

ГОДИШЕН ИЗВЕШТАЈ ВОЗДУХ 2019



Република Северна Македонија
Министерство за животна средина и просторно планирање
Македонски информативен центар за животна средина
Скопје, 2020 година

Министерство за животна средина и просторно планирање

Република Северна Македонија

Квалитет на животната средина во
Република Северна Македонија

ГОДИШЕН ИЗВЕШТАЈ

ВОЗДУХ
2019

Македонски информативен центар за животна средина

Скопје, 2020 година

Содржина

Предговор	7
Основни податоци за Република Македонија.....	9
Вовед.....	15
Емисии во воздухот.....	17
Основни загадувачки супстанции и цврсти честички	20
Тешки метали (НМ).....	21
Тешко разградливи органски супстанции (POPs).....	23
Квалитет на воздух.....	25
Мониторинг мрежи за квалитет на воздух.....	25
Оценка на квалитетот на амбиентниот воздух во Република Северна Македонија по загадувачка супстанца.....	28
Сулфур диоксид (SO ₂)	28
Азотни оксиди (NO _x).....	31
Цврсти честички (PM ₁₀ , PM _{2,5} , TSP).....	34
Јаглерод моноксид (CO)	41
Озон.....	43
Неметански испарливи органски соединенија (NMVOC).....	48
Амонијак (NH ₃).....	49
Тешки метали.....	51
Олово (Pb).....	52
Кадмиум (Cd)	53
Жива (Hg)	54
Арсен (As)	56
Никел (Ni).....	57
Тешко разградливи органски соединенија (POPs).....	58
Диоксини и фурани (PCDD/F).....	59
Полициклични ароматични јаглеводороди (PAHs).....	61
Хексахлоробензен (HCB)	64
Полихлорирани бифенили (PCBs).....	66
Преземени и планирани мерки за редукција на емисии на загадувачки супстанции.....	68
Заклучок.....	69

Извештајот е изготвен врз основа на член 45 од Законот за животна средина „Службен весник на РМ“ бр. 53/05, 81/05, 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 123/12, 93/13 и 44/15

Изработен од: Македонски информативен центар за животна средина и просторно планирање

Главен и одговорен уредник: Светлана Ѓорѓева

Дизајн и ДТП: Душко Јањик

Автори на поглавја

Основни податоци за Република Северна Македонија:	Катерина Николовска
Воздух:	Анета Стефановска М-р Александра Несторовска - Крстеска Павле Малков Никола Голубов

Скопје, 2020

**“Ако исчезнат сите пчели на овој свет, на човекот ќе му
останат само уште четири години од животот” –
Морис Метерлинк**

Современите концепти кои се однесуваат на одржливиот развој, позеленувањето на локалните и меѓународните економии, но и заштитата на расположливите ресурси во природата, во континуитет добиваат еден стратешки пристап за воспоставување и имплементација на соодветно законодавство, со што би се осигурале општествени практики кои ќе бидат во согласност со напорите за заштита на природата, животната средина и расположливите природни ресурси.

Децениските напори на Европската Унија за воспоставување и имплементација на законодавството кое се однесува на животната средина, придонесе за намалување на загадувањето на амбиенталниот воздух, водите, почвите, но и користењето на штетните хемикалии или управувањето со опасниот отпад. Денеска, европските граѓани имаат осигурано пристап до квалитетна вода за пиење и повеќе од 18% од територијата на ЕУ е означена како заштитено природно подрачје, но сеуште остануваат предизвици кои посочуваат на потреба за системски и долгорочен одржлив пристап кон решенија.

Седмата акциска програма за животна средина во Европа – 7th Environmental Action Programme – претставува водечки документ кој укажува на долгорочните насоки на политиките во Европа, политики кои содржат визија и перспективи за унијата до 2050 година. Оваа политичка и правна рамка, статешки и на долг рок е релевантна и за Република Северна Македонија и нејзината определба за членство во унијата.

Водејќи се по истите принципи, Македонскиот информативен центар за животна средина – МИЦЖС - продолжува со својата работа за континуирана проценка на состојбата и перспективата на животната средина во Република Северна Македонија, како и соработка со сите европски партнери за да се обезбедат навремени, релевантни и проверени информации за квалитетот на животната средина, овозможувајќи директна поддршка на креаторите на политики, носителите на одлуки на државно и локално ниво, но и пошироката јавност во Република Северна Македонија.

Со истата перспектива, Република Северна Македонија, преку Министерството за животна средина и просторно планирање, успешно чекори кон Европската Унија со статус на земја соработничка со Европската Агенција за Животна Средина - ЕЕА, како една од клучните Агенции на Европската зедница, која овозможува еднакво учество на релевантните експерти од нашата земја во многубројните активности поврзани со медиумите во животната средина.

Нашите граѓани имаат можност да ги следат активностите и успехите на Република Северна Македонија преку современиот интерактивен веб портал на ЕЕА, каде што нашите резултати отсликуваат достапни информации за напредокот и успехите на земјата во известувањето за повеќе тематски насоки од животната средина.

Нашиот успех се должи на непрекинатата соработка со секторите и службите на МЖСПП,

како и соработката со другите релевантни министерства и институции, особено Институтот за јавно здравје на Република Северна Македонија и градските Центри за јавно здравје, Државниот завод за статистика, Управата за хидрометеоролошки работи, Хидробиолошкиот завод, индустриските објекти и др. Изразувајќи благодарност за досегашната соработка, ја истакнуваме својата определба за продлабочување на истата и во наредниот период.

ОСНОВНИ ПОДАТОЦИ ЗА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

1. Географска местоположба

Република Северна Македонија се наоѓа во Југоисточна Европа, сместена во централниот дел на Балканскиот Полуостров и има површина од 25.713 km². Главен и најголем град во државата е Скопје, кој воедно претставува и административно политички, стопански, културен и образовно - научен центар.

Сместена во срцето на Балканскиот Полуостров, земјата се граничи со Србија (102 km) и Косово (179 km) на север, Бугарија (173 km) на исток, Грција (256 km) на југ и Албанија (186 km) на запад, односно вкупната граница изнесува 896 km, од која 835 km е сувоземна, 14 km речна и 47 km езерска.



Слика 1. Местоположба на Република Северна Македонија

Две од соседните држави на Република Северна Македонија припаѓаат на ЕУ (Грција и Бугарија) што придонесува за нејзината поволна гео-политичка местоположба. Република Северна Македонија нема излез на море, меѓутоа се наоѓа на транзитните

патишта за испорака на стоки од Балканот кон источна, западна и централна Европа, и е поврзана со најблиските пристаништа, што и обезбедува можности за развивање на економската соработка со соседните држави.

1.1. Административна поделба

Официјално, Северна Македонија е поделена на 8 (осум) плански региони, усвоени од Собранието на Северна Македонија, кои служат за статистички, економски и административни цели. Покрај регионите, првостепена административна поделба на Северна Македонија се општините. Согласно последната територијална поделба Северна Македонија е поделена на 80 општини со 1.767 населени места.

Најголем регион по површина е пелагонискиот и зафаќа 18.9% од површината на Северна Македонија, овој регион има најмногу населени места, околу 343, но се одликува со мала густина на населеност од 48,7 жители на километар квадратен во 2017 година. Најмалиот регион, скопскиот, зафаќа 7,3% од површината на Северна Македонија, има изразито густа населеност од 345,3 жители на километар квадратен во 2017 година и апсорбира повеќе од една четвртина (30,18%) од вкупното население во Северна Македонија. Руралните општини се доста застапени речиси во сите региони, меѓутоа најголем дел од населението живее во поголемите урбани центри, што упатува на нерамномерна концентрација на населението внатре во регионите.

Полошкиот и југозападниот регион се издвојуваат според високото учество на населението кое живее во руралните средини, додека во другите региони руралните населби се поретко населени.

2. Структура на релјефот

Релјефот е претежно ридско-планински, и се карактеризира со големи и високи планински масиви меѓу кои се протегаат пространи долини и рамнини, просечната надморска височина изнесува 829 m.

Планините претставуваат големи релјефни форми кои покриваат 79% од територијата на земјата. Тие се дел од старата Родопска група, во источниот дел и младата Динарска група, во западниот дел од државата. Родопската група планини се пониски од 2.000 метри, со највисок врв Руен 2.252 метри на Осоговските планини. Динарските се многу повисоки и се издигнуваат преку 2.500 метри, со највисокиот врв во Северна Македонија Голем Кораб – 2.764 метри. Помеѓу овие две планински групи се наоѓа Вардарската зона, по должината од двете страни на реката Вардар и Пелагонискиот хорст антиклинориум во централниот дел на земјата.

Котлините и поголемите полиња ги пресекуваат планинските релјефни структури, покривајќи 19,1% од површината на државата. Највпечатливи се оние долини кои се протегаат по должината на реката Вардар, вклучувајќи ја Скопската котлина (1.840 km²), додека најголемата рамнина е Пелагониската висорамнина, во југозападниот дел од државата која зафаќа површина од околу 4.000 km², со просечна надморска височина од 600 метри. Водените површини зафаќаат 1,9% од територијата на државата.

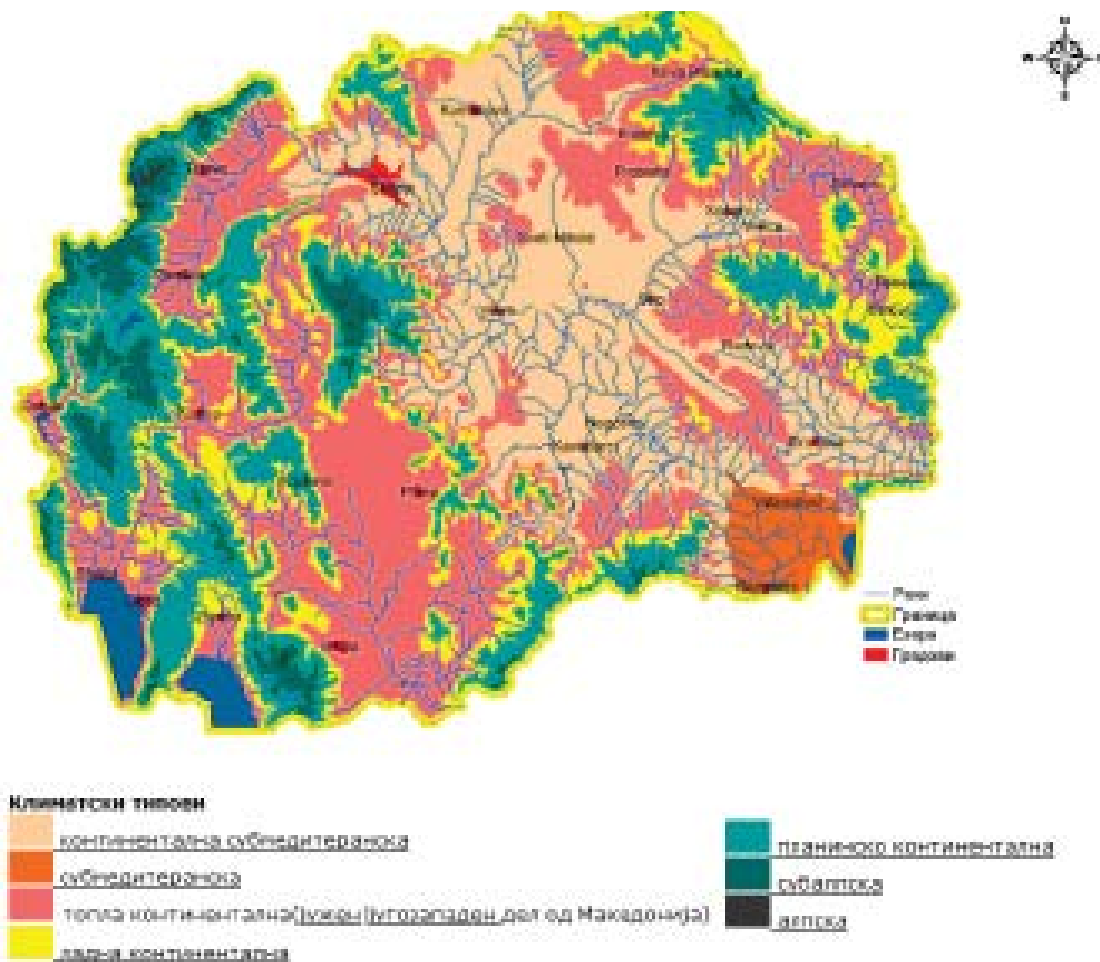


Слика 2. Република Северна Македонија

3. Климатски карактеристики

И покрај релативно малата површина на Северна Македонија, климата е различна, значително се менува од југ кон север, од запад кон исток и од пониските делови кон планините, при што се разликуваат следните климатски подрачја:

- Субмедитеранско подрачје (50 - 500 m)
- Умерено-континентално-субмедитеранско подрачје (до 600 m)
- Топло континентално подрачје (600 - 900 m)
- Студено континентално подрачје (900 – 1.100 m)
- Подгорско-континентално-планинско подрачје (1.100 – 1.300 m)
- Горско-континентално планинско подрачје (1.300 – 1.650 m)
- Субалпско планинско подрачје (1.650 – 2.250 m)
- Алпско планинско подрачје ($h_s > 2.250$ m).



Слика 3. Климатски подрачја

Во поглед на температурата во Северна Македонија доаѓа до судир на морските влијанија од југ (во долините на Вардар, Струмица и Црн Дрим), со постудените континентални пробиви од север. Средната годишна температура на воздухот во Република Северна Македонија изнесува 11,5°C и се движи од околу 0°C на високите планини до 15°C во јужните подрачја околу Дојран и Валандово. Најтопол месец е јули со просечна температура од 22,2°C, а најстуден месец е јануари со просечни 0,3°C. Досега најниската измерена температура на воздухот изнесува -32°C во Берово, а највисоката 48°C во Демир Капија.

Врнежите во Република Северна Македонија во просек годишно изнесуваат околу 680 mm, што е релативно мала вредност. Најмногу врнежи има во западниот дел на државата, особено во долината на реката Радика (околу 1.200-1.400 mm/год.). Причина е близината на Јадранското Море и високите планини кои се испречуваат на влажните воздушни маси. Кон исток врнежите се намалуваат, така што во централниот дел на Повардарието, во Тиквешијата и Овче Поле, тие изнесуваат под 500 mm годишно. Поради малата облачност и врнежливост, овде се јавува најдолго осончување со околу 2.500-2.600 часа годишно. Кон исток врнежите повторно малку се зголемуваат.

Ветровите во Република Северна Македонија се честа појава, особено во зимскиот период. Сепак, тие не се толку силни како во другите делови на Европа и Светот. Врз појавата, правецот и силата на ветровите најмногу влијае релјефот. Најпознати ветрови се вардарецот и југот. Вардарецот е сув и студен ветер кој дува од север кон југ, најчесто во зимскиот период.

4. Хидрографија

Хидрографската површина на Северна Македонија е единствен басен на Балканскиот полуостров и пошироко, поради тоа што 84% од расположливите водни ресурси се од домашни извори и само 16% од надворешни води. Според хидрографската поделба, на територијата на Република Северна Македонија постојат четири слива и тоа: Вардарски, Црнодримски, Струмички и сливот на Јужна Морава.

Вардарскиот слив го опфаќа сливот на реката Вардар со своите притоки на територијата на Република Северна Македонија до македонско-грчката државна граница, вклучувајќи го и сливот на Дојранското Езеро на територијата на Република Северна Македонија и опфаќа 80% од водите во државата.

Црнодримскиот слив ги опфаќа сливовите на Преспанското и Охридското Езеро и сливот на реката Црн Дрим со своите притоки на територијата на Република Северна Македонија, до македонско-албанската државна граница.

Струмичкиот слив ги опфаќа сливовите на реките Струмица, Циронска и Лебница, до македонско-бугарската државна граница.

Сливот на Јужна Морава го опфаќа сливот на Јужна Морава на територијата на Република Северна Македонија, до македонско - српската државна граница.



Слика 4. Речни сливови во Република Северна Македонија

Вардар е најголемата река со околу 80% од целокупниот воден истек од Северна Македонија, со вкупна должина од 388 km, од кои 301 km течат во Македонија, додека остатокот е во Грција. Поголеми десни притоки на реката Вардар со Црна Река (207 km должина) и реката Треска (138 km), додека најдолгите леви се реката Брегалница (225 km) и реката Пчиња (135 km).

Како земја која не излегува на море, Северна Македонија е горда на своите природни и вештачки езера. Од природните езера, најатрактивни се тектонските езера: Охридското, Преспанското и Дојранското Езеро, кои лежат на јужната граница на Република Македонија. Охридско Езеро (349 km²) е поделено меѓу Република Македонија (230,1 km²) и Република Албанија (118,9 km²). Преспанско Езеро (274 km²) е поделено меѓу Република Македонија (176,8 km²), Република Албанија (49,4 km²) и Република Грција (47,8 km²). Дојранско Езеро (43 km²) е поделено меѓу Република Македонија (27,4 km²) и Република Грција (15,6 km²).

На територијата на Северна Македонија постојат 15 вештачки акумулациони и 25 глацијални езера сместени во највисоките делови на планинските масиви формирани уште за време на ледената доба.

5. Демографија

Според податоците од последниот попис на население, станови и домаќинства (2002), Република Северна Македонија брои 2.022.547 жители, што е за 3,9 отсто повеќе во однос на претходниот попис (1994), а е за 43,0 отсто повисок во однос на 1948 година. Според проценките на населението од Државниот завод за статистика, вкупното население на 31.12.2017 година било 2.075.301 жители.

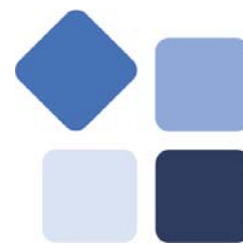
Според податоците од последниот попис, најголемиот дел од населението го сочинуваат Македонци (64,18%), потоа Албанци (25,17%), Турци (3,85%), Роми (2,66%), Власи (0,48%), Срби (1,78%), Бошњаци (0,84%) и останати етнички групи (1,04%)

Поголемиот дел од населението е концентриран во градските подрачја. Просечната густина на населението во 2002 е 78,7 жители на km², а согласно проценката на населението за 2017 година густината се зголемила на 83,3 жител на km². Од вкупниот број на население околу 60% живеат во градовите, а околу 30,18% од вкупното население живее во Скопје.

Скопскиот регион е најгусто населен со 343,3 жители на км², а по него следи Полошкиот регион со 132,9 жители на км². Наспроти нив, Вардарскиот регион е најретко населен со 37,7 жители на км².

Ваквата регионална диференцираност го наметнува проблемот на одржливост на регионите, во поглед на нивната населеност, структура на населението како и нивните економски и социјални состојби.

Очекуваната должина на животот при раѓање во 2016 година изнесува 73,7 години за мажи и 77,5 години за жени. Просечната возраст на населението во земјата за 2017 година за жени е 39,8 година, а за мажи 38,1 години. Природниот прираст на 1000 жители во 2017 година е 0,7 жители. Стапката на морталитет изнесува 9,8 умрени лица на 1000 жители, а стапката на наталитет 10,5 живо родени деца на 1000 жители, во 2017 година.



1. Вовед

Главни составни компоненти на атмосферскиот воздух се азотот (78.08%), кислородот (20.95%) и аргонот (0.93%).

Други компоненти кои значајно се присутни во атмосферскиот воздух и кои во овој век се исклучително важни за мошне изразениот ефект на стаклена градина и глобалното затоплување заради се поголемото нивно присуство во атмосферата се водената пара, метанот и особено јаглерод диоксидот.

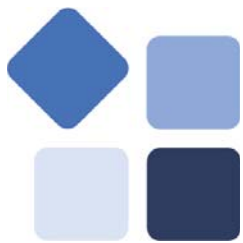
Од друга страна, во воздухот во урбаните и индустриските средини се присутни голем број загадувачки супстанции, кои може да се класифицираат на различен начин (според хемиската природа, потеклото, ефектите врз животната средина и др.).

Според потеклото постојат две групи загадувачки супстанции:

- Примарни загадувачки супстанции (загадувачки супстанции емитирани директно од извори на загадување);
- Секундарни загадувачки супстанции (загадувачки супстанции формирани со интеракција на две или повеќе загадувачки супстанции или при интеракција на примарни загадувачки супстанции со компоненти кои се присутни во незагаден воздух).

Има супстанции во воздухот, како на пример, сулфурни оксиди, азотни оксиди, јаглерод моноксид, цврсти честички, тешки метали, тешко разградливи органски соединенија (POPs) и др., чие потекло може да биде природно или антрополошко, кои се присутни во помали концентрации, односно се присутни во траги, а имаат негативно влијание, непосредно или посредно, врз животната средина (целокупната биосфера) и материјалните добра, доколку се присутни во повисоки концентрации од нормалните. Се забележува дека во урбаните и индустриските средини потеклото на овие загадувачки супстанции е главно антрополошко, односно како резултат на разни видови човекови дејности, и нивните концентрации во овие средини се повисоки од оние кои се сметаат за природно нормални. Во руралните области, исто така, но не често, се случува концентрацијата на овие загадувачки супстанции да биде повисока од онаа која е природно нормална и причината повторно лежи во човековите активности, односно има антропогено потекло. Сепак, заради поголемата моќ на самопочистување на атмосферата во руралните области (процеси на дисперзија на супстанциите) повисоките концентрации на загадувачките супстанции во овие области е поретка појава која се задржува значително покусо време.

Зголемената индустријализација, интензивирање на производството, користењето на нафтата и нафтените деривати како енергетски ресурси и сообраќајот доведоа до зголемување на концентрацијата на загадувачките супстанции, кои иако присутни во траги се покажало дека имаат значително штетно влијание врз здравјето на луѓето, останатата биосфера и материјалните добра.



Освентоа, со согорување на фосилните горива се зголемува концентрацијата на јаглерод диоксид (CO_2), кој не се смета за загадувачка супстанца, но заедно со водената пара (H_2O), како и метанот (CH_4) доведуваат до зголемување на температурата на воздухот, односно атмосферата, (таканаречен ефект на стаклена градина). Проблемот со водената пареа не е толку изразен заради природната нејзина преципитација во форма на дождови и снегови на површината на земјата и водените површини при што нејзината концентрација во атмосферата глобално не се менува значително. Исто така, и концентрацијата на метанот во атмосферата генерално останува иста заради природните атмосферски реакции во кои истиот учествува. Од друга страна, концентрацијата на јаглерод диоксидот во атмосферата, од година во година, се зголемува, прво како резултат на се поголемото количество на фосилни горива кои се согоруваат во светот (цврсти, течни и гасовити) во сите области на човековото делување (енергија, индустрија, сообраќај), бидејќи како главни продукти на реакцијата на согорување на сите горива се водената пареа и јаглерод диоксидот и второ како последица на се помалото количество на шуми на глобално ниво (уништување на Амазонските шуми, шумските пожари насекаде низ светот и.т.н) кои претставуваат природен извор на отстранување на CO_2 од атмосферата преку процесот на фотосинтеза.

Со транспортот на голем број загадувачки супстанции, присутни во воздухот, посредно, доаѓа до загадување и на други средини од животната средина, како на пример водата и почвата и тоа како резултат на процесите на нивна преципитација (дождови, снегови) на површината на земјата.

Влијанието на загадениот воздух најсилно се чувствува во две подрачја:

- Во урбаните региони, каде живее мнозинството од населението, што доведува до негативни ефекти врз јавното здравје, особено кај ризичните групи, како децата, старите лица, бремените жени, хроничните болни, денес, првенствено заради влијанието на ПМ10 и ПМ2.5 честичките, посебно во содејство со други загадувачки супстанции.
- Во екосистемите, каде влијанието од загадувањето на воздухот го нарушуваат растот и приносот на вегетацијата, размножувањето и развојот во животинскиот свет на копно и вода и генерално штетно делуваат врз биодиверзитетот.

