UDK: 007:004.6]:502.3:504.5}:712.253(497.711)"2012/2020"
DOI: 10.37658/GR2053037k

ГИС АНАЛИЗА НА ЈАВНИТЕ ЗЕЛЕНИ ПОВРШИНИ ВО ОПШТИНА ЦЕНТАР И СОСТОЈБАТА СО АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО ОД PM_{10} И $PM_{2.5}$ ЧЕСТИЧКИТЕ

[1]Арсе КУЗМАНОСКИ,[2]Емилија МАНЕВСКА, [3]Свемир ГОРИН,[4]Олгица ДИМИТРОВСКА,
[3,4]Институт за географија – ПМФ, ул. Гази Баба бб.1000, Скопје, Република Северна Македонија
[1]arsekuzmanoski@pmf.ukim.mk

АПСТРАКТ

Аерозагадувањето претставува национален, долгогодишен проблем, доколку се земе во предвид штетното влијание на аерозагадувањето врз населението. Овој труд е фокусиран на ГИС анализи на општина Центар во однос на намалувањето на зелените површини кое вклучува анализа на јавните зелени површини и состојбата со цврстите честички во период од 2012 – 2020 година. Според добиените резултати од анализираните податоци, евидентирано е континуирано намалување на јавните зелени површини во општина Центар и анализирани се варијациите со цврстите честички PM_{10} и $PM_{2.5}$ во мерните станици Центар и Ректорат кои се во територијата на општина Центар.

Клучни зборови: вегетација, цврсти честички, општина Центар, ГИС

ВОВЕД

Во изминатите неколку години, Град Скопје а со тоа и општина Центар, се соочуваат со зголемена имиграција. Концентрацијата на населението во општините во Скопје се јавува како последица на поволните можности кои може да ги пружи главниот град, како можностите за вработување, достапност и близина до институциите, образование итн. Тоа носи и низа на одредени проблеми во сообраќајното функционирање во градот, депонирање на отпадоците, намалувањето на зелените јавни површини, развој на индустријата и нивно резултирање со зголемено аерозагадување.

Со самата зголемена емиграција во општина Центар се јавува потреба за зголемена урбанизација и потреба за изградба на голем број на станбени објекти чија последица се намалени јавни зелени површини. Подрачјето на Општината Центар е типично градско и целосно урбанизирано, каде во процесот на урбанизација, некогашните и сегашни земјишта под вегетација се се претвораат во урбани зони со згради, тротоари, асфалтирани улици и други објекти.

Од 2012 година до 2020 година се издадени вкупно 986 дозволи за градба на територија на општина Центар. (ДЗС, 2012 – 2020). Според податоците од ЛЕАП за Центар изработен за периодот 2019-2026, стандардот за површина на зеленило по жител не е земен во предвид и не се пресметува според формули при подготовка на урбанистичките планови на општната Центар.

Зелените површини во градовите имаат посебна уога бидејќи тие се јавуваат како непосредни прочистувачи на загадениот воздух од сите видови на загадувачи. (Димитровска, 2011).

Густината на вегетацијата влијае врз таложењето и дисперзијата на загадувачките честички, односно таложењето е процес каде загадувачките честички од воздухот се лепат на листот од растението со што доаѓа до намалување на аерозгадувањето. (Janhäll, 2015). Урбаните зелени површини се важни за резидентите на едно населено место. Бројни студии покажуваат дека зелените површини даваат позитивни здравствени ефекти како што се подобрување на целокупното здравје на човекот како и намалувањето на предвремената смртност. (Huang, C et all. 2017).

Врз основа на истражувањата од страна на Дамјановиќ С., пресметано е дека едно стебло за 100 години формира вкупна површина листови од околу 150m^2 и за тоа време произведува кислород колку што му е потребен на еден возрасен човек за 20 години живот (Димовски, 1994)

Според (Cowherd et. al. 2006) високите дабови дрва и кедарот кои се наоѓаат на 25m од главните сообраќајници ги преполовуваат концентрациите на PM_{10} и $PM_{2.5}$ честичките додека густата тревна вегетација ги намалува концентрациите на честичките за 35%.

Согласно обработените сателитските снимки направени во месец април, а се прикажани во овој труд, ја прикажуваат состојбата со јавните зелени површини и нивната вегетативна состојба. Вегетацијата има значително влијание врз намалувањео на аерозагадувањето (Cowherd et. al. 2006) пред се во летните месеци. Особено позитивно влијание имаат зголемените дневни температури поради што не се користат грејните тела во домаќинствата кои претставуваат најголеми загадувачи на воздухот со PM_{10} и $PM_{2.5}$ честичките во зимските месеци. (МИЦЖС, 2020).

Достапноста на сателитските снимки од Google Earth Pro, обезбедуваат далечински преглед на одредена површина со релативно висока резолуција, и нивниот пристап кон зголемување видливоста на сателитскиот приказ, овозможува да се увиди одржувањето јавните површини, како што е користењето на јавните зелени површини (Taylor et al, 2011).

Проучувањата за пречистување на воздухот од растенијата ја докажуваат корисната улога што зелените површини ја вршат во механичкото пречистување на воздухот. Се утврдило дека интензитетот на пречистувањето се движи од 33,5% за време на вегетационото мирување, до 50% за време на вегетација, при полно облистување на стеблата (Димовски, 1994). Поради горенаведените фактори неопходно е населението да биде информирано за значењето на вегетацијата во градските подрачја и запознаено со последиците од аерозагадувањето, со цел идно заштитување на јавните зелени површини кои во иднина би помогнале во намалувањето на аерозагадувањето.

