

**ИЗВЕШТАЈ ЗА ПРОЦЕНКА НА ВЛИЈАНИЕТО НА
ЗАГАДЕНИОТ ВОЗДУХ СО ЛЕБДЕЧКИ ЧЕСТИЧКИ
ВРЗ ЗДРАВЈЕТО НА ЛУЃЕТО И ПРОЦЕНКА НА
ОПТОВАРУВАЊЕТО СО БОЛЕСТИ ЗА 2025
ГОДИНА**

согласно Националната годишна програма за
јавно здравје

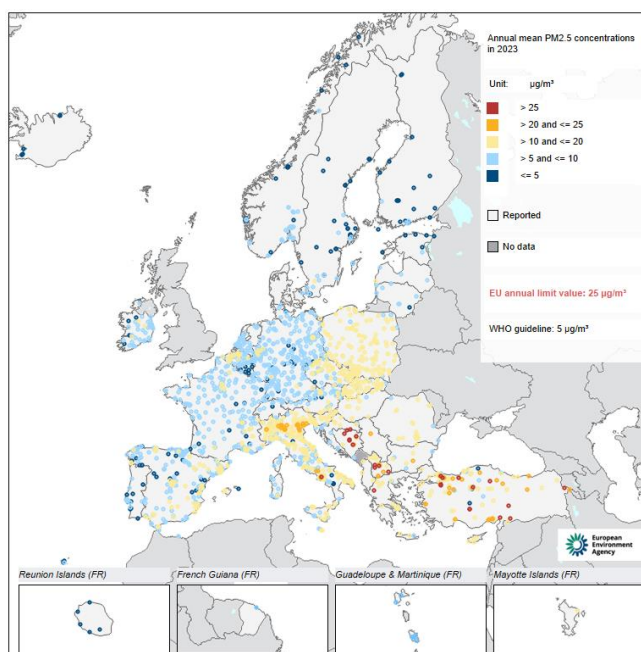
ИЗРАБОТИЛА: ПРОФ. Д-Р МИРЈАНА ДИМОВСКА

АЕРОЗАГАДУВАЊЕТО ВО Р. С. МАКЕДОНИЈА И РИЗИЦИ ПО ЗДРАВЈЕТО

Квалитетот на воздухот е тесно поврзан со климата на Земјата и екосистемите на глобално ниво. Многу од двигателите на загадувањето на воздухот (пр. согорувањето на фосилни горива) се исто така извори на емисии на стакленички гасови. Затоа, политиките за намалување на загадувањето на воздухот нудат стратегија од која сите добиваат - и за климата и за здравјето, намалувајќи го товарот од болести што се припишуваат на загадувањето на воздухот, како и придонесувајќи за ублажување на климатските промени на краток и долг рок.¹

Глобално, загадувањето на амбиентниот воздух со суспендирани $PM_{2.5}$ честички претставува четврт ризик фактор за зголемена смртност, сочинувајќи 8 проценти од вкупната смртност Помеѓу 2005 и 2023 година, бројот на смртни случаи во ЕУ што се припишуваат на $PM_{2.5}$ се намали за 57 проценти, достигнувајќи ја целта за намалување од 55 проценти за 2023 година наведена во Акциониот план за нула загадување за 2030 година. И покрај ова подобрување, загадувањето на воздухот останува најголемиот ризик по здравјето на животната средина во Европа.

Концентрации на $PM_{2.5}$ над годишната гранична вредност на ЕУ се забележани во Италија, Турција и повеќето земји од Западен Балкан (мапа 1). Што се однесува до PM_{10} , употребата на цврсти горива е главната причина за ситуацијата во Централна и Источна Европа, заедно со постариот возен парк.



Мапа 1 Концентрации на $PM_{2.5}$ во 2023 и 2024 година во однос на годишните гранични вредности на ЕУ и нивото на годишните уплатства на СЗО

Извор: ЕЕА, 2026

Иако согорувањето на горива е чест извор на повеќето од овие загадувачи, намалувањето на здравствениот ризик честопати бара комбинација од различни мерки поради варијациите во

¹ WHO. Health Topics. Air pollution. 2026

специфичните извори што придонесуваат за секој загадувач. На пример, за NO₂ клучниот извор е транспортот, особено патниот сообраќај, и затоа NO₂ има тенденција да биде посебен проблем во урбаните средини. Иако транспортот, исто така, предизвикува PM₁₀ и PM_{2.5}, позначаен извор е домашното согорување на цврсти горива, а земјоделството и индустриските активности исто така придонесуваат кон оваа состојба. Озонот претставува малку посложен предизвик за надлежните органи, бидејќи се формира во атмосферата од низа други загадувачи, а е под влијание и на сончевата светлина. Озонот има тенденција да биде поголем проблем во потоплите региони, а намалувањето на нивоата на озон ќе бара комбинација од мерки за намалување на загадувачите што придонесуваат за него.²

Честичките во амбиентниот воздух се комплексна мешавина од честички со различни големини и хемиски состав што потекнуваат од согорување и други извори. Во текот на изминатите децении, истражувањата се фокусираа на прашањето кои честички можат да бидат потоксични од другите, но останува тешко да се разграничат ефектите на различните видови честички едни од други или од други загадувачи. Иако фините честички (UFP, честички помали од 2,5 микрометри во аеродинамичен дијаметар или PM_{2.5}) се во фокусот на голем број неодамнешни студии, ефектите од ултрафините честички (помали од 100 нанометри) и поголемите, груби честички (помеѓу 2,5 и 10 микрометри) од абењето на сопирачките и гумите и прашина од патот, не можат да се занемарат.³ Со оглед на нивната мала големина, UFP-ите малку придонесуваат за масата на суспендираните PM честички во амбиентниот воздух, но тие се доминантни придонесувачи за бројот на честички. Моторните возила, особено оние со дизел мотори, често се наведуваат како водечки извор на емисии на UFP во околината и на изложеност на луѓето.