Во денешно време, емисијата на загадувачки супстанции во воздухот потекнува од скоро сите економски и социјални човекови активности. Сообраќајот, индустријата, согорувачките и енергетските постројки, домаќинствата, градежните активности, депониите (особено дивите) за отпад и земјоделските активности продолжуваат да бидат извори на емисија на значителни количества загадувачки супстанции во воздухот. Немање на развиена гасификациона мрежа кај домаќинствата и административните објекти и генерално енергетската сиромаштија кај населението, што како последица има согорување на биомаса од нивна страна, односно горење на цврсти горива како дрвото и јагленот, често пати со низок квалитет и користење на ложишта (печки) со ниска енергетска ефикасност, е причина за емисија (како надвор од домовите така и внатре) на различни загадувачки супстанции но пред се на цврсти честички и полициклични ароматични



јаглеводороди (РАНs), кои спаѓаат во класата на канцерогени супстанции. Земјоделството е главна одговорна активност за емисијата на амонијакот (NH_3), кој има влијание како врз здравјето на луѓето така и врз екосистемите. Со цел намалување на наведените штетни ефекти од загадувањето на воздухот се прави инвентаризација на емисиите на загадувачките супстанции за утврдување на уделите на изворите на емисија за секоја од овие супстанции и се следи состојбата со квалитетот на воздухот преку мерење на концентрациите за загадувачките супстанции во воздухот. Во овој годишен извештај направена е оценка на квалитетот на воздухот врз основа на обработените податоци од направената инвентаризација на емисиите на загадувачките супстанции за 2018 година, и анализата на измерените концентрации на загадувачките супстанции во 2019 година. Воедно даден е и преглед на преземените мерки за заштита на квалитетот на воздухот во прегледниот период од 2018-2019 година.

2. Емисии во воздухот

Собирањето и обработката на податоците за емисии во воздухот се врши континуирано во текот на целата година во рамките на работата на секторот Македонски информативен центар за животна средина (МИЦЖС) во МЖСПП.

Инвентаризацијата на загадувачките супстанции во воздухот се врши согласно барањата наведени во Конвенцијата за прекуграничен пренос на аерозагадувањето и протоколите кон неа, кои Република Северна Македонија ги ратификуваше 2010 година. Република Северна Македонија стана рамноправна членка на сите протоколи со исклучок на Гетеборшкиот протокол кон кој станавме рамноправна членка во 2014 година.

Методологијата за инвентаризација согласно упатството на ЕМЕП/ЕЕА (заедничко упатство на Програмата за мониторинг на воздухот на Европа и Европската агенција за животна средина) е транспонирана во Правилникот за методологијата за инвентаризација и утврдување на нивото на емисии на загадувачките супстанции во атмосферата во тони годишно за сите видови дејности, како и други податоци за доставување во Програмата за мониторинг на воздухот на Европа (ЕМЕП) кој се донесе во ноември 2007 година (Сл.весник на Р.М, бр. 147/2007).

Притоа за пресметка на емисии се применува последната верзија на упатството, а во случај да не се достапни податоци за пресметка согласно новите верзии на упатството, се применуваат и претходните верзии.

За инвентаризацијата на емисиите на загадувачките супстанции како рата на активност се користат статистичките податоци од секторите енергетика, индустрија, отпад и земјоделие, пресметаните податоци кои се добиваат од операторите на инсталациите како и податоци од мониторинг мерењата на емисиите на поедините инсталации со поголем капацитет, кои континуирано пристигнуваат во МИЦЖС.

За пресметките како и приказот на податоците на количините на загадувачките супстанции се користи категоризацијата по сектори и NFR категории согласно извештаите на Европската Агенција за животна средина (ЕЕА).



Табела 1: Категоризација по сектори и NFR категории

NFR категорија	NFR подкатегија	Назив
1	1.A.1	Производство на ел. и топлинска енергија
	1.A.2	Согорување на горива во индустриски процеси
	1.A.3	Транспорт
	1.A.4	Домаќинства и административни капацитети
	1.A.5	Друго
	1.B	Фугитивни емисии
2		Индустриски
3		Земјоделство
5		Отпад

Користењето на оваа категоризација е со цел да се добие компатибилност и споредливост на нашите податоци со податоците од земјите членки на ЕУ. Потребно е да се појасни дека оваа методологија ги прикажува податоците за емисии во воздухот на национално ниво според правилото $n-2$ (каде n е тековната година). Имено, во 2020 година се изврши инвентаризација за емисиите на загадувачките супстанции во 2018 година. Во извештајот, од загадувачките супстанции, се опфатени основните загадувачки супстанции (сулфур диоксид - SO_2 , амонијак - NH_3 , неметански испарливи органски соединенија - NMVOC, јаглерод моноксид - CO, азотни оксиди - NO_x), суспендирани честички (вкупни суспендирани честички - TSP, суспендирани честички со големина до 10 микрометри - PM_{10} , суспендирани честички со големина до 2,5 микрометри - $PM_{2.5}$), тешки метали (олово - Pb, арсен - As, кадмиум - Cd, жива - Hg, никел - Ni), тешко разградливи органски соединенија (полициклични ароматични јаглеводороди - PAHs, диоксини и фурани - PCDD/PCDF, хекса хлоро бензен - HCB и полихлорирани бифенили - PCB), чии емисии се распоредени по сектори.

Во инвентарот на загадувачки супстанции кој беше подготвен во период 2019-2020 година се опфатени националните емисии за период 1990-2018, но во овој извештај се презентирани само националните емисии на загадувачките супстанции во 2018 година и наведени се споредбени анализи со 2017 и 1990 година како базна година. Вкупните емисии за загадувачките супстанции во целиот период се презентирани во Информативниот извештај за инвентарот, кој е достапен на веб порталот за квалитет на воздух. Во овој извештај земени се предвид и забелешките дадени од страна на Ревизијата на ниво 3 во организација на Центарот за емисиони инвентари и проекции и Европската агенција за животна средина која се одвиваше во период мај-јуни 2020 година, поради што можно е мало несовпаѓање на вредностите за одделни загадувачки супстанции прикажани во извештајот со испратениот инвентар во февруари 2020 година.

2.1. Основни загадувачки супстанции и цврсти честички

Вкупните количини на основните загадувачки супстанции и суспендираните честички во 2018 година на ниво на Република Северна Македонија изразени во килотони, се дадени на Графикон 1.

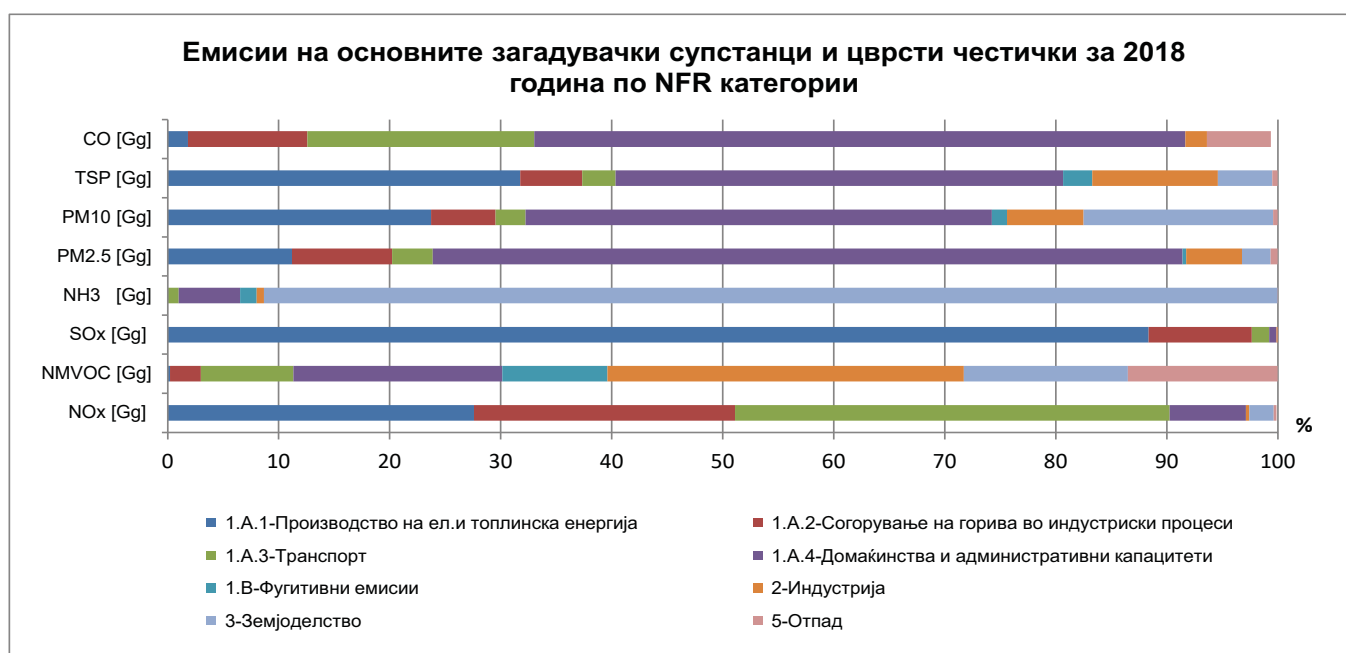
Графикон 1. Вкупни емисии на основните загадувачки супстанции и цврсти честички во 2018 година

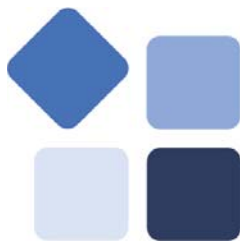


Емисиите на загадувачките супстанции согласно NFR категоризацијата наведена во табела 1 се дадени на следниот графикон. Овие пресметани емисии за 2018 година не ги надминуваат емисиите пресметани во базните години 1987, 1988 и 1990 година за соодветните загадувачки супстанции со исклучок на Протоколот за сулфур од 1985 година, во однос на кој се надминати емисиите од базната година – 1980).

На следниот графикон се претставени емисиите на загадувачки супстанции по NFR категории.

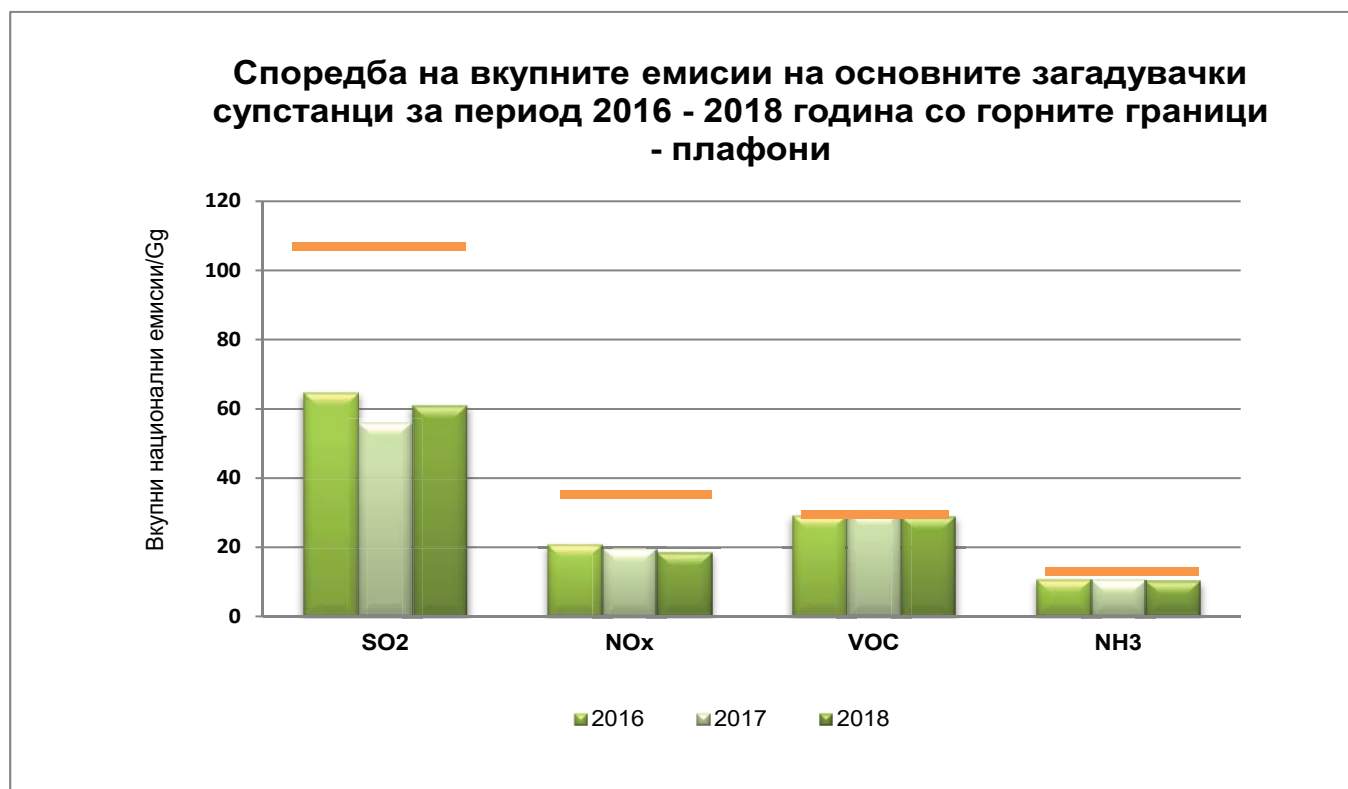
Графикон 2. Емисии на основните загадувачки супстанции и цврсти честички во 2018 година по NFR категории





Од графиконот може да се забележи дека клучни извори на емисија кај сите видови на цврсти четички е NFR категоријата - согорувањето кај домаќинствата и административните капацитети и производството на електрична и топлинска енергија. Кај SOx и NH₃ има само по еден доминантен извор, а тоа е производството на електрична и топлинска енергија и земјоделието. Кај CO и NOx се забележуваат два доминантни извори односно согорувањето од домаќинствата и административните капацитети и транспортот односно транспортот и производството на електрична и топлинска енергија кај NOx. Кај емисиите на NMVOC се забележува влијание од повеќе извори, додека најголем удел има индустријата, во која е вклучена и употребата на растворувачи. Подетална анализа за секоја загадувачка супстанца е дадена подолу во извештајот. Од основните загадувачки супстанции NH₃, NMVOC, SOx и NOx се опфатени во Директивата 2001/81/ЕС односно Директива за националните горни граници-плафони за емисија на одредени загадувачки супстанции во воздухот. Имено, за овие супстанции се пропишани горни граници-плафони за емисија на ниво на држава за 2010 година кои се наведени во Правилникот за количините на горните граници-плафоните на емисиите на загадувачките супстанции со цел истите да не се надминат, туку во временскиот период до 2020 година со соодветно утврдени проекции да се постигне намалување на количините на емисиите на загадувачките супстанции на годишно ниво, како и измените кон него (Службен весник на Република Македонија бр. 2/2010, 156/2011, 111/2014). Земајќи го предвид ова, направена е споредба на трендот на количините на поедините загадувачки супстанции за период од 2016 до 2018 година со горните граници – плафони за 2010 година, која е прикажана на Графикон 3.

Графикон 3. Споредба на вкупните емисии на основните загадувачки супстанции за период 2016-2018 година со горните граници – плафони





Од прикажаното може да се забележи дека нема надминување на горната граница – плафонот за основните загадувачки супстанции за период 2016-2018 година освен мало надминување за NMVOCs во 2017 година. За останатите загадувачки супстанции во прегледниот период не се надминати националните горни граници – плафони.

Националните горни граници – плафони на основни загадувачките супстанции NH₃, NMVOC, SO_x и NO_x се дел и од Анексот II на Гетеборшкиот протокол кон Конвенцијата за прекуграничен пренос на аерозагадувањето (CLRTAP). На следната табела се прикажани разликите меѓу пресметаните емисии за 2018 година и националните горни граници плафони за емисија.

Табела 2: Споредба на горните граници плафони и емисиите на загадувачките супстанции согласно Директива за националните горни граници-плафони во 2018 година

	Горни граници-плафони за 2010 [Gg]	Емисии за 2018 година [Gg]	Разлика меѓу горни граници – плафони и емисии за 2018 [Gg]	Разлика меѓу горни граници – плафони и емисии за 2018 [%]
SO ₂	110	60.95	49.05	-44.60
NO _x	39	18.51	20.49	-52.53
NMVOC	30	28.95	1.05	-3.49
NH ₃	12	9.79	2.21	-18.43

Во однос на пресметаните емисии за 2018 година може да се забележи редуција на емисиите во однос на утврдените горни граници – плафони и тоа од 18.4% кај NH₃, од околу 44.6% кај SO₂, 52.5% кај NO_x и кај NMVOC од 3.5%.

2.2. Тешки метали (НМ)

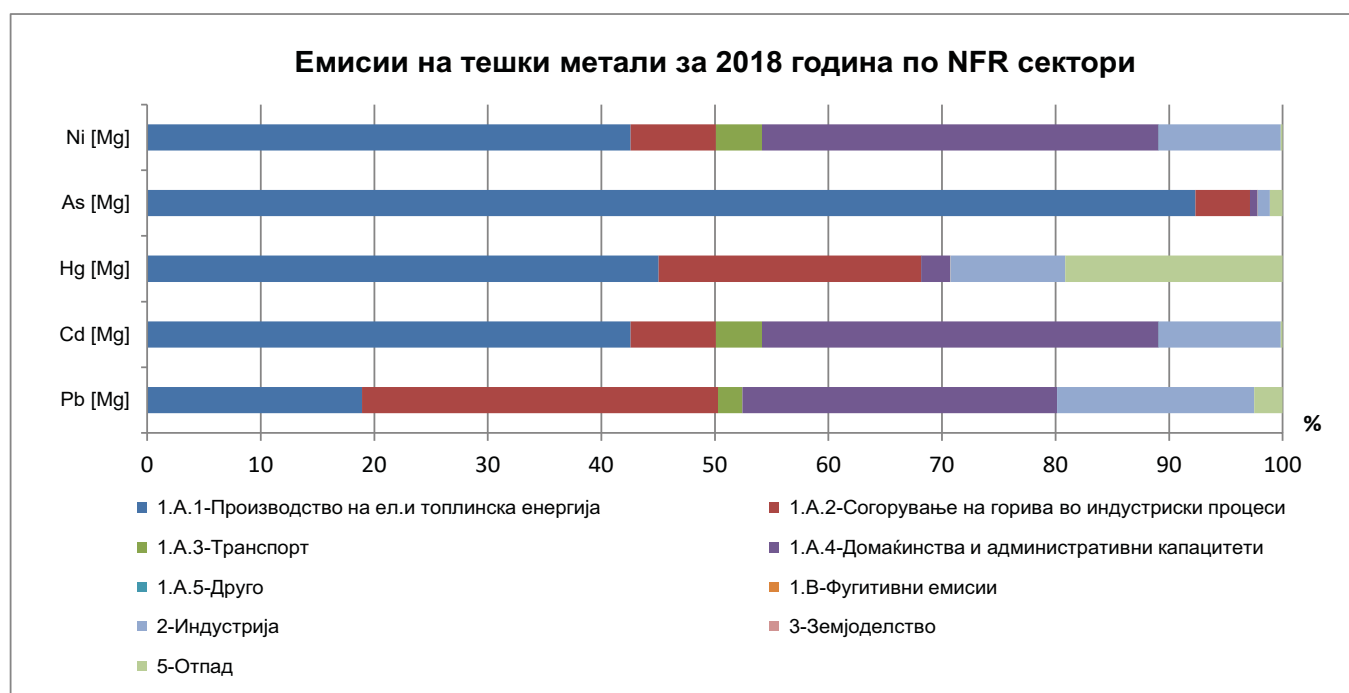
Во рамките на овој извештај е прикажана распределбата на емисии по сектори на трите тешки метали Cd, Pb и Hg (опфатени во Протоколот за тешки метали (НМ) кон Конвенцијата за далекусежно прекугранично загадување, ратификуван од страна на Република Северна Македонија во 2010 година), како и за тешките метали Ni и As за кои се поставени стандарди за квалитет на воздух. Согласно барањата на протоколот земјите-членки треба да ги редуцираат емисиите за кадмиум, олово и жива под пресметаните нивоа за 1990 година. Во националниот инвентар за 2018 година пресметани се емисиите за овие супстанции. Вкупните емисии како и категоризацијата по NFR сектори се прикажани на следните два графика.



Графикон 4. Вкупни емисии на тешки метали во 2018 година



Графикон 5. Емисии на тешки метали во 2018 година по NFR категории



Од графиконот може да се забележи дека клучни извори на емисија кај тешките метали се производство на електрична и топлинска енергија. Овој сектор претставува доминантен извор кај арсенот, додека пак секторот - согорување на горива во домаќинства и административни капацитети е доминантен кај Cd, Pb и Ni. Согорување на горивата во индустриските капацитети е пак доминантен извор кај Pb и Hg.

Подетална анализа за секоја загадувачка супстанца од категоријата тешки метали е дадена подолу во извештајот.

Воедно направена е споредба на емисиите пресметани во 2018 година со емисиите во 1990 година која се смета за базна година согласно барањата на Протоколот за тешки метали, а Анализата на податоците презентирани во Табела 3.



Табела 3: Споредба на емисиите на тешки метали во 2018 година со емисии во базна година

Протокол за тешки метали	Емисии во 1990 година	Емисии во 2018 година	Разлика 2018- 1990	Редукција во однос на 1990 [%]
Pb [Mg]	232.48	2.51	229.97	-98.92
Cd [Mg]	1.60	0.22	1.37	-85.96
Hg [Mg]	0.62	0.20	0.42	-67.20

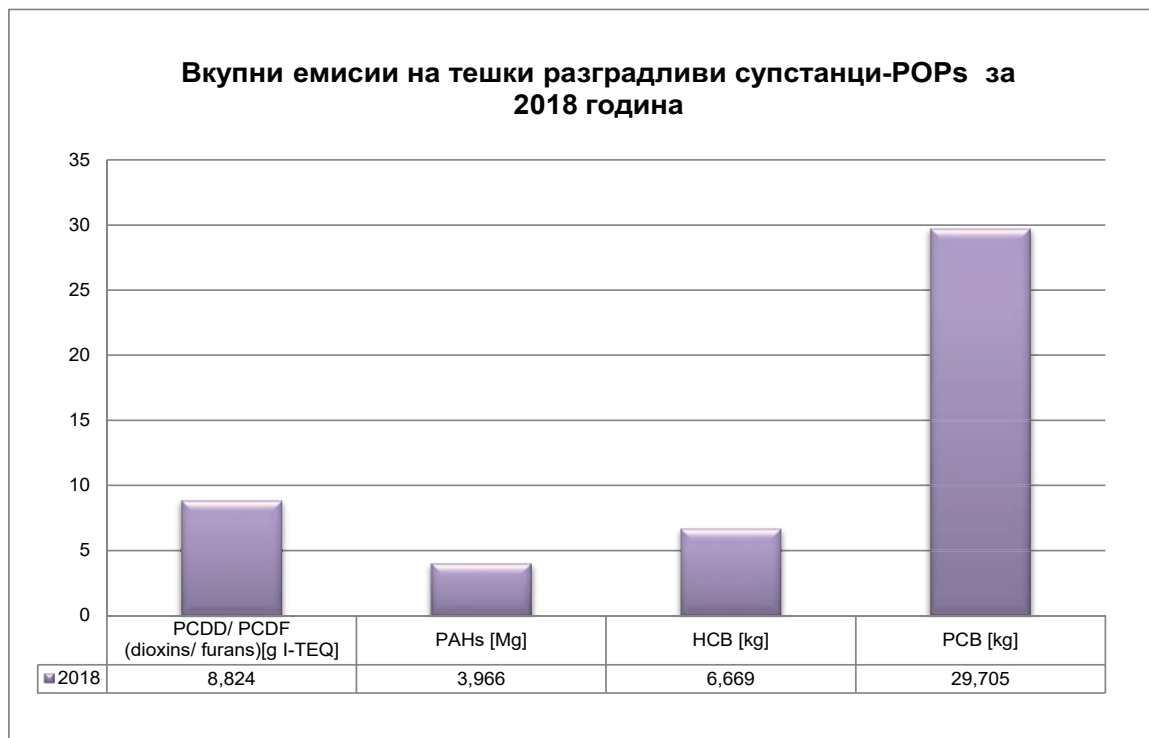
Во однос на пресметаните емисии за 2018 година може да се забележи значителна редукција на емисиите во однос на 1990 година кај сите три тешки метали согласно барањата на Протоколот за тешки метали. Редукцијата на емисиите на олово произлегува заради примената на безоловен бензин, како и на затворањето на Топилницата за олово-цинкова руда во Велес во 2003 година, на што се должи и намалувањето на емисиите на другите два метала, кадмиум и жива, во однос на 1990 година.

