**UDK: 502.3:504.5]:539.12-022.532(497.711)"2012/2020"**
**DOI: 10.37658/GR2053065m**

# АНАЛИЗА НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА $PM_{10}$ И $PM_{2.5}$ ЧЕСТИЧКИ ВО ВОЗДУХОТ ВО ГРАДОТ СКОПЈЕ И НИВНОТО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ НЕГОВИОТ КВАЛИТЕТ

Емилија МАНЕВСКА, Олгица ДИМИТРОВСКА[1], Иван РАДЕВСКИ[1],
[1]Институт за географија при Природно - математичкиот факултет,
Гази Баба бб 1000, Скопје
email: emilijamanevska@pmf.ukim.mk

## АПСТРАКТ

Овој труд е фокусиран на присуството и улогата на цврстите честички ($PM_{10}$ и $PM_{2.5}$) и нивното негативно влијание врз животната средина. Трендот на вкупната емисија на цврстите честици во градот Скопје е анализиран за периодот 2012-2020 година. Направена е анализа на факторите кои влијаат на концентрацијата на цврстите честички во воздухот и прикажани се и резултатите кои говорат за зголеменото присуство на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честичките во градот Скопје во зимските месеци со заклучок дека како најголем извор на загадување со овие честички е затоплувањето на домаќинствата во овој период. Со оглед на штетното влијание на овие честички врз човекот и животната средина, приложени се дел од мерките кои се превземаат со цел намалување на емисиите на овие супстанции во воздухот. Воедно предложени се и дополнителни мерки за подобрување на квалитетот на воздухот.

**Клучни зборови:** аерозагадување, $PM_{10}$ честички, $PM_{2.5}$ честички, животна средина.

## ВОВЕД

Цврстите, суспендираните или како што уште се нарекуваат партикуларните честички - $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ се цврсти или течни честички суспендирани во воздухот кои имаат многу мали димензии. Тие се комбинација од разни органски и неоргански материи и содржат сулфати, нитрати, амонијак, некои кристали, морска сол, метални оксиди, водородни јони и вода. Честичките можат да бидат во цврста и течна состојба и затоа можат да се најдат во различни форми како на пример саќи, прашина, пепел, полен, чад итн. (Зафировски, Спиридонов, 2020)

Има два типа на извори на овие честички и тоа: антропогени извори на честичките од процесите како што се: горење на биомаси, индустриски процеси, земјоделски активности, согорување на тврдите отпадоци, пожари и др. како и природни извори што го загадуваат воздухот, во кои спаѓаат ситните космички честици кои навлегуваат во земјината атмосфера, потоа правот од земјино потекло, чадот, гасовите и други материјали што се создаваат од вулканските ерупции. (Димитровска, 2011)

Разликата помеѓу $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ е во нивната големина. Имено $PM_{10}$ честичките се оние честички кои имаат дијаметар помал од 10 микрометри, додека $PM_{2.5}$ честичките имаат

дијаметар од 2.5 микрометри или помал. (https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics)

Цврстите честички покрај тоа што се штетни за животната средина тие исто така влијаат негативно врз здравјето на луѓето. Краткотрајното изложување на цврстите честички може да резултира со алергиски иритации, влошување на веќе постоечки срцеви или белодробни заболувања, а долгогодишното изложување на цврстите честички предизвикува намалена функција на белите дробови, срцеви болести, влошување на хронични болести и намалување на животниот век на луѓето. (https://www.health.nsw.gov.au/environment/air/Pages/particulate-matter.aspx)

Оттука, соочувањето со овој проблем, важен за животната средина, бара посветеност кон решавањето на истиот од надлежните институции, граѓаните, здруженијата, индустриските и други загадувачи на животната средина, со посебен однос на науката кон овие прашања.

## МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

За целите на овој труд, акцентот е ставен на анализата на податоците и информациите достапни пред се од државните институции и нивните публикации. Главните извори на податоци се добиени од Министерството за животна средина и просторно планирање и Државниот завод за статистика на Република Северна Македонија. За поголема кредибилност на истражувањето, беа користени повеќе меѓународни официјални документи поврзани со квалитетот на воздухот. Бидејќи овој труд е фокусиран на презентирање на состојбата и трендот на емисии на цврстите честички ($PM_{10}$ и $PM_{2.5}$), се користат статистичките методи за обработка на податоците: метод на анализа, метод на синтеза и компаративен метод. Графичкиот метод се користи во комбинација со статистичкиот метод за презентирање на добиените податоци.

