

**ИЗВЕШТАЈ ЗА ОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА ЗА ПЕРИОДОТ
2005–2015 ГОДИНА**

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД.....	4
2. ИЗВРШНО РЕЗИМЕ.....	6
3. ПОЛИТИКИ И СТРАТЕГИИ ЗА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ.....	8
4. МЕТОДОЛОГИИ И ПОДАТОЦИ КОРИСТЕНИ ВО ОЦЕНКАТА.....	9
4.1. Мониторинг на квалитетот на воздухот	10
4.2. Инвентари на емисии	11
4.3. Дисперзионо моделирање	12
5. ИЗВОРИ НА ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОЗДУХОТ	13
5.1. Патен сообраќај	13
5.2. Индустија и производство на енергија	14
5.3. Греење во домаќинствата	15
5.4. Други извори (земјоделство, отпад, градежништво)	15
6. СУСПЕНДИРАНИ ЧЕСТИЧКИ (PM ₁₀ И PM _{2.5})	16
6.1. Извори и емисии на суспендирани честички	16
6.2. Стандарди за квалитетот на воздухот во поглед на суспендираните честички	19
6.3. Тренд на концентрациите на суспендирани честички (PM ₁₀ и PM _{2.5}) во периодот 2005-2015	20
7. АЗОТ ДИОКСИД (NO ₂)	26
7.1. Извори и емисии на NO ₂	26
7.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на NO ₂ и NO _x	29
7.3. Тренд на концентрациите на NO ₂ во периодот 2005-2015	29
8. СУЛФУР ДИОКСИД (SO ₂)	30
8.1. Извори и емисии на SO ₂	31
8.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на SO ₂	33
8.3. Тренд на концентрациите на SO ₂ во периодот 2005-2015	34
9. ОЗОН (O ₃)	35
9.1. Извори на O ₃	35
9.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на O ₃	35
9.3. Тренд на концентрациите на O ₃ во периодот 2005-2015.....	36
10. ЈАГЛЕРОД МОНОКСИД (CO).....	39

10.1.	Извори и емисии на јаглерод моноксид	39
10.2.	Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на CO.....	40
10.3.	Трендови на концентрациите на CO во периодот 2005-2015	40
11.	ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТИЧНИ ЈАГЛЕВОДОРОДИ (РАН).....	41
11.1.	Извори и емисии на бензо(а) пирен	41
11.2.	Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на B(a)P	43
11.3.	Концентрации на бензо(а)пирен.....	43
12.	ТЕШКИ МЕТАЛИ (АРСЕН, КАДМИУМ, ОЛОВО И НИКЕЛ)	44
12.1.	Извори и емисии на тешки метали	44
12.2.	Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на тешките метали	46
12.3.	Концентрации на тешки метали	47
13.	ИСПАРЛИВИ ЈАГЛЕВОДОРОДИ	49
13.1.	Извори и емисии на бензен	50
13.2.	Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на бензен	50
13.3.	Концентрации на бензен.....	51
14.	ВЛИЈАНИЕТО НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВРЗ ЗДРАВЈЕТО НА ЛУЃЕТО	51
15.	ПОДОБРУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ	53
16.	ЗАКЛУЧОК	54
	ПРИЛОГ I ЕВРОПСКИ ПОЛИТИКИ ЗА ЗАШТИТА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ (ЕЕА, 2014).....	57
	ПРИЛОГ II НАЦИОНАЛНО ЗАКОНОДАВСТВО ЗА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ И ЕМИСИИТЕ	58
	ПРИЛОГ III ПРЕГЛЕД НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ И БРОЈОТ НА НАДМИНУВАЊА НА ЦЕЛНИТЕ И ГРАНИЧНИТЕ ВРЕДНОСТИ.....	59

1. ВОВЕД

Загадувањето на воздухот во земјава предизвикува сериозна загриженост поради тоа што граничните вредности, особено оние за концентрациите на суспендирани честички кои се утврдени со цел да се заштити здравјето на луѓето, се надминуваат во голема мера. Ситуацијата е најсериозна во најголемите урбани средини, особено во Скопје и Тетово. Идентификувани се неколку извори и причини за големите проблеми со квалитетот на воздухот, но тие може да се разликуваат во рамките на самиот град, како и да варираат помеѓу различните градови. Користењето дрва за загревање на домаќинствата во зимскиот период предизвикува сериозни проблеми со квалитетот на воздухот во густо населените резиденцијални области, бидејќи најголемиот дел од домаќинствата во земјата сè уште користат дрва како примарен извор за греење. Патниот сообраќај исто така преставува извор на загадување на воздухот во урбаните средини, поради големиот интензитет на сообраќај и делумно поради стариот возен парк и несоодветното одржување на возилата. Производството на енергија и индустријата може да влијаат врз квалитетот на воздухот на локално ниво, особено на воздухот во близина на стари индустриски постројки кои немаат модерни системи за намалување на емисиите. Дополнително влијание врз загадувањето на воздухот има и развојот на густо изградени урбани области и намалувањето на зелените површини.

Мониторингот на квалитетот на воздухот со помош на модерни методологии во земјава се врши повеќе од 10 години. Во овој извештај се прави анализа на трендовите на концентрациите од загадувањето на воздухот во периодот 2005-2015 година. Кај одредени загадувачки супстанции, како што е сулфур диоксидот, јасно се забележува надолен тренд кај концентрациите во десетгодишниот период. Кај другите загадувачки супстанции пак надолниот тренд е многу мал или концентрациите остануваат на истото ниво. Концентрациите на суспендираните честички остануваат на високо ниво во текот на целиот период без значителен тренд на опаѓање.

Согласно законодавството, мерките за подобрување на квалитетот на воздухот мора да се спроведуваат тогаш кога граничните вредности на концентрациите на загадувачките супстанции за заштита на човековото здравје се надминати. Со цел успешно да се намалат емисиите во воздухот, потребно е да се направат напори до страна на централните и локалните власти, компаниите, како и од страна на граѓаните. За успешно подобрување на квалитетот на воздухот политиките за квалитетот на воздухот треба да се усогласат со другите политики за енергија, клима и транспорт на национално и локално ниво.

Земјава треба под итно да преземе активности за подобрување на квалитетот на воздухот со започнување на имплементацијата на мерките кои се дефинирани во националните и локалните планови за подобрување на квалитетот на воздухот. Мерките поврзани со намалувањето на емисиите од греењето во домаќинствата и патниот сообраќај треба да имаат приоритет, поради значителното влијание кое овие сектори го имаат врз квалитетот на воздухот. Понатаму, процесите на издавање еколошки дозволи за овие инсталации кои испуштаат најголеми емисии во воздухот треба да се забрзаат.

Повеќе од десет години Европската унија ѝ обезбедува поддршка на земјата во поглед на јакнење на административните капацитети во областа на квалитетот на воздухот. ЕУ обезбеди поддршка за подобрување на мрежата за мониторинг на квалитетот на воздухот и хемиските лаборатории, како и за системите за управување со податоците за квалитетот на воздухот. Поддршката подразбира три твининг за зајакнување на капацитетите за управување со квалитетот на воздухот, вклучително и развој на законодавството поврзано со квалитетот на воздухот, подобрување на мониторингот на квалитетот на

воздухот, оценки, управување со податоци и известување и инвентари на емисии. Тековниот твининг проект „Понатамошно зајакнување на капацитетите за ефективна имплементација на acquis во областа на квалитетот на воздухот“ се фокусира на понатамошно подобрување на капацитетите на Министерството за животна средина и просторно планирање, општините и Институтот за јавно здравје. Една од областите на кои се фокусира тековниот проект е изготвувањето планови за подобрување на квалитетот на воздухот на локално ниво. Овој извештај за оценка на квалитетот на воздухот исто така е изготвен како дел од активностите во рамките на твининг проектот.

2. ИЗВРШНО РЕЗИМЕ

Во моментот концентрациите на одредени загадувачки супстанции во воздухот во Македонија се високи и може да бидат штетни за човековото здравје. Квалитетот на воздухот може да се подобри со ефикасни активности кои ги намалуваат оние емисии кои имаат најголемо влијание врз концентрациите на загадувачките супстанции. Врз основа на мерењата на квалитетот на воздухот, може да се забележи одредено подобрување на квалитетот на воздухот во изминатите години, особено кај концентрациите на сулфур диоксид, како резултат на активностите за намалување на емисиите. Тоа значи дека континуираните долготрајни напори за почист воздух даваат резултат.

Познато е дека нивото на загадувањето е високо

Мониторингот на квалитетот на воздухот во земјата се врши од 1965 година со пасивно земање примероци на одредени загадувачки супстанции. Кон крајот на 1990-ите мониторингот се модернизира и просторно се проширува за да ја покрие целата територија на земјата. Со Државниот автоматски мониторинг систем за квалитет на воздухот континуирано се мерат нивоата на загадувачките супстанции во воздухот во согласност со ЕУ-директивните за квалитетот на воздухот и националното законодавство. Програмата за мониторинг вклучува постојано мерење на сулфур диоксидот (SO₂), азотните оксиди (NO_x/NO₂), суспендираните честички (PM₁₀ и PM_{2.5}), јаглерод моноксид (CO) и озон (O₃) на седумнаесет мерни локации во различни делови на земјата. Испарливите органски соединенија (VOCs), полицикличните ароматични јаглеводороди (PAHs) и тешките метали (HM) се мерени преку краткотрајни мерни кампањи. Исто така изготвени се пресметки од дисперзионо моделирање кои се применети за оценка на квалитетот на воздухот во споредба со граничните вредности.

Почнувајќи од есената 2012 година резултатите од сите постојани мерења се јавно достапни во реално време преку интернет порталот (<http://airquality.moep.gov.mk>).

Врз основа на деценискиот мониторинг на концентрациите на загадувачки супстанции во воздухот, добро е познато дека загадувањето на воздухот во урбаните средини преставува сериозен проблем во земјата. Понатаму, дури и во руралните области концентрациите на загадувачки супстанции може да бидат зголемени, а ова посебно се однесува на озонот и фините суспендирани честички (PM_{2.5}). Националните и европските стандарди кои се дефинирани за заштита на човековото здравје се значително надминати, на многу места и со продолжено времетраење. Планинскиот терен и метеоролошките услови во земјата предизвикуваат дополнителни предизвици при управувањето со загадувањето на воздухот. Дополнително, лесниот пристап до информациите поврзани со квалитетот на воздухот значително ја подигна јавната свест и предизвика сериозна и оправдана загриженост за загадувањето на воздухот.



Слика 1. Во зима концентрациите на суспендирани честички може да бидат високи, што исто така влијае врз видливоста (фото: Pia Anttila).

Извори и причини за загадувањето на воздухот

Идентификувани се многу извори и причини за проблемот со сериозното загадување на воздухот. Причините и главните процеси може да варираат во самите градови и може да се разликуваат помеѓу градови, меѓутоа не постои едно единствено објаснување за моментално регистрираните нивоа на загадување.

Еден од клучните извори на загадувачки супстанции во воздухот кој е заеднички за повеќето градови е стариот и несоодветно одржуван возен парк. На национално ниво, приближно половина од патничките автомобили и автобусите се стари и припаѓаат во категоријата возила со високи емисии. Сообраќајниот метеж или слабо развиениот јавен сообраќај, односно самото отсуство на јавен превоз ја влошува состојбата.

Неефикасното согорување во ложиштата и котлите во домаќинствата, заедно со употребата на огревно дрво со слаб квалитет, односно влажно или преработено дрво, па дури и отпадни материјали предизвикува проблеми, особено во густо населените резиденцијални области. Значителен дел од домаќинствата во земјата сè уште користат огревно дрво како примарен извор на топлина. Дотраените и ограничени системи за централно парно греење, како и високата цена на електричната енергија дополнително ја зголемуваат употребата на цврсти горива за греење во домаќинствата.

Системите за производство и дистрибуција на енергија често се стари, неефикасни, несигурни и го загадуваат воздухот. Домашното производство на електрична енергија главно зависи од лигнит со слаб квалитет и стари термоелектрани. Комбинираното производство на топлина и електрична енергија, како и производство на електрична енергија од ветерници и хидроцентрали сè уште не е доволно застапено во земјата.

Отсуството на соодветно управување со отпадот и системите за рециклирање го зголемуваат количеството на неконтролирано согорување отпад, како што е спалувањето на отпад од домаќинствата на отворено. Исто така, горењето земјоделски отпад може да предизвика проблеми со квалитетот на воздухот на локално ниво.

Изминатите децении ограничениот економски развој во земјата предизвика затворање на бројни индустриски капацитети кои испуштаа големи количини на загадувачки супстанции во воздухот. Дополнително, по 2006 година, на останатите производни индустриски постројки им беа наложени еколошки (ИСКЗ) дозволи и процеси за оценка на влијанието врз животната средина, а некои веќе започнаа со вградување на најдобрите достапни технологии за намалување на загадувањето на воздухот. Сепак, сè уште постојат стари производни индустрии без соодветна контрола на загадувањето на воздухот, што предизвикува ризик од нивно штетно влијание врз квалитетот на воздухот.

Фокус на ефективни активности за намалување на загадувањето

Еднодеценискиот систем за мониторинг на квалитетот на воздухот дава точни информации за големината на проблемот, па затоа приоритетите во иднина кои се однесуваат на управувањето со квалитетот на воздухот треба да се насочени кон намалување на загадувањето на воздухот. Расположливите податоци од мониторингот овозможуваат следење на трендовите на концентрациите во амбиентниот воздух, како и идентификување на изворите на загадувачките супстанции. Ова е корисно при одлучувањето каде се најпотребни мерките за намалување на загадувањето на воздухот и каде истите би имале најголем ефект.

3. ПОЛИТИКИ И СТРАТЕГИИ ЗА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ

Како резултат на активната меѓународна соработка во изминатата деценија, капацитетите за управување со квалитетот на воздухот во земјата се значително зајакнати. Моменталните нивоа на концентрациите на загадувачки супстанции се добро познати. Постојат веродостојни податоци за квалитетот на воздухот кои се достапни на јавноста и надлежните органи. Сепак, за подобрување на квалитетот на воздухот потребна е заложба на високо политичко ниво. Политиките и стратегиите кои се однесуваат на квалитетот на воздухот се подготвуваат за да се дефинираат целите на активностите во иднина.

Целта на европската политика против загадување на воздухот е „да се достигне ниво на квалитет на воздухот кое не предизвикува неприфатливо влијание и ризик врз човековото здравје и животната средина“. Во многу земји во Европа потребни се дополнителни напори за да се постигне оваа цел.

Европската заедница усвои одредени политики за ограничување на емисиите од индустријата, сообраќајот, постројките за производство на енергија и од земјоделството, со цел да се ограничи загадувањето на воздухот кое е одговорно за негативните ефекти врз човековото здравје и животната средина. Европските директиви за заштита на квалитетот на воздухот и за регулирање на емисиите се наведени во Прилог I од овој документ.

Директивите од Европската унија се транспонирани во националното законодавство (Прилог II). Главните закони се Законот за животна средина и Законот за квалитетот на амбиентниот воздух. Вториов закон детално го регулира следното:

- Гранични и целни вредности поврзани со квалитетот на воздухот;
- Гранични вредности за емисии од различните извори на загадување;
- Управување и оценка на квалитетот на воздухот и мониторинг на емисиите во воздухот;
- Планирање на заштитата на квалитетот на воздухот;
- Надзор и одговорни органи за спроведување на законодавството.

Како дополнување на примарното законодавство изготвени се голем број подзаконски акти кои веќе се стапени на сила.

Во 2012 година Владата ги усвои првите два национални стратешки документи за заштита на квалитетот на воздухот. Националниот план за заштита на амбиентниот воздух ја прикажува ситуацијата со квалитетот на воздухот, ги дефинира мерките за заштита и подобрување на квалитетот на амбиентниот воздух на национално ниво, по сектори (енергетика, индустрија, сообраќај, земјоделство и отпад) и ги дефинира сите соодветни институции одговорни за спроведување на мерките за периодот 2013-2018 година.

Изготвена е и Национална програма за постепено намалување на емисиите на одредени загадувачки супстанции за периодот 2012-2020 година. Во оваа програма идентификувани се мерки на национално ниво за намалување на емисиите на загадувачките супстанции во воздухот, како што се сулфур диоксид, азотни оксиди, амонијак, испарливи органски соединенија (VOCs), TSP и јаглерод моноксид. Понатаму, програмата дава и проекции за националните емисии за овие загадувачки супстанции во периодот 2015-2020 год.

Покрај националните планови, треба да се изготват и планови за подобрување на квалитетот на воздухот на локално ниво во општините каде што се забележани надминувања на граничните вредности на загадувачките супстанции. Овие планови ги содржат практичните активности кои треба да се преземат со цел да се подобри квалитетот на воздухот на локално ниво. Досега подготвени се планови за агломерацијата Скопски регион, и за општините Тетово и Битола.

4. МЕТОДОЛОГИИ И ПОДАТОЦИ КОРИСТЕНИ ВО ОЦЕНКАТА

Како поддршка на донесувањето одлуки и развојот на плановите за подобрување на квалитетот на воздухот се користат веродостојни долгорочни податоци од мониторингот на квалитетот на воздухот заедно со алатки за оценка на квалитетот на воздухот. Мониторингот на квалитетот на воздухот е основата за проценка на концентрациите на загадувачките супстанции, заедно со инвентарите на емисии, дисперзионото моделирање и анализите за определување на уделите на различните извори на загадување.

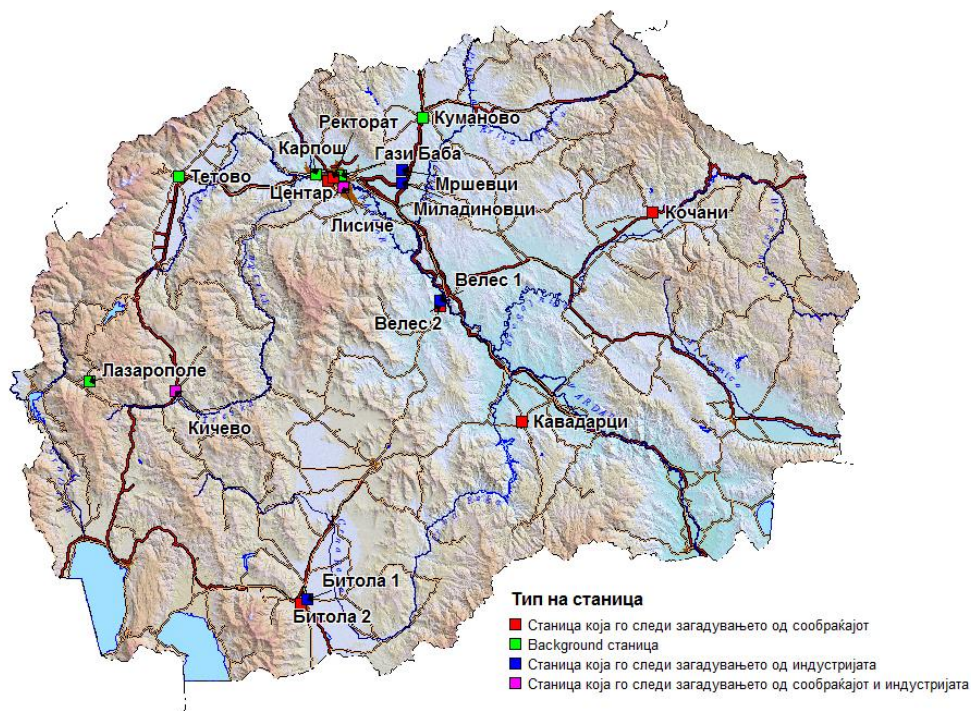
Оваа оценка се прави врз основа на податоците од мониторингот на квалитетот на воздухот, кои се акумулирани во последните десет години, ажурираните инвентари на емисии од 1990 год. наваму, резултати од бројни интензивни мерни кампањи и студии на случај, каде што математички се моделира дисперзијата на загадувачките супстанции во атмосферата. Користени се и метеоролошки, географски и податоци за земјиштето. Понатаму, направена е и приближна проценка на изворите на загадување со помош на статистичко моделирање на набљудуваните концентрации на загадувачките супстанции.

Влијанието на одредени извори на емисии врз квалитетот на воздухот не може да се идентификува само врз основа на информациите за емисиите. На пример, енергетските постројки може да емитуваат големи количества на загадувачки супстанции, меѓутоа емисиите главно се испуштаат во атмосферата низ високи оџаци и нивото влијание врз приземните концентрации на воздухот, кој луѓето го вдишуваат останува минимално. Изворите како патниот сообраќај од друга страна може да емитуваат помалку загадувачки супстанции, но поради тоа што емисиите се испуштаат во приземното ниво, нивното влијание врз квалитетот на воздухот на висината на која луѓето ги вдишуваат може да биде значително.

Временските услови кои преовладуваат може да влијаат врз намалување или зголемување на концентрациите на загадувачките супстанции. Силните ветрови може брзо да ги однесат загадувачките супстанции на оддалеченост од стотици километри, додека во услови на мирна метеоролошка состојба загадувачките супстанции може да се акумулираат околу изворот на емисијата. Комплексниот терен и блоковите со згради може дополнително да придонесат кон акумулација на загадувачките супстанции. Некои загадувачки супстанции остануваат во атмосферата со денови и седмици и може да се пренесуваат со стотици километри, додека други може да се трансформираат во други супстанции или да се наталожат на земјата за неколку минути или часови.

4.1. Мониторинг на квалитетот на воздухот

За оценка на квалитетот на воздухот се користат мерења, особено на оние места каде што се очекуваат надминувања на граничните вредности. Законодавството ги дефинира минималните услови за мерење на квалитетот на воздухот. Државната автоматска мрежа за мониторинг на квалитетот на воздухот се состои од 17 станици кои постојано го мерат квалитетот на воздухот во различни делови на земјата (Слика 2). Овој број на станици ги задоволува минималниот број на мониторинг станици на национално ниво и е во согласност со барањата наведени во националното законодавство и европските директиви. Со мониторинг станиците се мерат атмосферските концентрации на основните загадувачки супстанции SO_2 , CO , NO_2 , PM_{10} , $PM_{2.5}$ и O_3 , а информациите за нивоата на загадување се достапни за јавноста и надлежните органи во реално време. Со оваа мрежа на мониторинг станици управува Министерството за животна средина и просторно планирање (МЖСПП). За потребите на оваа оценка користени се податоци од мониторингот на квалитетот на воздухот во периодот 2005-2015 година.



Слика 2. Државна автоматска мрежа за мониторинг на квалитетот на воздухот со која управува МЖСПП

За да се добиваат веродостојни резултати, опремата за мониторинг мора редовно да се одржува и калибрира. За жал, недостатокот од редовно одржување на инструментите и недостатокот на резервни делови за инструментите кои веќе застаруваат ја намалува покриеноста со податоците, особено во изминатите неколку години.

Независно од постојаниот рутински мониторинг, во оценката се користат и резултатите од кампањите за мерење на концентрациите на тешки метали (НМ) и полициклични ароматични јаглеводороди (PAHs). Една кампања беше организирана во урбаната позадинска станица во Карпош, Скопје, во периодот од август 2015 до март 2016 година. Примероците беа земани на секои три дена од страна на МЖСПП, а хемиските анализи беа извршени во акредитирани лаборатории во Финска и Србија. Овие податоци исто така беа искористени за проценка на потенцијалните категории на извори на загадување на воздухот со помош на статистичко моделирање со повеќе варијабили (Позитивна матрица на факторизација).

Резултатите од мерната кампања посветена на испарливите органски соединенија (VOCs), спроведена во Скопје во периодот 2011-2012 год. исто така беа искористени при подготовката на оценката.

