



Студија за влијанието на Covid 19, врз квалитетот на воздухот во Скопје

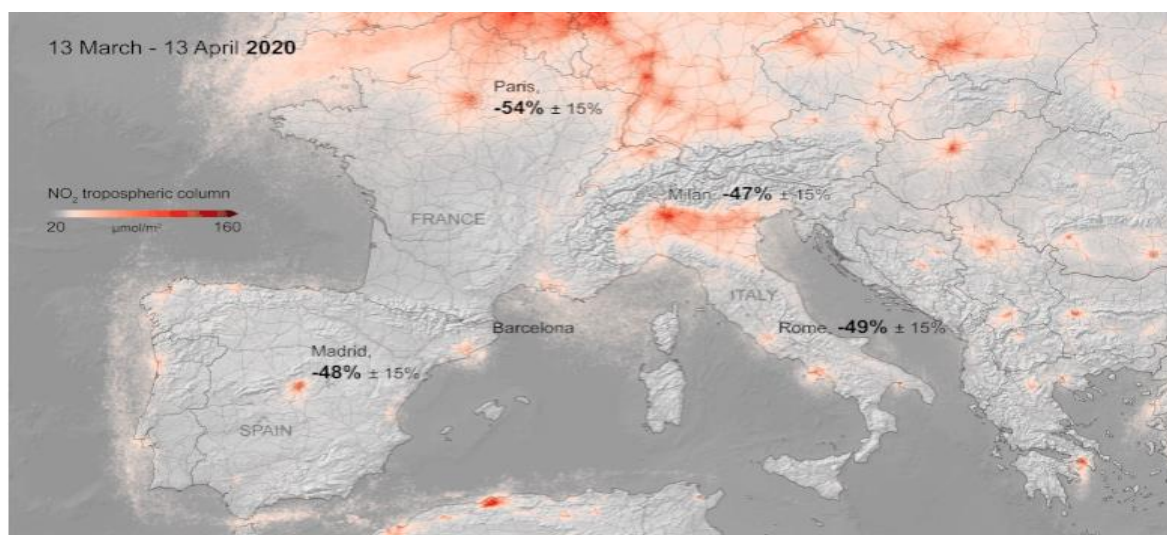
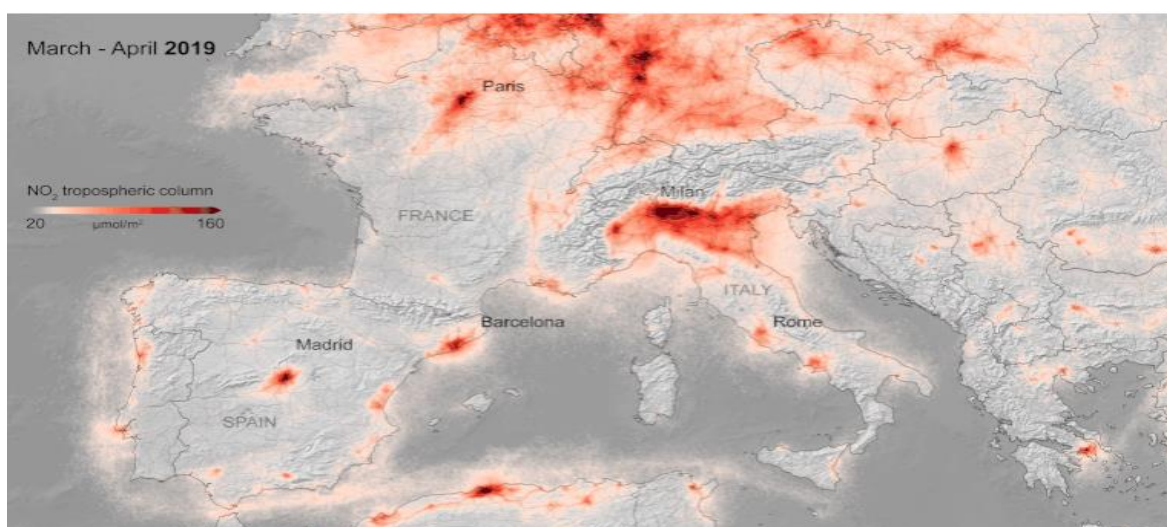


Целиот свет минува низ многу тешка ситуација поради ширењето на ново заразно заболување од семејството коронавируси (COVID-19). Светската здравствена организација (СЗО) го прогласи КОВИД-19 за „глобална пандемија“ на 11 март 2020 година, водејќи се од зголемената стапка на случаи на КОВИД-19 низ целиот свет. Последователно, до крајот на март, владите на многу земји ги ставија своите земји во карантин како стратегија за ограничување на ширењето на вирусот. Заклучно со 1 јуни 2020 година, 215 земји се погодени од КОВИД-19 со повеќе од 6,2 милиони случаи, со потврдени смртни случаи од 374.229 во светот.¹

Во Македонија првиот случај на КОВИД-19 беше потврден на 26.02.2020 година а Владата прогласи вонредна состојба на 18.03.2020 година. Во периодот од 21 март до 26 мај на територијата на целата држава во различни временски интервали беше ограничено движењето на граѓаните.

Епидемијата на КОВИД-19 покажа некои позитивни влијанија врз животната средина во многу земји од светот. Влијанието на КОВИД -19 врз аерозагадувањето во Скопје е предмет на оваа студија.

Слика 1. Сателитска снимка од аерозагадувањето во Март-Април 2019 во Европа



Слика 2. сателитска снимка од аерозагадувањето во март - април 2020 во Европа

¹ https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200515-covid-19-sitrep-116.pdf?sfvrsn=8dd60956_2

Подготовка на студијата	Проф. Др. Дејан Мираковски, дипл. Машински инженер, Универзитет Гоце Делчев, Штип (Лабораторија АМБИКОН) Филип Стојановски, дипл. Машински инженер, Центар за климатски промени М-р. Бојана Станојевска Пецуровска, Центар за климатски промени
-------------------------	--

Содржина

1. Основа за истражувањето	5
1.1. Методологија.....	5
1.2. Законодавство за квалитет на амбиентниот воздух во Македонија	6
2. Општи информации за Град Скопје.....	7
2.1. Ветрови.....	8
2.2. Осончување, облачност и магливост.....	9
2.3. Врнежи	10
2.4. Сообраќај во Град Скопје.....	11
3. Опис на агломерација Скопски регион, загадувачки супстанции и влијание врз здравјето на луѓето.....	13
3.1. Опис на загадувачки супстанции	16
4. Состојба со аерозагадување	18
5. Анализа на концентрациите на загадувачките супстанции во 2019 и 2020 година	24
5.1. Анализа на концентрации на PM10 и PM2,5	24
5.2. Анализа на концентрациите на PM2,5	43
5.3. Анализа на концентрациите на NO ₂	52
5.4. Анализа на концентрации на јаглерод монооксид (CO).....	72
6. Заклучок	73
7. Референци	78

Листа на графици

График 1. Месечни количини на врнежите во мм за 209 година	11
График 2. Учество на изворите на емисија во вкупното количество емитирани загадувачки супстанции во воздухот	19
График 3. Споредба на среднодневни концентрации на PM10 за мерна станица Центар (сообраќајница), март 2019 и 2020 година	24
График 4. Споредба на среднодневна концентрација на PM10 за м.с. Ректорат (сообраќајница), март 2019 и 2020 година	25
График 5. Споредба на среднодневни концентрации за PM10 за м.с. Карпош (позадинска) во март 2019 и 2020 година	25
График 6. Споредба на среднодневни концентрации на PM10, Центар 23-29 март 2019 и 2020 година.....	26
График 7. Споредба на среднодневни концентрации на PM10, Ректорат 23-29 март 2019 и 2020 година.....	26
График 8. Среднодневна концентрација на PM10 за м.с. Карпош за период 23-29 март 2019 и 2020 година.....	27
График 9. Споредба на концентрациите на PM10 во периодот пред и после Велгденскиот 85 часовен полициски час - Ректорат, април 2019/2020	30
График 10. Споредба на концентрациите на PM10 во периодот пред и после Велгденскиот 85 часовен полициски час -Карпош, април 2019/2020	31
График 11. Споредба на просечни месечни концентрации за PM10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Центар	40
График 12. Споредба на просечни месечни концентрации за PM10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Карпош	40
График 13. Споредба на просечни месечни концентрации за PM10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Ректорат.....	41

Листа на слики

Слика 1. Сателитска снимка од аерозагадувањето во Март-Април 2019 во Европа	1
Слика 2. сателитска снимка од аерозагадувањето во март - април 2020 во Европа	1
Слика 3. РУЖА НА ВЕТЕР ВО 16 ПРАВЦИ.....	9
Слика 4. Локација на мерна станица Центар	13
Слика 5. Локација на мерна станица Гази Баба.....	14
Слика 6. Локација на мерна станица Карпош	14
Слика 7. Локација на мерна станица Лисиче	15
Слика 8. Локација на мерна станица Ректорат	15
Слика 9. Локација на мерна станица Бутел.....	16

Листа на табели

Табела 1. Количество емитувани загадувачки супстанции во тони годишно дадени по извори на емисија	18
Табела 2. Регистрирани возила во 2019 по тип на возило и по гориво	20
Табела 3. Емисии од патен сообраќај.....	21

1. Основа за истражувањето

Идејата за подготовка на оваа студија се наметна со почетокот на пандемијата со вирусот Ковид 19 кој ги намали активностите на многу сектори а со тоа и емисиите во воздухот. Па така во периодот на полициски час беа значително намалени емисиите во воздух особено во централното градско подрачје. Поаѓајќи од овие сознанија а со цел обезбедување на точни информации за влијанието на карантинот врз аерозагадувањето направена е целосна анализа и споредба на податоците од квалитет на амбиентниот воздух оваа и минатата година 2019.

Намалувањето на активностите на стопанскиот сектор, а воедно и сообраќајните активности овозможуваат единствена шанса да се анализира квалитетот на воздухот во периодите кога сообраќајот е намален односно воопшто го нема, а со тоа да се покаже неговото влијание врз аерозагадувањето.

Оттука целта на студијата е да го прикаже влијанието на пандемијата Ковид 19 врз влијанието на воздухот во Скопје односно да го анализира влијанието на транспортот и емисиите од транспорт врз квалитетот на воздухот во Скопје. Оваа студија има за цел да ја прикаже релацијата помеѓу намалувањето на сообраќајниот интензитет и квалитетот на амбиентниот воздух во Град Скопје.

Иако Ковид пандемијата предизвика огромни економски и социјални последици за голем дел од населението, односно за целата економија, сепак во однос на загадувањето на воздухот ја „искористивме“ за да го анализираме намалениот сообраќаен интензитет како индикатор за неговото влијание врз аерозагадувањето.

1.1. Методологија

Со цел анализа на влијанието на сообраќајот врз аерозагадувањето во Скопје, анализирани се податоците добиени од мониторингот на амбиентниот воздух на државниот автоматски мониторинг систем за квалитет на амбиентен воздух (ДАМСКВ) за мерните станици Карпош, Центар, Гази Баба, Ректорат, Лисиче и мобилната Ѓорче Петров, односно мерните станици поставени во централното градско подрачје. Притоа, анализиран е периодот од јануари до август 2019 и истиот период во 2020 година, така што направена е споредба на концентрациите помеѓу овие месеци во двете години, но истовремено споредени се и концентрациите на загадувачките супстанции во месеците пред карантинот (јануари – март 2020), за време на карантинот, односно во периодот кога започнаа забраните за движење – полициски час (21 март – 26 мај 2020) и периодот после карантинот.

Анализата на податоците е во согласност со Правилникот за критериумите, методите и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух (сл. Весник на РМ бр. 169/13), така што се анализирани само загадувачките супстанции за оние мерни станици за кои имаше доволен број на отчитувања на едночасовни концентрации. Ваквиот пристап е применет со цел обезбедување на колку што е можно по реална слика за квалитетот на воздухот во Скопје во 2020 година.

1.2. Законодавство за квалитет на амбиентниот воздух во Македонија

Закон за воздух

Законодавството за квалитет на амбиентен воздух е регулирано со Законот за квалитет на амбиентниот воздух „Службен весник на РМ, бр. 67/04, 92/07, 35/10, 47/11, 59/12, 163/13, 10/15, 146/2015“ кој претставува рамка и е во согласност со Рамковната директива 96/62/ЕЗ за оценка и управување со квалитетот на амбиентниот воздух.

Законот ги регулира мерките за избегнување, спречување или намалување на штетните влијанија на загадувањето на воздухот врз здравјето на човекот и животната средина како целина, со поставување гранични вредности, прагови за алармирање и прагови за информирање, граничните и целните вредности за емисиите, воспоставување на систем за следење и контрола на квалитетот на воздухот и следење на изворите на емисии, сеопфатен систем за управување со квалитетот на амбиентниот воздух и изворите на емисии, како и други мерки за заштита и активности на правни и физички лица кои имаат директно или индиректно влијание врз квалитетот на околината воздухот

Уредбата за граничните вредности на нивоата и типовите на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и праговите на алармирање, рокови за исполнување на граничните вредности, маргини на толеранција, целните вредности и долгорочните цели е изготвена согласно Законот за квалитет на амбиентен воздух, притоа земајќи ја предвид Рамковната директива и директивите ќерки. Законот и Уредбата беа ажурирани со одредбите и деталите наведени во Директивата 2008/50/ЕЗ за квалитет на амбиентен воздух и за почист воздух за Европа (т.н. Директива CAFE) и Директивата 2004/107/ЕЗ за арсен, кадмиум, жива, никел и полициклични ароматични јаглеводороди во амбиентниот воздух.

Café Директивата (Clean Air For Europe Directive) 2008/50/EC е легислатива која беше објавена во мај 2008 година во ЕУ со цел да се подобри квалитетот на амбиентниот воздух во Европа и да се ограничи експозицијата на аерозагадувањето. Нејзините правила вклучуваат како да го следиме, анализираме и управуваме квалитетот на амбиентниот воздух.

Целта на оваа Директива е да:

- воспостави цели за квалитетот на амбиентниот воздух со цел да се намалат, спречат и избегнат штетните ефекти врз нашето здравје и животната средина
- да собере информации за квалитетот на воздухот за да помогне во намалување на загадувањето на воздухот и да ги следи долгорочните трендови и подобрувања
- да осигура дека информациите за квалитетот на амбиентниот воздух се достапни на јавноста
- да го подобри квалитетот на воздухот каде што е потребно и да го одржи квалитетот на воздухот
- да се зголеми соработката помеѓу земјите-членки за намалување на загадувањето на воздухот

Со цел да ги намали и минимизира загадувачките супстанции ЕУ Директивата постави вредности и гранични вредности. Таа постави гранични вредности на азот диоксид, азот оксид (NOx), суспендирани честички, јаглерод моноксид, озон, сулфур диоксид и органски испарливи соединенија.

- Азот диоксид (NO₂) 1-часовна гранична вредност од 200 µg/m³ и годишна средина гранична вредност од 40 µg/m³
- Азотни оксиди (NO_x) гранична вредност за календарска година 50 µg/m³
- Цврсти честички ПМ 10 (PM10) 24 часовна гранична вредност од 50 µg/m³
- Цврсти честички 2.5 Фаза 1 (PM2.5) календарска гранична вредност од 40 µg/m³
- Цврсти честички 2.5 Фаза 2 (PM2.5) календарска гранична вредност 20 µg/m³
- Јаглерод Моноксид (CO) има 8 часовна гранична вредност 10,000 µg/m³
- Сулфур Диоксид има 1 часовна гранична вредност од 350 µg/m³.

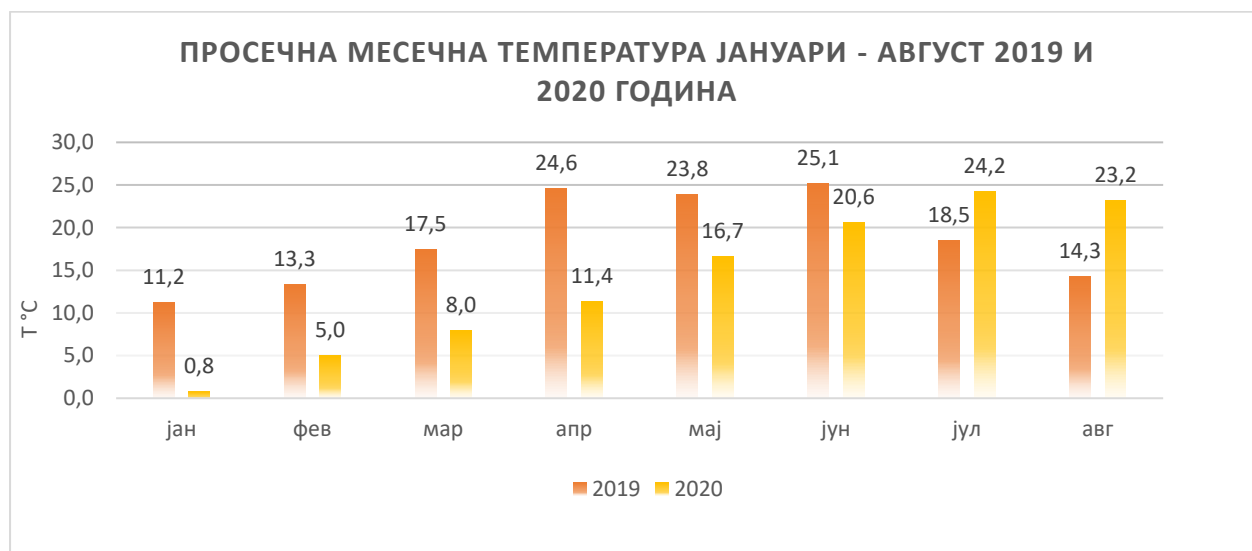
Овие гранични вредности се регулирани и во националното законодавство и тоа во Уредбата за гранични вредности за нивоа и видови на загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и прагови на алармирање, рокови за постигнување на граничните вредности, маргини на толеранција за гранична вредност, целни вредности и долгорочни цели („Службен весник на РМ“, бр. 50/05, 183/2017)

Параметар	Период за пресметување на просекот	Гранична вредност	Извор
Суспендирани честички со големина од 10 µm (PM10)			
24-часовна гранична вредност за заштита на човековото здравје	24 часа	50 µg/m ³ PM10, не смее да биде надмината повеќе од 35 пати во текот на една календарска година	Уредбата за гранични вредности, („Службен весник на РМ“, бр. 50/05)
Годишна гранична вредност за заштита на човековото здравје	Календарска година	40 µg/m ³ PM10	Уредбата за гранични вредности, („Службен весник на РМ“, бр. 50/05)
Суспендирани честички со големина од 2,5 µm (PM2,5)			
Годишна гранична вредност за заштита на човековото здравје	Календарска година	25 µg/m ³ PM 2.5	Директиви 2008/50/ЕС и 2004/107/ЕС
Азот диоксид и азотни оксиди			
Едно часовна гранична вредност за заштита на човековото здравје	1 час	200 µg/m ³ NO ₂ , не смее да биде надмината повеќе од 18 пати во текот на една календарска година	Уредбата за гранични вредности, („Службен весник на РМ“, бр. 50/05)
Годишна гранична вредност за заштита на човековото здравје	Календарска година	40 µg/m ³ NO ₂	Уредбата за гранични вредности, („Службен весник на РМ“, бр. 50/05)

2. Општи информации за Град Скопје

Скопје е главниот и најголем град во РСМ, кој се наоѓа во северен дел и се поклопува со природно географските карактеристики на Скопската Котлина (слика 2). Градот Скопје е основата на Скопскиот регион кој се состои од 17 општини, од кои 10 спаѓаат во подрачјето на

Градот Скопје. Градот Скопје е најзначаен административен, економски, културен и образовен центар на РСМ. 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 km², во широчина 9 km (Водно-Радишани) и во должина 23 km (Драчево - Ѓорче Петров). Градското подрачје зафаќа површина од 225 km². Според површината, најголема општина во Град Скопје е Сарај со 229 km², а најмала Чаир со 3,5 km². Според бројот на жители, најголема општина е Аеродром со 98. 382 жители, а најмала е Шуто Оризари со 20. 800 жители.

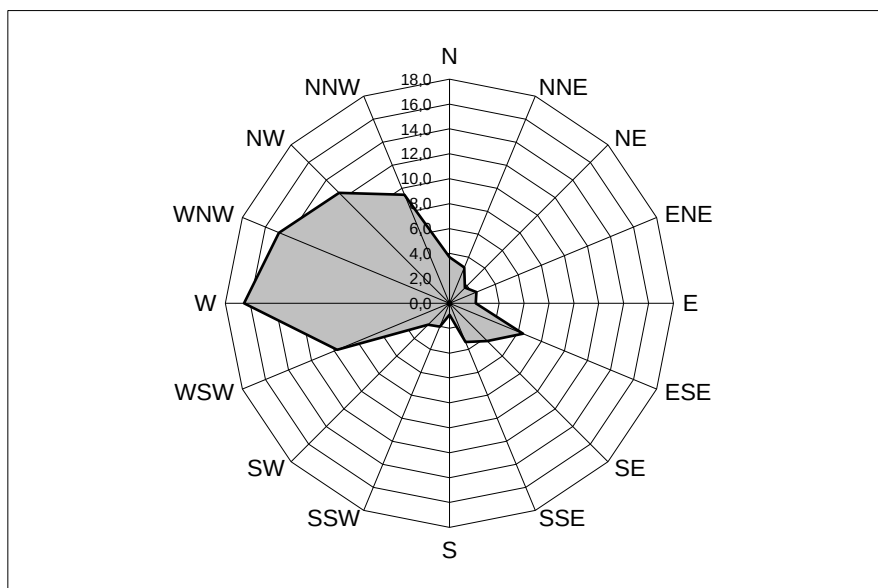


Извор: Мерна станица Петровец, УГД Штип

2.1. Ветрови

Во Скопската котлина нај зачестени се насоките на ветровите од северен, северот – источен правец и ветровите од југо – источен правец. Но, орографските услови имаат големо влијание на правците на ветровите. Во отворениот источен дел на Скопската котлина, режимот на ветровите доста се разликува од градскиот дел на котлината. Ветровите од северниот правец се најзастапени и истите се движат со просечна брзина од 3,9 m/s. Најинтензивно е во месецот јули со просечна брзина од 4,6 m/s, а најслаб е во месец мај со просечна брзина од 1,8 m/s. Втор по зачестеност е ветерот од северно – источниот правец со просечна брзина од 3,3 m/s. Застапен е во сите месеци во годината, но најзачестен е во месецот март со средна месечна брзина од 3,1 m/s. Најмалку го има во месеците октомври и ноември и доколку го има се движи со средна брзина од 3,3 m/s. Трет по зачестеност во овој дел од котлината е југо – источниот ветер кој има средна годишна брзина од 3,3 m/s до 3,5 m/s. Само во месеците јули, август и септември е со средна брзина од 2,2 m/s. За режимот на ветровите во Скопската Котлина може да се заклучи следното: Источниот дел од котлината е доста ветровит, знатно повеќе од градскиот дел. Преовладуваат ветрови од северен и североисточен правец чија зачестеност е поизразена во летниот период, донесувајќи топол и сув континентален воздух, кој го зголемува испарувањето од почвата и од вегетацијата во котлината. Долг студен период условува долга грејна сезона (6 месеци) со што расте оптоварувањето со атмосферски полудени, а во периодот ноември - јануари има стагнација на воздушните маси и температурни инверзии кои го зголемуваат атмосферското загадување. Проветрувањето на котлината се врши под влијание на циклонски движења на воздушните маси. Во однос на ветровите, слика 1 ја дава розата на ветрови за ова подрачје.

Слика 3. РУЖА НА ВЕТЕР ВО 16 ПРАВЦИ



Извор: УХМР, метеоролошка станица: СКОПЈЕ-ЗАЈЧЕВ РИД, период 2019 година

2.2. Осончување, облачност и магливост

Просечната годишна сума на осончување во часови изнесува 2114.0 часови на мерното место Стар Аеродром и 2083.9 часови на мерното место Аеродром Петровец. Најосончени се летните месеци јули и август со 317.6 односно 308.4 часови. Во декември и јануари има 57.0 односно 65.0 часови просечно месечно осончување. Годишните суми на осончување варираат од 1904.2 часа (1951г.) до 2295.8 часа (1961г.). Измерената просечна средна дневна вредност на енергија на сончевото зрачење на хоризонтална површина изнесува 4000 Wh/m². Просечната годишна сума на врнежи изнесува 515 mm. Просечните месечни варијации на врнежите достигнуваат максимална вредност во мај и ноември/декември, додека најниските се во јануари/февруари и август. Сушниот период трае од јули до септември, често со континуирано траење повеќе од 60 дена. Појавата на интензивни врнежи е честа во котлината, посебно за време на по топлиот период од годината. Нај влажна година е 2014 со вкупно годишно количество врнежи од 782,9 mm, додека најсушната година е 2000 година со 296,4 mm. Количеството врнежи е мало за време на по топлиот период во годината (вегетациски период), кога потрошувачката за вода за секторите идентификувани како главни потрошувачи е највисока. Според индексот на суша предложен од De Martonne, поголемиот процент од годините може да се класифицира дека имаат карактеристики на сува и полу сува клима. Исто така, од големо значење е и намалувањето на трендот на годишните вредности на индексот De Martonne, што го презентира трендот на зголемувањето на сушноста во регионот. Просечната годишна влажност на воздухот во Скопје-Петровец изнесува 70 %, додека во Скопје-Зајчев Рид 68%. Во месеците ноември, декември и јануари средната месечна повеќегодишна вредност на влажноста на воздухот е иста во цела Скопска Котлина, додека во другите месеци во текот на годината просечната релативна влажност на воздухот е за 1 до 3% помала во Скопје-Зајчев Рид во споредба со Скопје-Петровец. Постои определена разлика на релативната влажност на воздухот помеѓу градската урбана средина на Скопје и неговата околина. Тоа е особено изразено во текот на летните месеци кога постои видна разлика во урбаната средина и не урбаното подрачје, како и нивното влијание врз влажноста на воздухот. Скопската Котлина е специфично подрачје со појава на магли и

температурни инверзии. При такви временски состојби се зголемува загаденоста на воздухот. Најголем број на денови со магли во годината е забележан на локалитетот Стар Аеродром и изнесува 81 ден, што е многу повеќе во споредба со другите локалитети во Скопската Котлина (Петровец 29, Трубарево 32, Драчево 18 дена). Во декември најчесто има појава на магла, просечно по 18 дена, што претставува повеќе од половината од месецот. Слична е ситуацијата и со јануари, кога магла има по 16 дена и ноември по 14 дена. Скопската Котлина е многу сончева – вкупната вредност на сончевиот сјај изнесува 2136 часа. Просечен број на ведри денови во текот на годината има 86, облачни денови 184, а тмурни денови 95. Релативната влажност на воздухот изнесува 70%.²



Извор: УХРМ, Метеоролошка станица Зајчев рид, 2019 година

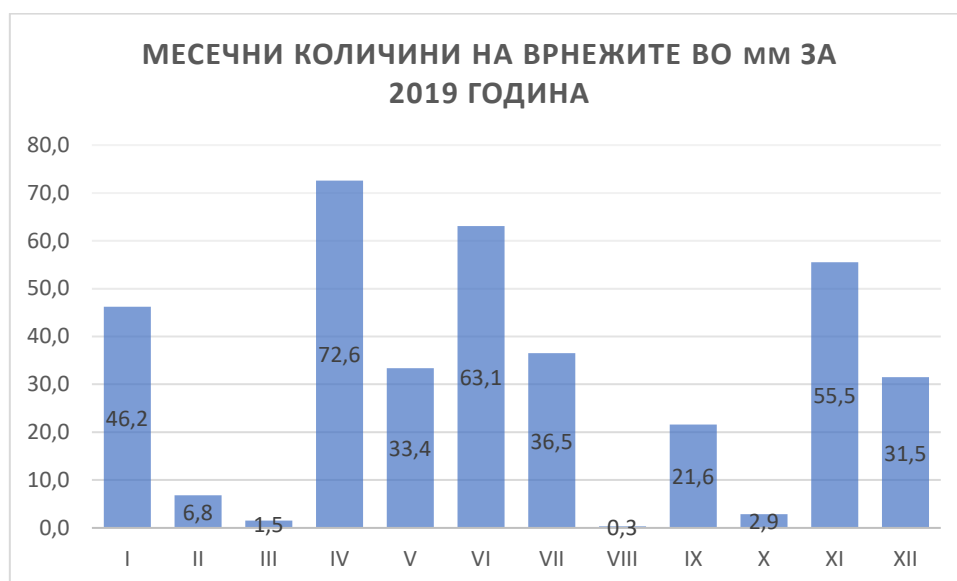
2.3. Врнежи

Врнежите се нерамномерно распределени во текот на годината (месечно и сезонски). Најобилните врнежи се јавуваат во мај и октомври. Најмалите вредности се регистрирани во февруари и јули. Просечната годишна сума на врнежи (1951-2010) се движи од 497,5 mm во рамничарското дел до околу 700 mm на највисоките делови на Водно и ниските падини на СЦГ. За време на топлиот период во годината, има појава на краткотрајни интензивни (поројни) врнежи (слика 4) како што беше и во август 2016 кога предизвика катастрофа. Сушите се исто така карактеристични, при што неколку пати се измерени вредности и под 400 mm, со екстреми во 2000 (300 mm) и 2000 (297,7 mm).

Прегледот на врнежи по месеци за последната година 2019 се дадени на графикот подолу

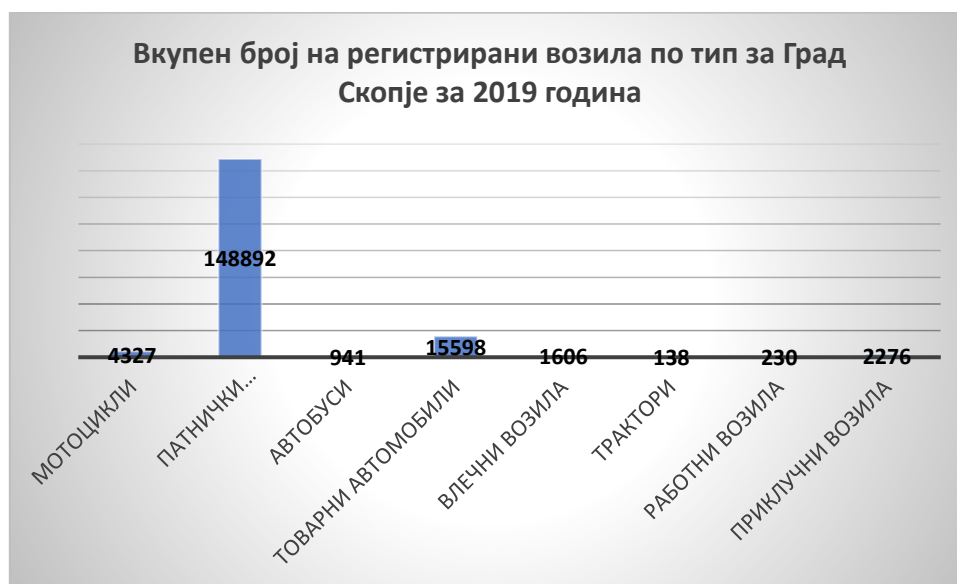
² ЛЕАП на Град Скопје 2020-2026

График 1. Месечни количини на врнежите во мм за 209 година

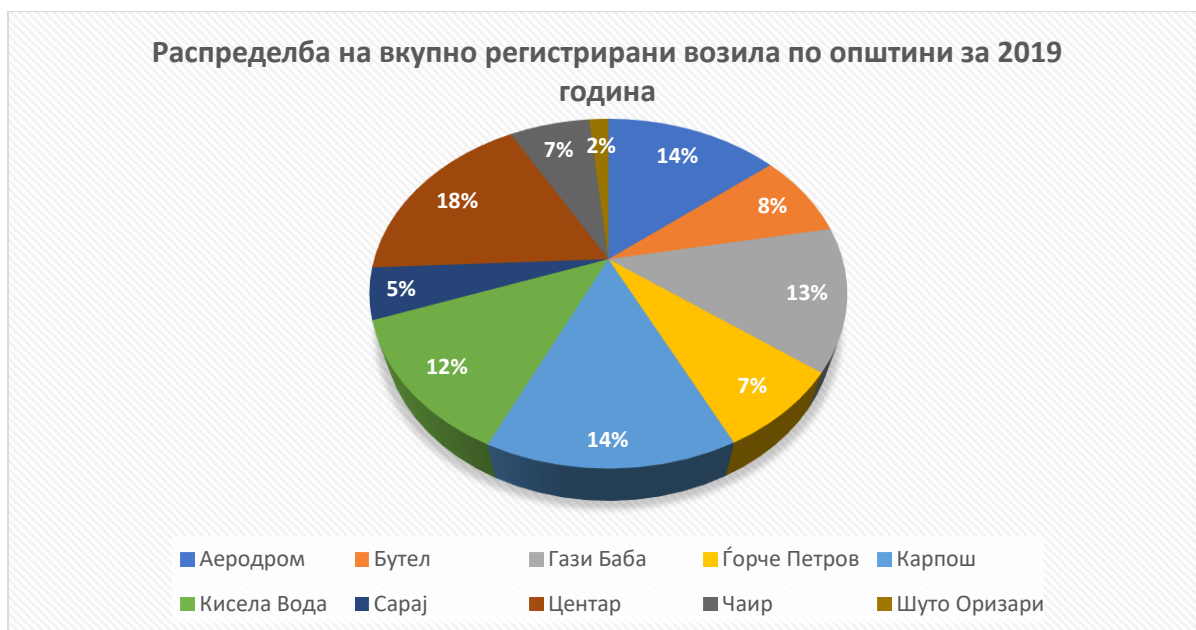


Извор: УХРМ, Метеоролошка станица Зајчев рид, 2019 година

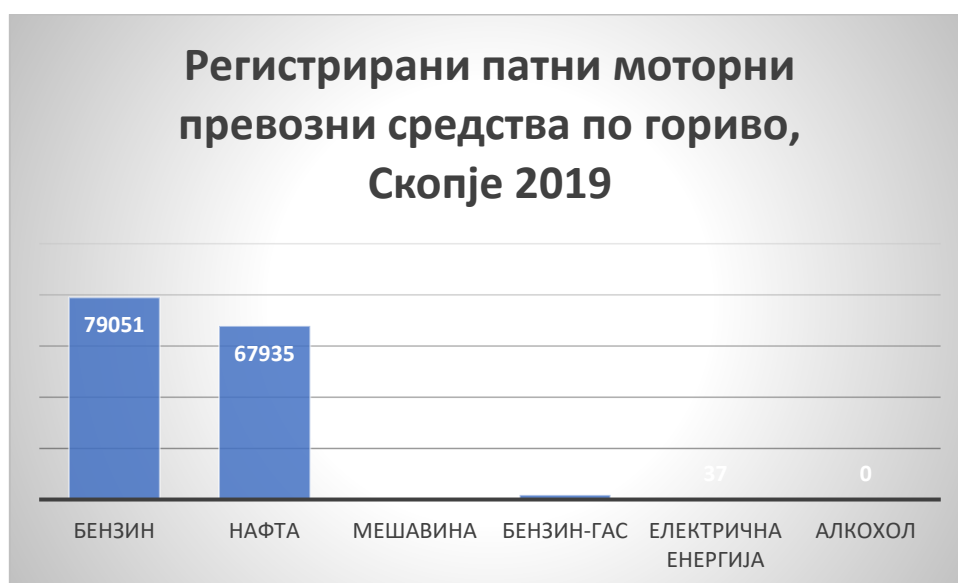
2.4. Сообраќај во Град Скопје



Извор: Макстат база, Завод за Статистика на Република Северна Македонија



Извор: Макстат база, Завод за Статистика на Република Северна Македонија



Извор: Макстат база, Завод за Статистика на Република Северна Македонија

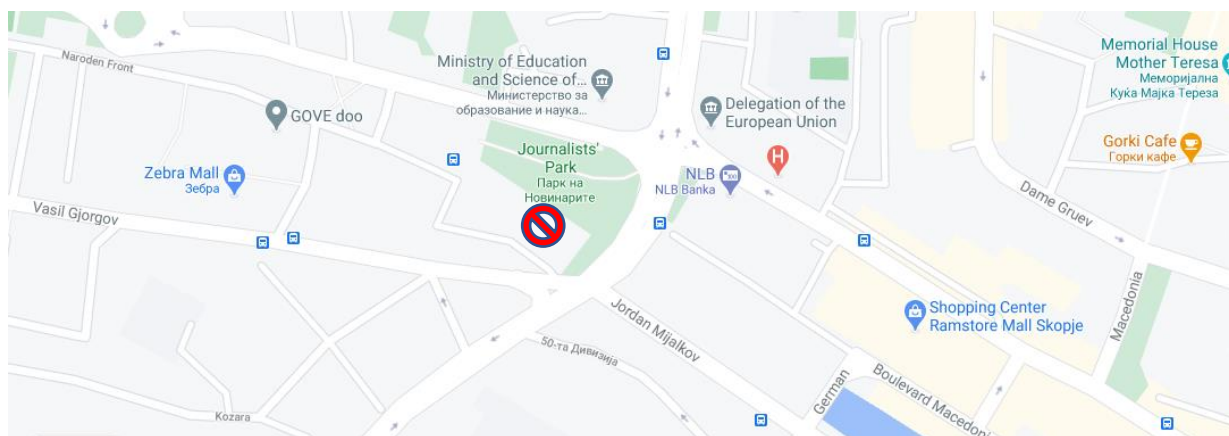
3. Опис на агломерација Скопски регион, загадувачки супстанции и влијание врз здравјето на луѓето

Од аспект на мониторинг на квалитет на амбиентен воздух, Република Македонија е поделена на три агломерации: Агломерација Скопски регион, источен и западен регион. Предмет на оваа студија е агломерација Скопски регион каде квалитетот на воздухот се мери со следните мониторинг станици: Центар, Карпош, Гази Баба, Лисиче, Ректорат, Миладиновци и Мршевици, и мобилната станица која во периодот кој е дел од истражувањето беше поставена во Бутел.

Со цел анализа на поврзаноста на квалитетот на воздухот и емисиите од транспорт земени се предвид само податоците од следните мониторинг станици: Центар, Гази Баба, Карпош, Лисиче, Ректорат, Бутел.

Мониторинг станица Центар³

Претставува урбана станица за мерење на влијанието на сообраќајот во центарот на Скопје. Станицата се наоѓа на околу 15 метри од сообраќајница со голема фреквенција на сообраќај и на околу 20 метри одалеченост од мала крстосница. Најблиските извори на емисија од сообраќајот се наоѓаат југо-источно од станицата. На северо-исток, на растојание од околу 100 метри се наоѓа поголема крстосница. Оваа станица ја претставува областа на градскиот центар со големо влијание на емисиите од сообраќај.



Слика 4. Локација на мерна станица Центар

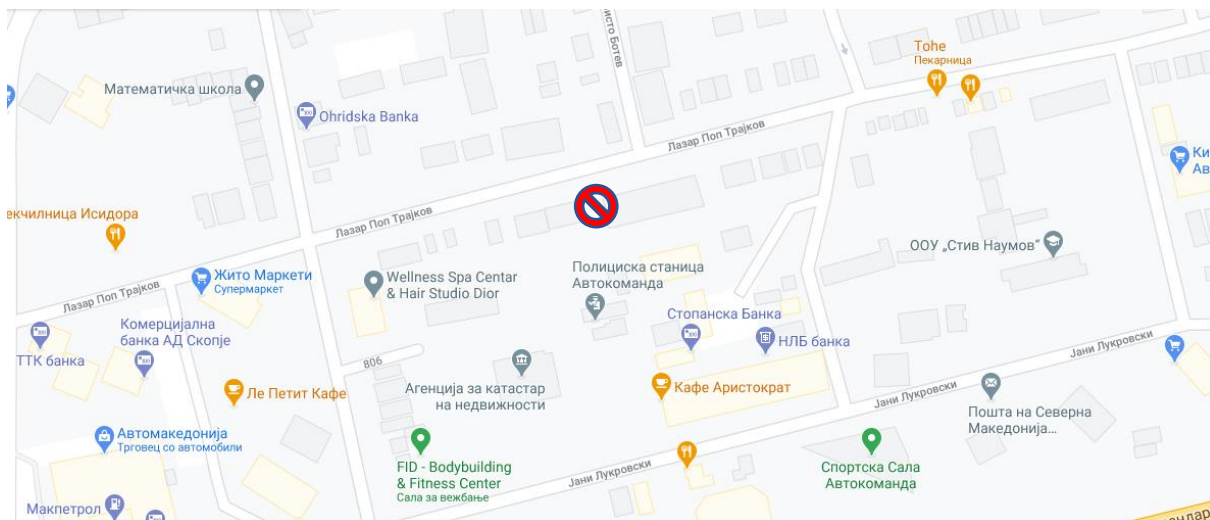
Мониторинг станица Гази Баба⁴

Станицата е лоцирана на рид во северо-западниот дел на Скопје, во близина на универзитетскиот комплекс. На далечина од 20 метри се наоѓа паркиралиште. Во областа Железара, северо-западно од станицата, на одалеченост од 2 километри се наоѓа индустрија за металургија. Оддалеченоста од главниот пат (булевар Александар Македонски) е 300 метри. Додека најблиските станбени објекти се на оддалеченост од околу 100 метри.