## ПРОУЧУВАНО ПОДРАЧЈЕ

Скопска Котлина ја зафаќа територијата која е ограничена со водоразделната линија по планините Голешница, Караџица, Сува Планина, делови од Сува Гора и Жеден (границата го сече кањонот Матка на реката Треска во близина на новоизградената брана Козјак) од десната страна на Вардар, а потоа преку Дервенската Клисура на Вардар преку водоразделот на Шар Планина (преку клисурата на реката Пчиња), Скопска Црна Гора и Градишанска Планина се спојува со водоразделот по планината Голешница во близина на вливот на р. Пчиња во Вардар во Таорската клисура. Во овие рамки котлината зафаќа 1924,2 $km^2$ од кои 343,9 $km^2$ се рамничарски простор кој се наоѓа во хипсометриски појас од 150 до 300 m р.н.в. (Марковски, 2005)

Градот Скопје лоциран е во централниот дел од Скопската котлина, на 21°26' источна географска должина и 42° северна географска ширина, со надморска височина која во центарот на градот изнесува 240 m. Скопје се простира на 1818 $km^2$, во широчина 9 km (Водно-Радишани) и во должина 23 km (Драчево - Ѓорче Петров). Градското подрачје зафаќа површина од 225 $km^2$ . (ЛЕАП на град СКОПЈЕ 2020-2026)

Географската положба и орографските особености се главни модификатори на климата во Скопје. Градот Скопје припаѓа на подрачје што е под влијание на континентално средоземна клима. Тука се судираат влијанијата на континенталната клима од север и на медитеранската клима од југ. Основни карактеристики на ова подрачје се остри и влажни зими и суви и жешки лета, кои се одликуваат со големо годишно колебање на апсолутните екстремни температури и зголемено годишно колебање на средните месечни температури. (ЛЕАП на град СКОПЈЕ 2020-2026)

Средногодишно, во Скопскиот регион има 117 летни и 53 тропски денови. Летните денови се јавуваат од март до октомври, додека максимумот на високи температури е во јули и август. Инверзиите на температурата на воздухот во Скопската котлина се јавуваат во сите месеци, додека најизразени се во зимските месеци. Во деновите со температурни инверзии најстудено е во ниските делови на котлината, додека движејќи се кон повисоките реони – Водно и Скопска Црна Гора, температурата со височината се зголемува. Разликата во температурата во зимските месеци може да биде и поголема од 10°C. (Колчаковски, 2004)

Кога станува збор за врнежите Скопската котлина спаѓа меѓу посушните подрачја во државата. Врнежите во Скопската котлина се главно од дожд. Во зимските месеци се јавуваат редовно врнежи и од снег. Тие се главно ограничени на трите зимски месеци, а можат да настанат од ноември до месец март. Скопската котлина исто така, се одликува и со зголемена зачестеност на сушни периоди. Од вкупниот број сушни периоди 64% се со траење од 10 до 15 дена, додека 9% отпаѓаат на сушни периоди со траење од над 30 дена. (Колчаковски, 2004)

Просечното траење на сончевото зрачење во текот на годината во Скопската котлина изнесува 2102 часа или средно 6 часа дневно. Максимумот е во јули, со просечно 308 часа или средно 10 часа дневно и минимално во декември просечно со 59 часа – средно 2 часа дневно. (Колчаковски, 2004)

Ветровите се едни од најзначајните природни "прочистувачи" на воздухот. Во Скопската котлина како и во останатите котлини во државата најзачестени се насоките на ветровите од север и југ. Меѓутоа, орографските услови имаат големо влијание на правците на ветровите. Преовладуваат ветровите – Вардарец од северозападен правец (по долината на реката Вардар) и ветрот Југо од југоисточен правец. Вардарецот е краткотраен ветер со просечното траење од 1 до 2 дена. Во градскиот дел на котлината со најголема зачестеност е западниот ветер. Градскиот дел на Скопската котлина е со многу поголема зачестеност на тишини, односно состојби без ветер. (Колчаковски, 2004)

Градот Скопје има и најмногу денови со магла во текот на годината за разлика од другите урбани центри. (Селмани, Димитровска, 2005)

Скопје е и најголемиот град во Република Северна Македонија. Градот Скопје претставува и главен административен, економски, културен и образовен центар во државата. На подрачјето на градот Скопје има 10 општини. Согласно податоците од пописот во 2002, Скопје има вкупно население од 506.926 жители. (ДЗС, 2005)

Сепак, проценките се дека на дневна база бројката е поголема поради фактот што голем број на жители од останатите региони често мигрираат и престојуваат во градот поради работни обврски, студирање и сл.

Постојаните внатрешни миграции кон главниот град се и главната причина за градење на нови објекти за домување. Со зголемувањето на урбанизацијата во главниот

град дополнително се оневозможува прочистувањето на воздухот, а со изградбата на високатници во тесен простор се отежнува природната и потребна циркулација на ветровите, кои би користеле за да се прочисти воздухот по природен пат.