4.2. Инвентари на емисии

Информациите за емисиите претставуваат важна основа за националните политики за намалување на емисиите. МЖСПП секоја година подготвува инвентар на емисии за загадувачите супстанции SO_x , NO_x , CO, неметански испарливи органски соединенија (VOCs), NH_3 , суспендирани честички, тешки метали и неразградливи органски загадувачи (POPs). Инвентарите на емисии се засноваат на соодветни податоци - рати на активност (како на пример потрошувачка на гориво, количество производи, искористени потрошни материјали, број на грла добиток, обработливо земјиште итн.) и податоци од извршен мониторингот на емисии во воздух од страна на големите инсталации. Стандардните емисиони фактори

се земено од Упатството на ЕМЕР/ЕЕА, 2013. Во 2016 година, МЖСПП направи проценка и повторна пресметка на инвентарите за периодот 1990 -2014 год.

Резултатите од инвентарот на емисии се доставуваат до UNECE на годишно ниво. Сите инвентари се достапни на следната веб-страница http://cdr.eionet.europa.eu/mk/un/UNECE_CLRTAP_MK/.



Слика 3. Производството на енергија и сообраќајот се важни извори на емисии во воздухот (фото: Pia Anttila).

4.3. Дисперзионо моделирање

Дисперзионите модели може да се користат за проценка на влијанието на одредени извори на емисии и категории на извори врз квалитетот на воздухот. Тие може да се користат како поддршка на процесот на донесување одлуки, со тоа што ќе обезбедат информации за влијанието на мерките за подобрување на квалитетот на воздухот и намалување на емисиите, но и како поддршка на сообраќајното и урбанистичкото планирање. За да се постигнат квалитетни резултати потребни се квалитетни податоци од метеоролошки набљудувања и детални информации за емисиите. Слабата достапност на квалитетни влезни податоци го ограничува користењето дисперзиони модели во земјата. Сепак, преку првичната примена, создадени се темелите за развојот во иднина.

Направени се студии за дисперзионо моделирање со цел да се процени влијанието на производството на енергија, индустриските постројки и сообраќајот врз квалитетот на воздухот во град Скопје. Понатаму, направени се предвидувања на квалитетот на воздухот со помош на регионален дисперзионо модел. Користени се локални (UDM-FMI и CAR-FMI) и регионални (SILAM) модели развиени од Финскиот метеоролошки институт за проценка на квалитетот на воздухот.

5. ИЗВОРИ НА ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОЗДУХОТ

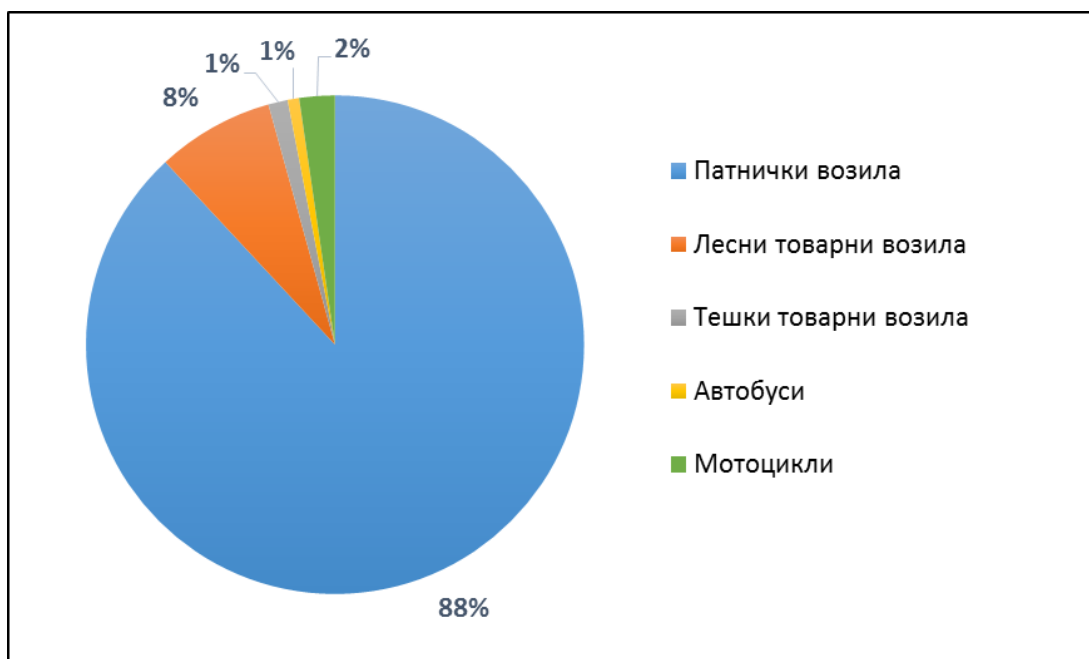
5.1. Патен сообраќај

Во секторот транспорт најголемо влијание врз загадувањето на воздухот имаат емисиите од патниот сообраќај. Влијанието на емисиите од патниот сообраќај е најголемо во урбаните области со збиена патна мрежа и голема фреквенција на возила. Патниот сообраќај има удел во емисиите на азотни оксиди, јаглерод моноксид, бензен и суспендирани честички, тешки метали и полициклични ароматични јаглеводороди.

Емисиите од патниот сообраќај зависат од типот и староста на возилата, изминатиот број километри на секоја група возила, како и квалитетот на горивата кои ги користат возилата. Исто така самиот циклус на возење има влијание врз емисиите; возењето во градското подрачје со мала брзина вообичаено произведува повеќе емисии во споредба со мирно возење на автопат со константа брзина. Во Европската унија почнувајќи од 1992 година граничните вредности за издвнните емисии од возилата постепено се заоструваат преку таканаречените стандарди за емисии според еуро класа. Овие стандарди постојано се ажурираат и од Еуро 0 (без контрола) до сегашните Еуро 6 доведоа до значително намалување на емисиите кои ги произведуваат возилата од новата генерација.

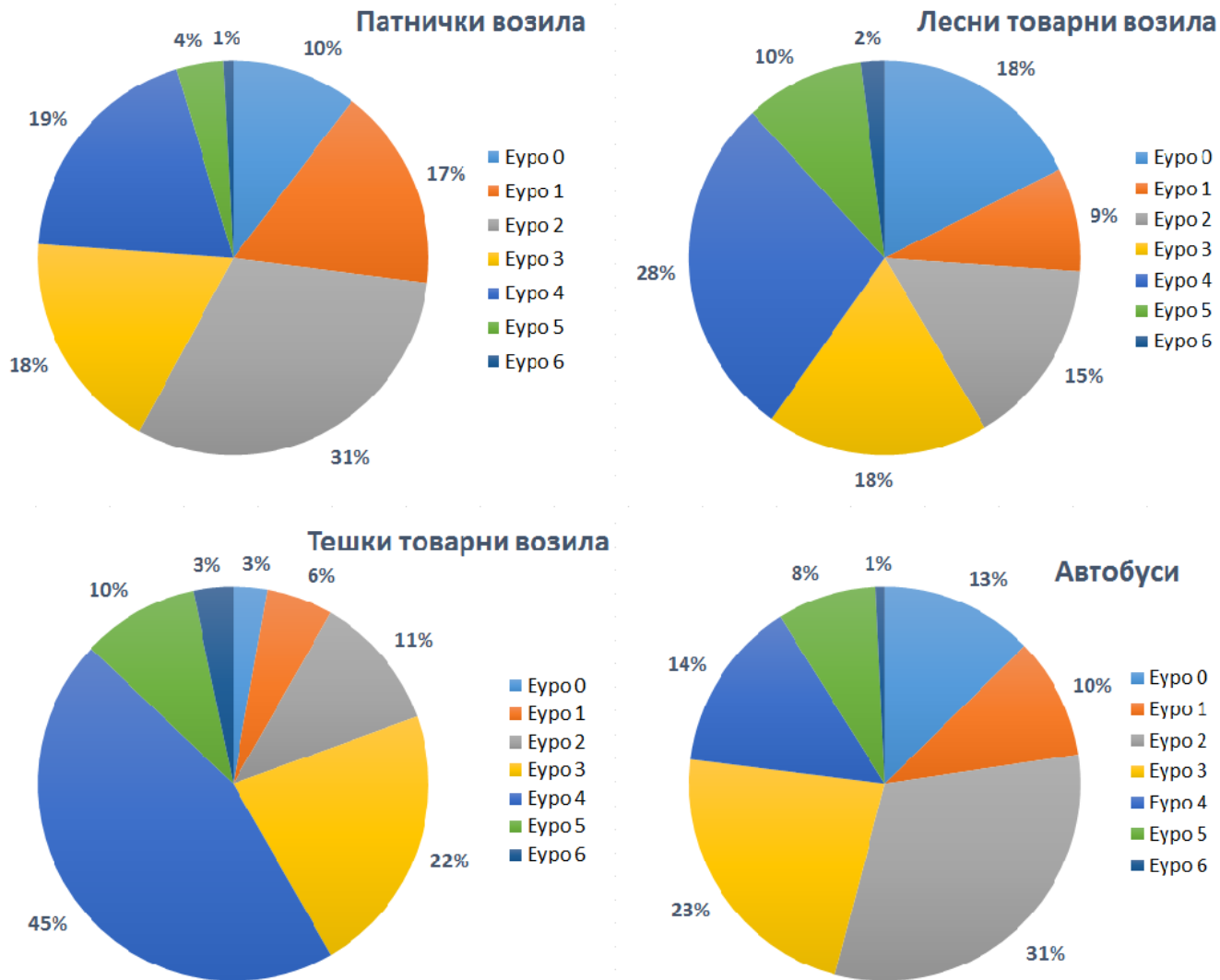
Тешкиот товарен сообраќај, што ги вклучува автобусите и камионите, произведува најголемо количество емисии по возило. Автомобилите со дизел мотори имаат повисоки емисии на NOx и суспендирани честички споредено со автомобилите со бензински мотори со вградени катализатори (со класа Еуро 1 и повисоки). Вообичаено, како се зголемува староста на возилата, така се зголемуваат и емисиите, бидејќи катализаторот и другите системи за преработка на издвнните гасови губат дел од ефикасноста.

Врз основа на податоците од регистарот на возила, во 2015 година, вкупниот број регистрирани моторни возила во земјава изнесува 436502 (Слика 4).



Слика 4. Удел на различните типови возила во 2015 година (Министерство за внатрешни работи, 2015)

Приближно половина од патничките возила и автобусите се уште припаѓаат во класите со високи емисии (Еуро 0 – Еуро-2), додека овој удел кај лесните и тешките товарни возила е помал (Слика 5). Според информациите од регистарот на возила се уште е релативно голем уделот на патничките возила, лесните товарни возила и автобусите (околу 10-18%), кои припаѓаат во најстарата категорија на возила (Еуро 0) кај кои нема вграден систем за преработка на издувните гасови.



Слика 5. Удел на регистрирани патнички возила, тешки товарни и лесни товарни возила и автобуси, кои се поделени според различните Еуро класи на емисии во 2015 год. (Министерство за внатрешни работи, 2015)

5.2. Индустија и производство на енергија

Индустијата претставува важен извор на емисии на суспендирани честички и тешки метали, додека производството на енергија е клучен извор за емисиите на SO_x, NO_x, суспендирани честички и CO на национално ниво. Работењето на индустриските капацитети се регулира со интегрирани еколошки дозволи кои ги издава МЖСПП (досега се издадени 113 А-ИСКЗ дозволи). Општините и Градот Скопје

издаваат дозволи за индустриски постројки со помал капацитет кои емитуваат помалку загадувачки супстанции во воздухот.

Главните инсталации кои имаат значителен придонес во националните емисии во моментот се:

- Термоелектраните за производство на електрична енергија кои користат јаглен и мазут РЕК Битола и РЕК Осломеј;
- Индустрискиот сектор во кој се произведуваат феролегури (Југохром Алзар ДООЕЛ);
- Други индустриски капацитети како цементарницата Титан во Скопје, постројките за производство на железо и челик Макстил АД Скопје и АрцелорМиттал АД Скопје и Фени Индустрис за производство на фероникел.

Инсталациите за производство на електрична и топлинска енергија кои се наоѓаат во Скопје користат природен гас како гориво, па затоа нивното влијание врз квалитетот на воздухот е занемарливо.

5.3. Греење во домаќинствата

Греењето во домаќинствата и сличното согорување од мал обем може да биде главен извор на загадувачки супстанции во воздухот. Кај малите шпорети, огништа и котли за греење може да постојат несоодветни услови на согорување (пр. ниска температура и слаб довод на воздух за процесот на согорување), квалитетот на горивото кое се користи може да биде слаб (пр. влажно огревно дрво) или дури и самото гориво може да е недозволиво (пр. отпад). Дополнително, емисиите се испуштаат на висина од само неколку метри, во близина на воздухот кој го дишат луѓето. Типични загадувачки супстанции во воздухот кои се резултат на нецелосно, неефикасно согорување од мал обем се CO, PM, NMVOCs и PAHs.

Согласно последниот официјален попис во земјата има 559187 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. Малиот удел на централното парно греење и големиот удел на греењето на дрва е последица на фактот што дрвата се најевтино гориво, но и постои ограничена достапност на мрежите за дистрибуција на топлина. Во земјата не постојат извори за производство на природен гас, па затоа природниот гас се увезува.

5.4. Други извори (земјоделство, отпад, градежништво)

Секторот земјоделство е главна категорија на извор на емисиите на амонијак (NH₃). Емисиите на амонијак главно произлегуваат од одгледувањето домашни животни, управувањето со ѓубрива и употребата на неорганички азотни ѓубрива. Земјоделството исто така претставува и помал извор на емисии на неметански испарливи органски соединенија (NMVOC) и суспендирани честички. Најголемиот број фарми во земјата се индивидуални фарми. Фармите за одгледување добиток и фармите каде што се произведува млеко и млечни производи се главен извор на емисии на амонијак.

Контролирана инцинерација на отпад од голем обем сè уште е ретка појава во земјата, бидејќи постои само еден инцинератор за клинички отпад кој е во функција. Од друга страна повеќе од 99% од комуналниот отпад се одложува на депонии, кои во најголем број не ги исполнуваат европските стандарди (со исклучок на депонијата Дрисла, која се наоѓа во Скопје). Сепак, секторот отпад не е главен извор на загадувачки супстанции во воздухот. Можна е појава на недозволено палање отпад на отворено,

што вклучува земјоделски отпад, дрво, ластари, дрвни остатоци, листови, пластика и друг отпад што може да влијае врз квалитетот на воздухот на локално ниво.

Воглавно од секторот градежништво се емитираат суспендирани честички, меѓутоа може да бидат емитирани и други загадувачки супстанции, зависно од материјалите кои се користат. Овој извор има мал придонес во националните емисии, но може да има влијание врз загадувањето на воздухот на локално ниво.

6. СУСПЕНДИРАНИ ЧЕСТИЧКИ (PM₁₀ И PM_{2.5})

Суспендираните честички се најкритична загадувачка супстанца во нашата земја која влијае врз човеково здравје. Концентрациите на суспендирани честички во земјата се високи, особено во текот на зимските месеци, кога значително ги надминуваат граничните вредности дефинирани во законодавството. Главниот извор на суспендирани честички е греењето во домаќинствата. Индустијата и сообраќајот исто така се важни извори на суспендирани честички.

Суспендираните честички, особено фините честички, содржат микроскопски цврсти или течни капки, кои се толку мали што можат многу лесно да навлезат длабоко во белите дробови и да предизвикаат сериозни здравствени проблеми. Големината на честичките, хемискиот состав и физичките карактеристики го дефинираат влијанието на суспендираните честички врз квалитетот на воздухот и човековото здравје. Суспендираните честички исто така влијаат врз климатските промени. Делумно ја ладат климата, бидејќи играат улога во процесот на формирање на облаците и делумно придонесуваат во топењето на глечерите (црн јаглерод во снегот) со што се загрева атмосферата.

Суспендираните честички се класифицирани според нивниот (аеродинамичен) дијаметар, како PM₁₀ (честички со дијаметар помал од 10 µm) или PM_{2.5} (со дијаметар помал од 2.5 µm). Покрупните PM₁₀ честички во себе содржат и пофина фракција PM_{2.5}.

6.1. Извори и емисии на суспендирани честички

Постојат природни и антропогени извори на суспендираните честички во атмосферата. Природните извори на пример вклучуваат морска сол, природно суспендирана прашина, полен и вулканска пепел. Антропогени извори се согорување на горива за производство на енергија, инцинерација, греење во домаќинствата и согорување на горива од возилата. Особено во градовите, важни локални извори претставуваат патниот сообраќај (издувни гасови од возилата и прашина од патиштата, како и горењето дрва или јаглен за затоплување во домаќинствата. Висината на која се испуштат емисиите е ниска, речиси во зоната на дишење на човекот. Затоа, влијанието на овие извори врз квалитетот на воздухот во приземниот слој може да бидат значително.



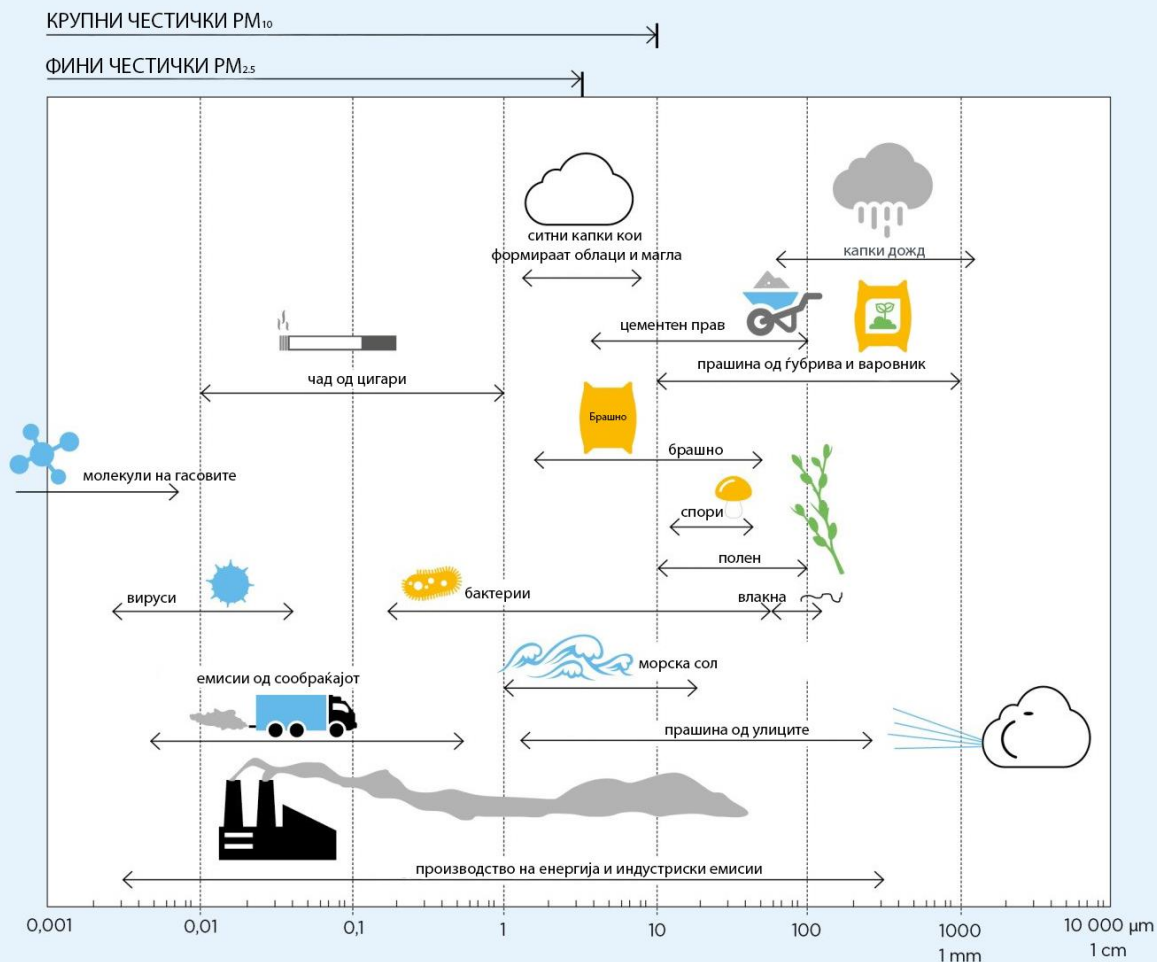
Слика 6. Сообраќајот преставува еден од главните извори на емисии во воздухот (фото: Александар Ристовски)

Суспендираните честички, кои се познати под името аеросоли, може да се категоризираат како примарни или секундарни суспендирани честички. Примарните суспендирани честички директно влегуваат во атмосферата, додека секундарните честички се формираат во атмосферата по оксидација и трансформација на емисиите на примарните гасови (пр. гасот сулфур диоксид преминува во сулфати во суспендираните честички, или гасовите јаглеводороди преминуваат во секундарни органски аеросоли). Во текот на најсериозните епизоди на загадување на воздухот, се забележува мешавина од примарни и секундарни суспендирани честички и реактивни гасни загадувачки супстанции.

Главните компоненти на суспендирани честички во атмосферата се секундарните сулфати, нитрати, амонијак и органски аеросоли, како и примарен натриум хлорид, елементарен хлор, елементарен јаглерод, минерална прашина и водена пара.

Постои широк спектар на големини и хемиски состави на суспендираните честички. Слика 7 прикажува илустрација на големината на суспендираните честички од различни извори (најголемите суспендирани честички се прикажани на левата страна од сликата). На пример, суспендираните честички во емисиите од сообраќајот и во чадот од тутун се многу мали (под $2.5 \mu\text{m}$ во дијаметар), додека цементната прашина, и поленот се покрупни (над $10 \mu\text{m}$ во дијаметар). Производството на енергија и индустриските емисии генерира различни големини на суспендирани честички, зависно од производниот процес. Големината на суспендираните честички е многу значајна од здравствен аспект, бидејќи најфините честички навлегуваат подлабоко во човековото тело и предизвикуваат посериозно влијание врз здравјето.

