

Въздействие от въвеждането на ниско- емисионна зона в София

Автори: Кейлин Лий, Йоан Бернар, Тим Далман, Кейлъб Браун, Джош Милър

DECEMBER 2021



ACKNOWLEDGMENTS

FIA Foundation and the International Council on Clean Transportation (ICCT) have established The Real Urban Emissions (TRUE) Initiative. The TRUE initiative seeks to supply cities with data regarding the real-world emissions of their vehicle fleets and equip them with technical information that can be used for strategic decision making. TRUE will use a combination of measurement techniques to produce a granular picture of the on-road emissions of the entire vehicle fleet by make, model, and model year.

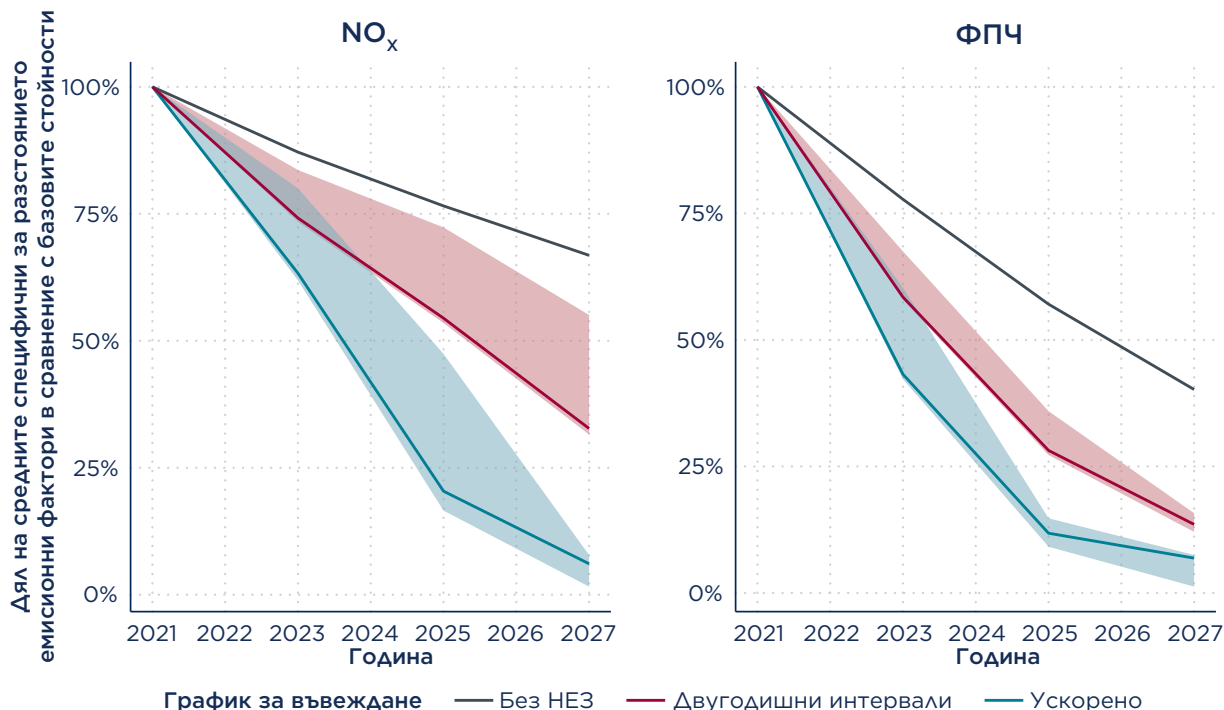
РЕЗЮМЕ

Жителите на София, България са изложени на нива на замърсяване на въздуха, които надвишават европейските стандарти за качество на въздуха и са сред най-високите, наблюдавани в европейските градове. Моторните превозни средства са важен източник на емисии на замърсители на въздуха и техният принос се подсилва от нарастващото използване на лични автомобили и сравнително стария автомобилен парк в града.

Столична община предприе стъпки за справяне с тези предизвикателства, последно с разработването на Комплексен план за подобряване на качеството на атмосферния въздух. Планът включва предложение за проектиране на нискоемисионна зона (НЕЗ), форма на ограничение на достъпа на превозни средства, което се прилага в много европейски градове за контрол

на замърсяването свързано с трафика. Тъй като подробностите за водената политика по отношение на НЕЗ са в процес на обсъждане, важно е да се разберат ползите от намаляването на емисиите, които различните схеми за въвеждане на НЕЗ носят, и колко бързо те се постигат.

За да се предостави информация по тези въпроси и да се подкрепят усилията на София за разработване на НЕЗ, в настоящото изследване се оценява въздействието на две от схемите за въвеждане на НЕЗ върху емисиите на азотни оксиди (NO_x) и фини прахови частици (ФПЧ) от пътнически автомобили в града. Използвайки базата данни с реални емисии от европейските превозни средства на инициативата TRUE и подробната информация за характеристиките на столичния автомобилен парк, в изследването се оценяват два графика за въвеждане: един, при който ограниченията се



Фигура ES1. Намаляване на средните специфични за разстоянието емисионни фактори на NO_x и ФПЧ спрямо базовите стойности (2021 г.) в резултат на въвеждане на „двугодишни интервали“ и „ускорено“ въвеждане на нискоемисионна зона, за разлика от случая без НЕЗ. Зацрихованите области показват диапазоните на възможните намаления на емисиите, които зависят от реакциите на собствениците на превозни средства, засегнати от ограниченията на НЕЗ.