2.3. Тешко разградливи органски супстанции (POPs)

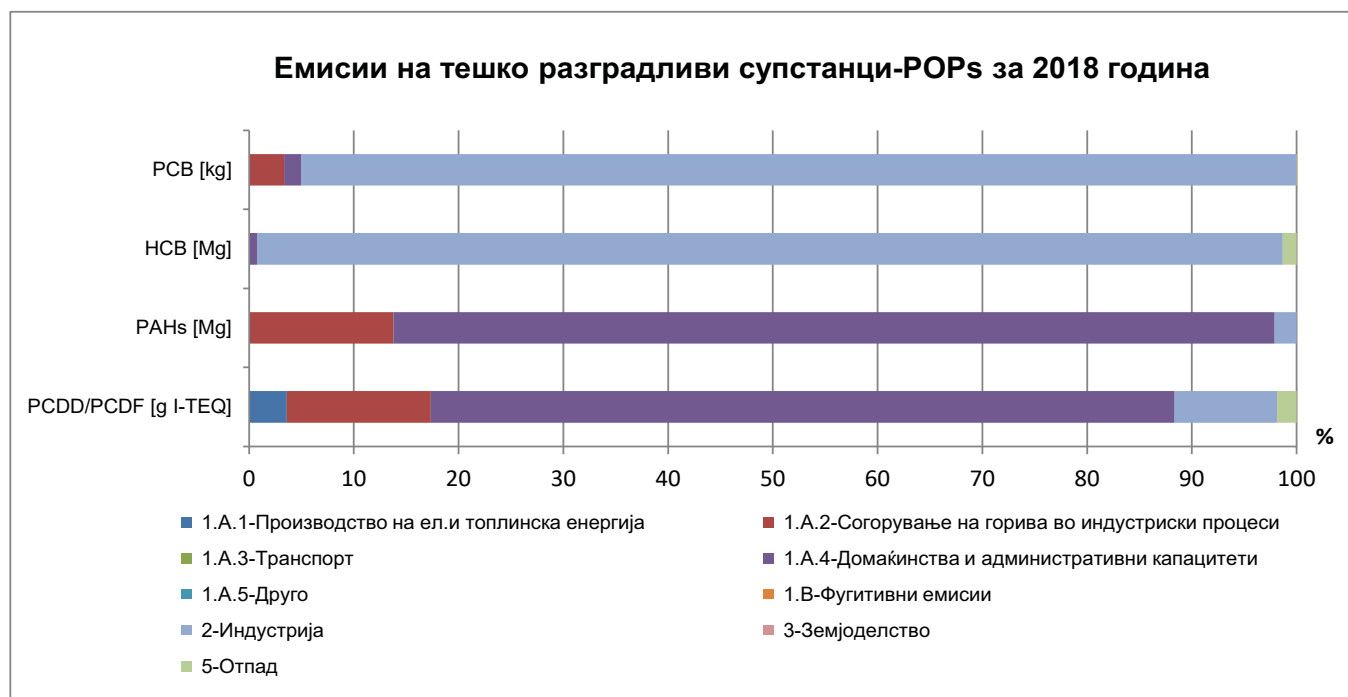
Од тешко разградливи органски супстанции (POPs) во Протоколот кон Конвенцијата за далекусежно прекугранично загадување на воздухот за неразградливи органски загадувачки супстанции (ратификуван од Република Северна Македонија во 2010 година) се опфатени POPs супстанциите: диоксини и фурани (PCDD/PCDF), полициклични ароматични јаглеводороди (PAHs) и хексахлоробензен (HCB). Согласно овој протокол, земјите-членки треба да ги редуцираат своите емисии под нивните пресметани емисии за 1990 година. Во националниот инвентар за 2018 година пресметани се емисиите за овие тешко разградливи супстанции и истите како вкупни емисии и емисии категоризирани по NFR категории се прикажани на следните два графикони.



Графикон 6. Вкупни емисии на тешко разградливи органски соединенија-POPs во 2018 година



Графикон 7. Емисии на тешко разградливи органски соединенија-POPs во 2018 година по NFR категории



Од графиконот може да се забележи дека доминантен извор кај РСВ и НСВ е индустријата, додека кај останатите е согорување на горива во домаќинствата и административните капацитети. Подетална анализа за секоја загадувачка супстанца од категоријата тешко разградливи органски супстанции е дадена подолу во извештајот.

Воедно направена е споредба на емисиите пресметани во 2018 година со емисиите во

1990 година која се смета за базна година согласно барањата на Протоколот за POPs, и истата е презентирана во Табела бр.4.



Табела 4: Споредба на емисиите на POPs во 2018 година со емисии во базна година

Протокол за POPs	Емисии во 1990 година	Емисии во 2018 година	Разлика меѓу 2018-1990	Разлика меѓу 1990-2018[%]
PCDD/ PCDF [g I-TEQ]	19.82	8.82	10.99	-55.47
PAHS [Mg]	6.77	3.97	2.81	-41.46
HCB [kg]	44.30	1.53	42.78	-96,56

Во однос на пресметаните емисии за 2018 година може да се забележи дека пресметаните емисии во 2018 година не ги надминуваат пресметаните емисии за 1990 година согласно барањата на Протоколот за POPs, како и редуција на емисиите во однос на 1990 година кај сите три супстанции опфатени во протоколот. Во однос на HCB произлегува од намалено производство на алуминиум, како и промена во методологија на повисоко ниво при пресметување на емисиите од категоријата – 2.С.1 – Производство на железо и челик.

3. Квалитет на воздух

Мониторингот има суштинска задача во управувањето со животната средина. Имено, тој претставува основа за преземање на мерки за заштита на воздухот од загадување и подобрување на квалитетот на воздухот. За да се следи состојбата на квалитетот на воздухот потребно е да се врши мониторинг на загадувачките супстанции и истите да се идентификуваат квалитативно и квантитативно.

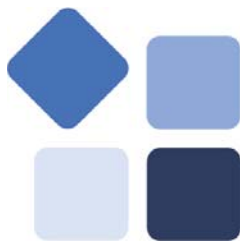
3.1. Мониторинг мрежи за квалитет на воздух

Во Република Северна Македонија мониторингот на квалитетот на амбиентниот воздух го вршат Министерството за животна средина и просторно планирање, кое управува со Државниот автоматски систем за квалитет на воздух, како и Институтот за јавно здравје (ИЈЗ) со Центрите за јавно здравје во Скопје и Велес. Дополнително, мониторинг на квалитетот на воздухот вршат и поедини инсталации кои имаат обврска согласно барањата на ИСКЗ дозволата.

Министерството за животна средина и просторно планирање управува со Државниот автоматски мониторинг систем за квалитет на амбиентен воздух, кој се состои од 17 фиксни и една мобилна мониторинг станица и тоа: 5 мерни станици во Скопје, 2 мерни станици во Битола, и по една мерна станица во Велес, о. Илинден, Кичево, Куманово, Кочани, Тетово, Кавадарци, Гостивар, Струмица и с. Лазарополе.

Мобилната мониторинг станица во текот на месец јуни 2019 година се дислоцираше од општина Бутел во општина Ѓорче Петров, во Скопје. Меѓутоа поради тоа што нема доволна покриеност со податоци од 75% и од двете мерни локации, неможе да се изврши годишна обработка на податоците и од двете мерни места и истите нема да бидат земен во предвид во Годишниот извештај за 2019 година.

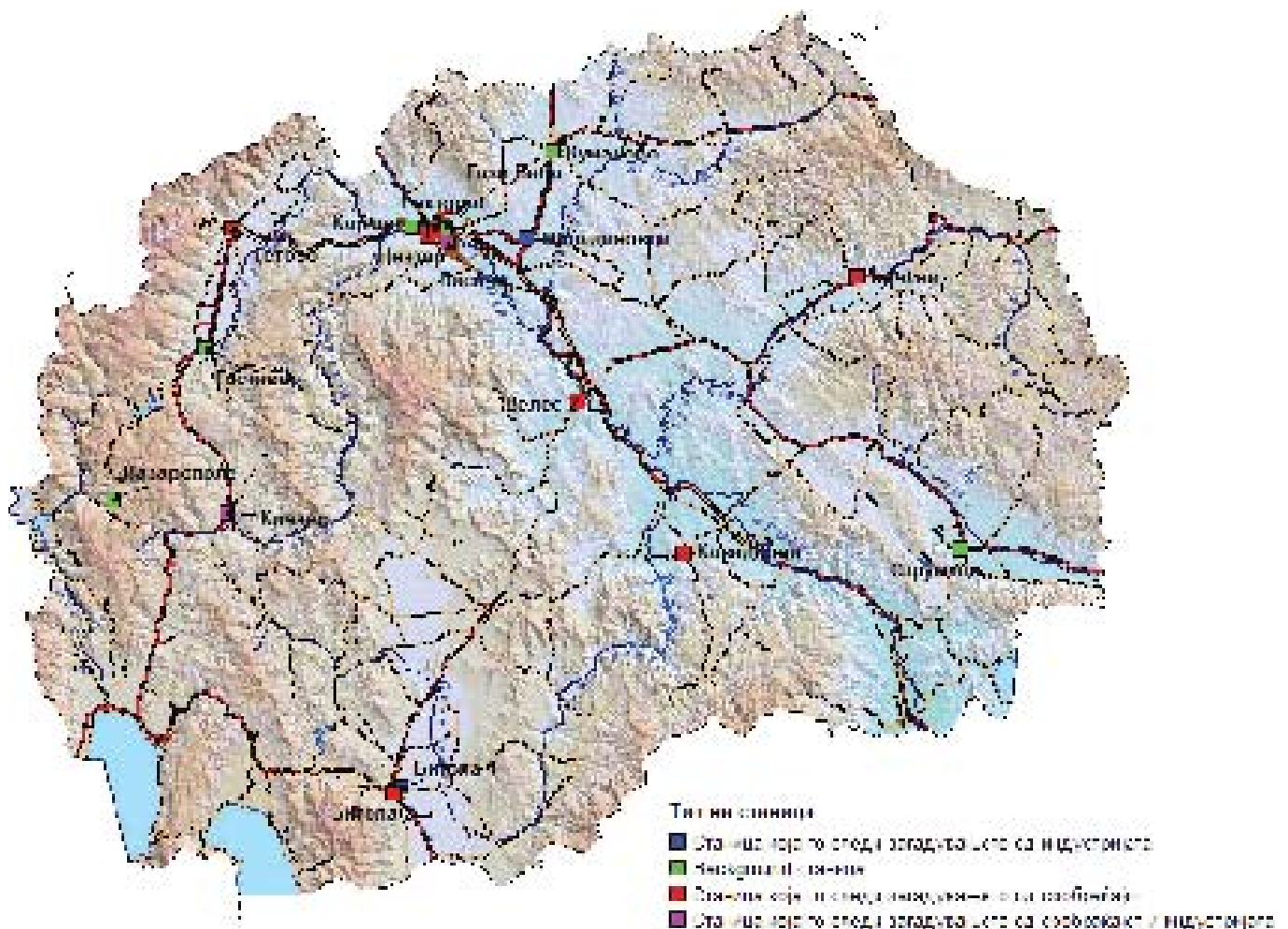
Автоматските мониторинг станици за квалитет на воздух вршат мониторинг на следните загадувачки супстанции:



- сулфур диоксид;
- азот диоксид;
- јаглерод моноксид;
- озон;
- суспендирани честички со големина до 10 микрометри (PM10);
- суспендирани честички со големина до 2,5 микрометри (PM2,5);
- бензен, толуен, етил-бензен, орто и пара ксилен (BTEX).

На мерното место во Гази Баба не се мери концентрацијата на озон, на мерното место Ректорат не се мери концентрацијата на сулфур диоксид, во Лазарополе не се мери концентрацијата на јаглерод моноксид. BTEX се мери во Миладиновци, Ректорат, Центар и Карпош, а PM2.5 се мерат на станиците во Центар, Карпош, Куманово, Тетово, Битола 2 и мобилната станица.

Локациите на мониторинг станиците се прикажани на следната слика.



Слика 1: Државен автоматски мониторинг систем за квалитет на амбиентен воздух

Детален опис на методите за мерење на загадувачките супстанции во воздух како и контрола на квалитетот на мерењето се дадени во европските CEN стандарди, кои со индосирање (превод на насловот на стандарот на македонски) се преземени во Република Северна Македонија. Во следната табела даден е приказ МКС EN стандардите за мерење на концентрациите на загадувачките супстанции во воздух.

Табела 5: Приказ на МКС EN стандардите за мерење на загадувачките супстанции во воздух

Супстанца	Мерна метода
SO ₂	МКС EN 14212:2005 Квалитет на воздухот - Стандардна метода за мерење на концентрацијата на сулфур диоксид со ултравиолетова флуоресценција
NO, NO ₂ , NO _x	МКС EN 14211:2005 Квалитет на воздухот - Стандардна метода за мерење на концентрацијата на азот диоксид и азот моноксид со хемилуминисценција
PM10	Бета ослабување рендгенска апсорпција на супстанца споредбено со референтна метода МКС EN 12341:1998 Одредување на ЦЧ10 (PM10) цврсти честички (постапка за демонстрирање референтна усогласеност на методите за мерење (постапка за демонстрирање референтна усогласеност на методите за мерење)
PM2,5	Метода базирана на принцип на расејување на зрачење од аеросоли (нефалометрија) и бета ослабување со цел прецизно и точно мерење на концентрациите на аеросолите во амбиентниот воздух споредбено со МКС EN 14907:2005 Квалитет на воздух - Стандардна метода на гравиметриско мерење за одредување на ЦЧ2,5 (PM2,5) масена фракција од суспендираните цврсти честички како референтна метода (постапка за демонстрирање референтна усогласеност на методите за мерење)
CO	МКС EN 14626:2005 Квалитет на воздухот – Стандардна метода за мерење на концентрацијата на јаглерод моноксид со недисперзивна инфрацрвена спектроскопија
O ₃	МКС EN 14625:2005 Квалитет на воздухот – Стандардна метода за мерење на концентрацијата на озон со ултравиолетова фотометрија
VTEX	МКС EN 14662-3:2005 Квалитет на амбиентен воздух - Стандардна метода за мерење на концентрации на бензен -Дел 3: Автоматско земање примероци со пумпа на лице место со гасна хроматографија

Институт за јавно здравје врши мониторинг на квалитетот на амбиентниот воздух преку Центрите за јавно здравје.

Центарот за јавно здравје – Скопје врши мерење на сулфур диоксид и чад на 7 мерни места во градот: ДДД (Центар за Служба за Дезинфекција, Дезинсекција и Дератизација), Димо Хаџи Димов, Панорама, 333 (Завод за здравствена заштита), Европа, Усје, и Срничка.

Центарот за јавно здравје – Велес врши мерење на сулфур диоксид и чад на 3 мерни места во градот: Биро за вработување, Нова населба и Тунел, а само на мерното место Нова населба врши мерење на кадмиум, олово и цинк.

Во Табела 6 наведени се мерните методи за мануелно мерење на SO₂ и чад.



Табела 6. Приказ на мерни методи за мануелно мерење на SO₂ и чад

Супстанца	Институција	Мерна метода
SO ₂	ИЈЗ	Англиска стандардна фотометриска метода, рефлектометриска метода
Чад		Стандардна англиска ацидиметриска метода

Наведените методи за мерење на сулфур диоксид и чад се мануелни, а добиените податоци за загадувачките супстанции се средно дневни концентрации.

4. Оценка на квалитетот на амбиентниот воздух во Република Северна Македонија по загадувачка супстанца

4.1. Сулфур диоксид (SO₂)

Хемиско-физички својства

Сулфур диоксидот е хемиско соединение со формула SO₂. При стандардни услови тој е безбоен, отровен гас со остар и иритантен мирис, со изразени кисели својства. Неговата температурата на топење е - 72°C, додека температура на вриење изнесува - 10°C. Растворливоста во вода изнесува 94 g/L (при што се добива изразена кисела средина).

Извори на SO₂ во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

Изворите на емисија на сулфур диоксид, SO₂, генерално може да се поделат на природни и антропогени. Природни извори се: вулканите (непосредно), биолошки извори (биолошко разложување) од океаните и копното (на посреден начин) и др. Антропогени извори се: согорувањето на фосилните горива и биогорива кои содржат сулфур, топењето (пржењето) на сулфидни руди на Cu, Zn и Pb, производство на H₂SO₄, производство на целулоза и хартија и др.

Денес, сулфур диоксидот, SO₂, се смета за еден од главните загадувачки супстанции во атмосферата од антропогени извори, поради што интензивно се работи на преземање мерки за намалување на неговата емисија. Како примери на индустриски гранки од кои значајно се емитува SO₂ во амбиентниот воздух се: нафтената индустрија од која во атмосферата се емитува SO₂ или H₂S при рафинирањето на нафтените деривати, топилници на сулфидните руди (како на пример во минатото Велешката топилница), инсталации за производство на електрична енергија кои користат јаглен со висока содржина на сулфур, инсталации за производство на хартија и целулоза. Во 2018 година пресметаните национални емисии на SO_x изнесуваат 61 килотони. Како што се гледа од следниот графикон во Република Северна Македонија клучен и доминантен извор на сулфурни оксиди во воздухот е категоријата 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија со 88%. Останатите емисии на оваа загадувачка супстанца главно доаѓаат од категоријата 1.А.2-Согорување на горива во индустриски процеси со удел од 9% во вкупните емисии на SO_x.

Графикон 8. Емисии на SO₂ во 2018 година по сектори



Во однос на емисиите во 2017 година, вкупните емисиите на сулфур диоксид се зголемени за 9%, како резултат на зголемено количество на согорен јаглен во термоелектраните.

Стандарди за SO₂

Граничните вредности за заштита на здравјето на луѓето за сулфур диоксид се прикажани во Табела 7, додека пак гранични вредности за заштита на екосистеми се прикажани во Табела 8.

Табела 7: Гранични вредности за заштита на здравјето на луѓето за сулфур диоксид

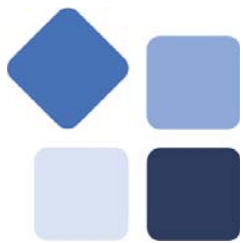
Загадувачка супстанца	Просечен период	Дозволен број на надминувања во текот на годината	Гранична вредност	Праг на алармирање
SO ₂	1 час	24	350 µg/m ³	
	24 часа	3	125 µg/m ³	
	3 последователни часови			500 µg/m ³

Табела 8: Критично ниво за заштита на вегетација за сулфур диоксид

Загадувачка супстанца	Заштита	Просечен период	Гранична вредност
SO ₂	Вегетација	Година Зимски период	20 µg/m ³

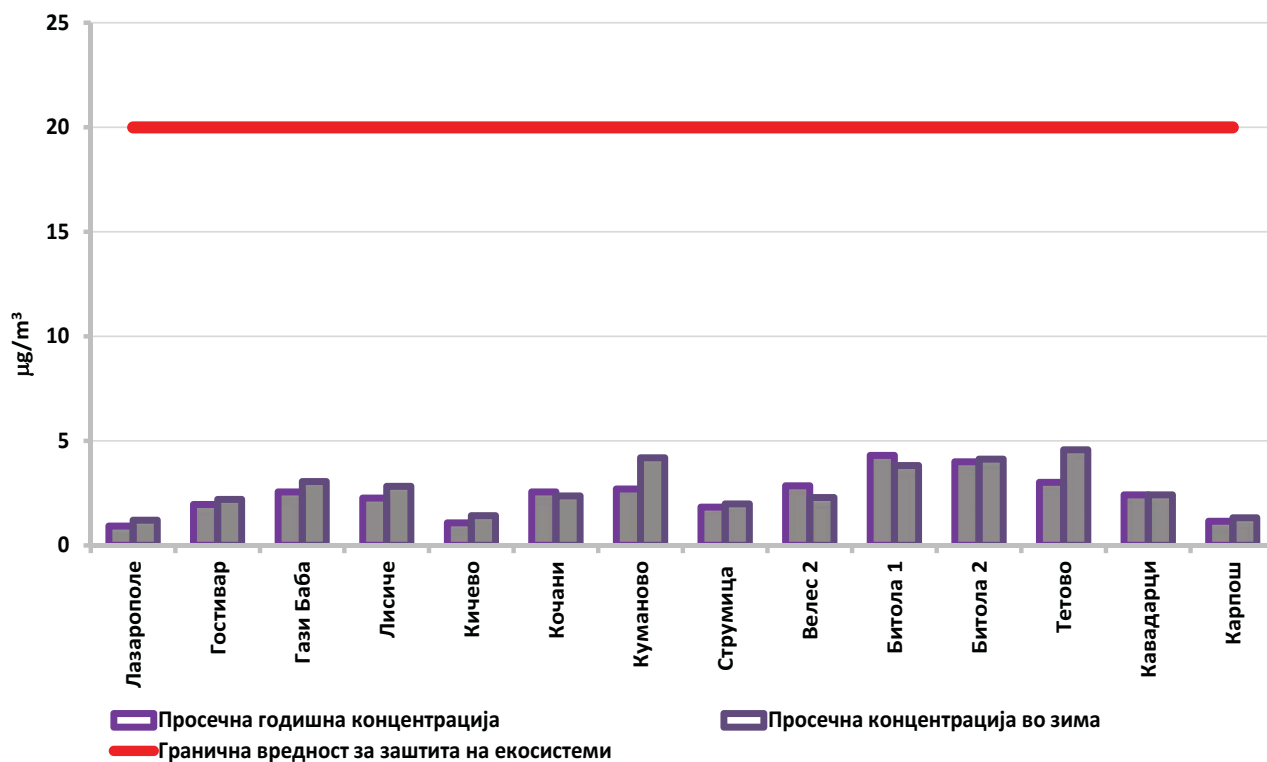
Анализа на концентрациите на SO₂ во воздухот

ППокриеноста со податоци за SO₂ е над 85%, со исклучок на мерните места



Миладиновци, Центар и од локациите од мобилната мониторинг станица каде покриеноста со податоци е под 75% и истите не се земени во предвид при годишната анализа Податоците за просечните годишни концентрации за сулфур диоксид од мониторинг мрежата на МЖСПП се прикажани на следниот графикон.

Графикон 9. Просечни годишни концентрации за сулфур диоксид



Од графиконот може да се забележи дека просечната концентрација на сулфур диоксид измерена во зимскиот период е повисока од просечната годишна концентрација на сите мерни места и дека нема надминувања на критичното ниво за заштита на вегетацијата во однос на просечната годишна концентрација на ниту едно мерно место. Најниска просечна годишна концентрација на сулфур диоксид е забележана на мерното место Лазарополе од $0,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а највисока во Битола на мерното место Битола 1 од $4,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Во 2019 година не беше регистрирано надминување на бројот на дозволени надминувања на часовната гранична вредност од аспект на здравствена заштита на ниту една од мерните станици.

Дозволениот број на надминувања на дневната гранична вредност од аспект на здравствена заштита не е надминат на ниту една мерна станица од мониторинг мрежата на МЖСПП.

Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Испитувањата покажале дека токсичното влијание на SO_2 врз човекот се јавува при негова масена концентрација во воздухот од околу $6 \text{ mg}/\text{m}^3$, при што доаѓа до бронхијални проблеми (проблеми со дишењето), а при повисоки концентрации од



наведената и до посериозни здравствени проблеми. Ефектите на SO_2 врз човековото здравје се манифестираат со зголемен број заболени од бронхитис, астма, намалување на функцијата на белите дробови, влошување на респираторниот тракт и до појава на канцер на белите дробови, ерозија на забите, може да предизвика главоболки, општа непријатност и вознемиреност. SO_2 е познат и како силно токсичен за растителниот свет. Кај растенијата може да предизвика два вида оштетување и тоа акутно и хронично. Сулфурната киселина од воздухот може со дождовите да се пренесе во водните системи и да доведе до промена на киселоста на водите. Зголемената киселост предизвика смрт на икрите, рибите, жабите и другите водни животни.

4.2. Азотни оксиди (NO_x)

Во воздухот се појавуваат голем број оксиди на азот од кои како загадувачки супстанции најзначајни се азот моноксидот (NO) и азот диоксидот (NO_2). NO_x е општ симбол (формула) за овие два оксиди на азот.

Хемиско-физички својства

Азот моноксид е гас чија молекула се опишува со хемиска формула NO . Тој е безбоен гас со температура на топење и вриење на -164°C и -152°C соодветно, и растворливост во вода од $0,0098 \text{ g}/100\text{ml}$ (при 0°C) односно $0,0056 \text{ g}/100\text{ml}$ (при 20°C), давајќи притоа кисела средина.