Во 2023 година во Европа, проценето е дека долгорочната изложеност на нивоа на фини честички, озон и азот диоксид над препораките на Светската здравствена организација, предизвикува околу 206.000, 71.000 и 56.000 предвремени смртни случаи.⁴

Според Светската здравствена организација (СЗО), 99 проценти од светската популација живее на места каде што нивото на загадување на воздухот ги надминува граничните вредности на СЗО. Комбинираниите или заедничките ефекти од изложеноста на загадување на амбиенталниот (надворешниот) воздух и загадувањето на домаќинствата предизвикуваат околу 7 милиони предвремени смртни случаи секоја година од зголемена смртност од мозочен удар, срцеви заболувања, хронична опструктивна белодробна болест, рак на белите дробови и акутни респираторни инфекции. Се проценува дека загадувањето на амбиенталниот (надворешниот) воздух предизвикало 4,2 милиони предвремени смртни случаи ширум светот во 2019 година.⁵

Луѓето што живеат во земјите со ниски и средни приходи непропорционално го доживуваат товарот на загадувањето на надворешниот воздух, при што 89 проценти (од 4,2 милиони предвремени смртни случаи) се случуваат во овие области. Најголемиот товар е пронајден во регионите на СЗО во Југоисточна Азија и Западен Пацифик. Најновите проценки на товарот ја одразуваат значајната улога што загадувањето на воздухот ја игра во кардиоваскуларните заболувања и смртта.

² EEA. Air Quality Status Report. 2025

³ Health Effects Institute. Air Pollution 2026

⁴ EEA. Air pollution key facts. Достапно на: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution>

⁵ WHO. Ambient (Outdoor) Air Pollution. 2026

Загадувањето на воздухот се смета за најголема еколошка закана по здравјето на луѓето во светот, предизвикувајќи и влошувајќи голем број на болести од астма до рак, белодробни заболувања и срцеви заболувања. Загадувањето на амбиентниот воздух и честичките, една од главните компоненти на загадениот воздух, се класифицирани како канцерогени за луѓето од страна на Меѓународната агенција за истражување на ракот (IARC).⁶

Освен здравствените ефекти, загадувањето на воздухот може значително да влијае врз европската економија поради зголемените трошоци за здравствена заштита, намалениот животен век и изгубените работни денови во сите сектори. Исто така, ја оштетува вегетацијата и екосистемите, квалитетот на водата и почвата и локалните екосистеми.

Проценетите економски загуби и трошоци, според Светска Банка (СБ) изнесуваат 5,2 проценти до 8,5 проценти од бруто националниот производ во 2016 година. Оттаму, постигнувањето на граничните вредности од стандардите на ЕУ и Упатството на СЗО за ситни честички (PM_{2.5}) во амбиентниот воздух, во ЕУ-27 би донел значајни потенцијални придобивки е заклучокот на СБ, но истото се однесува и на РС Македонија.⁷ Секогаш треба да се има во предвид е дека оваа атрибутивна смртност (и општа и специфична) е високо превентабилна.

Луѓето во РС Македонија и воопшто луѓето од Балканот и Источна Европа, дишат поттоксичен воздух загаден со суспендирани честички во однос на нивните соседи во Западна Европа. Всушност, балканскиот регион е дом на многу единици со јаглен и лигнит како и на 7 од 10-те најзагадувачки електрани со јаглен во Европа.⁷ Во 2021 година, загадувањето на воздухот продолжи да предизвикува значителен товар поради прерана смрт и болести Европа: 253 000 предвремени смртни случаи се припишуваат на хронична изложеност на фините, суспендирани PM_{2.5} честички. Се проценува дека над 1 200 смртни случаи кај лица помлади од 18 години се предизвикани од загадениот воздух секоја година во земјите членки на ЕЕА и земјите соработници.⁸

Квалитет на амбиентен воздух во РС Македонија

Мониторинг мрежата за квалитет на воздухот во РС Македонија⁹ ја сочинуваат вкупно 22 мониторинг станици (од кои една мобилна лоцирана во Ѓорче Петров, Скопје и една рурална позадинска станица во Лазарополе), лоцирани во 15 градови во државата, распределени во 2 зони (Источна и Западна зона) и една Агломерација - Скопје (состојба 2026). Мрежата е управувана од Министерството за животна средина и просторно планирање (МЖСПП), Македонски информативен центар за животна средина (МЕИЦ) (табела 1).

⁶ IARC Scientific Publication No. 161. Air Pollution and Cancer.

⁷ World Bank Regional Report – AQM in North Macedonia. 2019

⁸ EEA. Health impact of air pollution in Europe. Достапно на <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution>

⁹ Портал за квалитет на воздух. МЖСПП. Достапно на https://air.moepp.gov.mk/?page_id=4313#

Табела 1 Просечни годишни концентрации на PM_{10} и $PM_{2.5}$ измерени на автоматските мониторинг станици од државната мониторинг мрежа на МЖСПП, 2025 година

Станица	Просечна годишна концентрација на PM_{10} $\mu g/m^3$	Број на денови > 50 $\mu g/m^3$	Просечна годишна концентрација на $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)
БЕРОВО	-	-	-
БИТОЛА 1	-	-	18,02
БИТОЛА 2	41,82	97	27,91
ВЕЛЕС 2	41,29	77	20,95
ГАЗИ БАБА	32,48	58	18,45
ГЕВГЕЛИЈА	28,56	36	21,47
ГОСТИВАР	41,90	94	28,43
КАВАДАРЦИ	46,15	105	26,27
КАРПОШ	31,32	59	26,60
КИЧЕВО	47,21	105	31,16
КОЧАНИ	-	-	14,59
КУМАНОВО	34,44	65	26,06
ЛАЗАРОПОЛЕ	9,55	0	7,55
ЛИСИЧЕ	49,95	104	27,78
МИЛАДИНОВЦИ	28,46	36	20,61
МОБИЛНА ЃП	-	-	-
ОХРИД	33,59	65	20,92
ПРИЛЕП	-	-	-
РЕКТОРАТ	40,47	78	-
СТРУМИЦА	46,99	108	29,99
ТЕТОВО	40,60	86	27,83
ЦЕНТАР	44,54	101	25,58

Среднодневната вредност за PM_{10} не смее да надмине 50 $\mu g/m^3$ повеќе од 35 пати во календарската година. Просечната годишна вредност не смее да надмине 40 $\mu g/m^3$. Просечната годишна вредност на $PM_{2.5}$ не смее да надмине 25 $\mu g/m^3$.