Субурбаната позадинска станица ги претставува севкупните позадински концентрации во градот под влијание на интегрираниот придонес од сите извори.

³ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=193

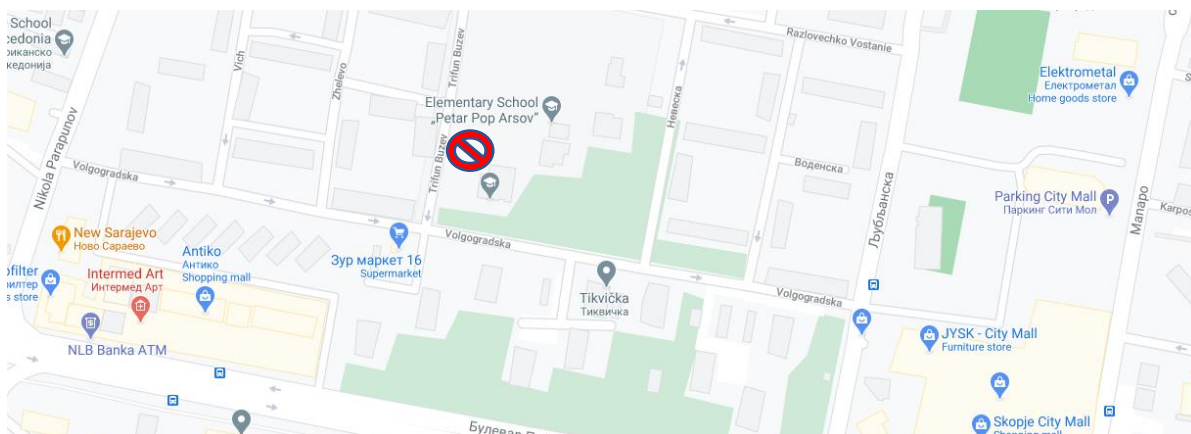
⁴ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=196



Слика 5. Локација на мерна станица Гази Баба

Мониторинг станица Карпош⁵

Станицата е поставена во училишен двор, во урбана станбена област во западниот дел на Скопје. Најблиските градски патишта со мала брзина на движење на возилата се на оддалеченост од 20–120 метри, додека главните булевари се на оддалеченост од околу 250 метри. Оваа станица за урбаната позадина ги претставува севкупните позадински концентрации во градот.



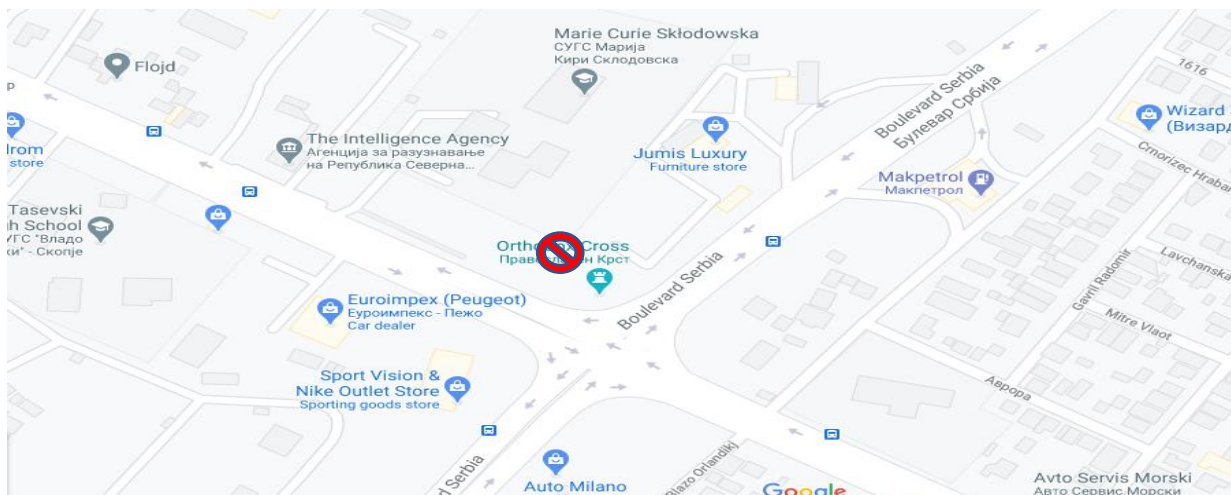
Слика 6. Локација на мерна станица Карпош

Мониторинг станица Лисиче⁶

Станицата е лоцирана во југо-западниот дел од Скопје во област која ги претставува индустриските и станбените делови. Станицата е поставена во близина на главна крстосница: оддалеченоста од најблиската улица е 45 метри, а оддалеченоста од крстосницата е 70 метри. Фабриката за цемент се наоѓа 1,2 километри југо-западно од станицата, а каменоломот е оддалечен 1,8 километри.

⁵ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=200

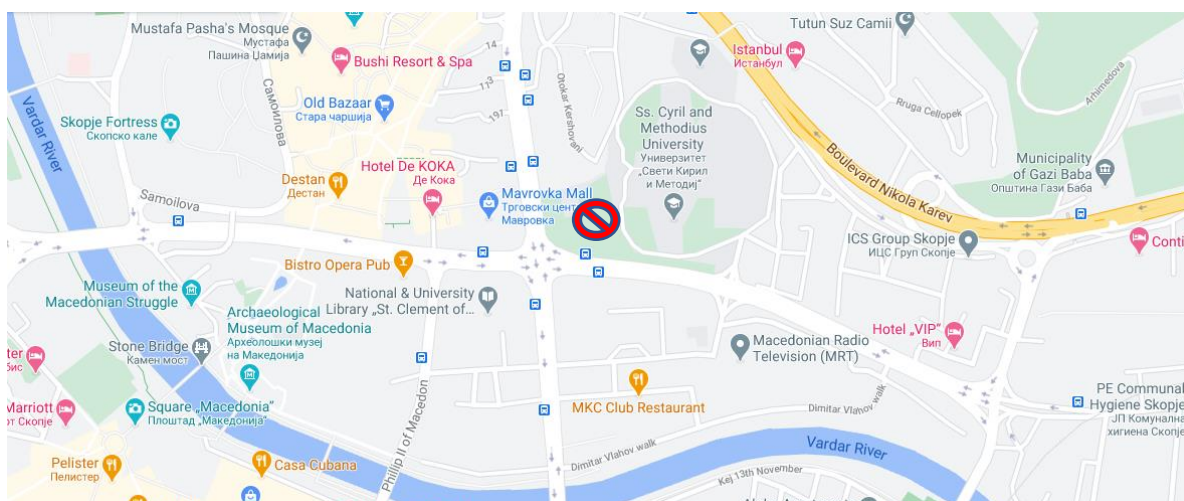
⁶ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=203



Слика 7. Локација на мерна станица Лисиче

Мониторинг станица Ректорат⁷

Станицата е лоцирана во близина на поголема крстосница во центарот на Скопје. Урбаната станица за мерење на влијанието од сообраќајот ја претставува областа со високо влијание на емисиите од сообраќајот.



Слика 8. Локација на мерна станица Ректорат

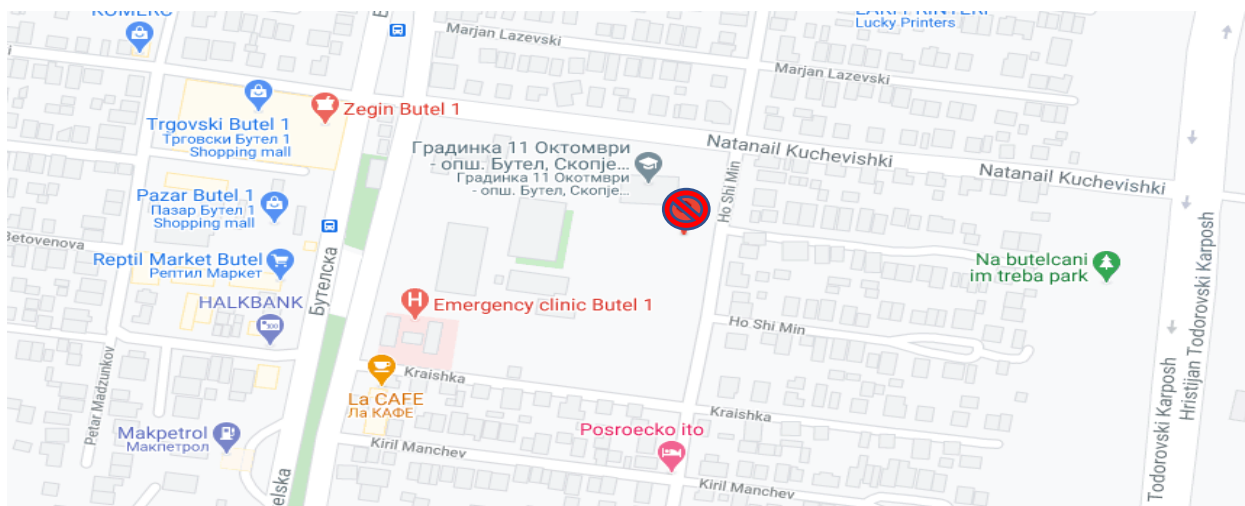
Мобилна мониторинг станица Бутел⁸

Мобилната станица беше поставена во дворот на ОУ „Живко Брајковски“, односно во зелениот појас помеѓу објектот на ОУ „Живко Брајковски“, Спортската сала и објектот на Градинката „11 Октомври“, во близина на преградната ограда со Градинката и на трафостаницата од ЕВН, на ул. Хо Ши Мин бб, од источна страна.

Оддалеченоста од најблискиот пат е околу 15 метри, и околу 60 метри оддалечен од спортската сала. Во непосредна близина од околу 10 метри има дрвја со висина од десетина метри. На растојание од 20 метри од станицата се наоѓаа првите станбени згради и куќи.

⁷ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=206

⁸ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=3046



Слика 9. Локација на мерна станица Бутел

3.1. Опис на загадувачки супстанции

Во анализата се земено предвид оние загадувачки супстанции кои се испуштаат при сообраќајните активности и оние кои зависат од емисиите од мобилни извори. За таа цел предмет на анализа се суспендирани честички со големина од 10 микрометри (PM10), честички со дијаметар од 2,5 микрометри (PM2,5), азот диоксид (NO₂) и јаглерод моноксид (CO).

Азотни Оксиди (NO_x)

Азотот е гас кој е најзастапен во атмосферата, зафаќа околу 78%. Азотните оксиди главно се формираат од азот и кислород при високи температури, како резултат на согорувањето на горивата од возилата.

Азотните оксиди се група од седум гасови и соединенија составени од азот и кислород, понекогаш колективно познати како гасови NO_x. Азотните оксиди – соочинуваат група од особено отровни гасови. Тука спаѓаат: диазот оксид (N₂O), азотен моноксид (NO), азотен диоксид (NO₂), азотен пероксид (N₂O₄), азотен триоксид (N₂O₃), и азотен пентоксид (N₂O₅). Во металургијата повремено може исто така да се сретне азотен диоксид (NO₂).

Двата најчести и опасни оксиди на азот се азотен оксид и азот диоксид. Азотниот оксид, обично наречен гас за смеење, е стакленички гас што придонесува за глобалното затоплување. Главните извори на NO_x се возила, горење на јаглен, нафта, дизел гориво и природен гас, особено од електрични централи. Тие исто така се испуштаат од цигари, шпорети на гас, грејачи на керозин, горење дрва и силоси кои содржат силажа. Азотните оксиди можат да создадат опасности по здравјето на животната средина кога реагираат со сончева светлина и други хемикалии за да формираат смог. Азотните оксиди и сулфур диоксидот реагираат со супстанции во атмосферата и формираат кисел дожд.

Азотен диоксид NO₂ е гас со темно - црвена боја и со моларна маса 46,008. Особено ја напаѓа слузокожата и органите за дишење и се смета дека долната граница на отровност кај овој гас е 0,00006%.

Зголемените нивоа на NO_x можат да го оштетат човечкиот респираторен систем и да предизвикаат респираторни инфекции и астма. Долготрајната изложеност на овој гас може да предизвика хронично заболување на белите дробови. Високото ниво на NO_x е исто така штетно

за животната средина предизвикувајќи оштетување на зеленилото, го намалува растот или го намалува приносот на посевите.

Суспендирани честички - PM10

Партикуларни честички (PM10 и PM2,5) - се цврсти или течни честички суспендирани во воздухот, кои имаат многу мали димензии. PM2,5 се однесува на "фини честички", кои имаат дијаметар од 2,5 микрометри или помалку. PM10 се однесува на честички со дијаметар од 10 микрометри или помалку. Примери за партикуларни честички се: прашина, чад, дим, сулфати, нитрати, азбест, пестициди, био-аеросоли (полен, спори, бактерии, и др). Атропогени извори на партикуларни честички се различни процеси: горење на биомаси, индустриски процеси, земјоделски активности.

Суспендирани честички со големина помала од 2.5 микрометри - (PM2.5)

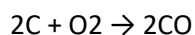
Суспендираните честички се состојат од цврсти материи во форма на чад, прав и пареа, и може да останат суспендирани продолжен период. Овие воздушни честички се категоризирани согласно големината, и во исто време, се еден од главните причини за намалената видливост. Честичките со големина на дијаметарот помала од 50 микрометри се класифицирани како вкупни суспендирани честички (TSP). PM2.5 се таканаречените фини честички со големина помала или еднаква на 2,5 микрометри.

PM2.5 директно потекнуваат од емисијата на примарни честички, или се создаваат преку секундарни реакции кои вклучуваат емисии на VOCs, SO₂ и NO_x од индустриски и енергетски постројки, автомобили (особено камиони и автобуси кои користат дизел горива) и останати извори на согорување. Концентрациите на PM2.5 во зимскиот период се повисоки споредено со нивните концентрации во текот на останатите временски сезони. Исто како и кај PM10 тоа е предизвикано од разните типови на емисија од производствените процеси, сообраќајот, согорувањето на дрва за греење во домаќинствата, согорувањето на земјоделски отпад итн. во комбинација со непогодните метеоролошки услови. PM2.5 како најлесни честички најдолго остануваат во воздухот и како резултат на воздушните струења (хоризонтални и вертикални) носени од ветерот, иако генерирани во една држава може да влијаат на нивоата на PM2.5 во областите од други држави кои се наоѓаат во насоката на воздушните струења.⁹

Јаглерод монооксид - CO

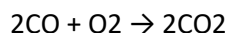
Јаглеродниот монооксид е запалив гас, без боја вкус и мирис, неиритирачки, отровен, со моларна маса 28,016. Согорлив е, слабо се раствора во вода и експлозивен е при концентрации од 13% до 75%. Тој е главен загадувач во урбаните средини, а се создава при нецелосно согорување на горивата, како природен гас, јаглен или дрво. Антропогени извори се: моторните возила на бензин, дим од цигари, согорување на биомаси, додека пак природни извори на јаглероден монооксид се: согорување на биомаса. Во металургијата настанува како последица на оксидација без присуство на доволни количества кислород. Отровното дејство на јаглеродниот монооксид почнува при концентрации од 0,048 %.

Јаглероден монооксид (CO) е оксид на јаглеродот. Тој спаѓа во групата на неметални оксиди. Се добива при непотполна оксидација (горење) на јаглеродот.



⁹ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=139

Тој е безбоен гас, без мирис и е доста отровен. Оксидира и гради јаглероден диоксид.



Имено, јаглерод монооксидот е проблем за локалното загадување и претставува најголема закана за урбаните области со густ проток на сообраќај. Милиони тони од овој невидлив, но смртоносен гас, се испуштаат во атмосферата секоја година, пришто околу 75% потекнуваат од издвуните гасови на автомобилите. На улиците и во гаражите за паркирање, нивоата на опасност се надминати во поголем дел од времето.¹⁰

4. Состојба со аерозагадување

Со цел преглед на состојбата со аерозагадувањето во Скопје земени се предвид податоците од досега изработените катастари на загадувачи во животната средина.

Согласно направените пресметки и достапните податоци во табелата број 1, е даден преглед на количината на загадувачките супстанции за секој од изворите на емисии (стационарни, резиденцијални, мобилни извори, фугитивни емисии).

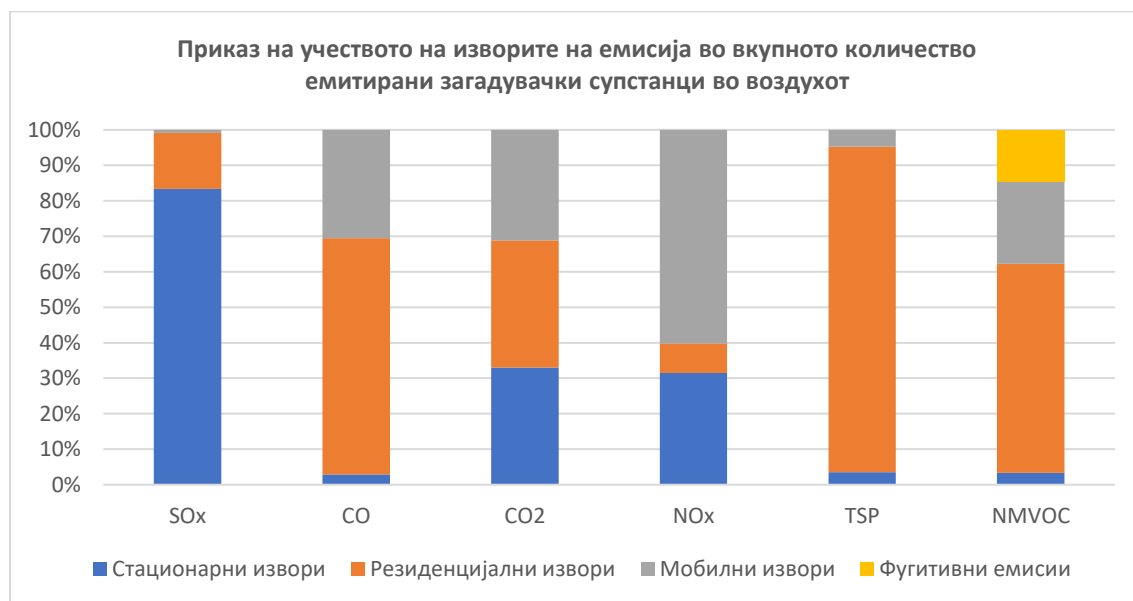
Табела 1. Количество емитувани загадувачки супстанции во тони годишно дадени по извори на емисија

Извор на емисија	Загадувачка супстанција (t/год.)					
	SO _x	CO	CO ₂	NO _x	TSP	NM VOC
Стационарни извори	490,51	730,67	471.993,28	1.369,03	128,52	143,00
Резиденцијални извори	93,00	16.713,47	510.377,64	364,67	3.325,24	2.497,21
Мобилни извори	5,09	7.681,12	445.478,25	2.620,28	170,92	983,52
Фугитивни емисии	/	/	/	/	/	619,39
Вкупно	588,60	25.125,26	1.427.849,17	4.353,98	3.624,68	4.243,12

Извор: Ажуриран интегриран катастар на загадувачи на животната средина на Град Скопје, 2017

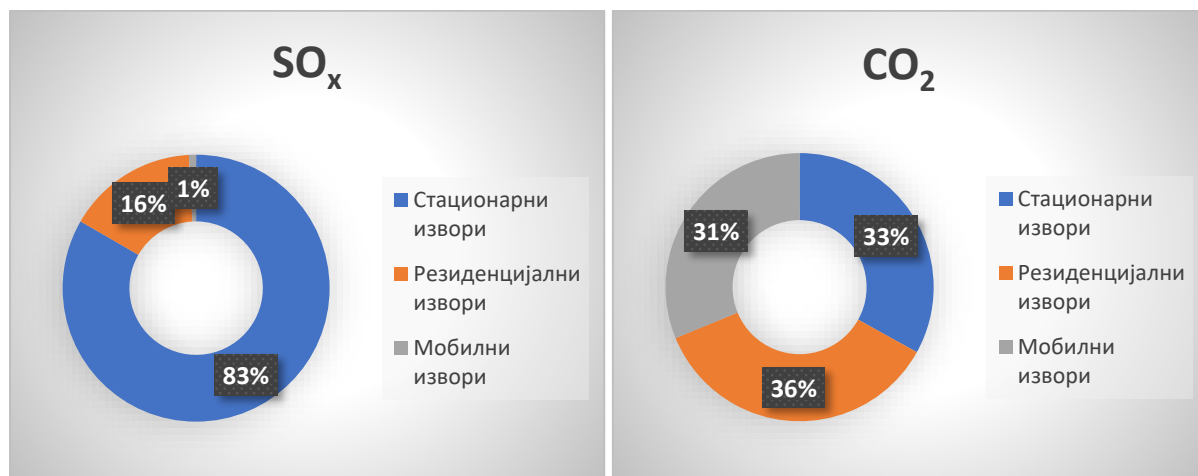
¹⁰ http://air.moepp.gov.mk/?page_id=157

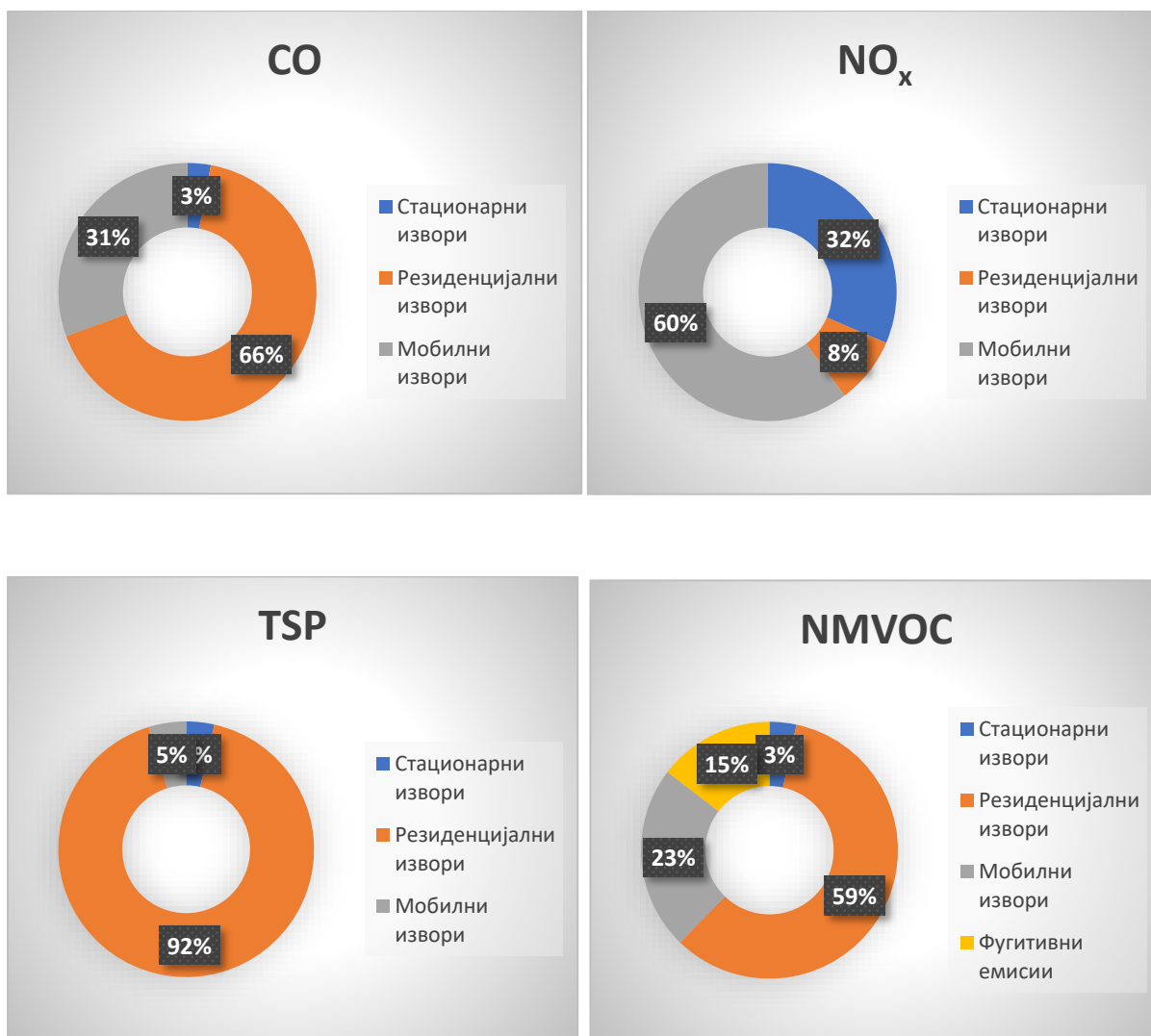
График 2. Учество на изворите на емисија во вкупното количество емитирани загадувачки супстанции во воздухот



Извор: Ажуриран интегриран катастар на загадувачи на животната средина на Град Скопје, 2017

Прегледот на уделот на секој извор на емисија во емитираните загадувачки супстанции укажува на тоа дека мобилните извори учествуваат во 60% од емисиите на азотните оксиди (NO_x), односно дека мобилните извори придонесуваат во најголема мера за емисии на NO_x.





Воедно, покрај азотни оксиди, мобилните извори со значајни 30% учествуваат и во емисиите на јаглерод монооксид (CO). За емисија на останатите загадувачки супстанции во најголема мера придонесуваат стационарните и резиденцијални извори.

Понатаму даден е преглед на вкупен број на регистрирани возила во табела 2. Од табелата лесно може да се забележи дека најголем број регистрирани возила се патнички возила, од кои незначително поголем дел користи бензин.

Табела 2. Регистрирани возила во 2019 по тип на возило и по гориво

	2019						
	Мотоцикли	Патнички автомобили	Автобуси	Товарни автомобили	Работни возила	Влечни возила	Трактори
Бензин	4 101	79 051	65	3 679	32	93	23
Нафта	155	67 935	867	11 822	197	1 501	114
Мешавина	31	32	4	12	0	0	1
Бензин-гас	1	1 836	5	83	1	12	0
Електрична енергија	39	37	0	1	0	0	0
Алкохол	0	0	0	1	0	0	0

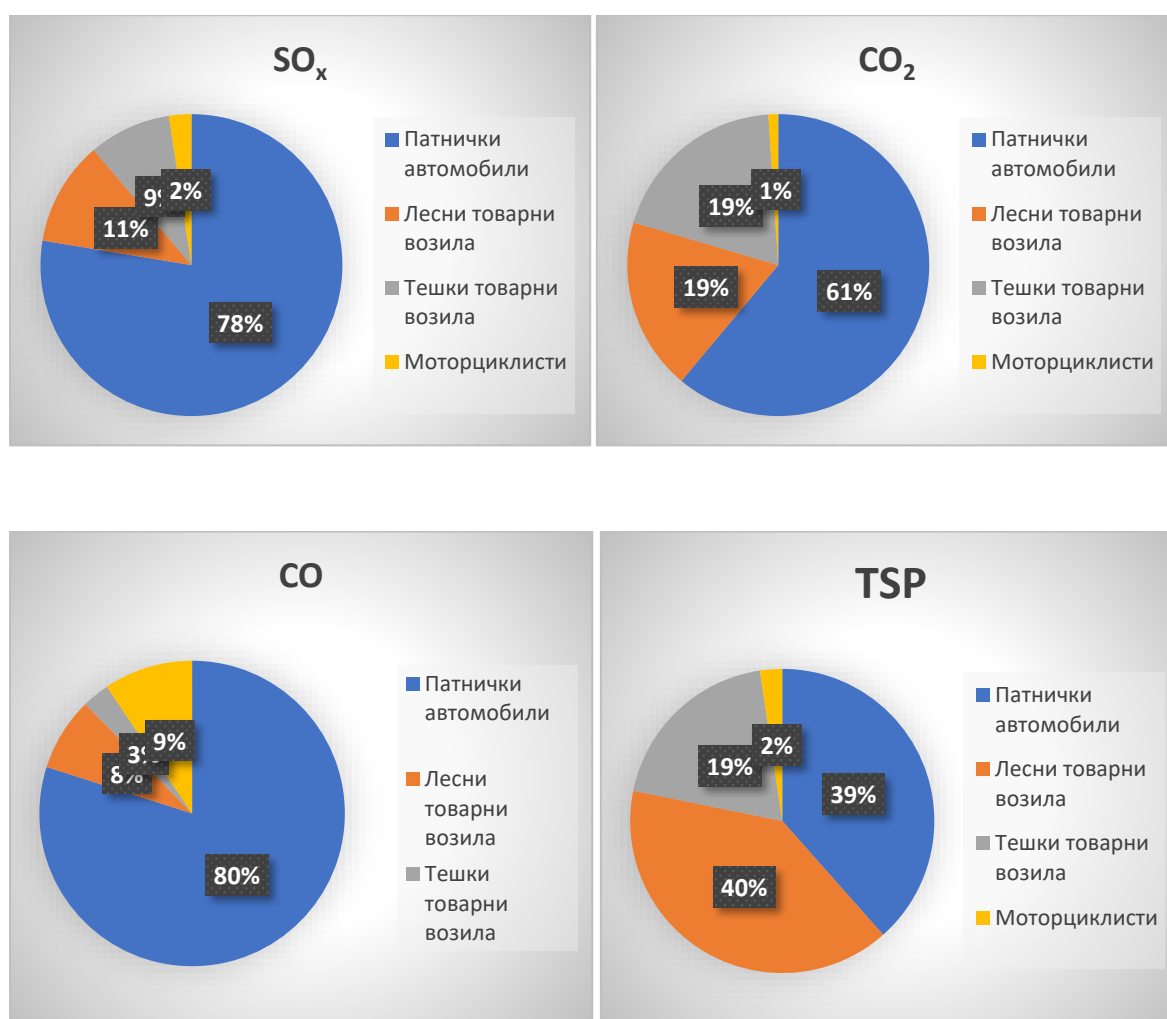
Извор: Мак стат база, Завод за статистика

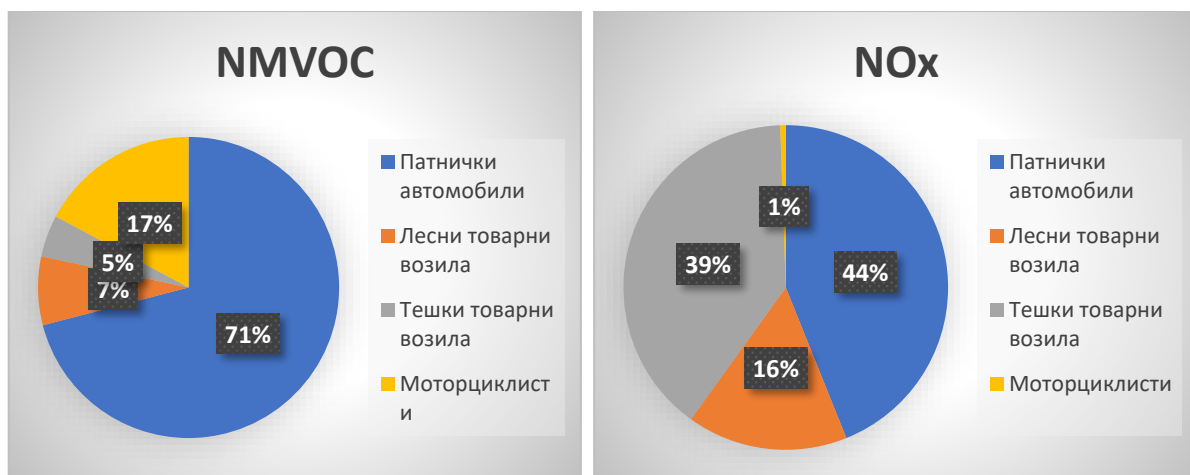
Следствено на тоа може да се заклучи дека најголем дел од емисиите доаѓаат од патничките возила. Во табелата број 3, дадени се количините на емисии за секоја загадувачка супстанца по тип на возило.

Табела 3. Емисии од патен сообраќај

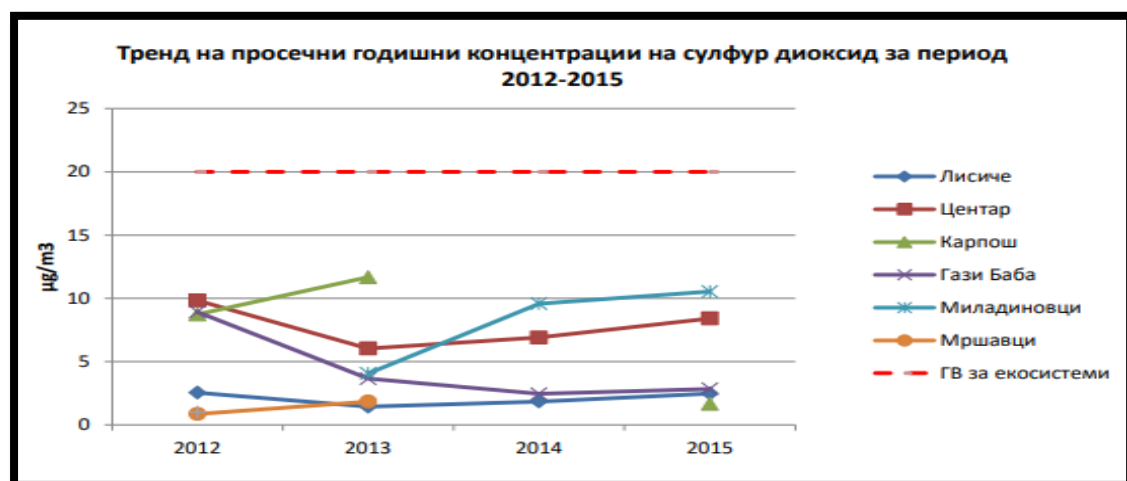
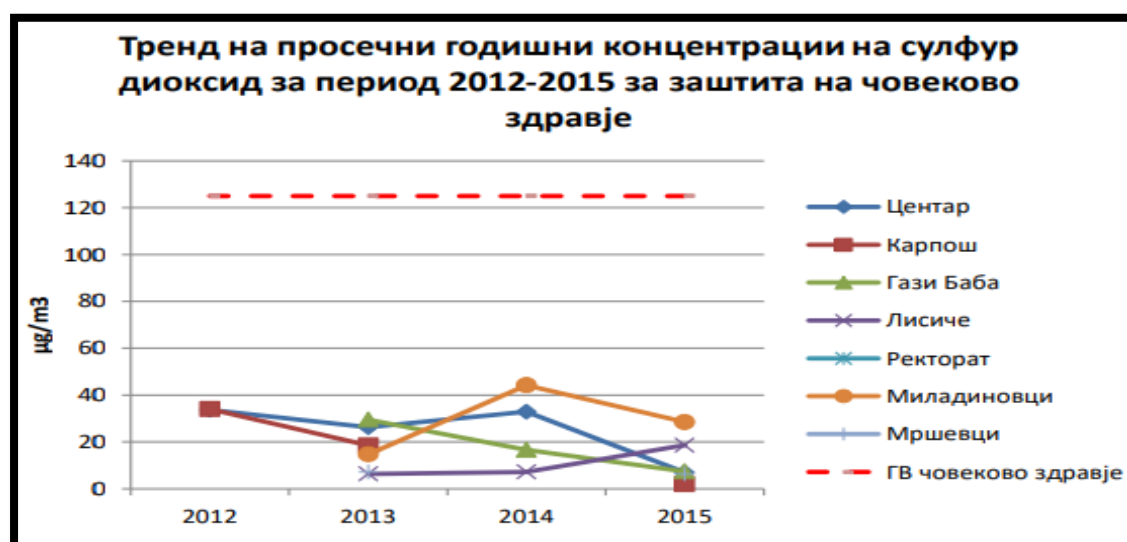
Тип на возила	Загадувачки супстанци (t/год)					
	SO _x	CO	CO ₂	NO _x	TSP	NMVOС
Патнички автомобили	3,88	6.131,19	272.103,75	1.130,22	65,24	694,97
Лесни товарни возила	0,56	596,84	82.335,93	412,21	67,41	72,10
Тешки товарни возила	0,44	219,98	86.342,50	1.017,41	33,00	44,00
Моторциклисти	0,12	723,61	4.696,07	14,03	3,99	168,35
Вкупно	5,00	7.671,62	445.478,25	2.573,87	169,63	979,41

Табелата го потврдува најголемото количество загадувачки супстанци на патничките возила, а на графиконите дадени подолу може да се видат уделите на типовите возила во емисијата на секоја од загадувачките супстанци.

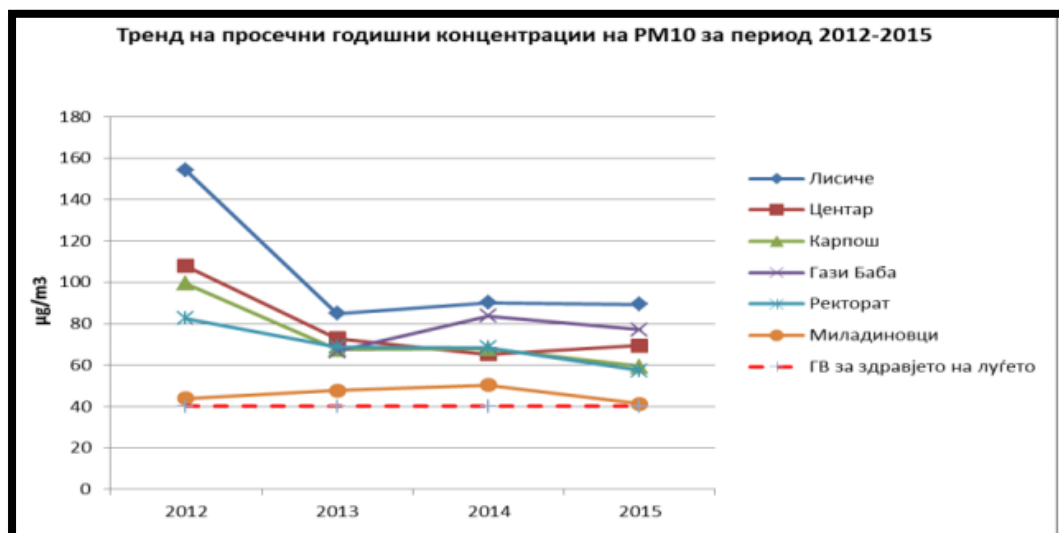




Доколку ги погледнеме податоци за квалитет на амбиентниот воздух во Скопје, согласно мерењата на државната мониторинг мрежа трендот на просечни годишни концентрации на сулфур диоксид за периодот 2012-2015 година не ја надминува дозволената гранична вредност.



Додека пак извештаите за квалитет на амбиентен воздух за азотни оксиди (NO_x) и суспендирани честички (PM₁₀) покажуваат постојано надминување на граничните вредности.



5. Анализа на концентрациите на загадувачките супстанции во 2019 и 2020 година

Со цел да се прикаже влијанието на Ковид 19 пандемијата и намалените активности во периодот на полициски час врз загадувањето на воздухот анализирани се податоците за PM10, PM 2,5, NO2 и CO, добиени од автоматските мониторинг станици за квалитет на амбиентен воздух во периодот помеѓу јануари – август 2019 година и јануари и август 2020 година.

5.1. Анализа на концентрации на PM10 и PM2,5

На почеток направена е анализа со споредба на среднодневните концентрации на PM10 и PM2,5 во месеците кога започна вонредната состојба односно кога беше на сила забраната за движење. Воедно на графикот е дадена и среднодневната температура за истиот период во 2019 и 2020 година. Споредбата е направена за мерните станици за кои беа на располагање доволно податоци, притоа земени се предвид податоци за станици кои го мерат загадувањето од сообраќајот, односно се поставени во близина на големи сообраќајници (мерна станица Лисиче и Ректорат) и податоци од станицата во Карпош која го покажува позадинското загадување на градот.