Градот Скопје претставува главен сообраќаен центар со релативно добро развиена патна мрежа, низ кој минуваат повеќе меѓународни и национални магистрални патишта.

## ИЗВОРИ НА ЕМИСИИ

Цврстите честички доаѓаат од природни и антропогени извори. Природните извори ги вклучуваат морската сол, прашината од сувите и пустинските области, поленот (од вегетацијата), вулканската пепел, шумските пожари. Антропогените извори се исто така многубројни. Тука спаѓаат согорување на фосилните и биогоривата (кај моторните возила, енергетските постројки и домаќинствата), разни индустриски процеси, сообраќајот (транспортот) и согорување на отпадот. (МИЦЖС, 2020)

Согласно последната направена инвентаризација на суспендирани честички ($PM_{2.5}$, $PM_{10}$, TSP) во Република Северна Македонија за 2018 година, најзначен удел во емисиите на овие честички има затоплувањето на домовите и административните капацитети со употреба на биомаса како гориво, особено заради нецелосното согорување на дрвата во старите печки. Согласно последниот официјален попис во Република Северна Македонија има 559 187 живеалишта. Според истражувањето направено во 2015 година (ДЗС 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. (МИЦЖС, 2020)

Друг клучен сектор во емисиите на суспендирани честички е производство на топлинска енергија а после него следи секторот транспорт.

## СТАНДАРДИ ЗА КВАЛИТЕТ

Според критериумите од страна на Светската здравствена организација за дозволените концентрации на штетни супстанци, дадени во упатството за квалитетот на воздухот (Air Quality Guidelines) просечната годишна концентрација за $PM_{10}$ не треба да надминува 20 $\mu g/m^3$, додека 24 часовна концентрација не треба да надминува 50 $\mu g/m^3$. Просечната годишна концентрација за $PM_{2.5}$ не треба да надминува 10 $\mu g/m^3$ , односно 24 часовна концентрација 25 $\mu g/m^3$. (WHO, 2005)

За Република Северна Македонија во согласност со Министерството за животна средина и просторно планирање граничните вредности се 40 $\mu g/m^3$ $PM_{10}$ на годишно ниво односно 50 $\mu g/m^3$ на дневно ниво. Во однос на $PM_{2.5}$ средното годишно дозволено ниво е 25 $\mu g/m^3$ но нема регулатива која се однесува на дневно ниво. (https://air.moepp.gov.mk/?page_id=118).

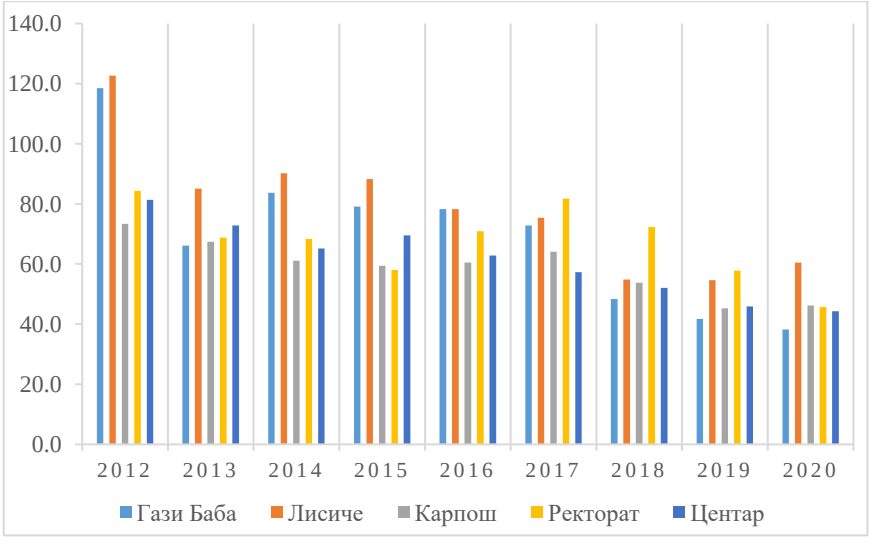
## КОНЦЕНТРАЦИИ НА $PM_{10}$ И $PM_{2.5}$ ВО ГРАД СКОПЈЕ

Во Градот Скопје редовно следење на состојбата со загадувањето на воздухот се спроведува преку мониторирање на концентрациите на загадувачките супстанци во амбиентниот воздух. Како дел од државниот автоматски систем за квалитет на воздух со кој управува Министерството за животна средина и просторно планирање на територијата на Градот Скопје се поставени 5 мерни станици и тоа на следните локации: Карпош, Центар, Лисиче, Гази Баба и Ректорат. (https://air.moepp.gov.mk/?page_id=290)

Анализата е направена преку податоците од графиконите што следат, изготвени од расположливите и достапни податоци за концентраци на $PM_{10}$ за мерните станици: Карпош, Центар, Лисиче, Гази Баба и Ректорат за периодот 2012 - 2020 година. Концентрациите на $PM_{2.5}$ согласно расположивите податоци се анализирани за мерните станици: Центар и Карпош, за периодот 2012 - 2020 година.