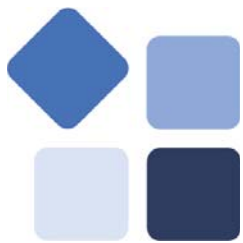
Азот диоксидот е гас чија молекула се претставува со хемиската формула NO_2 . Тој е портокалов гас, со мирис сличен на мирисот на гасот хлор, со температура на топење и вриење на $-11,2^\circ\text{C}$ и $21,2^\circ\text{C}$ соодветно. Со растворање во вода доаѓа до хидролиза при што се создава нитритна и нитратна киселина, т.е се добива средина со изразито кисели својства. Се раствора во јаглерод тетрахлорид (CCl_4), азотна киселина, хлороформ (CHCl_3). Инаку како реактант е силно реактивен.

Извори на NO_x во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

Азотните оксиди во атмосферата доаѓаат во поголеми количества од природните извори отколку од антропогените. Од антропогените извори најголем удел во емисијата на азотни оксиди има согорувањето на горивата во моторните возила, по што следуваат емисиите од другите превозни средства, индустријата како и согорувањето на фосилните горива и биогорива во постројките за производство на електрична енергија и домаќинствата. Азотните оксиди NO_x се многу реактивни и во воздухот се задржуваат 3 - 4 дена. Во присуство на влага главно се отстрануваат како HNO_3 .

NO_2 е реактивен гас кој главно се формира со оксидација на азот моноксид (NO) со кислород или воздух. Високотемпературниот процес на согорување, со употреба на воздухот како оксидант, (процес кој се одвива во моторните возила и енергетските постројки) се главен извор на NO и NO_2 . Азот моноксидот е главниот гас од директните NO_x емисии. Како мал дел во тие емисии се јавува NO_2 (помеѓу 5 и 10% од сите емисии на NO_x од согорувачките процеси). Исклучок се дизел моторите, од кои обично се емитираат поголеми количества на NO_2 споредбено со NO (кај нив NO_2 во NO_x учествува и до 70%).

Содржината на азотните оксиди во воздухот се менува во текот на денот, годишното

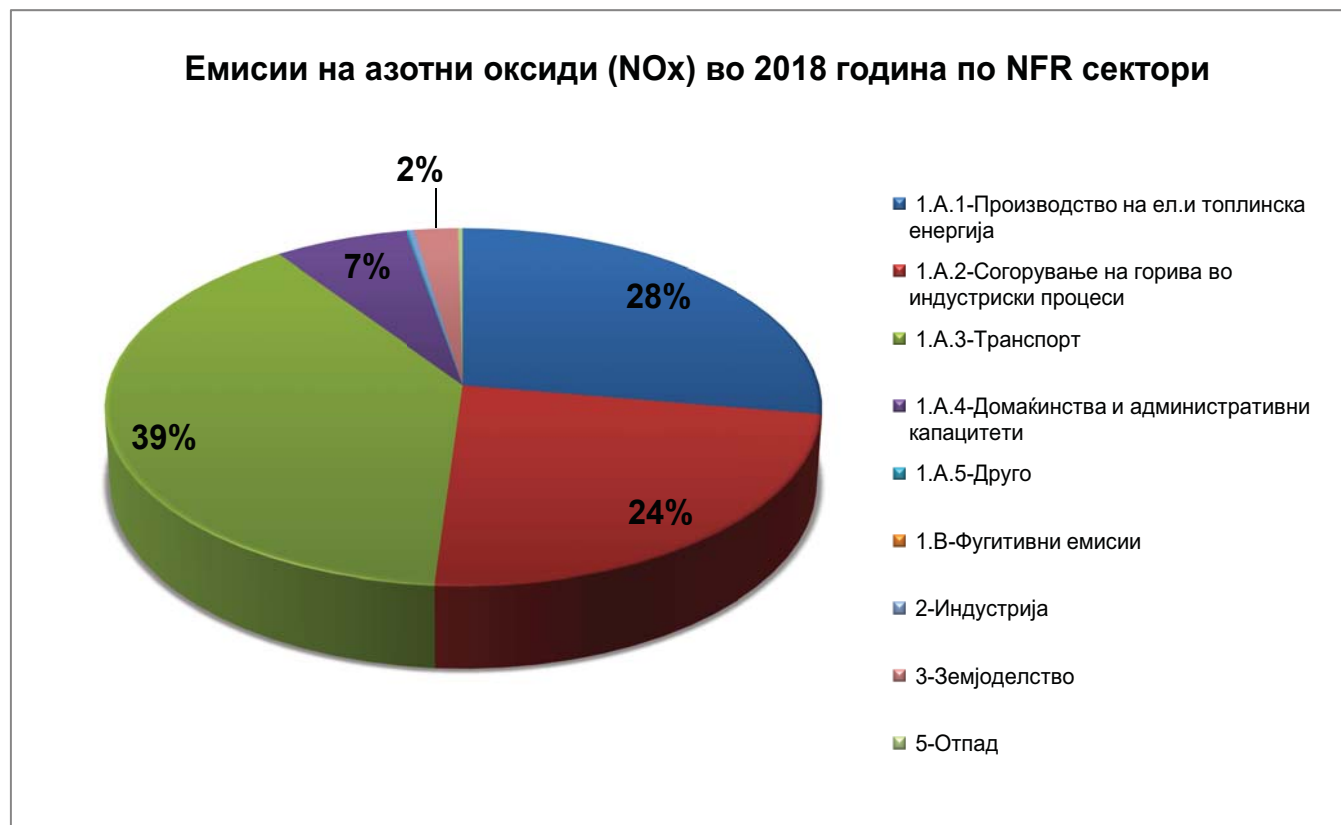


време и метеоролошките услови. Концентрацијата на азотните оксиди главно, е константна до изгревањето на сонцето. Во утринските часови, со интензивирањето на сообраќајот, концентрацијата на NO се зголемува. Со конверзијата на NO во NO₂, под дејство на сончевата радијација, следува зголемување на концентрацијата на NO₂, а намалување на концентрацијата на NO. Во текот на ноќта се намалува концентрацијата на двата оксида.

Односот помеѓу концентрациите на NO и NO₂ се менува со годишното време. Така, во доцна есен и зима содржината на NO е поголема заради намалениот интензитет на Сончевата радијација. Количеството на NOx е зголемено во зимскиот период поради поинтензивна употреба на фосилните горива.

Во нашата земја, најголеми количини на емисии на азотните оксиди се емитираат од три категории и тоа: 1.А.3 Транспорт, 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија и 1.А.2 Согорување на горива во индустриските процеси со удели од 39%, 28% и 24% соодветно во 2018 година. Треба да се забележи дека количините на испуштени емисии во последните години се намалени како резултат на модернизација на котлите во РЕК Битола и редуцираниот број на часови на работа на РЕК Осломеј заради намалените количини на расположлив домашен јаглен. Во 2018 година вкупните емисии на азотни оксиди изнесуваат 18.5 kt и во однос на претходната 2017 година, националните емисии на NOx се намалени за 5% првенствено заради редукација на овие загадувачки супстанции од инсталациите кои припаѓаат на категоријата 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија.

Графикон 10. Емисии на NOx во 2018 година по сектори



Стандарди за NO₂

Граничните вредности за заштита на здравјето на луѓето за азот диоксид се прикажани

во Табела 9. Гранични вредности за заштита на вегетација за азотни оксиди се прикажани во Табела 10.



Табела 9: Гранични вредности за заштита на здравјето на луѓето за азот диоксид

Загадувачка супстанца	Просечен период	Дозволен број на надминувања во текот на годината	Гранична вредност	Праг на алармирање
NO ₂	1 час	18	200 µg/m ³	
	1 година	0	40 µg/m ³	
	3 последователни часови			400 µg/m ³

Табела 10: Критично ниво за заштита на вегетација за азотни оксиди

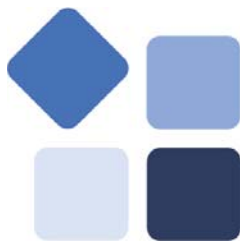
Загадувачка супстанца	Заштита	Просечен период	Гранична вредност
NO _x (NO + NO ₂)	Вегетација	Година	30 µg/m ³

Анализа на концентрациите на NO₂ во воздухот

Поради покриеност со податоци пониска од 75% за NO₂ при анализата не се земени податоците од мерните места Кичево, Кочани, Битола 1, Ректорат, Центар, и од локациите од мобилната станица.

Графикон 11. Просечни годишни концентрации за азот диоксид





Просечната годишна концентрација на азот диоксид во однос на граничната вредност за заштита на човековото здравје не е надмината на ниту едно мерното во државата.

Најниска просечната годишна концентрација на азот диоксид е забележана во Лазарополе од $1,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а највисока во Скопје на мерното место Лисиче од $33,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Во 2019 година бројот на дозволени надминувања на часовната гранична вредност од аспект на здравствена заштита не е надминат на ниту едно мерно место во државата.

Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Што се однесува до токсичноста, NO_2 е четири пати потоксичен од NO , при што токсичноста е поизразена при повисоки концентрации на азотните оксиди, но на подолг временски период. Токсичноста се зголемува и со покачувањето на температурата. Со вдишување на загаден воздух, азотните оксиди (NO и NO_2) лесно навлегуваат во белите дробови кај човекот, бидејќи се карактеризираат со ниска растворливост.

Исто така, изложеноста на NO_2 е поврзано со зголемување на кардиоваскуларни и респираторни болести кај човекот. Азотните оксиди штетно влијаат и на вегетацијата. Особено се осетливи младите листови, чие растење може да биде попречено. Изложеноста на растенијата на NO_2 доведува и до намалување на нивните приноси. Азотните оксиди штетно влијаат и на материјалите, како што се металите, текстилните материјали, боите и различните адитиви.

4.3. Цврсти честички (PM10, PM2,5, TSP)

Општи поими и образување

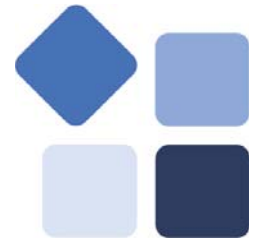
Цврстите честички спаѓаат во еден од најчестите загадувачки супстанции во воздухот. Поимот суспендирани честички во општо значење претставува смеса од честички (цврсти и течни) суспендирани во воздухот со широк опсег на големина и хемиски состав. $\text{PM}_{2,5}$ се фини честички чиј дијаметар е со големина до $2,5 \mu\text{m}$, додека PM_{10} се честички со дијаметар со големина до $10 \mu\text{m}$.

Цврстите честички уште именувани како аеросоли може понатаму да бидат категоризирани како примарни или секундарни суспендирани честички. Примарните суспендирани честички влегуваат во атмосферата директно (на пример од оцаците), додека секундарните се формираат преку оксидација и трансформација, односно хемиски реакции во кои учествуваат примарните гасови именувани како прекурсори. Најважни прекурсори за формирање секундарни суспендирани честички се SO_2 , NO_x , NH_3 и VOCs (испарливи органски соединенија).

Најважните прекурсори SO_2 , NO_x и NH_3 реагираат во атмосферата при што доаѓа до формирање на амониумови, сулфатни и нитратни соединенија. Овие соединенија потоа кондензираат во течна фаза и формираат нови честички во воздухот, таканаречени секундарни неоргански аеросоли. Одредени VOCs се оксидираат при што се формираат помалку испарливи соединенија кои образуваат секундарни органски аеросоли.

Создавањето на секундарните неоргански и органски соединенија зависи од различни хемиски и физички фактори како што се концентрацијата на главните прекурсори,

реактивноста на атмосферата, потоа метеоролошките услови, како сончевата радијација, релативната влажност и облачноста.



Извори на суспендирани честички во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

Цврстите честички доаѓаат од природни и антропогени извори. Природните извори ги вклучуваат морската сол, прашиката од сувите и пустинските области, поленот (од вегетацијата), вулканската пепел, шумските пожари. Антропогените извори се исто така многубројни, но нивниот придонес во вкупната емисија на цврсти честички е значително помал. Тука спаѓаат согорување на фосилните и биогоривата (кај моторните возила, енергетските постројки и домаќинствата), разни индустриски процеси, сообраќајот (транспортот) и согорување на отпадот.

Согласно направената инвентаризација на суспендирани честички (PM2.5, PM10, TSP) за 2018 година, најзначен удел во емисиите на овие честички има затоплувањето на домовите и административните капацитети, со употреба на биомаса како гориво, особено заради нецелосното согорување на дрвата во старите печки. Пресметката на емисии кои произлегуваат од затоплувањето на домовите е направена согласно податоците наведени во публикацијата “Потрошувачка на енергенти во домаќинствата, 2014” објавена од страна на Државниот завод за статистика и објавени во 2015 година како и податоците од Енергетскиот биланс за потрошувачка на горива во овој сектор за 2018 година.

Согласно последниот официјален попис во земјата има 559 187 живеалишта. Според истражувањето направено во 2015 година (Државен завод за статистика, 2015) од вкупниот број домаќинства, 62% користат дрво како примарен извор на топлина, 29% користат електрична енергија, 8% се приклучени на централно парно греење, додека останатиот 1% користат друг тип на извори на топлина.

Уделот на емисиите од категоријата домаќинства и административни објекти, (особено од согорување на дрвата) во 2018 година во вкупните емисии на вкупните цврсти честички (TSP) изнесува 40%, во емисиите на цврсти честички со големина до 10 микрометри (PM10) изнесува 42% и 67% во емисиите на цврсти честички со големина до 2.5 микрометри (PM2.5). Друг клучен сектор во емисиите на суспендирани честички во 2018 година е 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија (32% TSP, 24% PM10, 11% PM2.5).

Графиконите за уделот на поединечните сектори во вкупните емисии на суспендирани честички (PM2.5, PM10, TSP) за 2018 година се презентирани подолу.



Графикон 12. Емисии на РМ2.5 во 2018 година по сектори



Графикон 13. Емисии на РМ10 во 2018 година по сектори



Графикон 14. Емисии на TSP во 2018 година по сектори



Што се однесува до емисиите од категоријата 1.A.3-Транспорт треба да се истакне дека овој удел во вкупните емисии на цврсти честички и со овогодинашните пресметки остана многу низок и изнесува околу 3% кај TSP и PM10 до 3.5% кај PM2.5 и покрај тоа што е користено повисоко ниво два на пресметка. Согласно потпишаниот меморандум на соработка меѓу МЖСПП и МВР, во пресметките беа користени добиените податоци за структурата на возилата од базата на МВР за 2018 година. Се очекува дека уделот на сообраќајот во емисиите на цврстите честички би се зголемил при примена на национални емисиони фактори за пресметка на емисиите од кочење и абење на гумите на автомобилите, но не се очекува дека сообраќајот би станал и клучен извор во емисиите на овие загадувачки супстанции. Овој сектор и покрај тоа што има низок удел во вкупните емисии на национално ниво има значително влијание врз измерените концентрации на локално ниво. Сепак, останува фактот дека доминантната примена на дрвата за затоплување на домаќинствата како и неприменета на најдобри достапни техники за редукција на емисиите во големите термоелектрани придонесуваат овие извори да се најдоминантни во емисијата на прашина на национално ниво.

Воедно би сакале да укажеме дека распределбата на уделите на емисија на овие супстанции од различни извори на локално ниво се разликува од прикажаната распределба на национално ниво, имајќи предвид дека на локално ниво (во различните градови) постојат различни доминантни извори на емисија на поедините загадувачки супстанции. Затоа, распределбата на извори на локално ниво треба да се одреди во рамките на локалните планови за квалитет на воздух.

Стандарди за PM10

Граничните вредности за заштита на здравјето на луѓето за цврсти честички со големина до 10 микрометри се дадени во Табела 11.



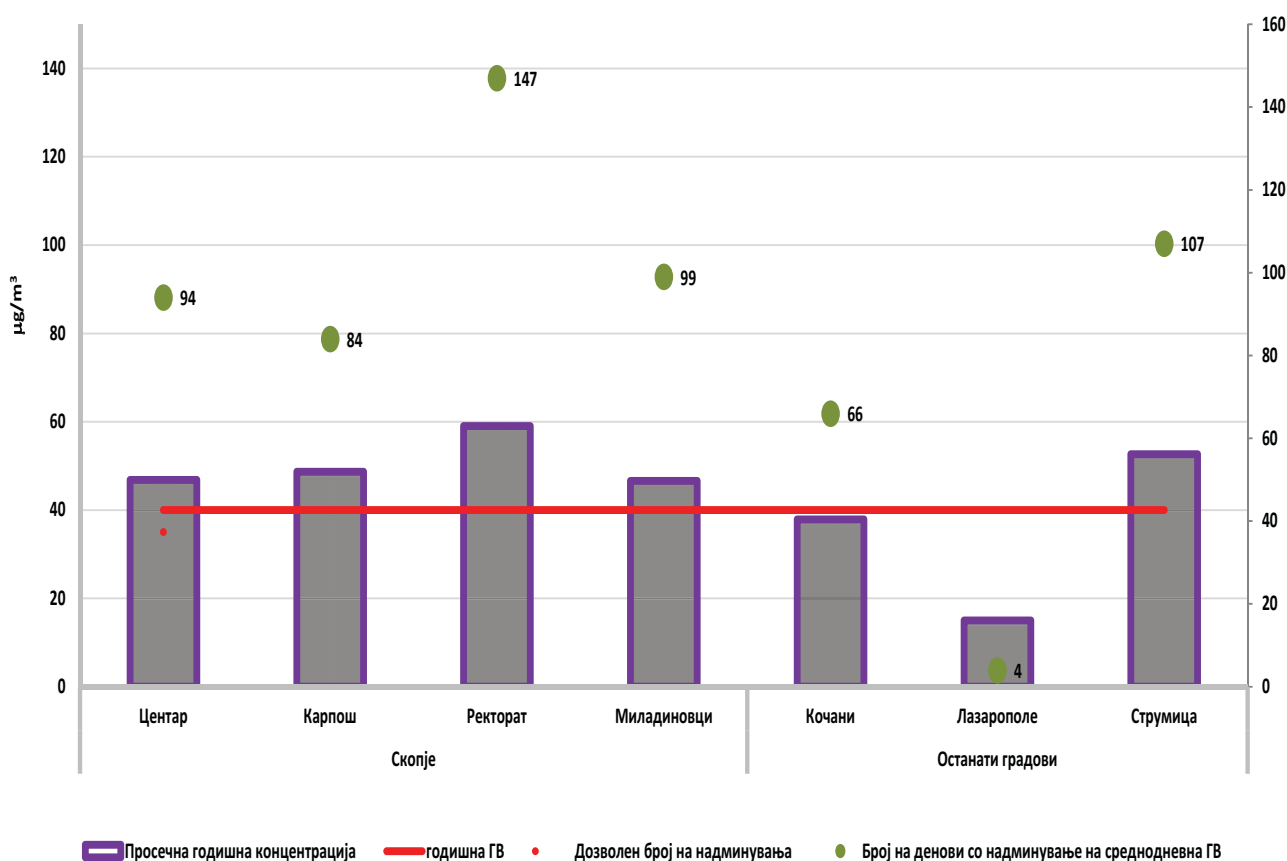
Табела 11: Гранични вредности за заштита на здравјето на луѓето за PM10

Загадувачка супстанца	Просечен период	Гранична вредност	Дозволен број на надминувања во текот на годината
PM10	24 часа	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35
	1 година	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0

Анализа на концентрациите на PM10 во воздухот

Покриеноста со податоци за PM10 е над 80% на мерните места Лазарополе, Миладиновци, Кочани, Струмица и мерните места во Скопје – Ректорат, Центар и Карпош. Другите мерни места имаат покриеност под 75% и поради тоа неможат да се земат во предвид во направената анализа.

Графикон 15. Просечни годишни концентрации на PM10 и број на надминувања на среднодневната гранична вредност



Просечната годишна концентрација во однос на годишната гранична вредност за заштита на човековото здравје не е надмината во с. Лазарополе, и Кочани. Најниска просечна годишна концентрација за PM10 е забележана во Лазарополе од 14.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а највисока во Скопје на мерното место Ректорат од 59.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Во 2019 година бројот на дозволени надминувања на дневната гранична вредност од аспект на заштита на човековото здравје е надмината на сите мерни станици, освен во Лазарополе.

Стандарди за РМ 2,5

Целната вредност за суспендирани честички со големина до 2,5 микрометри, е дадена во Табела 12.



Табела 12: Целната вредност за РМ2,5

Загадувачка супстанца	Просечен период	Целна вредност	Датум до кога целната вредност треба да се исполни
PM2,5	Календарска година	25 µg/m ³	01 Јануари 2020

Граничната вредност за РМ2.5 е усвоена во измените на „Уредбата за гранични и целни вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и прагови на алармирање и информирање, рокови за постигнување на граничните вредности, маргини на толеранција за гранична вредност, целни вредности и долгорочни цели во јануари 2013 година и истата треба да се достигне до 2020 година. Од 2013 до 2020 година, согласно маргината на толеранција се пресметува и годишна граничната вредност се до нејзино постигнување од 25 µg/m³ во 2020 година. Граничната вредност за РМ2.5 дадена во Табела 13.

Табела 13: Гранична вредност за РМ2,5

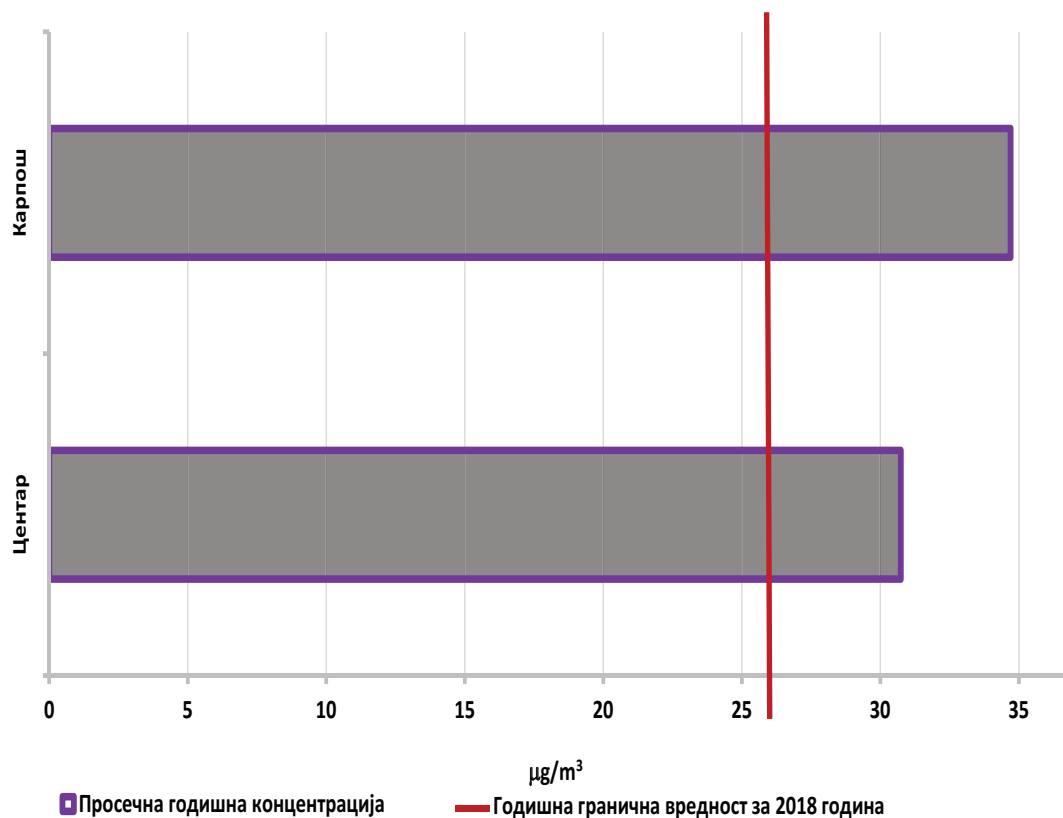
Загадувачка супстанца	Просечен период	Гранична вредност која треба да се исполни до 1 јануари 2020	Маргина на толеранција за 2019	Гранична вредност за 2019 год.
PM2,5	Календарска година	25 µg/m ³	1	26 µg/m ³

Анализа на концентрациите на РМ 2,5 во воздухот

PM2.5 во амбиентниот воздух континуирано се следи на две мерни места во Скопје, мерно место Центар, кое претставува мерно место каде најголем извор на загадување претставува сообраќајот и мерно место Карпош кое претставува урбана позадинска локација, во Битола на мерното место Битола 2, Тетово и Куманово. Во текот на 2019 година оваа загадувачка супстанца се мереше и во о. Бутел и во о. Ѓорче Петров, во Скопје со мобилната мониторинг станица. Покриеноста со податоци за РМ2,5 е над 85%, на мерните места Центар и Карпош во Скопје. На останатите локации покриеноста со податоци е под 75% и затоа истите неможат да се земат во предвид за годишната анализа.