Просечните месечни концентрации за PM10 се збир од сите среднодневни концентрации за тој месец, но само доколку за месецот се достапни повеќе од 50% среднодневни концентрации.

График 3. Споредба на среднодневни концентрации на PM10 за мерна станица Центар (сообраќајница), март 2019 и 2020 година

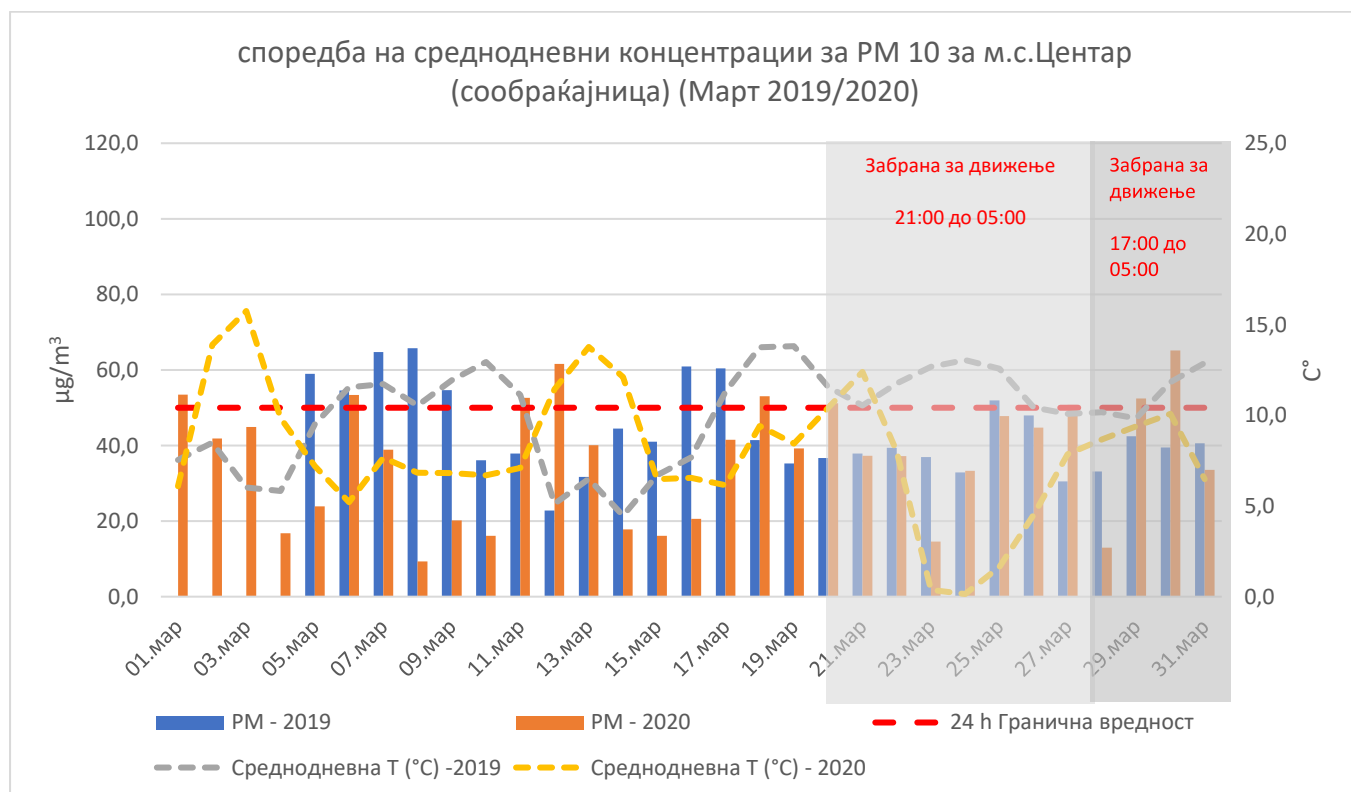


График 4. Споредба на среднодневна концентрација на PM10 за м.с. Ректорат (сообраќајница), март 2019 и 2020 година

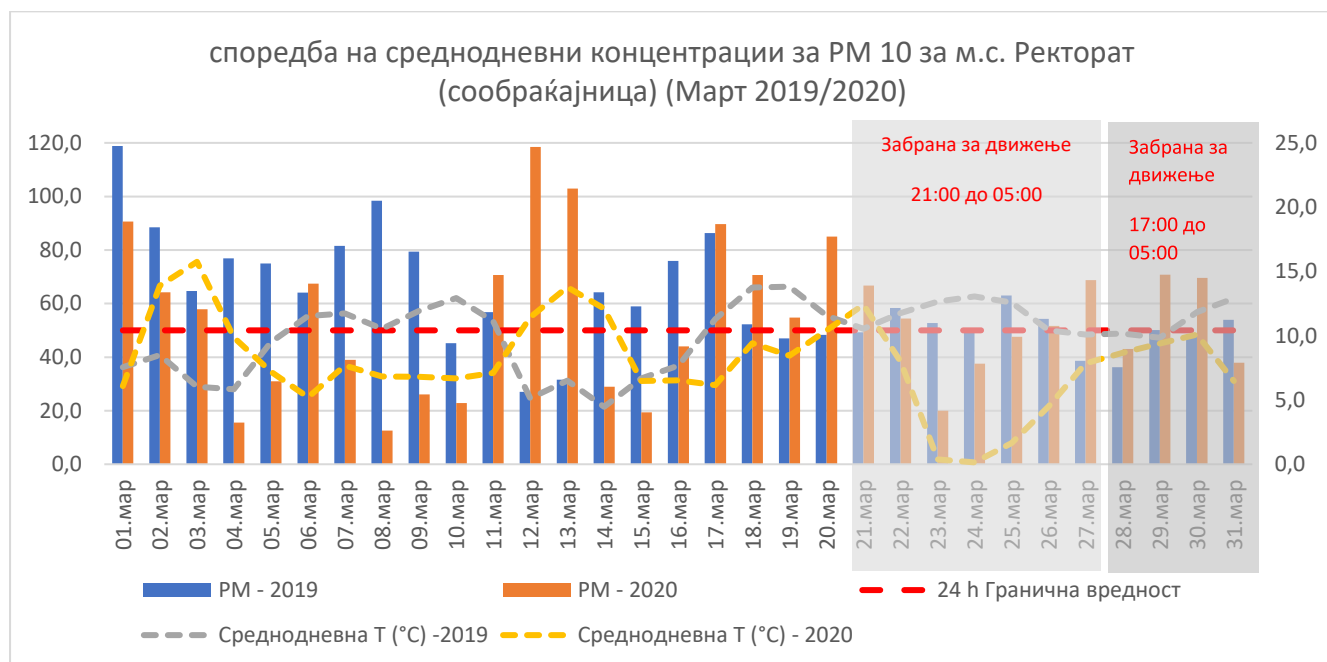
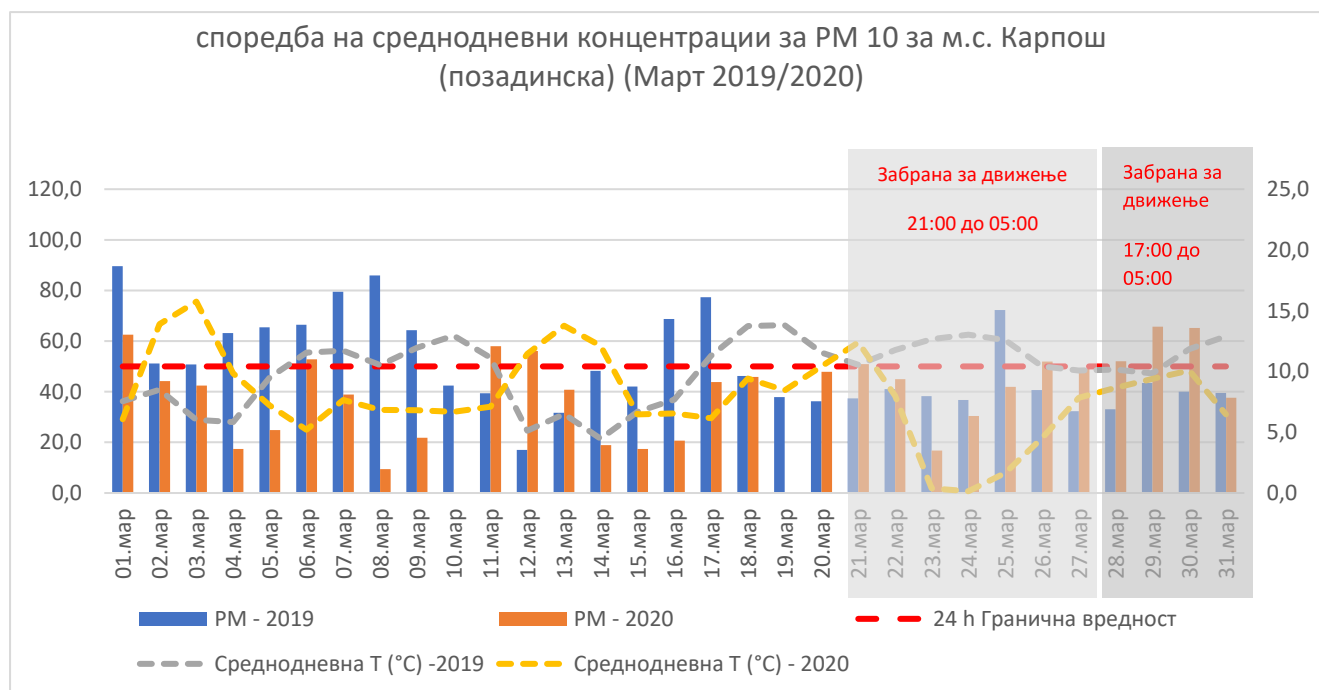


График 5. Споредба на среднодневни концентрации за PM10 за м.с. Карпош (позадинска) во март 2019 и 2020 година



Понатаму, даден е преглед на среднодневните концентрации за овие мерни станици во март 2019 и 2020 година, само во деновите кога беше на сила забраната за движење.

График 6. Споредба на среднодневни концентрации на PM10, Центар 23-29 март 2019 и 2020 година

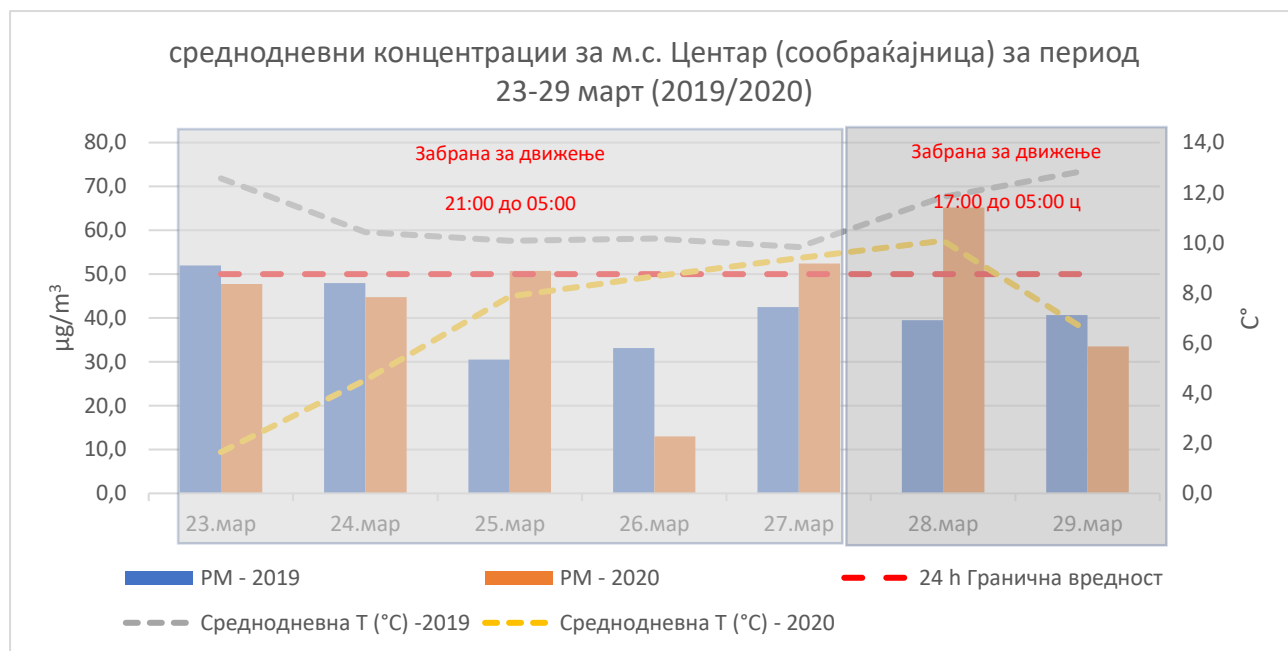


График 7. Споредба на среднодневни концентрации на PM10, Ректорат 23-29 март 2019 и 2020 година

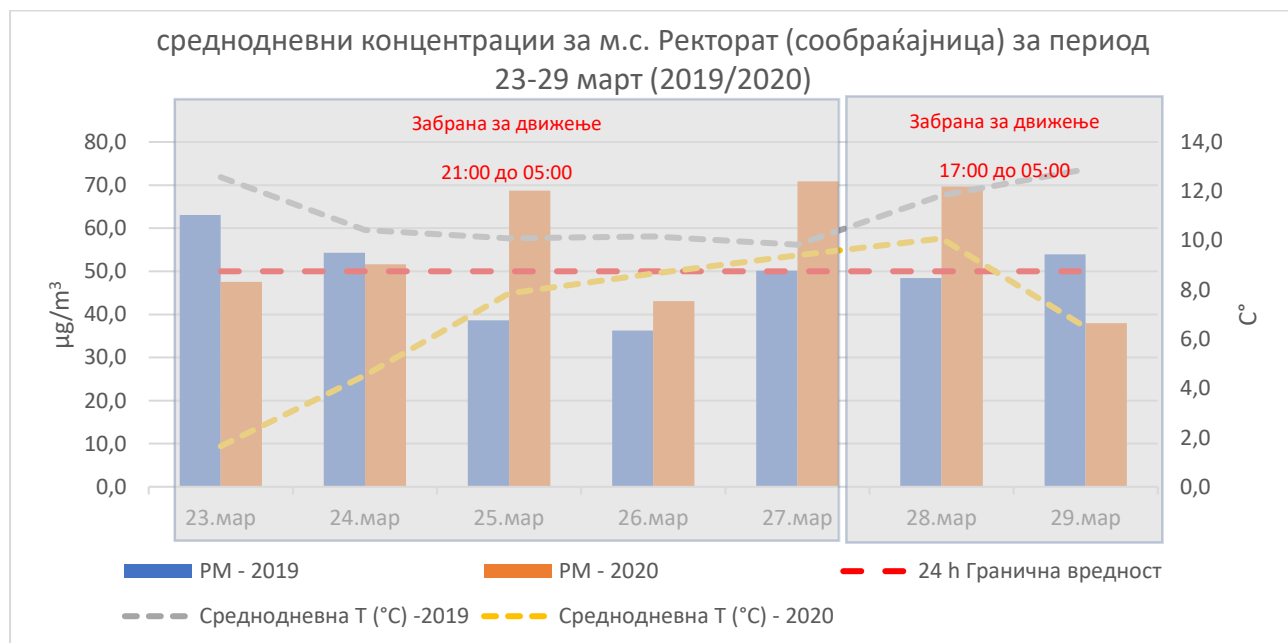
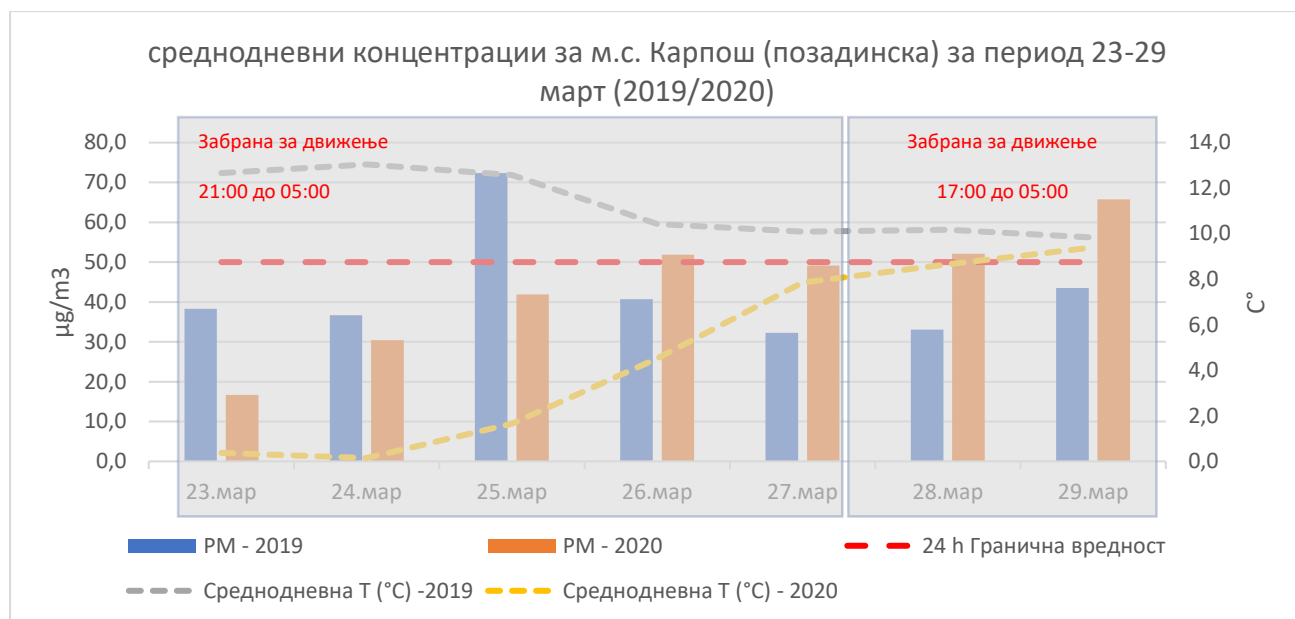


График 8. Среднодневна концентрација на PM10 за м.с. Карпош за период 23-29 март 2019 и 2020 година



Од анализата направена за март неможе да се утврди поврзанооста помеѓу PM 10 честичките и намалените активности. Во првите денови кога започна полицискиот час (23-24 март 2020) мерните станици Центар, Карпош и Ректорат бележат намалување, со тоа што кај м.с. Ректорат и Центар ова намалување е незначително, додека кај Карпош е позначајно само на 23 март 2020 година во споредба со истиот ден 2019 година.

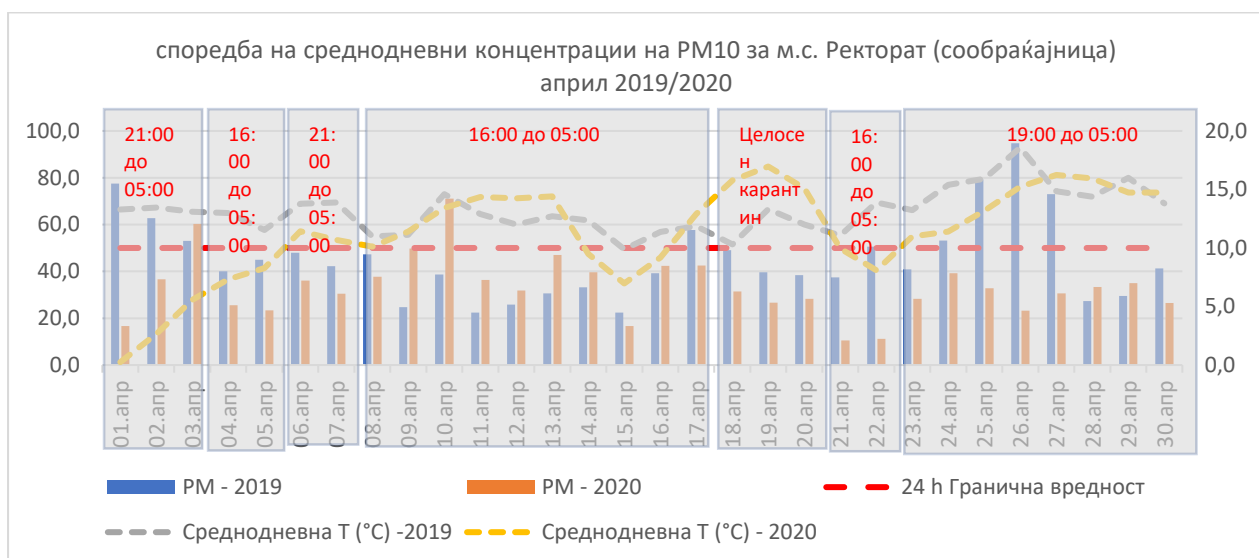
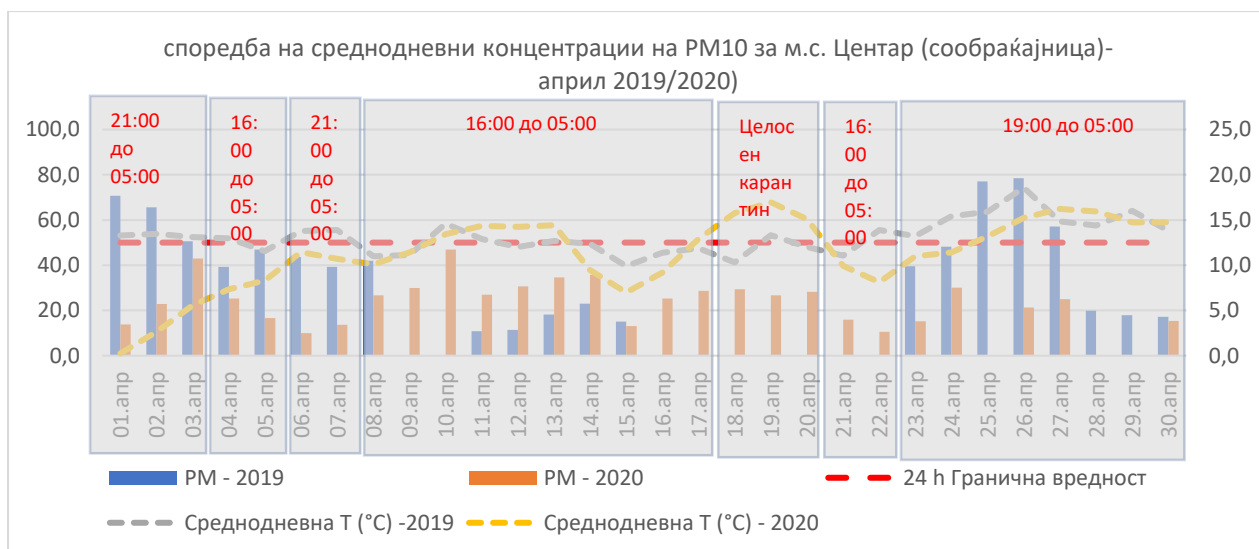
Во текот на месец април 2020 година, како резултат на пандемијата предизвикана од вирусот Ковид-19, економските активности на територијата на Град Скопје беа уште повеќе намалени, а со тоа и сообраќајот, особено доколку земеме предвид дека во текот на целиот месец април важеше забраната за движење. Подолу во табелата е даден преглед на денови во април со времетраење на забраната за движење.

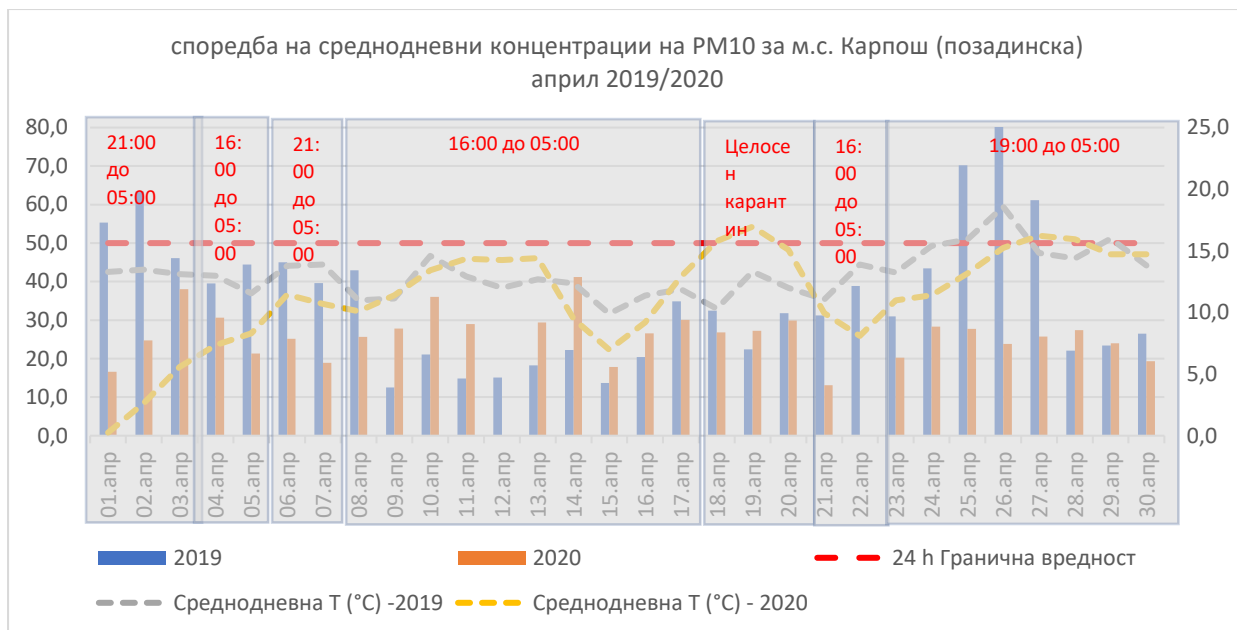
Дата	21-05 часот наутро	16-05 часот наутро	Целосна забрана за движење	Забрана за движење од 19-05 часот наутро
01.апр				
02.апр				
03.апр				
04.апр				
05.апр				
06.апр				
07.апр				
08.апр				
09.апр				
10.апр				
11.апр				
12.апр				
13.апр				
14.апр				
15.апр				
16.апр				
17.апр				
18.апр			Велигден	
19.апр			Велигден	
20.апр			Велигден	
21.апр				
22.апр				
23.апр				
24.апр				
25.апр				
26.апр				
27.апр				
28.апр				
29.апр				
30.апр				

Извор: Уредбите на Владата на Република Македонија

Доколку ја погледнеме табелата ќе забележиме дека движењето било ограничено скоро секој ден, а во деновите кога се празнуваше христијанскиот празник Велигден (17-18-19-20 април 2020), забраната за движење започна на 17.04.2020 во 16:00 часот и заврши на 21.04.2020 во 05:00 часот наутро, односно граѓаните на целата територија на Град Скопје беа во 85 часовен карантин.

На графиконите подолу даден е преглед на среднодневни концентрации на PM10 за мерните станици Центар, Карпош и Ректорат за месец април 2019 и април 2020 година.





Со цел да се анализира влијанието врз концентрацијата на PM10 честичките од намалениот сообраќаен интензитет направена е анализа на концентрацијата на PM10 во деновите кога имаше целосна забрана за движење.

График 9. Споредба на концентрациите на PM10 во периодот пред и после Велгденскиот 85 часовен полициски час - Ректорат, април 2019/2020

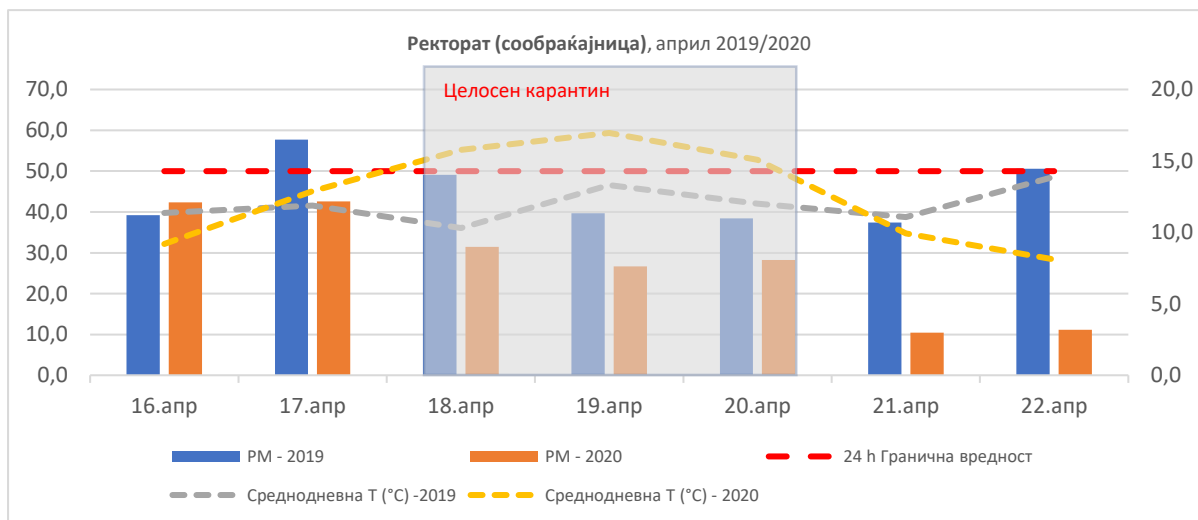
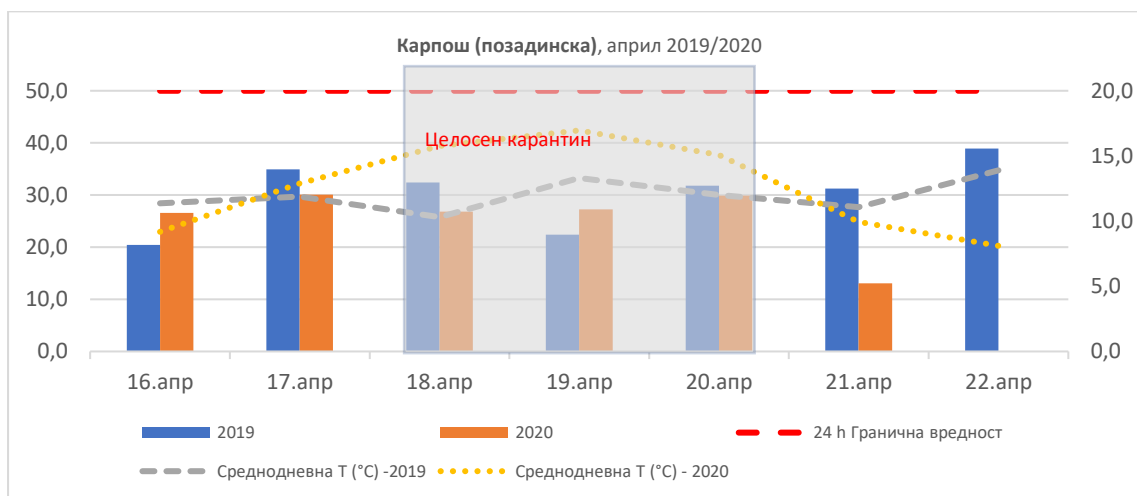
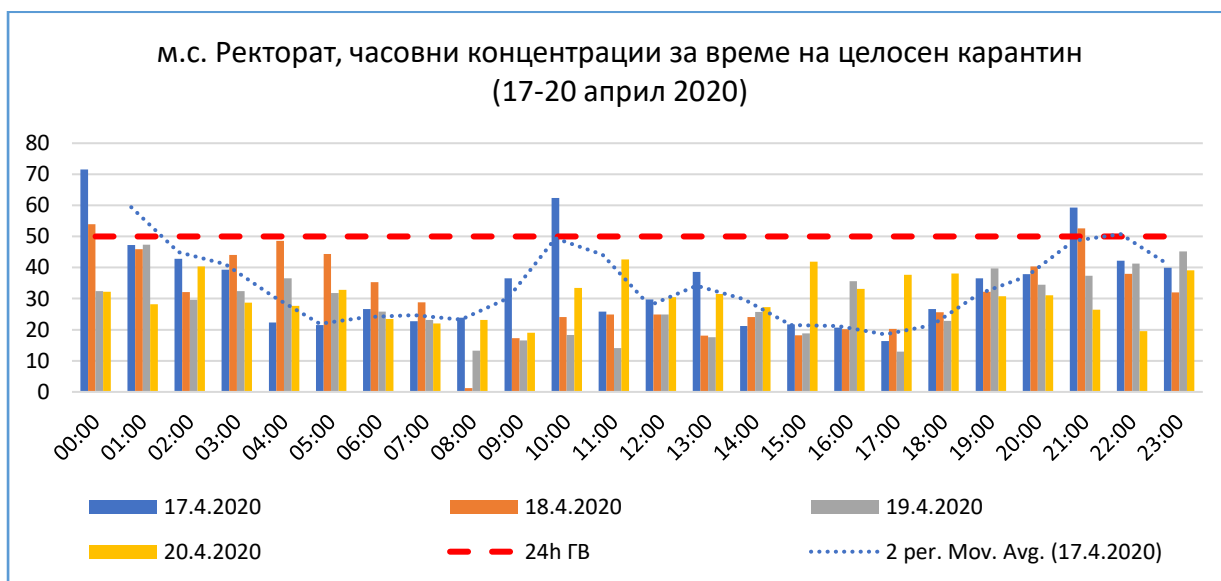
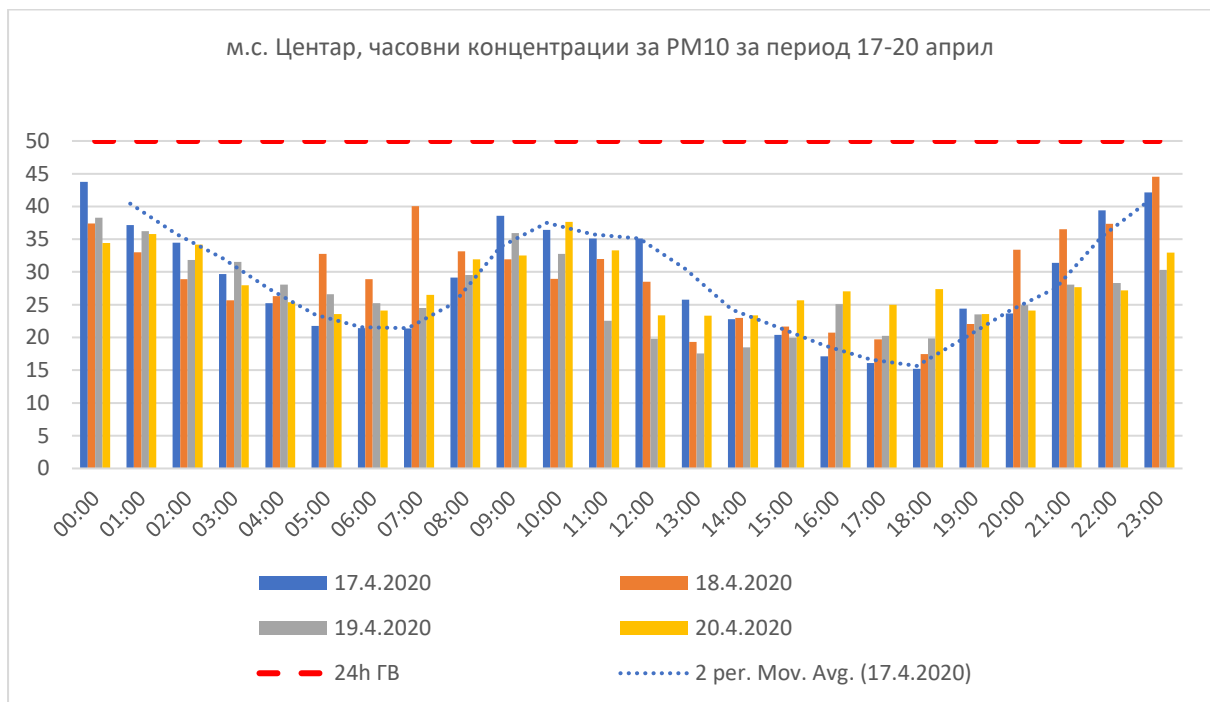
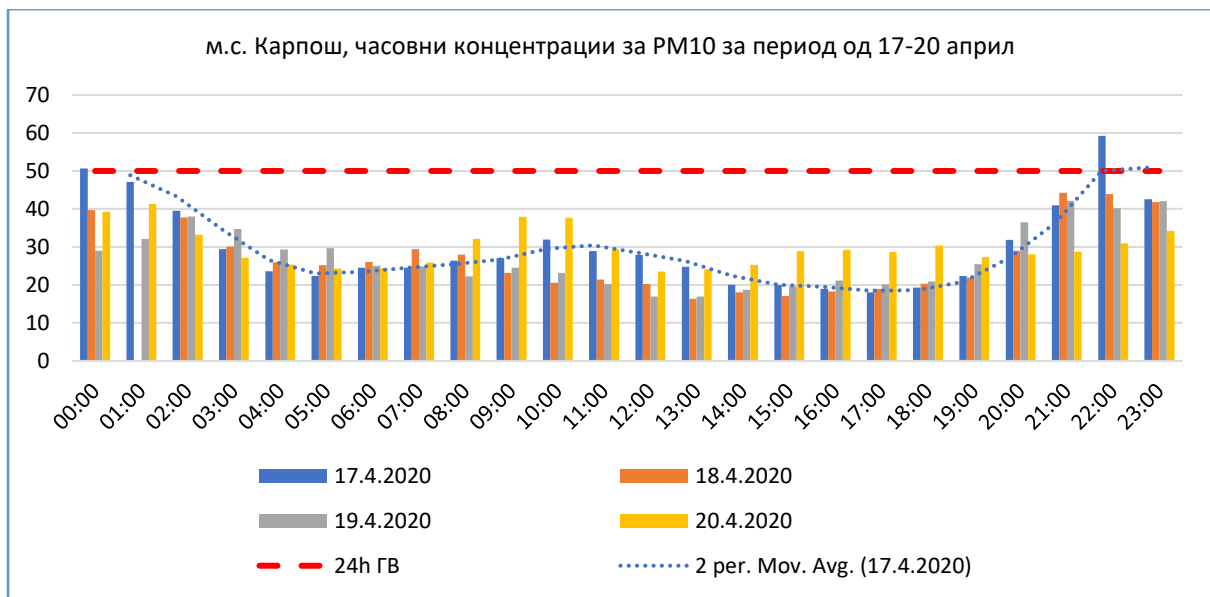


График 10. Споредба на концентрациите на PM10 во периодот пред и после Велигденскиот 85 часовен полициски час -Карпош, април 2019/2020



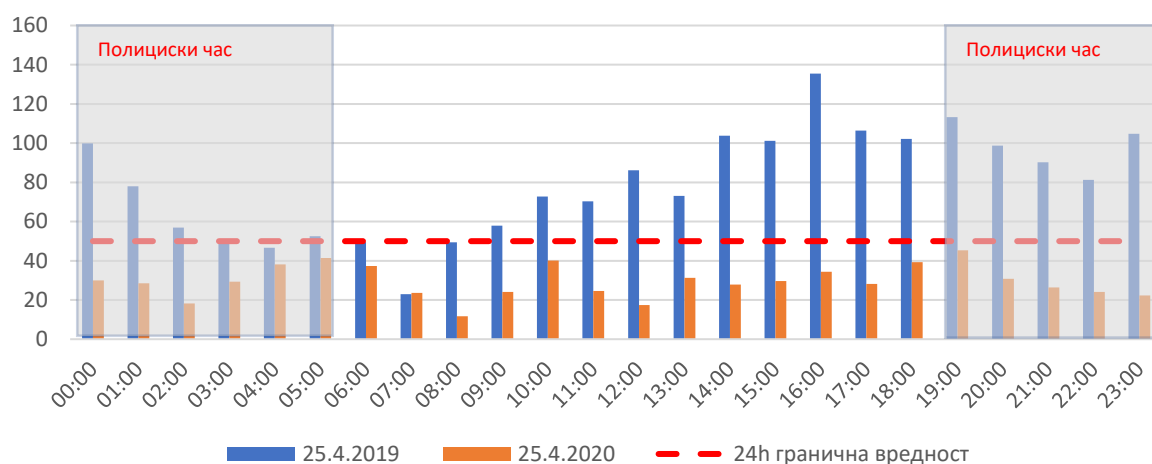
Со цел да се анализираат концентрациите за време на целосната забрана за движење, односно за време на карантинот за Велигден на графикот подолу дадени се часовните концентрации за периодот од 17 до 20 април. Притоа на 17 април карантинот започна во 16ч и траеше до 05 часот на 21 април.