ПОДЕЛБА НА ЧЕСТИЧКИТЕ СПОРЕД ГОЛЕМИНАТА

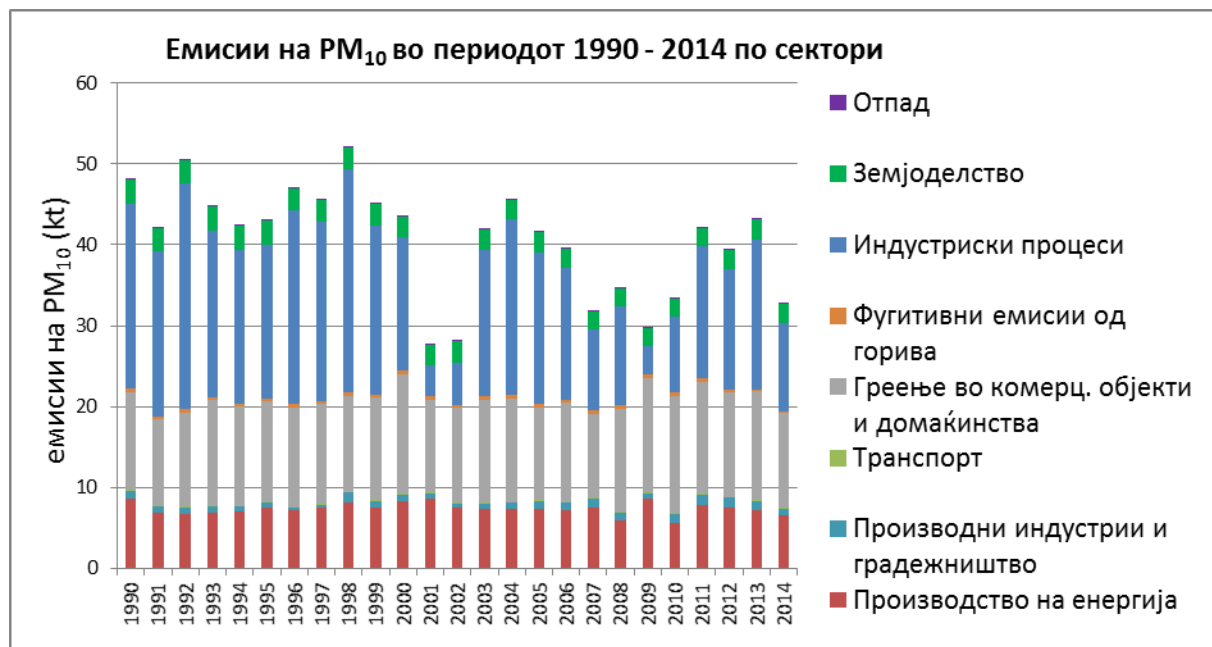


Слика 7. Илустрација на различните големини на суспендираните честички и примери за нивното потекло

Слика 8 дава приказ на трендот на примарните емисии (директни антропогени) на PM_{10} на национално ниво во периодот 1990-2014 год. Во 2014 год. главните сектори на изворите на суспендираните честички (PM_{10}) се греење во домаќинствата, индустриски процеси и производство на енергија, со поединечен удел од 36%, 33% односно 20% од вкупните примарни емисии. Емисиите од греењето во домаќинствата се засноваат на статистичките податоци за потрошувачката на дрва, јаглен и нафта за греење. Другите сектори на емисии се помалку значајни. Од сообраќајот емисиите изнесуваат околу 2% од вкупните емисии на PM_{10} во 2014 година. Индустриските процеси произведуваат значително количество емисии на суспендираните честички, главно како резултат на производството на феролегури и енергија со употреба на нискокалоричен лигнит (кафеав јаглен). Сепак, овие директни емисии на PM се само дел од антропогениот товар на PM , додека секундарните аеросоли и фугитивните емисии на прашина не се вклучени.

Годишните трендови на националните емисии на $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} се слични, бидејќи изворите на емисии главно се исти. Вкупните емисии на PM_{10} во 2014 година изнесуваат 33000 тони, а вкупните емисии на $\text{PM}_{2.5}$ изнесуваат 22000 тони. Варијациите на годишните емисии главно се причинети од осцилациите во

индустриското производство (феролегури) или благите зими кога се намалувала потребата за греење во домаќинствата.



Слика 8. Национални емисии на примарни PM₁₀ во периодот 1990–2014 год., по сектори (МЖСПП, 2016).

6.2. Стандарди за квалитетот на воздухот во поглед на суспендираните честички

Граничните и целните вредности за PM₁₀ и PM_{2.5} за заштита на човековото здравје се дефинирани во националното законодавство, каде е транспонирана директивата за квалитетот на воздухот 2008/50/ЕЗ (ЕУ, 2008) со пролонгирање на рокот кога треба да се исполни граничната вредност за PM_{2.5} (Табела 1). За PM₁₀ постојат гранични вредности за краткорочните (среднодневни) и долгорочните (просечни годишни) концентрации. За PM_{2.5} дадена е само гранична вредност за долгорочната (просечна годишна) концентрација. Во земјата најчесто е надмината среднодневната гранична вредност за PM₁₀ (50 µg/m³), исто како и во други европски градови и урбани подрачја.

Табела 1. Гранични и целни вредности за PM_{10} и $PM_{2.5}$.

Големина на фракција	Просечен период	Вредност	Коментари
Гранична вредност на PM_{10}	Среднодневна вредност	$50 \mu g/m^3$	Да не се надмине повеќе од 35 дена годишно
Гранична вредност на PM_{10}	Просечна годишна вредност	$40 \mu g/m^3$	
Целна вредност на $PM_{2.5}$	Просечна годишна вредност	$25 \mu g/m^3$	
Гранична вредност на $PM_{2.5}$	Просечна годишна вредност	$25 \mu g/m^3$	Да се исполни до 1 јануари 2020
Гранична вредност на $PM_{2.5}^*$	Просечна годишна вредност	$20 \mu g/m^3$	Да се исполни до 1 јануари 2025
Обврска за изложеност на концентрации на $PM_{2.5}$	Просечна вредност од три години	$20 \mu g/m^3$	2020
Гранична вредност на $PM_{2.5}^{**}$			Да се исполни до 2025

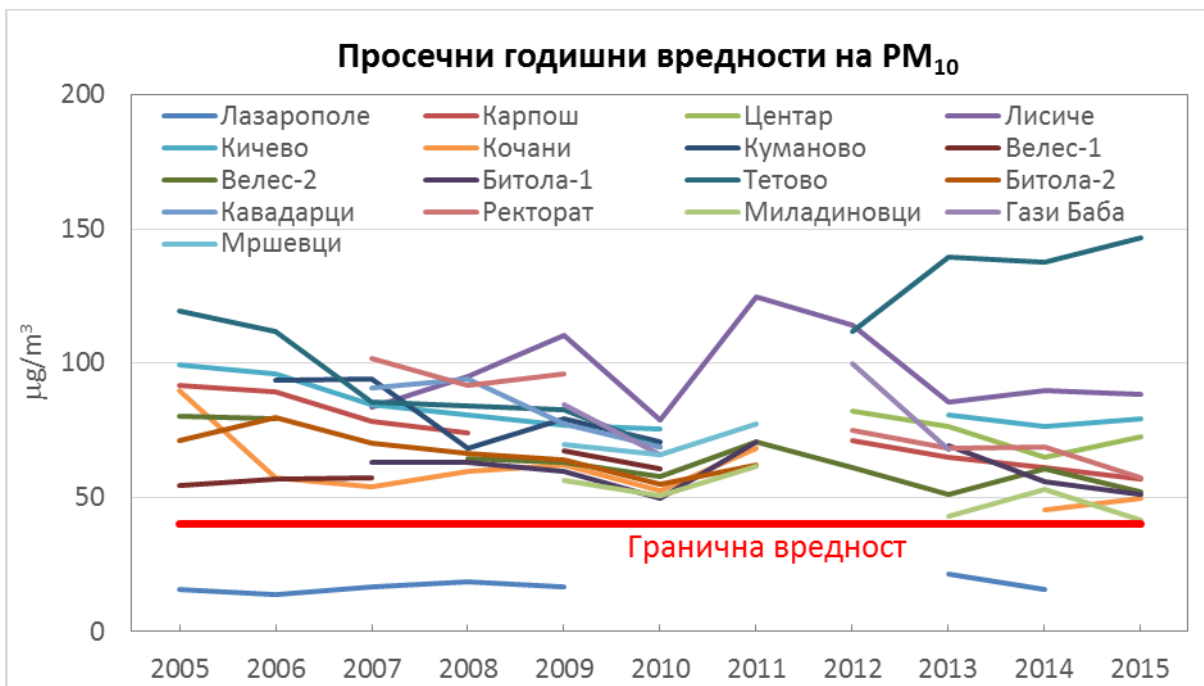
* Индикативна гранична вредност (Фаза 2) која ќе се ревидира од страна на Министерството за животна средина и просторно планирање во 2018 земајќи ги предвид дополнителните информации за ефектите врз здравјето и животната средина, техничката изводливост и искуствата со целната вредност во земјите членки на ЕУ.

** Намалување на изложеност 0–20 % (зависно од индикаторот за просечната изложеност во референтната година).

6.3. Тренд на концентрациите на суспендирани честички (PM_{10} и $PM_{2.5}$) во периодот 2005-2015

Загадувањето кое го предизвикуваат суспендираните честички е на високо ниво и е распространето насекаде во урбаните области во земјата. Просечните годишни концентрации на PM_{10} ја надминуваат годишната гранична вредност ($40 \mu g/m^3$) во сите мониторинг станици поставени во урбани места во сите години од 2005 година наваму (Слика 9). Следствено на ова, среднодневната вредност е надмината во сите мониторинг станици и во сите години, со исклучок на мерната станица лоцирана во село Лазарополе (Прилог III).

Највисоките годишни просечни концентрации на PM_{10} се измерени во Тетово и Скопје (Лисиче) и надминуваат $120 \mu g/m^3$. Не е возможно да се направи статистичка анализа на трендовите поради голем број на податоци кои недостасуваат. Сепак, може да се направи проценка дека нивоата на концентрациите остануваат стабилни во целиот период помеѓу 2005 и 2015 година. Се проценува дека просечната вредност на PM_{10} во урбаните локации изнесува приближно $80 \mu g/m^3$.



Слика 9. Просечни годишни вредности на PM₁₀ во периодот 2005-2015 год.

Концентрациите на PM₁₀ во урбаните средини имаат нагласени и еднакви сезонски варијации; концентрациите се високи во периодот декември – јануари (Слика 10). Високите концентрации на PM₁₀ во текот на зимата се поврзани со повисоките директни емисии (греење во домаќинствата, особено употреба на дрва) но и поради метеоролошките услови кои ја ограничуваат дисперзијата на емисиите и ги олеснуваат хемиските реакции со кои се создаваат секундарни честички, како на пр. од издувните гасови на возилата. Во текот на зимските месеци типична е појавата на смог во градовите кои се наоѓаат во котлините.



Слика 10. Просечни месечни вредности на PM_{10} во периодот од 2005 до 2015 год.

Вообичаено планините го намалуваат протокот на воздух во котлините овозможувајќи зголемување на концентрациите на загадувачките супстанции во приземниот слој на воздухот. Атмосферските услови се стабилни (слаб ветар) во текот на ноќта и неутрални до нестабилни во текот на денот (посилен ветар). Ова е причината зошто концентрациите на загадувачките супстанции често се зголемуваат во текот на ноќта, иако истовремено емисиите не се најголеми.

Во градовите кои се опколени со верижни планини најсериозните епизоди на загадување на воздухот се создаваат при специфични атмосферски услови, т.н. температурна инверзија. Инверзија се појавува во текот на зимските месеци кога нормалните атмосферски услови (студен воздух одозгора, топол воздух одоздола) се менуваат (ги заменуваат местата, односно се случува инверзија) и се спречува нормалното вертикално мешање на топлиот и студениот воздух. Со инверзијата се заробува слој студен воздух под слојот топол воздух. Топлиот слој делува како капак и ги заробува загадувачките супстанции во студениот воздух во најниските делови на котлината. Загадувачките супстанции не се дисперзираат или раствораат, туку остануваат заробени во приземниот слој.

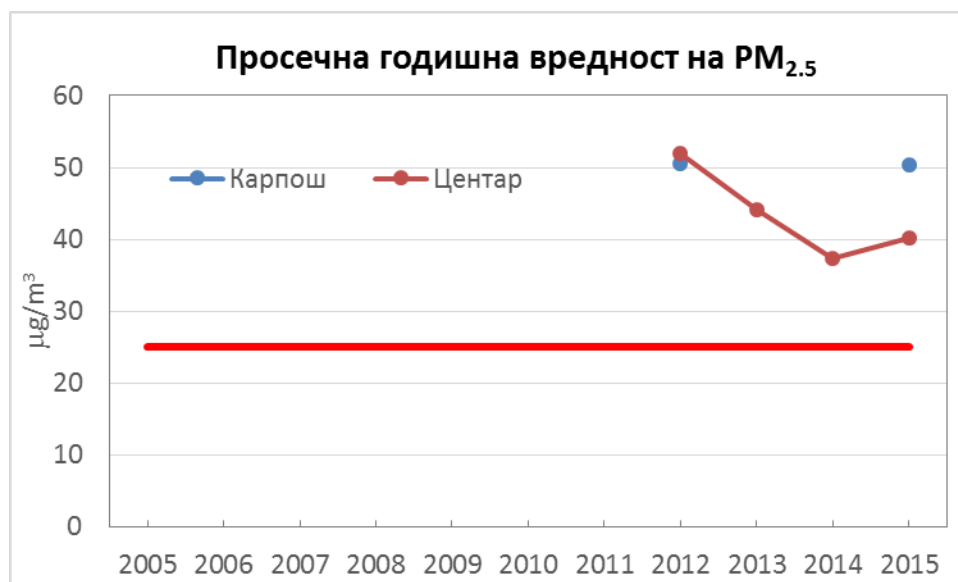
Маглата дополнително го влошува проблемот, олеснувајќи брза реакција на гасот кој преминува во честички и кондензација на полу-испарливите соединенија, а со тоа и повисоки концентрации на суспендирани честички, односно формирање на смог. Колку подолго трае инверзијата, толку повеќе се зголемува нивото на загадувањето заробено одоздола. Топлиот воздушен слој од инверзијата обично се растерува само со промена на временските услови, што се манифестира со поголема брзина на ветрот.



Слика 11. Лисиче – Скопје, петок 20 ноември 2015 год. во 08:00 часот. Во текот на истата седмица загадувачките супстанции се акумулираа во Скопската котлина. Максималните часовни нивоа на PM_{10} и CO во четвртокот навечер изнесуваа; $500 \mu g/m^3$ односно $10 mg/m^3$, (фото: Ристе Стефановски)

Исто така во текот на летото концентрациите на PM_{10} се релативно високи: приближно $40-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ како среднодневни вредности. Овие зголемени нивоа на PM веројатно се поврзани со директните локални извори, фотохемиското формирање честички од реактивни гасови, регионално дисперзираните суспендирани честички од шумски и полски пожари и позадинските концентрации на аеросоли. Во руралната позадинска станица Лазарополе, просечните концентрации на PM_{10} варираат помеѓу $14-21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, но овде максималните концентрации се појавуваат во текот на летните месеци. Просечните концентрации на суспендираните честички во летните месеци (јуни – август, целиот период од студијата) изнесуваа $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, кои може да се сметаат за просечни летни позадински концентрации на суспендирани честички во овој регион.

Концентрациите на фините суспендирани честички ($PM_{2.5}$) се мерат во две мониторинг станици во Скопје, уште од 2012 година. Просечната годишна вредност на концентрациите изнесува околу $40-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Слика 12) што е два пати повисоко од граничната вредност.

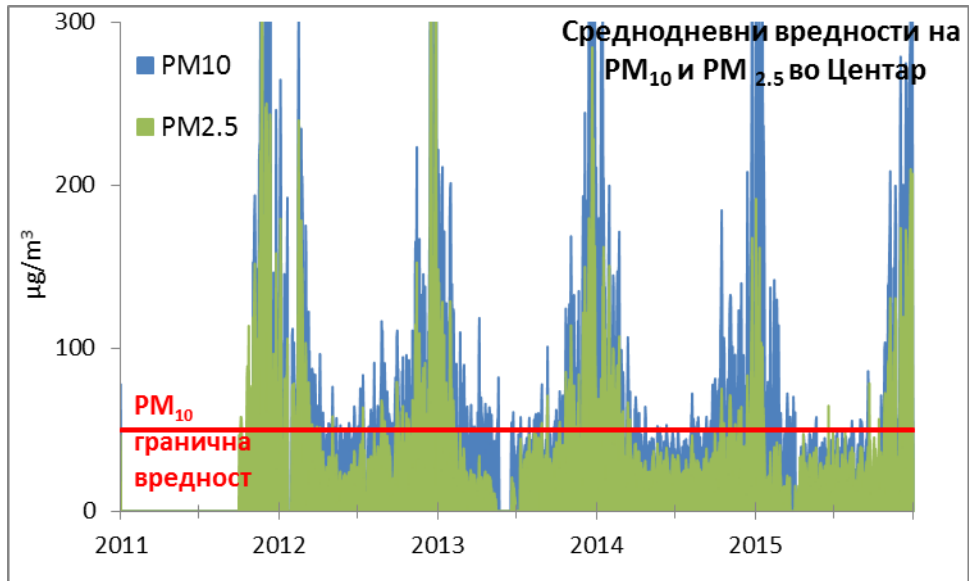


Слика 12. Просечна вредност на $PM_{2.5}$ во Скопје, во периодот 2012-2015 год.

Концентрациите на фини суспендирани честички измерени во мониторинг станиците во Центар и Карпош се во корелација, меѓутоа нивото на концентрациите во Карпош е малку повисоко (10%) споредено со станицата во Центар. При споредба на концентрациите на PM_{10} и $PM_{2.5}$ може да се забележи дека голем процент (приближно две третини) од честичките кои може да се вдишат, отпаѓаат на најопасната фина фракција (Слика 13, и Слика 14).



Слика 13. Среднодневни вредности на PM_{10} и $PM_{2.5}$ во Карпош.



Слика 14. Среднодневни вредности на PM_{10} и $PM_{2.5}$ во Центар.

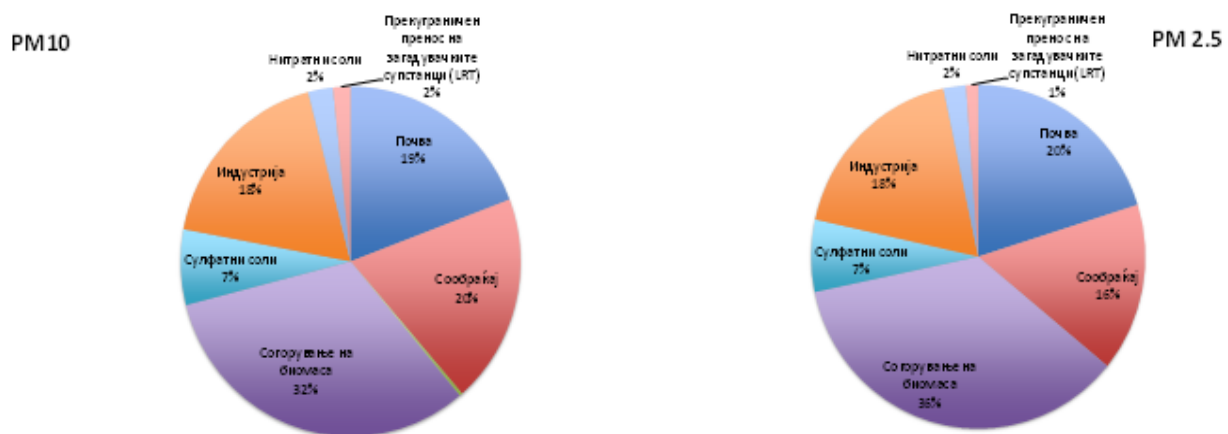
Анализа за определување на уделот на различните извори на загадување во концентрациите на суспендирани честички

Уделите на различните извори на емисии во концентрациите измерени во Карпош се анализирани со методот на позитивна матрица на факторизација (PMF - positive matrix factorization). Во студијата користени се податоците за концентрациите на суспендирани честички, SO_2 , NO_2 , CO , O_3 , тешки метали и PAH измерени во периодот од август 2015 до февруари 2016 година.

Студијата покажува забележителен удел на согорувањето биомаса во концентрациите на $PM_{2.5}$ и PM_{10} во Карпош. Согорувањето биомаса кое потекнува од греењето во домаќинствата придонесува со 32-36% во концентрациите на суспендирани честички (види графикони подолу). Други значајни извори во концентрациите на суспендирани честички се сообраќајот со удел од 16-19%, почвата, вклучително и прашината од улиците со 19-20% и индустријата со удел од 18% во вкупните концентрации на суспендирани честички.

Локацијата на мониторинг станицата во Карпош претставува резиденцијална област која не е под значително само на еден извор на емисии. Затоа може да се претпостави дека концентрациите измерени во оваа станица се слични со концентрациите на кои е изложено мнозинството од населението кое живее во Скопје. Сепак концентрациите и уделите на изворите може да бидат различни во некои други области, на пр. во близина на главни улици или онаму каде што голем број домаќинства се грееат на дрва. Сепак, резултатите покажуваат дека мерките за подобрување на квалитетот на воздухот на локално ниво во Скопје треба да се насочат кон секторите греење во домаќинствата и сообраќај.

Поради ограничениот сет на податоци (податоците за концентрациите на тешки метали и PAHs беа достапни само за период од шест месеци) резултатите од PMF моделот треба да се земат како индикативни. За да се подобрат резултатите од анализите за определување на уделот на различните извори на загадување, потребно е да се користат подолги временски серии со веродостојни податоци од мониторингот на квалитетот на воздухот.



Слика 15. Удели на различните извори на емисии во концентрациите на PM_{10} и $PM_{2.5}$ во урбаната позадинска мониторинг станица Карпош

7. АЗОТ ДИОКСИД (NO₂)

Сообраќајот е главна причина за високите концентрации на NO₂ во градските подрачја. Со развивање и промовирање на јавниот превоз и со возење велосипед може да се намали бројот на возила во центарот на градот и со тоа да се подобри квалитетот на воздухот. Најстарите автомобили произведуваат најголеми емисии, па така, обновата на возниот парк ќе ги намали емисиите од сообраќајот.

Азот диоксид главно се формира со оксидација на азот моноксид (NO). Овие гасови заедно се познати под името азотни оксиди (NO_x). Азот диоксидот е главниот извор на нитратни аеросоли, кои формираат суспендирани честички (PM_{2.5} и PM₁₀), и во присуство на ултравиолетова светлина формираат озон (O₃). NO₂ може да има негативно влијание врз екосистемите, кој покрај ефектите на закиселување може да има улога на хранлива материја. Сепак, вишокот наталожен реактивен азот во екосистемите може да предизвика еутрофикација (преголема количина на хранливи материји).

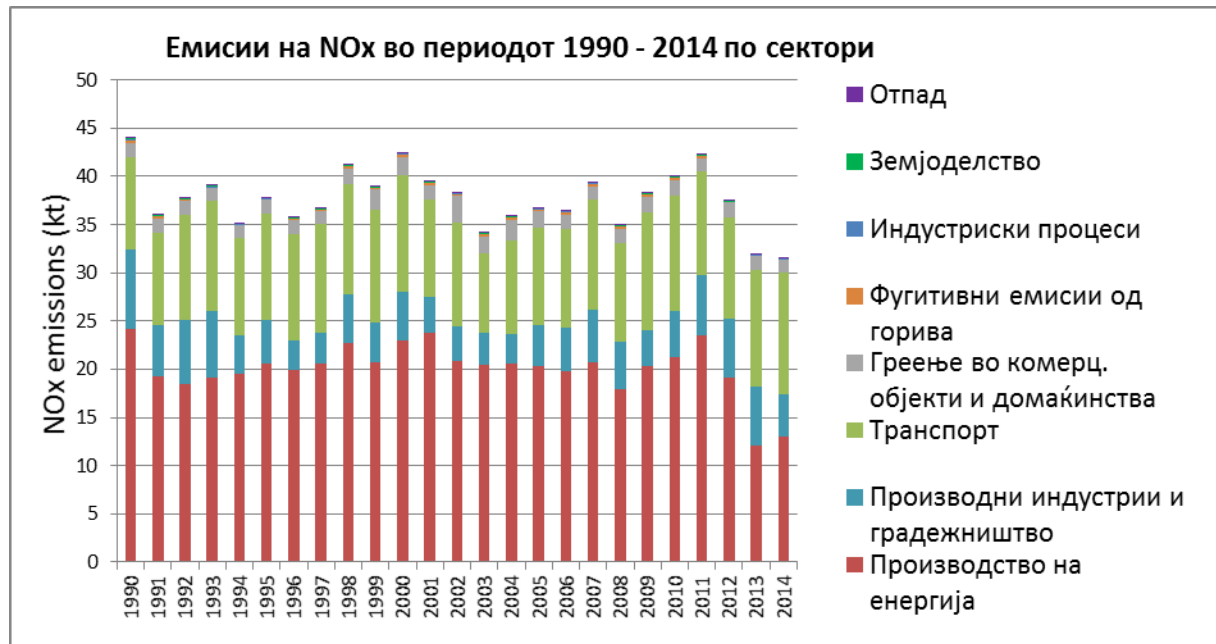
7.1. Извори и емисии на NO₂

Главните извори на антропогени емисии на NO₂ се процесите на согорување при високи температури (греењето, производството на енергија и согорување на горивата во моторите на возилата). Емисиите главно се појавуваат во форма на NO, кој потоа брзо се трансформира во NO₂ во атмосферата.