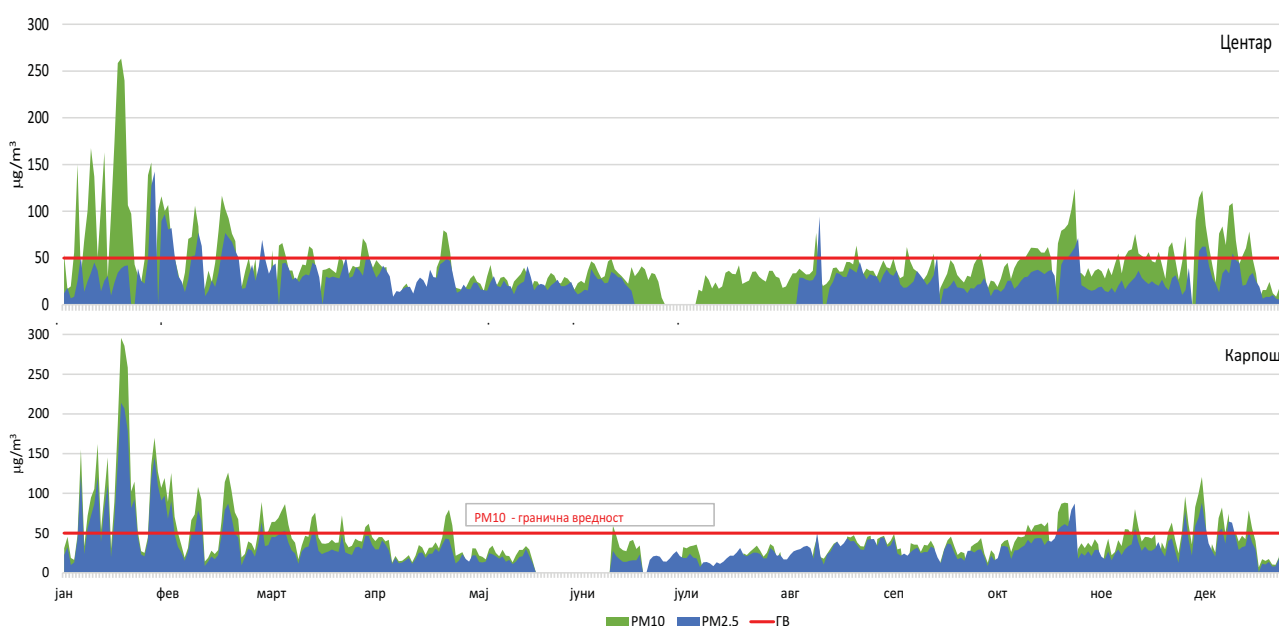
Графикон 16. Просечни годишни концентрации на PM2.5



Од графичкиот приказ се забележува дека просечната годишна концентрација на PM2.5 е надмината на мерните места во Центар и Карпош во Скопје.

На следниот графикон се претставени среднодневните концентрации на PM10 и PM2.5

Графикон 17. Среднодневните концентрации на PM10 и PM2.5



Досегашните мерења покажаа дека концентрациите на PM2.5 достигнуваат околу 70-80% од концентрациите на PM10. Се забележува дека трендот на измерените концентрации на PM2.5 го прати трендот на PM10, односно највисоките концентрации се забележуваат во зимскиот период.



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Цврстите честички влијаат врз здравјето на луѓето како резултат на нивното вдишување и навлегување во белите дробови и крвта, што доведува до негативни ефекти врз респираторниот, кардиоваскуларниот, имунолошкиот и нервниот систем. Помалите честички навлегуваат подлабоко во белите дробови. Сегашното ниво на изложеност со РМ (суспендирани честички) на луѓето од урбаните и руралните области има опасни ефекти врз нивното здравје. Хроничната изложеност на РМ има удел во ризикот од развивање кардиоваскуларни и респираторни болести, како и рак на белите дробови. Смртноста поврзана со загадувањето на воздухот е за околу 15-20% повисока во градовите со високо ниво на загадување споредбено со релативно чистите градови.

4.4. Јаглерод моноксид (CO)

Хемиско-физички својства

Јаглерод моноксид е (CO) безбоен гас, без мирис и вкус кој е нешто полесен (со помала густина) од воздухот, со температура на топење и вриење од $-205,02^{\circ}\text{C}$ и $-191,5^{\circ}\text{C}$ соодветно. Растворливоста во вода изнесува 27,6 mg/L (при 25°C). Јаглерод моноксидот, исто така, се раствора во хлороформ, оцетна киселина, етил ацетат, етанол, амониум хидроксид и бензен.

Извори на CO во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

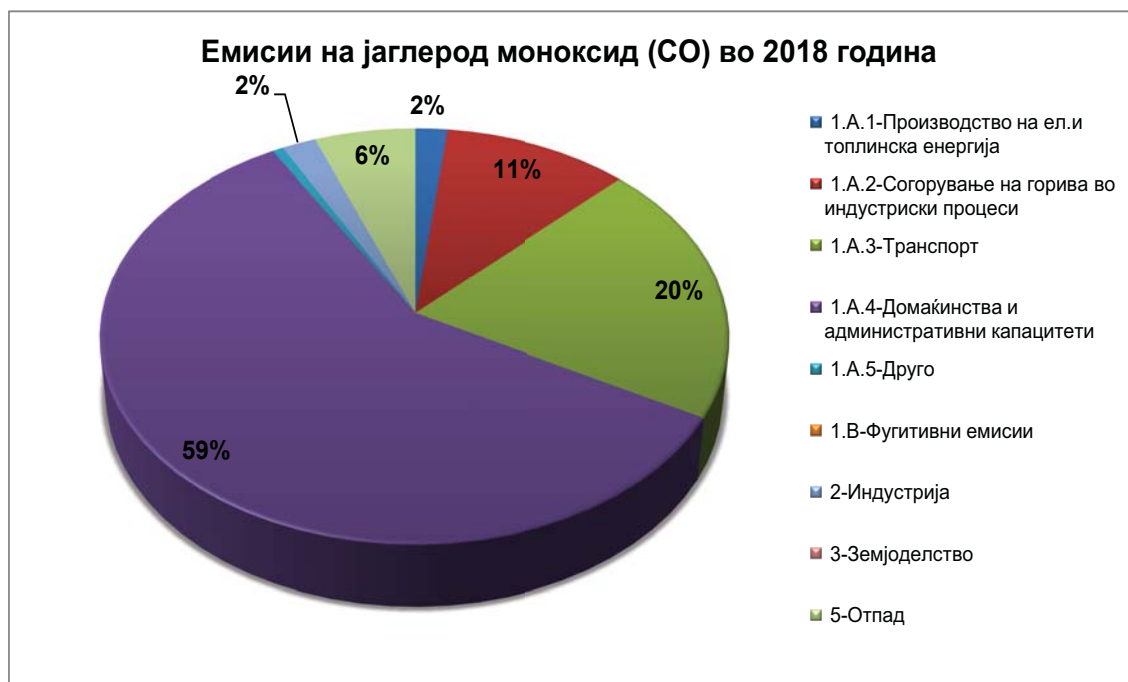
Јаглерод моноксидот (CO) е еден од најраспространетите загадувачки супстанции во атмосферата. Се формира при нецелосното согорување на горивата во моторите со внатрешно согорување и енергетските постројки, како и при различни индустриски процеси. Значително количество CO потекнува од природните извори, како што се алгите, мочуриштата, вулканите и др.

Главни антропогени извори на CO се моторните возила, согорувањето на горивата во енергетските постројки и индустриските процеси. Најголемото количество на CO од антропогените извори се добива поради непотполното согорување на јаглеродот и неговите соединенија.

Патниот транспорт порано беше значаен извор на CO емисии, но со воведувањето на каталитичките конвертори дојде до значително намалување на неговите емисии. Концентрациите на CO варираат во зависност од сообраќајот во текот на денот. Важни извори на јаглерод моноксид се и согорувањето на горивата во енергетските постројки, јавните институции и домаќинствата. Вкупната количина на испуштени емисии на јаглерод моноксид на национално ниво за 2018 година изнесува 56.4 килотони. Клучни извори во емисија на јаглерод моноксид се категориите 1.А.4-Домаќинства и административни објекти со 59% и 1.А.3-Транспорт, кој учествува во вкупните емисии на CO со 20%. Ова најверојатно се должи од нецелосното согорување на цврстите и течните горива кои се користат во овие сектори. За вкупните емисии на CO во 2018 година во однос на 2017 година, истите се намалени за 11 %, првенствено како резултат на намалувањето од категоријата 1.А.4-Домаќинства и административни објекти (15%), потоа категоријата 1.А.1 Производство на електрична и топлотна енергија (42%) и категоријата 1.А.3 Транспорт (10%).



Графикон 18. Емисии на СО во 2018 година по сектори



Стандарди за СО

Граничните вредности за заштита на здравјето на луѓето за јаглерод моноксид се дадени во Табела 14.

Табела 14: Гранични вредности за заштита на здравјето на луѓето за јаглерод моноксид

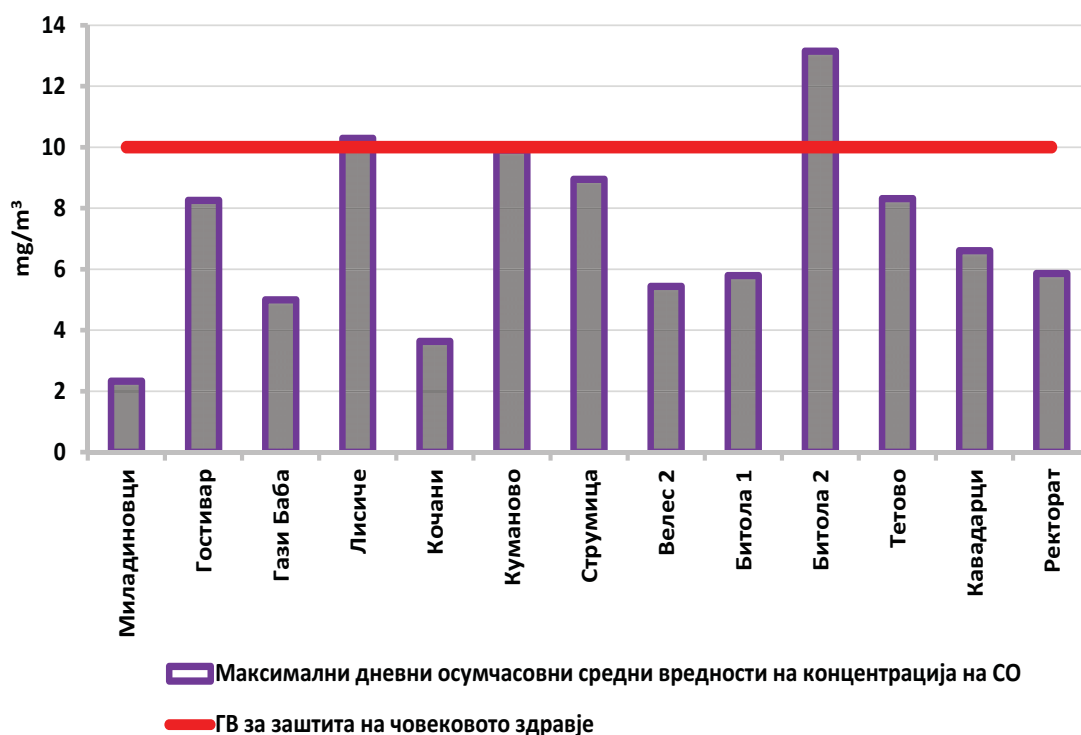
Загадувачка супстанца	Просечен период	Гранична вредност	Дозволен број на надминувања во текот на годината
СО	Максимална дневна 8 часовна средна вредност	10 mg/m ³	0

Анализа на концентрациите на СО во воздухот

Поради покриеност со податоци пониска од 75% за СО при анализата не се земени податоците од мерните места Кичево, Центар и Карпош и од локациите од мобилната мониторинг станица..

На следниот графикон се прикажани максималните дневни осумчасовни средни вредности на концентрацијата на СО од мониторинг мрежата на МЖСПП.

Графикон 19. Максимални дневни осумчасовни средни вредности на концентрации на CO



Максималните дневни осумчасовни средни вредности на концентрациите на јаглерод моноксид ја надминуваат граничната вредност за заштита на човековото здравје на мерните места Битола 2 и Лисиче.

Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Јаглерод моноксидот може да доведе до различни физиолошки и патолошки промени кај луѓето и животните, а во некои случаи настанува смрт доколку во воздухот е присутен во повисоки концентрации. Токсичноста на CO се должи на неговата реакција со хемопротеините, како што е хемоглобинот при што се создава карбоксихемоглобин ($\text{Hb}(\text{CO})_4$). Афинитетот на хемоглобинот кон CO е за 245 пати поголем од оној кон кислородот. Создадениот карбоксихемоглобин го попречува формирањето на оксигемоглобинот ($\text{Hb}(\text{O}_2)_4$) во крвта, со што се блокира процесот на размена на кислородот во клетките. На овој начин CO дејствува директно на кардиоваскуларниот систем, како и на централниот нервен систем. Оние кои подолго време се изложени на CO или на појака доза покрај главоболка чувствуваат вртоглавица, замор и се редуцира менталната способност.

4.5. Озон

Хемиско-физички својства и формирање

Озонот е гас кој е составен од три атоми на кислород – O_3 , со специфичен мирис и со повисока реактивна способност. Истиот е присутен во тропосферата и стратосферата. Мал дел од количината на тропосферскиот озон настанува по природен пат, а поголем дел од антропогените фактори. Озонот настанува по природен пат во повисоките слоеви на атмосферата (стратосферата), каде што формира озонска обвивка која е со



дебелина од 300-500 DU (3-5 mm) и се наоѓа на висина од 20-30 km. Во овој дел концентрацијата на озонот е многу висока (10 ppm) за разлика од пониските слоеви на атмосферата (тропосферата) каде таа има средна вредност од 0,3 ppm.

Озонот го апсорбира штетното UV зрачење од сонцето и на тој начин озонскиот слој го штити животот на земјата. Затоа е потребно одржување на соодветна концентрација на озонот во озонскиот слој. Сепак, повисоките концентрации на приземниот озон, кој се формира со фотохемиски реакции во кои се вклучени NOX, VOCs и други прекурсори на озон во присуство на сончева светлина може да предизвикаат штетни ефекти кај луѓето и животната средина. Овие фотохемиски реакции вообичаено се случуваат во текот на топлите летни месеци, бидејќи ултравиолетовата радијација од сонцето иницира последователни фотохемиски реакции. Озонот исто така е клучен составен дел на урбаниот смог.

Повисоки концентрации на O₃ можат да се забележат во местата на висока надморска височина. Имено во приземниот слој и во близина на извори на емисија на NOx (како сообраќајот во урбаните населени места), концентрациите на O₃ се пониски поради претворба на NO во NO₂. Заради тоа, за разлика од другите загадувачки супстанции чии концентрации се повисоки во урбаните подрачја, повисоки концентрации на O₃ се забележуваат во руралните области.

Стандарди за O₃

Целни вредности и долгорочните цели за заштита на здравјето на луѓето и вегетацијата за озон, како и праговите за информирање и алармирање се дадени во Табела 15.

Табела 15: Целни вредности за озон



Загадувачка супстанца	Просечен период	Целна вредност	
Озон	Максимална дневна 8 часовна средна вредност	Целна вредност за заштита на човеково здравје	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, не смее да биде надмината во повеќе од 25 денови во календарска година со средна вредност измерена за период од три години
	АОТ40, пресметана од едночасовните вредности од мај до јули	Целна вредност за заштита на вегетација	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, пресметана средна вредност за период од 5 години
	Просечен период	Долгорочна цел	
	Максимална дневна 8 часовна средна вредност на концентрација во текот на календарска година	Долгорочна цел за заштита на човеково здравје	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	АОТ40, пресметана од едночасовните вредности од мај до јули	Долгорочна цел за заштита на вегетација	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
	Просечен период	Прагови	
	3 последователни часа	Праг на предупредување	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	3 последователни часа	Праг на алармирање	240 mg/m^3

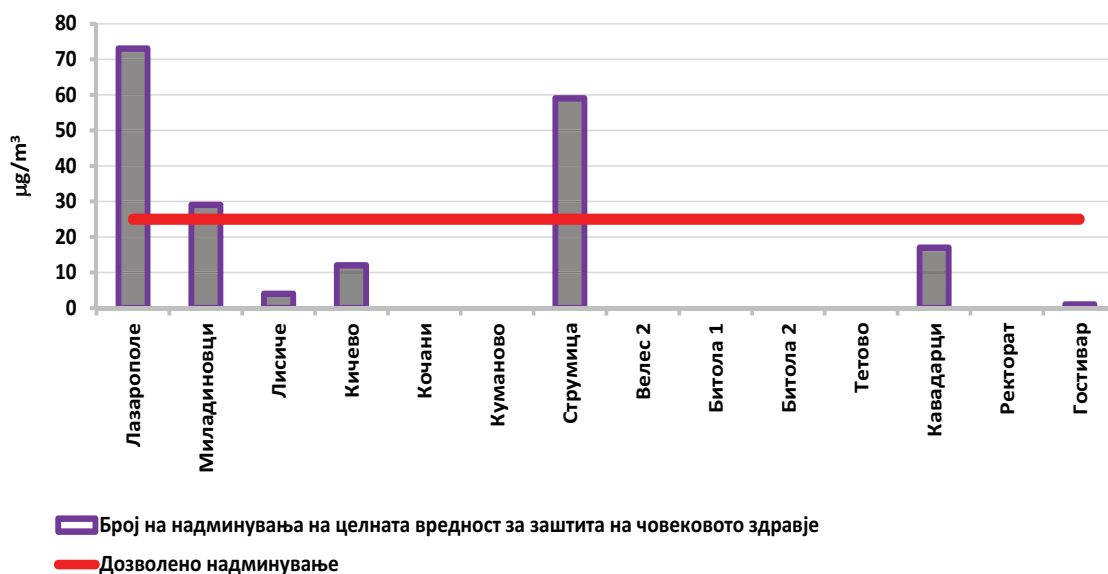
Анализа на концентрациите на O_3 во воздухот

Поради покриеност со податоци за O_3 пониска од 75% не се земено во предвид при анализата, податоците од мерните места Центар, Карпош и од локациите на мобилната мониторинг станица.

На следниот графикон се прикажани бројот на надминувања на целната вредност за заштита на човековото здравје.

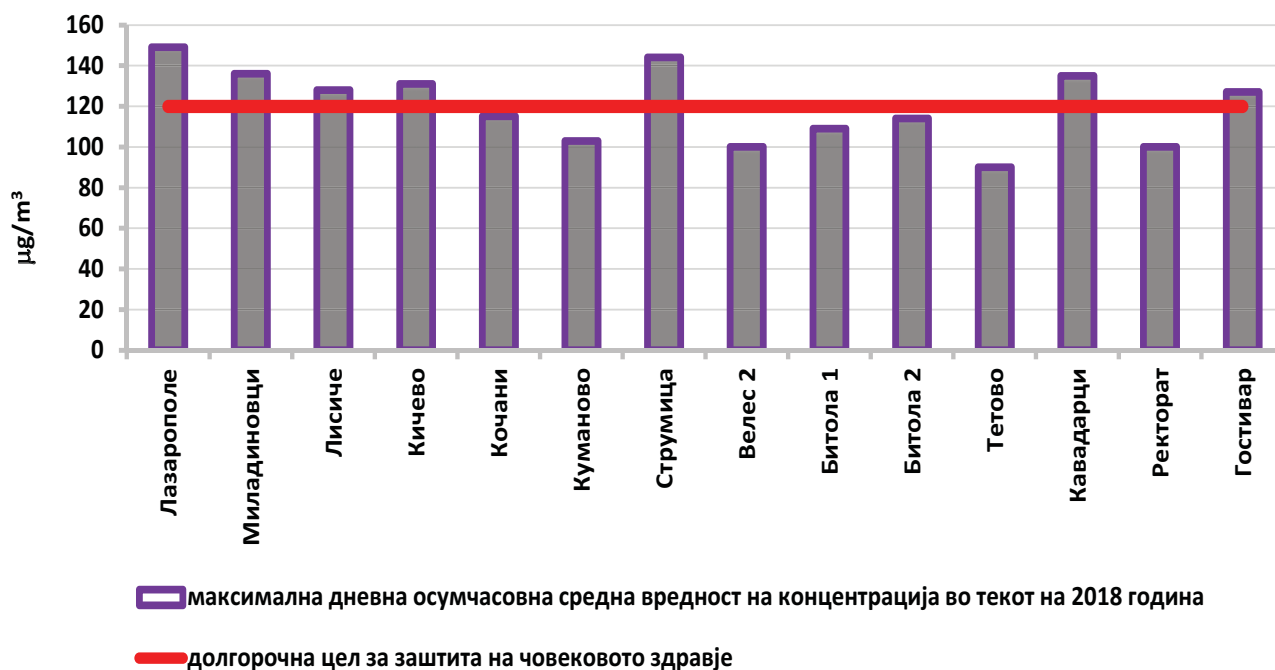


Графикон 20. Број на надминувања на целната вредност за заштита на човековото здравје



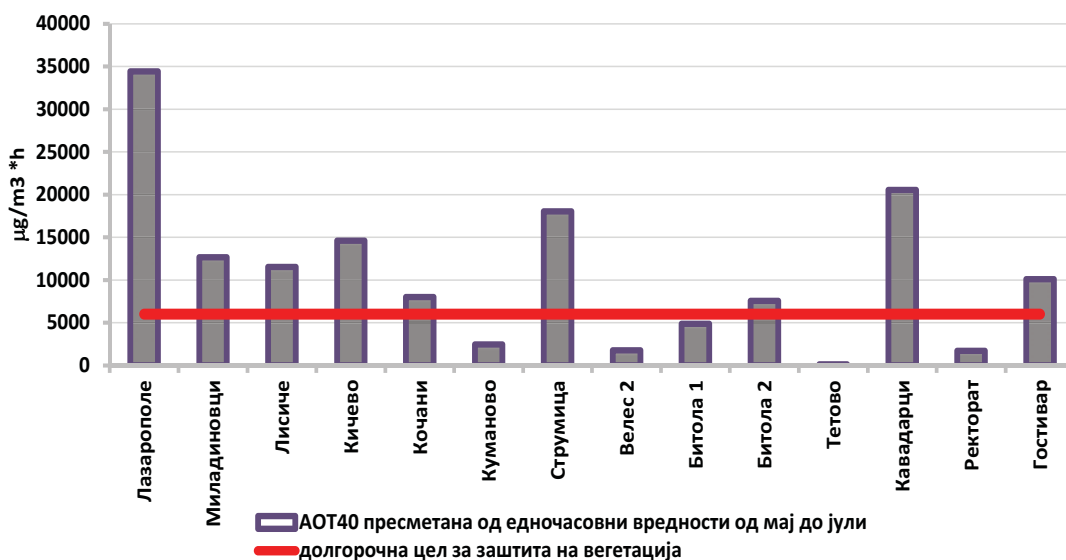
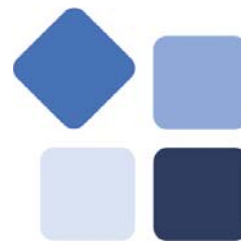
Дозволеният број на надминувања на целната вредност за заштита на човековото здравје е надминат на мерните места Лазарополе, Миладиновци и Струмица.

Графикон 21. Надминувања на целната вредност за заштита на човековото здравје



Долгорочната цел за заштита на човековото здравје е надмината на мерните места Лазарополе, Миладиновци, Кичево, Струмица, Кавадарци, Гостивар и во Скопје на мерното место Лисиче.

Графикон 22. Надминувања на долгорочната цел за заштита на вегетацијата



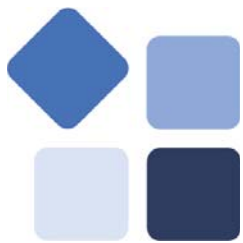
Долгорочната цел за заштита на вегетацијата е надмината на мерните места Лазарополе, Миладиновци, Кичево, Кочани, Струмица, Битола на мерното место Битола 2, Кавадарци, Гостивар и во Скопје на мерното место Лисиче. АОТ40 изразен во ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{часови}$) значи збирот од разликата меѓу часовните концентрации поголеми од $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40-ти делови од милијардата) и $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ во текот на анализираниот период мај-јули. Притоа, се земаат предвид едновременни вредности измерени секој ден во период меѓу 8:00 часот наутро и 20:00 часот навечер според Средноевропско време, кога има најголема сончева радијација.