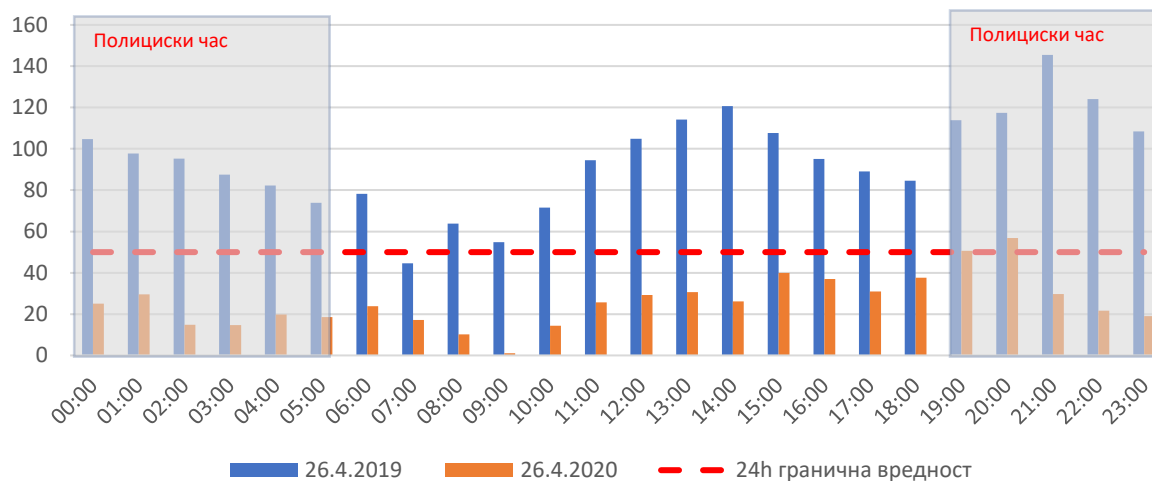


Исто така направена е анализа на деновите после карантинот, односно периодот од 25 до 27 април 2020. Во овие денови концентрациите на PM10 честички се намалени за 50% и повеќе проценти во однос на 2019 година.

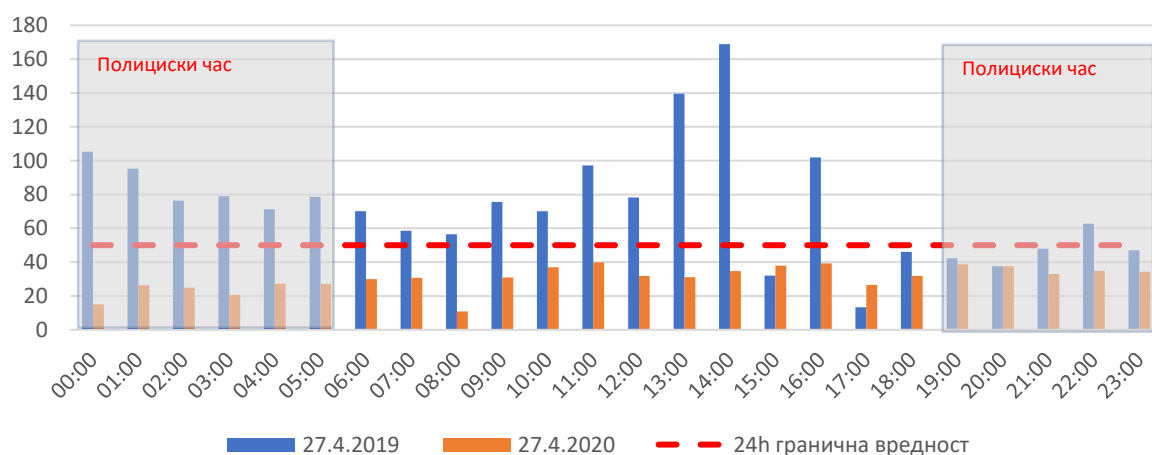
часовни концентрации на PM10 за м.с. Ректорат на 25 април



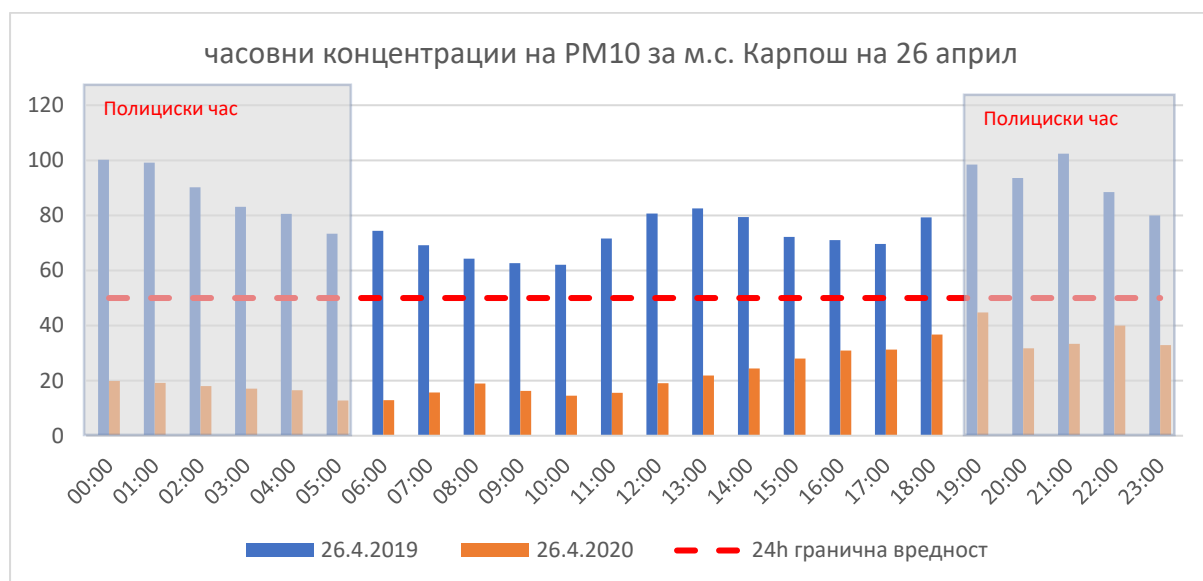
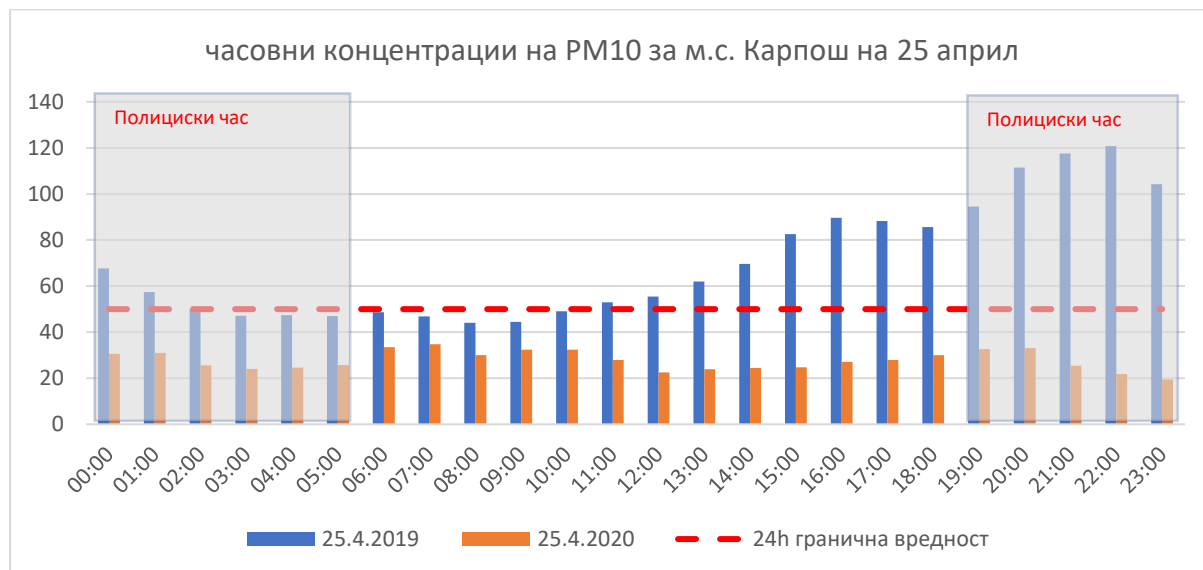
часовни концентрации на PM10 за м.с. Ректорат на 26 април

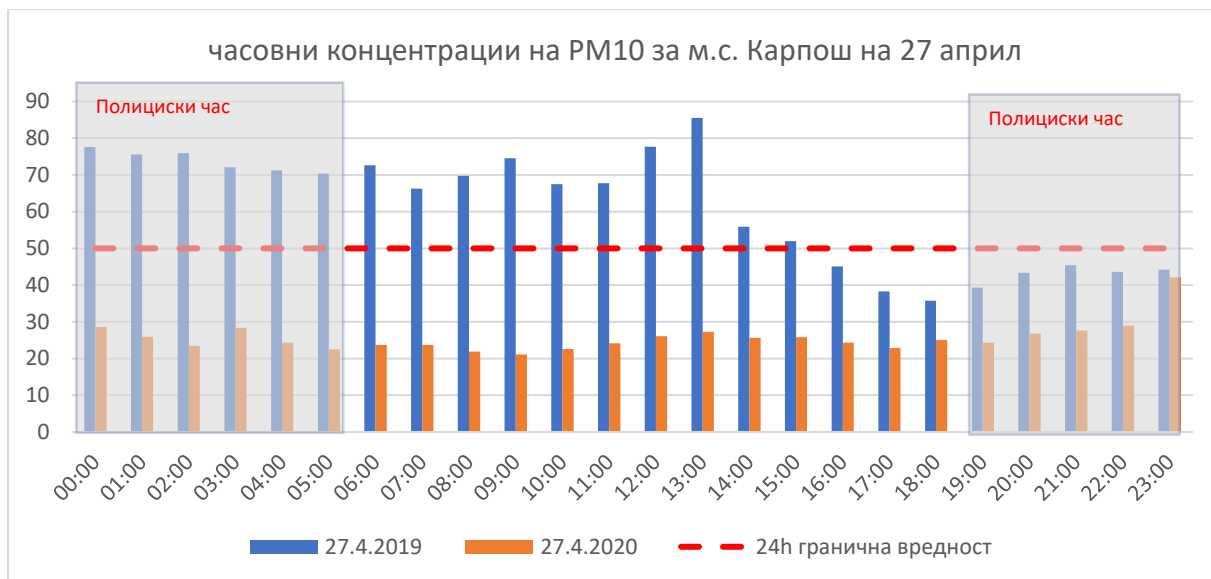


часовни концентрации на PM10 за м.с. Ректорат на 27 април



Со цел да се направи разлика помеѓу концентрациите на PM10 на локацијата која е во близина на сообраќајница и локација која го мери позадинското загадување, даден е преглед на концентрациите и во мерната станица Карпош.





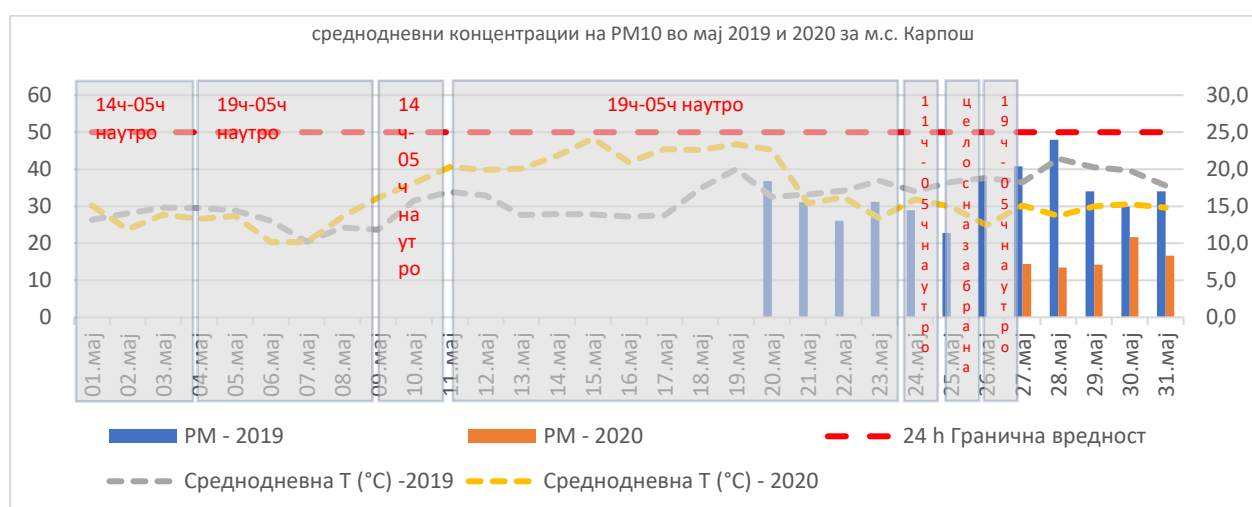
Ситуацијата со зависноста е слична и во април 2020 година, со што неможе да се каже дека постои тесна зависност помеѓу сообраќајната неактивност и концентрациите на PM 10 честичките. Во периодот од 11 до 14 април и покрај тоа што забраната за движење траеше од 16:00 до 05:00 часот наутро, сепак концентрациите на PM 10 кај сите мерни станици (Центар, Карпош, Ректорат) се значително поголеми во однос на истите денови во 2019 година.

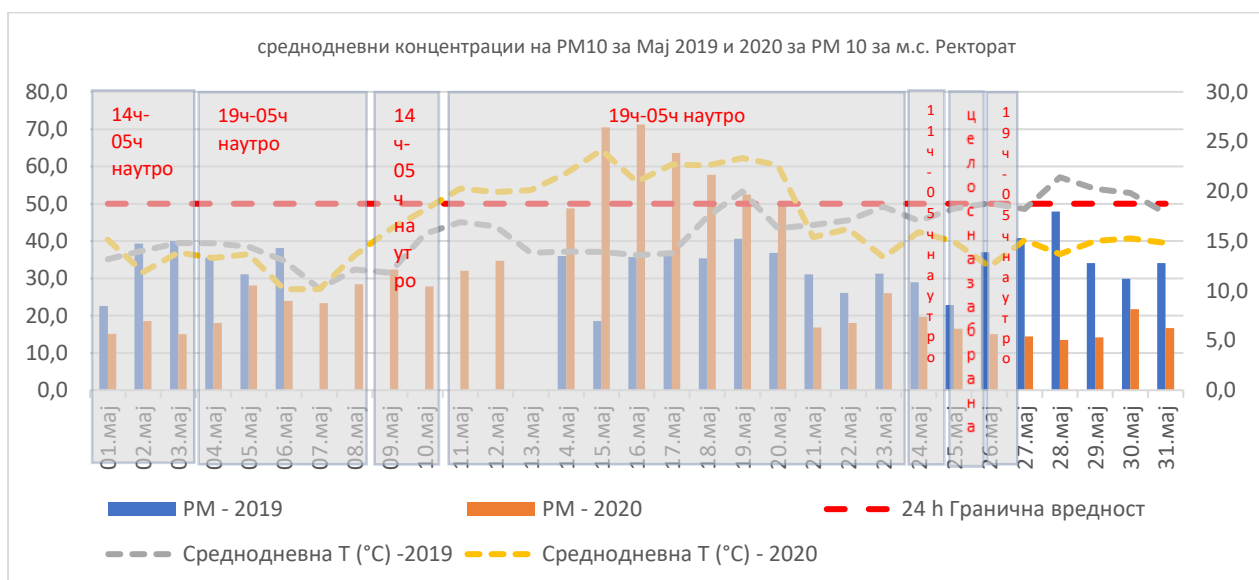
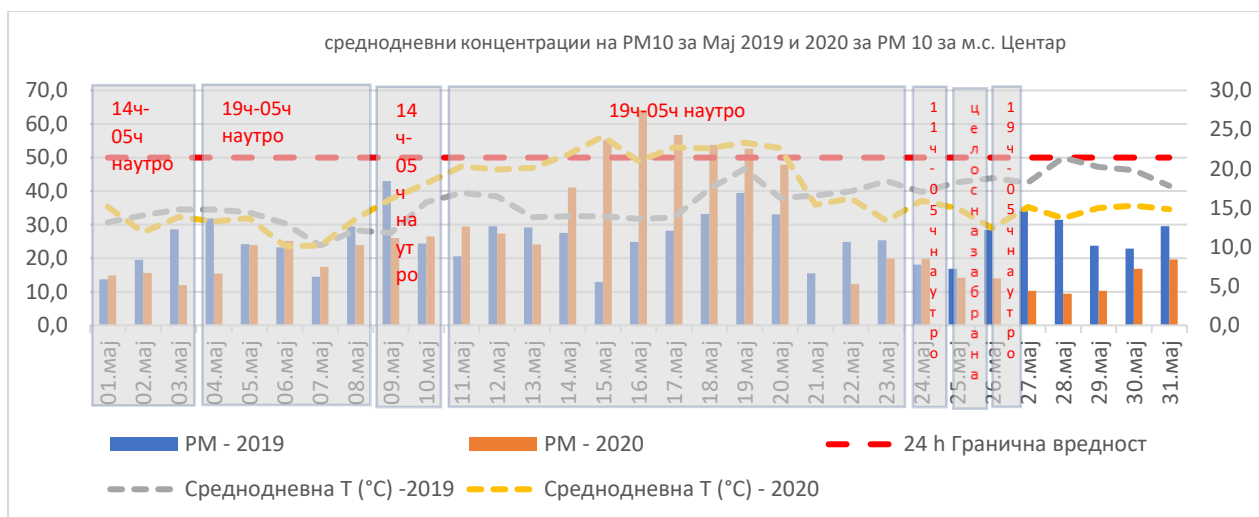
Понатаму, во периодот на целосен карантин (85 часовен) за време на Велигденските празници, концентрациите на PM 10 се намалуваат позначајно кај мерната станица Ректорат, но ова не е случај и со мерната станица Карпош, која го мери позадинското загадување. Имено, на 19 април 2020 година и покрај тоа што имаше целосна забрана за движење, среднодневната температура во 2020 била повисока од среднодневната во 2019 година и бевме надвор од грејна сезона, сепак концентрацијата на PM 10 честичките била повисока од концентрацијата истиот ден во 2019 година. На 20 април за мерната станица Карпош постои намалување но незначително.

Доколку го анализираме периодот после карантинот, 25, 26, 27 април и направиме споредба на 2019 и 2020 година ќе забележиме значително намалување на концентрациите на PM 10 во однос на 2020 година, односно за повеќе од 50% се намалиле PM 10 честичките во однос на истите денови во 2019 година.

Понатаму, бидејќи вонредната состојба и полицискиот час продолжи и во текот на месец мај, направена е анализа на среднодневните концентрации на PM10 во мај 2019 и мај 2020 година и тоа за мерните станици. Со цел преглед на полицискиот час, односно забраната за движење подолу во табелата се дадени деновите и времетраењето на забраната за движење.

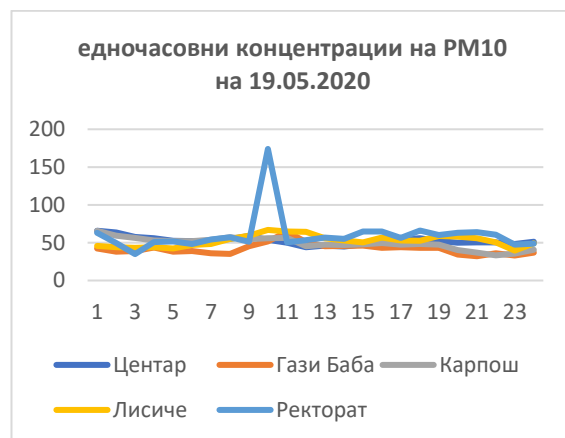
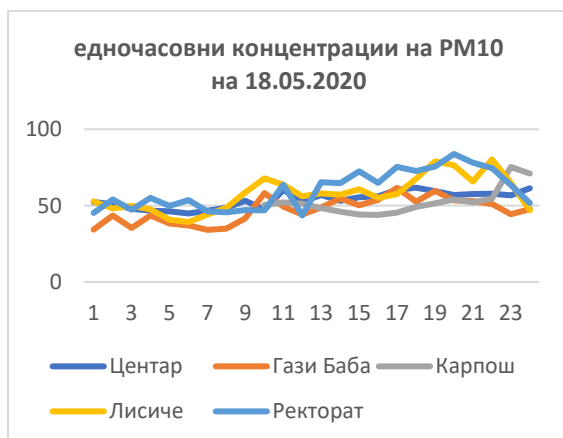
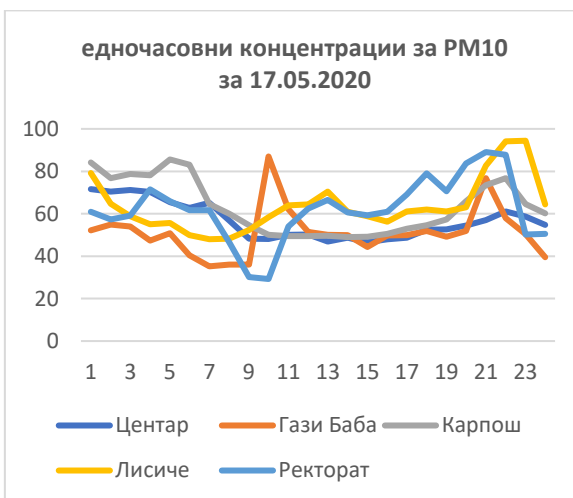
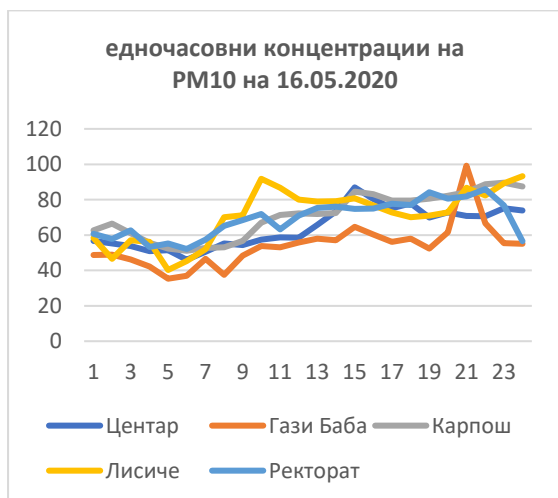
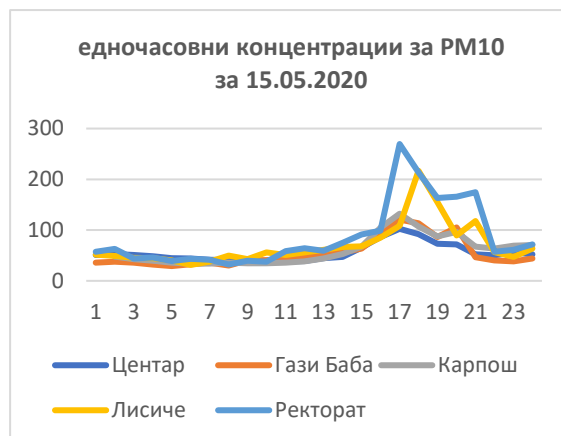
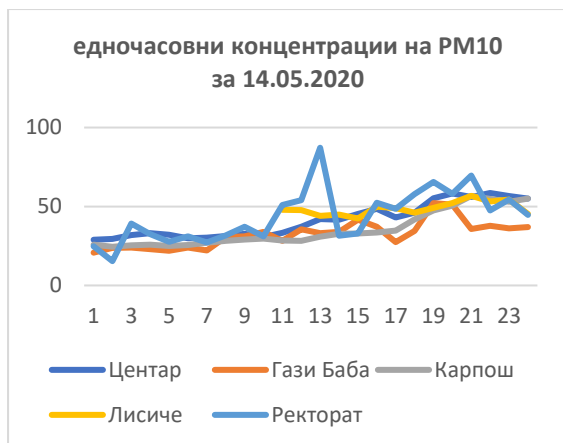
Дата	14-05 часот наутро	11-05 часот наутро	Целосна забрана за движење	Забрана за движење од 19-05 часот наутро
01. мај				
02. мај				
03. мај				
04. мај				
05. мај				
06. мај				
07. мај				
08. мај				
09. мај				
10. мај				
11. мај				
12. мај				
13. мај				
14. мај				
15. мај				
16. мај				
17. мај				
18. мај				
19. мај				
20. мај				
21. мај				
22. мај				
23. мај				
24. мај				
25. мај				
26. мај				
27. мај				
28. мај				
29. мај				
30. мај				
31. мај				



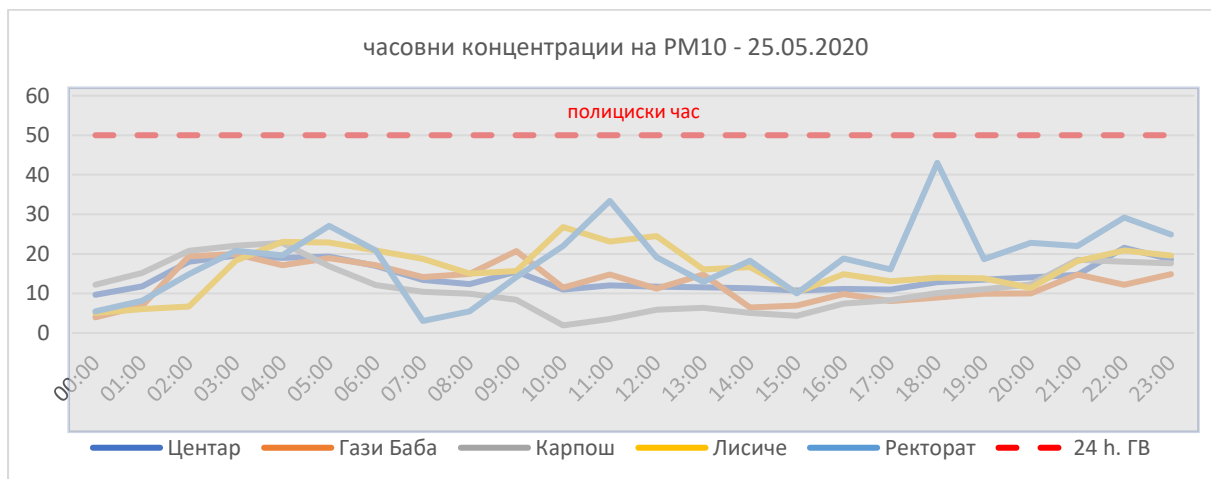
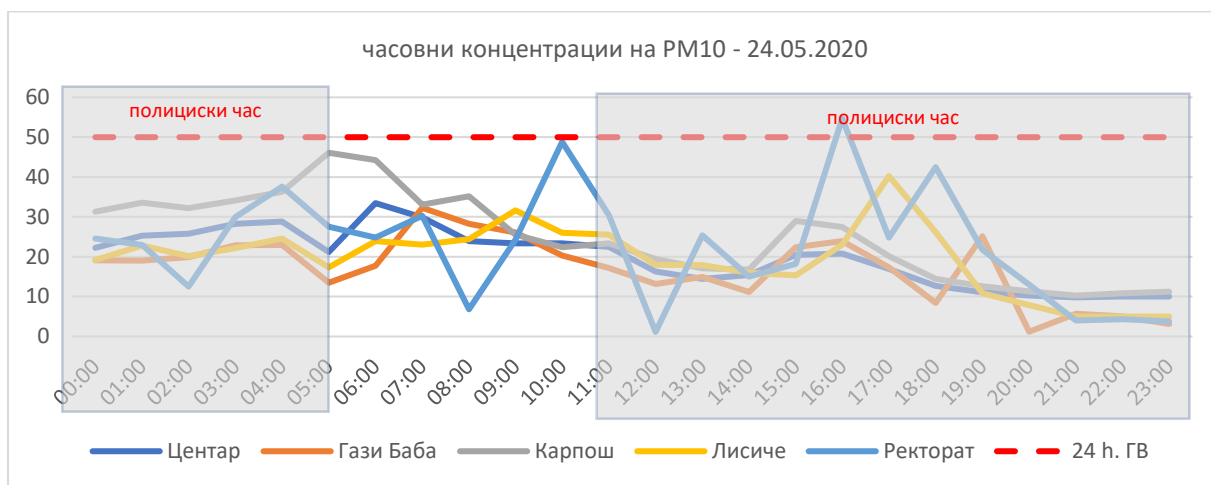
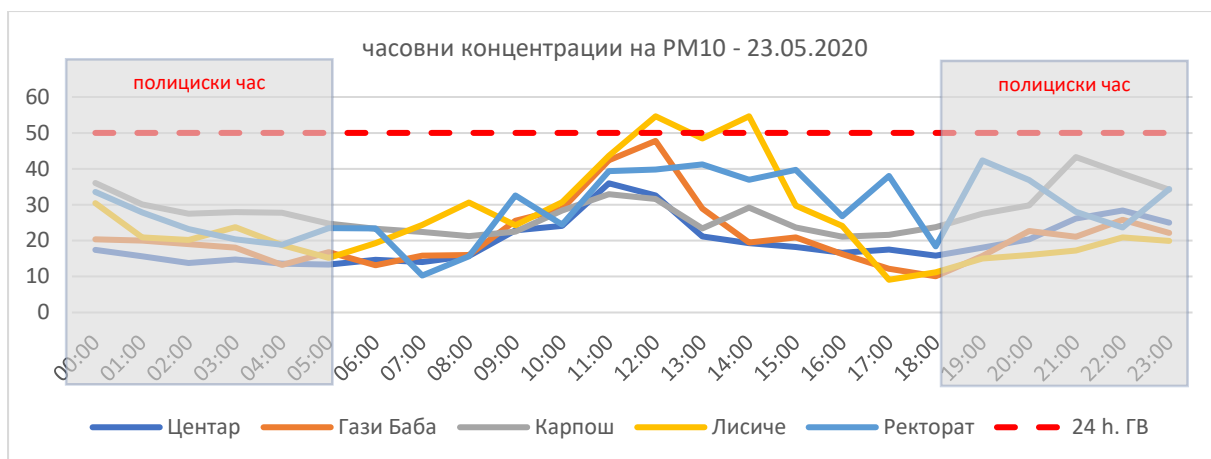


Во периодот од 14-20 мај емисиите на ПМ10 во 2020 година се значително зголемени. Во овој период имавме полициски час од 19 часот до 5 часот наутро, додека пак од 11:00 часот на 24.05 до 05:00 часот на 26.05 имавме целосен карантин.

Со цел да се види зависноста помеѓу ПМ 10 и сообраќајната неактивност на следниот график се дадени едночасовни концентрации на РМ10 за мерните станици Центар, Карпош, Гази Баба, Лисиче и Ректорат за деновите од 14 до 19 мај.



Исто така даден е и преглед на деновите кога имавме целосен карантин и тоа за мерните станици Центар, Лисиче, Гази Баба, Ректорат и Карпош.



Во текот на месец мај полицискиот час и забраната за движење продолжија и тоа во различни временски периоди, односно во периодот од 1 до 3 мај забраната за движење траеше од 14-05 часот наутро, од 4-8 мај забраната траеше од 19-05 часот наутро, во периодот на викендот (9-10 мај) повторно од 14 – 05 часот наутро и потоа во периодот на муслиманскиот празник Рамазан Бајрам имаше поголеми рестрикции, односно од 11 часот на 24.05.2020 до 5 часот наутро на 26 мај имаше целосна забрана за движење.

На следните графикони направена е споредба помеѓу просечните месечни концентрации на ПМ10 во периодот од јануари-август 2019 година и јануари – август 2020 година за мониторинг станиците Центар, Карпош и Ректорат. Податоците од останатите мониторинг станици во градот Скопје не се анализирани поради отсуство на доволен број на податоци. Анализата на податоците е направена во согласност со Правилникот за критериумите, методите и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух.¹¹

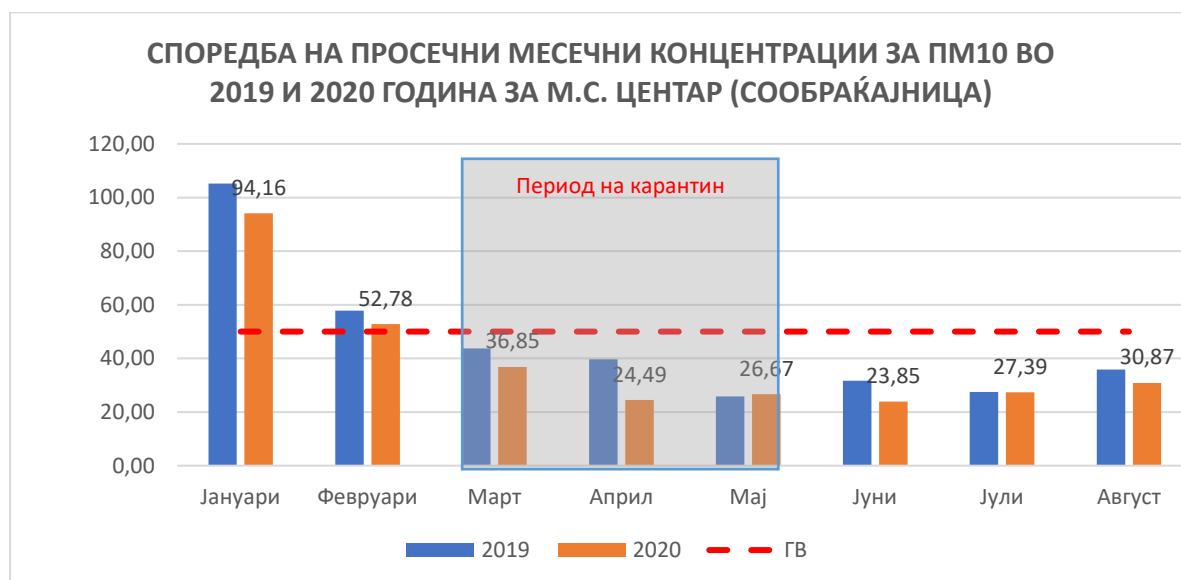


График 11. Споредба на просечни месечни концентрации за ПМ10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Центар

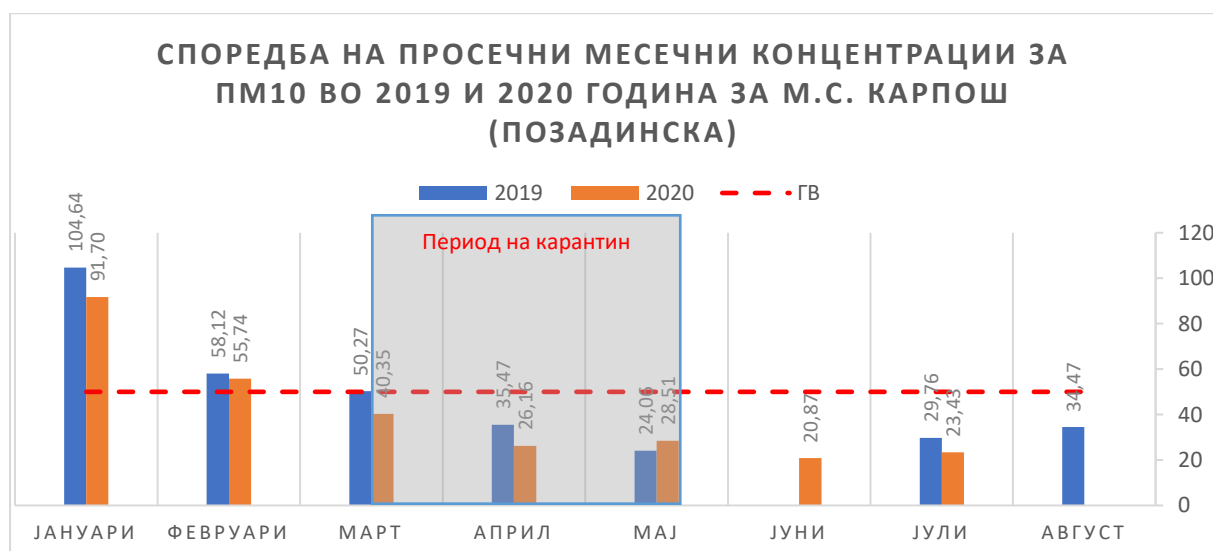


График 12. Споредба на просечни месечни концентрации за ПМ10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Карпош

¹¹ <http://www.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2014/09/Pravilnik%20za%20kriteriumite,%20metodite%20i%20postapkite%20za%20ocenuvanje%20na%20kvalitetot%20na%20ambientniot%20vozduh.pdf>

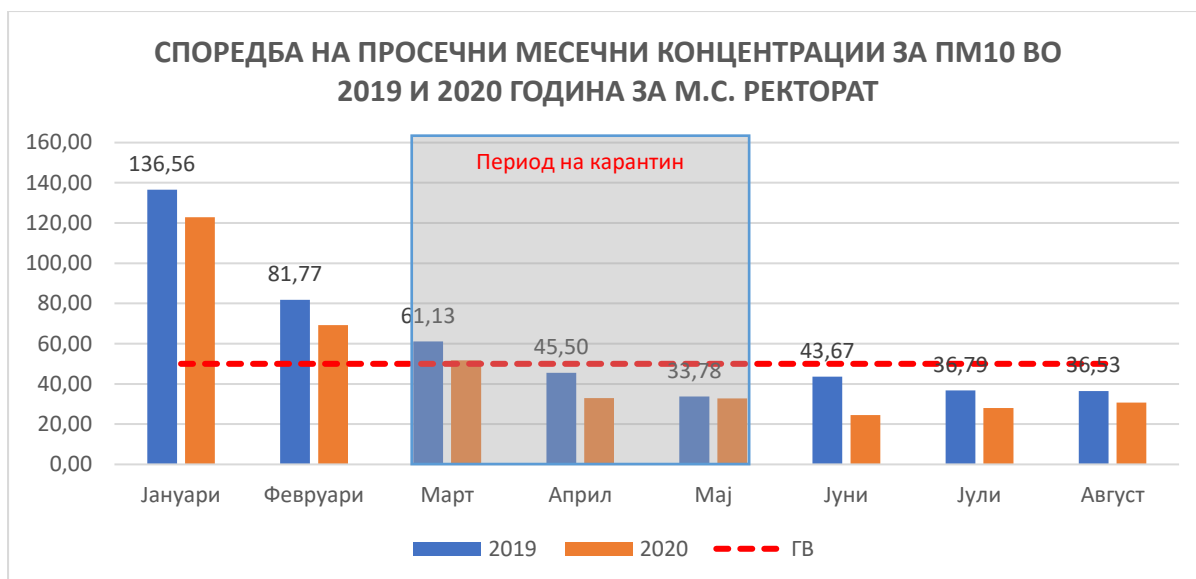
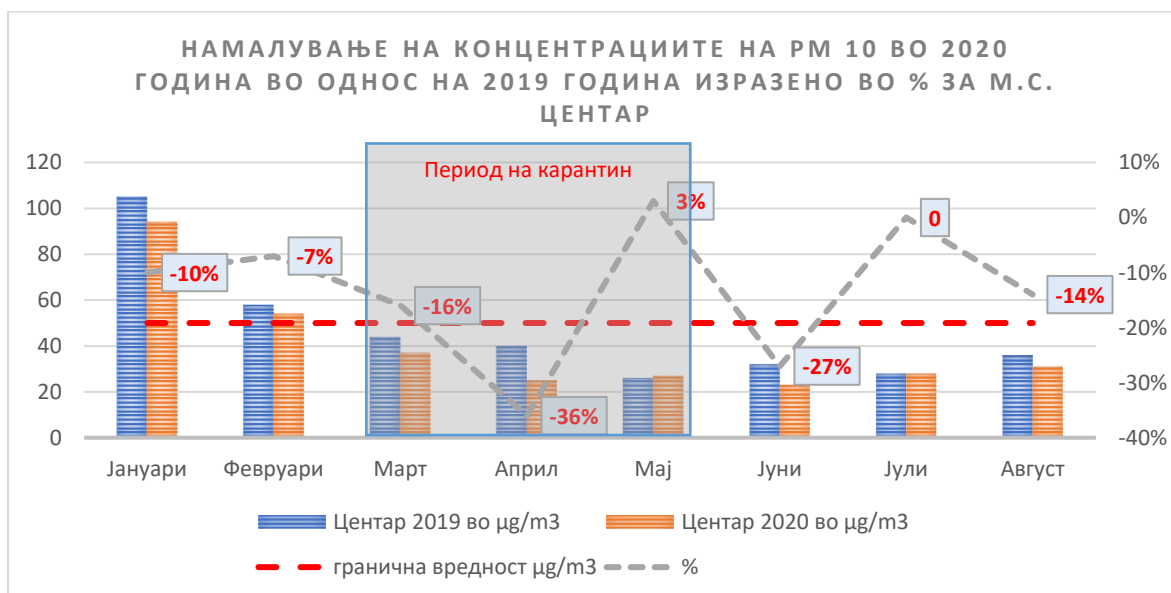
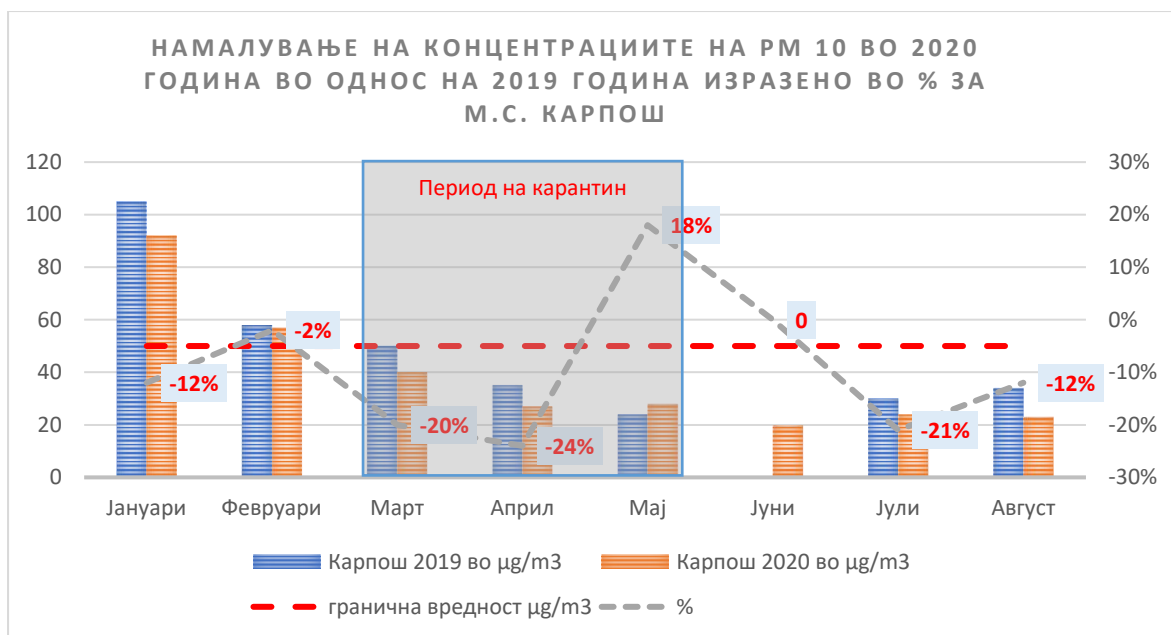


График 13. Споредба на просечни месечни концентрации за РМ10 во 2019 и 2020 година за мониторинг станица Ректорат

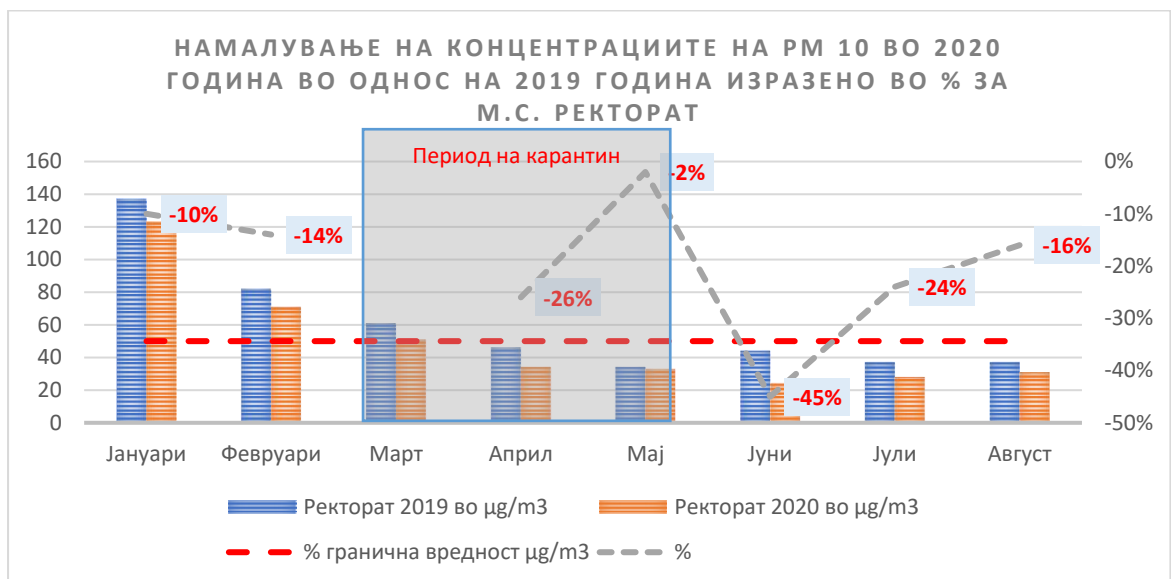
Исто така со цел да се прикаже концентрацијата на РМ10 во 2020 година во периодот од јануари до август во споредба со истиот период од 2019 година на графикот подолу дадени се во проценти намалувањата на концентрациите за мерните станици Центар, Карпош и Ректорат. Анализирани се податоци само за мерните станици за кои имаше доволно податоци за оваа загадувачка супстанца.