Глобалните упатства за квалитет на воздухот (AQG) на СЗО за $PM_{2.5}$ препорачуваат дека годишните просечни концентрации не треба да надминуваат 5 $\mu g/m^3$, а 24-часовните просечни изложености не треба да надминуваат 15 $\mu g/m^3$, повеќе од 3-4 дена годишно.¹⁰

Извор: МЕИС, МЖСПП. 2026

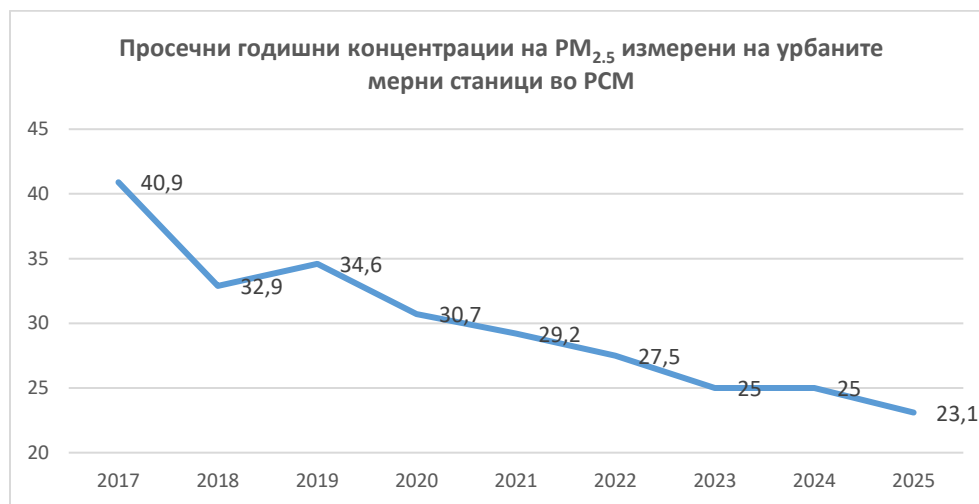
Мерните станици ги мереа концентрациите на следните загадувачки материи: суспендирани честички ($PM_{2.5}$ и PM_{10}), NO_2 , SO_2 , CO и O_3 . Потребно е да се назначи дека континуитетот на мерењата беше повремено нарушен, односно мерења на концентрацијата на PM_{10} и $PM_{2.5}$ не се вршеа на мерната станица во Берово, Прилеп и Ректорат. На мерната станица Битола 1 и Гази Баба, мерењата отсутствуваа во месец ноември и декември, Ѓорче Петров (9-12 месец), Тетово во декември и во јануари на мерната станица во Велес.

Трендот на концентрациите на $PM_{2.5}$ измерени на урбаните мерни станици во РС Македонија (сите освен мерна станица Миладиновци и Лазарополе), е прикажан на график 1. Се забележува

¹⁰ СЗО. Овие строги упатства, ажурирани во 2021 година, имаат за цел да го заштитат здравјето од ефектите на фините честички.

опаѓачки тренд за деветгодишниот период (2017-2025 година).

График 1 Тренд на годишните просечни концентрации на $PM_{2.5}$ измерени на урбаните мерни станици за периодот 2017-2025 година



Извор: МЕИС, МЖСПП. 2026

Идентификувани се бројни извори на загадување на амбиентниот воздух во РС Македонија како што се: неефикасното согорување во ложиштата во домаќинствата, дотраените системи за централно греење, производство на електрична енергија во старите термоелектрани кои користат лигнит, сообраќајот и застарениот возен парк, несоодветното управување со отпадот и др.¹¹

Студијата на УНДП спроведена во 2024 година, во 5 градови (Струмица, Гостивар, Кавадарци, Куманово и Струга) го потенцира придонесот на согорувањето на биомаса, сообраќајот, согорувањето на мазут и нафта, палење огнови на отворено и палење на отпад, минерална прашина и секундарни аеросоли како важни извори на загадување. Притоа, во зимските месеци доминира согорувањето биомаса, како главен извор, додека на лето, сообраќајот значајно го зголемува својот придонес.¹²

Иако генерално, аерозагадувањето во земјата опаѓа во текот на периодот 2006-2016 што се согледува во опаѓачкиот тренд особено на SO_2 дури и на PM честички (суспендирани честички) во амбиентниот воздух а што главно се должи на намалена употреба на фосилни горива за производство на електрична енергија и гасификацијата на топланите, сепак, целото население во земјата е и натаму изложено на концентрации на PM_{10} честички кои ги надминуваат годишните гранични вредности на ЕУ и особено оние на Светската здравствена организација.^{13,14}

Ефекти врз здравјето на населението

Како резултат на наодите базирани на бројните епидемиолошки студии и тековните научни

¹¹ МЖСПП, МЕИЦ. Извештај за оценка на квалитетот на воздухот во Република Македонија за периодот 2005-2015.