За разлика од другите загадувачки супстанции, нивоата на озон генерално се повисоки во руралните средини. Ова е поради тоа што, кај урбаните станици и станиците кои го следат загадувањето од сообраќајот, во чија непосредна близина има извори на азотни оксиди, озонот се осиромашува преку реакција на титрација со свежо емитираниот азот моноксид. Во принцип, највисоки концентрации на озон се забележуваат на руралните мерни места, пониски на урбаните локации, а најниски на мерните места каде сообраќајот е доминантен извор. Но, појавата на високи концентрации во големите урбани средини, е заради тоа што формацијата на озон се случува во време кога има висока соларна радијација и висока температура. Исто така, концентрациите на озон се зголемуваат и со зголемување на надморската височина.

Надминувањата на долгорочните цели за озон во текот на 2019 година, во нашата земја се должат на географската местоположба во јужниот дел од Европа која се одликува со голем број на сончеви денови во текот на летниот период.

Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Озонот во воздухот кој го дишаме може да биде штетен за нашето здравје, вообичаено во топлите, сончеви денови кога озонот може да достигне нивоа кои не се погодни за здравјето. Дури и релативно ниските нивоа на озон може да имаат влијание врз здравјето. Децата, лицата со белодробни болести, постари лица и лицата кои се активни на отворен простор, вклучувајќи ги и работниците на отворено, може да се особено



чувствителни на озон. Децата се со најголем ризик од изложеност на озон бидејќи нивните бели дробови сеуште се во развој и кај нив веројатноста да бидат активни на отворено, кога нивоата на озон се високи, е поголема, со што се зголемува нивната изложеност. Дишењето на озон може да активира различни проблеми со здравјето вклучително и болка во градите, кашлање, иритација на грлото и излив на крв во мозок. Може да предизвика влошување на бронхитис, емфизема и астма.

Кај некои чувствителни растенија, ОЗ може да предизвика на листовите да се појават оштетувања кои наликуваат на изгореници. Со намалувањето на растењето и размножувањето на растенијата, високите нивоа на ОЗ може да доведат до пониски земјоделски приноси, намален раст на шумите и намален био-диверзитет.

4.6. Неметански испарливи органски соединенија (NMVOC)

Хемиско-физички својства

Неметанските испарливи органски соединенија (NMVOC) се група на органски соединенија (во која не влегува метанот), кои во себе го содржат јаглеродот како хемиски елемент. Тие лесно испаруваат на собна температура, а повеќето од нив немаат боја или мирис. Неметанските испарливи органски соединенија во себе ги вклучуваат следните хемиски групи соединенија: алкани, алкохоли, алдехиди, кетони, ароматични јаглеродороди и халогенирани деривати на овие соединенија.

Неметанските испарливи органски соединенија како збир на органски соединенија значително се разликуваат по својот хемиски состав но покажуваат слично однесување во атмосферата. NMVOCs се емитираат во атмосферата од голем број извори вклучувајќи согорувачки активности, употреба како растворувачи за индустриски процеси, бои и лакови, и во производни процеси. NMVOCs имаат удел во формирањето на приземниот (тропосферски) слој на озон.

Извори на NMVOC во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

NMVOCS се емитираат од согорувањето на фосилните горива, како и од согорувањето на бензинот во патниот сообраќај. NMVOCS се често присутни во растворувачите, потоа, во боите, лаковите, спрејовите и слично. Хемиското чистење и производството на алкохолни пијалоци се помалку значајни извори на емисија на овие соединенија. Дрвјата и други растенија, исто така, природно произведуваат NMVOC. Мирисот од иглолисните шуми се должи на ослободување на природни NMVOC од игли и смола.

Во 2018 година, проценетите емисии на NMVOC на национално ниво изнесуваат 28,95 килотони. Во однос на неметанските испарливи органски соединенија емисиите произлегуваат од повеќе сектори односно нема клучен сектор. Така, подкатегијата 1.А.4-Домаќинства и административни и објекти учествува со удел од 19%, секторот 2-Индустрija со удел од 32%, секторот 3-Земјоделство учествува со удел од 15 %, секторот 5-Отпад со удел од 13,5 %, категоријата 1.В-Фугитивни емисии со удел од 9,5 %, категоријата 1.А.3-Сообраќај со удел од 8%. Останатите извори имаат значително помал удел во емисиите на овие загадувачки супстанции. На следниот графикон е прикажан уделот во вкупните емисии на неметански испарливи органски соединенија по сектори за 2018 година.

Графикон 23. Емисии на NMVOC во 2018 година по сектори



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Прекумерна изложеност на некои хемикалии од оваа разновидна група може да предизвика ефекти врз здравјето, во зависност од одредената хемикалија. Многу NMVOCs се вклучени во реакции кои го формираат приземниот слој на озон, кој може да го оштети приносот на култури и многу материјали, како и да има потенцијални ефекти врз човековото здравје.

4.7. Амонијак (NH₃)

Физичко-хемиски својства

Амонијакот е супстанца, со хемиска формула NH₃, која нормално се јавува во природата. Исто така, се јавува и како последица на човекови активности. Во нормални услови амонијакот е безбоен гас, со лут мирис и корозивни својства. Се чува на високи притисоци како течност. Мошне е растворлив во вода при што дава изразито базна средина, реагира со киселини при што се формираат амониум соли.

Извори на амонијак во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

Главните извори на амонијак се природни: распаѓање на органски материи од измет на животни. Вештачките извори (како од употребата на ѓубрива и депонии за отпад и индустриски процеси) се помали, односно се емитираат помали количества амонијак во споредба со природните.

Во 2018 година проценетите емисии на амонијак на ниво на држава изнесуваат 9,8 килотони. Скоро целата идентификувана емисија на амонијакот од околу 91% произлегува од секторот 3-Земјоделство. Најголем процент на емисија на амонијакот од секторот земјоделство во 2018 година произлегува од категориите 3В.1.а-Молзни крави (24,5 %) и 3.Д.а.2а.-Ѓубриво од животни (23 %). Емисиите на амонијак кои произлегуваат

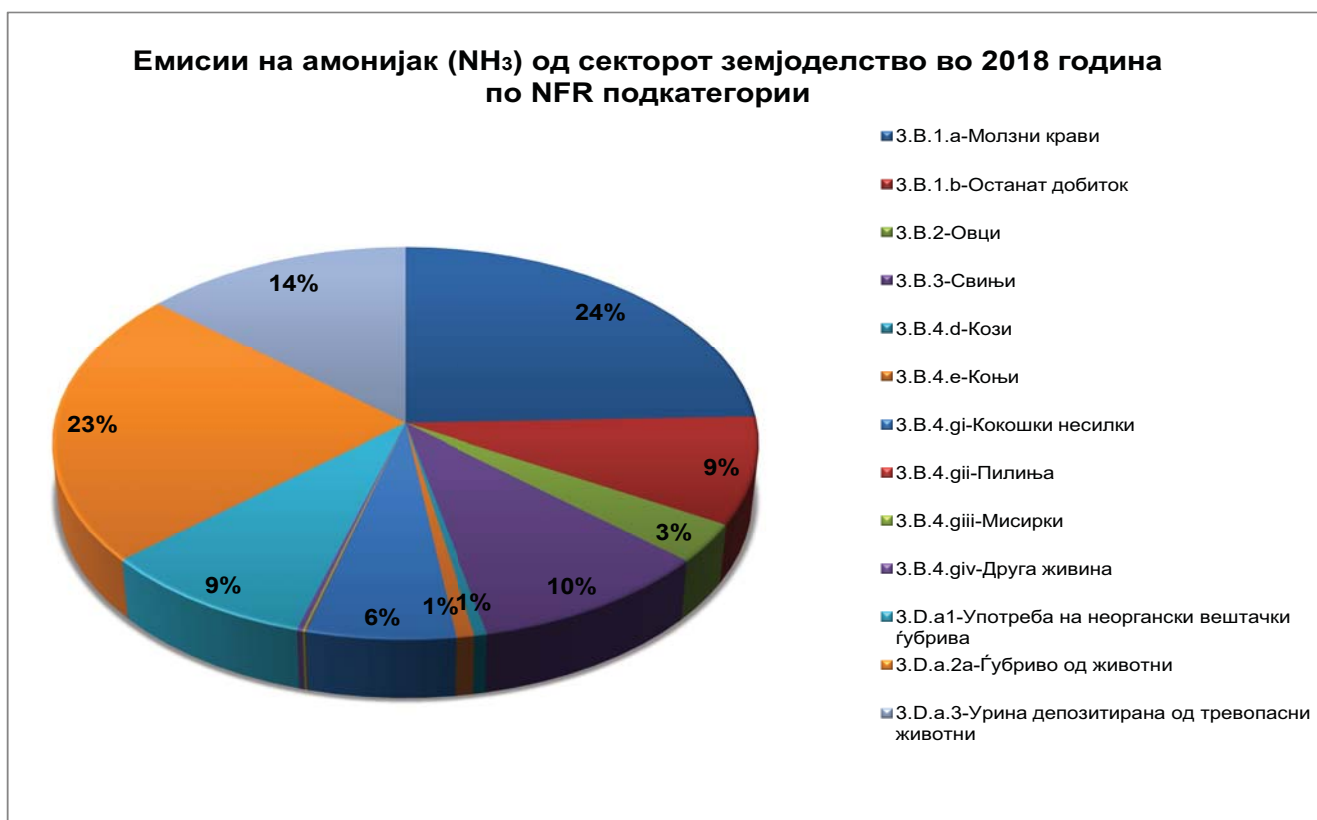


од категоријата 1.A.4-Домаќинства и административни објекти се од околу 5,5 % во вкупните емисии. Емисиите на амонијак во 2018 година во однос на 2017 година се намалени за околу 4%.

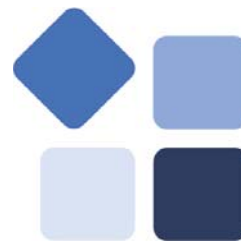
Графикон 24. Емисии на NH₃ во 2018 година по NFR категории



Графикон 25. Емисии на NH₃ во 2018 година од секторот земјоделство по NFR категории



Во категоријата земјоделство пак најголем удел на емисија на амонијак произлегува од одредување на молзни крави и употреба на ѓубриво.



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Главниот локален проблем од амонијакот испуштен во воздухот е непријатната миризба, која се чувствува дури и при ниски концентрации.

Изложеноста на амонијак во концентрации нормални граници во животната средина веројатно нема негативни ефекти врз здравјето на луѓето. Сепак, изложеност на високи концентрации ослободени при хавари и како последица на човекова активност можат да предизвикаат иритација на очите, носот и грлото, како и горење на кожата доколку има директен контакт.

При особено високи концентрации исто така може да и наштети на вегетацијата. Штетата предизвикана од страна на амонијак во водните тела е посериозна, бидејќи тој е многу токсичен за водни организми. Ниски концентрации на амонијак во почвата се природни, а всушност и од суштинско значење за исхрана на растенијата.

Пошироко, амонијакот има своја улога во транспортот и зголеменото таложење на загадувачи кои имаат кисели својства што резултира со закиселување (ацидификација) на почвата и водните тела, со што може да се наштети на растителниот и животинскиот свет. Амонијакот, исто така, претставува еден од најважните прекурсори, односно супстанции кои учествуваат во формирањето на секундарните суспендирани честички во атмосферата, и индиректно, преку нив, влијае врз здравјето на луѓето и сите медиуми на животната средина.

4.8. Тешки метали

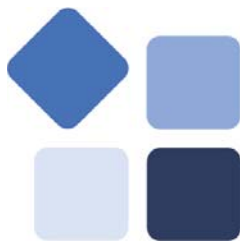
Тешките метали се метали со поголема густина кои имаат негативно влијание врз животната средина. Во оваа група спаѓаат хром, кобалт, никел, бакар, цинк, арсен, селен, сребро, кадмиум, антимон, жива, талиум и олово. Особено негативни ефекти врз животната средина имаат кадмиумот, живата и оловото кои имаат поголема густина од железото и кои поради високата токсичност се опфатени во Протоколот за тешки метали кон Конвенцијата за прекуграничен пренос на аерозагадувањето LRTAP.

Тешките метали се емитураат главно како резултат на различни индустриски активности и согорување на јагленот. Иако концентрациите на овие метали во атмосферата се ниски, сепак тие се таложат и насобираат во почвата, седиментите и организмите.

Тешките метали не се распаѓаат во животната средина, а некои се биоакумулираат, односно тие постепено се акумулираат во растенијата и животните и не може да се излучат од нив. Ако тежок метал е биоакумулиран на одредено место во синџирот на исхрана - на пример, во рибата - тогаш користење на таа риба претставува сериозен ризик за здравјето на луѓето.

Загадувањето на воздухот е само еден извор на изложеност на овие метали, но нивната нераспадливост и потенцијал за транспорт на долги растојанија во атмосферата значи дека емисијата на тешки метали во атмосферата влијае дури и на најоддалечените региони од изворите на емисија.

Воедно од оваа група на соединенија даден е преглед на инвентаризација на емисии



во воздух за 2018 година за соединенијата опфатени во Протоколот за тешки метали (Pb, Cd и Hg) како и арсенот (As) и никелот (Ni) за кои во националното законодавство се наведени годишни целни вредности за квалитет на воздух.

Тешки метали во амбиентен воздух

Концентрациите на тешките метали Олово (Pb), Арсен (As), Кадмиум (Cd) и Никел (Ni) согласно законската регулатива треба да се следат и во амбиентниот воздух.

Во табела 16 е дадена гранична вредност за заштита на човеково здравје за олово, додека пак во табела 17 се дадени целните вредности на тешките метали: Арсен (As), Кадмиум (Cd) и Никел (Ni).

Табела 16: Гранична вредност за заштита на човеково здравје за олово

Загадувачка супстанца	Просечен период	Гранична вредност
Олово (Pb)	1 година	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Табела 17: Целни вредности за заштита на човеково здравје за арсен, кадмиум и никел

Загадувачка супстанца	Просечен период	Целни вредности
Арсен (As)	1 година	6 ng/m^3
Кадмиум (Cd)	1 година	5 ng/m^3
Никел (Ni)	1 година	20 ng/m^3

Мониторингот на концентрациите на тешки метали во земјата не се врши редовно, меѓутоа досега се организирани одреден број мерни кампањи. Во текот на 2019 година не се вршеше мониторинг на овие загадувачки супстанции.

4.9. Олово (Pb)

Извори на олово во воздухот и пресметани емисии во 2018 година

Оловото се ослободува во атмосферата од природни и антропогени извори.

Природните емисии обично ги вклучуваат прашина од почвата и морската магла кои содржат олово, како и честичките најдени во пепелта од вулкани и шумски пожари. Главни антропогени извори на емисии на олово на глобално ниво ги вклучуваат согорување на фосилни горива во сообраќајот, горењето на отпадот и производство на обоени метали, железо, челик и цемент. Придонесот на емисиите на олово од бензински горива како извор е елиминиран во нашата земја, преку употребата на безоловен бензин. како последица на целосно негово користење преку правна легислатива и нејзина примена.

Во 2018 година емисиите на олово изнесуваат 2.51 тони. Удел во вкупните емисии на олово имаат секторите 1-Енергетика и 2-Индустија: 1.А.2-согорувачки процеси во индустрија (31%), 1.А.3-Транспорт со 20%, 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија (19%), 2-Индустија (17%) 2-Индустија, 1.А.4-Домаќинства и административни објекти (10%) и 5-Отпад со 3%.

На следниот графикон е прикажана распределбата на уделите на категориите во емисијата на оваа загадувачка супстанца во 2018 година.

Графикон 26. Емисии на Рb во 2018 година по NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Оловото е невротоксичен метал кој, исто така, се акумулира во телото и ги оштетува органите, како што се бубрезите, црниот дроб, мозокот и нервите. Оловото и неговите соли се отровни, но за акутно труење потреби се големи дози. Главната опасност од оловото и неговите соли е во неговата тенденција за наталожување во човечкиот организам. Висока изложеност на олово може да предизвика оштетување на мозок и нарушување во однесувањето. Оловото се акумулира во скелетот што е потенцијално опасно за време на бременоста.

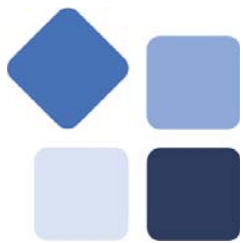
Изложеноста на олово преку вдишување може да биде значајна, кога нивото на оваа загадувачка супстанца во воздухот е високо. Зголемената изложеност генерално се должи на локалните извори, а не е резултат на транспортот на големи растојанија. Загадувањето на воздухот може значително да придонесе за содржината на олово во земјоделските култури, преку директно таложење. Оловото се биоакумулира и негативно влијае како на копнените така и на водните системи. Како и кај луѓето, ефектите врз животинскиот свет вклучуваат репродуктивни проблеми и промени во изгледот или однесувањето.

4.10. Кадмиум (Cd)

Извори на кадмиум во воздухот и емисии во 2018 година

Кадмиумот се испушта во атмосферата од природни и антропогени извори. Прашината од почвата и пожарите се сметаат за главни природни извори на кадмиум во атмосферата, додека мали количини, исто така, се емитирани од морската магла или од вулкански ерупции.

Антропогените извори на кадмиум се: процесите при производството на обоени метали, стационарни инсталации за согорување на фосилни горива, согорување на отпад, производство на железо и челик, и производство на цемент.



Во 2018 година естимираните емисии на кадмиум изнесуваат 0,224 тони. Како што може да се забележи од следниот графикон, најголем удел во вкупните емисии има категоријата - 1.А.4-Домаќинства и административни објекти (47 %), потоа следуваат категориите 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија (25 %) и 2-Индустија (15 %) (28%) и. Категориите 1.А.2-Согорување на горива во индустриски процеси, 5-Отпад и 1.А.3-Транспорт во вкупните емисии на кадмиум учествуваат со удели од 6%, 4% и 3%, соодветно. Во однос на 2017 година вкупните емисии на Cd се намалени за 6 %.

Графикон 27. Емисии на Cd во 2018 година по сектори и NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Кадмиумот е високо постојан (неразградлив) во животната средина и биолошки се акумулира. Најголемата изложеност на кадмиум кај човекот е главно преку храната или пушење тутун. Бубрезите и коските се критични органи врз кои влијае изложеноста на големи концентрации на кадмиум. Имено се пореметува функцијата на бубрезите, а воедно и при изложеност на оваа загадувачка супстанца се јавува и голем ризик од остеопороза и повисок ризик за добивање на рак на белите дробови. Кадмиумот е токсичен за водниот свет, како резултат на неговата директна апсорпција од страна на организмите во водата.

4.11. Жива (Hg)

Извори на жива во воздухот и емисии во 2018 година

Најголемиот антропоген извор на емисиите на жива во воздухот на глобално ниво е согорувањето на јагленот и други фосилни горива. Други извори вклучуваат

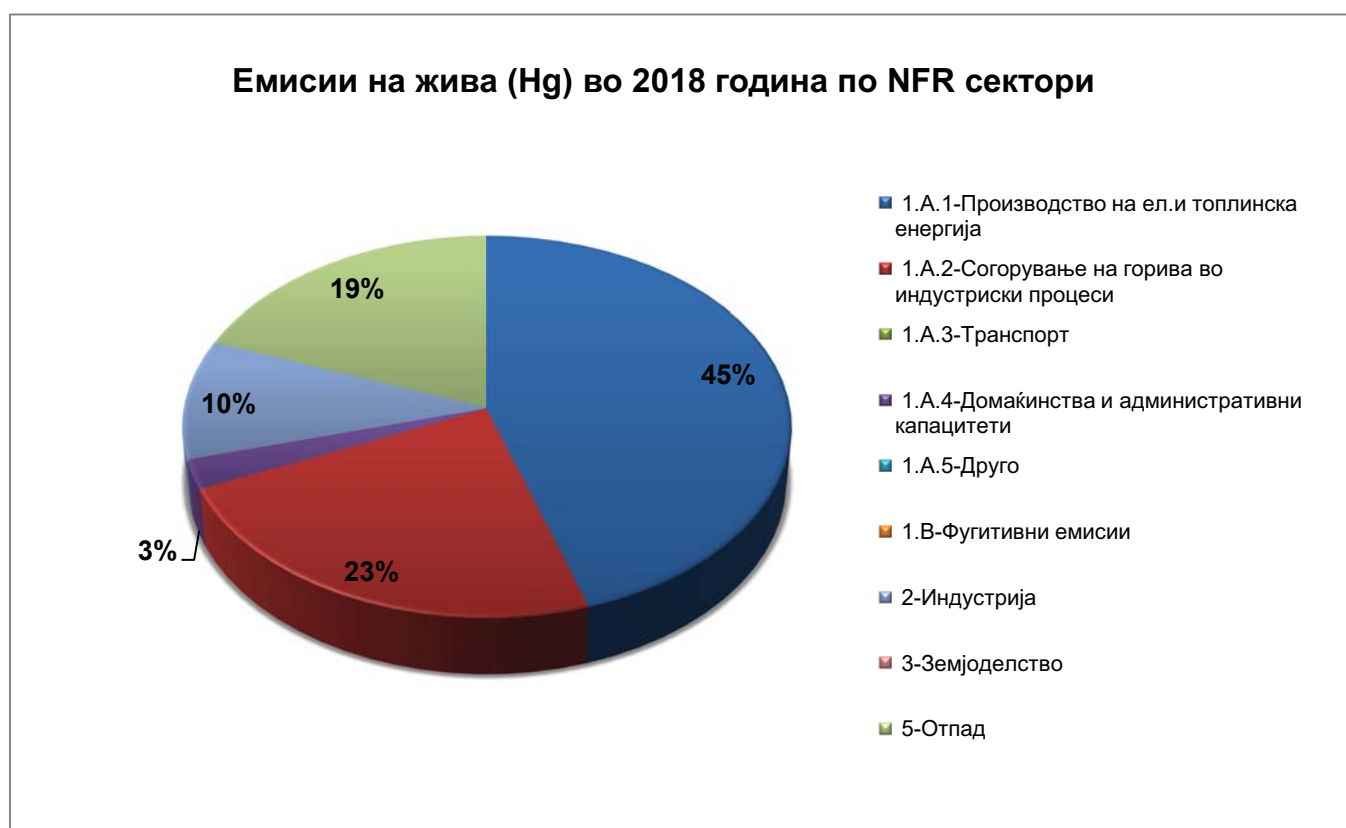
производство на метали, производство на цемент, отстранување на отпадот и кремирање. Покрај тоа, производството на злато дава значаен придонес кон глобалната емисија во воздухот на Hg.



Главните природни извори на емисии на жива се дифузија од земјината кора низ литосферата, испарувањето од површината на морето и геотермална активност.

Во нашата земја Вкупните национални емисии на жива во 2018 година изнесуваат 0.205 тони. Најголем удел во националните емисии има категоријата 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија (45%), потоа следуваат категориите 1.А.2-Согорување на горива во индустриски процеси (23%), 5-Отпад(19%) и 2-Индустриски процеси (10%), Споредбено со 2017 година вкупните емисии на Hg се незначително зголемени за 3 %.

Графикон 28. Емисии на Hg во 2018 година по NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Живата може да има влијание врз црниот дроб, бубрезите, дигестивниот систем и респираторниот систем. Може да влијае и врз централниот нервен систем. Метил живата е моќен невротоксин. Неродените деца се најранливите групи на населението во услови на изложеност на жива.

Живата се биоакумулира и негативно влијае како на копнените така и на водните системи. Може да влијае врз животните на ист начин како и врз луѓето и е многу токсичен за водниот свет. Живата е токсична во елементарна и неорганска форма, но главната грижа е поврзана со органските соединенија на жива, особено метил жива. Метил живата се акумулира во ланецот на исхрана, на пример во рибите грабливки во езерата и морињата и поминува преку земањето храна на луѓето.