Слика 16. Користењето јавен превоз преставува еден начин да се намали сообраќајниот метеж и емисиите (фото: Александар Ристовски)

Главниот удел во националните емисии на NO₂ потекнува од секторот енергетика (41 % во 2014) и сообраќај (40 % во 2014) (Слика 17). Вкупното количество на емисии на NO_x во 2014 година изнесува приближно 32000 тони (МЖСПП, 2016).



Слика 17. Национални емисии на NO_x во периодот 1990-2014 год, по сектори (МЖСПП, 2016).

Кај емисиите на NO_x се забележува тренд на намалување од 2011 година (Слика 17), што е резултат на редуцираното работење на термоелектраната РЕК Осломеј, односно намалената потрошувачка на јаглен и гасификацијата на една топлана. Пониските емисии на NO_x во 2013 споредено со 2012 исто така се резултат на модернизацијата на котлите во најголемата термоелектрана РЕК Битола, како и гасификацијата на постоечките топлани. Во текот на 2013 и 2014 година емисиите се релативно стабилни.

Според информациите од националниот инвентар на емисии, емисиите на NO_x кои потекнуваат од транспортот изминатите години се на исто ниво. Во системот на национални инвентари на емисии, емисиите од транспортот се пресметани врз основа на енергетскиот биланс (потрошувачка на гориво и претпоставка за поделбата на горивото по различните категории возила), додека бројот на изминати километри на различните типови возила не е земен предвид. Ова создава несигурност во системот на инвентари на емисии и истата ќе се намали со примена на повисоко ниво на пресметка која ќе ги вклучува изминатите километри и категоризацијата на возила по еуро класи.

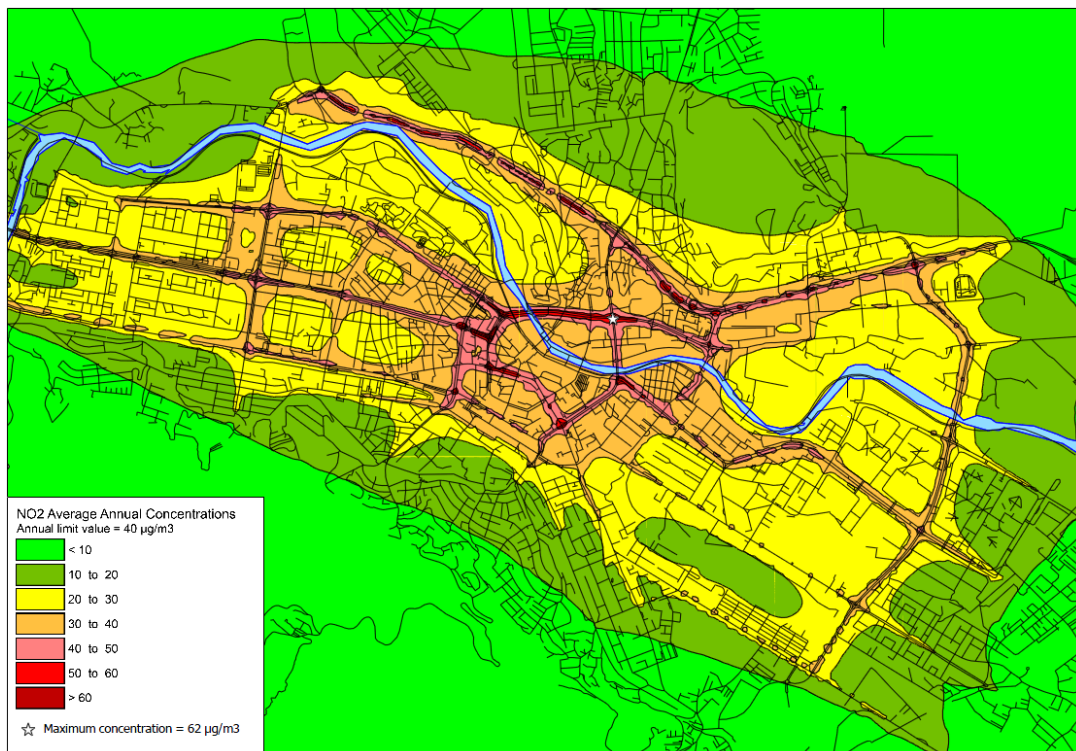
Тековната обнова на возниот парк на автомобили и соодветното прифаќање на возилата со пониски емисии сè уште не е видливо во проценките на националните емисии. Постојат многу фактори кои влијаат врз стапката на обнова, како што е економската ситуација на земјата и промените во неа, законодавство и прописи, субвенции за превоз, оданочување на новите возила и различните типови на возила. Врз основа на сето ова потрошувачите решаваат кога и каков тип на возило ќе купат, односно користат, доколку воопшто и се решат на такво нешто.

Оценка на влијанието на патниот сообраќај врз концентрациите на NO₂ во Скопје

Дисперзијата на емисиите на азот диоксид од патниот сообраќај е пресметана со употреба на дисперзиониот модели CAR-FMI. Пресметани се емисии од сообраќајот за 475 патни сегменти, кои покриваат 113,5 km од улиците во Скопје. Притоа користени се податоците од автоматски бројачи на возила, статистички податоци за возниот парк и емисиони фактори за различни типови возила. Вкупните годишни емисии на NO_x кои потекнуваат од патниот сообраќај според пресметките изнесуваат приближно 500 t/год. Дополнително, во пресметките се користени податоци од метеоролошки набљудувања во текот на една година (2015).

Слика 18 ги претставува просечните годишни концентрации од патниот сообраќај во Скопје за 2015 година. Според пресметките на моделот концентрациите на NO₂ ги надминуваат годишните гранични вредности (40 µg/m³) во близина на главните улици и крстосници. Во резиденцијалните делови од градот годишните концентрации се под граничната вредност.

Резултатите од пресметките на моделот треба да се споредат со измерените концентрации со цел да се оцени веродостојноста на резултатите од моделирањето. За 2015 година, мониторинг станиците во Скопје не располагаат со веродостојни податоци од мерења на NO₂ поради неисправност на инструментите и слаба покриеност со податоци. Сепак, поради тоа што во изминатите години, годишните просечни концентрации на NO₂ ги надминаа граничните вредности на локациите каде има зголемен сообраќај, може да се оцени дека резултатите од моделирањето во голема мера се веродостојни. Пресметките од моделирањето треба да се повторат штом се обезбедат веродостојни податоци од мерењата на NO₂ во Скопје.



Слика 18. Годишни просечни концентрации на NO₂ од патниот сообраќај во Скопје, пресметани со дисперзионен модел.

7.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на NO₂ и NO_x

Граничните вредности, критичните нивоа и праговите за NO₂ и NO_x (Табела 2) се дефинирани во националното законодавство, во кое целосно е транспонирана Директивата за квалитетот на воздухот 2008/50/ЕЗ. Часовните и годишните гранични вредности за NO₂ се дефинирани со цел да се заштити човековото здравје. Исто така постои и праг на алармирање за NO₂. Кога прагот на алармирање е надминат повеќе од три часа последователно, надлежните органи треба да спроведат акциони планови. Дефинирани е и критичното ниво за NO_x за заштита на вегетацијата.

Табела 2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на NO₂.

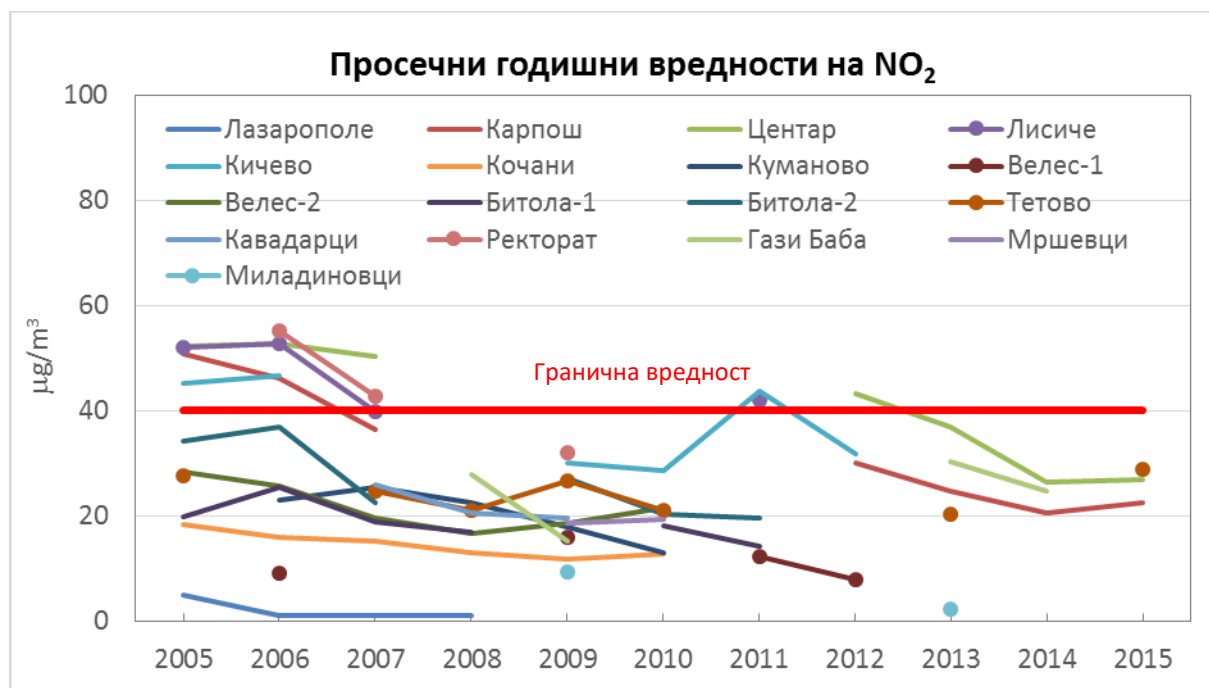
Цел	Просечен период	Гранична вредност или праг	Број на дозволени надминувања
Човеково здравје	Еден час	200 µg/m ³	18 часа годишно
Човеково здравје	Календарска година	40 µg/m ³	
Алармирање*	Еден час	400 µg/m ³	
Вегетација**	Календарска година	30 µg/m ³	

* Се мери во текот на три последователни часови на локации кои се репрезентативни за квалитетот на воздухот на барем 100 km² или пак на цела зона или агломерација, давајќи предност на помалата.

** Како оксиди на азот (NO_x), изразени во µg/m³, критично ниво за заштита на екосистемите.

7.3. Тренд на концентрациите на NO₂ во периодот 2005-2015

Мониторингот на концентрациите на NO₂ сериозно засегнат од нередовното одржување и староста на инструментите, па како резултат на тоа временските серии често се без континуитет (Слика 19). Во првите неколку години годишните гранични вредности на NO₂ беа надминати во сите мониторинг станици во Скопје, како и во мониторинг станицата во Кичево. Во изминатите години, граничната вредност не е надмината. Меѓутоа, поради фактот што резултатите од мониторингот на концентрациите на NO₂ содржат и значителен степен на несигурност, не може да се потврди дали граничните вредности на NO₂ нема да бидат надминати во иднина. Во Скопје фреквенцијата на возилата не е намалена, ниту пак возниот парк е значително подновен, па затоа сè уште постои веројатност од надминување на граничната вредност. Инструментите за мерење на NO₂ треба редовно да се одржуваат за да може да се добиваат веродостојни информации за нивото на концентрациите.



Слика 19. Просечни годишни вредности на NO₂.

Според мерењата на квалитетот на воздухот, постои јасна и еднаква сезонска варијација на концентрациите на NO₂ кои можат да се поврзат со метеоролошките услови (неповолни услови за мешање на воздухот во зима) бидејќи емисиите (главно од сообраќајот) немаат слични сезонски варијации.

Се проценува дека концентрациите на азот диоксид се на исто ниво во изминатите години. Сепак, оценката на трендовите на концентрациите на NO₂ претставува предизвик, поради значителниот степен на несигурности и малата покриеност со податоци од мониторинг. Највисоките концентрации на NO₂ се измерени во центарот на Скопје, во близина на фреквентните патишта. Годишната гранична вредност на NO₂ е надмината кај станиците кои го следат загадувањето од сообраќајот и сè уште постои веројатност од надминување на граничните вредности на NO₂. Затоа, сообраќајот има најголемо влијание врз концентрациите на NO₂, особено во градови и во близина на фреквентните патишта и раскрсници.

8. СУЛФУР ДИОКСИД (SO₂)

Концентрациите на SO₂ во воздухот се видливо намалени во изминатите години, бидејќи е намалена потрошувачката на лигнит и мазут. Сепак, вкупните национални емисии на SO₂ сè уште се високи. Поради тоа потребни е воведување на технологии за намалување на емисиите на SO₂ особено кај главните термоелектрани.

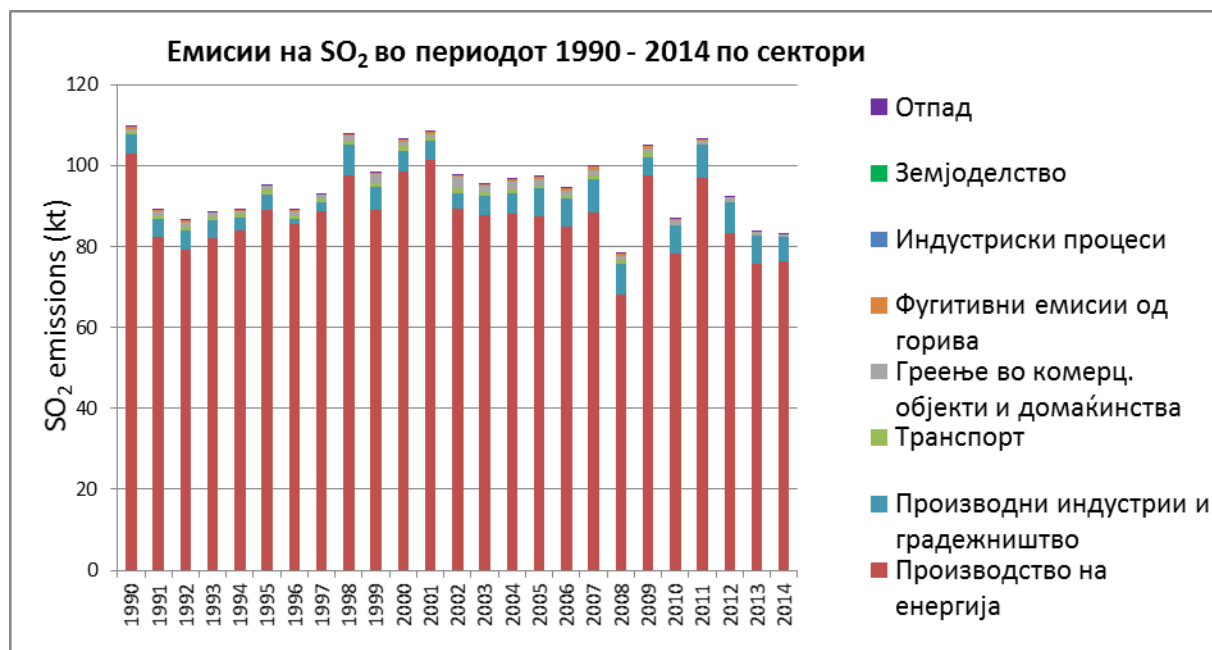
Сулфур диоксидот (SO₂) е штетен за човековото здравје и екосистемите. Тој претставува главен реактивен гас за создавање на суспендирани честички, кои се поврзуваат со сериозните здравствени ефекти. Кога SO₂ се соединува со вода формира сулфурна киселина. Таа е главната компонента на киселиот дожд, кој предизвикува уништување на шумите и закиселување на почвата и водата. Сулфурот може да се складира во почвата, при посебни биохемиски услови и може да предизвика ефект на одложено закиселување.

Така, за да се види позитивниот ефект од мерките за намалување на емисиите на SO₂ може да бидат потребни децении.

8.1. Извори и емисии на SO₂

SO₂ се произведува при согорувањето на фосилни горива и топењето на минерални руди кои содржат сулфур. Во основа, главниот антропоген извор на SO₂ претставува согорувањето на фосилни горива кои содржат сулфур, а се користат за производство на енергија, греење во домаќинствата, и моторните возила.

Главниот удел (над 90 % во 2014 год.) од националните емисии на SO₂ произлегуваат од енергетскиот сектор кој вклучува производство на електрична енергија и топлина (Слика 20). Вкупното количество на годишни емисии на SO₂ во 2014 година изнесувало 83000 тони.



Слика 20. Национални емисии на SO₂ по сектори 1990-2014 (МЖСПП, 2016)

Кај двете најголеми електрани на јаглен за производство на електрична енергија РЕК Битола (675 MW) и РЕК Осломеј (125 MW) најголемиот дел од емисиите на SO₂ се поврзани со немањето постројки за десулфуризација и употребата на лигнит со низок квалитет (кафеав јаглен) кој содржи околу 2% сулфур. Емисиите на SO₂ од овие електрани се испуштаат преку високи оџаци (со висина од 250 и 185 метри). Поради високите оџаци емисиите се дисперзираат и разредуваат во атмосферата и како резултат на тоа приземните концентрации на SO₂ околу постројките остануваат релативно ниски и покрај високите емисии. Постојат планови за инсталирање на постројка за десулфуризација во термоелектраната РЕК Битола, со што значително ќе се намалат националните емисии на SO₂.



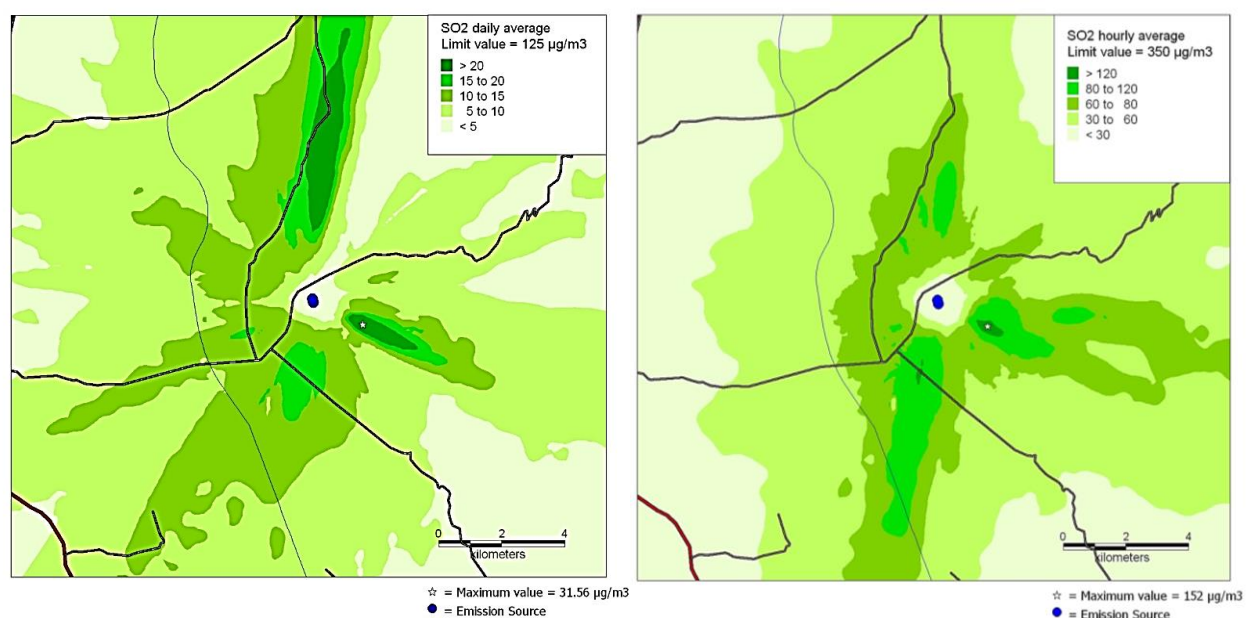
Слика 21. Термоелектрана на јаглен во РЕК Битола (фото: МЖСПП, 2016).

Покрај големите производствени капацитети на енергија, постојат и помали топлани за потребите на централното парно греење, кои користат гас и нафта за ложење главно во скопскиот регион. Овие помали енергетски постројки ја заменија употребата на мазут со нафта за ложење. Со ова значително се намалија концентрациите на SO_2 во Скопје. Дел од емисиите на SO_2 (помалку од 10 %) потекнуваат од индустријата односно од фабриките за производство на челик, рафинеријата и цементната индустрија. Патниот сообраќај не емитува значителни количества на SO_2 , поради употребата на горива со ниска содржина на сулфур.

Осцилациите во годишните емисии на SO_2 (Слика 20) во изминатите години се предизвикани од промените во потрошувачката на јаглен од страна на големите електрани РЕК Битола и РЕК Осломеј. Во 2009 и 2011 година потрошувачката на јаглен беше повисока, додека во 2012-2013 година имаше намалување во потрошувачката. Во 2013 пониските емисии исто така се резултат на модернизацијата на котлите во термоелектраната РЕК Битола.

Дисперзија на емисиите од РЕК Битола

Дисперзијата на емисиите на сулфур диоксид од термо-електричната централа беше пресметана со помош на дисперзиониот модел UDM-FMI. При пресметките предвид се земено годишни емисии од 61.227 тони од два 250-метарски оџаци. Според пресметките од моделот максималните концентрации кои ги емитува постројката се под граничните вредности кои се дефинирани за концентрациите на SO₂. Максималните концентрации во разгледуваната област беа 16 % (3.1 µg/m³) од критичното ниво за заштита на вегетацијата, 25 % (31.6 µg/m³) од граничната вредност за среднодневните концентрации и 44 % (152.3 µg/m³) од граничната вредност за едночасовните концентрации. Највисоките концентрации се јавуваат на 2-8 km јужно и источно од електраната. Градот Битола се наоѓа на 14 km западно од електраната и поради насоката на ветрот која преовладува, највисоките концентрации во градот не се причинети од електраната. Според пресметките од моделот, концентрациите на SO₂ во Битола кои потекнуваат од емисиите од електраната изнесуваат помалку од 0.5 µg/m³ како годишна просечна вредност, помалку од 10 µg/m³ како среднодневна концентрација, односно помалку од 30 µg/m³ како просечна едночасовна концентрација. Часовните и дневните концентрации според моделот и споредбата со граничните вредности се дадени на мапата подолу.



Слика 22. Просечни дневни и часовни концентрации на SO₂ споредени со граничните вредности, пресметани според дисперзионите модели

8.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на SO₂

Граничните вредности, критичните нивоа и прагот за алармирање за SO₂ (Табела 3) се дефинирани во националното законодавство, во кое целосно е транспонирана Директивата за квалитетот на воздухот 2008/50/ЕЗ. Часовните и среднодневните гранични вредности за NO₂ се дефинирани со цел да се заштити човековото здравје. Исто така постои и праг на алармирање за SO₂. Кога прагот на алармирање е надминат

повеќе од три часа последователно, надлежните органи треба да спроведат акциони планови со цел да се влијае врз високите концентрации на SO₂. Дефинирани се и критични нивоа за заштита на вегетацијата.