## АНАЛИЗА НА ПРИСУСТВОТО НА $PM_{10}$ ЧЕСТИЧКИТЕ

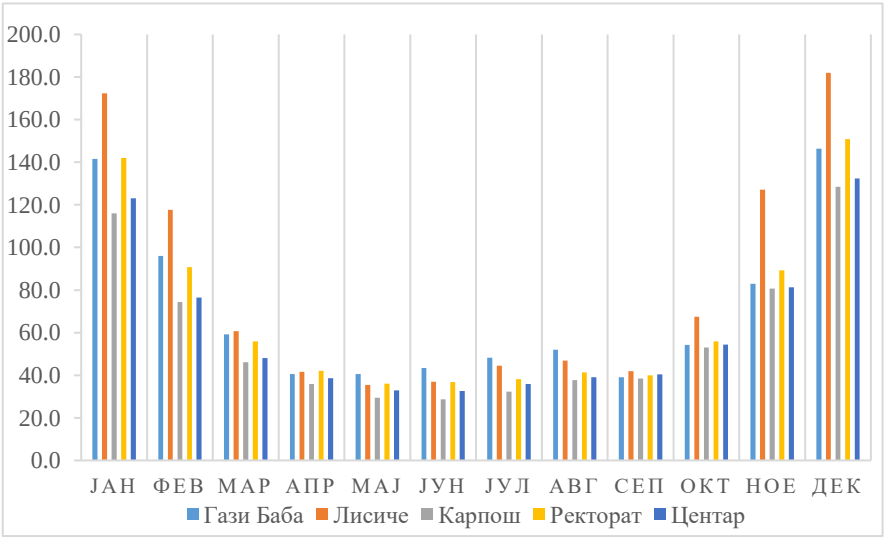
Од следниот графикон (Графикон 1.) може да се забележи дека најголеми концентрации на $PM_{10}$ честичките имало во 2012 година со највисоки пречекорувања на границите во мерните станици Лисиче со просечна годишна вредност од 122.7 μg/m$^3$ и Гази Баба со просечна годишна вредност од 118.5 μg/m$^3$. Најмали концентрации имало во 2020 година на мерните станици Гази Баба со вредност од 38.3 μg/m$^3$ и Центар со вредност од 44.3 μg/m$^3$.




**Графикон 1.** Просечна годишна концентрација на $PM_{10}$ честичките, за период од 2012 до 2020 година.

Според стандардите на Министерството за животна средина и просторно планирање за $PM_{10}$, најмногу надминувања на дневно ниво имало во 2012 година, каде што во

мерната станица Лисиче биле забележани 263 дена кои ги надминале стандардите, т.е. имало повеќе концентрации од дозволеното. Во 2013 година, 2014 година и 2015 година, повторно најмногу надминувања на стандардите имало во Лисиче со надминување кое изнесувало 189 дена над дозволеното во 2013 година, односно 213 дена за 2014 година, додека во 2015 година биле надминати 162 дена. Во 2016 година, најмногу надминувања имало во Гази Баба кога стандардите биле надминати 177 дена. Во 2017 година, 2018 година и 2019 година најмногу надминувања имало во Ректорат кога стандардите биле надминати 190 дена за 2017 година, односно 221 дена за 2018 година, 142 за 2019 година. Во 2020 година повторно најмногу надминувања се забележани во Лисиче, со 136 дена надминувања на граничните вредности за $PM_{10}$.