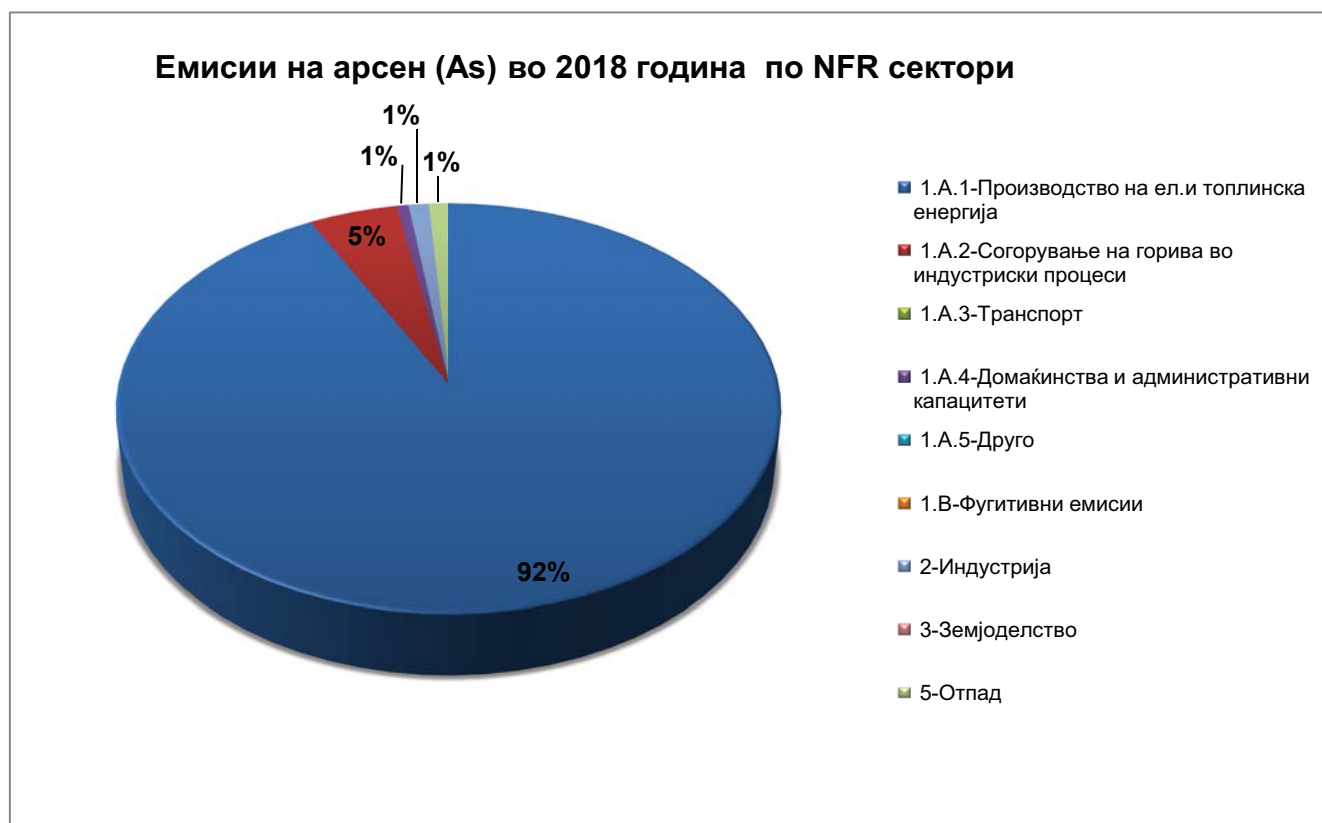
4.12. Арсен (As)

Извори на арсен во воздухот и емисии во 2018 година

Арсенот се ослободува во атмосферата од природни и антропогени извори. Повеќето антропогени емисии се испуштаат од топилници на обоени метали и согорување на горива. Пестицидите порано беа важен извор на As, но нивното ограничување во разни земји ја намалија неговата улога во загадувањето. Чадот од цигарите може да содржи As, што го прави извор на изложеност во амбиентниот воздух.

Арсенот во воздух е обично смеса на атомски As и арсенат, со органски арсенови соединенија. Овие органски видови се обично од незначителна важност освен во областите каде што има значителна примена на метилирани арсенови пестициди. Вкупната количина на арсен во 2018 година изнесува 0.49 тони. Најголем удел во вкупните емисиите на арсен има категоријата 1.A.1 -Производство на електрична и топлинска енергија (92%). Останатите сектори односно NFR категории имаат значително помал удел во вкупните емисии на As. Споредено со 2017 година вкупните емисии на арсен се зголемени за 9.55 %, генерално заради зголемување на емисиите од секторот Енергетика.

Графикон 29. Емисии на As во 2018 година по сектори и NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Неканцерогените ефекти од вдишување на воздух со високо ниво на арсен вклучуваат зголемување на смртноста од кардиоваскуларни заболувања, невропатија, и гангрена на екстремитетите. Постојат докази дека неоргански соединенија на арсен предизвикаат рак на кожата и белите дробови кај луѓето. Ракот на белите дробови е критичен ефект кој следи од изложеност на As со негово вдишување.



Арсен е високо токсичен за водниот свет и, исто така, многу токсичен за животните во целина. Растот на растенијата и приносите може да се намалат, каде содржина на арсен во почвата е висока. Органските соединенија на As се тешко разградливи во животната средина и се биоакумулираат во ланецот на исхрана.

Изложеноста на арсен е поврзана со зголемен ризик од рак на белите дробови и кожата. Арсенот, сам по себе, не е тежок метал, но редовно се додава на листата на тешки метали, врз основа на неговата токсичност.

4.13. Никел (Ni)

Извори на никел во воздухот и емисии во 2018 година

Никелот се јавува во почвата, водата, воздухот и во биосферата. Емисиите на никел во атмосферата може да дојдат од природни извори како што се ветерот со кој се разнесува прашина, вулканите и вегетацијата.

Главни антропогени извори на емисии на никел во воздухот се согорувањето на нафта при затоплување на домовите, транспортот или производство на електрична енергија, рудниците за никел и примарното производство, согорувањето на и отпадна мил, производството на челик, галванизација и согорувањето на јагленот.

Во 2018 година вкупните емисии на никел изнесуваат 1,04 тони. Најголем удел во вкупните емисии на оваа загадувачка супстанца имаат категориите 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија (43%) и 1.А.4-Домаќинства и административни објекти (35%) и. Помало учество во вкупните емисии на никел имаат категориите 2-Индустија и 1.А.2-Согорување на горива во индустриски процеси со удели од 11% и 7%, соодветно. Споредено со 2017 година вкупните емисии на Ni се намалени за 10%, првенствено заради значителното намалување на емисиите од категориите, 1.А.4-Домаќинства и административни објекти и 1.А.1-Производство на електрична и топлинска енергија.

Во однос на редуција на емисиите на никел најголемо влијание би имала примена на чисти горива за индустрискиот сектор и редуција на прашина од производство на електрична енергија преку воведување на најдобри остапни техники.



Графикон 30. Емисии на Ni во 2018 година сектори и NFR категории

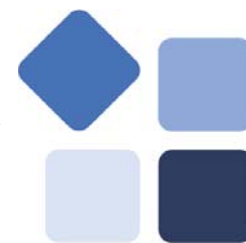


Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Изложеност на никел може да резултира од дишењето на амбиентниот воздух. Никелот е познат канцероген метал кој, исто така, има и други не-канцерогени ефекти, на пример, врз ендокриниот систем. Во мали количини никелот е основна состојка кај луѓето. Сепак, во поголеми количества може да биде опасност за здравјето на луѓето, бидејќи неколку соединенија на никел се канцерогени, зголемувајќи го ризикот од развивање, на пример, на рак на белите дробови, носот, ларинксот или простатата. Не-канцерогени ефекти врз здравјето вклучуваат алергиски реакции на кожата (кои обично не се предизвикани од инхалација), нарушување на ендокриното регулирање, и оштетување на респираторниот тракт и на имунолошкиот систем. При високи концентрации, никелот и неговите соединенија може да бидат акутно и хронично токсични за водниот свет и може да влијаат на животните на ист начин како кај луѓето. .

4.14. Тешко разградливи органски соединенија (POPs)

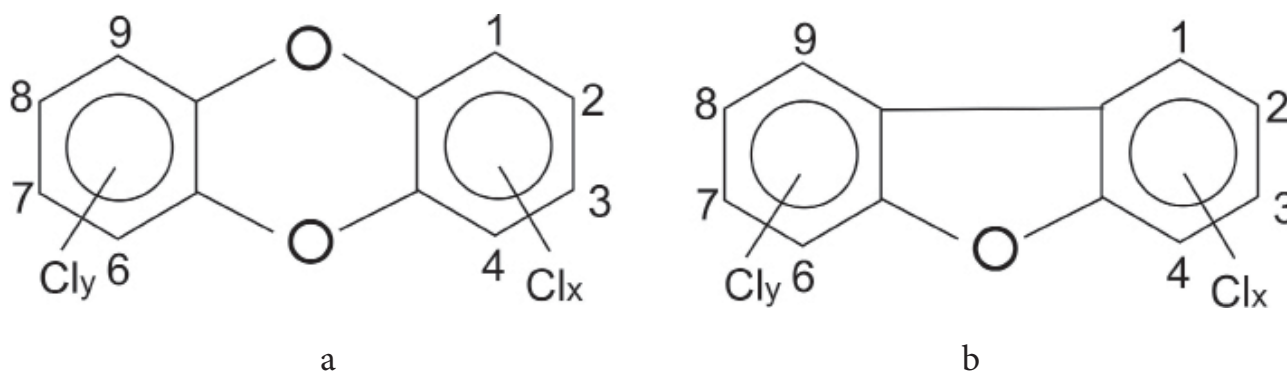
Тешко разградливи органски соединенија се органски соединенија кои имаат различен степен на фотолитска, биолошка и хемиска деградација. Тие се често халогенирани и се карактеризираат со ниска растворливост на водата и висока растворливост во липиди, што овозможува нивна биоакумулацијата во масните ткива. Овие загадувачки супстанции ослободени во одреден регион на светот можат, преку процес кој постојано се повторува (испарување, нанесување, испарување, нанесување), да се транспортираат преку атмосферата во региони оддалечени од примарниот извор. Овие подрачја ги вклучуваат оддалечените региони како што се океаните, пустините, Арктикот и Антарктикот, каде што нема значителни локални извори. Исто така, овие соединенија се детектирани и во воздухот, во сите области на светот, во концентрации до 15 ng/m^3 . Во индустриските области, концентрациите на овие соединенија може да бидат и неколку пати поголеми. Може да се произведуваат како пестициди, да се експлоатираат во индустријата, или ненамерно да се генерираат како нус-продукти од разни индустриски



процеси. Имаат долг животен век во животната средина и скоро да не се распаѓаат во воздухот, водата или во почвата. Во овој извештај од оваа група на соединенија даден е преглед на соединенијата опфатени во Протоколот за POPs, за кои е направена инвентаризација на емисии во воздух за 2018 година. Во однос на 2017 година има намалување на емисиите на PCDD/PCDF и PAHs од 11% и 10%, соодветно, а кај PCBs емисиите се зголемени за 37 % заради зголемено производство на секундарно олово.

4.15. Диоксини и фурани (PCDD/F)

Структура и Физичко-хемиски својства



Слика 2: Структурна формула на (a) полихлорирани дибензо-р-диоксини и (b) полихлорирани дибензофурани (PCDF)

Диоксините се фамилија на токсични хлорирани органски соединенија кои имаат одредена хемиска структура и биолошки карактеристики. Името диоксини се однесува на централен диоксигениран прстен кој е стабилизирани со два странични бензински прстени. Во PCDDs, атомите на хлор се поврзани за неговата структура на 8 различни места во молекулата на позиции 1–4 и 6–9.

Постојат неколку стотици од овие соединенија и се членови на три блиско поврзани фамилии: хлоринирани дибензо (р)диоксини (CDDs), хлоринирани дибензофурани (CDFs) и одредени полихлорирани бифенили. Диоксините биоакумулираат во луѓето и животните, и поради нивната растворливост во масти, 17 од овие супстанции се особено токсични.

Овие соединенија се одликуваат со следните физичко-хемиските својства и тоа: низок парен притисок, многу ниска растворливост во вода, висока растворливост во органски/масни смеси и висока способност да ги врзуваат органските матрици во почвата и седиментите.

Извори на емисија и пресметани емисии во 2018 година

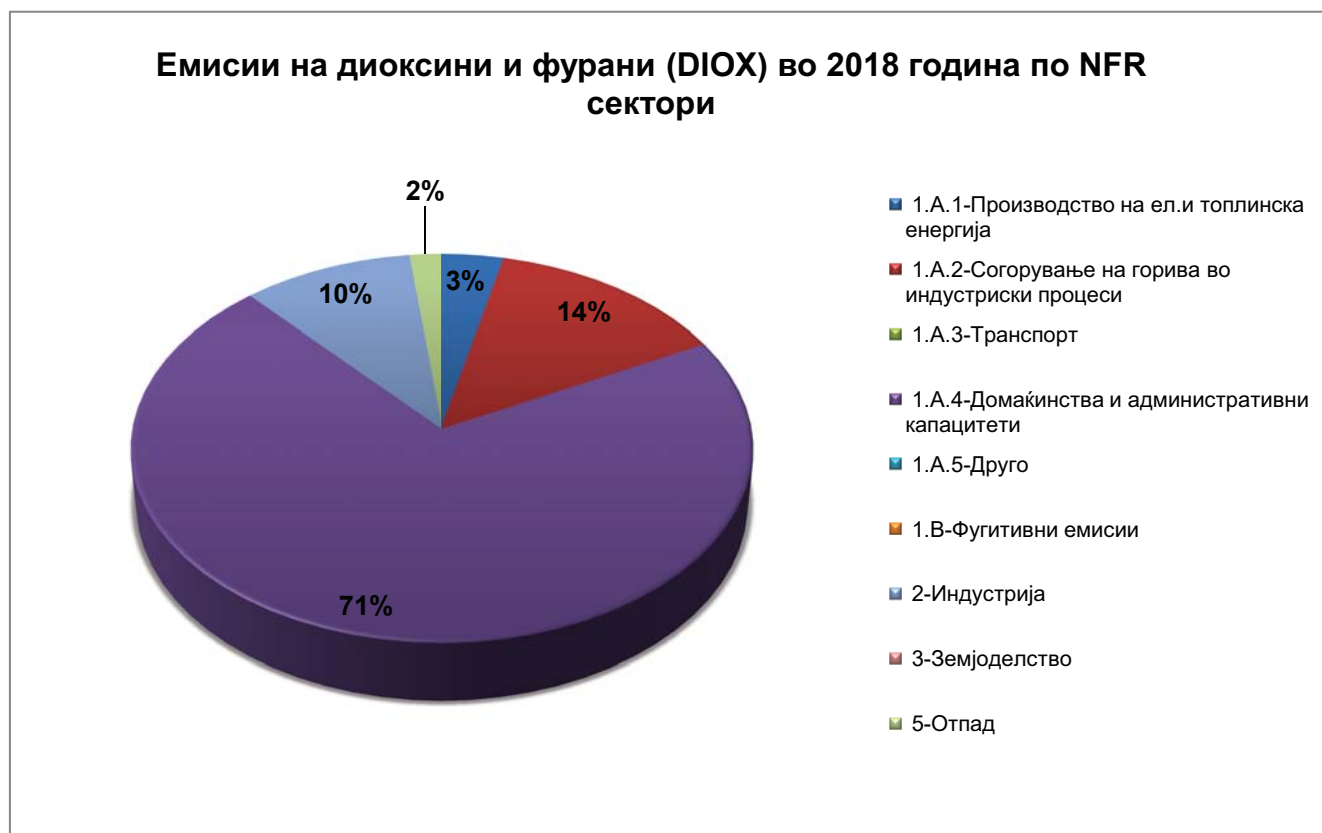
Диоксините се формираат како резултат на согорувачки процеси како инсенерација на комерцијален и комунален отпад и од согорување на различни горива како дрво, јаглен, или нафта како главен извор на диоксини. Диоксините можат да се формираат и при горење на отпад од домаќинствата или од природи извори како шумски пожари. Диоксините се испуштаат во воздухот и преку процесот на производство на органски хлорирани соединенија: испуштање на хлор при процесот на производство на пулпа и хартија, одредени видови на хемиско производство и обработка и други индустриски



процеси. Во денешно време клучни извори на емисија на овие загадувачки супстанции се согорувачки процеси во домаќинствата и термичките процеси при екстракција на метали.

Во 2018 година вкупните емисии на диоксини и фурани изнесуваат 8.82 g I-TEQ. Најголем удел во вкупните емисии на овие загадувачки супстанции има секторот Енергетика односно категоријата 1.А.4-Домаќинства и административни објекти (71%), додека NFR категоријата 1.А.2-Согорување на горива во индустриски процеси учествува со 14%. Останатите категории учествуваат со значително помали удели. Споредено со 2017 година количеството на вкупни емисии на диоксини и фурани е намалено за 11%, генерално заради намалената емисија од категоријата 1.А.4-Домаќинства и административни капацитети.

Графикон 31. Емисии на диоксини и фурани во 2018 година по NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Токсичноста на PCDDs зависи од бројот и позицијата на атомите на хлор. Сродните соединенија кои имаат атоми на хлор на 2, 3, 7, и 8 се особено токсични. Имено, 7 сродни соединенија имаат атоми на хлор на релевантни позиции, кои се дефинирани како токсични, согласно шемата на токсичност на Светска здравствена организација (СЗО).

Диоксините се многу стабилни супстанции кои тешко се разградуваат и опстојуваат во животната средина и живите организми во кои се акумулираат. Овие загадувачки супстанции имаат полуживот во времетраење од 7 години во човечкиот организам. Нивната токсичност за човечкиот организам при изложеност на ниски дози е сеуште предмет на дискусија бидејќи, таквиот тип на истражувања тешко се спроведуваат. Сепак, неколку епидемиолошки студии (кај луѓето) покажале зголемен број на случаи

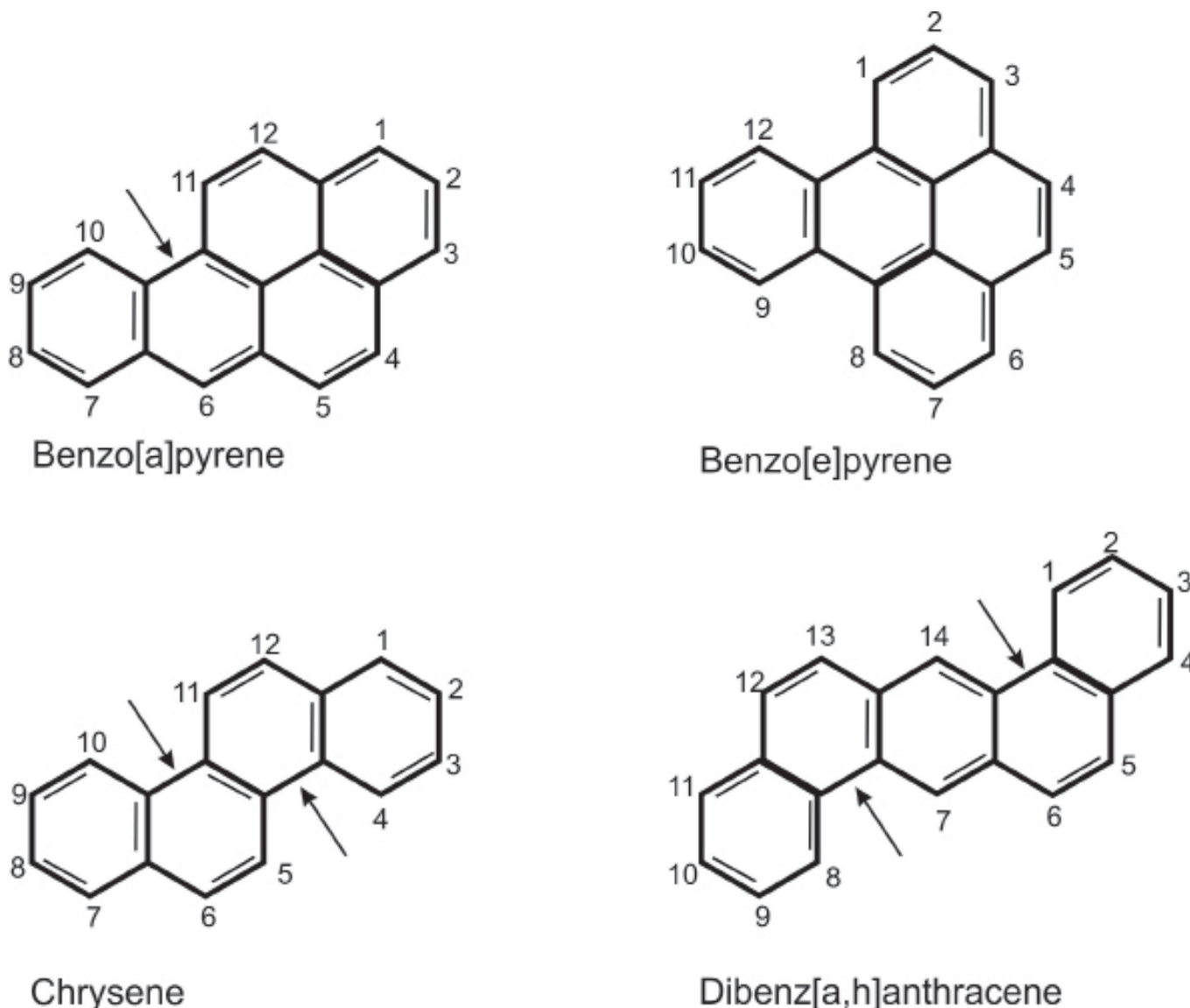
на заболени од рак при изложеност на токсичниот диоксин 2, 3, 7, 8 Тетрахлородибензодиоксин -ТССД, кој од страна на Интернационалната Агенција за истражување на ракот е класифициран како “канцероген за луѓето”.



4.16. Полициклични ароматични јагледороди (РАНs)

Хемиско-физички својства

Полициклични ароматични јагледороди (РАНs) се јагледородни органски соединенија кои содржат само јаглерод и водород и се составени од повеќе ароматични прстени.



Слика 3: Структурна формула на одредени полициклични ароматични јагледороди

Овие соединенија можат да содржат четири, пет, шест или седум прстени. Најчести се соединенијата со пет или шест прстени. РАНs кои се составени само од 6 прстени се нарекуваат променливи РАНs во кои се вклучени бензоидни РАНs. Соединенија кои се содржани до шест споени ароматски прстени се нарекуваат мали РАНs додека оние кои содржат повеќе од шест ароматични прстени се нарекуваат големи РАНs. Најголемиот дел на истражувањата за овие соединенија се однесуваат на малите РАНs



поради нивната достапност. Големите се сретнуваат како производи на согорување, но во помала мера од малите. Исто така, постојат многу повеќе изомери за големите PAHs во однос на малите, што доведува до појава на индивидуалните големи PAHs структури во поголема мера.

Полицикличните ароматични јаглеводороди се липофилни што значи дека се мешаат полесно со нафта отколку со вода. Поголемите соединенија се помалку растворливи во вода и помалку испарливи. Исто така тие се составен дел од Цврстите честички во воздухот.

Извори на емисија и пресметани емисии во 2018 година

Природната сурова нафта и јагленот содржат значително големи количини од овие соединенија, кои исто така се наоѓаат и во, катранот и разни масла.

PAHs се група од околу 100 соединенија. Повеќето полициклични ароматични јаглеводороди во животната средина потекнуваат од непотполно согорување на материји кои содржат јаглерод како нафта, дрво, отпад или јаглен. При согорување на дрвата се создаваат фини честички на PAHs, кои се поврзуваат со честичките од пепел и се пренесуваат на поголеми растојанија во воздухот.

Во 2018 година естимираните емисии на PAHs изнесуваат 3.97 тони. Од подолу прикажаниот графикон може да се согледа дека најголем удел во вкупните емисии на овие соединенија на ниво на држава има категоријата-1.A.4-Домаќинства и административни објекти (69%). Помал удел од 23% има категоријата 1.A.2-Согорување на горива во индустриски процеси. Споредбено со 2017 година емисиите на полициклични ароматични јаглеводороди се намалени за 10 %, првенствено заради намалувањето од категоријата-1.A.4-Домаќинства и административни објекти (16%).

Графикон 32. Емисии на ПАХс во 2018 година по NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Токсичноста на ПАХс целосно е зависна од структурата на соединенијата. ПАХ соединението бензо(а)пирен е познато по тоа што било прва откриена канцерогена хемикалија (и е една од многуте канцерогени супстанции кои се јавуваат во димот од цигарите). Класифицирани се 7 ПАХс соединенија кои што се канцерогени за човекот. Освен канцерогените својства имаат и мутагени и тератогени својства.