¹² Проект „Справување со загадувањето на воздухот“, имплементиран од УНДП со финансиска поддршка на Шведска

¹³ UNECE. The third Environmental Performance Review of North Macedonia. 2019

¹⁴ МЖСПП, МЕИЦ. Годишни извештаи. Достапни на https://air.moepp.gov.mk/?page_id=287&lang=en

сознанија, очекувано е дека состојбите со квалитетот на воздухот во РС Македонија во последните неколку години ќе доведат до појава на штетни ефекти по здравјето на популацијата како и до економски загуби заради директни трошоци поврзани со зголемената побарувачка на здравствени услуги, употреба на лекови, апсентизам (отсуство од работа и училиште), загуби заради предвремен губиток на активни години од животот и др.

Влијанијата по здравјето на суспендираните честички варираат од иритација на мукозните мембрани до инфекции на дишните патишта, зголемен ризик од промени на крвните садови (вазоконстрикција, ендотелијална дисфункција, зголемен ризик од тромбоза), оксидативен стрес и системско воспаление како и промени во регулаторната функција на автономниот нервен систем. Појавата и влошувањето на астмата, хроничната белодробна болест и рак на белите дробови, инфаркт на миокардот, срцева слабост и појава на мозочни удари и зголемена смртност од истите заболувања и воопшто зголемена општа смртност, се најчестите исходи по здравјето како резултат на долготрајна изложеност на загаден воздух со РМ честички. Исто така постои растечко тело на докази кое ја поврзува изложеноста на суспендирани РМ честички и појавата на дијабет тип 2, оштетување на невролошкиот развој кај децата, и невролошка дисфункција кај возрасните.^{15,16,17}

При тоа, децата, бремените жени, постарите и сиромашните луѓе како и луѓето со хронични заболувања се најподложни на ефектите на загадениот воздух. Генетиката, коморбидитетите, исхраната и социо-економските и демографските фактори, исто така, влијаат врз подложноста и ефектите на загадување на воздухот врз населението.¹⁸ Манифестацијата на ефектите по здравјето ќе зависи не само од концентрацијата и големината на загадувачките материи во воздухот, туку и времетраењето на изложеноста како и индивидуалните карактеристики на поединецот (занимање, животни стилови и др.).

Последниот Извештај на УНИЦЕФ обезбеди нови докази за влијанијата врз здравјето особено на најмалите, децата и трудниците. Суспендираните честички од загадениот воздух патуваат низ плацентата, што значи дека белите дробови, мозокот и другите органи на детето се изложени на штетните ефекти на загадувачите уште пред раѓањето. Ова подоцна влијае на когнитивниот развој и го зголемува ризикот од респираторни заболувања подоцна во животот. Изложеноста на загаден воздух во матката може да предизвика и вродени срцеви дефекти, пневмонии во првата година од животот на детето, невро-развојни нарушувања, заостанување во растот, развој на астма, егзема и алергиска болест и висок крвен притисок. Во првата недела од животот, децата се особено ранливи на акутна долна респираторна инфекција (пневмонија).¹⁹

Кај трудниците пак, загадувањето на воздухот ги става на поголем ризик од гестациски дијабетес, прееклампсија, гестациска хипертензија и постпородилна депресија.

¹⁵ WHO REVIHAAP Project. Technical Report. WHO Regional Office for Europe, 2013. Copenhagen, Denmark.

¹⁶ Hoek et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. Environmental Health 2013.

¹⁷ UNICEF. Danger in the air: How air pollution may be affecting the brain development of young children around the world. 2017. Available at https://www.unicef.org/environment/files/Danger_in_the_Air.pdf

¹⁸ WHO. Air quality and health. Health impact. Available at <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts>

¹⁹ УНИЦЕФ. (2024). Почетоци без здив. Политики за заштита на децата од загадување на воздухот во Европа и Централна Азија.

Методологија за проценка на влијанијата врз здравјето и товарот со болести заради изложеност на тековни нивоа на квалитет на амбиентен воздух

Во РС Македонија, Институтот за јавно здравје од 2019 година започна да изработува самостојни проценки на влијанијата на загадениот воздух врз здравјето на населението. Првиот ваков Извештај во државата согласно меѓународно признаена методологија, се спроведе за периодот 2017-2018 година, заради што овој период се смета како “baseline” (основна/почетна) година за ваквите понатамошни проценки. Во меѓувреме, СЗО ја ажурираше повремено методологијата особено во однос на функциите концентрација-одговор, што доведе до потреба од ажурирање на проценките кои досега ги изработувавме. Во овој Извештај, практично се направени **нови, ажурирани проценки** согласно изменетата методологија на СЗО.

За потребите на овој Извештај, проценката на атрибутивната смртност од сите причини, опфаќа тригодишен период (2022-2024 година), пред сè заради отсуството на податоци за смртноста за 2025 кои ги доставува Државниот завод за статистика (ДЗС).

Бројот на смртни случаи (*Атрибутивна смртност*) кои можат да се припишат на изложеност на тековните нивоа и квалитет на амбиентен воздух во РС Македонија всушност го прикажува бројот на предвремени смртни случаи кои можат да се припишат на долготрајната изложеност на загадениот воздух со суспендирани честички, изразени како апсолутна бројка, атрибутивна стапка на смртност (број на смртни случаи на 100 000 население под ризик) и проценета атрибутивна пропорција (како процент од вкупната смртност).

За проценки на влијанијата на загадениот воздух врз здравјето на населението при долготрајни изложености ја применивме методологијата на СЗО со употреба на софтверската верзија СЗО AirQ+ софтверот.²⁰ Притоа, како влезни податоци се употребија: средногодишните концентрации PM_{2.5} измерени на мониторинг станиците на државната мониторинг мрежа во РС Македонија (просек за три години). Пресметките на влијанијата врз здравјето (*Health Impact Assessment - HIA*) се однесуваат на ефектите на долготрајната изложеност на загадениот воздух врз смртноста (морталитетот) од сите причини (без надворешни причини за смрт) како селектиран здравствен исход, и не го вклучуваат морбидитетот (бројот на заболени) заради истата причина/ризик фактор. Податоците за смртноста од сите причини освен надворешни (природна смртност) од последната достапна година (2024), се добиени од Државниот завод за статистика (ДЗС).

