

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technology**

**декември 2017
December 2017**

**ГОДИНА 11
БРОЈ 11**

**VOLUME XI
NO 11**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Доц. д-р Дејан Мираковски

Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

Главен и одговорен уредник
Проф. д-р Мирјана Голомеова

Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска
(македонски јазик)

Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska
(macedonian language)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Р. Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
R. Macedonia

С о д р ж и н а

Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Ванчо Аџиски, Николинка Донева НАЧИНИ ЗА ИЗРАБОТКА НА ГЕОДЕТСКИ ПОДЛОГИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА	5
Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Дејан Ивановски УТВРДУВАЊЕ НА ЕФЕКТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО РУДА И ЦИПОЛИН СО ПРИМЕНА НА РАЗЛИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ИНИЦИРАЊЕ	17
Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски МЕТОДОЛОГИЈА ЗА СИМУЛАЦИЈА НА КАМИОНСКИОТ ТРАНСПОРТ ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА	25
Иван Боев, Блажо Боев СИЛИЦИСКИ ВУЛКАНИЗАМ НА КОЖУФ ПЛАНИНА ДОКАЖАН СО ПРИСУСТВОТО НА ТРИДИМИТ И ПЕРЛИТ ВО ВИСОКО-SiO ₂ СЕДИМЕНТНИТЕ КАРПИ ВО КАЛДЕРАТА АЛШАР	33
Тена Шијакова-Иванова, Филип Јовановски, Виолета Стојанова, Виолета Стефанова, Крсто Блажев МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНОДИОРИТИТЕ ВО БЛИЗИНА НА С.БОНЧЕ, ПРИЛЕП	43
Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова МИКРОФОСИЛИ И НИВНА ПРИМЕНА ВО ИСТРАЖУВАЊЕТО НА НАФТА И ГАС	51
Војо Мирчовски, Горги Димов, Дарко Герасимов EXPLOITATION AND HYDROGEOLOGICAL PARAMETERS OF HYDROGEO THERMAL SYSTEM SPA KEZHNOVICA - STIP	57
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Горги Димов, Крсто Блажев ГРАВИТАЦИСКО ПОЛЕ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	67
Крсто Наумовски, Борис Крстев, Горан Басовски, Тијана Тодева, Александар Крстев СОСТОЈБИ И ВЛИЈАНИЕ ОД ИНДУСТРИСКИ ПРОЦЕСИ И АТМОСФЕРСКИ ПРИЛИКИ НА АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО ВО СКОПСКИОТ И ПОЛОШКИОТ РЕГИОН	75
V.Krstev, K. Naumovski, A. Krstev, B. Golomeov, M. Golomeova, A. Zendelska, T. Todeva AIR POLLUTION IN SURROUNDING ENVIRONMENT OF DOMESTI MINES – AMBIENT AIR AND PLANT DUST	83
Славица Михова, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Николинка Донева ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ ВО МЕТАЛНАТА ИНДУСТРИЈА	89

Иван Боев, Блажо Боев ХЛОРАРГИРИТ И АКАНТИТ ВО ПМ-10 ЧЕСТИЧКИТЕ ВО ОБЛАСТА ТИКВЕШ	95
Сања Симевска, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска КОНТРОЛА НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОДАТА ВО ПСОВ - БЕРОВО	101
Зоран Стоилов, Борис Крстев, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска ИСПИТУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ВО ДЕЛ ОД ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА.....	113
Ацо Јаневски, Крсто Блажев, Киро Мојсов, Дарко Андроников ДОБИВАЊЕ НА СИЛИЦИУМ ДИОКСИДОТ ОД ОРИЗОВА ЛУШПИ	121
Марија Миленкоска, Зоран Десподов ЛОГИСТИЧКАТА ПОДГОТВЕНОСТ НА КЛУЧНИТЕ ИНСТИТУЦИИ ВО ОПШТИНА ШТИП ЗА УПРАВУВАЊЕ СО КРИЗНИ СОСТОЈБИ	127
Петар Намичев, Екатерина Намичева КОНСТРУКТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТРАДИЦИОНАЛНАТА ГРАДСКА КУЌА ОД 19-ОТ ВЕК ВО ШТИП	139