ЦЕЛИ НА ПРОУЧУВАЊЕ

Главната цел на прочување е анализа на промените кои настанале на поголемите јавни зелени површини во општина Центар во периодот 2012 - 2020 год, и нивна корелација со загадувањето на воздухот преку $PM_{2.5}$ и PM_{10} честичките.

МЕТОДИ И МАТЕРИЈАЛИ

За целите на овој труд, е употребен картографскиот метод со примена на ГИС (Географски информациски системи) софтверски пакет QGIS 3.10.7 верзија за прецизно просторно прикажување на јавните зелени површини на територијата на општина Центар, како и нивните просторните промени кои се настанати. Исто така, за целта на ова истражување, се искористени и сателитските снимки до Google Earth Pro, снимени од Maxar Technologies, пред се за согледување и проценка на состојбата на поголемите зелени површини на територијата на општина Центар. Примената на сателитските снимки во анализирање и мапирање на просторните промени е употребена и претходно за просторно-привремена анализа на промените во земјишната покривка со употреба на ГИС во Скопскиот регион (Gorin et al, 2014), врз основа на завршената фото-интерпретација на сателитските снимки, каде се детектирани и картирани промените на земјиштето.

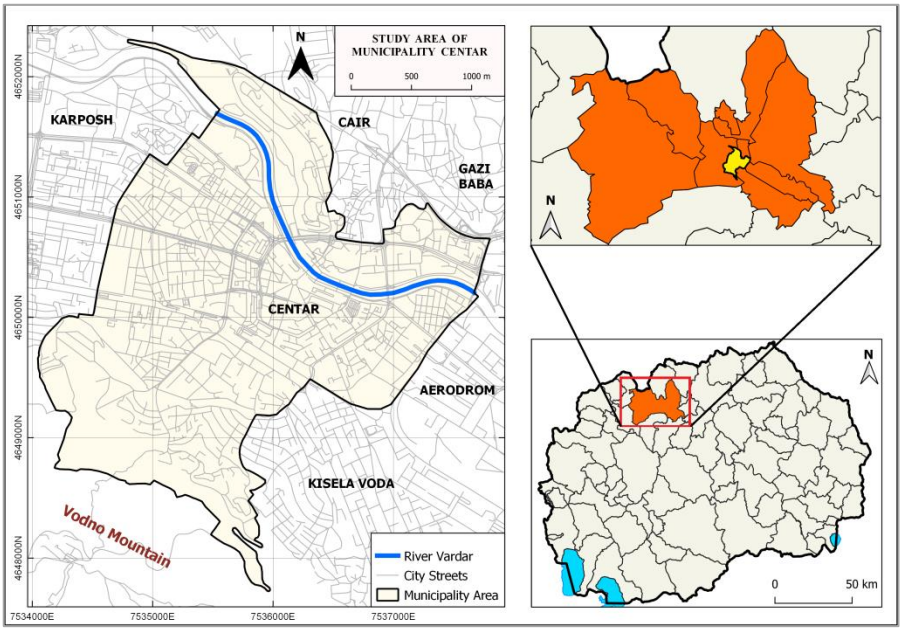
Историскиот континуитет на објавувањето на сателитските снимки, овозможува јасно евидентирање на просторниот распоред на јавните зелени површини, како и настанувањето на промени. Не се земени во предвид останатите сателитски снимки како Landsat, Sentinel-2, поради резолуцијата која располагаат сателитските снимки, со оглед ако се земе површината која ја опфаќа општината од само 7,52 km^2.

За анализа на податоците со цврстите честички беа искористени достапните податоци од Министерството за животна средина и просторно планирање на Република Северна Македонија. Обработени се податоци од 2012 – 2020 година на PM_{10} и $PM_{2.5}$ честичките од мерните станици кои се наоѓаат на територијата на општина Центар.

Преку графичкиот метод се прикажани просечните годишни вредности во Општина Центар кои се обработени со методот на анализа, методот на синтеза и компаративниот метод.

ПРОУЧУВАНО ПОДРАЧЈЕ

Просторот кој е опфатен во обработката на трудот е територијата на општина Центар, кој го опфаќа централниот дел на Град Скопје. Притоа во Центар се опфатени плоштадот Македонија, двата брега на реката Вардар и дел од крајните северни падини на планината Водно. Во рамките на нејзината територија се наоѓаат неколку административни објекти, меѓу кои спаѓаат Владата, Собранието, министерства, државни заводи, агенции и управи. На територијата на општина Центар се наоѓаат и ректоратот на скопскиот универзитет „Св. Кирил и Методиј“ заедно со неколку факултети и собранието на град Скопје.



Слика 1. Територија на проучувано подрачје.