Проценките се базирани на функциите за концентрација-одговор (*CRFs*), кои пак се базирани на одредени претпоставки воспоставени во бројни епидемиолошки студии. Конкретно, *CRFs* функциите употребени во софтверот на СЗО се базирани на систематски преглед на сите достапни студии и нивните мета-анализи. Оптоварувањето со болести (*Burden of Disease*) што се должи на загадувањето на амбиентниот воздух се проценува со комбинирање на изложеноста на загадување на воздухот и неговата дистрибуција кај населението користејќи проценки за интегрирана експозиција-одговор (*IERs*) од Студијата за глобално оптоварување со болести (*GBD*)

²⁰ WHO Regional Office for Europe, European Centre for Environment and Health (2019). AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution. Bonn (Germany): WHO Regional Office for Europe.
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

на секое ниво на изложеност.²¹ Вкупниот број на смртни случаи за избраната област на истражување се проценува со користење на IER функциите од GBD 2020 (IER 2019), за секој селектиран здравствен исход како што се: акутни инфекции на долниот респираторен тракт, рак на белите дробови, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ), исхемична болест на срцето и мозочен удар.

Сите проценки како влијанието врз здравјето, оптоварувањето со болестите како резултат на амбиентното аерозагадување (ААЗ) како и здравствените придобивки, се пресметани со употреба на пресечна вредност (*cut-off value*) од 5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ на концентрација на $\text{PM}_{2.5}$.²² Оваа пресечна вредност е практично граничната вредност од ажурираното Упатството за квалитет на воздух на СЗО од 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.²³ Инаку, ажурираната гранична вредност на ЕУ Директивата за квалитет на воздух изнесува 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, и истата земјите членки на ЕУ треба да ја постигнат до 2030 година.

Цел

Целта на оваа студија е да се анализира и квантифицира влијанието врз здравјето од загадувањето на воздухот со супсендиран честички и да се процени оптоварувањето со болести поврзани со тековната изложеност на населението во РС Македонија. Притоа, ќе се одговори прашањето: Колкаво е оптоварувањето на јавното здравје во РС Македонија поврзано со моменталните нивоа на изложеност и која и колкава е придобивката по здравјето поврзана со намалување на нивото на загадување на воздухот преку подобрување на квалитетот на воздухот со примена на одредени политики или построги стандарди за квалитет на воздухот?

Главната цел е постигнување на Целта 3 од Целите за одржлив развој на ОН, особено целта 3.9, “до 2030 година значително да се намали бројот на смртни случаи и заболувања од опасни хемикалии од воздух, загадување на вода и почва” како и целта 11.6 (“до 2030 година, да се намали негативното влијание од животната средина во градовите по глава на жител, вклучително и со посебно внимание на квалитетот на воздухот и управувањето со комуналниот и другиот отпад”).

Клучното **истражувачко прашање** на проценките е колкав дел од селектираниот здравствен исход (смртноста) се припишува на надминувањата на граничната вредност за $\text{PM}_{2.5}$ од Глобалното упатство на СЗО која изнесува од 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Методологијата овозможува да се пресмета и тоа каква би била промената на здравствените ефекти (смртност како селектиран здравствен исход) доколку нивото на загадување на воздухот се сведе на граничните вредности на Европската Директива за квалитет на воздух на пример?

²¹ AirQ+: burden of disease due to air pollution manual. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

²² The counterfactual (Theoretical Minimum Risk Exposure Level) concentration in the GBD studies. In the GBD 2015, the counterfactual concentration value was selected in the range 2.4-5.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cohen A (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. The Lancet, 389(10082): 1907-1918.

²³ World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Проценки на влијанијата по здравјето и товарот со болести заради ААЗ во РС Македонија

Просечната годишна концентрација за периодот 2022-2024 изнесува $24.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, што е идентична просечна годишна концентрација со претходниот Извештај за периодот 2021-2023 година. Просечната стапка на смртност од сите причини (возрасна група 30 и повеќе години) за истиот тригодишен период изнесува 1731,4 на 100 000 население под ризик, стапка пониска од претходниот тригодишен просек кој изнесуваше 1959,8/100 000. Оваа состојба е резултат на постепена стабилизација на стапката на општата смртност која беше зголемена заради прекумерната смртност во т.н. COVID-19 период. Имено, стапката на општа смртност беше највисока во извештајниот период за 2021 година (2053,7/100 000). Стапката на смртност под 30 години за анализираниот период претставува 0,9 проценти од вкупната смртност во државата.

Проценетата атрибутивна смртност е прикажана во табела 2.

Табела 2 Проценета атрибутивна смртност заради загадувањето на амбиентниот воздух со $\text{PM}_{2.5}$ во РС Македонија (ажурирани пресметки)

Извештаен период		Attributable cases	Attributable proportion	Attributable cases/100 000 at risk
2019 (2017-20219)	Central	4158	21,1	349,2
	Lower	3258	16,4	271,8
	Upper	4623	23,3	385,7
2020 (2018-2020)	Central	4108	19	342,8
	Lower	3188	14,7	266
	Upper	4545	21	379,2
2021 (2019-2021)	Central	4449	18,1	371,1
	Lower	3448	14	287,7
	Upper	4924	20	410,8
2022 (2020-2022)	Central	4172	16,5	348
	Lower	3226	12,8	269,2
	Upper	4623	18,3	385,7
2023 (2021-2023)	Central	3582	15,3	298,9
	Lower	2766	11,8	230,8
	Upper	3973	16,9	331,5
2024 (2022-2024)	Central	2974	14,3	248,1
	Lower	2294	11,05	191,4
	Upper	3301	15,9	275,4