Извор: Сопствени пресметки на ЦКП



Извор: Сопствени пресметки на ЦКП



Извор: Сопствени пресметки на ЦКП

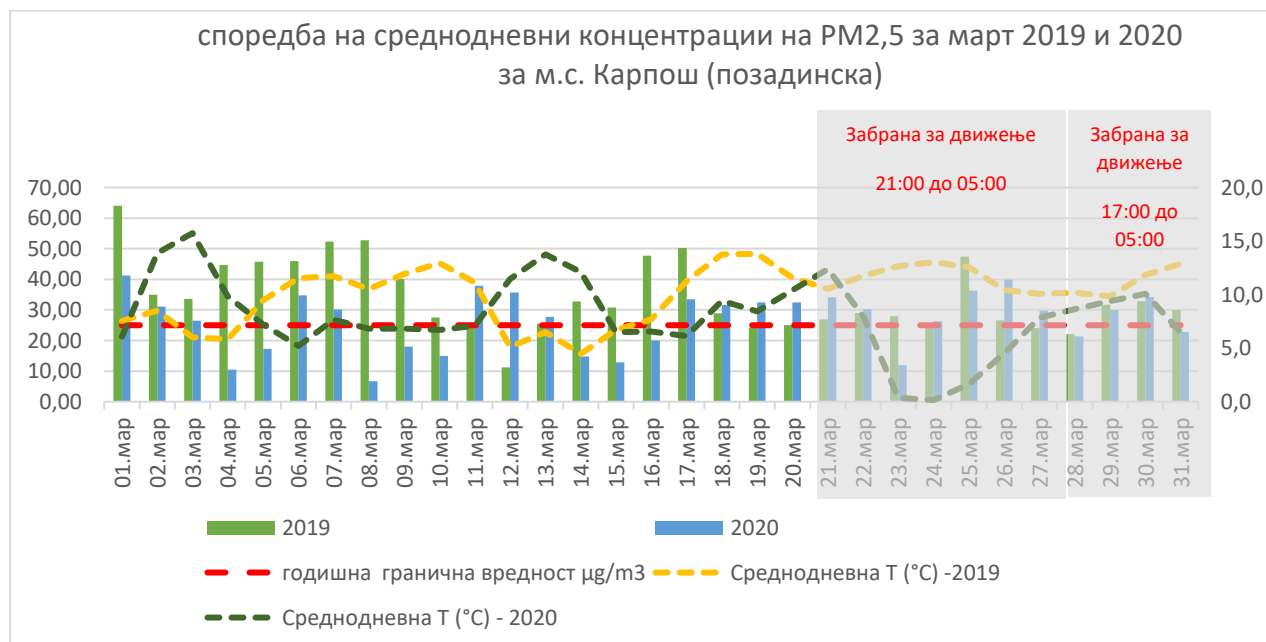
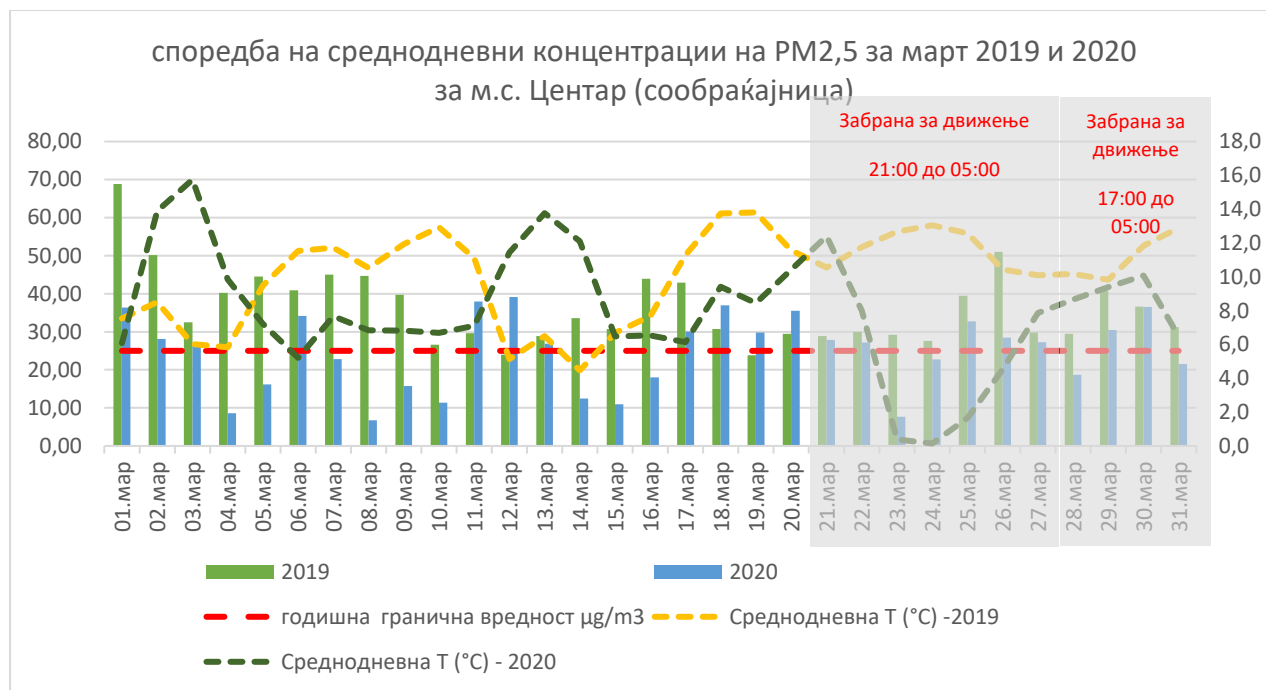
Доколку ги погледнеме графиконите со споредбата на просечните месечни концентрации за периодот од јануари до август 2019 и 2020 година ќе забележиме дека концентрациите на РМ10 честичките се намалиле во периодот на карантинот (март и април) за сите мерни станици, но во мај концентрациите се зголемени (м.с. Карпош за 18% и Центар за 3%) во однос на 2019 година, а кај м.с. Ректорат има незначително намалување од 2%.

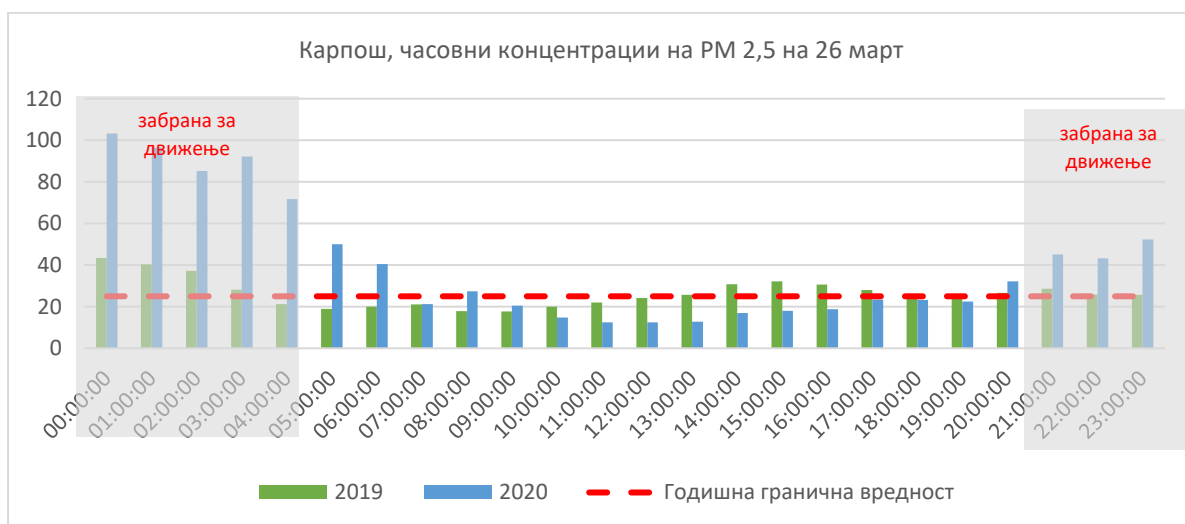
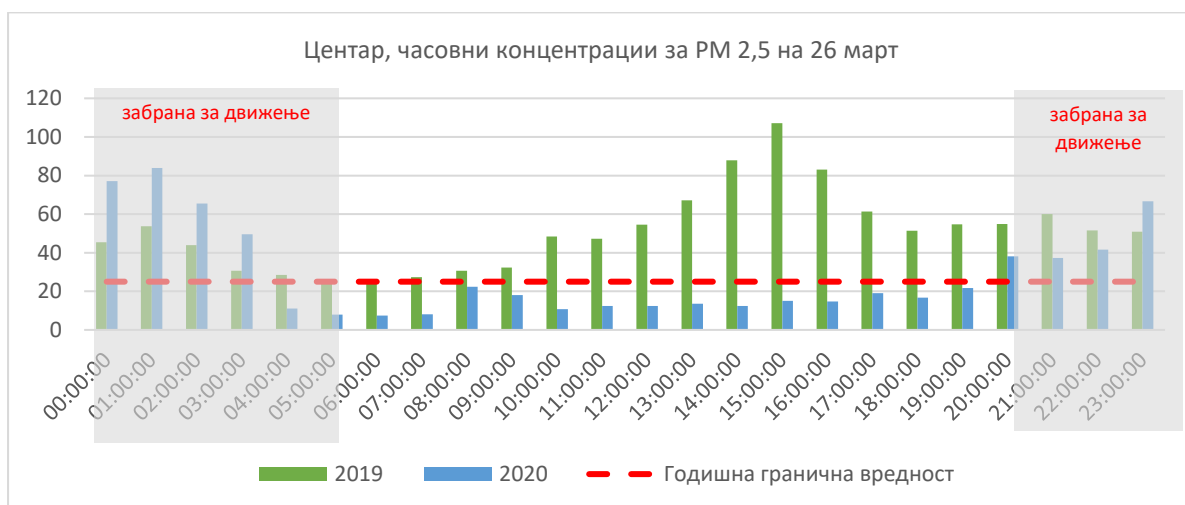
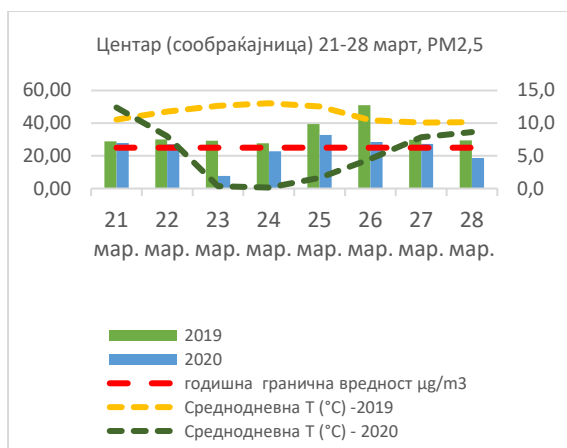
Сепак просечната концентрација за мај е ниска кај сите анализирани мерни станици, односно изнесува под $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2. Анализа на концентрациите на PM_{2,5}

Покрај анализата за PM₁₀ направена е и анализа на PM_{2,5} суспендираните честички кои исто така често пати се значително покачени во однос на граничната вредност.

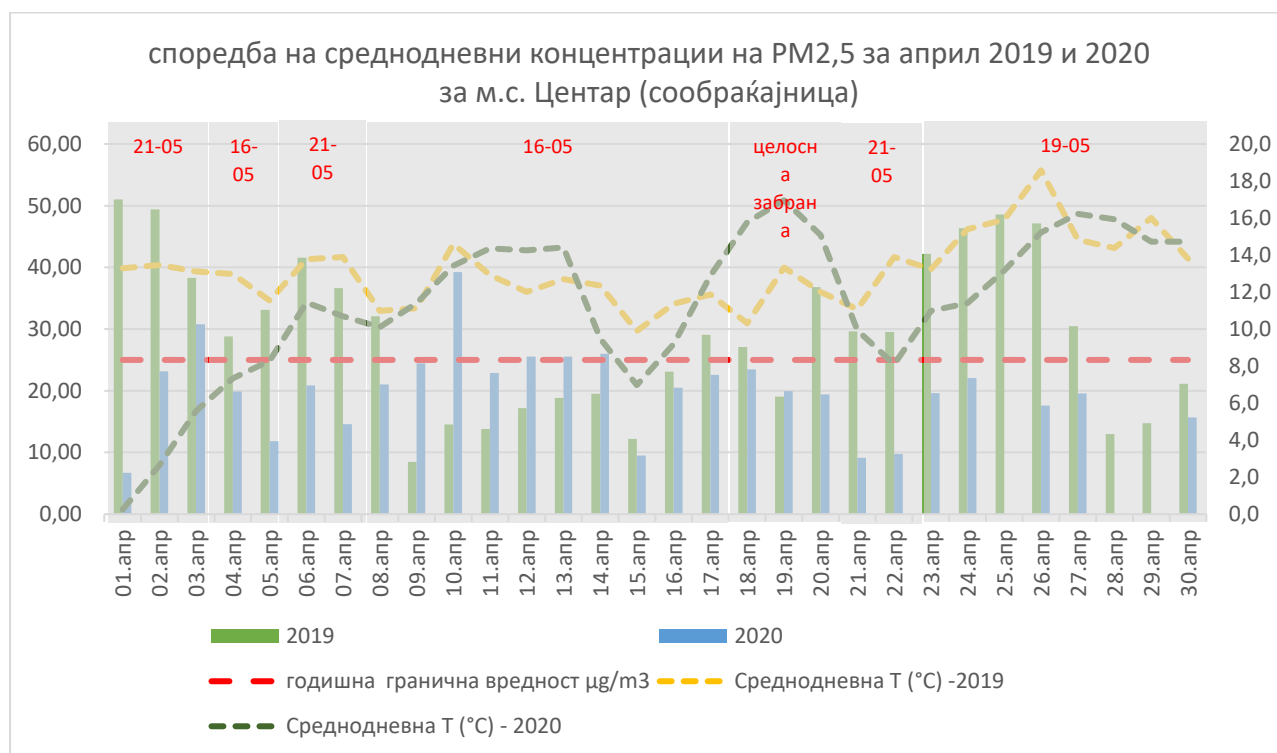
За таа цел најнапред анализирани се концентрациите на PM_{2,5} во месеците кога беше на сила забраната за движење.



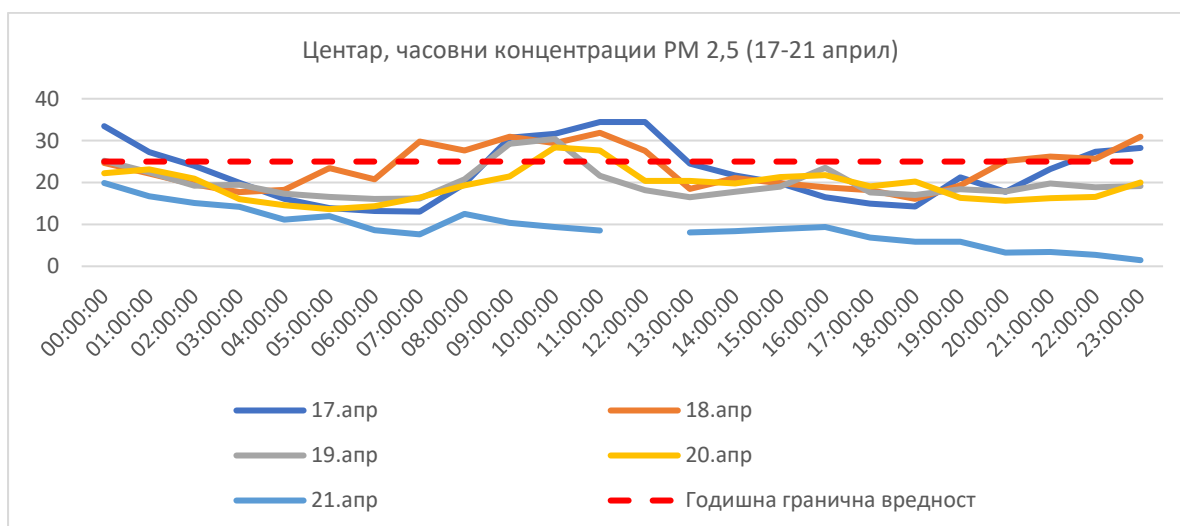
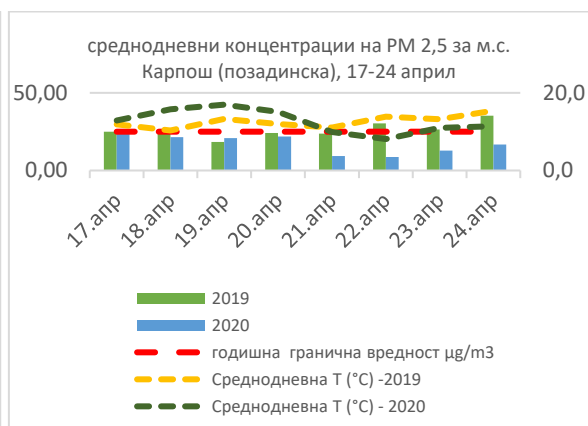
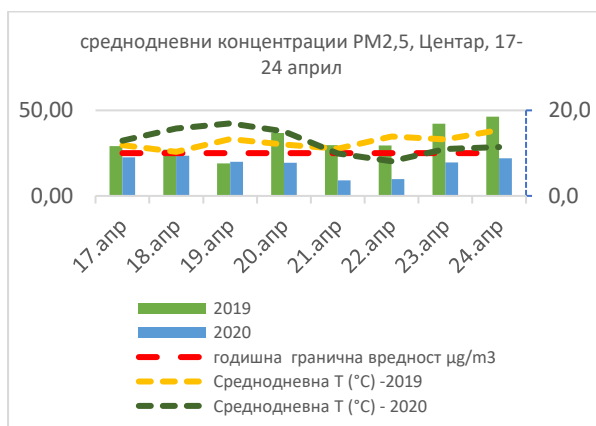
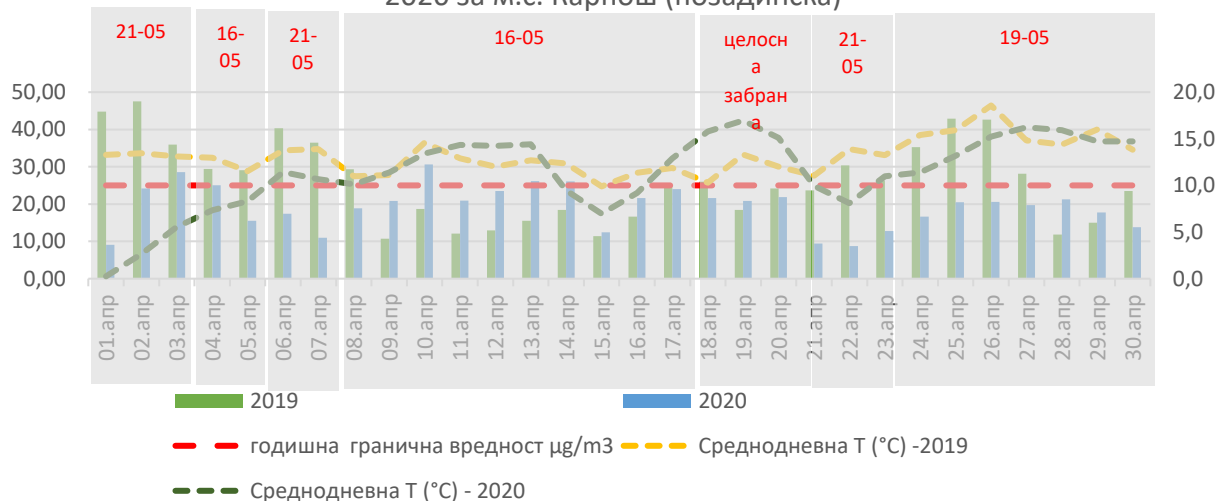


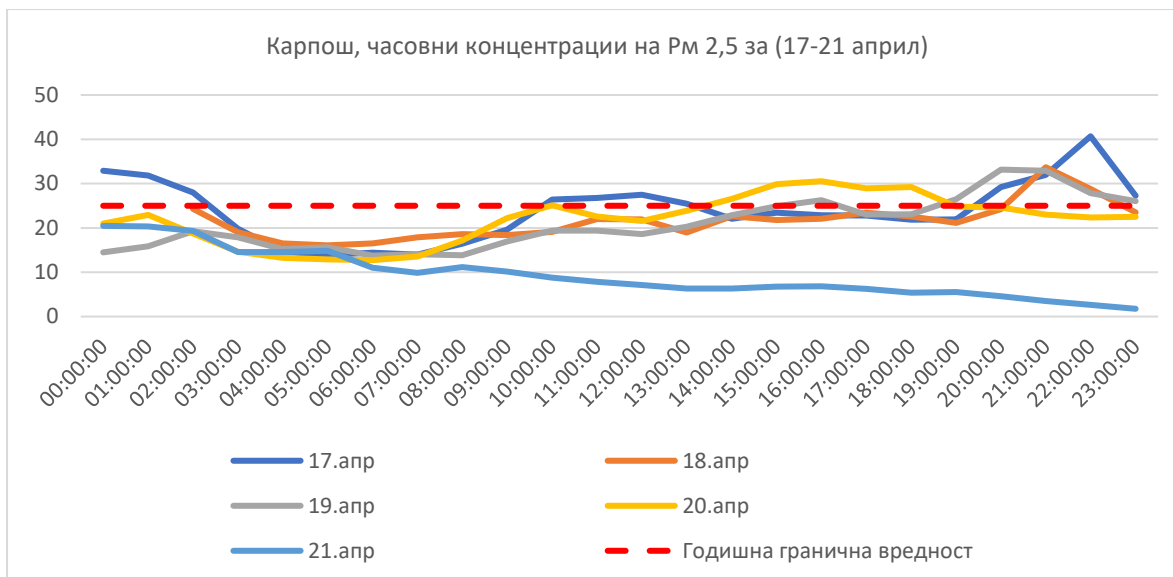
Кај РМ 2,5 исто така неможе да се забележи зависност помеѓу сообраќајната неактивност и концентрациите на РМ 2,5 честичките. Анализирани се мерните станици Центар (сообраќајница) и Карпош (позадинска) од причина што само за овие две мерните места беа на располагање целосни односно доволно податоци. Притоа во текот на месец март концентрациите на РМ 2,5 се слични со тие во 2019 година, особено во периодот помеѓу 21-28 март (период кога започна полицискиот час). Единствено на 27 март во м.с. Карпош се покачени, во услови на слична среднодневна температура на воздухот. Доколку ги погледнеме часовните концентрации лесно се забележува покачување на часовната концентрација во нокните часови, кога важи забраната за движење.

Понатаму, бидејќи забраната за движење продолжи и во април, анализа и споредба на концентрациите на РМ 2,5 се дадени и во овој месец.



споредба на среднодневни концентрации на PM_{2,5} за април 2019 и 2020 за м.с. Карпош (позадинска)

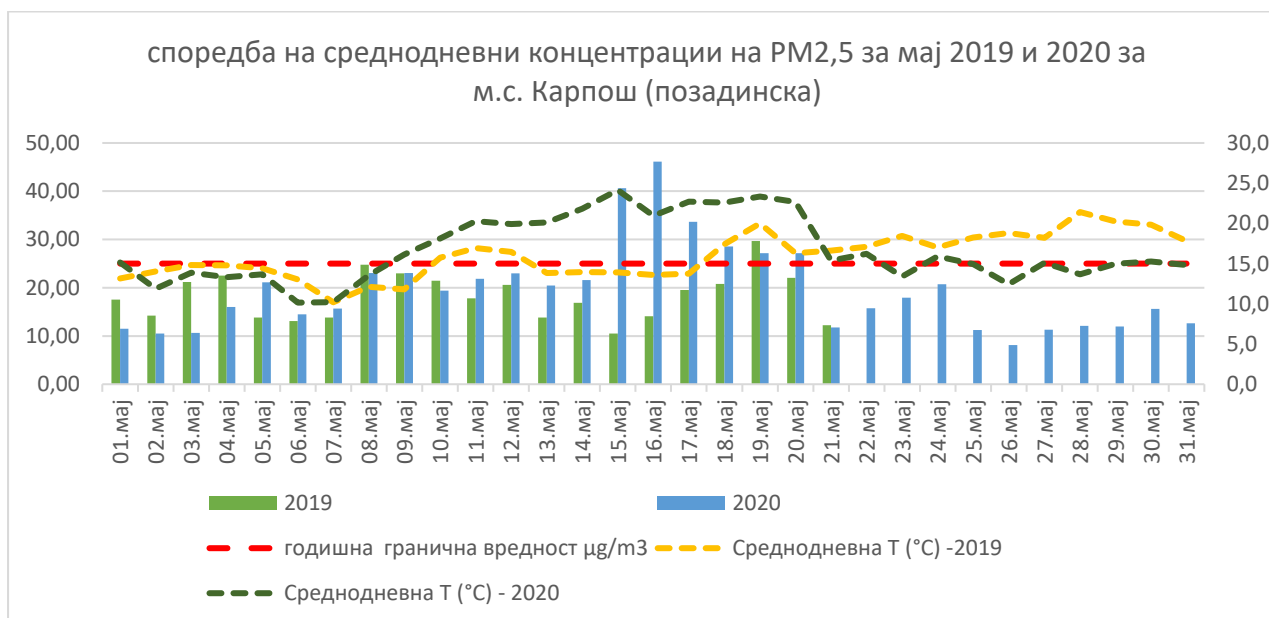
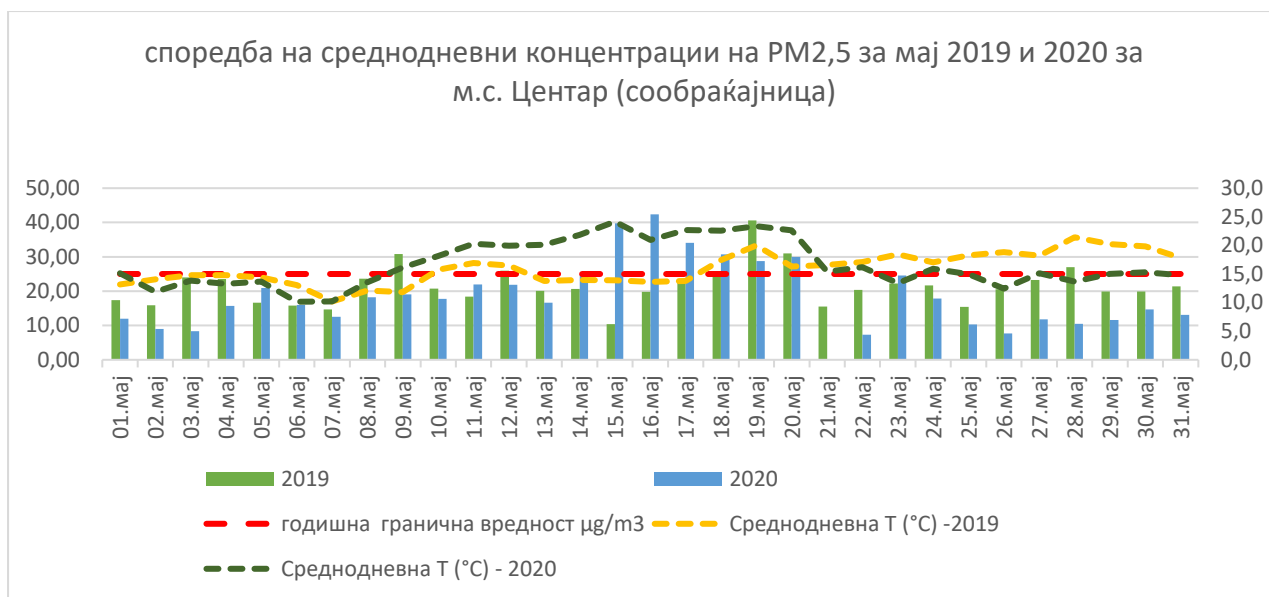




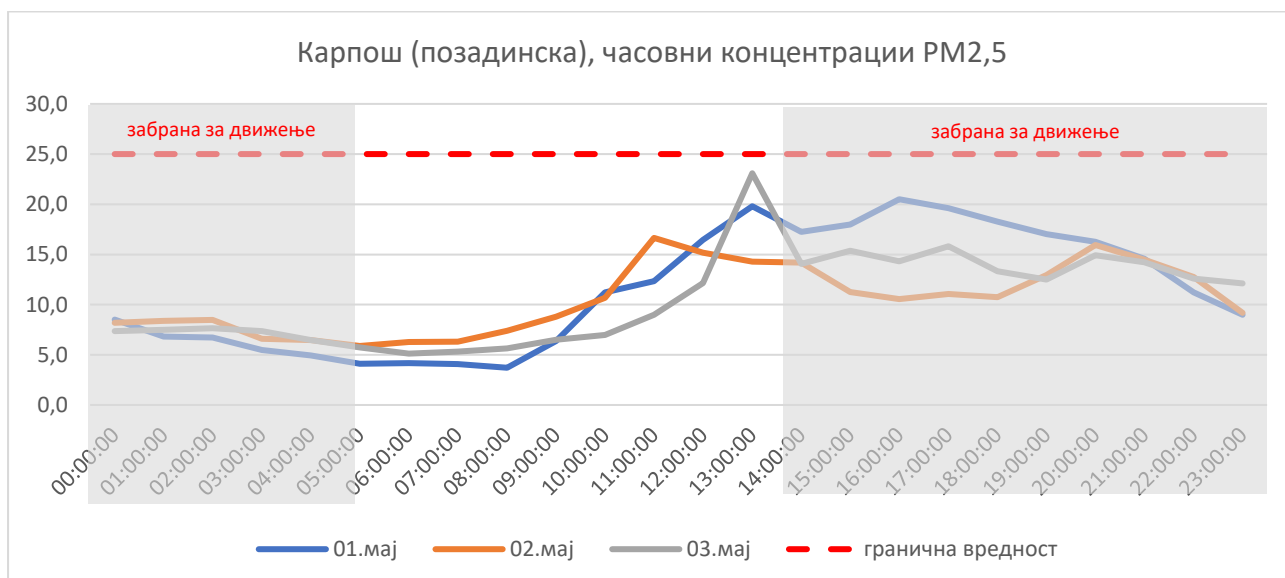
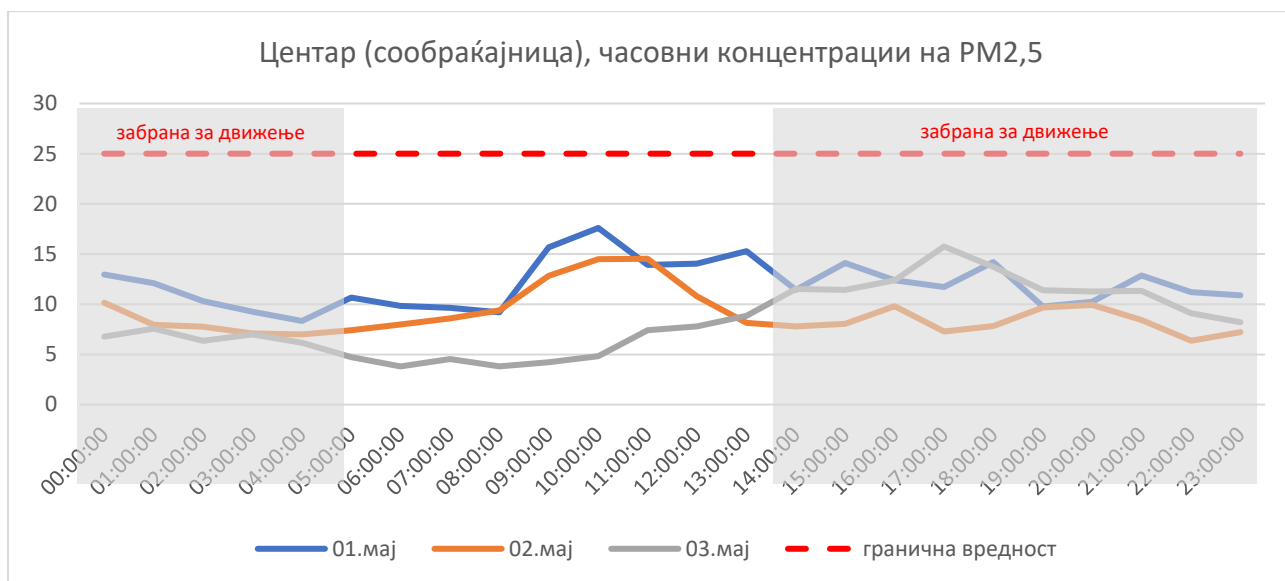
Април, концентрации на РМ 2,5

Во април 2020 година, се повторува ситуацијата како со РМ 10, односно во периодот помеѓу 8-14 април, концентрациите на РМ 2,5 се значајно повисоки во однос на истите денови во 2019 година и тоа кај двете мерни станици (Центар и Карпош). Доколку ги погледнеме часовните концентрации во периодот од 17-20 април (целосен карантин поради Велигден), ќе забележиме дека кај м.с Центар сите овие денови, концентрацијата на РМ2,5 од 8 часот наутро до 14 часот попладне почнува да расте, па дури и ја надминува граничната вредност. Кај м.с. Карпош има малку поразлична состојба, односно во сите денови (освен на 21.04.2020) концентрацијата почнува да расте во 10 часот наутро и останува висока до крајот на денот.

Понатаму, анализата продолжува со споредба на концентрациите во мај 2019 и 2020 година. Споредба е направена на среднодневни концентрации за целиот месец, но и споредба на одредени денови кога важеше забраната за движење.

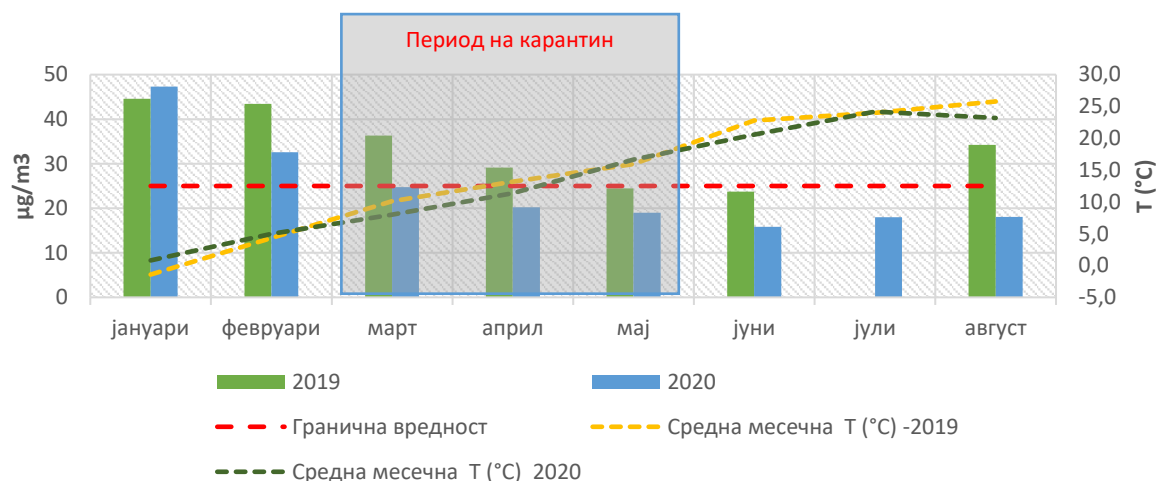


Анализирани се и часовни концентрации на PM_{2,5} на 1, 2 и 3 мај 2020 година со цел да се види варијацијата на концентрациите во овие денови кога важеше полициски час од 14ч до 5 часот наутро.