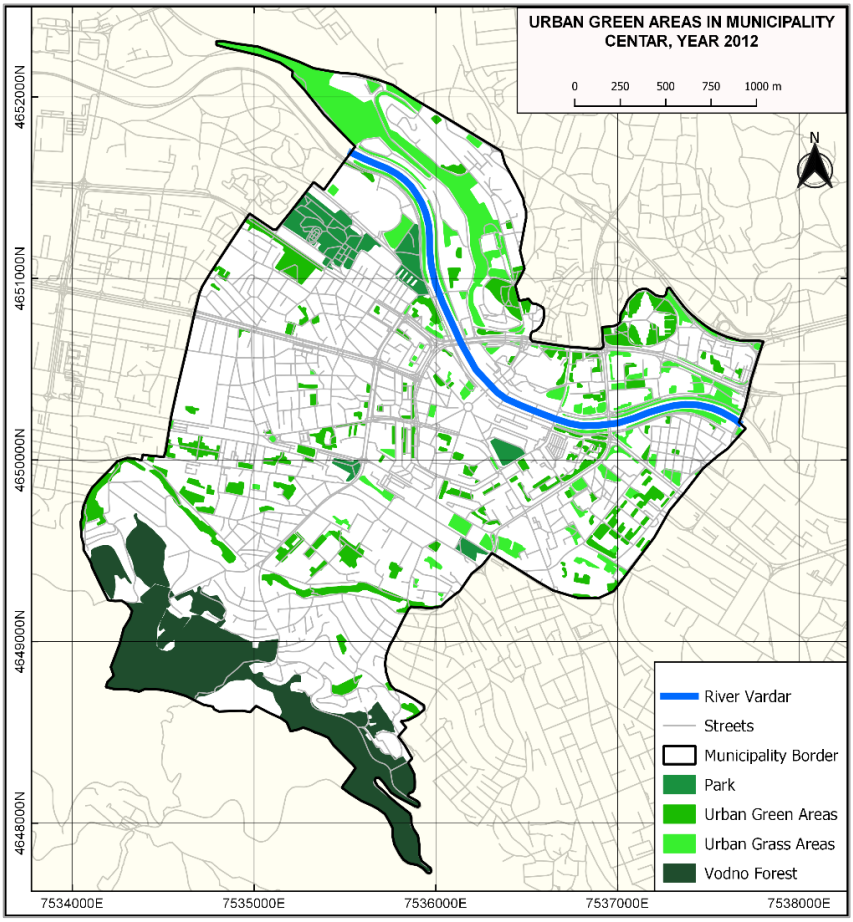
На северната страна, општина Центар граничи со општина Чаир, и започнува од просторот кој го опфаќа ридот Градиште и Американската амбасада. Потоа продолжува југоисточно по Булеварот Никола Карев опфатувајќи дел од старата чаршија и просторот на тврдината Кале, потоа го опфаќа дел од Булеварот Гоце Делчев и Ректоратот на УКИМ, продолжувајќи кон исток до кружниот тек кај хотел Континентал, при што граничи со општина Гази Баба. Од источната страна, општина Центар се граничи со општината Аеродром, и истата се протега од Меѓународната железничка и автобуска станица, Тутунскиот комбинат и Министерството за внатрешни работи, додека на нејзината југоисточна страна граничи со општина Кисела Вода и ја опфаќа амбасадата на Обединетото Кралство. На јужната страна, општина Центар се граничи со општина Карпош и истата се протега од раскрсница Водно, опфатувајќи ги северните падини на истоимената планина Водно. Западниот дел на општината ја опфаќа населбата Водно, по должината на булеварот Франклин Рузвелт, па се до стариот дел на Градскиот Парк во Скопје. Во рамките на овие граници, општината зафаќа простор од 7,52 km^2 и граничи со пет соседни општини.

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗА НА САТЕЛИТСКИ СНИМКИ

Урбаното зеленило на територијата на Центар е претставена со рудерални (газени) тревници, паркови и станбено (блоковско) зеленило. Во состав на урбаното зеленило е опфатен стариот дел од Градскиот парк, Парк на новинарите, Парк на Франкофонијата, Парк Жена Борец, Урбан парк и останати помали паркови (ЛЕАП за Центар 2019-2026). Но зелените површини како парк шумата Водно, заштитното зеленило кај Кале и ридот Градиште, како и некои поголеми тревни површини не се внесени како урбано градско

зеленило. Во просторното прикажување и мапирање на зелените површини, се искористени сателитските снимки од Google Earth Pro, снимени од Maxar Technologies, и тоа првата сателитска снимка од 27.04.2012 година, додека втората сателитска снимка е од 16.04.2020 година. Месецот април е определен, поради интензивниот вегетациски период на вегетацијата, како и подобро одделување на урбаното зеленило од останатиот простор.