Извор: Проценки на авторот

Во анализираниот период за овој Извештај (2022-2024 г.), во РС Македонија, **2 974 смртни случаи** можат да се припишат на надминувањата на граничната вредност на СЗО од ажурираното упатство од $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ на $\text{PM}_{2.5}$ честички. Тоа изнесува 14.3 проценти од вкупната смртност во државата, а изразено како стапка, на тековните нивоа на аерозагадување се припишуваат 248,1 смртни случаи на 100 000 население (Табела 2). Ова претставува снижување на стапката на смртност споредено со претходниот тригодишен период (2021-2023 г.) кога стапката изнесуваше 298,9 смртни случаи на 100 000 население. Највисоката атрибутивна смртност е проценета за време на COVID-19 пандемијата, 4 449 смртни случаи (18,1 проценти од вкупната смртност и стапка на смртност од 371,1 на 100 000 жители, табела 2, график 1).

Опаѓачкиот тренд на атрибутивната смртност последователно на тоа и на атрибутивната стапка на смртност е прикажана на график 1.



График 2 Тренд на стапките на проценета атрибутивна смртност во РС Македонија

Извор: Проценки на авторот

Потребно е да се земе во предвид фактот дека Европската комисија во 2024 година изврши ажурирање на Директивата за квалитет на амбиентен воздух, при што ја снижи годишната гранична вредност за $PM_{2.5}$ честички за половина ($10 \mu g/m^3$). Истата, земјите членки треба да ја постигнат до 2030 година. Овој факт не оддалечува повторно од досега постигнатото, но исто така претставува предизвик со забрзан чекор да ги постигнеме овие целни вредности. Целта на ЕУ е воспоставување на траекторија кон постигнување на целта за нулта загадување на воздухот до 2050 година (**Zero pollution objective for air by 2050**), базирано на најновите научни докази и општествениот и технолошкиот развој. Притоа, ќе се обезбеди постепено подобрување на квалитетот на амбиентниот воздух до нивоа кои повеќе не се сметаат за штетни, во согласност со напорите за климатска неутралност.

Со надминување на новопоставената (ажурирана) гранична вредност на ЕУ Директивата (од $10 \mu g/m^3$), атрибутивната смртност во РС Македонија изнесува 2 277 смртни случаи (11,0проценти (8,4-12,2 проценти) од вкупната смртност, односно стапка од 190,0 смртни случаи на 100 000 жители). При истата гранична вредност, пресметано е дека Србија губи 7,1-18,8 проценти од вкупната смртност²⁴ додека Косово 8 проценти. Изразено како стапки на 100 000 жители под ризик а споредено со останатите земји од регионот, заради надминувањето на граничната вредност од $10 \mu g/m^3$, Косово губи 79.6 на 100 000 жители; Босна и Херцеговина 197 и 249 смртни случаи (за Тузла и Лукавац).²⁵

Студијата на СЗО за Западен Балкан од 2019 година проценила стапка од 150-250/100 000, додека Европската агенција за животна средина (ЕЕА) проценила 120-180 смртни случаи/100 000 за земјите со највисока стапка од Централна и Источна Европа (Бугарија, Унгарија, Романија и

²⁴ WHO. Health impact of air pollution in Serbia. 2019.

²⁵ Matkovic V, Mulić M, Azabagić S, Jevtić M. Premature Adult Mortality and Years of Life Lost Attributed to Long-Term Exposure to Ambient Particulate Matter Pollution and Potential for Mitigating Adverse Health Effects in Tuzla and Lukavac, Bosnia and Herzegovina. *Atmosphere*. 2020; 11(10):1107. <https://doi.org/10.3390/atmos11101107>

Хрватска). Според истиот извор, земји со најниска стапка се Нордиските земји со 20-30 смртни случаи/100 000.²⁶

Според Извештајот на ЕЕА, проценетата смртност за РС Македонија во 2023 година која може да се припише на загадувањето на воздухот со РМ честички изнесува 2 667 предвремени смртни случаи, и стапка од 222,5 на 100 000 жители.²⁷ Проценките за ЕУ-27 за истата година биле дека 182 399 луѓе предвремено ги изгубиле своите животи заради загадениот амбиентен воздух, што претставува стапка од 67,6 на 100 000 жители, стапка три пати пониска од стапката во нашата држава. Студија спроведена на ниво на градови во РСМ, за периодот 2012-2016 само во Скопскиот Регион проценила 1 205 смртни случаи (819-1 538 95проценти CI) кои можат да се припишат на тековниот квалитет на амбиентен воздух, додека во Тетово, атрибутивната смртност изнесувала 265 (187-327 95проценти CI).²⁸

Мора да се назначи дека проценките на ЕЕА со националните не се целосно споредливи од причина што националните користат измерени концентрации на РМ_{2.5}, а не пондерирани според население како што користи ЕЕА, но исто така, стапките изведени во националниот Извештај се изведени на број на население согласно последниот Попис на население (резидентно население) од 2021 година.

Проценки на специфичната атрибутивна смртност

Во овој Извештај ги ажуриравме и проценките во однос на специфичната смртност во РС Македонија од циркулаторни болести (I00-I99), респираторни заболувања (J00-J99) како и смртноста од рак на бели дробови (C34). Целта е да се процени колку животи годишно се губат заради надминување на граничната вредност за РМ_{2.5} од ажурираното Упатство за квалитет на амбиентен воздух на СЗО (5 µg/m³).