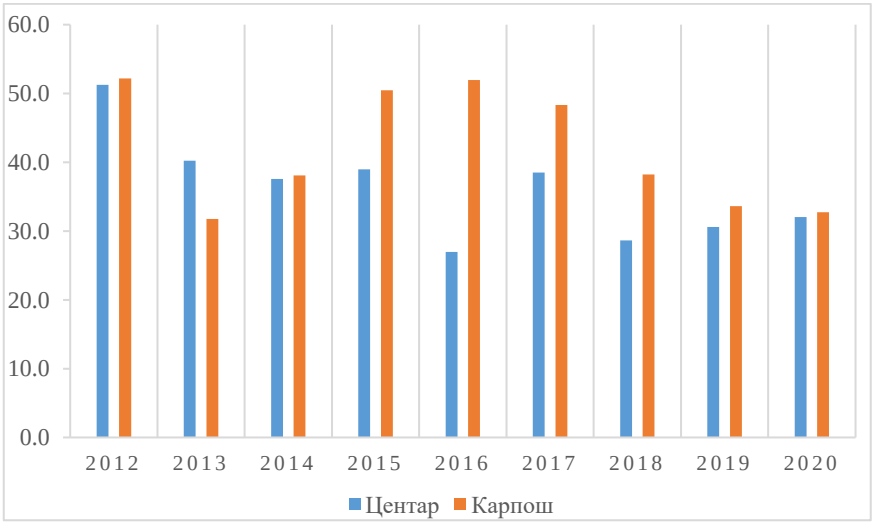



**Графикон 2.** Просечна месечна концентрација на $PM_{10}$ честичките, за период од 2012 до 2020 година.

Овој графикон покажува дека највисоки вредности на $PM_{10}$ честички имало во месеците јануари (во Лисиче со просечна вредност од 172.4 μg/m$^3$ и Ректорат со просечна вредност од 142.0 μg/m$^3$), февруари (во Лисиче со просечна вредност од 117.7 μg/m$^3$ и Гази Баба со просечна вредност од 96.1 μg/m$^3$), ноември (во Лисиче со просечна вредност од 127.2 μg/m$^3$ и Ректорат со просечна вредност од 89.3 μg/m$^3$) и декември (во Лисиче со просечна вредност од 182.0 μg/m$^3$ и Ректорат со просечна вредност од 150.9 μg/m$^3$). Најниски просечни вредности на $PM_{10}$ честичките имало во месеците мај (во Карпош со просечна вредност од 29.4 μg/m$^3$ и Центар со просечна вредност од 32.9 μg/m$^3$), јуни (во Карпош со просечна вредност од 28.7 μg/m$^3$ и Центар со просечна вредност од 32.6 μg/m$^3$) и јули (во Карпош со просечна вредност од 32.2 μg/m$^3$ и Центар со просечна вредност од 35.8 μg/m$^3$). Од анализата може да се заклучи дека генерално најголемо присуство на $PM_{10}$ честичките во градот Скопје имало во периодот на месеците поврзани со грејната сезона.

## АНАЛИЗА НА ПРИСУСТВОТО НА $PM_{2.5}$ ЧЕСТИЧКИТЕ

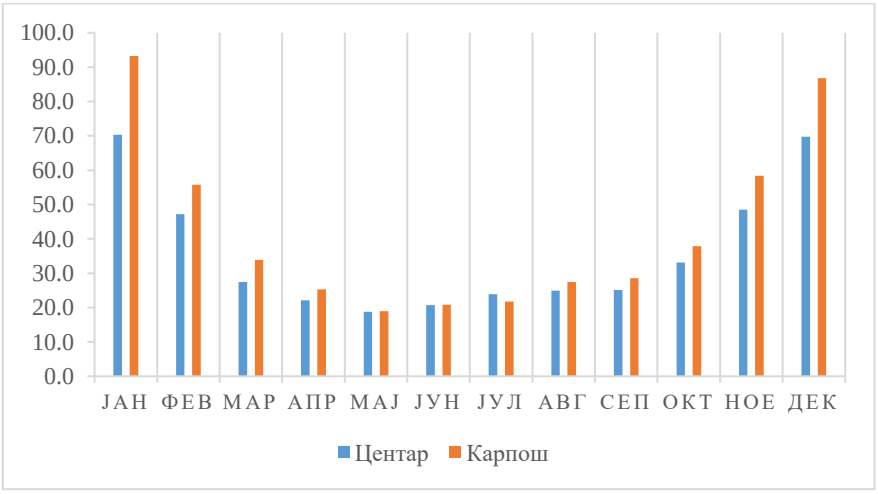
Од графиконот 3 во кој е прикажана присутноста на $PM_{2.5}$ честичките од 2012 година до 2020 година може да се забележи дека во 2012 имало најмногу $PM_{2.5}$ честички во воздухот. Генерално, мерната станица Карпош ни покажува повеќе пречекорувања за разлика од мерната станица Центар. Пречекорувањата се движат од најмалата просечна годишна концентрација во Центар која изнесува 27.0 μg/m³ во 2016 година, до најголемата просечна годишна концентрација во Карпош која изнесува 52.2 μg/m³ во 2012 година. Според податоците од мерните станици, во Центар најголема просечна годишна концентрација имало во 2012 година (51.2 μg/m³), а најмала во 2016 година (27.0 μg/m³). Според податоците од мерните станици, во Карпош најголема просечна годишна концентрација имало во 2012 година (52.2 μg/m³), а најмала во 2013 година (31.7 μg/m³).