Висока пренатална изложеност на ПАХс се асоцира со помал коефициент на интелигенција и астма кај децата. Студиите покажуваат дека изложеноста на ПАХс за време на бременоста резултира со негативни резултати како предвремено породување, ниска телесна тежина кај новороденчињата и срцеви малформации. Земените примероци на крв од папочната врвка на изложени бебиња покажуваат оштетување на ДНК. Студиите покажуваат пониско ниво на развој кај три годишни деца, пониски резултати на тестови на интелигенција и зголемување на проблеми во однесувањето на возраст од шест и осум години. Исто така изложеноста на ПАХс кај децата резултира со високи нивоа на анкисозност или депресија.

Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на В(а)Р

Целната вредност за В(а)Р е дефинирана во националното законодавство, кое е изготвено со транспозиција на директивата за квалитет за воздухот 2004/107/ЕЗ (ЕУ, 2004). Целната вредност изнесува 1 ng/m³ како годишна просечна вредност.



Табела 18. Целна вредност за заштита на човековото здравје за В(а)Р

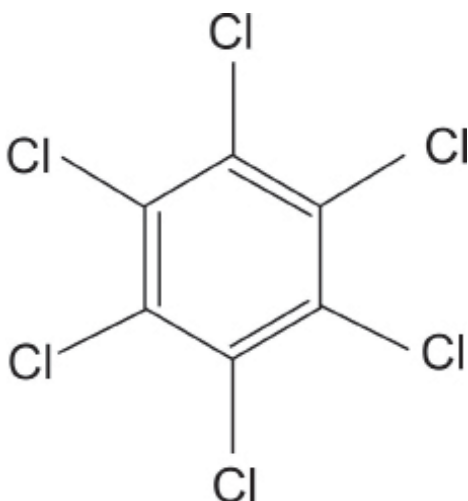
Загадувачка супстанца	Просечен период	Целна вредност
В(а)Р	1 година	1 ng/m ³ *

*Мерено како содржина во РМ10

Концентрации на бензо(а)пирен

Во текот на 2019 година не се извршени мерења на В(а)Р.

4.17. Хексахлоробензен (НСВ)



Слика 4: Структурна формула на хексахлоробензен

Хемиско-физички својства

Хексахлоробензенот (НСВ) е хлорирано органско соединение. Претставува бела, кристална и цврста супстанца со занемарлива растворливост во вода (0,00000002 mol/L) како и променлива растворливост во органски растворувачи. Многу е растворлив во халогенизирани растворувачи како хлороформ (приближно 0,03 mol/L), помалку растворлив во естери и јаглеводороди и уште помалку растворлив во алкохоли (приближно 0,020 mol/L), а најмалку во јаглеводороди со кратка јаглородна низа (0,002-0,006 mol/L). Парниот протисок на оваа супстанца изнесува $1,09 \times 10^{-5}$ mmHg (1,45 mPa) at 20°C. Точката на вриење на оваа супстанца изнесува 242°C, а на сублимација на 322°C.

Извори на емисија

Продажбата и употребата на хексахлоробензенот како производ за заштита на растенијата е забранета во Европската Унија во 1988 година. Бидејќи нема веќе производство на ова соединение во Европа, единствено вештачки произведени хексахлоробензени се ненамерни нус производи и се емитирани од истиот хемиски и термички процес како диоксините/фураните и се формираат преку сличен механизам.

Се испуштаат во животната средина ненамерно како нус производи од хемиската и во металната во процесот на согорување во присуство на хлор.

Во 2018 година емисиите на оваа супстанца изнесуваат килограми. Како што се гледа од следниот приказ клучен сектор во емисиите на НСВ се производните процеси (98%), особено процесот за производство на алуминиум.

Емитираната количина на хексахлоробензен е зголемена за околу 21% споредбено со 2016 година заради зголемено производство на алуминиум споредбено со претходната година.



Графикон 33. Емисии на НСВ во 2018 година изразени во килограми



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

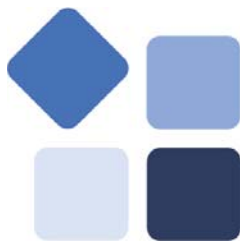
Хексахлоробензенот е канцероген за животните и се смета дека е исто така канцероген и за луѓето. По неговото воведување како фунгицид во 1945 година оваа токсична хемикалија беше пронајдена во сите видови на храна.

Хексахлоробензенот е класифициран од страна на Меѓународната агенција за истражување на ракот во групата 2Б како веројатно канцероген за луѓето. Кај животните предизвикува рак на црниот дроб, бубрезите, и штитната жлезда. Хронична орална изложеност кај луѓето предизвикува заболувања на црниот дроб, кожни заболувања, фотосензитивност, губење на косата, проблеми со тироидната жлезда и коските. Направените студии кај луѓето и животните покажале дека хексахлоробензенот преминува преку плацентата и може да се акумулира во ткивата на фетусот и мајчиното млеко.

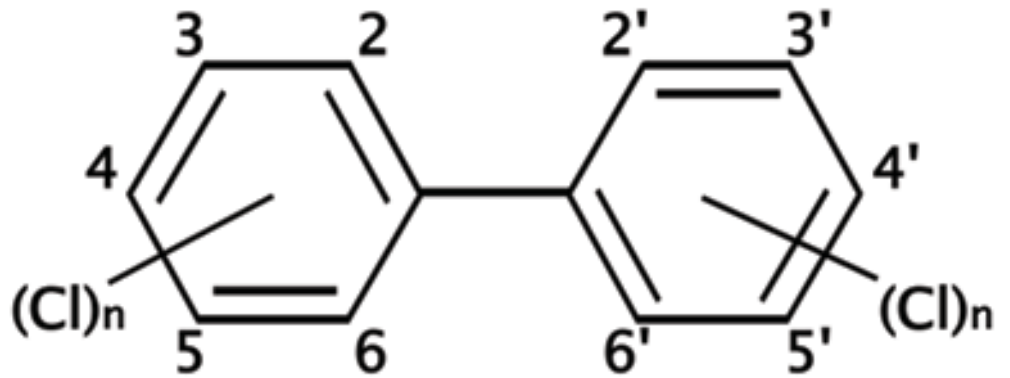
Хексахлоробензенот е многу токсичен за водените организми. Може да предизвика долгорочни негативни ефекти во водената животна средина.

4.18. Полихлорирани бифенили (PCBs)

Полихлорирани бифенили (PCBs) се хлорни органски соединенија со формула $C_{12}H_{10-x}Cl_x$, кои се изградени од двојно бензенско јадро на кое од надворешната страна (на некоја од 10 можни положби) врзани се атоми на хлор кои секој од нив. Подолу е прикажана



структурната формула на овие соединенија.



Слика 5: Структурна формула на полихлорирани бифенили

Хемиско-физички својства

Физичките својства на полихлорирани бифенили зависат од степенот на хлорираност, односно од составот на смесата, така да можат да се наоѓаат во состојба на безбојна маслена течност, преку повискозна потемна течност до жолта и црна смола. На температура под 150°C и атмосферски притисок се наоѓаат во цврста состојба во облик на бел прав. Парите им се невидливи и имаат карактеристичен јак мирис. Со согорување на температури до 3000°C во присуство на кислород даваат полихлорирани дибензофурани кои се разложуваат над 3300°C. За потполно согорување до едноставни безопасни молекули потребна е температура над 11000°C. Малку се раствораат во вода, но добро се раствораат во масти и поголем број неоргански растворувачи.

Се карактеризираат со висока постојаност, стабилност на оксидација и хидролиза, отпорност на киселини и бази, слаба растворливост во вода, растворливи во органски растворувачи, добра изолаторска способност, корисни се во индустријата, но се штетни по животната средина.

Употреба и извори на емисија

Во минатото овие соединенија биле широко употребувани како диелектрични и ладилни флуиди во електричните апарати како и кај флуидите за пренос на топлина. Заради нивната долговечност тие сеуште широко се користат иако нивното производство од шеесетите години од минатиот век драстично се намалува откако се идентификувани многу проблеми поврзани со нив меѓу кои е и нивната токсичност врз животната средина и класификација како неразградливи органски загадувачи (имаат долг животен век во животната средина и скоро да не се распаѓаат во воздух, вода или почва).

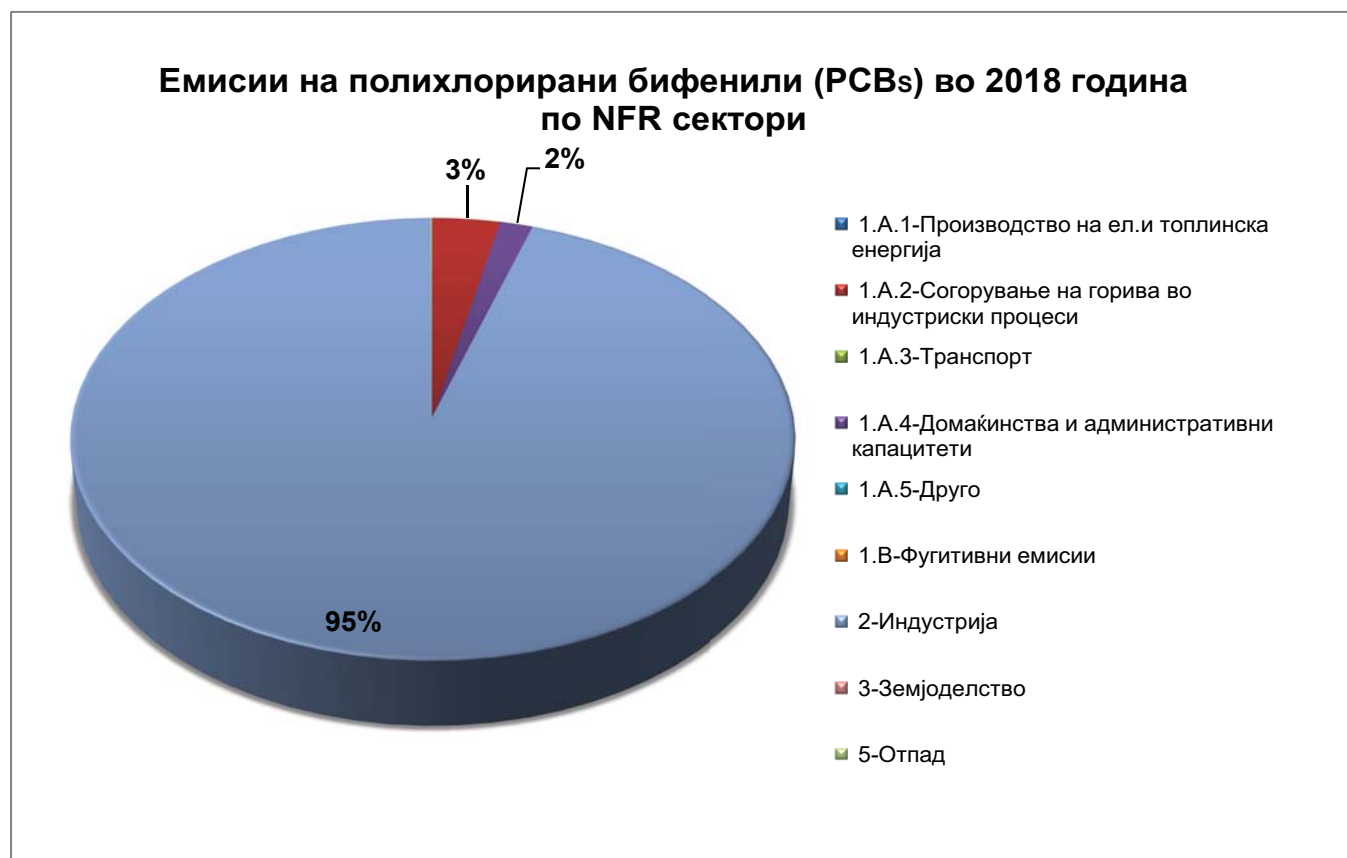
Смеса од PCBs има добри својства во поглед на топлотна спроводливост, но најголема примена имаат заради малата електрична спроводливост, што оваа смеса ја прави извонредно добар диелектричен флуид. Овие соединенија се користат во индустријата како флуид за размена на топлина, во трансформаторите на електрична енергија и кондензаторите, како адитиви во боите, безјаглеродната хартија за копирање и пластичните маси, адитив за формирање пестициди и инсектициди и др. Се користат исклучиво во облик на смеса, така да во зависност од составот на смесата т.е степенот на супституција на водородниот атом со атом на хлор зависат и нивните особини.



Полихлорираните бифенили спаѓаат во група на токсични соединенија стабилни во околината, нивната неразградливост во средината зависи од степенот на хлорираност, а векот на полураспаѓање варира од 10 дена до 1,5 години. и во група на токсични соединенија кои се биоакумулативни. PCBs во текот на метаболички реакции во живите организми малку се разложуваат образувајќи притоа уште потоксични соединенија (диоксини, дибензофурани). Исто така, преку акумулација во нижите организми и растенијата влегуваат во ланецот на исхраната. Во најголем дел PCB-и се внесуваат во човечкиот организам преку храната, особено риба.

Во 2018 година емисиите на оваа супстанца изнесуваат 29,7 килограми. Како што се гледа од следниот приказ клучен сектор во емисиите на PCBs е секторот 2-Индустрија со удел од 95 % во вкупните емисии на овие загадувачки супстанции. Останатите категории се незначителни извори на PCBs. Споредено со 2017 година емисиите на полихлорирани бифенили се зголемени за 37% заради зголемено производство на секундарно олово споредбено со претходната година.

Графикон 34. Емисии на PCBs во 2018 година по сектори и NFR категории



Влијание врз човекот, живите организми и вегетацијата

Токсичното влијание на полихлорираните бифенили кај човекот се манифестира на следните начини: оштетување на кожата, губење на тежина, намалување на коскената срж, пореметување на функцијата на репродуктивниот систем, болки во стомакот, кочења на мускулите, зголемен замор, главоболка, ненормален развој на забите, мала тежина на новороденчињата, заболувања на црниот дроб итн.

Бидејќи PCB-и се постојани во човечкиот организам, децата родени во области каде



мајката е подолго време изложена на нивното влијание покажуваат пречки во развојот (посиромашна краткотрајна функција на меморијата) и проблеми во однесувањето. Овие супстанции се класифицирани како веројатни канцерогени.

5. Преземени и планирани мерки за редукција на емисии на загадувачки супстанции

Во текот на 2019 година и првата половина од 2020 година се продолжи со имплементација на мерките пропишани во Националниот план за заштита на амбиентниот воздух и Плановите за квалитет на воздух донесени од страна на ЕЛС.

Со цел подобрување на квалитетот на воздухот, Владата на Република Северна Македонија, го усвои Планот на акции и мерки против аерозагадувањето. Имајќи предвид дека намалувањето на аерозагадувањето е за прв пат дефинирано како стратешки приоритет на Владата, со реализација на Планот се очекува намалување на загадувањето од следните извори: домашно затоплување, транспорт, индустрија, градежништво и отпад.

Врз основа на целите поставени во планот Владата усвои Програма за намалување на аерозагадување за 2020 година и обезбеди буџетски средства во висина од 100.000.000,00 денари со цел финансирање на мерки за намалување на аерозагадувањето. Како приоритетна активност дефинирана во програмата е замената на постоечките неколошки системи за греење во градинки, основни и средни училишта, здравствени објекти и административни објекти во најзагадените градови во Република Северна Македонија, имајќи предвид дека дека најголем извор на емисии во воздухот е затоплувањето на домаќинствата и административните капацитети.

Во првиот квартал на 2020 година активно се работеше на подготовка на Законот за изменување и дополнување на Законот за квалитет на амбиентниот воздух, чија главна цел е воспоставување на јасен начин на подготовка на плановите за квалитет на воздухот и на краткорочните акциски планови, како и ефикасно спроведување на мерките за подобрување на квалитетот на воздухот. Се очекува дека по донесување на измените на законот што е планирано за крајот на 2020 година, ЕЛС ќе се пристапат кон подготовка и донесување на локалните планови за воздух.

Мерки во Енергетски сектор:

Во областа на производство на електрична енергија намалување на емисиите на загадувачките супстанции се остварува преку зголемување на уделот на обновливи извори во вкупната енергетска потрошувачка, преку спроведување на активностите наведени во дозволите за усогласување со оперативните планови на инсталациите за производство на топлина, намалување на потрошувачката на горива од постоечките термоелектрани, субвенции за набавка на печки на пелети како и преку примена на новиот Закон за енергетика. Владата во 2019 година ја спроведуваше донесената Програма за намалување на аерозагадување за 2019 година, во која доминираше замената на фосилни горива со чисти горива во административните капацитети.

Во изминатата година Министерството за економија продолжи со спроведување на Програма за промоција на обновливи извори на енергија и поттикнување на енергетска

ефикасност во домаќинствата за 2019 година како во рамките на која се доделуваат субвенции за печки на пелети, вградени колекторски системи и PVC прозорци.



Од страна на Град Скопје и други единици на локална самоуправа се спроведуваат мерки кои се однеуваат на субвенции за набавка на печки на пелети и инвертер клима уреди кои ќе се користат за затоплување на домаќинствата наместо стари печки на фослини горива со што се намалува емисијата од секторот согорување на горива во домаќинствата.

Мерки во категоријата Сообраќај:

Во однос на сообраќајот донесени се измени на Законот за возила во насока на рестрикции во сообраќајот во однос на еуро класи. Воедно донесена е програма за субвенционирање на дел од трошоците за купување и вградување на уред за погон на тнГ, метан или друг вид на алтернативно гориво во возилата. Исто така, Град Скопје веќе набави 33 автобуси на гас со што се намалени и емисиите на загадувачките супстанции од овој јавниот превоз во главниот град.

Мерки во Производните процеси:

Во областа на преземени и планирани мерки за намалување на емисии од индустриски процеси донесен е нов закон за инспекциски надзор и се планира донесување на новиот закон за Индустриски емисии. Во 2019 година издадени се 30 интегрирани еколошки дозволи (А-ИЕД) и две Б-ИЕД од страна на МЖСПП.

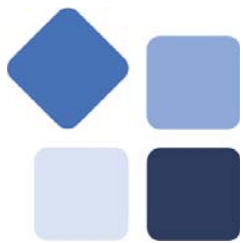
6. Заклучок

Согласно извршената инвентаризација на загадувачките супстанции во 2019 година за 2018 година според правилото n-2, на ниво на држава по поедините сектори/дејности, евидентно е дека производството на енергија учествува во вкупните национални емисии на сулфурни оксиди - SO_x (со удел од 88%), азотни оксиди - NO_x (со удел од 28%) како и во вкупните национални емисии на тешките метали никел - Ni (со удел од 43%), кадмиум - Cd (со удел од 47%) и жива - Hg (со удел од 45%). Кај цврстите честиски овој удел е различен и е во зависност од големината на честичките и тоа е најголем кај најголемите честички и изнесува 32%, потоа 24% кај цврстите четички со големина до 10 микрометри - PM₁₀ и 11% кај цврстите честички со големина до 2.5 микрометри PM_{2.5}.

Согорувањето во домаќинства и административни капацитети е клучен извор во вкупните национални емисии на цврсти честички со удел од 40% кај TSP, 42% кај PM₁₀ до 68% PM_{2.5} (што е во зависност од големината на честичките, односно најголем удел има кај најситните честички), како и во вкупните емисии на јаглерод моноксид со удел од 56%. Овој сектор е доминантен кај полицикличните ароматични јаглеводороди - PAHs и изнесува 69%. Кај NMVOC е понизок и изнесува 17%.

Емисиите од сообраќајот (сметајќи ги патниот и непатниот сообраќај) имаат значителен удел во вкупните национални емисии на јаглерод моноксид (со удел од 20%) како и во емисиите на азотните оксиди со 39%, кај олово - Pb со 20% а кај неметанските исппраливи органски соединенија - NMVOC со удел од 13%.

Што се однесува до категоријата индустрија земајќи ги предвид и согорувачките и



производствените процеси, особено металуршката индустрија најмногу придонесува во емисиите на хексахлоробензен -HCB (со удел од 98%), полихлорирани бифенили - PCB (со удел 95%), олово - Pb (со удел од 48%), кадмиум - Cd (со удел од 19%). Индустријата заради затварањето на голем број на инсталации и воведување на НДТ не е веќе доминантен извор на емисија кај голем број на загадувачки супстанции. Имено кај цврстите честички во 2018 година е со удел од 13% кај TSP, 9% кај PM10 и 6% кај PM2.5, додека во минатото некаде до пред децина години учествува во просек со околу 40%. Употребата на растворувачи има значителен удел во емисиите на NMVOC, односно учествува со 30%. Земјоделието, особено одгледувањето на добиток е клучен извор во емисиите на амонијак - NH₃ (91%), додека во останатите сектори има многу понизок удел. Овој сектор учествува со 17% во вкупните емисии на PM10 и со 15% кај NMVOC, додека отпадот има најголем удел во емисијата на овие NMVOC со 13%.

Во однос пак на вкупните емисии исполнители се барањата на националното законодавство за воздух на основните загадувачки супстанции како и на меѓународните договори, со исклучок на протоколот за сулфур од 1985 година

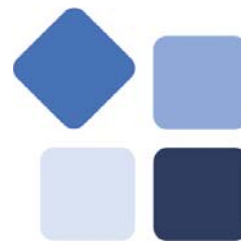
Што се однесува до исполнување на барањата во националното законодавство за измерените концентрации на загадувачките супстанции во воздухот, податоците од мерењата на квалитетот на воздухот и во изминатата година најкритична супстанца се цврстите честички. Така, надминувања над граничните вредности на цврсти честички со големина до 10 микрометри се забележуваат на сите мерни места особено во зимскиот период кога се и повеќепати повисоки од среднодневната гранична вредност. Во летниот период пак, има надминувања на целната вредност за озонот како резултат на повисоката сончева радијација.

За постигнување на сите национални цели и подобрување на квалитетот на воздухот потребно е приоритизација на мерките согласно уделите на извори на емисија. Така со цел редукација на SO_x потребно е потребно е да се редуцираат емисиите на SO_x од РЕК Битола преку процесот на десулфуризација на емисиите. Намалена потрошувачка на фосилните горива на сметка на чистите горива и проширување на гасификационата мрежа ќе придонесат за намалување на емисиите на цврсти честички, јаглерод моноксид и полициклични ароматични јаглеводороди. Воведувањето на филтри за редукација на пращината во РЕК Битола ќе придонесе до намалување на емисиите на цврсти честички како и на тешките метали на национално ниво. Имплементација на мерките во секторот транспорт како подобрување на јавниот превоз и обновата на возниот парк ќе придонесат во редукација на јаглерод моноксид и азотните оксиди имајќи предвид дека транспортот е клучен сектор во емисијата на овие загадувачки супстанции.

Примената на најдобрите достапни техники во земјоделието и Кодот на добра земјоделска пракс ќе има најголемо влијание врз редукацијата на амонијакот, додека транспонирањето и примената на ЕУ директивите за испарливи органски супстанции ќе има најголемо влијание врз редукацијата на овие загадувачки супстанции.

Воедно потребна е целосна имплементација на мерките дефинирани во Националниот план за квалитет на воздух, Националниот план за редукација на емисии од големи согорувачки постројки, како и локалните планови и тоа Планот за квалитет на воздух за агломерацијата Скопски регион и Плановите и мерките за квалитет на воздух на

ниво на општина (Битола, Тетово и Велес и Струмица) со особен акцент на примена на мерките со кои би се редуцирале емисиите и концентрациите на цврстите честички во воздухот. Исто така потребно е и останатите општини кои се соочуваат со овој проблем да изготват планови и да отпочнат со е имплементација на мерки на локално ниво. Само со интегриран пристап и активно учество на сите засегнати страни ќе се постигне главната цел подобрување на квалитетот на воздухот.



РЕФЕРЕНЦИ

- [1] Илинка Спиревска, Хемија на животната средина, Просветно дело АД, Скопје, 2002 год
- [2] “Air quality in Europe - 2017 report”, European Environmental Agency, Copenhagen, 2017
- [3] Technical report No 10/2014, NEC Directive status report 2013, European Environmental Agency, Copenhagen, 2014
- [4] Umweltbundesamt REP-03 97, “Austrian’s Informative Inventory report”, Vienna, 2011
- [5] <http://www.lu.lv/ecotox/publikacijas/DIOXINS.PDF>