Табела 3. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на SO₂

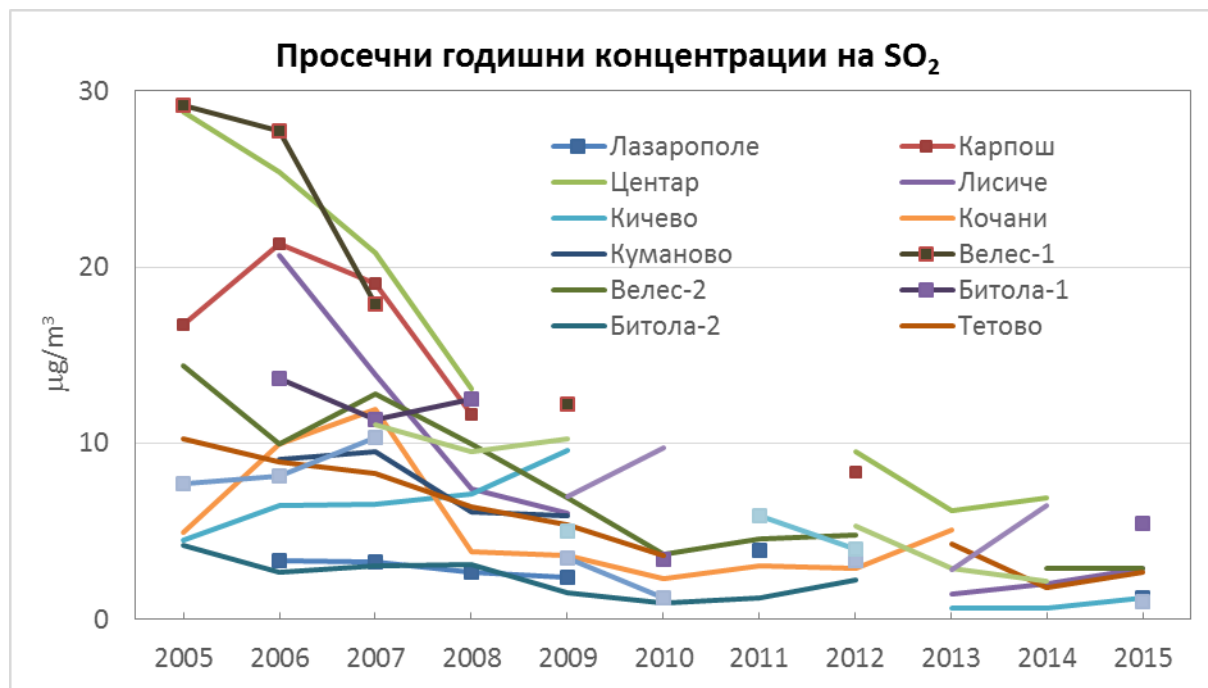
Цел	Просечен период	Гранична вредност или праг	Број ана дозволени надминувања
Човеково здравје	Еден час	350 µg/m ³	24 часа годишно
Човеково здравје	Еден ден	125 µg/m ³	3 дена годишно
Аларм*	Еден час	500 µg/m ³	
Вегетација**	Календарска година	20 µg/m ³	
Вегетација **	Зима (1 октомври - 31 март)	20 µg/m ³	

* Се мери во текот на три последователни часови на локации кои се репрезентативни за квалитетот на воздухот на барем 100 km² или пак на цела зона или агломерација, давајќи предност на помалата.

**Критично ниво за заштита на екосистемите во ЕУ.

8.3. Тренд на концентрациите на SO₂ во периодот 2005-2015

Намалувањето на емисиите на SO₂ јасно доведува до намалување на концентрациите на SO₂ во воздухот (Слика 23). На почетокот на периодот во кој се вршел мониторинг во Скопје и Велес регистрирани се просечни годишни вредности над 20 µg/m³. Во 2006 година во Скопје беа надминати дури и едночасовните и среднодневните гранични вредности на SO₂. Во изминатите десет години намалувањето на концентрациите на SO₂ е релативно систематски тренд во сите мониторинг станици. Од 2007 година наваму нема регистрирани надминувања на граничните вредности на SO₂.



9. ОЗОН (O₃)

Просечните концентрации на озон во градовите се релативно ниски поради присуството на други загадувачки супстанции кои го разградуваат озонот од воздухот. Сепак, како што е типично за овој регион, краткотрајните епизоди со зголемени концентрации на озон се честа појава.

Изложувањето на озон се смета дека е најопасна за вегетацијата во споредба со која било друга загадувачка супстанца во воздухот. Озонот може да има значително влијание врз растот на дрвјата, потоа врз културите како пченица, соја и ориз како и врз вегетацијата во целина. Од тие причини, високите концентрации на озон може да предизвикаат значителни економски загуби во шумското стопанство и земјоделството. Озонот исто така е штетен по човековото здравје.

9.1. Извори на O₃

Озонот (O₃) се формира со сложени хемиски реакции со емисиите на гасовите реактанти како што се азотните оксиди и јаглеродородите. Генерално, во урбаните средини издуните емисии од возилата имаат најголем придонес во концентрациите на озон. Покрај реактантите потребна е и сончева светлина за формирање на O₃. Затоа концентрациите на O₃ вообичаено се повисоки во медитеранските земји споредено со северноевропските земји.

Концентрациите на O₃ обично се зголемуваат со зголемувањето на надморската висина, па така концентрациите на O₃ во мониторинг станиците поставени на поголема надморска висина може да бидат повисоки споредено со станиците поставени на пониска надморска висина. Во урбаните средини, озонот се разградува со хемиски реакции на NO и се формира NO₂. Затоа, за разлика од другите загадувачки супстанции, концентрациите на O₃ се највисоки во руралните места, пониски во урбаните делови, а најниски во деловите каде што има сообраќај. Понекогаш, при епизоди на висока соларна радијација и температура, високи концентрации на O₃ може да се појават и во урбаните средини.

Во урбаните области, намалувањето на емисиите на NO_x може да доведе до зголемување на концентрациите на O₃. Меѓутоа, концентрациите на O₃ не ги одредуваат само емисиите на гасовите реактанти, туку големо влијание имаат и метеоролошките услови. Епизодите со зголемени концентрации на O₃ се појавуваат во периоди на топло сончево време бидејќи сончевата светлина и високите температури одат во прилог на формирањето на O₃.

9.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на O₃

Во националното законодавство стандардите за квалитет на воздухот кои се однесуваат на O₃ се дефинирани со цел да се заштити човековото здравје и вегетацијата (Табела 4). Максималната дневна осумчасовна средна вредност изнесува 120 µg/m³ и е дефинирана со цел да се заштити човековото здравје. При надминување на прагот на информирање, надлежните органи имаат обврска да ги известат граѓаните. При надминување на прагот на алармирање, потребно е да се изготви краткорочен акционен план.

Бидејќи концентрациите на O_3 имаат негативно влијание врз вегетацијата, законодавството исто така дефинира целни вредности за заштита на вегетацијата од високите концентрации на O_3 кои се акумулираат во текот на сезоната на раст (дефинирана како периодот од мај до јули).

Табела 4. Целни вредности, цели и прагови кои се однесуваат на O_3 .

Цел и правна природа	Просечен период	Целна вредност или вредност на праг
Целна вредност за човековото здравје	Максимална дневна осумчасовна средна вредност	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ *
Целна вредност за вегетација	АОТ40 пресметана од едночасовните вредности од мај до јули	$18\,000 (\mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \text{h}$ **
Долгорочна цел за заштита на човековото здравје	Максимална дневна осумчасовна средна вредност	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Долгорочна цел за заштита на вегетацијата	АОТ40 пресметана од едночасовните вредности од мај до јули	$6\,000 (\mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \text{h}$
Праг на информирање	1 час	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Праг на алармирање	1 час	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

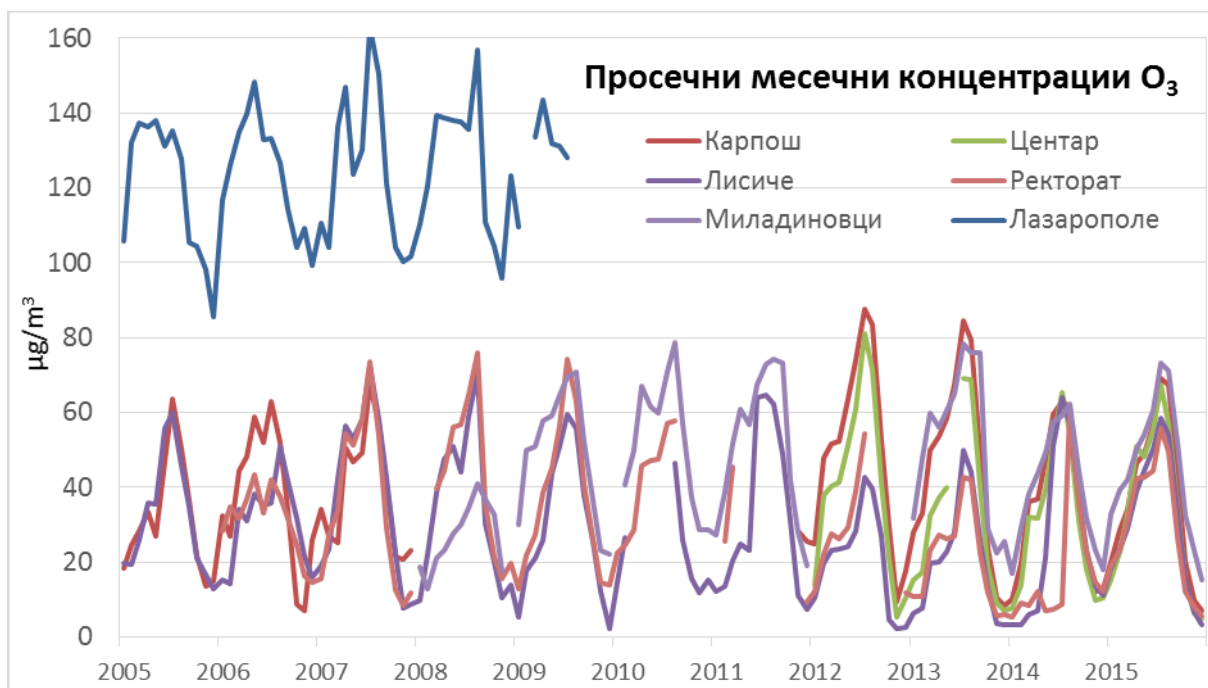
Забелешка: АОТ40, акумулирана изложеност на O_3 над прагот од 40 ppb. Ова преставува збир на разликите помеѓу часовните концентрации $> 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 ppb) и $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ акумулирани во текот на сите часовни вредност измерени помеѓу 8 и 20 часот по средноевропско време.

* не смее да биде надмината повеќе од 25 дена во календарска година со средна вредност измерена за период од три години.

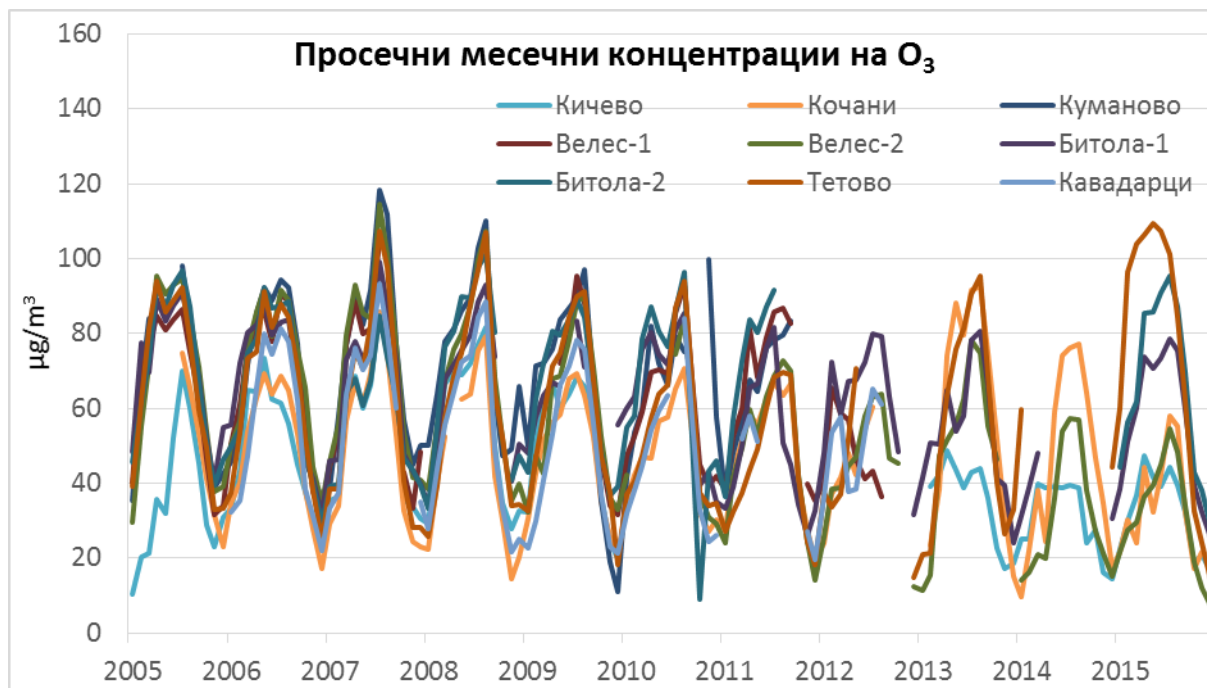
** средна вредност за период од 5 години.

9.3. Тренд на концентрациите на O_3 во периодот 2005-2015

Концентрациите на озон се мерат во една рурална позадинска станица во Лазарополе и во 14 мониторинг станици на урбани локации. Според очекувањата, највисоките концентрации се измерени во руралната станица во Лазарополе, а најниските во Скопје, градот со најголем сообраќаен метеж (Слика 24). Во Лазарополе концентрациите се многу високи, дури и локација со поголема надморска висина и во просек изнесуваат $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Лазарополе се наоѓа на надморска висина од 1.350 метри. Просечната концентрација на озон се зголемува со надморската висина, па затоа ова ниво на концентрации е карактеристично само за концентрациите на озон на оваа надморска висина и географска ширина. На другите локации во земјата концентрациите на озон се значително пониски (Слика 25).



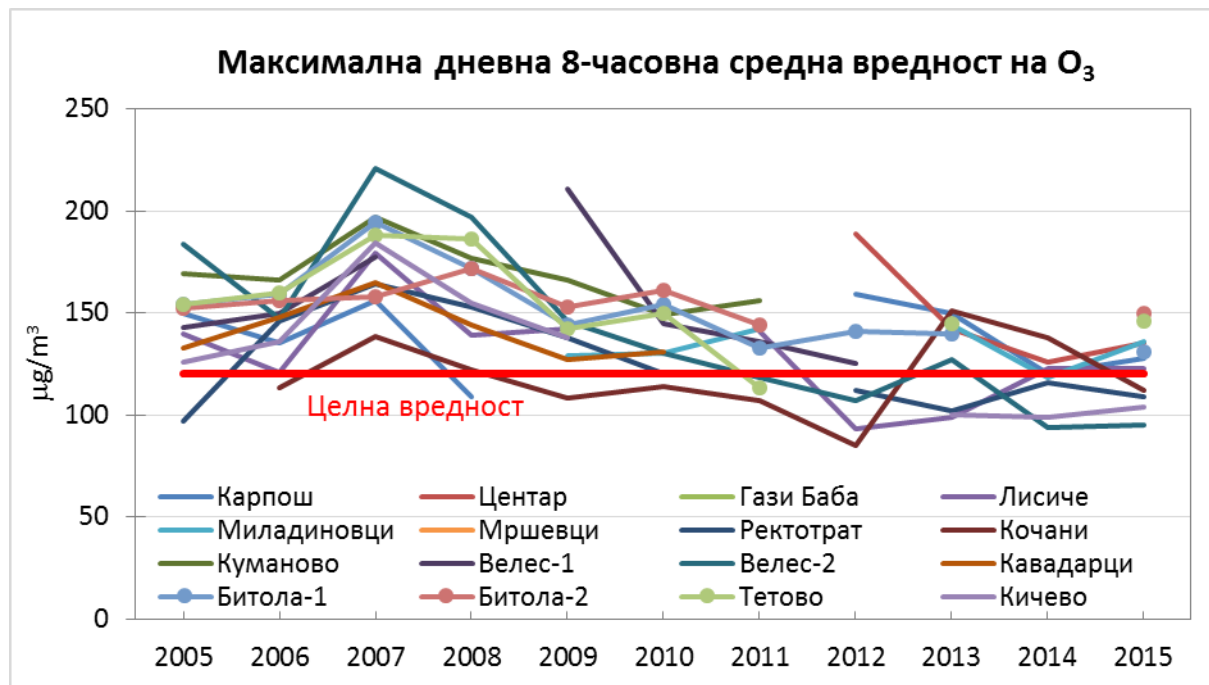
Слика 24. Просечни месечни концентрации на O_3 во Лазарополе и Скопје



Слика 25. Просечни месечни концентрации на O_3 во другите делови на земјата

Во Скопскиот регион концентрациите на озон изнесуваат приближно $30\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и немаат јасен тренд. Во загадените подрачја (како Скопје) концентрациите на озон се зголемуваат со намалување на концентрациите на NO_x . Сепак ова не може да се види од податоците од мониторингот, според кои во Скопје сè уште нема значително намалување на концентрациите на NO_2 .

Во другите помали градови, во кои има помалку сообраќај, просечните концентрации на озон се движат околу $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ и се чини дека концентрациите малку опаѓаат по 2007 година (освен во Тетово). Овој тренд на опаѓање е уште појасен при максималните концентрации (максимални дневни осумчасовни средни концентрации) (Слика 26). Треба да се изработи детална студија за да се оценат факторите кои ја предизвикуваат оваа појава.



Слика 26. Надминување на дневната целна вредност

Покрај намалувањето на максималните концентрации, исто така е намален и бројот на денови кога има надминувања на концентрациите на O₃ во изминатите 10 години (Слика 27).



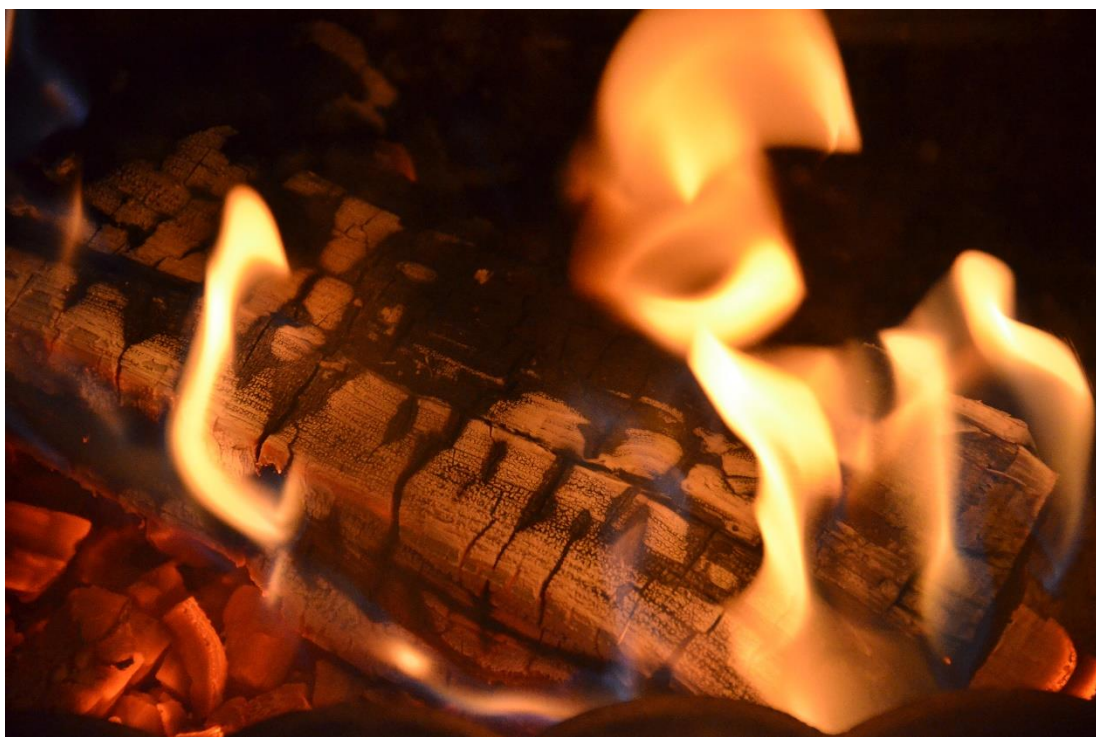
10. ЈАГЛЕРОД МОНОКСИД (CO)

За разлика од повеќето градови во Европа, граничната вредност на јаглерод моноксидот се уште сè надминува по неколку денови годишно во некои градови во Македонија. Ова веројатно е поврзано со стариот возен парк и широко распространетата употреба на дрва за греење во домаќинствата.

Јаглерод моноксидот (CO) е безбоен гас, без мирис и вкус и е со малку помала густина од воздухот. Овој гас во атмосферата се јавува на различни места и има краток век на траење, бидејќи има улога во формирањето на приземниот озон.

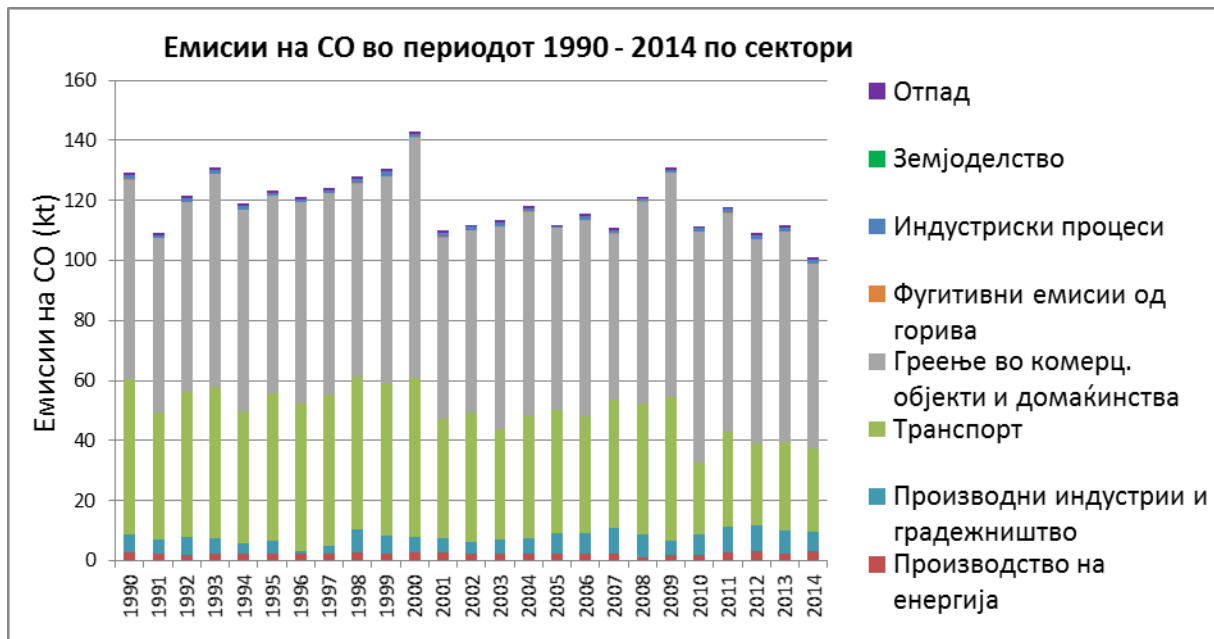
10.1. Извори и емисии на јаглерод моноксид

Јаглерод моноксидот (CO) е загадувачка супстанца во воздухот која се формира при процесите на согорување, како што е греењето во домаќинствата со користење цврсти горива и од патниот сообраќај, особено при лоши услови на согорување. Во градовите низ Европа концентрациите на CO значително се намалија откако катализаторите станаа задолжителни за новите возила со бензински мотори во 1992 година. Измерените концентрации на CO во амбиентниот воздух денес во Европа се далеку под граничната вредност, а изложеноста на населението на високи концентрации на CO во воздухот се јавува многу ретко и на локално ниво.