**Графикон 3.** Просечна годишна концентрација на $PM_{2.5}$ честичките, за период од 2012 до 2020 година.

Според стандардите на СЗО за $PM_{2.5}$ најмногу надминувања на дневно ниво имало во 2016 година, во мерната станица Карпош, каде што биле забележани 252 дена над 25 μg/m³. Останатите години, односно покрај 2016 година, во мерната станица Карпош биле забележани поголеми надминувања во 2017, 2019 и 2020 година. Во 2017 година, биле забележани надминувања на граничните вредности 245 дена, во 2019 година 202 дена и во 2020 година 160 дена.

Во 2012, 2013, 2014 и 2018 година најмногу надминувања на граничните вредности имало во мерната станица Центар, каде се регистрирале надминувања од 213 дена во 2012 година, 193 дена во 2013 година, 238 дена во 2014 година и 178 дена во 2018 година.




**Графикон 4.** Просечна месечна концентрација на $PM_{2.5}$ честичките, за период од 2012 до 2020 година.

Од графиконот 4. може да се забележи дека најголема просечна месечна концентрација на $PM_{2.5}$ честичките имало во месеците јануари (во Карпош со просечна месечна вредност од 93.2 μg/m$^3$) , февруари (во Карпош со просечна месечна вредност од 55.8 μg/m$^3$), октомври (во Карпош со просечна месечна вредност од 37.9 μg/m$^3$), ноември (во Карпош со просечна месечна вредност од 58.4 μg/m$^3$) и декември (во Карпош со просечна месечна вредност од 86.8 μg/m$^3$), или во зимските месеци во периодот на грејната сезона.

Од горенаведените податоци преку кои се анализирани просечните месечни и годишни концентрации со цврстите честички, може да се заклучи дека најголемо загадување со PM честичките има во зимските месеци, односно пречекорување на дозволените вредности на овие честички во воздухот започнува од октомври и истото трае се до крајот на февруари, што асоцира на грејната сезона. Овие податоци се потврдуваат со повеќе студии, а од нив се издвојуваат резултатите од студијата изработена од УНДП во соработка со град Скопје и Министерството за животна средина и просторно планирање. Овие резултати покажуваат дека дури 90% од вкупните емисии на PM честички доаѓаат од домашните ложишта а тоа најповеќе се должи на термичките карактеристики на објектите. Дури 50,8% од објектите немаат никаква изолација, 42% имаат термичка изолација помала од пропишаната со Правилникот за нови објекти од 2013 година, а само 7,2% имаат изолација според прописите. (УНДП, Град Скопје, МЖСПП, 2017)

Слични показатели и резултати се добиени и во студијата за испитување на загадувањето на амбиентниот воздух во Скопје изработена од Технолаб ДОО Скопје. Испитувањето покажало дека во $PM_{10}$ честичките се пронајдени големи количини на левоглукосан којшто потекнува од согорувањето на дрвото како средство за затоплување на територијата на град Скопје. Левоглукосанот е хемиски стабилен во

атмосферата и се јавува единствено како продукт на пиролиза на целулозата на температура над 300°C поради тоа, што се смета како хемиски индикатор за согорување на биомаса (дрва). Други индикатори за тоа дека голем дел од загадувањето доаѓа од загревањето на домаќинствата се и состојбите кои говорат дека во воздухот се пронајдени и големи количини на маносан и галактосан коишто потекнуваат од согорувањето на биомаса, меѓутоа истите се нестабилни соединенија и потешко се квантифицираат. (Трпевска - Трајковска, Стефанова, Технолаб ДОО Скопје, 2019)

Покрај наведените фактори за присуството на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честичките во загадувањето на воздухот, транспортот исто така учествува во загадувањето на воздухот во градот Скопје меѓутоа не е дефиниран како главен загадувач. Како показател дека и транспортот има улога, меѓутоа не одлучувачка, може да се искористи 85 часовниот полициски час, односно забраната на движење на возила во градот Скопје поради пандемијата со вирусот COVID 19, во деновите од 17.04.2020 до 21.04.2020 година. Во наведениот период просекот на дневни количини на $PM_{10}$ за време на 85 часовниот полициски час изнесува 37.5 μg/m$^3$. За истите денови, за истиот месец, во периодот од 2012-2020 година просекот на $PM_{10}$ честичките изнесувал 38,6 μg/m$^3$. Од тоа произлегува дека транспортот, односно сообраќајот во главниот град, особено во месеците во коишто нема затоплување на домаќинствата нема пресудна или многу значајна улога во присуството на $PM_{10}$ честичките во воздухот. Односно според истражувањето на МЖСПП од 2018 година, учеството на транспортот во концентрациите на $PM_{10}$ честичките во воздухот било 3%, односно до 3,5% за $PM_{2.5}$ честичките. (МИЦЖС, 2020).

## ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ВКУПНИОТ КВАЛИТЕТ НА ВОЗДУХОТ И ЗДРАВЈЕТО НА НАСЕЛЕНИЕТО

Долгогодишното живеење во град кој често ја надминува границата со PM честичките во воздухот, е опасно по здравјето на луѓето. Имено, ваквата состојба го намалува имуниот одговор на респираторниот систем на човекот и доведува до манифестација на разни заболувања. Тоа би значело дека единка која доаѓа до контакт со вирусни или бактериолошки инфекции, поради тоа што живее во подрачје со загаден воздух, има дополнително послаб имунитет. Болестите што ги предизвикува присуството на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ во воздухот се: бронхоопструкциите (широк спектар на респираторни болести), појава на астма или дополнително влошување на веќе постоечката астма како дијагноза или појава на најтешката болест презивикана од загадениот воздух – белодробниот карцином. Покрај тоа што овие честички се опасни за респираторниот систем, тие предизвикуваат и влошување на состојбата со било какво хронично заболување, особено со срцевите болести. Сепак, докажано е дека луѓето односно човечкиот организам е далеку посензитивен на $PM_{2.5}$ честичките отколку на $PM_{10}$ честичките. $PM_{2.5}$ честичките полесно се вдишуваат во респираторниот систем и се депонираат во алвеолите на белите дробови, каде што токсичните честички може да презвикаат структурно оштетување на белите дробови. (Зафировски, Спиридонов, 2020)

Останати истражувања покажуваат податоци кои велат дека во Република Северна Македонија, кај околу 1.600 луѓе годишно настанува предвремена смрт како последица на прекумерна изложеност на $PM_{2.5}$ честичките. (World Bank, 2019)

Според Светската здравствена организација, загадениот воздух во европските градови е исто така еден од првите причинители за зголемената смртност на луѓето. Сепак, и СЗО ги смета $PM_{2.5}$ честичките за многу поголема закана за човечкото здравје во однос на $PM_{10}$ честичките. Според истражувањата направени од организацијата и нивните проценки, се смета дека долгорочната изложеност на $PM_{2.5}$ честичките е поврзана со зголемување на долгорочниот ризик од кардиопулмонална смртност. Аерозагадувањето со цврстите честички покрај тоа што е закана за здравјето на постарите лица, тоа исто така е опасно и за децата во развој бидејќи може да има негативно влијание врз развојот на белите дробови и да предизвика реверзибилен дефицит во функцијата на белите дробови. Сеуште нема докази за безбедно ниво на изложеност или праг под кој не се појавуваат негативни здравствени последици. (WHO, 2013)

## МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО СО $PM_{10}$ И $PM_{2.5}$ ЧЕСТИЧКИ

На национално ниво, Република Северна Македонија во последните неколку години покажува интерес и иницијатива кон решавање на проблемот со аерозагадувањето од цврстите честички, со бројни проекти и истражувања преку кои и директен учесник е и град Скопје со цел анализа и изнаоѓање на мерки и решенија кои би резултирале со намалување на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честичките. Повеќето досегашни истражувања покажуваат дека неконтролираната урбанизација е еден од поголемите извори на аерозагадувањето. Сепак енергијата, индустријата, земјоделството и транспортот се дополнителни фактори кои влијаат кон зголемувањето на цврстите честичките.

Добар чекор кон подобрувањето на состојбата со аерозагадувањето се и мерките кои за прв пат се спроведени во 2016 година и истите се базираат на субвенции за граѓаните на градот Скопје за купување инвертери и други современи уреди за затоплување, со кои ќе ги заменат старите грејни тела како печка на јаглен, дрва, нафта или мазут. Со оваа мерка градот би дал придонес и во намалувањето на емисиите на стаклени гасови. (https://zivotnasredina.skopje.gov.mk/subventsii/)

Како предлог кон побрзо и поефектно решавање на проблемот со аерозагадувањето а со тоа и намалувањето на цврстите честички во воздухот е континуирано анализирање на извршените мерења на присуството на PM честичките на локално и на национално ниво. Континуираните податоци од мерните станици од страна на Министерството за животна средина и просторно планирање би помогнале кон полесни месечни и годишни анализи на ниво на состојбите во градот Скопје со што секако би се придонело кон остварување на прецизно и конкретно планирање и спроведување на соодветни мерки за заштита на воздухот од $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честички.