Од табела 3, може да се заклучи дека проценетата атрибутивна смртност заради **циркулаторни заболувања** за осумгодишниот период, се движи од 1373-3491 смртни случаи кои можат да се припишат на надминувањата на граничната вредност на СЗО и тековната изложеност во дадената година. Највисока атрибутивна смртност е забележана во 2017 година (3491) односно стапка од 291,3/100 000 жители.

Табела 3 Проценета атрибутивна специфична смртност во РС Македонија заради циркулаторни заболувања (I00-I99) за периодот 2017-2024 година

година	Атрибутивни случаи	Атрибутивна пропорција (%)	Стапка/100 000 жители
2017	3491	31,3	291,3
2018	2686	25,3	224,1
2019	2723	25,7	227,2
2020	1609	23,3	134,2
2021	2252	22,0	187,9
2022	2019	21,8	168,5
2023	1634	18,5	136,4
2024	1373	18,5	114,5

²⁶ European Environment Agency (2021), Air quality in Europe – 2021 report.

²⁷ Eurostat. Health Impact of Air Pollution. Accessed on March, 2026

²⁸ Димовска Мирјана. Примена на методите за проценка на ризик во услови на високо урбано аерозагадување во РМ. Докторска дисертација. 2019. Медицински факултет Скопје, УКИМ.

Извор: Проценки на авторот

Од график 3 пак може да се забележи опаѓачкиот тренд на атрибутивната смртност од циркулаторни заболувања која пред сè се должи на опаѓачкиот тренд на концентрацијата на $PM_{2.5}$ честички ($40,9 \mu g/m^3$ во 2017 година и $25,0 \mu g/m^3$ во 2023 и 2024 година). Иако не е опфатена со овие проценки, и во 2025 година, концентрацијата на $PM_{2.5}$ е пониска од претходните години и истата изнесува $23,1 \mu g/m^3$ (график 1). Исто така треба да се потенцира зголемената смртност од циркулаторни заболувања во 2021 година, и последователното стабилизирање на трендот после COVID-19 пандемијата.



Извор: Проценки на авторот

График 3 Стапки на проценетата атрибутивна смртност заради циркулаторни заболувања во РС Македонија

Проценките на атрибутивната смртност заради **респираторни заболувања** во периодот 2017-2024 година, покажуваат дека истата е значително (десет пати) пониска споредено со атрибутивната смртност од циркулаторните заболувања (табела 4, график 4).

Табела 4 Проценета атрибутивна специфична смртност во РС Македонија заради респираторни заболувања (J00-J99) за периодот 2017-2024 година

година	Атрибутивни случаи	Атрибутивна пропорција (%)	Стапка/100 000 жители
2017	247	29,0	20,6
2018	187	23,4	15,6
2019	215	23,8	17,9
2020	321	21,5	26,8
2021	242	20,3	20,2
2022	201	20,1	16,8
2023	161	17,0	13,4
2024	141	17,0	11,8

Извор: Проценки на авторот

Највисоката проценета атрибутивна смртност заради болестите на дишните патишта, очекувано, е забележана во 2020 година (COVID-19 пандемијата), кога стапката изнесувала 26,8/100 000 жители. После тоа, се бележи повторно опаѓачки тренд односно стабилизација на стапките, каков што е и случајот со атрибутивната смртност од циркулаторни заболувања (табела 4, график 4).



График 4 Тренд на стапките на проценетата атрибутивна смртност заради респираторни заболувања во РС Македонија

Извор: Проценки на авторот

Конечно, ја оценивме и атрибутивната **смртност од рак на бели дробови** во РС Македонија. Табелата 5 прикажува јасен опаѓачки тренд на атрибутивниот товар низ периодот 2017–2024, со неколку помали отстапувања.

Во однос на атрибутивните случаи, се забележува континуирано намалување од 195 случаи во 2017 година на 143 во 2023 година. Атрибутивната пропорција исто така има опаѓачки тренд, од 24,4 проценти во 2017 на најниска вредност од 17,3 проценти во 2023 и 2024 година. Ова сугерира дека релативното учество на ризик-факторот во вкупниот товар на болеста се намалува со тек на време, иако не е строго линеарно

Табела 5 Проценета атрибутивна специфична смртност во РС Македонија заради рак на бели дробови (C34) за периодот 2017-2024 година

година	Атрибутивни случаи	Атрибутивна пропорција (%)	Стапка/100 000 жители
2017	195	24,4	16,3
2018	191	21,4	16,0
2019	186	21,6	15,6
2020	180	20,3	15,0
2021	152	19,5	12,7
2022	154	19,4	12,9
2023	143	17,3	11,9
2024	149	17,3	12,4

* на 100 000 население под ризик 25+

Извор: Проценки на авторот



График 5 Тренд на стапките на проценетата атрибутивна смртност заради рак на бели дробови во РС Македонија

Извор: Проценки на авторот

Кај стапката на атрибутивна смртност од рак на бели дробови на 100 000 жители, се забележува најизразен пад – од 16,3 во 2017 на 11,9 во 2023, со благ пораст на 12,4 во 2024. Овој индикатор, како стандардирана мерка, дополнително ја потврдува тенденцијата на намалување на јавноздравствениот товар (график 5).