Слика 28. Сообраќајот е еден од главните извори на емисии на CO (фото: Александар Ристовски).

Главниот удел во националните емисии на CO го сочинуваат греењето во домаќинствата (над 60% во 2014) и транспортот (27% во 2014) (Слика 29). Од 90-ите вкупните емисии на CO се намалени за околу 20%. Намалувањето главно се должи на сè помалите емисии од транспортот и транспортниот сектор (патен сообраќај). Вкупните годишни емисии на CO во 2014 година изнесувале 112.000 тони.



Слика 29. Национални емисии на CO во периодот 1990-2014, по сектори (МЖСПП, 2016)

10.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на CO

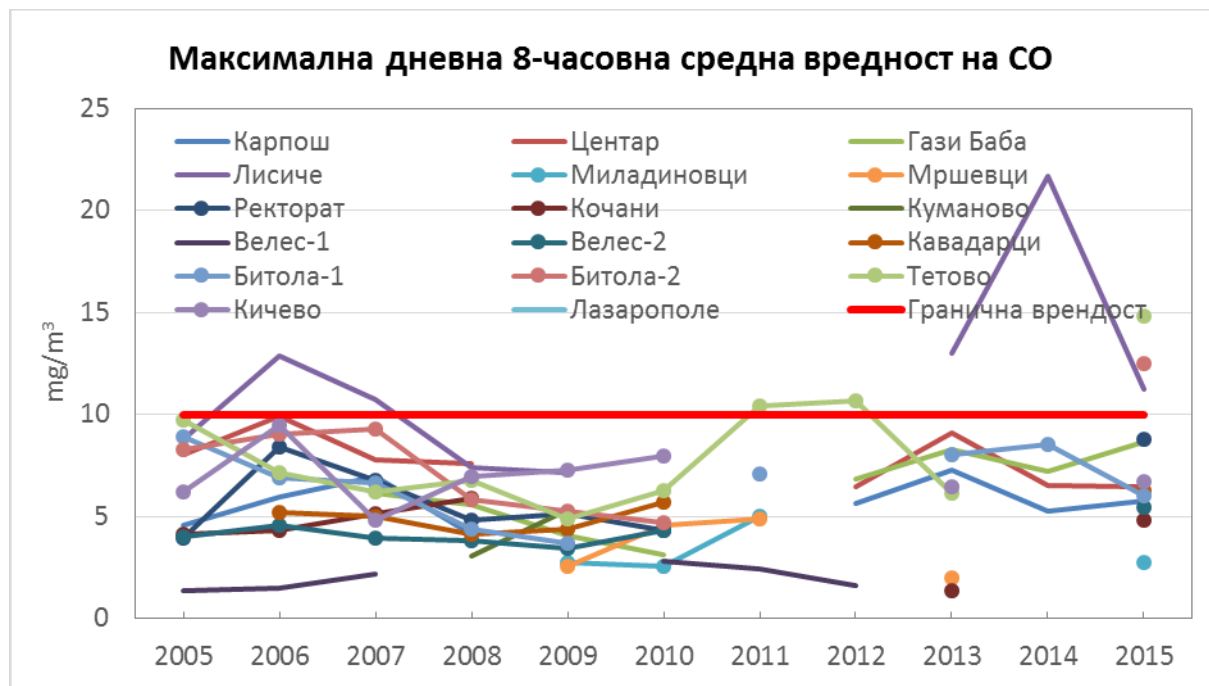
Граничната вредност за CO (Табела 5) е дефинирана во националното законодавство, во кое е транспонирана директивата за квалитет на воздухот 2008/50/EЗ (ЕУ, 2008).

Табела 5. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на CO

Цел	Просечен период	Гранична вредност
Човековото здравје	Максимална дневна 8-часовна средна	10 mg/m ³

10.3. Трендови на концентрациите на CO во периодот 2005-2015

Во Скопје и на други урбани места во земјата концентрациите на јаглерод моноксид повремено ја надминуваат граничната вредност (Слика 30). Јасните причини за ова е стариот возен парк на возила и широко распространетата употреба на дрва за греење во домаќинствата. Концентрациите на јаглерод диоксид немаат јасен опаѓачки тренд. Во изминатите неколку години граничната вредност на CO е надмината во Скопје, Тетово и Битола, како поголеми градови во земјата кои имаат поголема густина на сообраќајот.



Слика 30. Надминување на дневната гранична вредност на CO

11. ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТИЧНИ ЈАГЛЕВОДОРОДИ (РАН)

Концентрациите на полициклични ароматични јаглеводороди вклучително и бензо(а)пирен веројатно се високи во Скопје и на други места во земјата, особено за време на зимските месеци кога е зголемена употребата на дрва за греење во домаќинствата.

Меѓу загадувачките супстанции, PAHs се едни од најопасните по човековото здравје, бидејќи многу од нив се канцерогени. PAHs во амбиентниот воздух се сврзуваат со суспендираните честички (PM_{2.5} и PM₁₀). Најпознато и најмногу проучувано соединение од оваа група е бензо(а)пиренот (B(a)P) кој се користи како претставник на полицикличните ароматични јаглеводороди. (B(a)P) е единствениот PAH за кој има определена целна вредност во законодавството кое го регулира квалитетот на воздухот. Мерените концентрации на B(a)P се високи во голем дел од Европа, главно како резултат на емисиите од горењето јаглен и дрва во домовите.

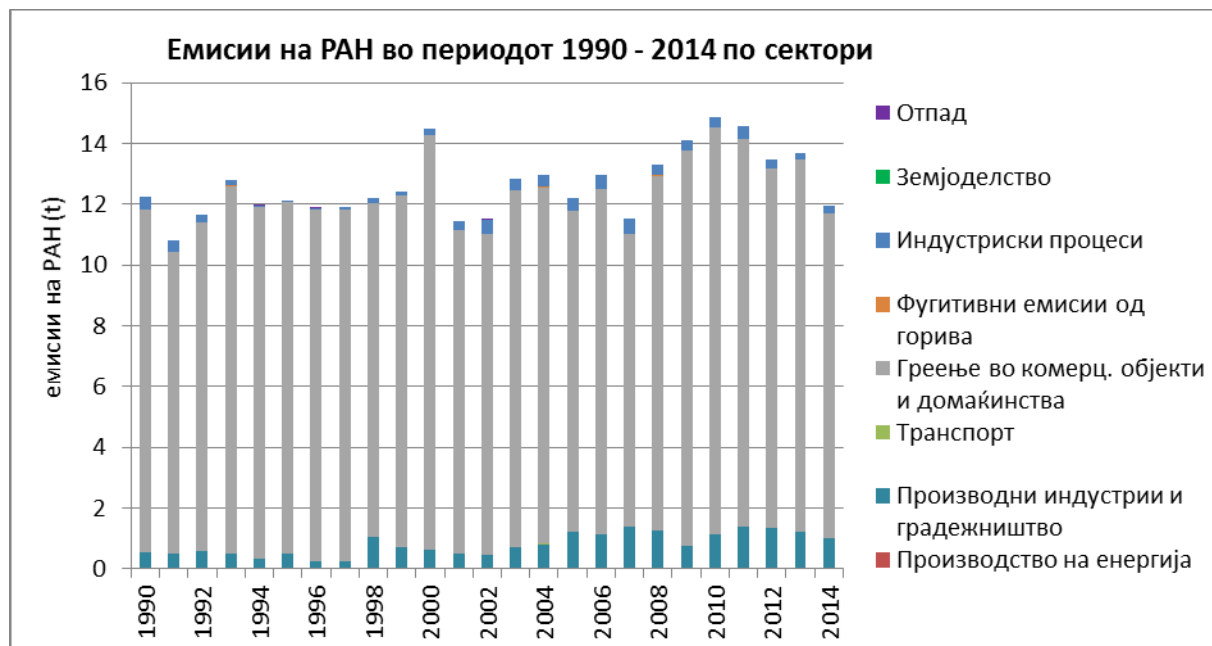
11.1. Извори и емисии на бензо(а) пирен

При нецелосното согорување на горивата се емитираат полициклични ароматични јаглеводороди кои се испуштаат во воздухот. При согорување на органски материи секогаш се испуштаат одредени соединенија на полицикличните ароматични јаглеводороди во воздухот. Сепак, посебно во урбаните области, главните извори на PAHs се греењето во домаќинствата и издувните гасови од сообраќајот. Некои индустриски процеси во леарниците или фабриките за производство на кокс исто така може да емитираат полициклични ароматични јаглеводороди во воздухот.



Слика 31. Горењето дрва е честа појава во земјата (фото: Александар Ристовски)

Најголемиот извор на национални емисии на РАН е секторот енергетика (воглавно греењето во домаќинствата), со приближно 90% од вкупните национални емисии во 2014 година (Слика 32). Вкупните емисии на РАН се на исто ниво уште од 1990 година. Вкупното количество на емисиите на РАН во 2014 година изнесуваше 12 тони. Годишните осцилации главно се причинети од годишните разлики на метеоролошките состојби, бидејќи постудените зими создаваат потреба за поголема потреба за греење во домаќинствата. На пример, повисоките емисии во 2013 год. споредено со 2012 год. се резултат на постудена зима. Намалувањето на потрошувачката на биомаса и зголемувањето на потрошувачката на природен гас во последната година исто така е една од причините за намалување на емисиите.



Слика 32. Национални емисии на РАН во периодот 1990-2014, по сектори (МЖСПП, 2016).

11.2. 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/m^3 како годишна просечна вредност.

Табела 6. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на ВаР.

Цел	Просечен период	Целна вредност
Човековото здравје	Календарска година	1 ng/m^3 *

*Мерено како содржина во PM_{10}

11.3. Концентрации на бензо(а)пирен

Полицикличните ароматични јаглеводороди во суспендираните честички (PM_{10}) беа мерени во текот на шестмесечната кампања во Карпош, Скопје во периодот од август 2015 до март 2016 година (Слика 33). Врз основа на резултатите од мерната кампања, концентрациите на ВаР се видливо повисоки во текот на најстудените месеци (од ноември до февруари). Ова очигледно е поврзано со повисоките емисии од греењето во домаќинствата.



Слика 33. Концентрации на бензо(а) пирен во PM₁₀ честичките во Карпош во периодот август 2015 – февруари 2016 година. Температурата е прикажана со сина линија.

Просечната концентрација на бензо(а)пирен од 8 ng/m³ измерена во полугодишната кампања јасно ја надминува целната вредност (1 ng/m³). Со ова јасно се гледа дека концентрациите на ПАХ во Скопје може да бидат зголемени во текот на грејната сезона.

12. ТЕШКИ МЕТАЛИ (АРСЕН, КАДМИУМ, ОЛОВО И НИКЕЛ)

Емисиите на тешки метали се намалија во годините по 2000-та поради затворањето на старите производствени индустриски капацитети и воведувањето во употреба на безоловен бензин.

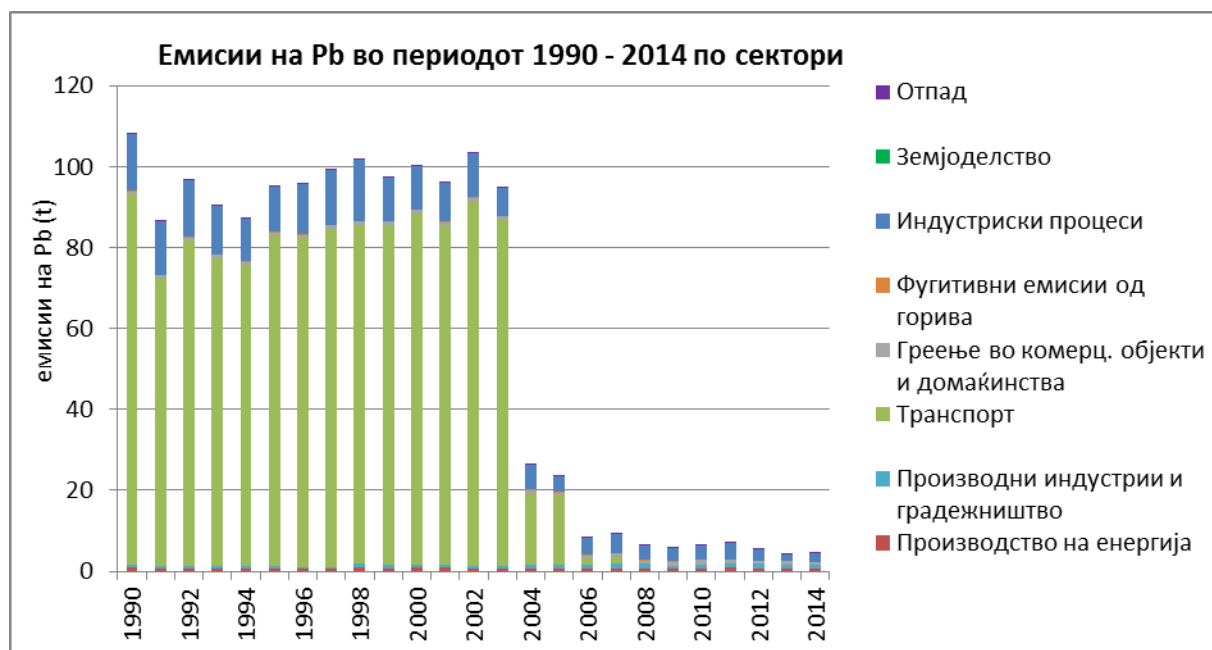
Типична карактеристика на тешките метали во амбиентниот воздух е тоа што се врзуваат за суспендираните честички (PM_{2.5} и PM₁₀). На ниво на Европа, човековата изложеност на концентрациите на арсен, кадмиум, олово и никел во воздухот кои се повисоки од граничната или целната вредност претставува локален проблем, ограничен на неколку области со специфични индустриски постројки и активности.

12.1. Извори и емисии на тешки метали

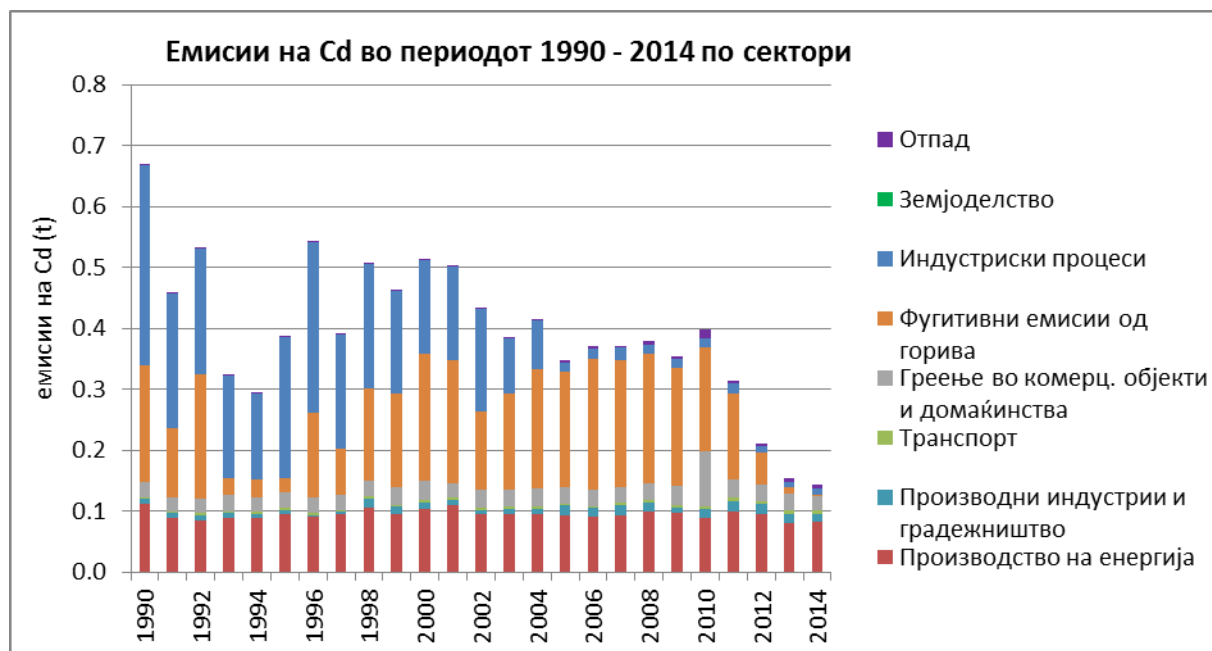
Производството на основни метали преку преработка на руда која ги содржи овие супстанции претставува извор на емисии на тешки метали во воздухот. Сепак, количеството на емисии е значително намалено во изминатите две децении, како резултат на технолошкиот развој. Исто така употребата на фосилни горива и неконтролираното палење отпад може да испушта тешки метали во воздухот.

Емисиите на олово се значително намалени (над 95%) од 2003 година наваму, благодарение на затворањето на топилницата Злетово во Велес и употребата на безоловен бензин во транспортот. Затворањето на топилницата исто така придонесе во намалување на емисиите на кадмиум. Во моментот главниот извор на емисии на олово се индустриските процеси (производство на железо и челик) и енергетскиот сектор.

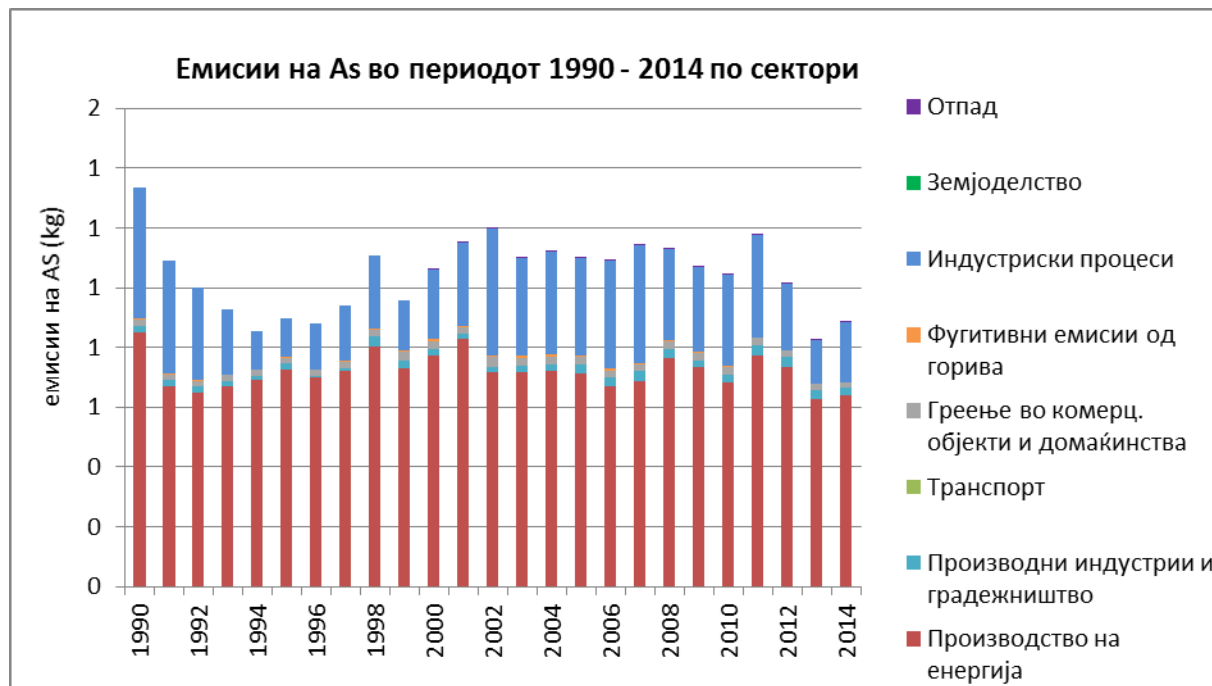
Исто така емисиите на кадмиум и никел видливо се намалени во годините по 2000-та, меѓутоа намалувањето на емисиите на арсенот не е толку јасно забележливо. Во 2014 година вкупните национални емисии беа следниве: кадмиум 0,14 тони, арсен 0,88 тони, олово 4,5 тони и никел 2,3 тони.



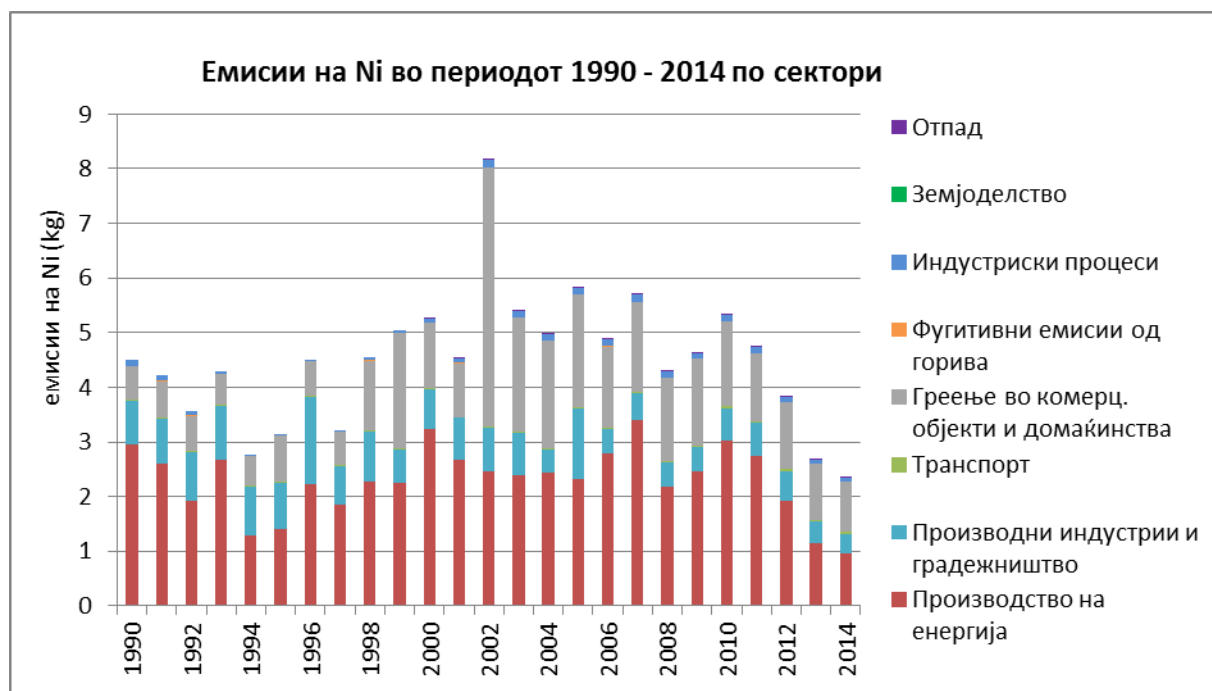
Слика 34. Национални емисии на олово во периодот 1990-2014 год., по сектори на емисии (МЖСПП, 2016)



Слика 35. Национални емисии на кадмиум во периодот 1990-2014 год., по сектори на емисии (МЖСПП, 2016)



Слика 36. Национални емисии на арсен во периодот 1990-2014 год., по сектори на емисии (МЖСПП, 2016)



Слика 37. Национални емисии на никел во периодот 1990-2014 год., по сектори на емисии (МЖСПП, 2016)

12.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на тешките метали

Националното законодавство исто како законодавството на Европската унија (Директива 2004/107/ЕЗ) ги дефинира годишните целни вредности за следните тешки метали: арсен (As), кадмиум (Cd), никел (Ni) и годишната гранична вредност за олово (Pb) (Директива 2008/50/ЕЗ).