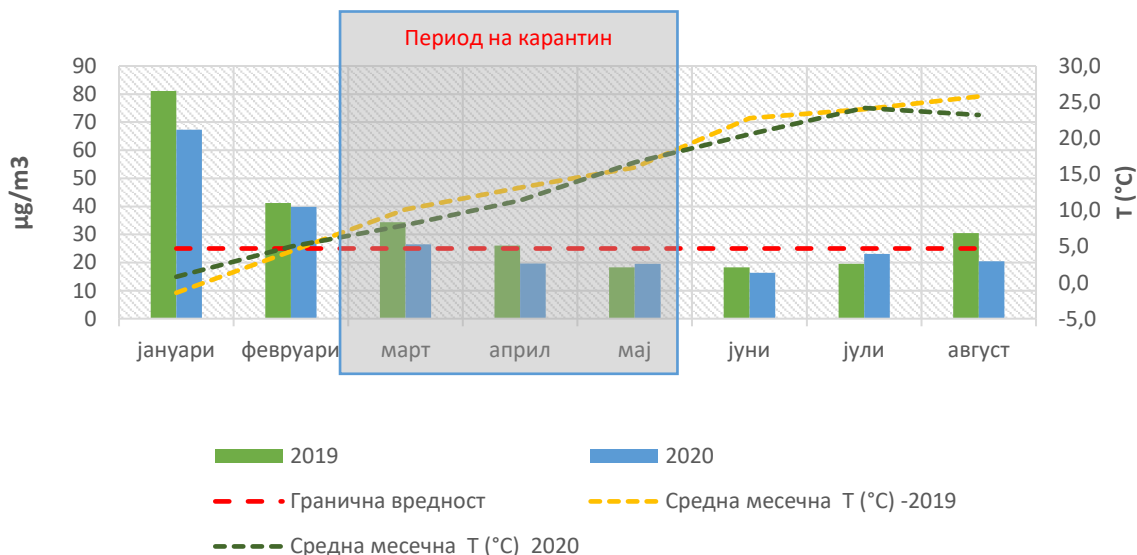


Споредба на влијанието на намалените активности најдобро може да се направи доколку се анализираат концентрациите на PM_{2,5} во периодот пред започнувањето на вонредната состојба, за време на вонредната состојба и забраната за движење и по завршување на истата. На графикот подолу дадени се концентрациите на PM_{2,5} во периодот помеѓу јануари и август 2019 и истиот период во 2020 година.

Просечни месечни концентрации на PM_{2,5} за мерна станица Центар



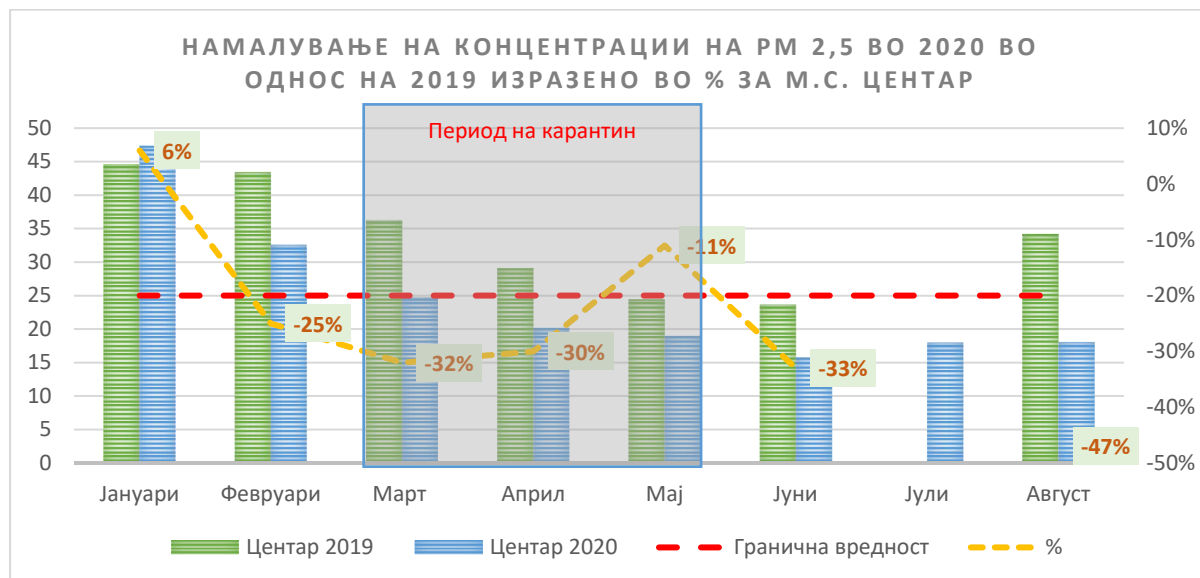
Просечни месечни концентрации на PM_{2,5} за мерна станица Карпош



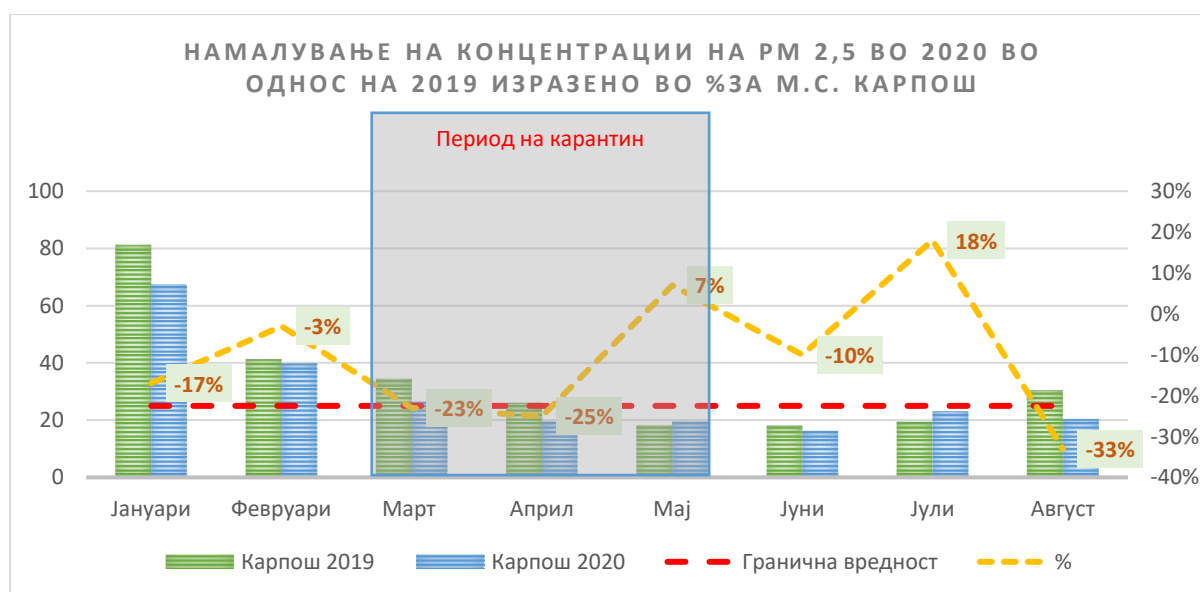
Споредба на концентрациите на PM_{2,5} за месец мај

Во текот на месец мај најголем дел од месецот концентрациите на PM_{2,5} се помали во однос на истите денови во 2019 година. Притоа важно е да се напомене дека температурата била иста или пониска во 2019 година. Во деновите кога имаме пониска температура во 2020 во споредба со 2019 година, се забележува и повиска концентрација на PM_{2,5}. Таков е случајот во периодот од 15-19 мај.

Со цел да се прикаже концентрацијата на PM_{2,5} во 2020 година во периодот од јануари до август во споредба со истиот период од 2019 година долниот график дадени се во проценти намалувањата на концентрациите за мерните станици Центар и Карпош. Анализирани се податоци само за мерните станици за кои имаше доволно податоци за оваа загадувачка супстанца.



Извор: Сопствени пресметки на ЦКП



Извор: Сопствени пресметки на ЦКП

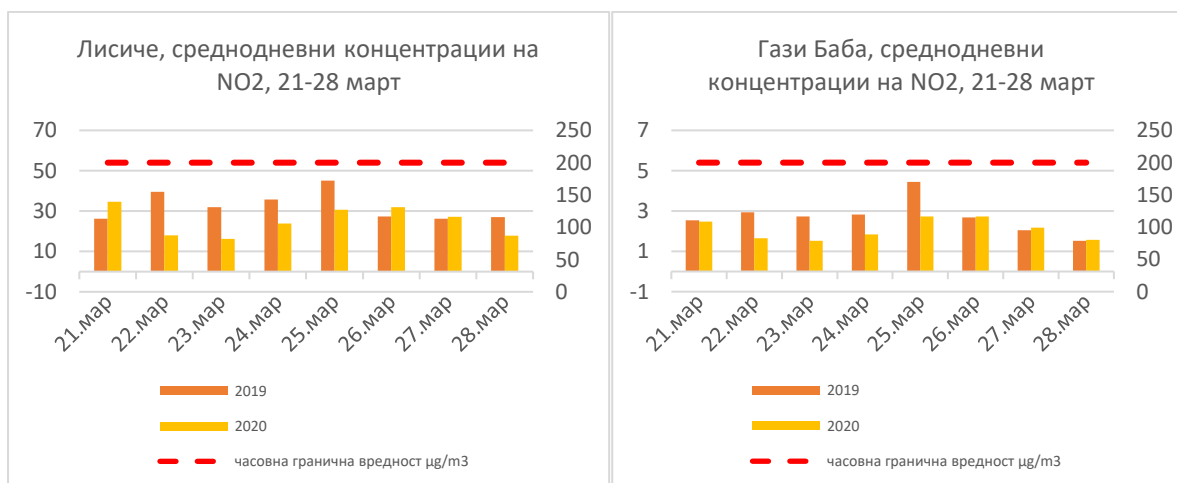
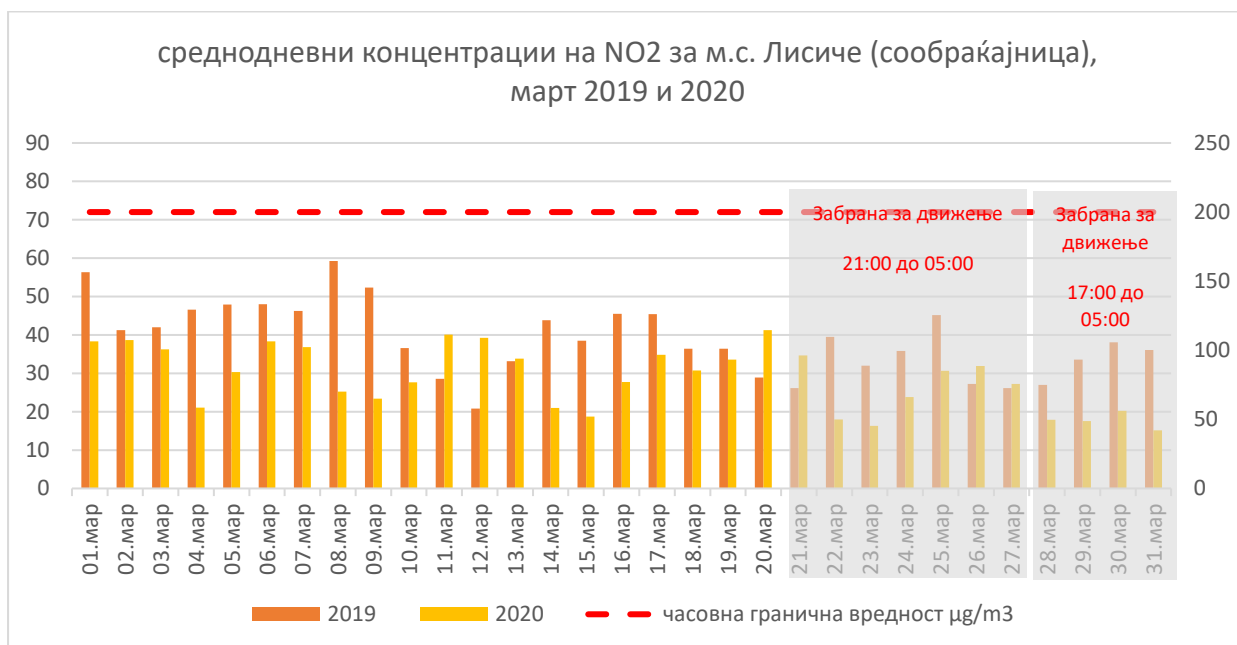
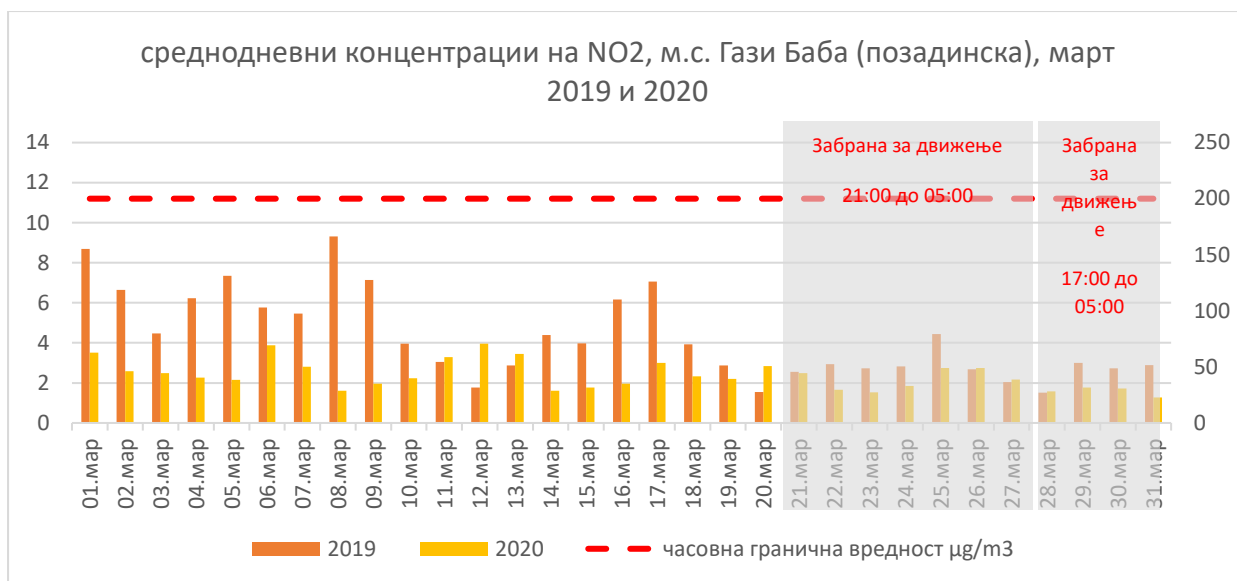
Генерално, концентрациите на $PM_{2,5}$ се намалени во 2020 година во однос на истиот период 2019 година, со исклучок на месец мај за м.с. Карпош каде се зголемени за 7%. Во сите други месеци, во периодот пред и по карантинот, концентрациите на $PM_{2,5}$ се намалени, со исклучок на јануари (Центар) и јули (Карпош) кога концентрациите се поголеми во 2020 година.

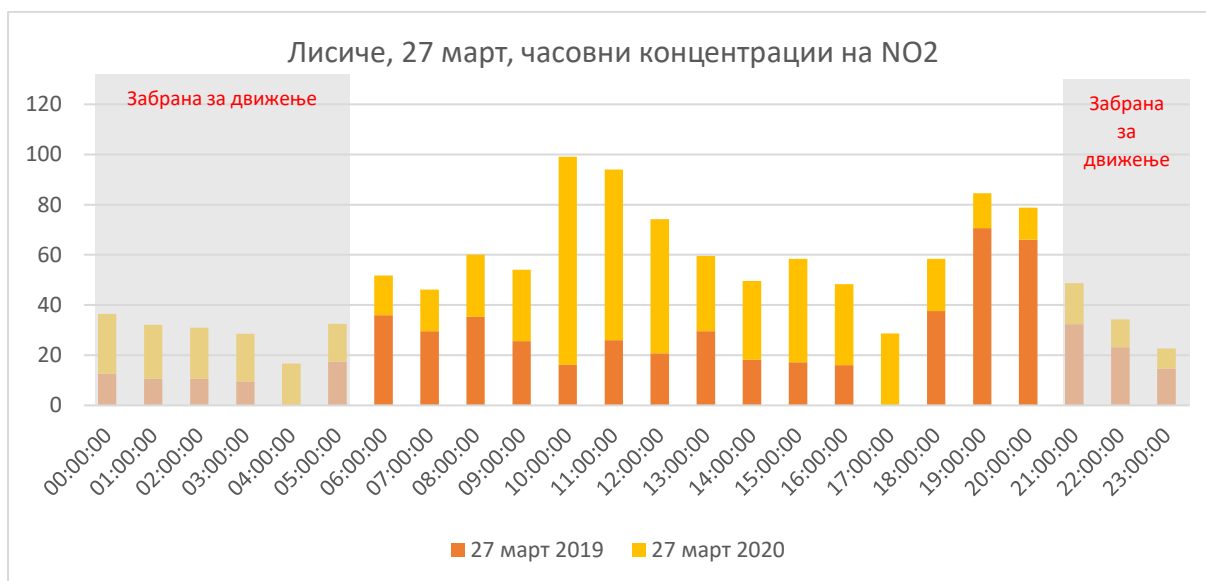
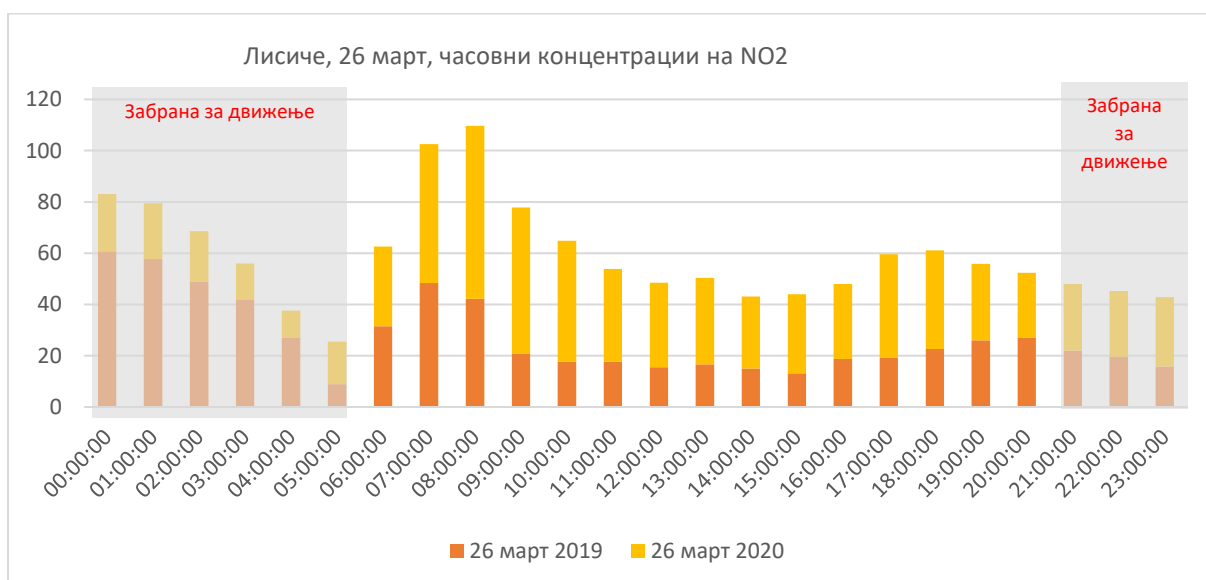
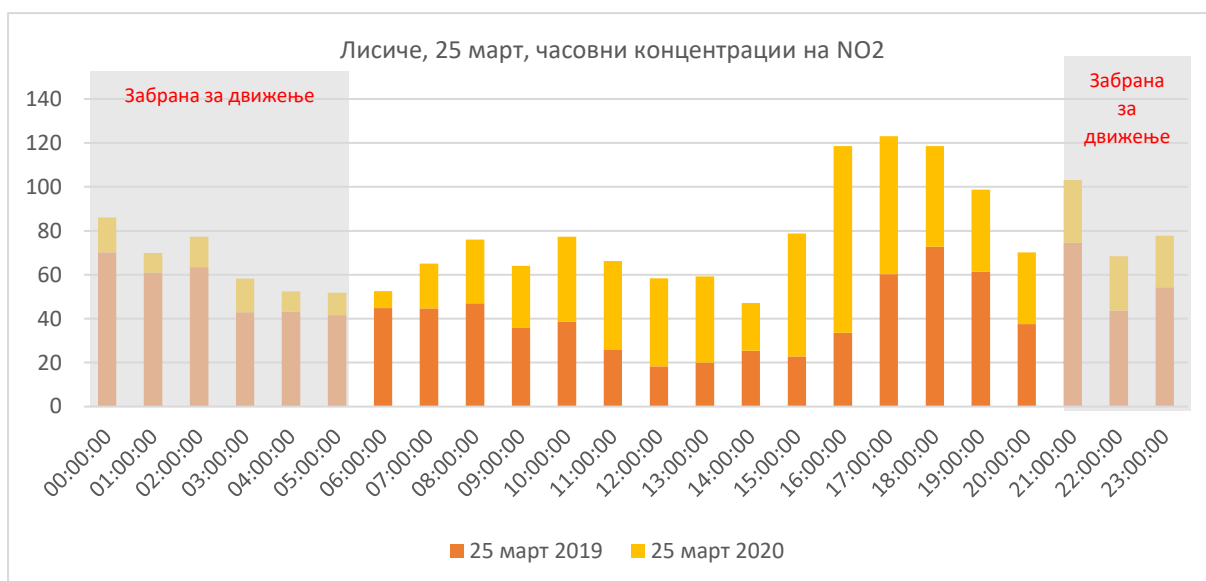
5.3. Анализа на концентрациите на NO_2

Главен извор на азотни оксиди се издувните гасови од моторите со внатрешно согорување кај возилата. Исто така, како значаен извор на NO_x се јавуваат и енергетските постројки за производство на електрична енергија и топлина кои како гориво користат природен гас. Од азотните оксиди најзастапени како загадувачи се NO и NO_2 .

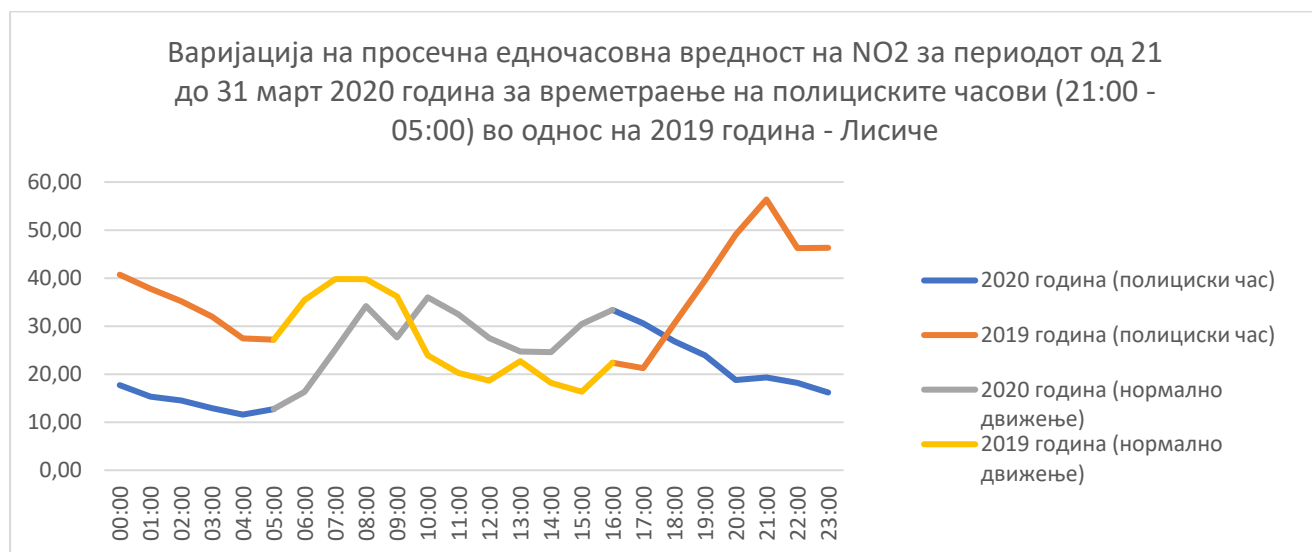
Исто така, доколку го погледнеме катастарот на загадувачи График 2, лесно може да се забележи дека 60% од емисиите на NO_x потекнуваат од мобилни извори односно од сообраќајот. Во таа насока, концентрациите на NO_2 се главен индикатор за загадување од сообраќајот па така анализата посветува особено внимание на концентрациите на NO_2 во периодот март-мај 2019 и 2020 година.

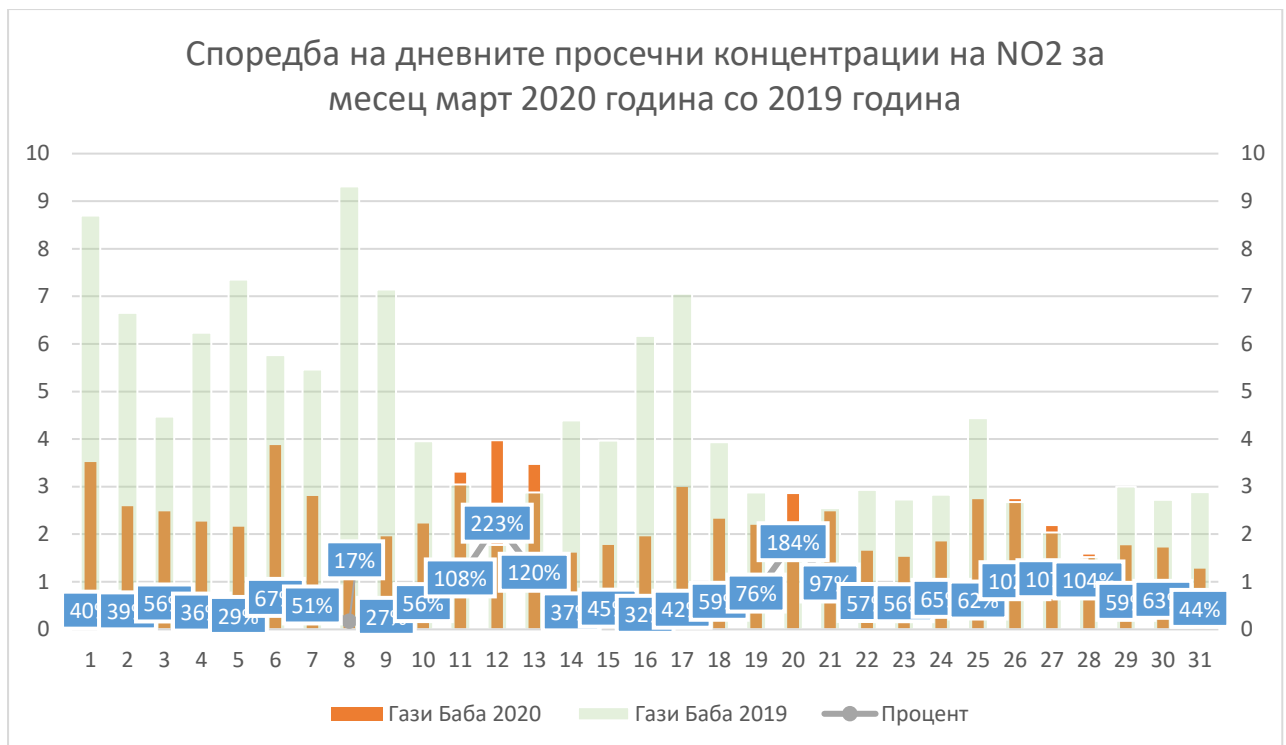
Најнапред дадени се среднодневни концентрации на NO_2 за месеците март, април и мај и тоа за двете години 2019 и 2020, како и часовни концентрации на NO_2 за одредени денови кога важеше забраната за движење односно кога на територијата на државата имаше полициски час. Понатаму направени се и споредби на просечни месечни концентрации за периодот помеѓу јануари и август 2019 и 2020 година, односно периодот пред Ковид (јан-март), периодот кога започна пандемијата или Ковид период (март-мај) и пост Ковид односно кога заврши карантинот (јуни-август). Разликите помеѓу 2019 и 2020 година за дадениот месец се изразени во проценти на последниот график.





Воедно, со цел да се утврди влијанието на полицискиот час на граfiците подолу се дадени варијациите на едночасовните концентрации на NO₂ во периодот помеѓу 21 и 31 март 2019 и 2020, притоа пресметани се просечните концентрации за секој час за периодот од 21 до 31 март 2019 и 2020 година.

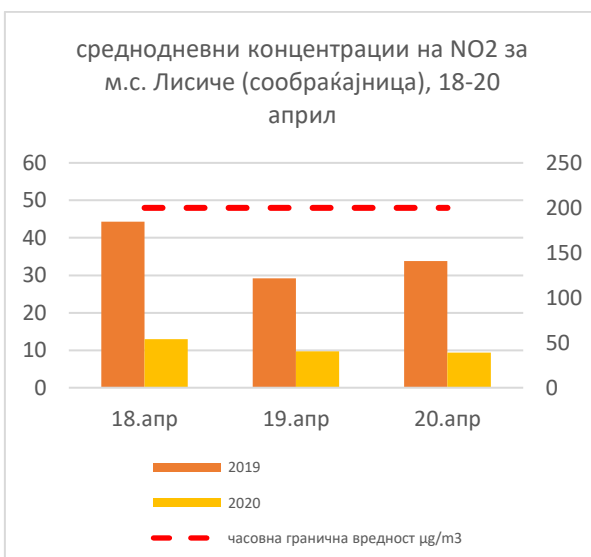
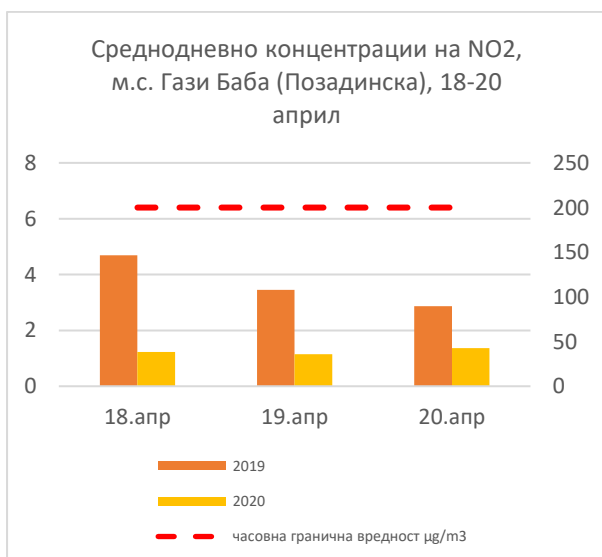
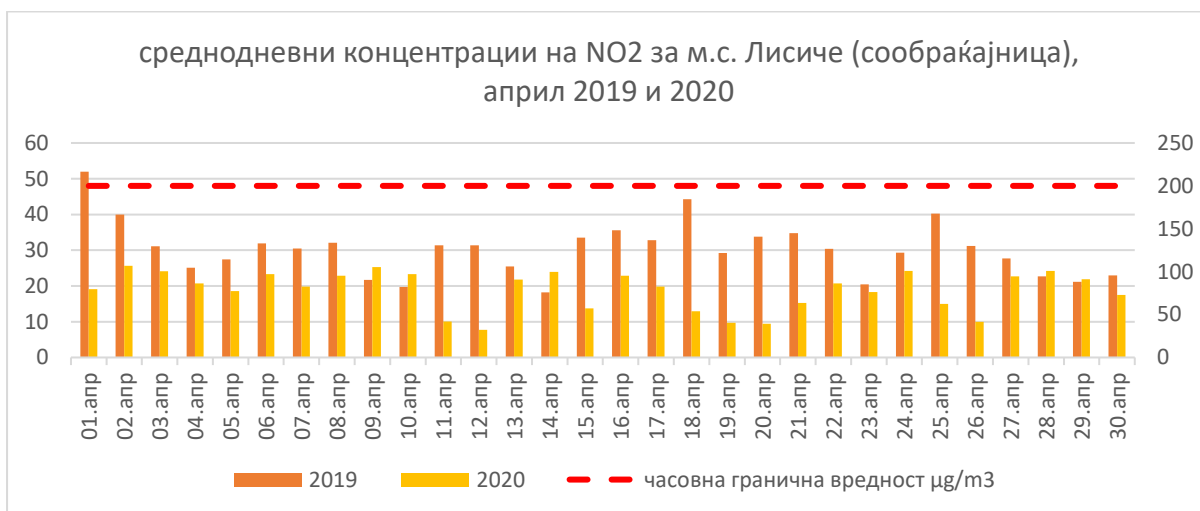
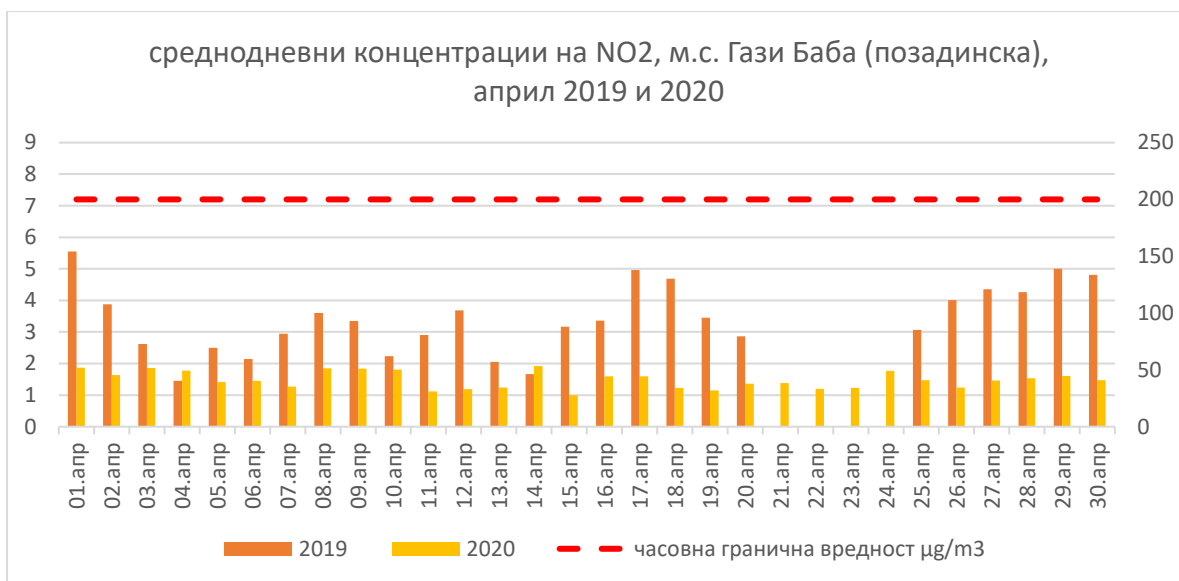




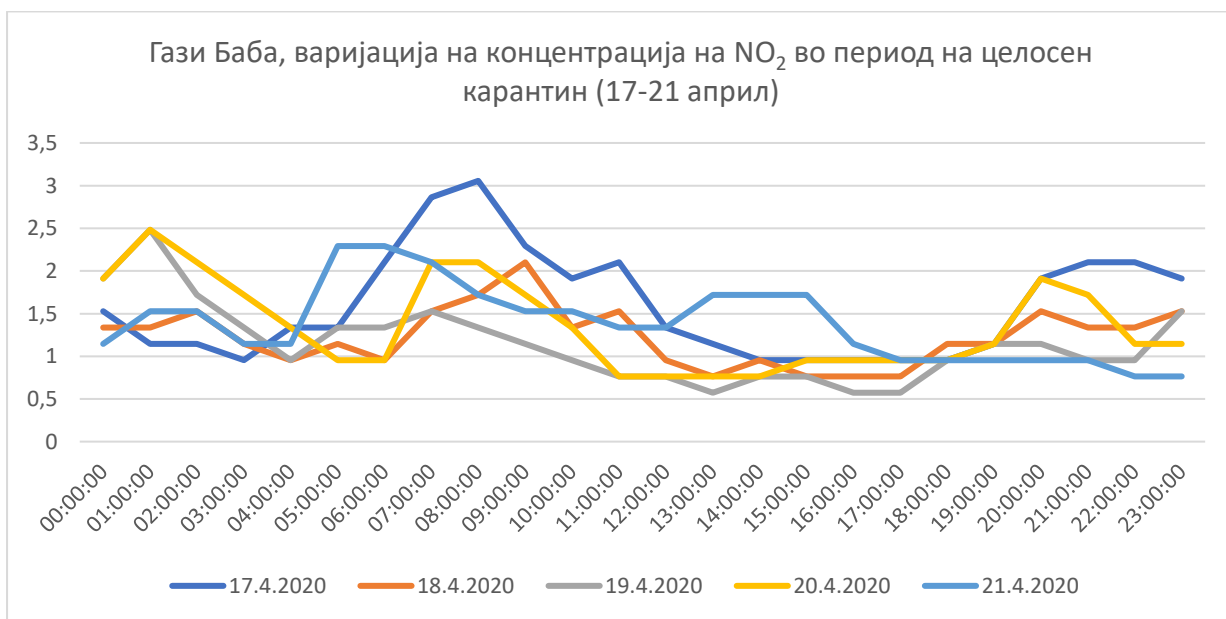
Споредба на NO₂, во март 2019 со март 2020 година

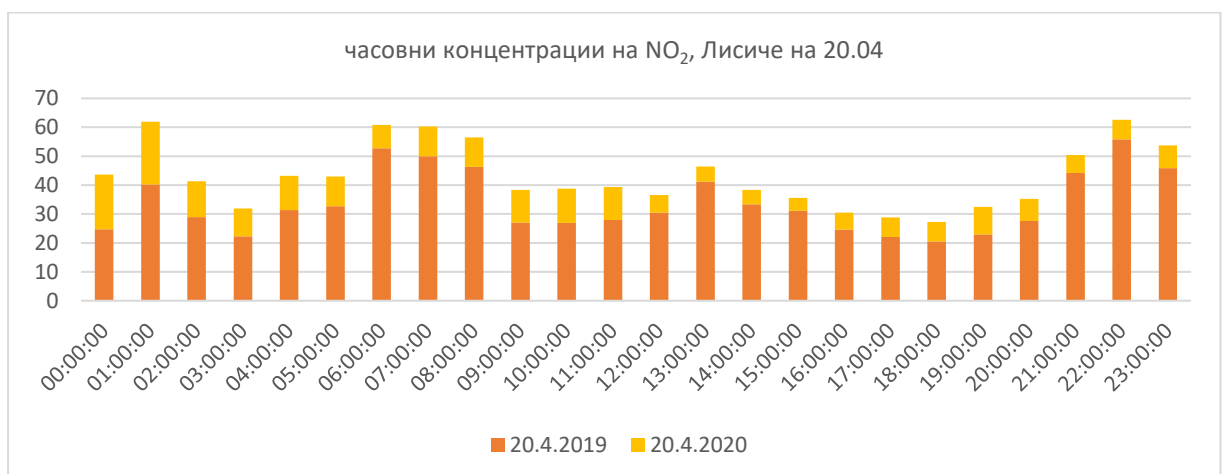
Во март 2020 година откако стапи на сила забраната за движење (21-27 март) од 21 до 5 часот наутро и од 28-31 март од 17 до 5 часот наутро, се забележува значајно намалување на концентрациите на NO₂, освен на 26, 27 и 28 март кога концентрацијата е незначително покачена. Слична ситуација имаме и кај двете мерни станици, со таа разлика што кај м.с. Лисиче концентрацијата на NO₂ е повисока во 2020 на 21 март, а на 28 март е значително пониска во однос на 2019 година.