Заклучоци

1. Континуираното следење на квалитетот на амбиентниот воздух во РС Македонија укажува на **јасен опаѓачки тренд на концентрациите на $PM_{2.5}$** во периодот 2017–2025 година, што корелира со намалување на атрибутивната смртност. Сепак, постигнатите нивоа **и понатаму значително ги надминуваат препораките на СЗО**, што укажува дека здравствениот ризик останува висок.
2. И покрај подобрувањата, **експозицијата на населението е универзална**, односно практично целото население е изложено на концентрации над референтните гранични вредности, што го позиционира аерозагадувањето како доминантен јавноздравствен ризик-фактор во државата.
3. **Проценетата атрибутивна смртност (2974 случаи, 14,3 проценти од вкупната смртност)** за периодот 2022–2024 заради надминување на граничната вредност од Упатството на СЗО за квалитет на амбиентен воздух, потврдува дека **загадувањето со $PM_{2.5}$ претставува значаен придонесувач кон предвремената смртност**, со стапка значително повисока од просекот на ЕУ.
4. Намалувањето на атрибутивната смртност во споредба со претходниот период делумно се должи на **постпандемската стабилизација на општата смртност**, што укажува на потреба од внимателна интерпретација или споредба на трендовите во контекст на надворешни епидемиолошки шокови.
5. Анализата на специфичната смртност покажува дека **најголемиот товар од аерозагадувањето е поврзан со циркулаторните заболувања**, што е конзистентно со современите епидемиолошки докази за системските ефекти на $PM_{2.5}$.
6. Иако се бележи **опаѓачки тренд кај респираторната и онколошката смртност (рак на бели дробови)**, овие ефекти остануваат значајни, особено во контекст на долготрајна експозиција.
7. Идентификуваните извори на загадување (особено согорување на биомаса и фосилни горива во домаќинствата) имаат **изразена сезонска варијабилност**, со доминација во зимскиот период, што укажува на структурен енергетски проблем.
8. Ранливите популациски групи (деца, трудници, стари лица и хронично болни) се **диспропорционално погодени**, што ја нагласува социјалната и здравствената нееднаквост и димензија поврзана со изложеноста.
9. Новите регулаторни рамки на ЕУ ($10 \mu g/m^3$ до 2030) и долгорочната цел за „нулта загадување“ до 2050 година поставуваат **значително построги стандарди**, што дополнително ја потенцира потребата од забрзани интервенции на национално ниво.

Проценетите економски загуби и трошоци, според Светска Банка (СБ) изнесуваат 5,2 проценти до 8,5 проценти од бруто националниот производ во 2016 година. Оттаму, постигнувањето на граничните вредности од стандардите на ЕУ и Упатството на СЗО за ситни честички ($PM_{2.5}$) во амбиентниот воздух, во ЕУ-27 би донел значајни потенцијални придобивки е заклучокот на СБ, но истото се однесува и на РС Македонија. Секогаш треба да се има во предвид е дека оваа атрибутивна смртност (и општа и специфична) е високо превентабилна.

Пристапот до податоци од виталната статистика (смртноста) е значително подобрен во последните години. Сепак, потребна е уште подетална дисагрегација на податоците (на едногодишни возрастни групи на население или пак дневна статистика за смртноста), за да можат да се спроведат студии кои ќе ги анализираат ефектите на краткотрајната изложеност на загаден воздух. Оваа препорака се однесува не само на Државниот завод за статистика туку и на институциите на системот кои агрегираат податоци, приоритет на кој што треба да се стави посебен акцент. Јавното објавување на податоците кои ги агрегираат, отворениот пристап до нив, или нивно навремено доставување до барателите во соодветен формат и дисагрегација, ќе овозможат генерирање на национални студии и тело на докази за овој значаен и приоритетен еколошки и јавно-здравствен проблем.

И оваа година останува заклучокот дека наодите од ваквиот тип на национални анализи, проценки и студии кои се фокусираат на бројот на загубени животи (предвремена смртност) заради изложеност на тековните нивоа на загадување на амбиентниот воздух, треба да бидат основа за креирање на целни политики, планови и акции со кои ќе се намалат не само концентрациите на загадувачките материји (суспендираните честички пред сè), туку и загубите во однос на човечки животи, скратување на очекуваното траење на животниот век и квалитетот на животот воопшто.

Конечно, она што е најважно, ваквите проценки и студии се моќна алатка за оценка на ефективноста на донесените политики, програми и имплементирани мерки во сите ресори и на сите нивоа (национално и локално).

Препораки

1. Неопходно е воспоставување на **континуиран, комплетен и квалитетно контролиран мониторинг систем**, со елиминација на прекините (дисконтинуитетот) во мерењата.
2. Да се имплементираат **интегрирани политики за намалување на емисиите од домаќинствата**, вклучително:
 - субвенционирање на чисти енергетски технологии,
 - замена на неефикасни печки,
 - забрзана гасификација и електрификација.
3. Реформа на енергетскиот сектор преку **постепено напуштање на лигнитот** и транзиција кон обновливи извори на енергија, во согласност со климатските и здравствените цели.
4. Развој на **одржлив урбан транспорт**, преку:
 - модернизација на јавниот превоз,
 - ограничување на стари возила,
 - стимулирање на ниско-емисиони и електрични возила.
5. Зајакнување на системите за **управување со отпад** со строго санкционирање на палењето отпад и подобрување на инфраструктурата.
6. Интеграција на **Health Impact Assessment (HIA)** како задолжителна компонента во креирањето на јавни политики во други ресори, особено во урбанизмот, енергетиката и транспортот.

7. Усогласување на националното законодавство со **ажурираните СЗО и ЕУ стандарди**, со јасно дефинирани временски рамки и индикатори за следење на напредокот.
8. Развој на **таргетиран (целни) интервенции за ранливите групи**, вклучително здравствен скрининг, едукативни програми и мерки за намалување на изложеноста.
9. Подобрување на **интерсекторската координација** (здравство, животна средина, енергетика, транспорт) со цел системски пристап кон проблемот.
10. Инвестиции во наука и континуирано унапредување на **епидемиолошките истражувања**, со вклучување на морбидитет, долгорочни кохортни студии и локално специфични CRF функции.
11. Зголемување на јавната свест преку **научно базирани комуникациски стратегии**, со акцент на индивидуалните и колективните мерки за намалување на ризикот.
12. Развој на **сценарија за здравствени придобивки (health benefits scenarios)** при различни нивоа на намалување на PM_{2.5}, како алатка за поддршка на политичкото одлучување.