СОСТОЈБИ И ВЛИЈАНИЕ ОД ИНДУСТРИСКИ ПРОЦЕСИ И АТМОСФЕРСКИ УСЛОВИ НА АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО ВО СКОПСКИОТ И ПОЛОШКИОТ РЕГИОН

Крсто Наумовски¹, Борис Крстев¹, Горан Басовски¹, Тијана Тодева¹, Александар Крстев²

¹Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Македонија

²Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Македонија

boris.krstev@ugd.edu.mk

Стручен труд УДК: 504.3.054

Апстракт

Предмет на ова истражување беше да се испита загадувањето на амбиенталниот воздух во Град Скопје и во Тетово со цврсти честички (PM₁₀) во периодот од 2009 до 2013 година и во 2015 и 2016 година. Резултатите добиени со статистичка анализа на податоците покажуваат дека во петгодишниот испитуван период годишната гранична вредност од 50 µg/m³ за PM₁₀ честичките во амбиенталниот воздух е надмината за секоја година. Највисока максимална дневна средна вредност на цврстите честички во воздухот на месечно ниво е забележана во декември, а највисоки вредности на PM₁₀ честичките се забележуваат во периодот од ноември до март, кој што ја претставува грејната сезона. Во испитуваниот период мерната станица Лисиче дава највисоки вредности за PM₁₀ честичките во Град Скопје, што го дефинира југозападниот дел од градот како најзагадена област во градот. Од добиените резултати, во овој труд, може да се заклучи дека постои потреба за итна примена на мерки за прочистување на воздухот, разработување на планови и стратегии, како на локално, така и на национално ниво.

Клучни зборови: *цврсти честички, контаминација, урбана средина*

CONDITIONS AND IMPACTS ON INDUSTRIAL PROCESSES AND ATMOSPHERIC APPROACHES OF AIR POLLUTION IN THE SKOPJE AND POLOG REGION

Krsto Naumovski¹, Boris Krstev¹, Goran Basovski¹, Tijana Todeva¹, Aleksandar Krstev²

¹University “Goce Delchev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Shtip, R. of Macedonia,

²University “Goce Delchev”, Faculty of Computer Science, Shtip, R. of Macedonia

boris.krstev@ugd.edu.mk

Abstract

Aim of this paper was to investigate the air pollution in Skopje with particulate matter (PM₁₀) in the period from 2009-2013 and 2015-2016. The results obtained by statistical analysis of the data shows that the annual limit value of 50 µg/m³ of PM₁₀ particles in ambient air in the five-year period examined is exceeded each year. The highest maximum daily average value of the solid particles in the air on a monthly basis is observed in the month of December, and the highest levels of PM₁₀ particles are recorded in the period from November to March, which he represents the heating season. In the investigated period, Lisiche measuring station gives the highest values for PM₁₀ particles in Skopje, which defines the southwestern part of the city as the highest polluted city area. The general conclusion from the results in this paper is: an urgent need for immediate implementation of measures for air purification, elaborate plans and strategies, both at local and national level.

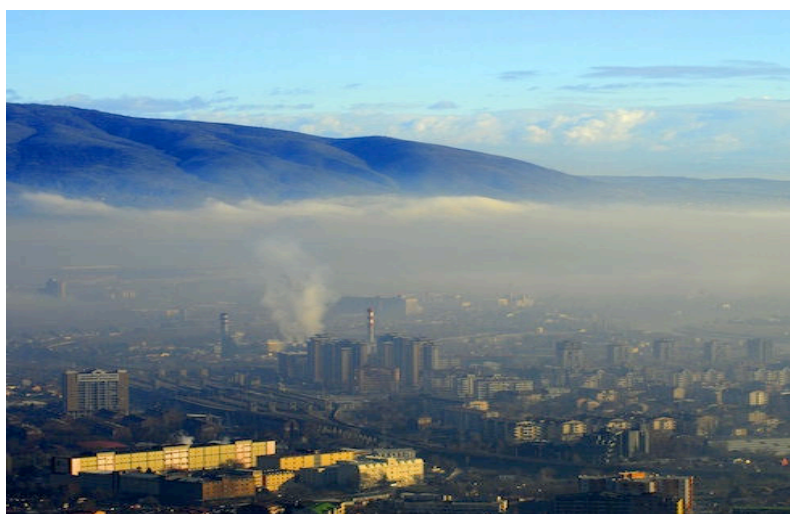
Key Words: *solid particle, contamination, urban environment*