Со цел да се подобри квалитетот на воздухот упатно е да се изгради сеопфатна мониторинг управа на изворите на загадување на воздухот; да се осовремени мрежата за мониторинг на амбиенталниот воздух; да се зајакне контролата на возилата во јавниот превоз и користење на безоловен бензин и други “еко” горива; да се поттикне користење обновливи извори на енергија и примена на планови за енергетска ефикасност и заштеда на енергија; да се поттикне самоконтрола кај индустриските загадувачи на воздухот и да се поттикнува контролирана урбанизација на градот.

## ЗАКЛУЧОК

Од прикажаните анализи во однос на просечните и годишните надминувања на граничните вредности на цврстите честички, може да се забележи дека најголем загадувач со PM честичките се домашните ложишта што се потврдува со фактот дека најголемо пречекорување на дозволените вредности на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честички има во периодот од месец октомври кога почнува грејната сезона, со намалување кон крајот на Февруари кога просечната температура во градот Скопје постепено се зголемува, а со тоа се намалува и греењето во домаќинствата.

Дополнителен фактор е географската местоположба бидејќи градот Скопје се наоѓа во котлина со присуство на големи "тишини" односно мало природно проветрување.

Кон ова придонесува и зголемената и неконтролирана урбанизација со намалување на природното прочистување на воздухот поради густината на објектите во градот.

Фактор што влијае врз присуството на $PM_{10}$ и $PM_{2.5}$ честичките во воздухот е и транспортот, меѓутоа влијанието на истиот е многу помало во однос на погоре споменатите фактори.

### КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

Димитровска О. (2011): Заштита на животната средина (интерна скрипта), стр. 1 - 141, Скопје.

Државен завод за статистика (2005 – Книга XIII): Попис на населението, домаќинствата и становите во Република Македонија, 2002 година, Скопје.

(https://www.stat.gov.mk/Publikacii/knigaXIII.pdf)

Зафировски О, Спиридонов В. (2020): Здравјето, времето и аерозагадувањето, Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", стр. 158 – 171, Скопје.

Колчаковски Д. (2004): Физичка географија на Република Македонија, стр. 146 - 148, Скопје

ЛЕАП на град СКОПЈЕ (2020-2026), стр 16 – 18, Скопје

(https://skopje.gov.mk/media/6058/leap-2020-2026.pdf)

Марковски Б. (2005): Картографско дефинирање и диференцирање на котлинските просторни целини во Република Македонија, Билтен на заводот за физичка географија, кн. Бр. 2, стр. 47-66, Skopje,.

(http://www.igeografija.mk/IZDANIJA/Bilten%20na%20Fizgeo/bilten%202/03%20markoski.pdf?fbclid=IwAR2sJwqygNePf6ne7ieQN6p3pkFCNVcAKMsEGaPZf8erShgLXtdvW18romw)

Македонски информативен центар за животна средина и просторно планирање (2020): --- Квалитет на животната средина во Република Северна Македонија ГОДИШЕН ИЗВЕШТАЈ ВОЗДУХ, Службен весник на РМ" бр. 53/05, 81/05, 24/07, 159/08, 83/09, 48/10, 124/10, 51/11, 123/12, 93/13 и 44/15

(https://www.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2014/11/2019_VOZDUH_Godisen.pdf)

Селмани А., Димитровска О. (2005): Аерозагадувањето во градските средини во Република Македонија и мерки за заштита, Зборник на трудови од III Конгрес на географите на РМ, стр.86-96, Скопје

Трпевска - Трајковска М., Стефанова Е., Технолаб ДОО Скопје, Република Македонија (2019): Влијанието на домашните ложишта врз квалитетот на воздухот, Зборник на трудови – Македонска академија на науките и уметностите

УНДП, Град Скопје, Министерство за животна средина и просторно планирање на РСМ (2017): Резиме на резултатите од истражувањето на начините на греење на домаќинствата како најголем

загадувач на воздухот во Скопската котлина, и Патоказот за намалување на загадувањето од греењето.

World Bank (2019): AIR POLLUTION MANAGEMENT IN NORTH MACEDONIA (http://documents1.worldbank.org/curated/en/116521576516981237/pdf/Air-Quality-Management-in-North-Macedonia.pdf)

World Health Organization (2013): Health effects of particulate matter Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia (https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf)

World Health Organization (2005): Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update, WHO/SDE/PHE/OEH/06.02 (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf)

https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics

https://www.health.nsw.gov.au/environment/air/Pages/particulate-matter.aspx

https://air.moepp.gov.mk/?page_id=118 (посетено на 12.05.2021)

https://air.moepp.gov.mk/?page_id=290 (посетено на 12.05.2021)

https://zivotnasredina.skopje.gov.mk/subventsii/ (посетено на 12.05.2021)