Табела 7. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на тешките метали (ЕУ, 2004 и 2008)

Загадувачка супстанца	Цел и правна природа	Просечен период	Целни и гранични вредности
Арсен	Целна вредност за човековото здравје	Календарска година	6 ng/m ³ *
Кадмиум	Целна вредност за човековото здравје	Календарска година	5 ng/m ³ *
Никел	Целна вредност за човековото здравје	Календарска година	20 ng/m ³ *
Олово	Гранична вредност за човековото здравје	Календарска година	0.5 µg/m ³ *

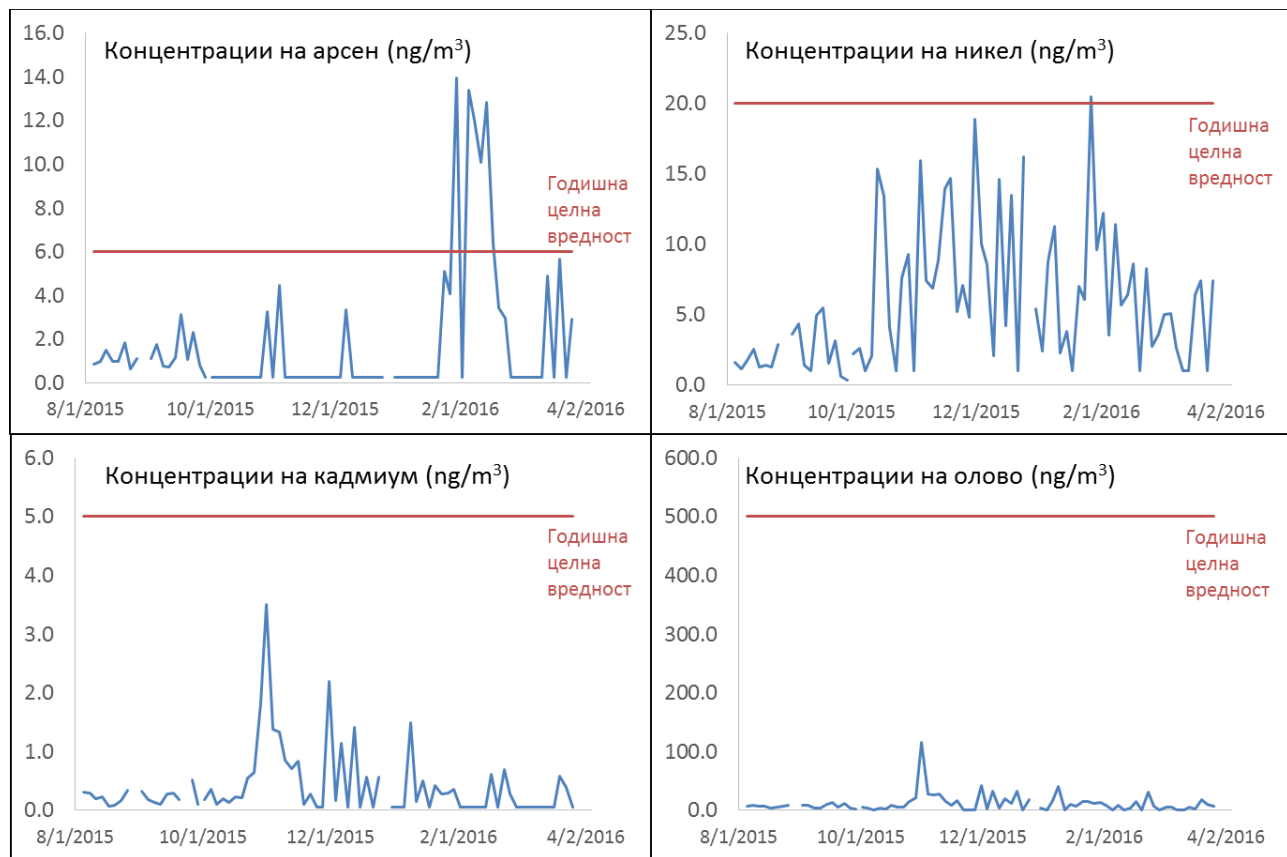
*За целата содржина во фракцијата на РМ₁₀ како просечна вредност во текот на календарската година

12.3. Концентрации на тешки метали

Мониторингот на концентрациите на тешки метали во земјата не се врши редовно, меѓутоа се организираат одреден број мерни кампањи. Последно беа организирани кампањи за мерење на концентрациите во Карпош, Скопје во периодот август 2015 – март 2016 година и во Тетово во периодот октомври 2015 – февруари 2016 година. Врз основа на добиените резултати концентрациите на тешки метали во Скопје и Тетово беа значително под целните вредности кои се дефинирани за заштита на човековото здравје.

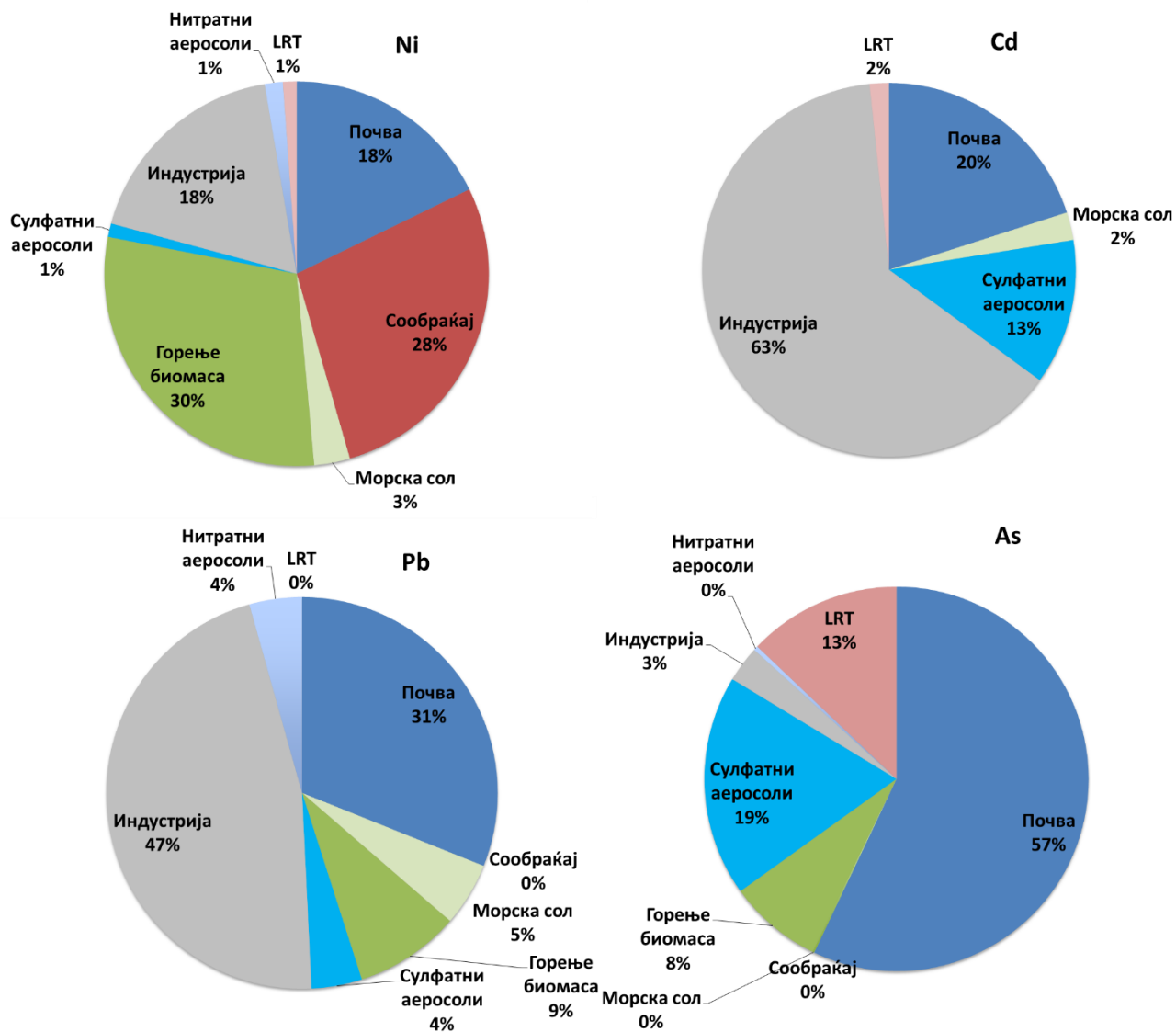
Резултатите од некои од претходните кампањи покажуваат дека е можно надминување на целните вредности на арсен, кадмиум и никел. Што се однесува до оловото, не се пријавени надминувања на соодветните гранични вредности. Во Скопје измерени се високи концентрации на кадмиум при кампањите изведени во 2014-2015 година, спротивно на резултатите добиени со последната студија. Констатирано е дека концентрациите на никел ги надминуваат целните вредности само во близина на комбинатот Фени Индустрис во Кавадарци, кој е најголемиот производител на фероникел во земјата. Од аспект на арсенот, надминување на целните вредности е забележано во Скопје и во Јегуновце, во близината на комбинатот Југором Алзар ДООЕЛ, голема постројка за производство на феролегури во близина на Тетово. Овие кампањи се направени во времетраење од помалку од една година, па затоа резултатите се само индикативни при споредбата со целните вредности кои се дефинирани како просечни годишни концентрации.

Врз основа на резултатите од индикативните мерни кампањи и инвентарот на емисии во делот за тешки метали, може да се оцени дека највисоките концентрации на тешки метали се забележуваат во близина на металните индустриски капацитети. Врз основа на податоците од последните мерења, се чини дека концентрациите на тешки метали сепак се под целните односно граничните вредности во Скопскиот регион.



Слика 38. Концентрации на тешки метали (As, Cd, Ni and Pb) во Карпош - Скопје, во текот на мерната кампања од август 2015 до март 2016 година.

Анализата за определување на уделот на различните извори на загадување во концентрациите на загадувачките супстанции спроведена во урбаната позадинска мониторинг станица во Скопје (август 2015 – февруари 2016) исто така вклучи и оценка на уделот на различите извори на емисии во концентрациите на тешки метали. Според резултатите, индустријата има најголем удел во концентрациите на кадмиум и олово, додека никелот произлегува од сообраќајот, горењето биомаса и почвата. Концентрациите на арсен главно потекнуваат од почвата (Слика 39).



Слика 39. Удел на различните извори на емисии во концентрациите на кадмиум, никел, олово и арсен во Карпош, Скопје во периодот август 2015 – февруари 2016 година.

13. ИСПАРЛИВИ ЈАГЛЕВОДОРОДИ

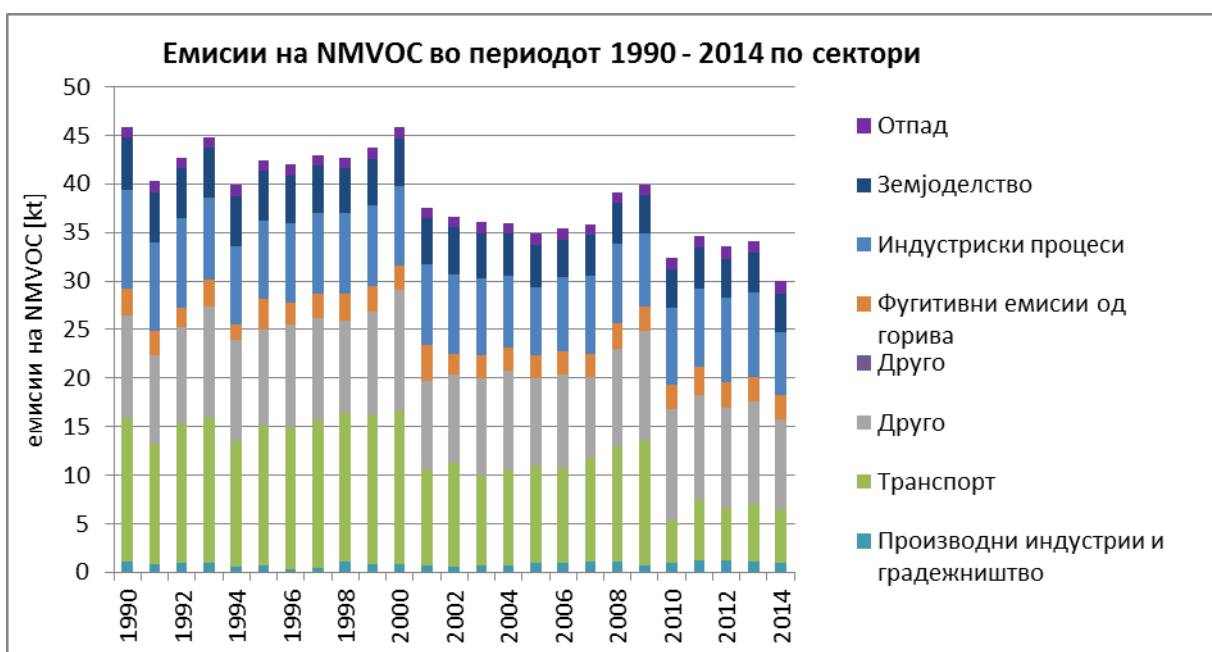
Испарливите органски соединенија (VOCs) имаат значајна улога во формирањето озон и суспендирани честички во атмосферата. Сè уште не се знае многу за органските компоненти при појавата на епизодите на смог. Исто така некои од овие соединенија, како што е бензенот се канцерогени за човекот.

Испарливите јаглеводороди имаат клучна улога во формирањето озон и секундарни органски аеросоли (SOA) во атмосферата. Тие го формираат најголемиот дел од фините честички во атмосферата, особено при појавата на епизодите на смог во урбаните средини. Во урбаните средини, емисиите од сообраќајот се доминантниот човечки контролиран извор на овие прекурсори. Оваа важна компонента, која може значително да придонесе во оптоварувањето со суспендирани честички, сè уште не е соодветно проучена.

Неметанските испарливи органски соединенија (NMVOCs) преставуваат група составена од хемиски различни соединенија, како што се бензен, етанол, формалдехид и циклохексан. Во делот за квалитетот на воздухот законодавството дефинира гранична вредност за концентрациите на бензен во амбиентниот воздух.

13.1. Извори и емисии на бензен

Главните извори на емисии на NMVOCs се греењето во домаќинствата и употребата на растворувачи, а нивниот удел во 2014 година изнесуваше 31%, односно 21% во вкупните национални емисии на NMVOC. Други извори на емисии се сообраќајниот сектор и земјоделството (Слика 40). Емисиите на NMVOC постојано се намалуваат, главно поради сè пониските емисии од транспортот и употребата на растворувачи. Од 2013 до 2014 година емисиите се намалени за 16%, исто така како резултат на намалената употреба на растворувачи, како и за нијанса помалото количество емисии од секторот домаќинства.



Слика 40. Национални емисии на NMVOC во периодот 1990-2014 год., по сектори на емисии (МЖСПП, 2016).

13.2. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на бензен

Националното законодавство, исто како и законодавството на Европската унија (Директива 2008/85/ЕЗ) ја дефинира годишната гранична вредност на бензен (Табела 8).

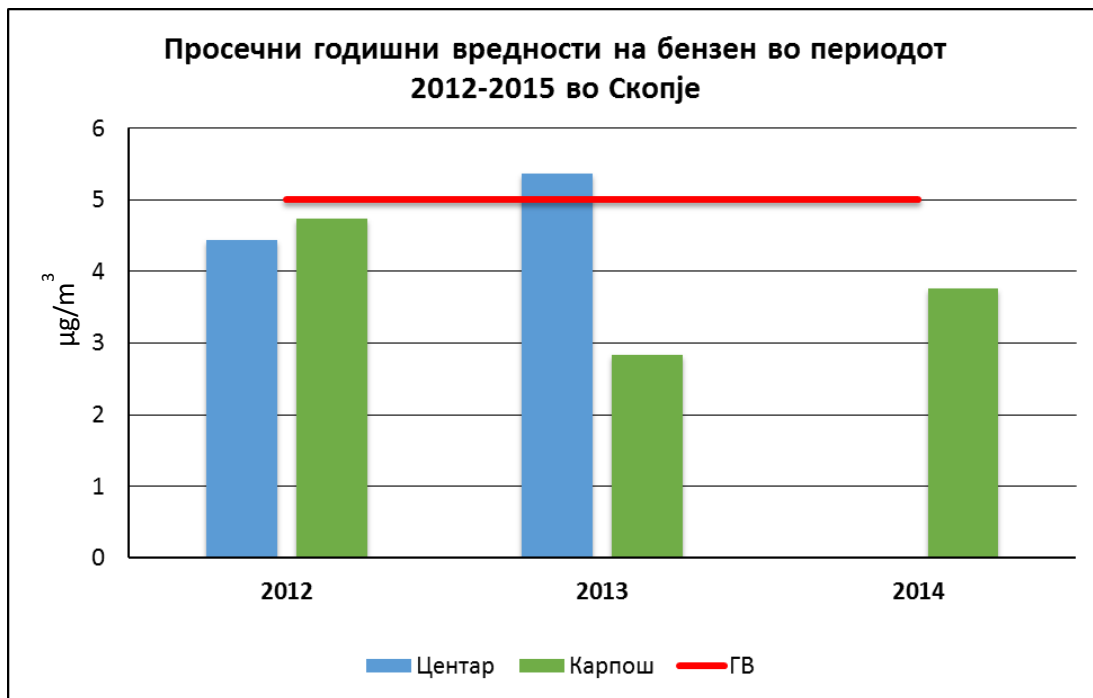
Табела 8. Стандарди за квалитетот на воздухот кои се однесуваат на бензен

Цел	Просечен период	Целна вредност
Заштита на човековото здравје	Календарска година	5 µg/m ³

13.3. Концентрации на бензен

Во Скопје концентрациите на бензен постојано се мереа на две локации во периодот 2012-2014 година (Слика 41). Граничната вредност на бензенот беше надмината во мониторинг станицата Центар во 2013 година, додека во 2012 година двете станици регистрираа вредности многу блиски до граничната вредност.

Во периодот 2011-2012 година концентрациите на бензен беа мерени на две локации во Скопје, во близина на прометна раскрсница (Ректорат), блиску до центарот на градот и во близина на рафинеријата за нафта ОКТА (Миладиновци) која се наоѓа на околу 15 km од Скопје. Просечните годишни концентрации на бензенот изнесуваа $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ во станицата Ректорат и $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ во Миладиновци. Високи концентрации на бензен ($9\text{-}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) беа измерени во ноември и декември 2011 год. во мониторинг станицата Ректорат.



Слика 41. Концентрации на бензен измерени во Скопје во периодот 2012-2014 год.

14. ВЛИЈАНИЕТО НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВРЗ ЗДРАВЈЕТО НА ЛУЃЕТО

Загадувањето на воздухот претставува голем здравствен проблем кој ги засега сите како во развиените земји, така и во земјите во развој. Дури и релативно ниските концентрации на загадувачки супстанции во воздухот може да влијаат врз здравјето кај ранливите категории на населението.

Информираноста за ефектите врз здравјето предизвикани од изложување на различните загадувачки супстанции постојано се зголемува како резултат на истражувачките студии и сè поголемиот интерес и свесноста за здравствениот аспект на загадувачките супстанции во воздухот. Дури и релативно ниските концентрации на загадувачки супстанции може да предизвикаат одредени здравствени ефекти кај ранливите категории на граѓани. Подобрениот квалитет на воздухот може да ја намали изложеноста на

загадувачките супстанции во воздухот, а со тоа и негативните здравствени ефекти предизвикани од загадувачките супстанции. Табела 9 ги прикажува главните здравствени ефекти од различните загадувачки супстанции (ЕЕА, 2014).

Табела 9. Главни здравствени ефекти од различните загадувачки супстанции во воздухот (ЕЕА, 2014).

Загадувачка супстанца	Здравствени ефекти
Суспендирани честички (PM)	Може да предизвика влошување на кардиоваскуларни и белодробни заболувања, срцеви удари и аритмија. Може да предизвика рак. Може да доведе до артериосклероза, негативни исходи кај новороденчиња и респираторни заболувања кај деца. Исходот може да биде предвремена смрт.
Озон (O ₃)	Може да предизвика намалување на белодробната функција. Може да предизвика влошување на астма и белодробни заболувања. Може да доведе до предвремена смрт.
Азот диоксид (NO ₂)	Зголемена смртност предизвикана од кардиоваскуларни и респираторни болести и морбидитет на респираторни заболувања.
Сулфур диоксид (SO ₂)	Ја влошува состојбата со астма и може да ја намали белодробната функција и да предизвика воспаление на респираторниот тракт. Може да предизвика главоболки, генерална неудобност и вознемиреност.
РАНs, особено бензо(а)пирен	Канцероген
Јаглерод моноксид (CO)	Може да предизвика срцеви болести и оштетувања на нервниот систем. Може да предизвика главоболки и замор.
Арсен (As)	Канцероген. Може да предизвика рак на белите дробови.
Кадмиум (Cd)	Канцероген
Олово (Pb)	Може да има влијание врз речиси секој орган и систем, особено врз нервниот и кардиоваскуларниот систем. Може да има негативни когнитивни ефекти кај децата и може да доведе до зголемен крвен притисок кај возрасните.
Жива (Hg)	Може да има влијание врз црниот дроб, бубрезите, дигестивниот систем и респираторниот систем. Може да влијае и врз централниот нервен систем.
Никел (Ni)	Канцероген
Бензен (C ₆ H ₆)	Канцероген

Од загадувачките супстанции во воздухот суспендираните честички претставуваат најголемиот ризик по здравјето. Не постои идентификуван праг за концентрациите на суспендирани честички под кој не е забележана опасност по здравјето. Ефектите на PM врз здравјето се појавуваат при изложување на концентрации на кои во моментот е изложено населението во повеќето урбани и рурални области во развиените земји и во земјите во развој. И краткотрајното и долготрајното изложување на суспендирани честички може да влијаат врз здравјето. Здравствените ефекти од PM се јавуваат по вдишување на честичките. Зависно од нивната големина, суспендираните честички може да навлезат во белите дробови и крвотокот и да предизвикаат негативни ефекти врз респираторниот, кардиоваскуларниот, имунолошкиот и нервниот систем. Колку се поситни честичките, толку подлабоко навлегуваат во белите дробови. Морталитетот предизвикан од ефектите на суспендираните честички јасно се поврзува со фракцијата на PM_{2.5}, која претставува 40-80% од концентрациите на PM₁₀ во Европа. Забележана е зголемена стапка на смртност за 15 до 20% во градовите со високо ниво на загадување споредено со

релативно почистите градови. Дури и во ЕУ, просечниот животен век е 8.6 месеци понизок како резултат на изложеноста на $PM_{2.5}$ честичките причинети од активностите на човекот (СЗО, 2016; ЕЕА, 2013).

15. ПОДОБРУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ

Согласно законодавството, потребно е да се спроведуваат мерки за подобрување на квалитетот на воздухот при надминување на граничните вредности дефинирани за заштита на човековото здравје. Како што е опишано во претходните поглавја, граничните вредности за суспендирани честички се надминуваат на територијата на целата земја. Со цел успешно да се намалат емисиите во воздухот, потребни се напори од страна на централните и локалните власти, бизнис секторот, како и од граѓаните.

Поради сериозноста на ситуацијата со концентрациите на суспендирани честички во земјата, како и поради значителниот удел на греењето во домаќинствата, треба да се спроведат мерки за намалување на емисиите предизвикани од греењето дрва. Ова намалување може да се постигне со мерки кои се однесуваат на обнова на старите печки и шпорети кои се користат за греење, како и со ограничување на греењето на дрва. Исто така информативните мерки кои имаат за цел подобро одржување и користење на печките на дрва се многу важни, заедно со активностите насочени кон заштедата на енергија. Дополнително, проширувањето на мрежата на централното парно греење може ефективно да ја намали употребата на дрва за греење во домаќинствата, а со тоа да е влијае врз квалитетот на воздухот во урбаните средини.