Вовед

Загадувањето на воздухот е глобален проблем (Fenger, 2009). Аерозагадувањето е проблем што ги следи човековите миграции на различни територии (Akimoto, 2003). Интензитетот на емисија на полутанти е особено висок во градовите и урбаните агломерации. Според истражувањата на Обединетите нации, светската урбанизација е причина за опаѓање на квалитетот на воздухот во урбаните области. Главни извори на загадувањето се цврстите честички (PM₁₀ и PM_{2.5}), јаглерод диоксид (CO₂), сулфур диоксид (SO₂), метан (CH₄), азотни оксиди (NO_x) и озонот (O₃) (Finlayson-Pitts et al., 2000). Во последно време, аерозагадувањето се должи главно на партикуларните честици (PM₁₀ и PM_{2.5}) и сулфур диоксидот (SO₂). Загаденоста на амбиенталниот воздух е алармантна во главниот град на Р. Македонија – Скопје и други градови. Загадувањето на воздухот во Град Скопје и во Полошкиот регион со цврстите

2. Исто така, големиот број на застарени возила во главниот град, како и лошиот квалитет на горивото се причина за големата загаденост (Stafilov et al., 2003).
3. Емисиите на овие честички во животната средина се дисперзирани како на регионално, така и на континентално и глобално ниво, предизвикувајќи проблеми со загадувањето на воздухот како климатски промени и озонски дупки (Akimoto, 2003).
4. Загадениот воздух има негативни ефекти врз човековото здравје и ерозивен ефект на материјалите.
5. Целта на овој труд е да се направи увид во загадувањето на амбиенталниот воздух во Град Скопје и во Тетово со цврсти честички (PM_{10}) во период од две последователни години 2015-2016.

Со одредување на концентрациите на цврстите честички (PM_{10}) во воздухот би се одредила застапеноста на цврстите честички (PM_{10}) во воздухот и би се добила слика за степенот на загадување со цврсти честички (PM_{10}) во Град Скопје или Тетово (слика 1).



Слика 1. Град Скопје под смог и магла
Figure 1. The city of Skopje under smog and fog

2. Климатско-метеоролошки карактеристики

Скопје како главен град на Република Македонија претставува административен, културен, индустриски и сообраќаен центар. Во Скопскиот регион живеат 601 057 жители, на површина од 1 718 km^2 , со густина на населеност од 349,9 жители на km^2 .

Основни причини за аерозагадувањето во Скопје се: еколошки неповолните орографски и климатски карактеристики и емисијата на штетни материи во воздухот од индустриските, енергетските, комуналните емитори, како и емисијата на штетни материи од издувните гасови на моторните возила во сообраќајот. Од еколошки аспект, Скопската Котлина со своите орографски, а особено со климатските карактеристики, се одликува со неповолни топоклиматски специфичности (Filipovski et al., 1996).

За Скопската Котлина е карактеристична појава на:

- температурни инверзии (особено во зимскиот период);
- зголемена зачестеност на денови со магла;
- поголем број облачни денови годишно;
- режим на ветер кој е понеповоен во централниот дел на градот во споредба со отворениот, источен дел на градот.

Просечна надморска височина на котлината изнесува 250 m. Температурни инверзии во Скопската Котлина се јавуваат во сите месеци од годината, но сепак нивната појава со сите свои неповолни манифестации е изразена во зимските месеци. Средогодишната температура на воздухот за 30-годишен период изнесува 12,5 °C. Во зимските месеци Скопската Котлина се одликува со зголемена зачестеност на денови со магла која најчесто е од палијационен карактер. Просечно годишно има 63 дена со магла

концентрацијата на индустриски капацитети и население доведува до нарушување на пропишаните стандарди за квалитетот на амбиенталниот воздух. Слична е состојбата и во Тетово.