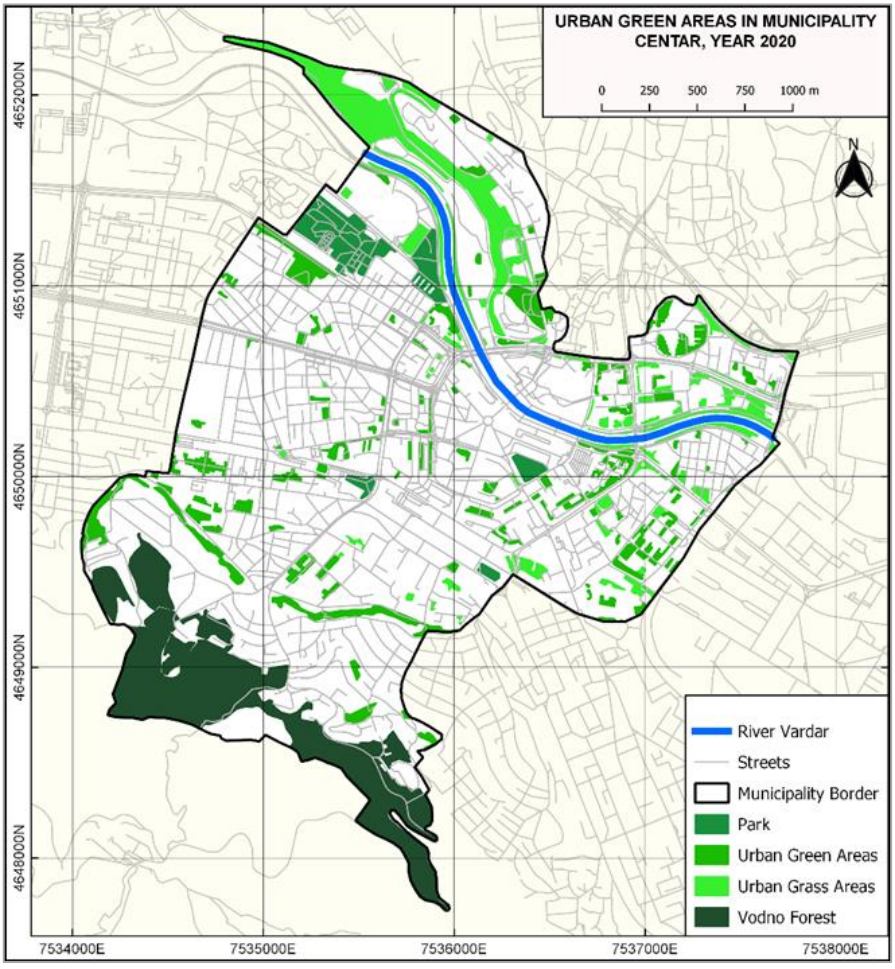
Следниот процес се пристапи кон дигитализирање и картирање на сите зелени површини во 2012 и 2020 година. Но претходно, за целта на овој труд, се изврши една рекласификација на урбаните зелени површини, за подобро евидентирање и споредба на податоците. Во овој случај, целокупното урбано зеленило во општина Центар се подреди во четири класи и тоа: класа 1 = паркови, класа 2 = блоковско зеленило, класа 3 = тревници, класа 4 = парк шума Водно (делот кој е опфатен со административните граници на општината). Во оваа рекласификација се вклучени и заштитното зеленило на ридот Градиште и кај Кале. Во софтверскиот ГИС пакет QGIS 3.10.7. извршена е рекласификација на зелените површини, како и пресметка на површините.



Слика 2. Зелени површини, општина Центар, 2012 година.

Врз основа на извршените пресметки, во 2012 година, вкупните зелени површини на територијата на општина Центар изнесуваат 1.689.805 m^2 (168,98 ha) или околу 22,47% од општината. Според извршената рекласификација, парковите опфаќаат 9,4% од територијата на зеленилото, блоковското (станбено) зеленило опфаќаат 27% од зелените површини, тревниците опфаќаат најголем дел и тоа 25% од зеленилото, додека парк шумата Водно опфаќа 38,6% од вкупните зелени површини на територијата на општина Центар.

Според сателитските снимки од Google Earth Pro, снимениа 27.04.2020 година, се забележуваат просторни и структурни промени на зелените површини во Општина Центар. Вкупните зелени површини на територијата на општина изнесуваат 1.592.867 m^2 (159,28 ha) или околу 21,18% од територијата на општината.



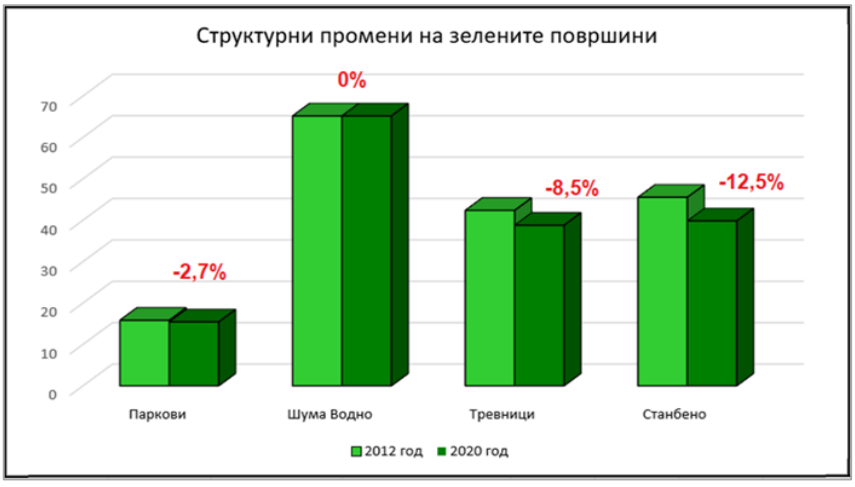
Карта 3. Зелени површини, општина Центар, 2020 година.