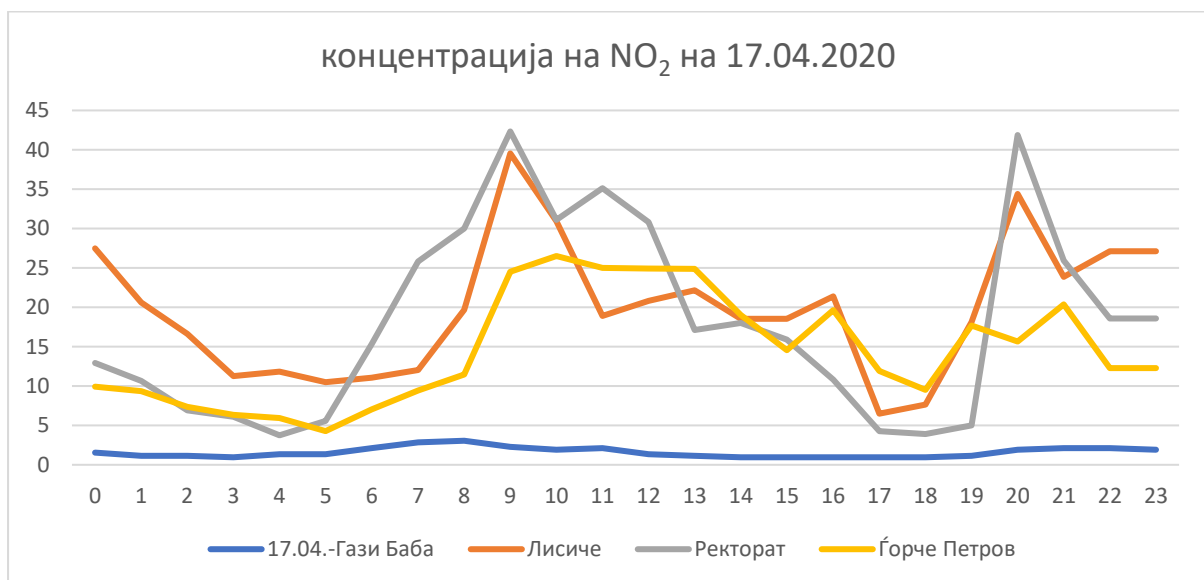
Освен за месец март, анализата на концентрациите на NO₂ е направена и за април месец кога забраната за движење исто така се спроведуваше.







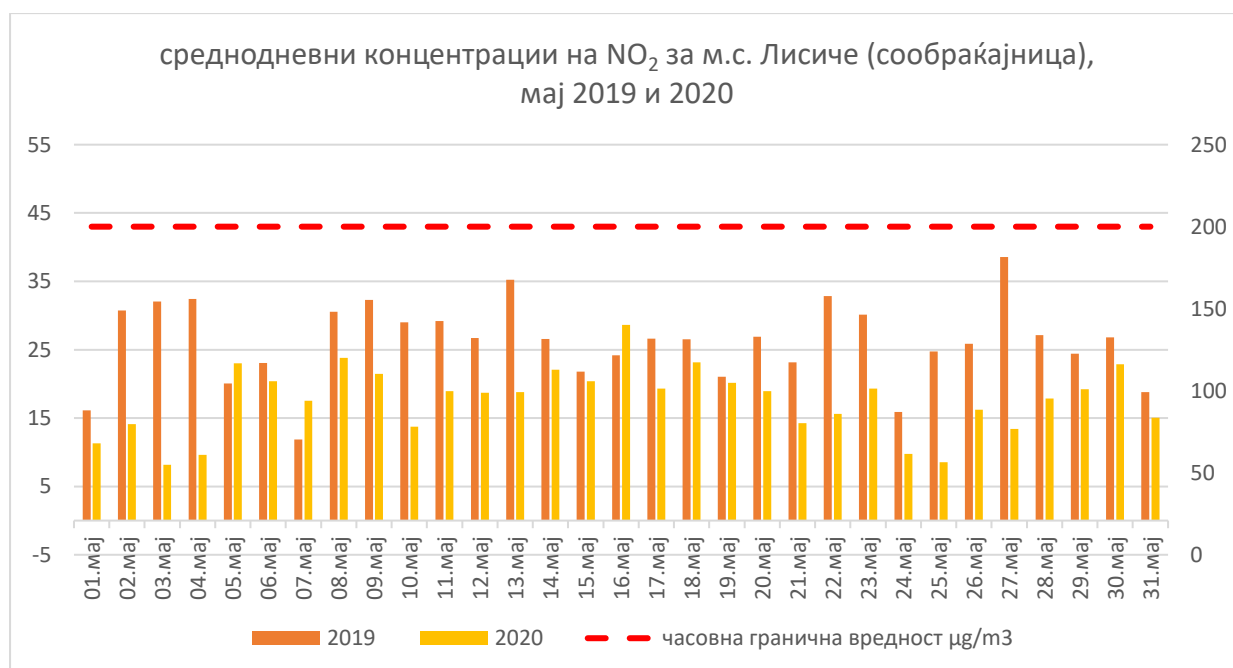
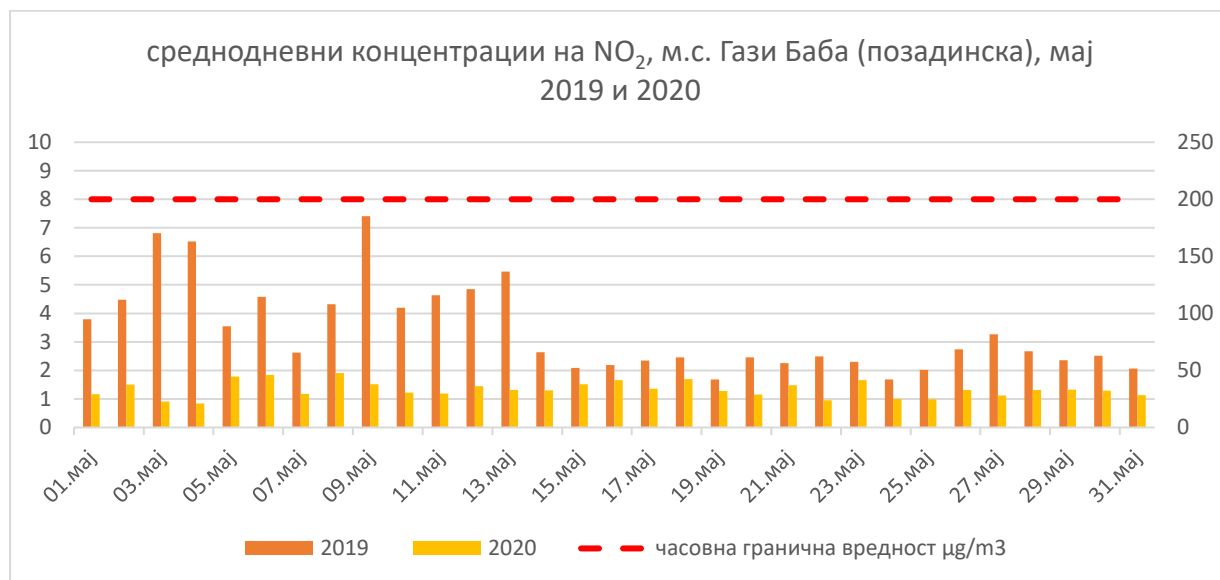




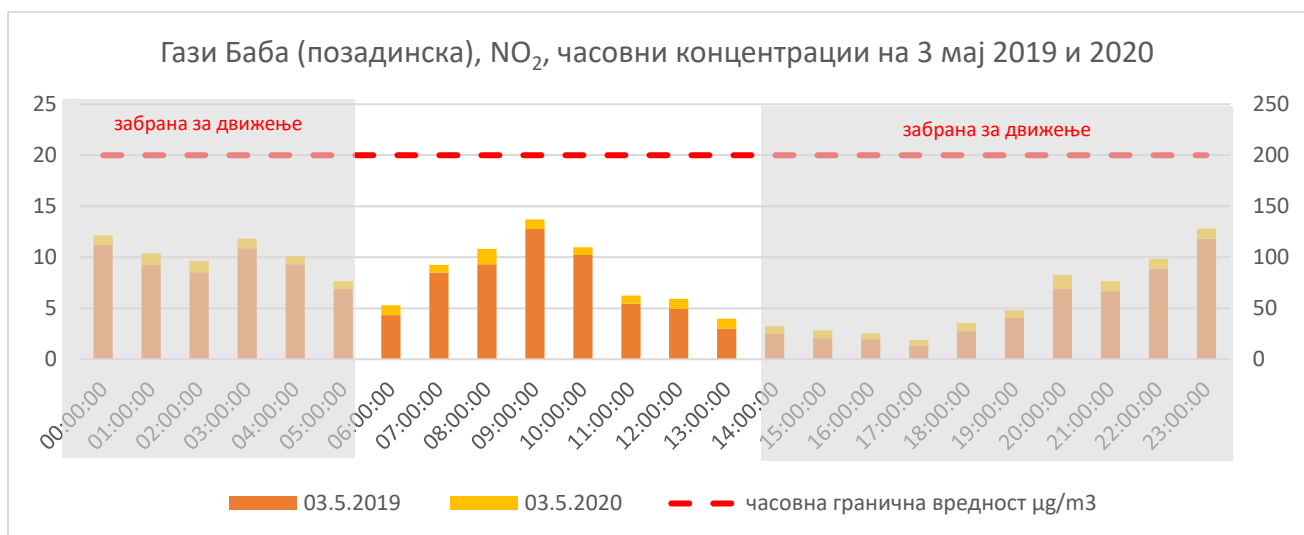
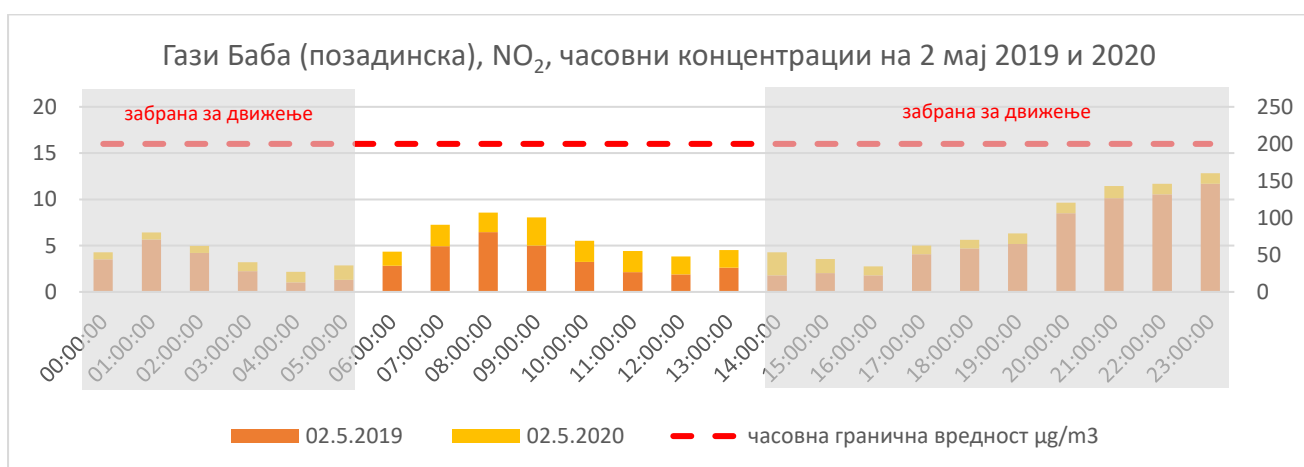
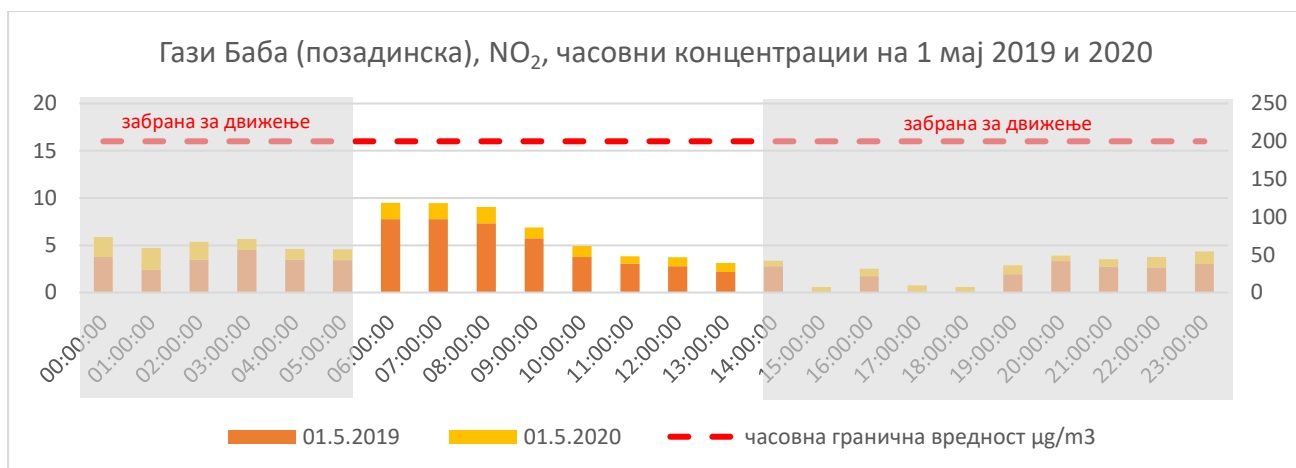
NO_2 , Азот диоксид, споредба април 2019 и април 2020.

Споредено до 2019 година април и концентрациите на NO_2 , во април 2020 година забележуваме дека освен неколку дена (9, 10, 14, 28 и 29 април) кога концентрациите на NO_2 се благо покачени во 2020 година, сите други денови во месец април 2020 година се значително намалени. Доколку ги разгледаме деновите на целосен карантин и кај м.с. Лисиче и м.с. Гази Баба се забележува значително намалување и тоа за повеќе од 50%.

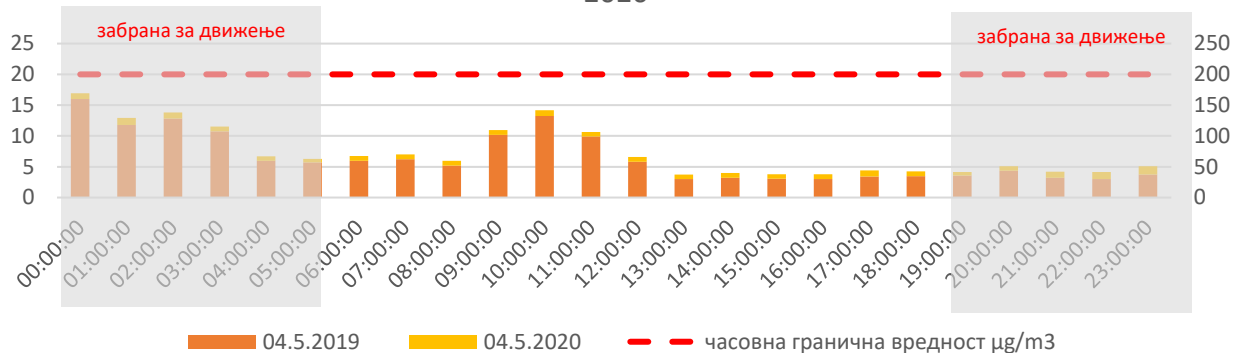
Понатаму, анализата продолжува со споредба на концентрациите во месец мај 2019 и мај 2020 година и тоа за мерните станици Гази баба (позадинска) и Лисиче (сообраќајна).



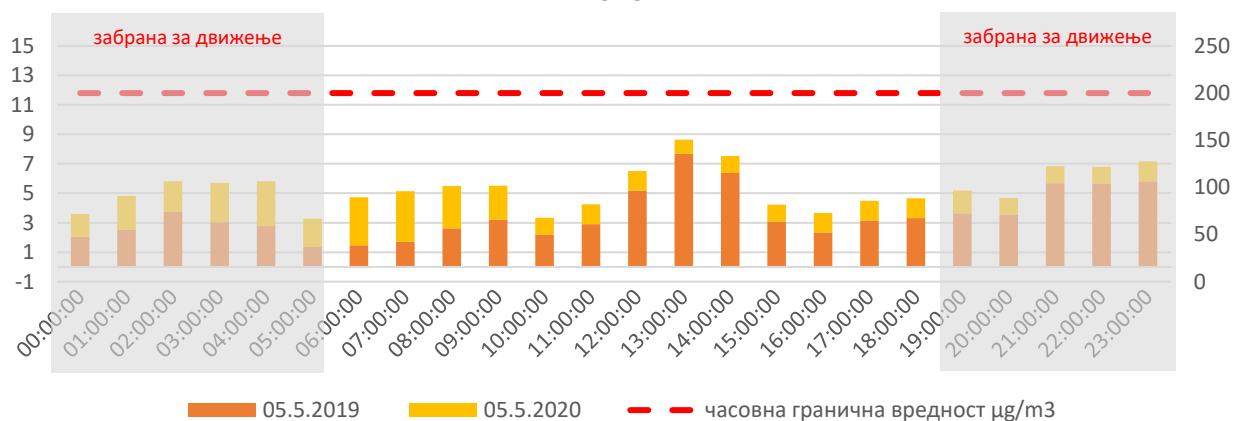
Со цел да се утврди зависноста помеѓу намалената сообраќајна неактивност направена е и анализа на часовните концентрации во одредени денови во мај и тоа за м.с. Гази Баба и м.с. Лисиче. Анализата се фокусира на деновите кога имаше подолга забрана за движење, односно периодот од 1-3 мај и периодот од 24-26 мај.



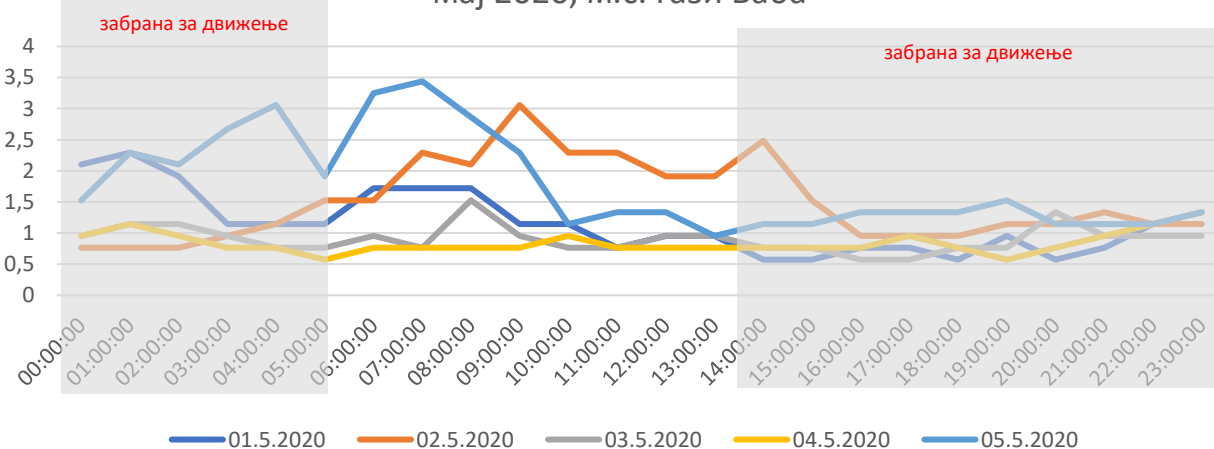
Гази Баба (позадинска), NO₂, часовни концентрацији на 4 мај 2019 и 2020



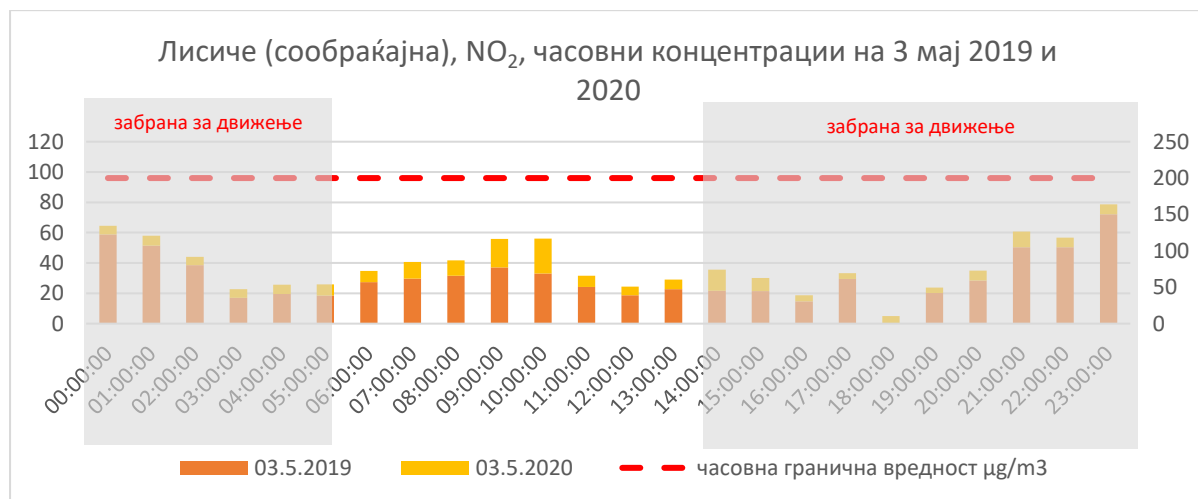
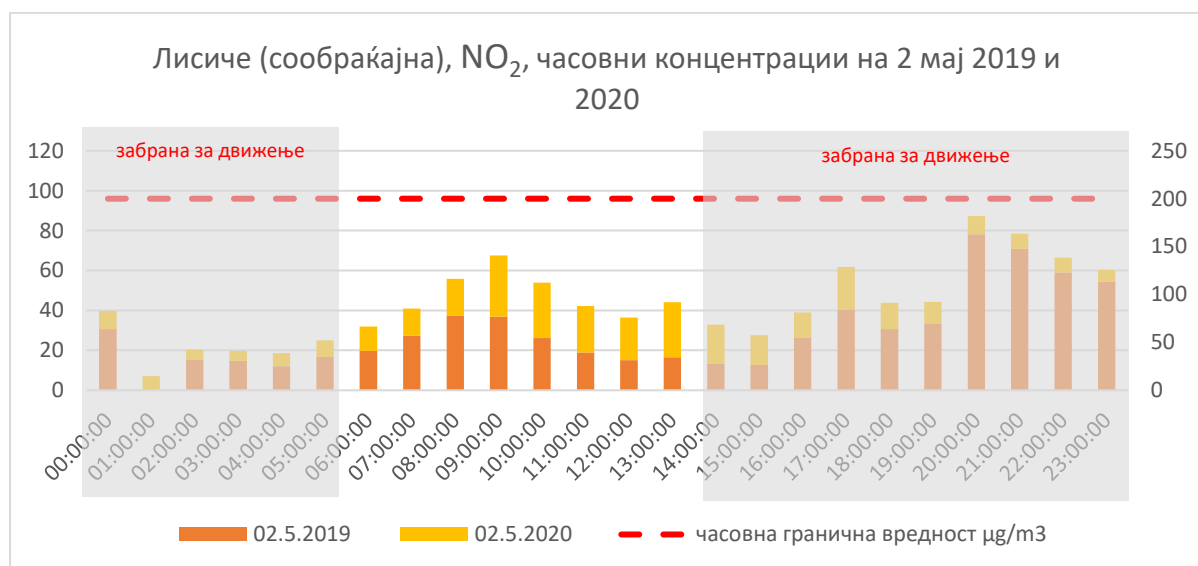
Гази Баба (позадинска), NO₂, часовни концентрацији на 4 мај 2019 и 2020

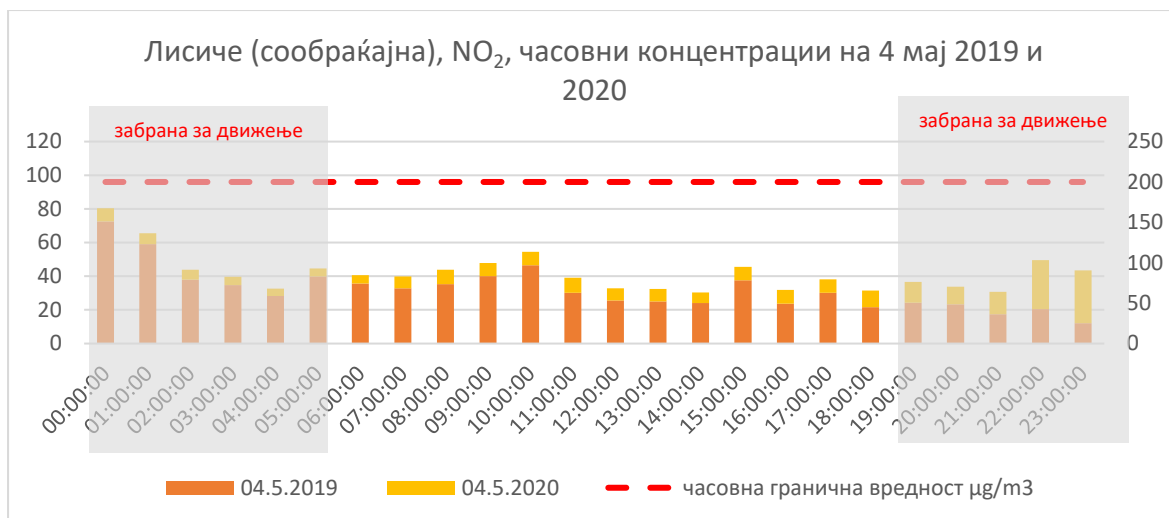


Варијација на часовни концентрацији на NO₂ за период од 1-5 мај 2020, м.с. Гази Баба



Понатаму, освен за мерната станица Гази Баба, дадени се и часовни концентрации за м.с. Лисиче и тоа за периодот од 1-3 мај, односно деновите кога забраната за движење беше од 14 часот до 05 часот наутро.





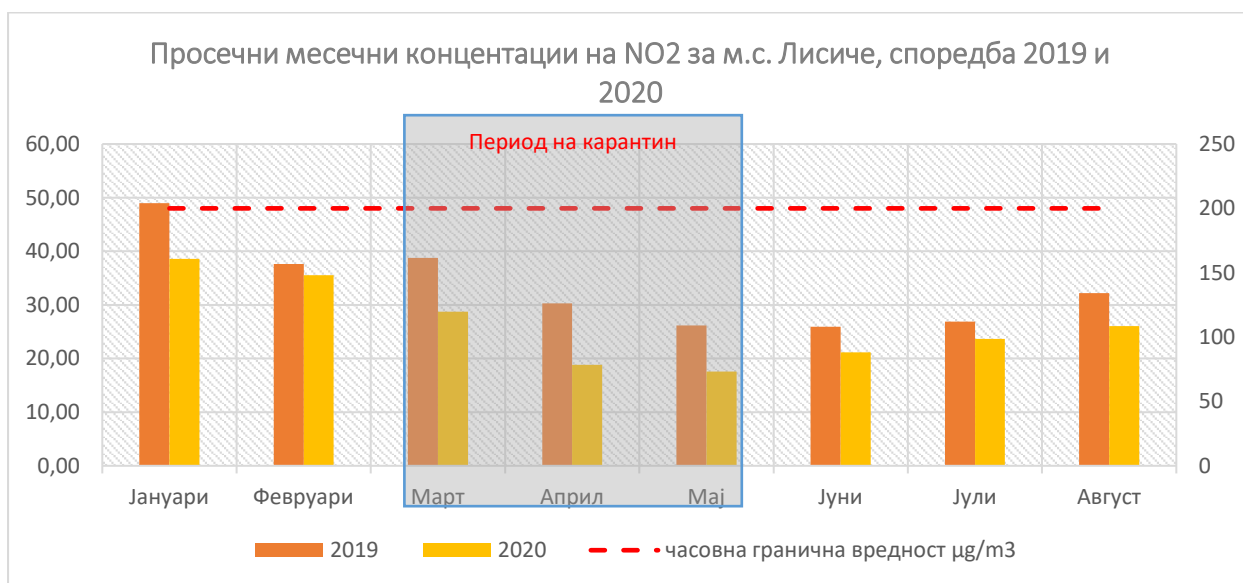
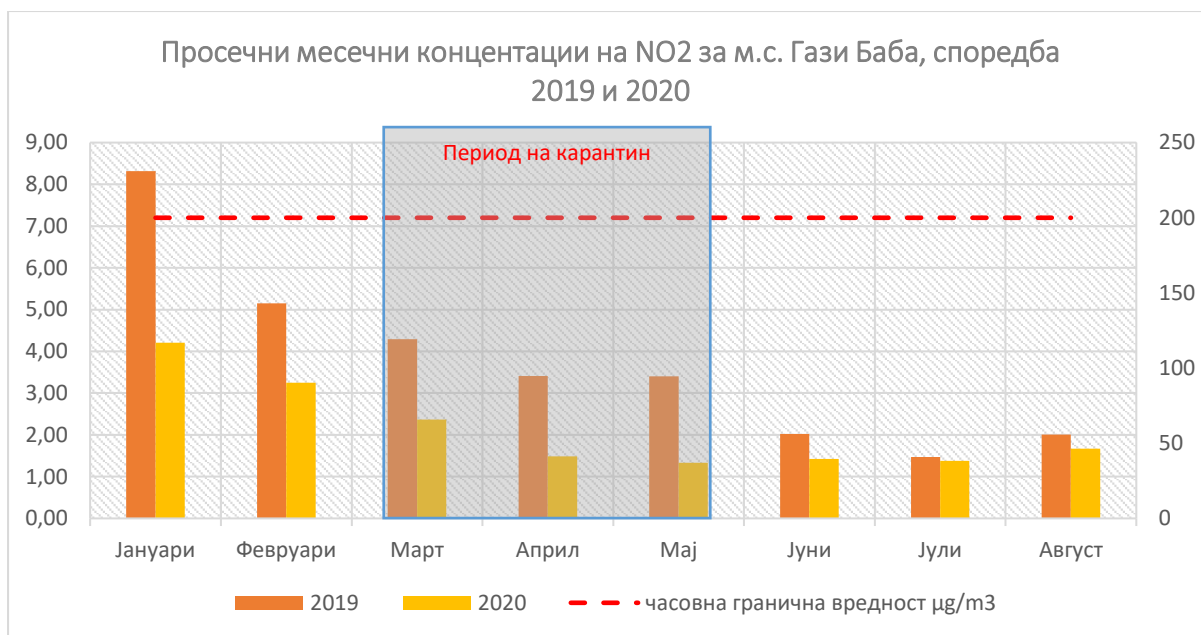


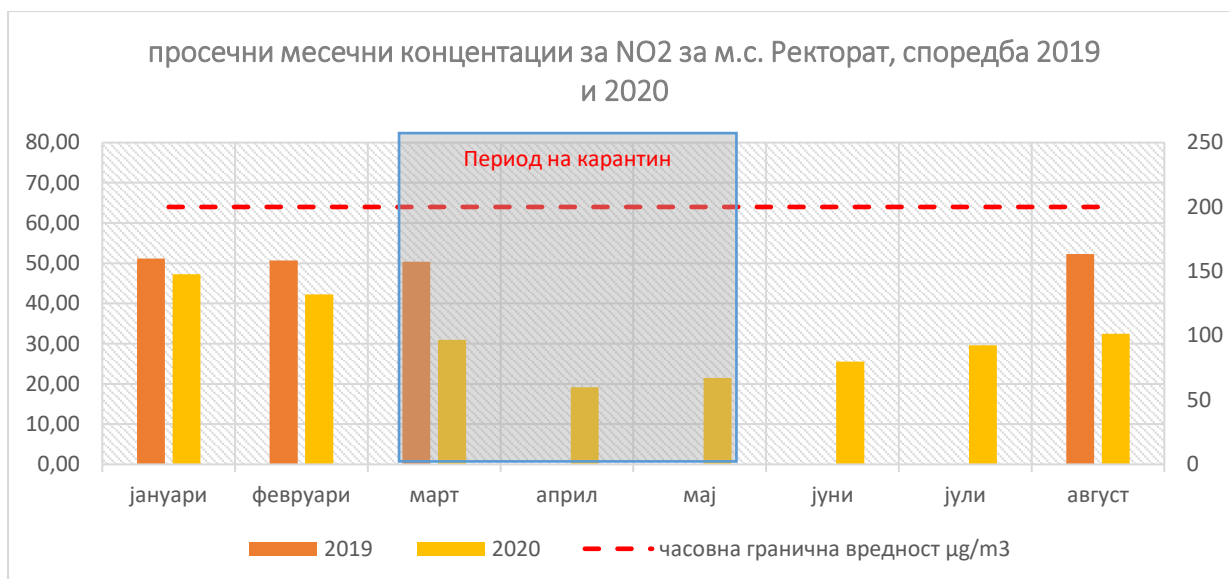
Споредба на концентрации на NO₂ во мај 2019 и мај 2020 година

И во мај 2020 година, концентрациите на NO₂ се значително намалени и тоа скоро сите денови, освен на 5ти и 16ти мај, кога се незначително повисоки во 2020 година во однос на 2019.

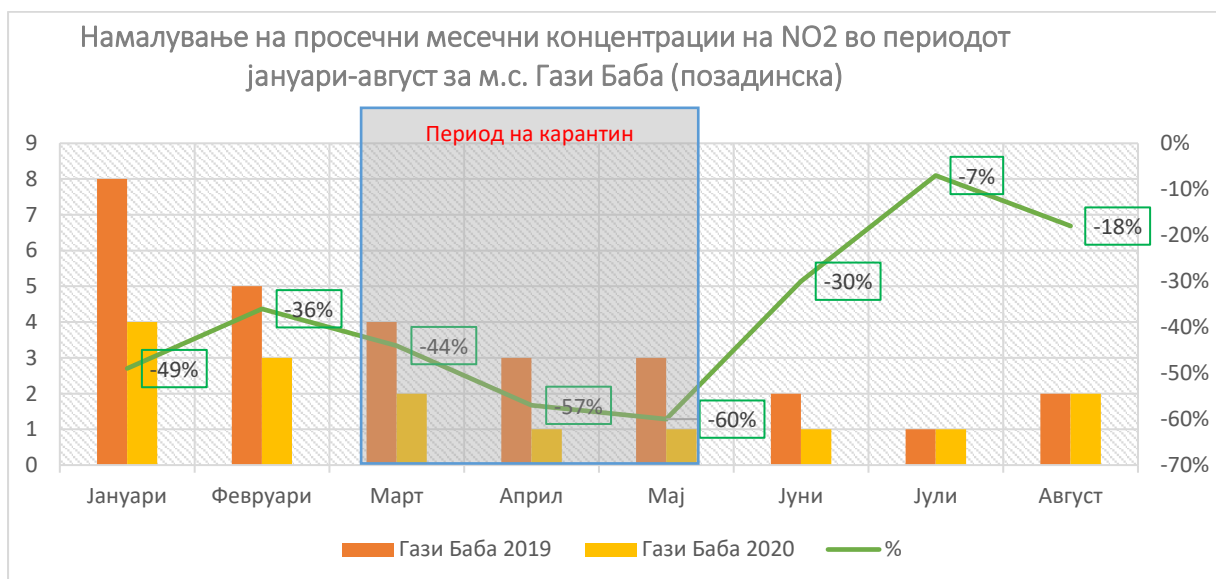
Анализата на часовните концентрации на м.с. Гази Баба за периодот од 1-5 мај покажува благо покачување претпладне и намалување после 14 часот кога започнува и забраната за движење. Овој тренд не важи за м.с. Лисиче кога со забраната за движење во 14 часот почнуваат да растат и концентрациите на NO₂.

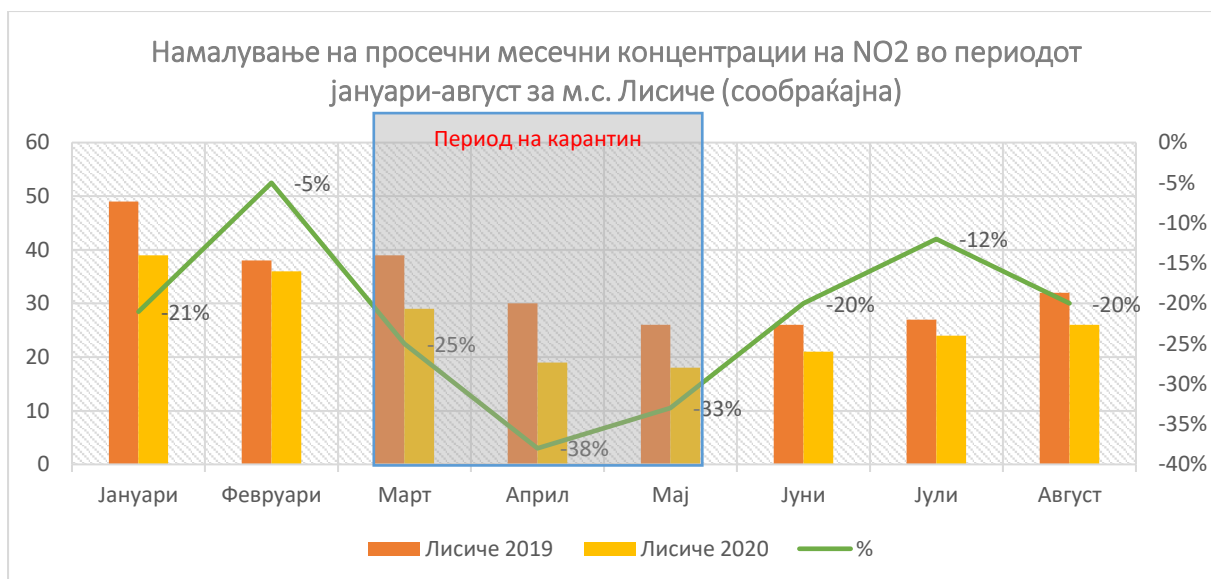
Сепак со цел попорегледна анализа на концентрациите на NO₂ направена е споредба по месеци. Најдолу на графикот се прикажани и процентуалните намалувања на концентрациите на NO₂ во мај 2020 во однос на мај 2019 година.