2.1. Извори на загадување и полутанти

Изворите на загадување на воздухот може да се класифицираат како мобилни извори: патен, железнички и воздушен сообраќај; индустриски извори: металуршката индустрија, производството на цемент, хемиската индустрија; стационарни извори на согорување: енергани, индивидуално затоплување и мобилни извори: бензински станици и слично (Furusjö, Sternbeck, & Cousins, 2007). Во урбаните средини загадувањето од земјоделските и природните извори е очекувано мало. Главни загадувачки материји се: азотните оксиди (NO_x), сулфур диоксид (SO₂), цврсти честички (PM), јаглерод диоксид (CO₂), јаглерод монооксид (CO), неметански испарливи органски материји (NMVOC), озон (O₃) и токсини во воздухот (Holman, 1999). Загадувањето на воздухот се јавува како резултат на емисии и хемиски реакции од различни групи на извори (Fenger, 1999). Концентрираните човекови активности во градовите резултираат со високи емисиони густини (Villanula, 1960). Квалитетот на воздухот најмногу го нарушува присуството на гасови, прашина (во чијшто состав влегуваат и цврстите честички) и други штетни и опасни материји, со количества и концентрации кои штетно влијаат врз здравјето на луѓето, екосистемот и природните создадени вредности (Dallarosa, Calesso Teixeira, Meira, & Wiegand, 2008).

2.2. PM (*particulate matter*) честички

Цврстите честички (*particulate matter*-PM) претставуваат комплексна мешавина на екстремно мали честички и течни капки. Честичките на загадувањето се составени од голем број компоненти, вклучувајќи ги и нитратните и сулфатните соединенија, органските хемикалии, металите, како и правот и почвата (Air resources board, California).

Големината на честичките е директно поврзана со нивниот потенцијал за предизвикување проблеми со здравјето. Агенцијата за заштита на животната средина на Соединетите Американски Држави покажува загриженост за честичките чијшто дијаметар е помал или еднаков на 10 микрометри, бидејќи тие честички генерално поминуваат низ грлото и носот и можат да навлезат во белите дробови. По вдишувањето, овие честички може да влијаат на срцето и белите дробови и да предизвикаат сериозни здравствени ефекти.

Овие честички се поделени во две категории:

1. „Груби честички што можат да се вдишат“ – тоа се честички што се наоѓаат во близина на патишта и индустриски објекти. Честичките се поголеми од 2,5 микрометри и помали или еднакви на 10 микрометри во дијаметар.

2. „Фини честички“ – тоа се оние честички што се наоѓаат во чад и магла и се еднакви или помали од 2,5 микрометри во дијаметар. Овие честички можат директно да бидат емитирани од извори како што се шумските пожари или од гасовите што ги испуштаат електроцентрали, индустриските објекти и автомобилите.

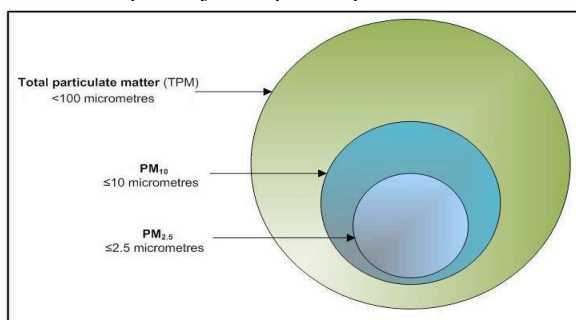
Според Секторот за животна средина на Канада, цврстите честички според големината се дефинирани како:

1. Вкупни честички (Total particualte matter - TPM) - честички со горна граница на големина на аеродинамичниот дијаметар околу 100 µm;

2. Честички со еквивалентен аеродинамичен дијаметар <10 µm (PM₁₀);

3. Честички со еквивалентен аеродинамичен дијаметар <2,5 µm (PM_{2.5}).

Големината на цврстите честички според дијаметарот е прикажана на слика 2.



Слика 2. Големината на цврстите честички според дијаметарот
Figure 2. Number of solid particles according diameter

Според Директивата 1999/30/ЕС, цврстите честички се дефинирани како:

- „PM₁₀“ се честички што минуваат низ влез селективен по големина, со 50% ефикасност на непропустливоста при аеродинамичен дијаметар од 10 µm;
- „PM_{2,5}“ се честички што минуваат низ влез селективен по големина, со 50% ефикасност на непропустливоста при аеродинамичен дијаметар од 2,5 µm.