Според претходно извршената рекласификација, парковите опфаќаат 9,7% од територијата на зеленилото, блоковското (станбено) зеленило опфаќаат четвртина, т.е. 25% од зелените површини, тревниците опфаќаат 24,4% од зеленилото, додека парк шумата Водно опфаќа најголем дел, однонсо 40,9% од вкупните зелени површини на територијата на општина Центар. Пресметаните податоци укажуваат дека на територијата на општина Центар, помеѓу 2012 и 2020 година, вкупните зелени површини се намалени за 127.241 m^2 (12,7 ha), но во истиот временски период, како замена за одземените природни зелени површини, заради брзата урбанизација, зелените простори се заменуваат со нови површини. Ново креираните површини изнесуваат 30.303 m^2 (3,3 ha), пред се нови тревници со грмушки и меѓублоковско зеленило со нови млади садници.

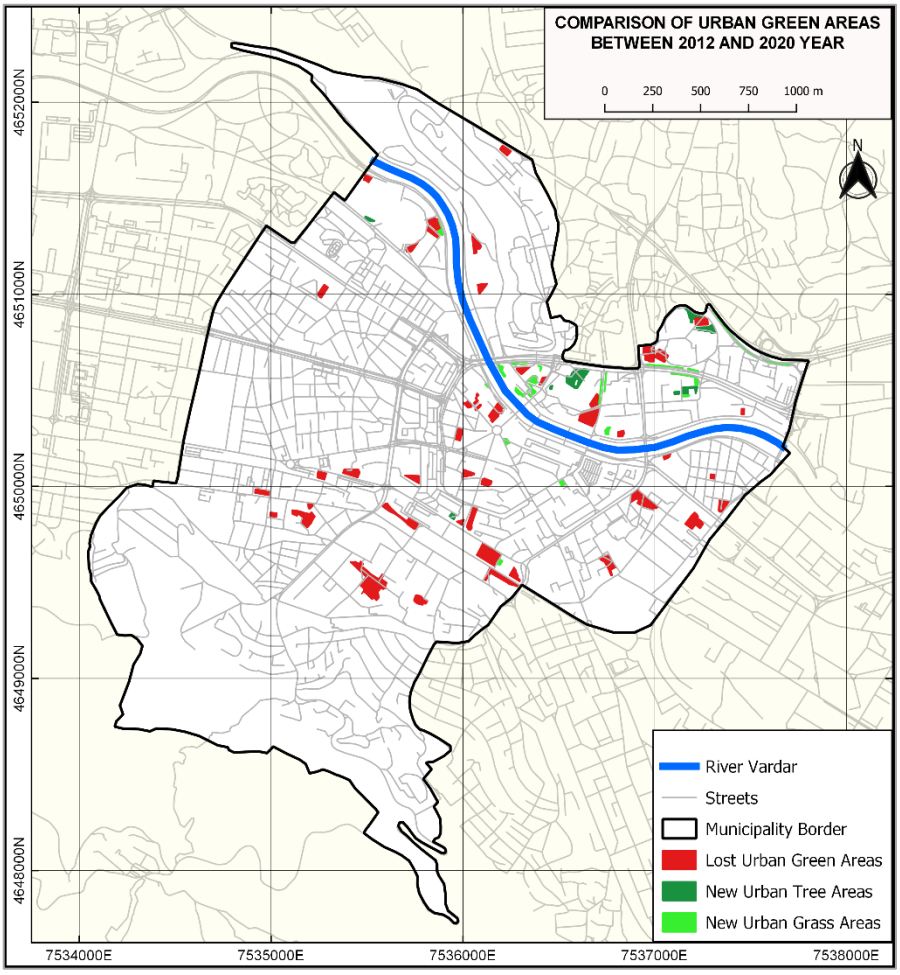
Табела 1. Вкупни зелени површини во општина Центар 2012-2020 г.

Табеларен приказ на вкупните зелени површини во Центар.			
Класа на вегетација	2012 год	2020 год	Намалување
Паркови	165.628 m^2	161.493 m^2	4.135 m^2
Шума Водно	585.322 m^2	585.322 m^2	/
Тревни површини	459.779 m^2	423.961 m^2	35.818 m^2
Градско зеленило	522.651 m^2	465.666 m^2	56.985 m^2
ВКУПНО ЗЕЛЕНИЛО	1.733.380 m^2	1.636.442 m^2	96.938 m^2

Со ова доаѓаме до сознание дека општината Центар, помеѓу 2012 и 2020 година, има нето загуба од 96.938 m^2 зелени површини, односно речиси 9,7 хектари, или истите се намалени за 1,29% од сметано од вкупната територија на општина Центар, т.е 5,7% од првобитната измерена зелена површина од 2012 година. Најголема загуба на урбана зелена површина е забележано кај меѓублоковското (станбено) зеленило од речиси 56.985m^2, а потоа на тревните површини со нето загуба од 35.818 m^2.



Графикон 1. Просторно-структурни промени на зелените површини во општина Центар.



Карта 4. Споредба на зелените површини 2012-202 год.

Во претходно креираната рекласификација, во урбаното зеленило се вклучени паркови, меѓублоковско (станбеното) и булеварско зеленило. Пресметаните податоци покажуваат дека урбаното зеленило (оние површини кои располагаат со значителен број на повеќегодишни дрва) изнесува 552.804m^2 урбани зелени површини. Според последниот спроведен попис од 2002 година, во општина Центар живеат 45.362 жители, со што доаѓаме до заклучок дека стандардот за површина на зеленило по жител изнесува 12,1 m^2 што е двојно помалку од европскиот просек. Евидентно е дека, општина Центар не ги исполнува препораките од 25m^2 урбано зеленило по жител (Wustemann et al. 2016), додека се исполнуваат препораките од Светската здравствена организација од минималните 9m^2 урбана зелена површина по жител. (СЗО, 2009).