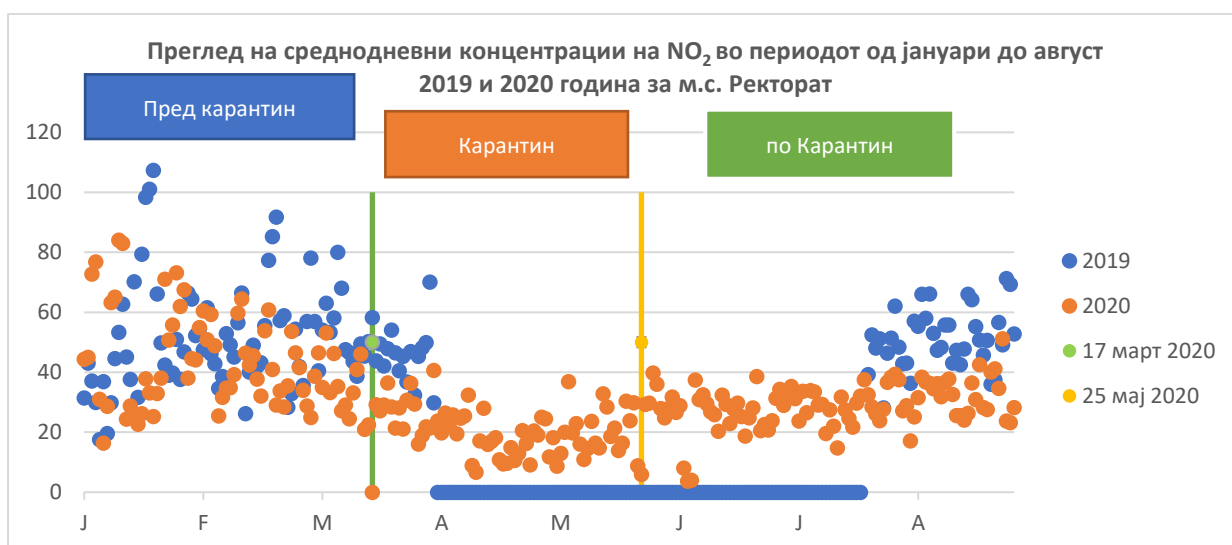
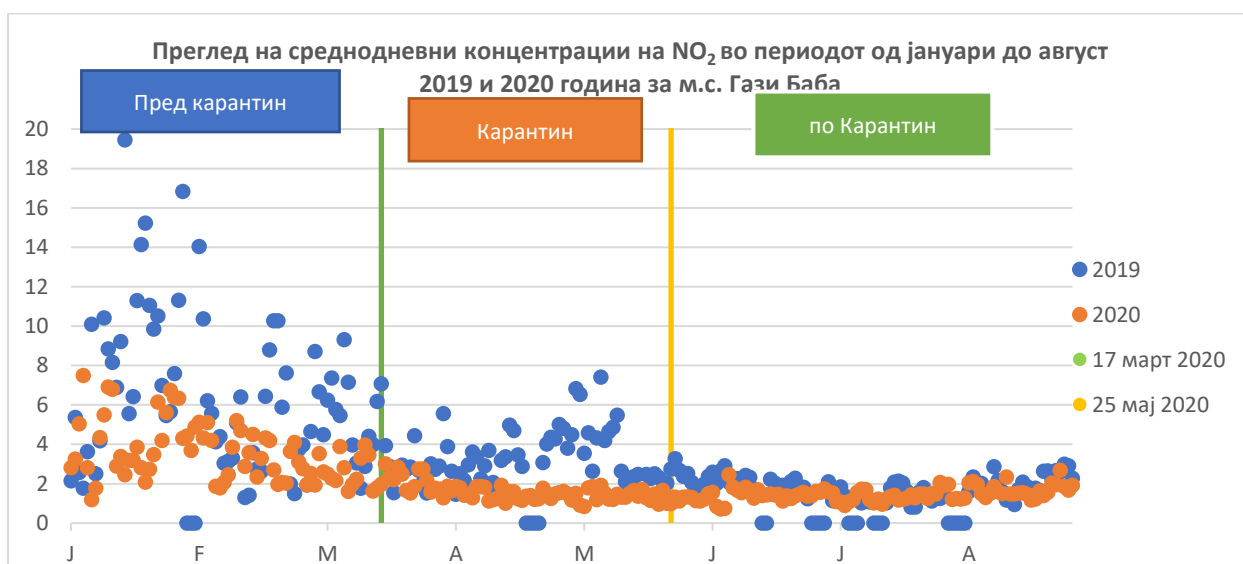
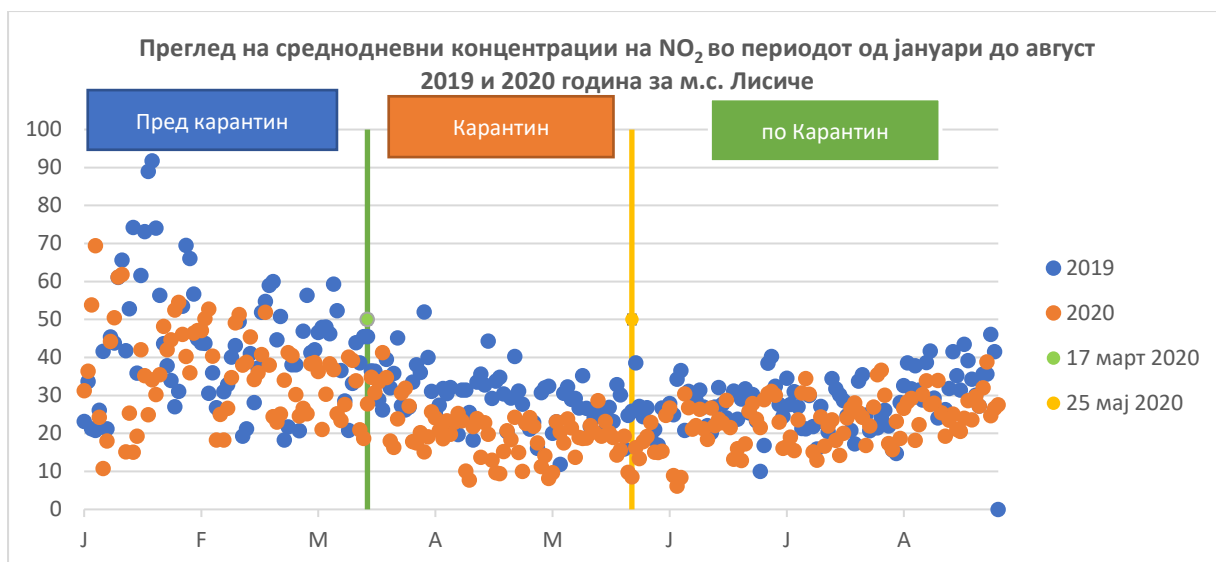
Од графиконите лесно може да се забележи дека концентрацијата на NO₂ во месеците кога беше на сила забраната за движење значително е намалена. На графикот подолу се прикажани намалувањата во 2020 во однос на 2019 година во проценти.





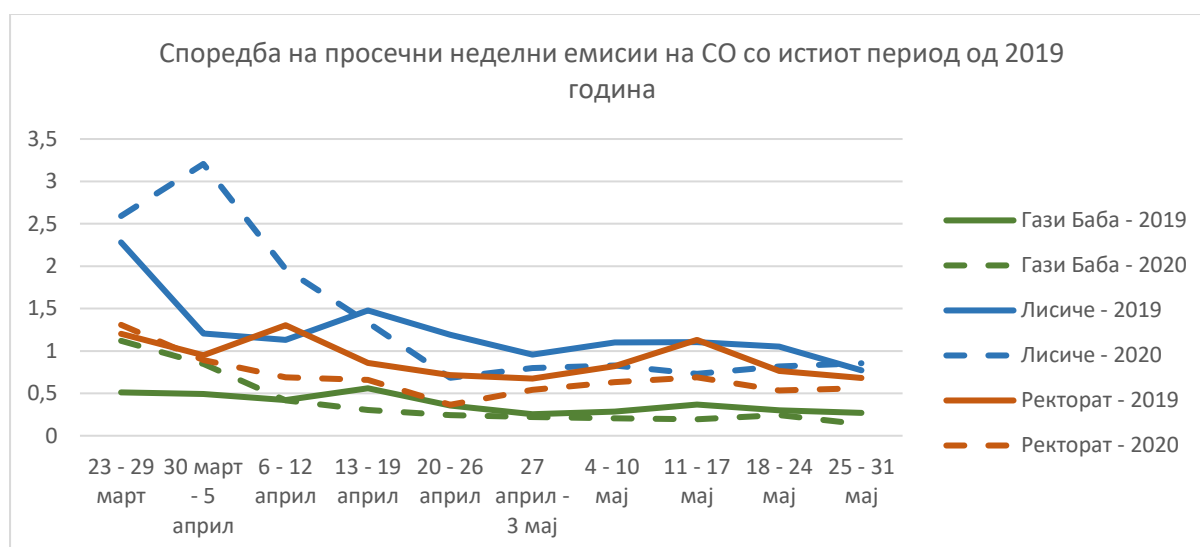
Од направената анализа може да се забележи значителното намалување кое е визуелизирано и на графиконите горе, каде се споредени концентрациите во периодот од јануари – август 2019 и 2020 година. За сите мерни станици анализирани, намалувањето на NO₂ е карактеристично за сите анализирани месеци во 2020 година, но најголемо е во месеците на карантин. Кај мерната станица Лисиче (сообраќајна), намалувањето варира од 25 до 33 проценти (март – мај), додека месеците пред и по карантинот намалувањето изнесува од 5 % до 21%. Кај мерната станица Гази Баба, намалувањето на NO₂ е значително поголемо, односно од 44% до 60% во периодот март – мај и 7% - 49% во месеците пред и по карантинот.

Со цел поголема визуелизација дадени се и долните графици каде што лесно може да се забележи намалувањето на концентрацијата на NO₂ во 2020 година во однос на 2019 година.



5.4. Анализа на концентрации на јаглерод монооксид (CO)

Јаглерод монооксидот (CO) е главен загадувач во урбаните средини, а се создава при нецелосно согорување на горивата, како природен гас, јаглен или дрво. Негови антропогени извори се моторните возила на бензин, дим од цигари, согорување на биомаса, додека пак природни извори на јаглероден монооксид се: согорување на биомаса. Во металургијата настанува како последица на оксидација без присуство на доволни количества кислород. Со цел да ја прикажеме зависноста помеѓу неговата концентрација и намалената сообраќајна активност, направена е анализа на концентрациите во периодот на карантинот од 21 март до 26 мај и споредба на истиот овој период во 2019 година. Подолу на графикот даден е преглед по недели почнувајќи од 23 март до 31 мај 2019 и 2020 година.

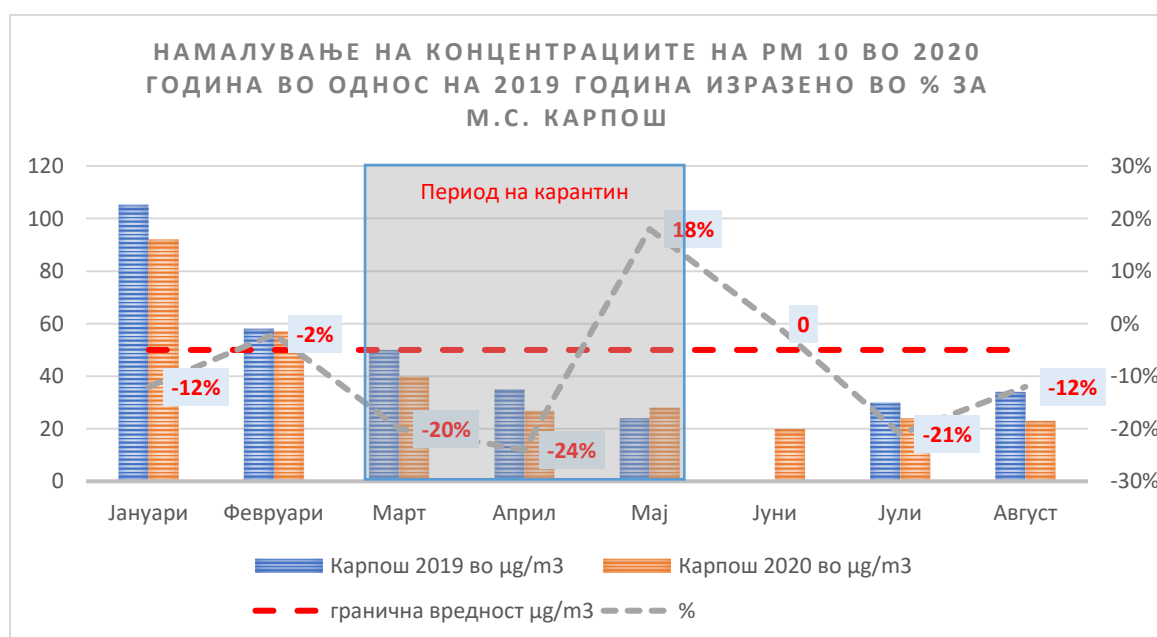
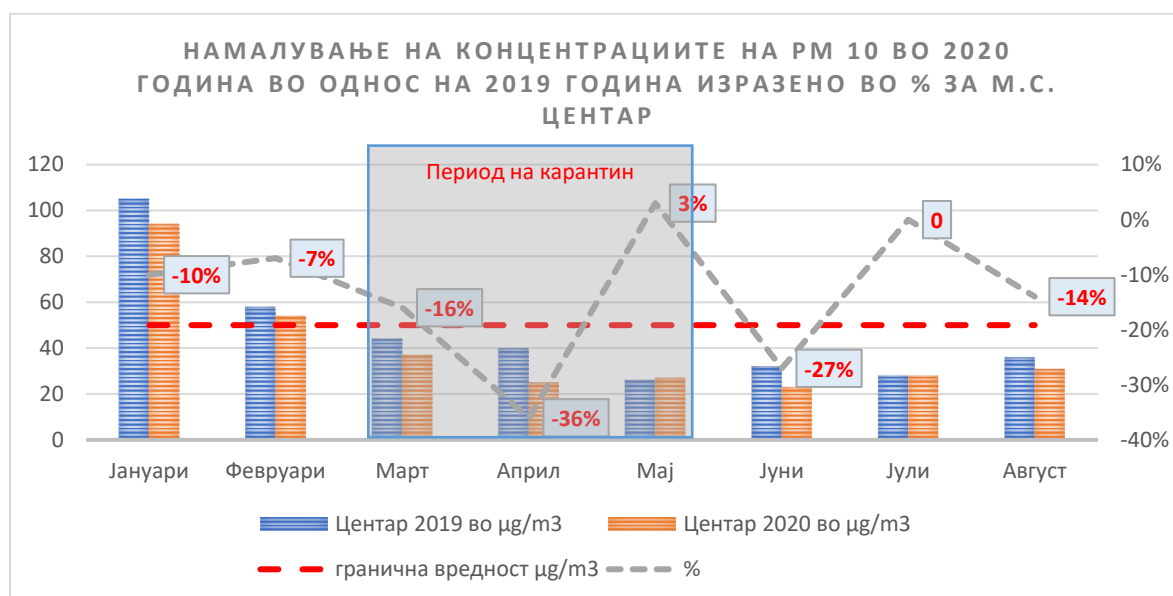


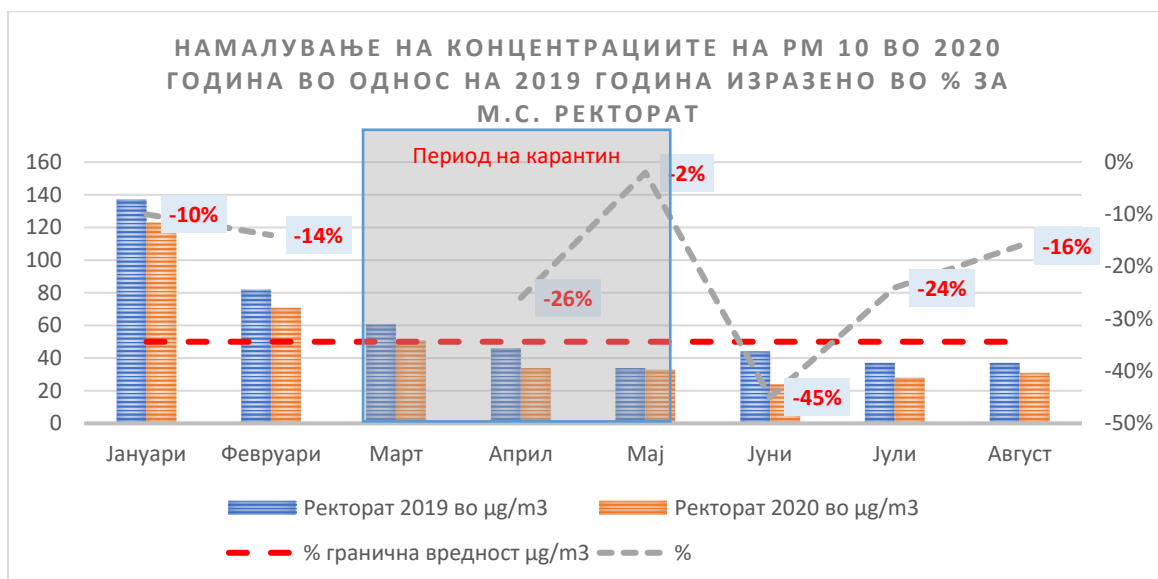
Од направената анализа лесно може да се заклучи дека во април концентрациите на CO се намалуваат и во двете години. Значајно е тоа што кај мерните станици кои се во близина на големи сообраќајници (Ректорат и Лисиче) ова намалување е значајно во 2020 во однос на 2019 година.

6. Заклучок

Тесна зависност помеѓу аерозагадувањето и намалените сообраќајни активности неможе да се направи. Сепак, просечните месечни концентрации на загадувачките супстанции се намалени во 2020 во однос на 2019 година.

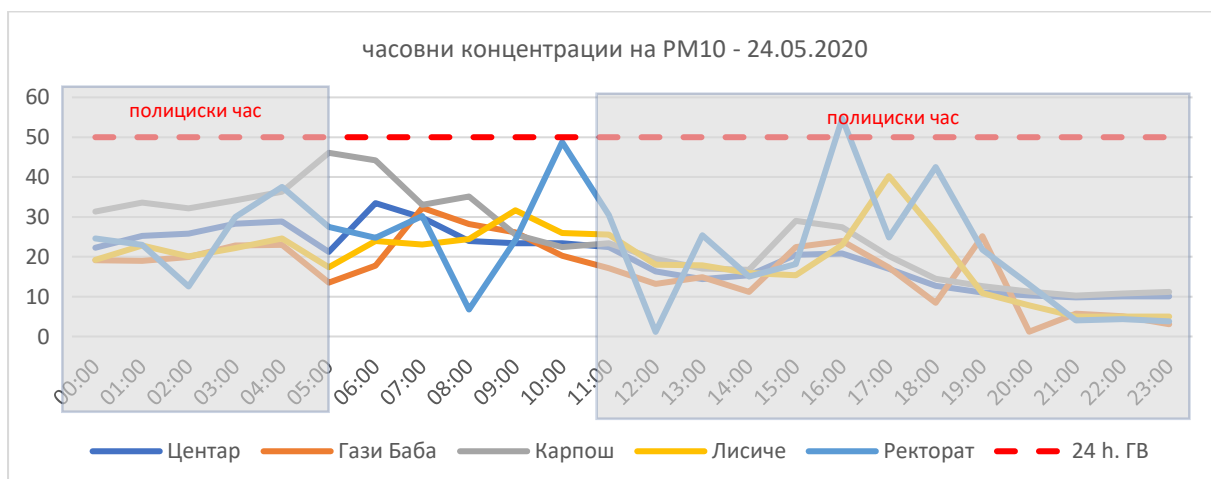
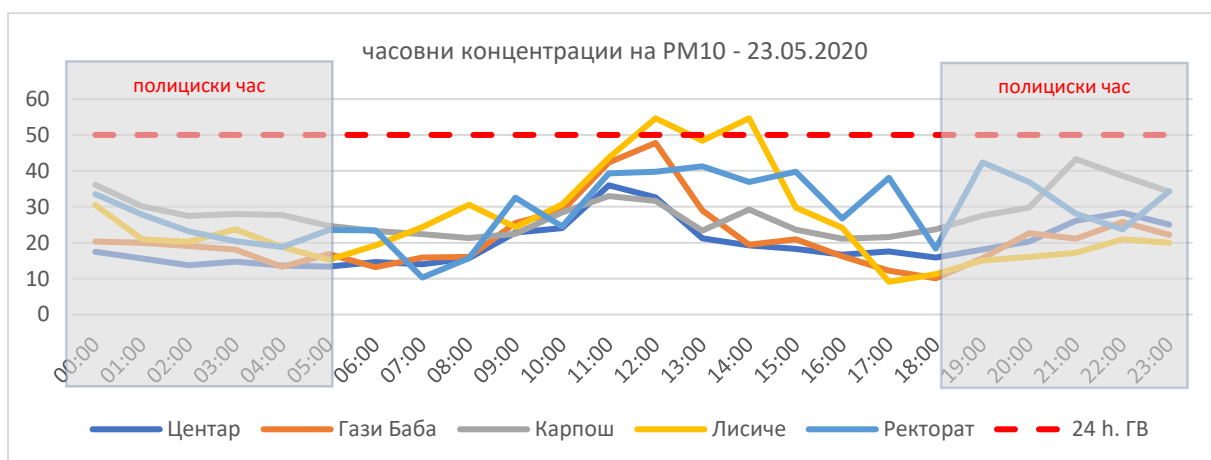
Во однос на концентрациите на PM₁₀, со исклучок на месец мај кога неможе да се види значајно подобување на месечно ниво особено кај мерната станица Карпош која го мери позадинското загадување, односно не е во близина на голема сообраќајница и каде просечната концентрација за мај кај оваа мерна станица е повисока во 2020 година во однос на 2019 година, во сите други месеци просечните месечни концентрации за период јануари до август се пониски во 2020 година во однос на 2019 година.

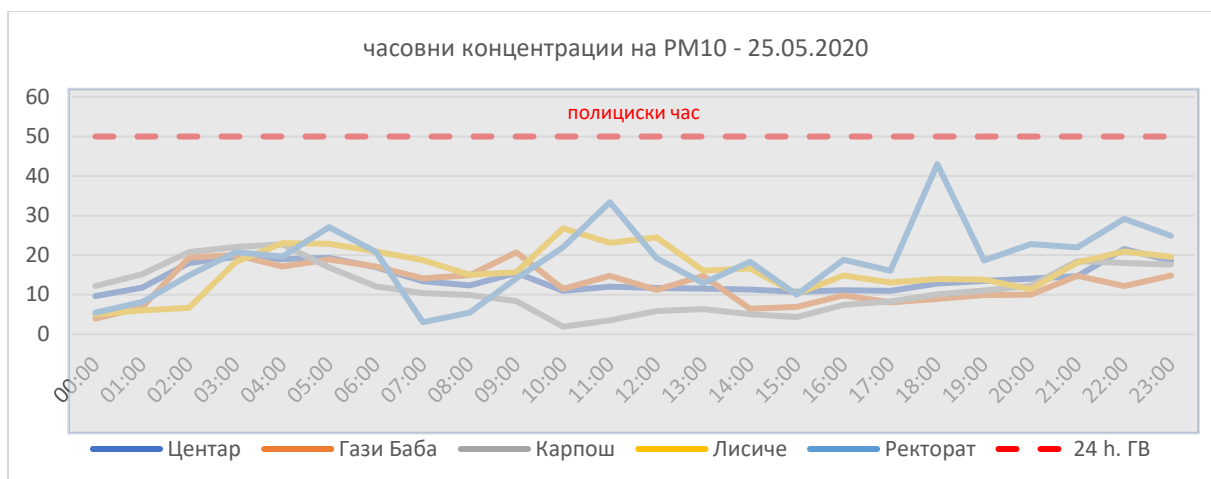




Во однос на учеството на сообраќајот во концентрациите на РМ10 исто така неможе да се најде тесна зависност, особено доколку ги погледнеме деновите на целосен карантин кога сообраќајните активности беа сведени на минимум а концентрациите на РМ10 растат во одреден период од денот, па дури и ја надминуваат 24 часовната гранична вредност.

Ваков е случајот во периодот од 23-25 мај кога и покрај тоа што најголем дел од денот имаше забрана за движење сепак концентрациите на РМ 10 растат.

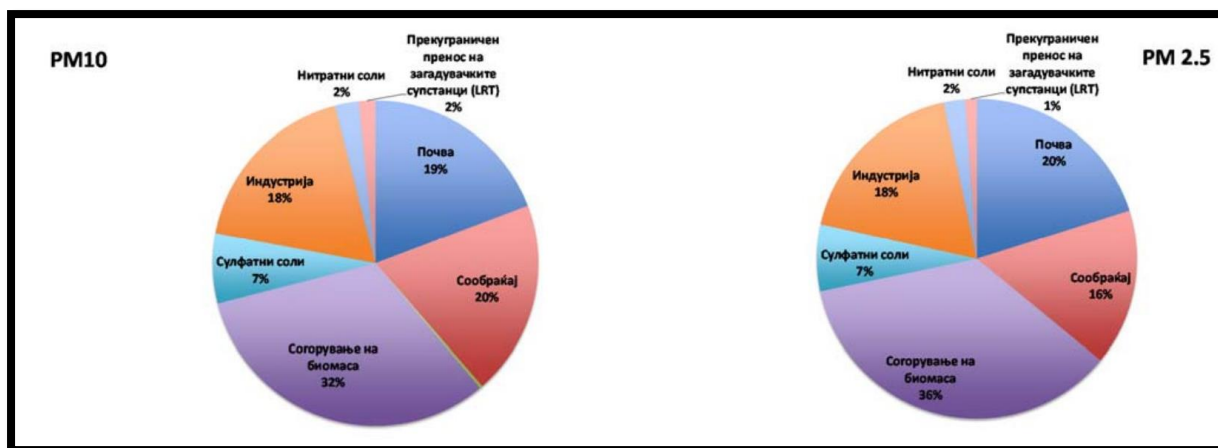




Во однос пак на бројот на денови кога граничната вредност е надмината, ситуацијата во 2020 година не е многу подобра во однос на 2019 година, односно скоро кај сите анализирани мерни места бројот на денови кога ГВ е надмината е поголем во јануари и мај 2020 година кај сите мерни станици.

Центар			Карпош		Ректорат	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
јануари	21	25	21	24		
февруари	15	14	15	14	27	27
март	8	9	12	9	21	17
април	6	0	5	0	21	8
мај	0	5	0	4	9	2
јуни	0	0	1	0	0	6
јули	0	0	0	0	8	0
август	2	0	0	1	3	0

Со цел да се види зависноста помеѓу емисиите на NO₂ и PM 10 и PM 2,5 земени се предвид податоците од кампањата за мерење на тешки метали и полициклични ароматични јаглеродороди во Скопје, реализирана од страна на Метеоролошкиот фински институт и МЖСПП. Од графиконите јасно се гледа дека сообраќајот учествува со 20% во PM 10 и со 16% во PM 2,5 честичките. Доколку ги погледнеме податоците од мерењата на ДАМСКВ ќе забележиме намалување на PM 20 и PM 2,5 за околу 20%, што иако неможе да се квантифицира сепак може да се поврзе со намалениот сообраќај. Намалувањата пак на NO₂ и CO во периодот на карантинот се значителни и јасно укажуваат на влијанието на намалените сообраќајни активности врз емисиите во воздухот, односно загадувањето.

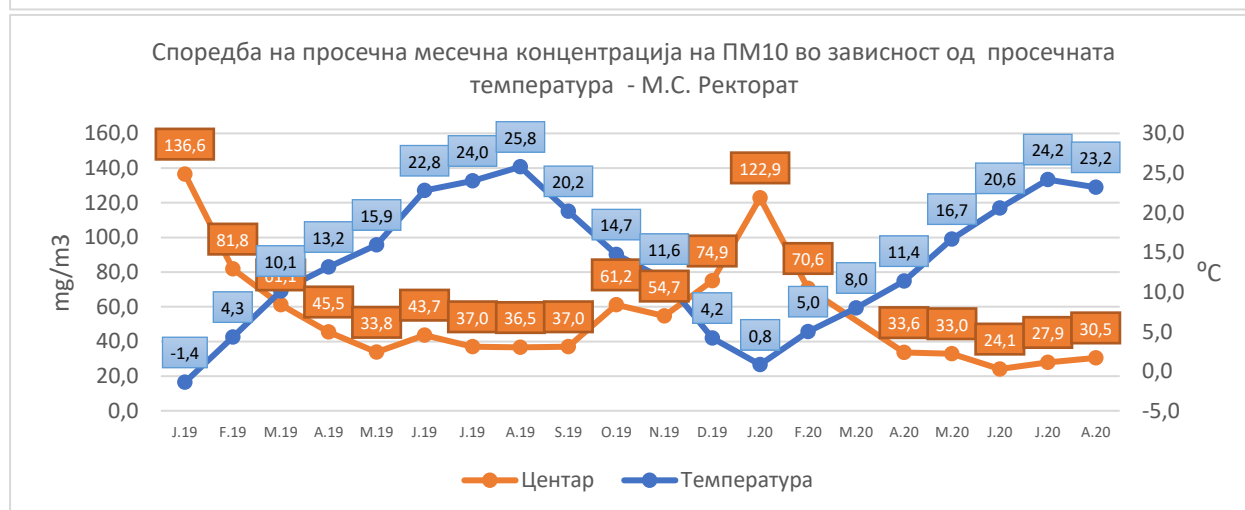
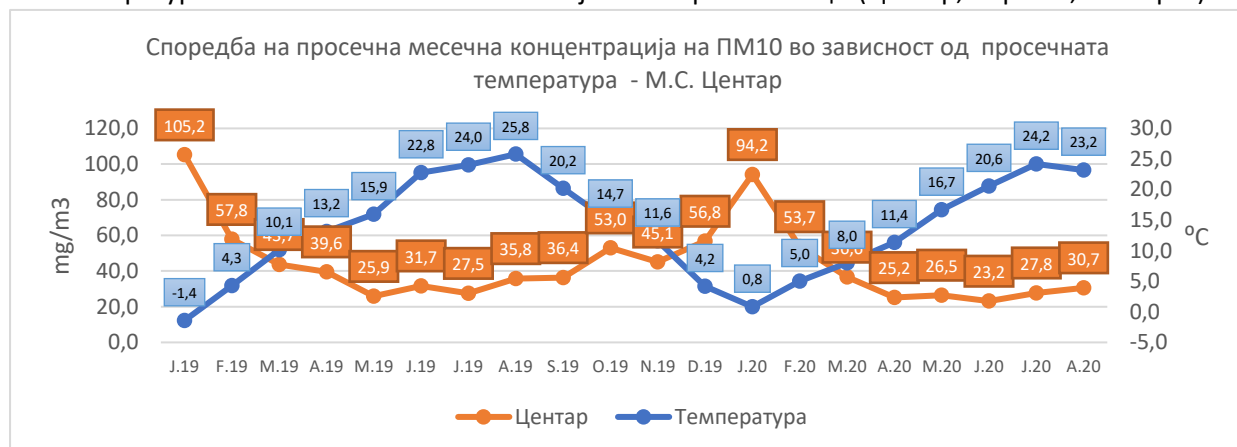


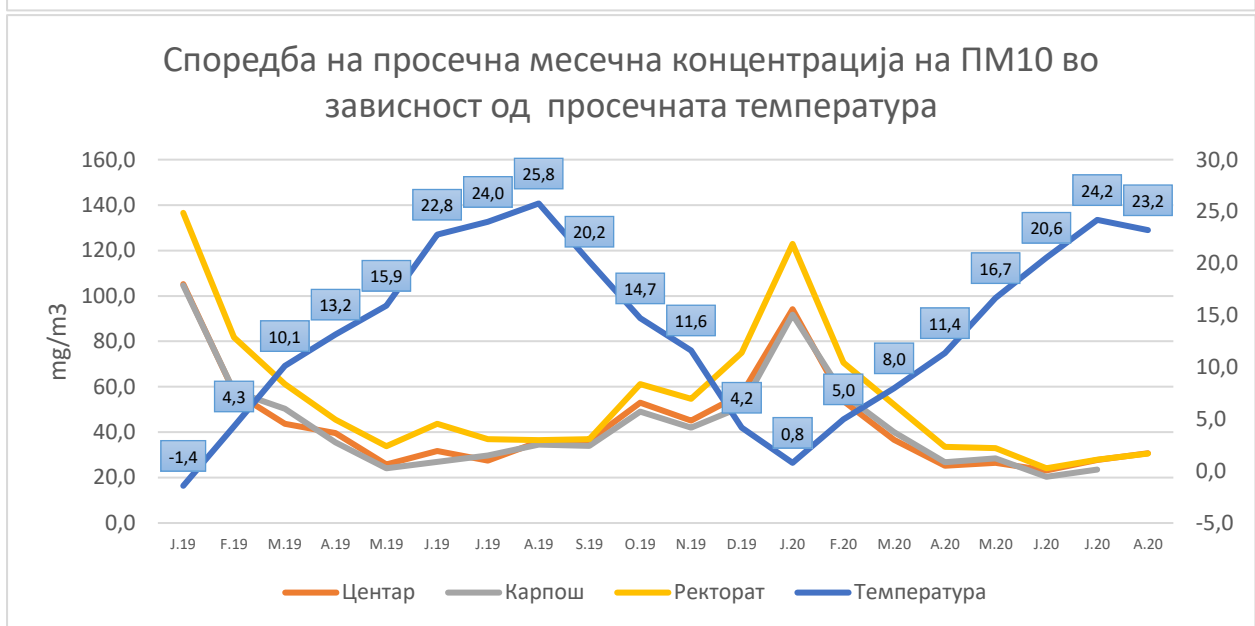
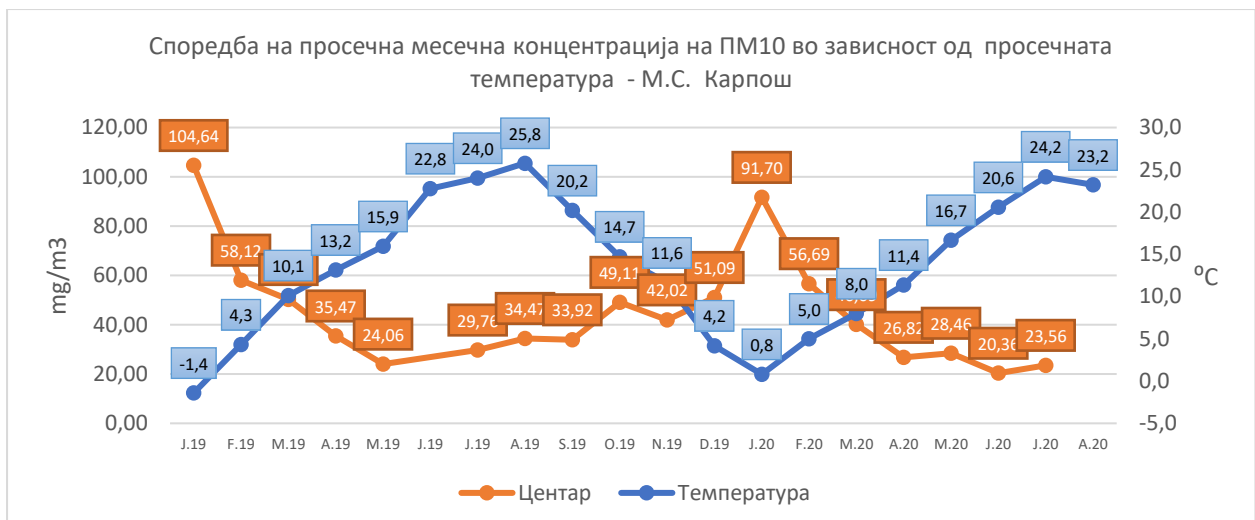
Извор: Извештај од кампањата за мерење на тешки метали и полициклични ароматични јаглеродороди во Скопје 2015-2016

Воедно, треба да се земе предвид и температурата на воздухот, бидејќи таа исто така влијае на аерозагадувањето.

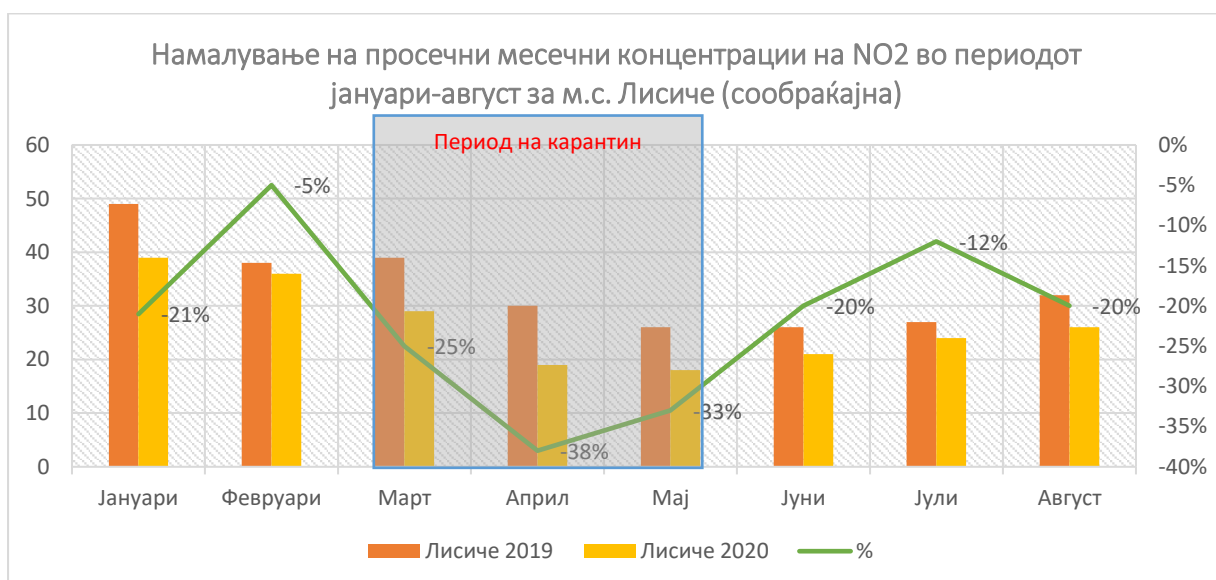
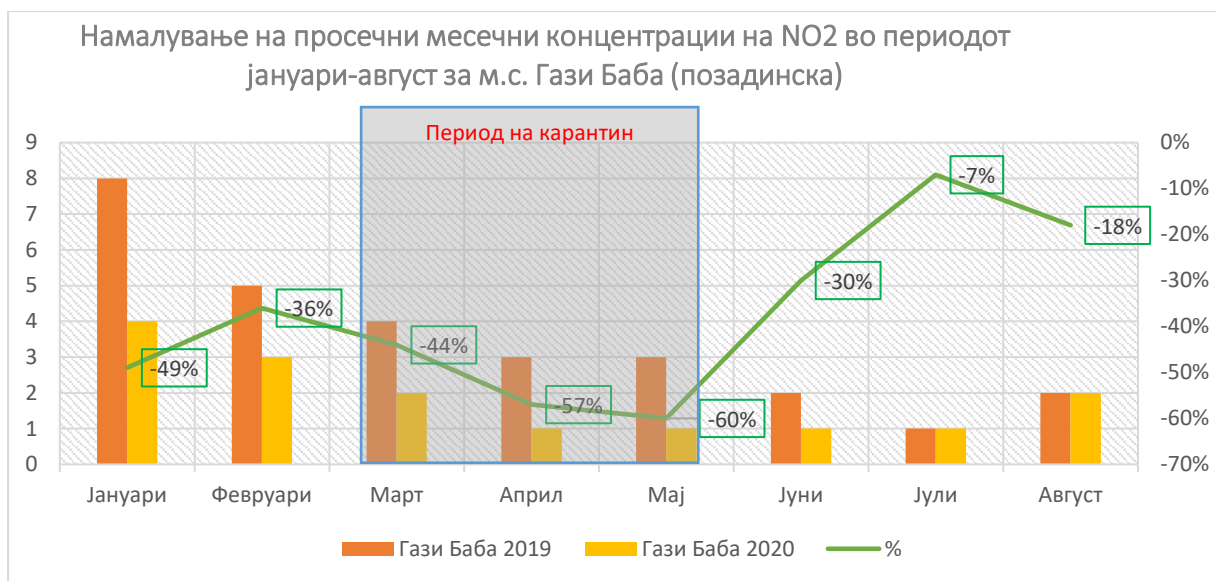
На графиконите подолу даден е преглед на зависноста на PM 10 со температурата на воздухот.

Од анализата може да се заклучи дека концентracиите на PM 10 се зголемуваат со намалувањето на температурата и оваа зависност е иста кај сите мерни станици (Центар, Карпош, Ректорат).





Во однос на концентрациите на NO₂, ситуацијата е многу поинаква, односно очигледно е влијанието на намалените сообраќајни активности врз концентрациите на NO₂. На графиконите подолу се дадени процентуалните намалувања на просечните месечни концентрации на NO₂ за периодот од јануари до август 2019 и 2020 година. И кај двете мерни станици (Лисиче, која го мери загадувањето од сообраќајот) и Гази Баба (позадинското загадување), концентрациите се значително намалени, односно кај мерната станица Лисиче намалувањето на NO₂ во април е скоро 40% во однос на 2019 година.



Согласно сите направени анализи за релевантните загадувачки супстанции (PM₁₀, PM_{2,5} и NO₂) можеме да заклучиме дека значително влијае на аерозагадувањето, но неговиот удел во вкупното загадување е различен во зависност од другото „позадинско“ загадување. Тоа би значело дека во услови кога позадинското загадување е ниско, уделот на сообраќајот е значаен од 30-40%, но кога позадинското загадување е високо овој удел се намалува.

7. Референци

1. Ажуриран интегриран катастар на загадувачи на животната средина на Град Скопје, 2017
2. Извештај од кампањата за мерење на тешки метали и полициклични ароматични јаглеводороди во скопје 2015-2016
3. Правилникот за критериумите методологијата и постапките за оценување на квалитетот на амбиентниот воздух (Службен весник на РМ бр.169/13)