Според Светска здравствена организација цврстите честички се широко раширени загадувачи на воздухот, кои се состојат од мешавина на цврсти честички и течна фаза суспендирани во воздухот.

Цврстите честички се со различни физички и хемиски карактеристики во зависност од локацијата. Најчести хемиски материи кои влегуваат во состав на цврстите честички се сулфатите, нитратите, амонијакот, како и други неоргански јони на натриум, калиум, калциум, магнезиум хлорид, потоа органски и елементарен јаглерод, вода, метали (кадмиум, бакар, никел, ванадиум и цинк) и полициклични ароматични јаглеродоводороди. Покрај наведените супстанции, во PM честичките може да се најдат и биолошки компоненти, како што се алергени и микроорганизми.

Составот на цврстите честички е даден на слика 3.



Слика 3. Состав на цврстите честички
Figure 3. Composition of particulate particles

Честички можат директно да бидат испуштени во воздухот (примарни честички) или да бидат формирани во атмосферата од гасовити прекурсори, како сулфур диоксид, азотни оксиди, амонијак и неметански испарливи органски соединенија (секундарни честички).

Тие можат да бидат емитирани од вештачки извори, направени од човекот (антропогени) или природни (неантропогени) извори.

Антропогените извори вклучуваат мотори со внатрешно согорување (дизел и бензин), цврсти горива (јаглен, лигнит, мазут и биомаса) за производство на енергија во домаќинствата и индустријата, други индустриски активности (градежништво, рударството, производството на цемент) и ерозија на коловозите како последица од патниот сообраќај.

Земјоделството е главен извор на амонијак. Секундарните честички се формираат во воздухот преку хемиски реакции на гасовитите загадувачи. Тие се производ на атмосферски трансформации на азотните оксиди (главно емитирани од сообраќајот и некои индустриски процеси) и сулфурниот диоксид кој произлегува од согорувањето на горива кои содржат сулфур. Почвата и прашината се, исто така, извор на цврсти честички, особено во сушните области или за време на епизоди каде што има долг дострел на пренос на прашина (Сахара во јужна Европа).

2.3. Извори на PM₁₀ честичките во Република Македонија

Примарните извори на загадување со цврсти честички се транспортот, домаќинствата, индустријата и земјоделието (Lenschow, 2001). Согорувањето на дрво за греење е значаен извор на загадување со PM₁₀ честичките и во поединечните региони на Македонија е главен извор на емисија на цврстите честички.

Спалувањето на земјоделски отпад (спалување пасишта и слично) и автомобилски гуми резултира со високи емисии на PM₁₀ и покрај забраната за спалување.

Пожарите во депонии за цврст комунален смет се честа појава во Македонија. Ова е повторно незаконска појава според Законот за управување со отпад.

Сообраќајот, исто така, придонесува кон загадување со PM₁₀, во рамки од околу 5 % од вкупните емисии во државата.

Врз основа на добиените резултати од претходните (пет години) истражувањата можат да се донесат неколку заклучоци. Во претходниот петгодишен испитуван период (2009-2013) највисока максимална дневна средна вредност на месечно ниво е забележана во декември. Највисоки вредности се забележуваат во периодот од ноември до март, којшто ја преставува грејната сезона. Вредностите за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух за тој период се два и повеќе пати повисоки од граничните вредности. Највисока максимална средна дневна вредност на годишно ниво е забележана во станицата во Гази Баба ($515,49 \mu g/m^3$) во 2009 година, во 2011 година во мерната станица Лисиче ($727,19 \mu g/m^3$). Највисока максимална средна дневна вредност на годишно ниво е забележана во станицата во Гази Баба ($896,92 \mu g/m^3$) во 2012 година што е и највисока измерена максимална годишна вредност во петгодишниот период. Најдолгиот месечен интервал во 2009 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ е забележан во месец декември во мерната станица Лисиче. Интервалот изнесувал 21 ден. Најдолгиот месечен интервал во 2010 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ е забележан во март во мерната станица Лисиче. Интервалот изнесувал 19 дена. Најдолгиот месечен интервал во 2011 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ е забележан во ноември во мерните станици Лисиче и Центар. Интервалот изнесувал 18 дена.