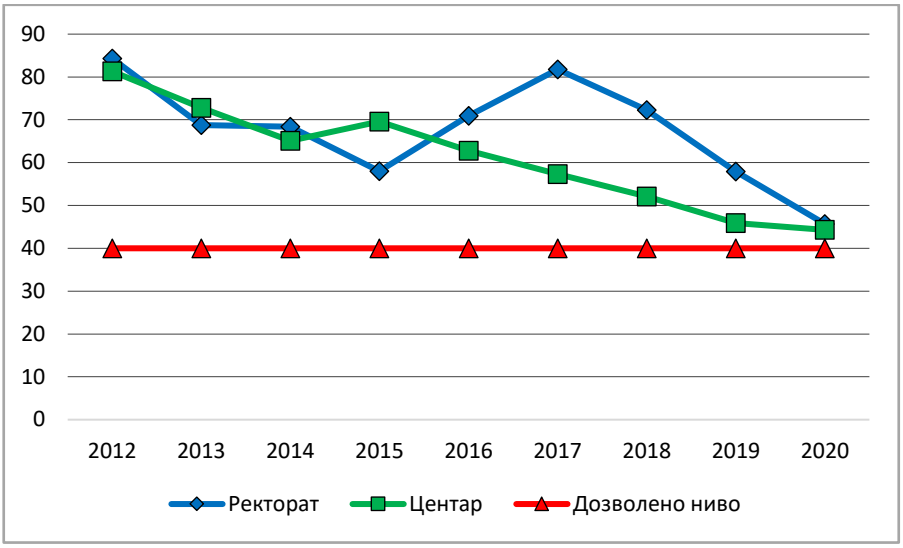
АНАЛИЗА НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА PM_{10} и $PM_{2,5}$ ЧЕСТИЦИ ВО ОПШТИНА ЦЕНТАР

Цврстите честички, PM_{10} и $PM_{2.5}$ потекнуваат од чад, прашина, градежни активности, депонии, индустриски извори, производство на електрична енергија, вулкански активности и останати природни и антропогени извори. PM_{10} честичките се наоѓаат во цврста или во течна состојба, нивниот дијаметар изнесува од 10 μg и истите можат да останат во воздухот неколку денови. (iQAir 2020). Разликата помеѓу PM_{10} и $PM_{2.5}$ е во нивниот дијаметар, односно $PM_{2.5}$ честичките се со дијаметар од 2.5 μg или помалку и претставуваат поголема здравствена закана бидејќи подлабоко продираат во белите дробови и во крвотокот при вдишување. Хемискиот и физичкиот состав на цврстите честички вариваат во зависност од географската локација, климатските услови и изворите на појавување. (iQAir 2020).

Во Скопската котлина, согласно со податоците од (МЖСПП Годишен извештај – воздух 2019) најголем извор на загадувањето на воздухот со цврстите честички е затоплувањето на домовите во зимските месеци.

Со обработка на податоците во рамките на мрежата на мониторинг станиците за следење на концентрациите на цврстите честички, на територијата на општина Центар се стационирани две мерни станици преку кои редовно се следи квалитетот на воздухот и истите се контролирани од страна на Министерство за животна средина и просторно планирање. За анализа на PM_{10} честичките користени и обработени се податоци за периодот помеѓу 2012 – 2020 година од мерните станици: Центар и Ректорат, додека за анализата на $PM_{2.5}$ честичките, обработени се податоци од мерната станица Центар за период 2012 – 2020 година. (https://air.moepp.gov.mk/?page_id=290).

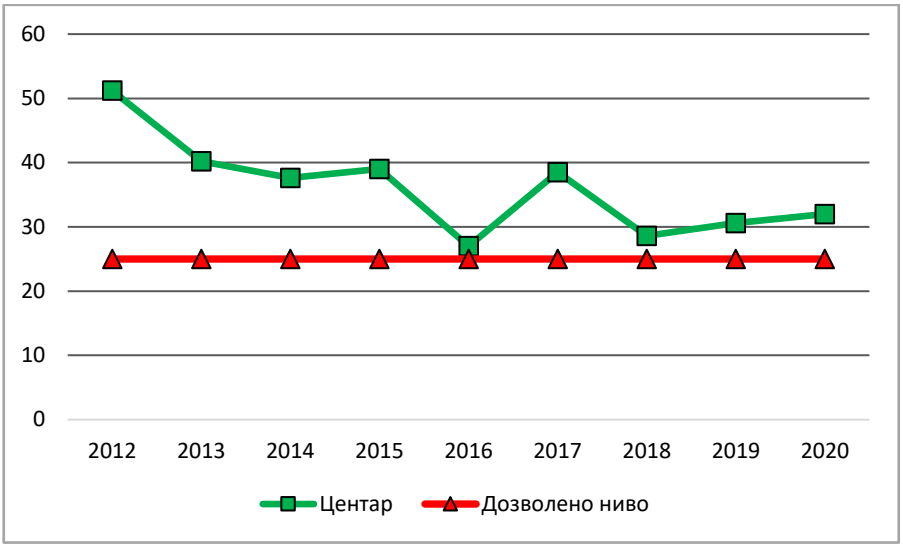
Следниот графикон (Графикон 2.) покажува константно надминување на дозволените просечни годишни концентрации на PM_{10} честички на двете мерни станици на територија на општина Центар кои според Министерство за животна средина и просторно планирање, дозволените гранични вредности се 40 μg/m3 PM_{10} на годишно ниво. За $PM_{2.5}$ честичките дозволените гранични вредности на годишно ниво се 25 $\mu g/m^3$.(https://air.moepp.gov.mk/?page_id=118)



Графикон 2. Просечна годишна концентрација на PM_{10} честичките за мерните станици Центар и Ректорат, за период од 2012 до 2020 година.