Покрај греењето во домаќинствата, важен сектор на емисии е и патниот сообраќај, кој главно придонесува во концентрациите на NO_2 но исто така и во концентрациите на PM_{10} и $PM_{2.5}$. Постојат бројни различни можности за намалување на емисиите од сообраќајот, но за многу од нив се потребни големи инвестиции за подобрување на сообраќајната мрежа и инфраструктура на локално ниво. Подобрувањето на јавниот превоз во поголемите урбани средини, промовирање на користењето возила со ниски емисии и возење велосипед, како и создавањето пешачки зони и зони со ниски емисии се ефикасни мерки за контрола на загадувањето во урбаните средини. Влијанието на прашината од патиштата може да се намали со подобрување на чистењето на улиците, особено во сувите периоди. Понатаму, потребни се и национални прописи за контрола на емисиите од возилата со воведување мерки за обнова на возниот парк на возила и регулирање на квалитетот на горивата.



Слика 42. Преку спроведување долгорочни мерки, возможно е да се подобри квалитетот на воздухот и да се намалат ризиците по човековото здравје (фото: Александар Ристовски).

Секторите индустрија и производство на енергија може да имаат локално влијание врз концентрациите на PM_{10} и придонесуваат во емисиите на NO_x , SO_2 и VOC . Дополнително, емисиите од индустријата и производството на енергија придонесуваат во формирањето секундарни суспендирани честички. Во индустрискиот сектор се прават напори за усвојување и примена на прописи за контрола на загадувањето од инсталациите, согласно законодавството. За намалување на емисиите од индустријата и производството на енергија најефикасен начин претставува спроведувањето на условите од законодавството и еколошките дозволи.

Другите сектори на емисии имаат помало влијание врз квалитетот на воздухот, но сепак, мерките за подобрување на управувањето со отпад, вклучително и спроведување на забраната за нелегално палење отпад и подобрување на земјоделските практики може да придонесе кон подобрување на квалитетот на воздухот на локално ниво.

За успешно подобрување на квалитетот на воздухот, плановите за подобрување на квалитетот на воздухот треба да се усогласат со другите политики како оние за енергетика, климатски промени и транспорт на национално и локално ниво. Урбанистичкото планирање исто така може да има голема улога во подобрувањето на квалитетот на воздухот.

16. ЗАКЛУЧОК

Мониторингот на квалитетот на воздухот се врши повеќе од 10 години, во моментот на 17 локации во различни делови на земјата. За анализа на трендовите на концентрациите во воздухот се користени податоци од мониторингот на квалитетот на воздухот во периодот 2005-2015 година. Анализата на

трендовите содржи информации за емисиите од сите сектори на загадување, како и од студиите на случај изготвени за анализа на уделот на различните извори во загадувањето на воздухот.

Анализата на трендовите ги опфаќа главните загадувачки супстанции кои се мерат континуирано (суспендирани честички, NO_2 , SO_2 , O_3 и CO). За одредени загадувачки супстанции, не беше возможно да се направи статистичка анализа на трендовите, поради недостатокот на квалитетни податоци од мониторингот, и недоволна покриеност за анализираниот период.

Според анализата, забележан е значителен тренд на опаѓање во концентрациите на сулфур диоксид во десетгодишниот период. Ова се должи на промената на горивото кое било користено во некои топлани и користењето горива со ниска содржина на сулфур. Ваков сличен тренд не може да се види кај другите загадувачки супстанции. Концентрациите на суспендирани честички се на исто ниво во текот на десетгодишниот период, односно значително ги надминуваат граничните вредности во сите урбани средини во земјата. Високите концентрации на суспендирани честички претставуваат сериозен ризик по здравјето на населението. Поради тоа треба итно да се спроведат мерки за подобрување на квалитетот на воздухот, кои ќе се однесуваат на главните сектори на емисии, односно греењето во домаќинствата, патниот сообраќај и индустријата.

Користена литература

EEA 2016, Health effects of exposure to ozone (<http://www.eea.europa.eu/publications/TOPO8-98/page010.html>), last modified 20 Apr 2016, accessed 13.9.2016)

EEA, 2013. Air Quality in Europe – 2013 report. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

EEA, 2014. Air Quality in Europe – 2014 report. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

EEA, 2015. Air Quality in Europe – 2015 report. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

EU, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=en>, accessed 19 July 2017)

МЖСПП, 2016, Република Македонија Информативен извештај за инвентарот 1990-2014 според Конвенцијата за далекусежно прекугранично загадување на воздухот (CLRTAP). Министерство за животна средина и просторно планирање (МЖСПП), Скопје, Македонија.

Министерство за внатрешни работи, 2015, Национална база на податоци за возилата

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

WHO, 2008. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen Denmark

WHO, 2013a. Health effects on particulate matter. Policy implications for countries in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia

WHO, 2013b. Review on evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project technical report, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen Denmark

WHO, 2016a. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html> (accessed 18.7.2016).

WHO, 2016b. International Programme on Chemical safety. Basic Analytical Toxicology. http://www.who.int/ipcs/publications/training_poisons/basic_analytical_tox/en/index8.html, (accessed 14.9.2016)

EMEP/EEA, 2013. Joint EMEP/EEA air pollutant Guidebook — 2013, Technical report No 12/2013; <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

Државен завод за статистика на Република Македонија, 2015, Потрошувачка на енергенти во домаќинствата, Скопје, <http://www.stat.gov.mk/PrikaziPoslednaPublikacija.aspx?id=74>

Државен завод за статистика на Република Македонија, 2007, Попис на земјоделството, 2007, Скопје <http://www.stat.gov.mk/Publikacii/PopisNaZemjodelstvo2007/KnigaIII.pdf>

ПРИЛОГ I ЕВРОПСКИ ПОЛИТИКИ ЗА ЗАШТИТА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ (ЕЕА, 2014)

Политики		Загадувачки супстанции							
		PM	O ₃	NO ₂ NO _x NH ₃	SO ₂ SO _x	CO	Тешки метали	BaP PAHs	VOC
Директиви за регулирање на квалитетот на амбиентниот воздух	2008/50/EЗ	PM	O ₃	NO ₂	SO ₂	CO	Pb		Бензен
	2004/107/EЗ						As, Cd, Hg, Ni	BaP	
Директиви за регулирање на емисиите на загадувачки супстанции во воздухот	2001/81/EЗ	(a)	(b)	NO _x , NH ₃	SO ₂				MNVOC
	2010/75/EУ	PM	(b)	NO _x , NH ₃	SO ₂	CO	Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V		VOC
	Еуро стандарди за емисии на возилата во патниот сообраќај	PM	(b)	NO _x		CO			VOC, NMVOC
	94/63/EЗ	(a)	(b)						VOC
	2009/126/EЗ	(a)	(b)						VOC
	1999/12/EЗ	(a)	(b)						VOC
	91/676/ЕЕЗ			NH ₃					
Директиви за регулирање на квалитетот на горивото	199/32/EЗ	(a)			S				
	2003/17/EЗ	(a)	(b)		S		Pb	PAHs	Бензен, VOC
Меѓународни конвенции	LRTAP	PM (a)	(b)	NO ₂ NH ₃	SO ₂	CO	Cd, Hg, Pb	BaP	NMVOC

(a) Директиви и конвенции за ограничување на емисиите на реактантите на PM честички, како SO₂, NO_x, NH₃ и VOC, кои индиректно се стремат кон намалување концентрациите на суспендирани честички во воздухот

(b) Директиви и конвенции за ограничување на емисиите на реактантите на O₃, NO_x, VOC и CO кои индиректно се стремат кон намалување концентрациите на O₃ во тропосферата

ПРИЛОГ II НАЦИОНАЛНО ЗАКОНОДАВСТВО ЗА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ И ЕМИСИИТЕ

Рамковни закони	
Закон за животна средина	Службен весник на РМ бр. 53/2005, 81/2005, 24/2007, 159/2008, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 123/12, 93/13, 44/15
Закон за квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 67/2004, 92/2007, 83/2009, 35/10, 47/11, 100/12, 163/13, 10/15, 146/15
Подзаконски акти за емисии во воздухот	
Правилник 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 на Програмата за мониторинг на воздухот на Европа (ЕМЕП)	Службен весник на РМ бр. 142/07
Правилник за формата, методологијата и начинот на водење и одржување катастар на загадувачи и загадувачки супстанции во воздухот	Службен весник на РМ бр. 92/10
Правилник за граничните вредности за дозволените нивоа на емисии и видови на загадувачки супстанции во отпадните гасови и пареи кои ги емитираат стационарните извори во воздухот	Службен весник на РМ бр. 141/10
Уредба за определување на согорувачките капацитети кои треба да преземат мерки за заштита на амбиентниот воздух од загадување, преку намалување на емисиите на одредени загадувачки супстанции во воздухот	Службен весник на РМ бр. 112/11
Правилник за формата и содржината на обрасците на доставување на податоците од емисиите во амбиентниот воздух од стационарни извори, начинот и временскиот период на доставување согласно капацитетот на инсталацијата, содржината и начинот на водење на дневникот на емисии во амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 79/11
Упатство за примена на правилникот за методите, начините и методологијата за мерење на емисии во воздухот од стационарни извори	Службен весник на РМ бр. 11/12
ПОДЗАКОНСКИ АКТИ ЗА КВАЛИТЕТ НА АМБИЕНТЕН ВОЗДУХ	
Уредба за гранични вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и прагови на алармирање, рокови за постигнување на граничните вредности, маргини и толеранција за гранична вредност, целни вредности и долгорочни цели	Службен весник на РМ бр. 50/05, 4/13
Правилник за критериумите методологијата и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 169/13
Правилник за содржината и начинот на преносот на податоците и информациите за состојбите во управувањето со квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 138/09
Правилник за методологијата за мониторинг на квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 138/09
Правилник за поблиските услови за вршење на определени видови стручни работи, во поглед на опремата, уредите, инструментите и соодветните деловни простории кои треба да ги исполнуваат субјектите кои вршат определени стручни работи за мониторинг на квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 69/11
Подзаконски акти за планови и програми	
Правилник за деталната содржина и начинот на подготвување на националниот план за заштита на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 108/9
Правилник за деталната содржина и начинот на подготвување на планот за подобрување на квалитетот на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 148/14
Правилник за деталната содржина и начинот на подготвување на краткорочните акциони планови за заштита на амбиентниот воздух	Службен весник на РМ бр. 148/14

ПРИЛОГ III ПРЕГЛЕД НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ И БРОЈОТ НА НАДМИНУВАЊА НА ЦЕЛНИТЕ И ГРАНИЧНИТЕ ВРЕДНОСТИ

Во сите табели годишната покриеност со податоци под 70% е обележана со црвено.

Табела А1. Годишни просечни вредности на SO₂

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	16.8	21.4	19.1	11.7				8.3	12.3		1.6
Центар	28.8	25.4	20.8	13.1				9.5	6.2	6.9	8.7
Гази Баба			11.1	9.6	10.3	4.3	6.3	5.3	2.9	2.2	2.4
Лисиче	15.5	20.7	13.9	7.5	6.0	8.8	6.0	2.6	1.4	2.0	2.9
Миладиновци					7.0	9.8	7.6	9.5	2.8	6.5	7.2
Мршевци					5.0	0.6	5.9	4.0	1.9		
Кочани	4.9	10.0	11.9	3.9	3.7	2.3	3.1	2.9	5.1	13.5	16.0
Куманово	14.3	9.1	9.5	6.1	5.9						
Велес-1	29.2	27.7	17.9		12.2						
Велес -2	14.4	9.9	12.8	10.0	6.9	3.7	4.6	4.8	4.4	2.9	2.9
Кавадарци	7.7	8.2	10.3	9.2	3.5	1.2	3.6	3.4	5.7	1.6	1.0
Битола-1	15.7	13.7	11.4	12.5	9.4	3.4	7.2		3.2	5.5	5.5
Битола -2	4.2	2.7	3.1	3.1	1.6	0.9	1.2	2.3			
Тетово	10.3	8.9	8.3	6.4	5.4	3.7	4.3	3.9	4.3	1.8	2.7
Кичево	4.5	6.5	6.6	7.1	9.6	1.3			0.7	0.7	1.2
Лазарополе		3.4	3.3	2.7	2.4	3.7	4.0	5.9		1.5	1.2

Табела А2. Број на надминувања на часовната гранична вредност на SO₂ во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	10	33	14	0				0	0		0
Центар	11	13	21	0				0	0	0	0
Гази Баба			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лисиче	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Миладиновци					0	0	0	0	0	0	0
Мршевци					0	0	0	0	0		
Кочани	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Куманово	0	0	0	0	0						
Велес-1	0	0	0		0						
Велес -2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кавадарци	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Битола-1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Битола -2	0	0	0	0	0	0		0			
Тетово	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Кичево	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лазарополе		0	0	0	0	0	0	0		0	0

Табела А3. Број на надминувања на среднодневната гранична вредност на SO₂ во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	0	5	0	0				0	0		0
Центар	2	5	3	0				0	0	0	0
Гази Баба			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лисиче	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Миладиновци					0	0	0	0	0	0	0
Мршевци					0	0	0	0	0		
Кочани	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Куманово	0	0	0	0	0						
Велес-1	0	0	0		0						
Велес -2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кавадарци	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Битола-1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Битола -2	0	0	0	0	0	0		0			
Тетово	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Кичево	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лазарополе		0	0	0	0	0	0	0		0	0

Табела А4. Годишни просечни вредности на NO₂

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	50.8	46.2	36.3	34.2				30.0	24.7	20.5	22.4
Центар	52.1	52.8	50.3	56.7				43.1	36.9	26.3	26.8
Гази Баба		52.8	35.8	27.4	15.1	21.6		29.4	30.4	24.7	25.0
Лисиче	52.1	46.5	39.8	37.7			41.9	50.6			
Миладиновци					18.7	19.2	9.5		18.3	22.6	
Мршевци					9.4	9.6	7.3		2.1		
Ректорат	59.2	55.1	42.8	36.7	32.0	11.0		36.5	25.5	15.4	
Кочани	18.5	15.9	15.1	12.9	11.7	12.7	30.6				
Куманово	28.7	23.1	25.5	22.4	18.0	12.9	8.2				
Велес-1	13.9	9.0	14.3		15.8	12.0	12.2	7.8			
Велес -2	28.3	25.6	19.6	16.6	18.5	21.5	21.3	42.4	19.5		
Кавадарци	30.3	24.6	25.9	20.4	19.5	4.4	6.0		5.4		
Битола-1	19.8	25.4	18.7	16.8	20.4	18.1	13.7	28.0	5.6		
Битола -2	34.3	36.8	22.6	29.9	27.1	20.4	19.5	14.0			
Тетово	27.7	29.4	24.7	21.0	26.5	20.9	17.2		20.2	39.2	28.8
Кичево	45.3		12.0	27.6	30.0	28.7	43.8	31.7			
Лазарополе	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	1.5	0.3			

Табела А5. Број на надминувања на часовната гранична вредност на NO₂ во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	0	8	1	0				1	0	0	0
Центар	7	6	8	2				13	0	0	0
Гази Баба		0	0	0	0	0		0	7	3	2
Лисиче	10	5	0	0			44	26			
Миладиновци					0	0	0		0	0	
Мршевци					0	0	0		0		
Ректорат	8	62	1	0	2	0		1	0	0	
Кочани	0	0	0	0	0	0	0				
Куманово	0	3	17	3	0	0	0				
Велес-1	0	0	0		10	0	0	0			
Велес -2	4	0	0	0	0	0	0	0	0		
Кавадарци	0	0	0	0	0	0	0		0		
Битола-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Битола -2	1	15	0	0	0	0	0	0			
Тетово	0	0	0	0	0	0	0		15	0	5
Кичево	45		0	0	0	0	2	2			
Лазарополе	0	0	0	0	0	0	0	0			

Табела А6. Максимална дневна 8-часовна средна вредност на CO во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	4.59	5.97	6.99	4.13				5.64	7.29	5.29	5.77
Центар	8.04	9.90	7.81	7.58				6.47	9.11	6.54	6.48
Гази Баба		5.27	6.17	5.60	4.04	3.15	4.99	6.86	8.28	7.22	8.65
Лисиче	8.76	12.87	10.72	7.43	7.14	8.12	16.17	10.16	13.00	21.68	11.24
Миладиновци					2.72	2.55	5.01	4.39	2.08	2.60	2.76
Мршевци					2.53	4.58	4.90	5.25	1.97		
Ректорат	3.97	8.40	6.77	4.81	5.14	4.33	6.25	7.43	3.88	6.62	8.81
Кочани	4.12	4.29	5.13	5.87	7.24				1.34	3.63	4.81
Куманово	4.28	6.20	4.73	3.09	5.30	3.66					
Велес-1	1.39	1.49	2.20		1.99	2.80	2.44	1.61			
Велес -2	3.99	4.58	3.92	3.83	3.42	4.32			1.66	4.09	5.47
Кавадарци	4.49	5.22	5.01	4.11	4.39	5.69	6.18	4.14	1.56	5.19	6.29
Битола-1	8.88	6.91	6.62	4.38	3.71	5.92	7.10	8.45	8.06	8.53	6.04
Битола -2	8.27	9.01	9.27	5.85	5.26	4.70					12.47
Тетово	9.71	7.16	6.20	6.77	4.89	6.24	10.45	10.67	6.14	9.03	14.81
Кичево	6.20	9.46	4.85	6.97	7.25	7.99	6.96		6.44	7.34	6.70
Лазарополе											

Табела А7. Број на надминувања на максимална дневна 8-часовна средна гранична вредност на СО во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	0	0	0	0				0	0	0	0
Центар	0	0	0	0				0	0	0	0
Гази Баба		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лисиче	0	9	1	0	0	0	7	1	11	8	4
Миладиновци					0	0	0	0	0	0	0
Мршевци					0	0	0	0	0		
Ректорат	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кочани	0	0	0	0	0				0	0	0
Куманово	0	0	0	0	0	0					
Велес-1	0	0	0		0	0	0	0			
Велес -2	0	0	0	0	0	0			0	0	0
Кавадарци	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Битола-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Битола -2	0	0	0	0	0	0					2
Тетово	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7
Кичево	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Лазарополе											

Табела А8. Максимална дневна 8-часовна средна вредност на О₃ во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	150.0	135.0	156.1	109.0				159.0	150.0	120.0	128.0
Центар								189.0	142.0	126.0	135.0
Гази Баба											
Лисиче	140.0	121.0	179.4	139.0	142.0	74.0	141.0	93.0	99.0	123.0	123.0
Миладиновци					129.0	130.0	142.0		144.0	118.0	136.0
Мршевци											
Ректорат	97.0	146.0	164.0	153.0	138.0	120.0	108.0	112.0	102.0	116.0	109.0
Кочани	121.0	113.0	138.5	122.0	108.0	114.0	107.0	85.0	151.0	138.0	112.0
Куманово	169.0	166.0	197.1	177.0	166.0	149.0	156.0				
Велес-1	143.0	150.0	177.5		211.0	145.0	136.0	125.0			
Велес -2	184.0	147.0	220.6	197.0	146.0	130.0	118.0	107.0	127.0	94.0	95.0
Кавадарци	133.0	148.0	164.7	144.0	127.0	131.0	100.0	141.0			
Битола-1	154.0	159.0	194.6	172.0	144.0	154.0	133.0	141.0	140.0	86.0	131.0
Битола -2	152.0	156.0	157.9	172.0	153.0	161.0	144.0				150.0
Тетово	154.0	160.0	187.9	186.0	142.0	150.0	113.0	109.0	145.0	101.0	146.0
Кичево	126.0	136.0	184.4	155.0	138.0				100.0	99.0	104.0
Лазарополе	201.0	209.0	252.6	207.0	193.0	203.0					

Табела А9. Број на надминувања на максимална дневна 8-часовна средна гранична вредност на Оз во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	13	5	11	0				48	32	0	11
Центар								17	6	2	2
Гази Баба											
Лисиче	8	1	26	17	10	0	19	0	0	2	2
Миладиновци					12	10	25		11	0	19
Мршевци											
Ректорат	0	1	17	24	9	0	0	0	0	0	0
Кочани	1	0	8	1	0	0	0	0	40	7	0
Куманово	45	98	119	125	94	42	44				
Велес-1	45	51	51		29	20	29	1			
Велес -2	85	58	96	72	26	6	0	0	2	0	0
Кавадарци	13	23	33	29	5	4	0	6			
Битола-1	80	60	56	54	12	23	9	14	14	0	17
Битола -2	95	69	17	99	51	66	42				75
Тетово	83	45	45	66	34	23	0	0	42	0	17
Кичево	3	9	37	57	20		0		0	0	0
Лазарополе	257	276	240	186	175	110					

Табела А10. Годишни просечни вредности на РМ₁₀

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	91.8	89.5	78.1	74.0				71.3	65.1	60.9	57.1
Центар	104.0		65.1	77.3				82.1	76.3	65.1	72.8
Гази Баба					84.4	65.8	133.7	99.6	67.9	84.7	80.7
Лисиче			83.5	95.0	110.6	78.7	124.7	114.4	85.5	89.9	88.5
Миладиновци					56.5	50.7	61.4	57.7	42.8	53.0	41.3
Мршевци					69.8	65.9	77.2				
Ректорат	211.0	173.2	101.9	91.5	96.0	69.1	103.1	75.0	68.3	68.7	57.5
Кочани	89.7	57.3	54.1	59.7	62.1	52.7	68.1	117.4	81.8	45.3	49.6
Куманово	97.0	93.7	94.2	68.1	79.4	70.5	81.9				
Велес-1	54.6	57.0	57.2		67.5	60.5	80.0				
Велес -2	80.0	79.3	88.9	64.5	63.2	57.9	70.7	61.2	51.1	60.4	52.2
Кавадарци	129.8	102.6	90.6	94.2	77.4	69.0	101.0		112.2	79.8	56.3
Битола-1	65.9	92.7	63.0	63.3	59.7	49.9	70.7	55.8	69.2	55.9	51.2
Битола -2	71.3	79.8	70.3	66.5	64.0	54.9	62.1	172.1			68.1
Тетово	119.5	111.8	85.5	84.2	82.6	68.7	320.4	112.0	139.6	137.6	146.7
Кичево	99.3	96.0	84.8	80.7	76.9	75.3	96.8	194.3	80.8	76.6	79.1
Лазарополе	15.9	13.7	16.8	18.5	16.6	17.0	14.1	12.9	21.4	15.5	13.1

Табела А11. Број на надминувања на среднодневната гранична вредност на PM₁₀ во текот на календарската година

Мониторинг станица	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Карпош	163	237	206	141				167	132	138	105
Центар	157		67	32				194	169	157	125
Гази Баба					132	123	11	159	123	126	158
Лисиче			172	162	192	190	255	263	189	213	162
Миладиновци					67	101	90	68	45	84	65
Мршевци					143	157	132				
Ректорат	75	128	259	209	175	98	57	188	145	155	95
Кочани	185	164	126	77	113	127	183	11	19	51	133
Куманово	126	225	182	120	179	108	79				
Велес-1	125	176	108		126	150	60				
Велес -2	252	224	119	124	110	142	142	119	113	137	121
Кавадарци	63	311	234	242	151	217	94		124	74	147
Битола-1	138	73	154	98	72	102	159	44	142	133	104
Битола -2	189	191	180	87	117	140	147	69			140
Тетово	293	303	241	174	142	162	33	193	306	299	347
Кичево	233	230	215	167	175	173	56	4	243	217	185
Лазарополе	0	4	14	5	0	5	0	0	2	0	0

Табела А12. Годишни просечни вредности на PM_{2.5}

Мониторинг станица	2012	2013	2014	2015
Центар	51.93	44.6	37.39	40.14
Карпош	50.53	24.03	41.58	50.51

Табела А13. Годишни просечни вредности на бензен

Мониторинг станица	2012	2013	2014	2015
Центар	4.4	5.4	11.1	
Карпош	4.7	2.8	3.8	0.4