Најдолгиот месечен интервал во 2012 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ е забележан во ноември во мерната станица Лисиче. Интервалот изнесувал 30 дена. Интервалот изнесувал 24 дена. Во испитуваниот период од 2009 до 2013 година, мерната станица Лисиче, дава највисоки вредности за PM_{10} честичките во Град Скопје (Басовски Г., 2013).

3. Методологија на мерење на цврстите честички (PM_{10}) во воздухот

Мерењето во главниот град е преку автоматска мониторинг мрежа за следење на загадувањето на воздухот. Мерењата се одвиваат континуирано, со запис на лента во секој момент од деноноќието, кои во Централната станица во Министерството стигнуваат секој час како средни 24-часовни вредности, почнувајќи од 00:00 до 23:59 часот наредниот ден. Во сите станици се поставени инструменти за следење на еколошките и метеоролошките параметри. Автоматскиот мониторинг систем, воспоставен на територијата на Град Скопје, а во надлежност на Министерството за животна средина и просторно планирање, во сите станици поседува инструменти за следење на концентрациите на следниве параметри: сулфур диоксид (SO_2), јаглерод моноксид (CO), азот моноксид (NO), азот диоксид (NO_2), азотни оксиди (NO_x) и суспендирани цврсти честички (SPM). Методологијата на мерење на суспендираните цврсти честички (SPM) е со Beta-ray апсорпциониот метод. Се користи референтен метод за земање мостри и мерење на суспендирани честички со големина до 10 микрометри (PM_{10}) – МКС EN 12341:2014. Овој метод овозможува одредување на масата на честичките преку апсорпција на бета-зраците од страна на цврстите честички.

4. Обработка на добиените податоци

Официјалните податоци за секојдневните, средни часовни вредности на цврстите PM_{10} честички во амбиенталниот воздух во Скопската агломерација беа статистички обработени. Прво беа изработени средни вредности на дневните податоци, потоа месечни и годишни средни вредности за секоја поединечна станица. За секоја станица беше одреден бројот на денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ на месечно и годишно ниво. Определена беше и максималната дневна средна вредност на PM_{10} честичките на месечно и годишно ниво. Изработен беше бројот на интервали на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ на месечно и годишно ниво за секоја станица, со акцент на најдолгиот месечен интервал.

5. Резултати

Дневните средни вредности од станиците на мерната мрежа на Град Скопје и на Тетово за петгодишниот период подлежеа на статистичка обработка. Во табелите 1, 2 и 3 се дадени средните годишни вредности за цврстите честички, односно табели 4 и 5 за Тетово. Прикажан е бројот на денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu g/m^3$ за секоја станица поединечно на годишно ниво. Исто така, дадени се и вредностите за максималната годишна средна вредност на PM_{10} .

Табела 1. Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Град Скопје за 2015 година (декември, јануари и февруари)

Table 1. Annual mean values for PM_{10} particles in ambient air in Skopje for 2015 (December, January, February)

2015 година	Годишна средна вредност	Максимална годишна вредност на PM_{10}	Денови со поголема концентрација на PM_{10} од $50\mu\text{g}/\text{m}^3$
Станица Гази Баба	105,90	650,65	185
Станица Гази Баба	90,00	700,65	170
Станица Гази Баба	72.62	515.49	170
Станица Лисиче	95,50	650,00	210
Станица Лисиче	100,95	500,66	235
Станица Лисиче	104.85	490.02	246

Табела 2. Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Град Скопје за 2016 година (декември, јануари и февруари)

Table 2. Annual mean values for PM_{10} particles in ambient air in Skopje for 2016 (December, January, February)

2016 година	Годишна средна вредност	Максимална годишна вредност на PM_{10}	Денови со поголема концентрација на PM_{10} од $50\mu\text{g}/\text{m}^3$
Станица Гази Баба (12)	75,00	225,50	114
Станица Гази Баба (01)	68,35	238,05	120
Станица Гази Баба (02)	63.64	211.43	113
Станица Лисиче (12)	75,00	228,50	220
Станица Лисиче (01)	80,50	239,00	205
Станица Лисиче (02)	74.00	271.33	211

Табела 3. Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Тетово за 2015 година (декември, јануари и февруари)