На мерната станица Ректорат најголемо пречекорување на дозволените вредности се измерени во 2012 година. Односно во истата година имало просечна годишна вредност од 84.3μg/m^3. Во 2017 година на истата мерна станица се регистрирани слични вредности како во 2012 година, чија просечна годишна вредност достигнала 81.8μg/m^3 PM_{10}. На мерната станица Центар најголемо пречекорување на дозволените вредности имало во 2012 година кога просечната годишна вредност достигнала 81.3 μg/m^3. Во 2015 година повторно биле забележани поголеми просечни годишни концентрации на PM_{10} честичките. Генерално поголеми пречекорувања на дозволените вредности се забележани во мерната станица Ректорат. Меѓутоа иако од 2012 до 2020 година имаме надминување на дозволените гранични вредности, се забележува постепено намалување на вредностите на цврстите честички во последните три години, односно од 2018, 2019 и 2020 година.

На следниот графикон 3. во кој е прикажана присутноста на $PM_{2.5}$ честичките од 2012 година до 2020 година во мерната станица Центар може да се забележи дека во 2012 година биле регистрирани највисоки концентрации на $PM_{2.5}$ честички во воздухот, кога просечната годишна вредност достигнала 51.2μg/m^3. Во 2016 година се регистрирани најмали концентрации на $PM_{2.5}$ честички во воздухот, односно просечната годишна вредност со $PM_{2.5}$ честичките била 27μg/m^3. Во 2017 година повторно имало пораст, кога просечната годишна вредност на $PM_{2.5}$ честичките достигнала 38.5μg/m^3.



Графикон 3. Просечна годишна концентрација на $PM_{2.5}$ честичките за мерна станица Центар за период од 2012 – 2020 година.

Забележуваме значителни варијации на концентрациите на цврстите честички од 2015 година до 2020 година, особено намалување во концентрациите во 2018, 2019 и 2020 година. И покрај трендот на намалувањето на концентрациите на цврстите честички во текот на разгледуваниот период, истите сеуште се над МДК и може да бидат резултат од останатите антропогени активности и микроклиматските услови на Скопската котлина. Местоположбата на општина Центар и климатските услови на Скопската котлина условуваат во варирањето на концентрациите на цврстите честички, меѓутоа урбанизацијата а со тоа и намалувањето на јавната зелена површина дополнително влијаат кон отежнувањето на природното циркулирање на воздухот и природното проветрување на градот и општината Центар.

Вегатацијата делува во намалувањето на аерозагадувањето пред се во летниот период. Делувањето се состои во задржување на цврстите честички, како и честичките од прав, пепел и другите механички примеси на загадениот воздух врз своите листови и другите вегетативни делови и постепено паѓање и нивно таложење врз почвената површина, што настанува со испирање од атмосферските води или од водата со која се врши наводнување на зелените површини. (Димовски, 1994).

Меѓутоа намалувањето на јавните зелени површини а со тоа и зголемената урбанизација во општина Центар може да предизвика зголемено присуство на цврстите честички во воздухот во иднина и преку летните месеци.

Според истражувањата кои се направени од страна на Смит во 1978 година, а се однесуваат на ефектот на дрвенестите растенија врз аерозагадувањето, утврдено е дека цврстите честици и аеросолите, се остранувааат од растенијата преку три механизми: таложење под дејство на гравитација, импакција под дејство на втрложните струи и таложењето под влијание на врнежите. Ова се однесува на растителните видови со поголема површина и зафатнина на листовите и листови чија површина е нерамна, додека

зимзелените и листопадните видови на растенија со изобилство на разгранувања и грнчеста структура овозможуваат остранување на честичките зимските месеци. (Град Скопје, 2015).

Од претходно кажаното, можеме да заклучиме дека вегетацијата има важна улога во намалувањето на аерозагадувањето и концентрацијата PM честиците во воздухот, и со тоа општина Центар и Град Скопје треба да обрнат поголемо внимание во оддржувањето на тековното зеленило како и креирање на нови зелени површини.

ЗАКЛУЧОК

Од обработените сателитски снимки и пресметаните податоци за вредностите на цврстите загадувачки честички може да се увиди дека површината на јавните зелени простори е во константно намалување. Станбеното зеленило со високоразвиени и стари дрва се заменува со ново изградени објекти или пак се заменуваат со тревни површини кои имаат помала улога во прочистувањето на воздухот. (Cowherd et. al. 2006). Евидентирани се и значителни варијации на цврстите честички кои се обработуваат во текот на целата календарска година. Покрај останатите фактори кои влијаат врз промените на концентрациите на цврстите честички, вегетацијата има најголемо влијание во летниот период, додека повисоките дневни температури условуваат кон целосно намалување на загревањето на домовите.