Table 3. Annual mean values for PM_{10} particles in ambient air in Tetovo for 2015 (December, January, February)

2015 година	Годишна средна вредност	Максимална годишна вредност на PM_{10}	Денови со поголема концентрација на PM_{10} од $50\mu\text{g}/\text{m}^3$
Тетово 12 м.	105,45	552,70	255
Тетово 1 м.	125,65	650,00	223
Тетово 2 м.	133.11	727.13	231

Табела 4. Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Тетово за 2016 година (декември, јануари и февруари)

Table 4. Annual mean values for PM_{10} particles in ambient air in Tetovo for 2016 (December, January, February)

2016 година	Годишна средна вредност	Максимална годишна вредност на PM_{10}	Денови со поголема концентрација на PM_{10} од $50\mu\text{g}/\text{m}^3$
Тетово 12 м.	78.51	607.71	203
Тетово 1 м.	95.99	896.92	168
Тетово 2 м.	69.99	588.82	175

6. Заклучок

Врз основа на добиените резултати од претходните (пет години -2009-2013) и сегашните (две години – 2015-2016) истражувања за овој труд можат да се донесат следниве заклучоци. Во претходните петгодишниот испитуван период (2009-2013) највисока максимална дневна средна вредност на месечно ниво е забележана во станицата во Гази Баба ($515,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) во 2009 година, во 2011 година во мерната станица Лисиче ($727,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Највисока максимална средна дневна вредност на годишно ниво е забележана во станицата во Гази Баба ($896,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$) во 2012 година што е и највисока измерена максимална годишна вредност во петгодишниот период. Најдолгиот месечен интервал во 2009 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е забележан во декември во мерната станица Лисиче. Станици Лисиче и Центар. Интервалот изнесувал 18 денови.

Најдолгиот месечен интервал во 2012 година на пет и повеќе последователни денови со концентрација на PM_{10} честичките над $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е забележан во ноември во мерната станица Лисиче. Интервалот изнесувал 30 дена. Интервалот изнесувал 24 дена. Во испитуваниот период од 2009 до 2013 година, мерната станица Лисиче, дава највисоки вредности за PM_{10} честичките во Град Скопје.

Врз основа на добиените резултати од сегашните истражувањата од двегодишните 2015 до 2016 година (декември, јануари и февруари) за овој труд можат да се донесат следниве заклучоци.

Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Град Скопје за

Максималната вредност на PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух 2016 година во мерните станици во Град Скопје изнесувале за Гази Баба 211-255 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, односно 228-271 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за Лисиче.

Годишни средни вредности за PM_{10} честичките во амбиенталниот воздух во Тетово за 2015-2016 година (декември, јануари и февруари) за мерните места инесуваат 223-250, односно 168-203 дена.

Од сите добиени резултати во овој труд може да се заклучи дека постои потреба за итна примена на мерки за прочистување на воздухот, разработување на планови и стратегии, како на локално, така и на национално ниво.

Користена литература

1. Fenger, J. (2009). Air pollution in the last 50 years – From local to global. *Atmospheric Environment*.
2. Akimoto, H. (2003). Global air quality and pollution. *Science (New York, N.Y.)*, 302(5651), 1716–1719.
3. World Urbanization Prospects: United Nations, The 2012 Revision Population Database - accessed August 7, 2014 <http://esa.un.org/unpd/wup/>
4. Finlayson-Pitts, Barbara J.; Pitts, James N., Jr. (2000). Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. *Academic Press*.
5. Stafilov, T., Bojkovska, R., Hirao, M. (2003). Air pollution monitoring system in the Republic of Macedonia. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 4, 518–524.
6. Filipovski et al. (1996) Climatological- pedological Vegetation Regions in Republic of Macedonia, Macedonian Academy of Sciences and Art, Skopje, Republic of Macedonia
7. Alcinova Monevska et al. (2005), Country Profile, accessed November 7, 2014, http://siteresources.worldbank.org/CMUDLP/Resources/Macedonia_report.pdf
8. Furusjö, E., Sternbeck, J., & Cousins, A. P. (2007). $PM(10)$ source characterization at urban and highway roadside locations. *The Science of the Total Environment*, 387, 206–219.
9. Basovski G., (2013) Magisterski trud, FPTN-Shtip