Недостатокот на податоци од мерните станици пред 2012 година оневозможуваат целосна и концизна анализа за да се увиди трендот на промените во концентрациите на цврстите честички и влијанието на вегетацијата врз истите, спротивно на тоа, идното континуираното следење на податоците од мерните станици е од суштинско значење за следење на трендот на PM_{10} и $PM_{2.5}$ со цел да се увиди дали варијациите се од циклично влијание пред се предизвикани од климатските карактеристики на Скопската котлина или од мерките кои се превземаат за намалувањето на аерозагадувањето како што се субвенции за купени велосипеди, електрични тротинети, замена на стари грејни тела, приклучување на домаќинствата кон централното греење како и изградба на зелени покриви и зелени ѕидови, мерки спроведени од Град Скопје и кои дел од нив се применуваат и во општина Центар.

Како предлог решение, идните субвенции и мерки во општината би требало да бидат насочени кон субвенционирање на изградба на енергетско ефикасни објекти, кои би овозможиле помала потреба за греење во текот на зимските месеци кој се смета за најголемиот извор на аерозагадување со цврстите честички. Останати мерки кои би можеле да покажат поголем ефект се поддршка од општината за континуиран тренд на изградба на зелени покриви и ѕидови на објектите како и партерно уредување на зелените површини со повеќе видови на растенија. Со самото ширење на градот а со тоа и изградба на нови населби, би се јавиле и нови можности за идно уредување на јавни зелени површини.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

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

Димовски И. (1994): Динамичка рамнотежа во природата (еколошки опсервации), стр. 7 – 37, Хидрогеолошки завод, Охрид.

Државен завод за статистика: Соопштение: Издадени одобренија за градење (https://www.stat.gov.mk/PrethodniSoopstenijaOblast.aspx?id=50&fbclid=IwAR22a_--KniEjNhtntr461o1lJe2dlBXnteEvnSYcCsDgrEogDGpb48Fyvk)

Локален Еколошки Акционен План за Општина Центар (2019-2025);
(https://www.centar.gov.mk/)

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

Град Скопје, УНДП: Стратегија Отпорно Скопје (2017):
(https://skopje.gov.mk/media/1300/otporno-skopje-startegija-mkd.pdf)

Град Скопје, Друштво за еколошки консалтинг “ДЕКОНС – ЕМА” ДОО Скопје (2015): Студија за озеленување и пошумување на подрачјето на Град Скопје.
(https://skopje.gov.mk/media/1320/studija-za-ozelenuvanje-i-posumuvanje-18022015.pdf)

C. Cowherd, G. Muleski, D. Gebhart (2006): Development of an emission reduction term for near-source depletion. 15th International Emission Inventory Conference: “Reinventing Inventories — New Ideas in New Orleans”.
(https://www3.epa.gov/ttn/chief/conference/ei15/session5/cowherd_pres.pdf)

Gorin S., Radevski I., Milevski I., Markoski B., Dimitrovska O. (2014): GIS Based Analysis of The Land Cover Changes In Skopje Region During The Period 2000-2012. 5th International Conference on Cartography and GIS, Riviera, 15-20 June 2014, Bulgaria

Huang, C.; Yang, J.; Lu, H.; Huang, H.; Yu, L. (2017): Green Spaces as an Indicator of Urban Health: Evaluating Its Changes in 28 Mega-Cities. Remote Sensing, 9, 1266.
(https://www.researchgate.net/publication/321658764_Green_Spaces_as_an_Indicator_of_Urban_Health_Evaluating_Its_Changes_in_28_Mega-Cities)

S. Sara Janhäll (2015): Review on urban vegetation and particle air pollution Deposition and dispersion. Atmospheric Environment 105: 130-137. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015000758?fbclid=IwAR2DQuVLF6PuCzPKo1sFbTF1QCHfjP_JmpKkadrU6lcl96-erLEHNCXdsRE#:~:text=Urban%20vegetation%20affects%20air%20quality%20through%20influencing%20pollutant%20deposition%20and%20dispersion.&text=The%20reduced%20mixing%20in%20trafficked,air%20quality%20by%20increasing%20deposition)

Wustemann H., Kalisch D., Kolbe J. (2016): Towards a national indicator for urban green space provision and environmental inequalities in Germany: Method and findings. SFB 649 Discussion Paper, No. 2016-022
(https://www.econstor.eu/bitstream/10419/146191/1/86139741X.pdf)

Bronwen T Taylor, Fernando P., Bauman E.A., Williamson A., Craig J., Redman S., (2011): Measuring the Quality of Public Open Space Using Google Earth. In: American Journal of Preventive Medicine. Vol. 40, Issue 2 p.105-12
(https://www.ajpmonline.org/article/S0749-3797(10)00634-3/fulltext)

World Health Organization (2009): Urban planning and Human health in the European City, Report to the World Health Organisation, International Society of City and Regional Planners (ISOCARP)
(https://isocarp.org/app/uploads/2014/08/WHO_report_final_version.pdf)

https://www.centar.gov.mk/
http://parkovi.com.mk/
https://www.iqair.com/us/blog/air-quality/pm10
https://www.iqair.com/us/blog/air-quality/pm2-5
https://air.moepp.gov.mk/?page_id=290
https://air.moepp.gov.mk/?page_id=118