затягат на всеки две години, и друг, при който те се затягат всяка година. Във всеки от случаите бяха анализирани множество сценарии, за да се проучи как различните реакции от страна на собствениците на автомобили с ограничен достъп биха повлияли на ползите от НЕЗ по отношение на емисиите.

Анализът констатира, че по-старите дизелови автомобили, сертифицирани за екологичен клас Евро 4 или по-нисък стандарт, които представляват около 30% от софийския автомобилен парк, са отговорни за 56% от общите емисии на NO_x и 85% от общите емисии на ФПЧ от пътнически автомобили през 2021 г. Фигура ES1 показва, че една НЕЗ, проектирана да ограничава тези стари превозни средства с високи емисии, е изключително ефективна при постигане на значително намаляване на емисиите. Когато ограниченията се прилагат на интервали от две години, намаляване на емисиите със 75 % спрямо настоящите нива би било постигнато шест до осем години по-рано за NO_x и четири до пет години по-рано за ФПЧ, отколкото при естествената подмяна на автомобилния парк, в зависимост от реакциите на засегнатите водачи. Същото ниво на намаляване на емисиите ще се ускори съответно с до четири и две години за NO_x и ФПЧ при сценария, при който ограниченията се затягат всяка година. Във всички случаи най-големи ползи от намаляването на емисиите се постигат, когато засегнатите собственици на превозни средства преминат към режими с нулеви емисии.

Тези констатации показват, че една добре проектирана НЕЗ може значително да ускори намаляването на емисиите на NO_x и ФПЧ в София. Заключениеето също така предполага, че за да се постигнат най-големите ползи по отношение на емисиите, НЕЗ трябва да стимулира водачите да избират алтернативи с нулеви

емисии, като например автомобили с нулеви емисии, обществен транспорт или ходене пеша. Същевременно една добре разработената НЕЗ следва да бъде съпроводена с подкрепящи политики, като например по-голям достъп до обществения транспорт и финансова подкрепа за закупуване на чисти автомобили, за да се намалят неблагоприятните въздействия върху населението с по-ниски доходи. И накрая, ефективността на една НЕЗ за намаляване на общите емисии в София ще зависи от територията, която ограниченията ефективно ще обхванат, която все още се обмисля. Една амбициозна политика за НЕЗ, която разширява териториалния обхват на НЕЗ, би довела до по-големи ползи от намаляването на емисиите за по-голяма част от жителите.

ВЪВЕДЕНИЕ

София, столицата на България, е един от най-замърсените градове в Европа. Концентрациите на фини прахови частици (ФПЧ) в София редовно надвишават годишните лимити на Световната здравна организация и стандартите за качество на въздуха на Европейския съюз. Излагането на замърсяване на въздуха е причина за редица неблагоприятни последици за здравето, включително респираторни и сърдечно-съдови заболявания. Европейската агенция по околна среда (ЕАОС) изчислява, че 13 920 случая на преждевременна смърт в България през 2018 г. се дължат на излагане на фини прахови частици ($\text{PM}_{2.5}$), азотен диоксид (NO_2) и озон (O_3), ниво, което отчитаайки населението, е 2,2 пъти по-високо от средното за страните от ЕС-27 и Обединеното кралство.¹ Качеството на въздуха като цяло е по-лошо в големите

¹ European Environment Agency, "Bulgaria - Air Pollution Country Fact Sheet 2020," November 23, 2020, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2020-country-fact-sheets/bulgaria>.

градове като София, отколкото в други части на България. Изследователите са установили, че социалните разходи на София свързани със замърсяването на въздуха, количествено определени на базата на отрицателните въздействия върху здравето, са най-високите в България и повече от седем пъти над тези на втория най-замърсен град в страната.²

Използването на лични автомобили е един от основните източници на замърсяване на въздуха в София,³ а населението на града става все по-моторизирано през последните няколко години. Нивото на моторизация през 2020 г. от 663 автомобиля на 1000 жители е с 29% по-високо от нивото от нивото през 2016 г. от 515 автомобиля на 1000 жители.⁴ Други големи европейски градове обикновено имат ниво на използване на автомобили под 450 на 1000 души.

Освен нарастващата употреба на автомобили, възрастта на автомобилния парк на София също допринася значително за замърсяването на въздуха. Средната възраст на автомобилите в София е 18 години, а над половината от всички автомобили в София са над 16 годишни.⁵ За разлика от това средната възраст на автомобилите в ЕС е 11,5 години.⁶ По-големият дял на по-старите автомобили е пагубен за качеството на въздуха в

града, тъй като по-старите автомобили, като например дизеловите автомобили по стандарти преди Евро 5, отделят значително повече емисии на ФПЧ и NO_x от тези, сертифицирани по по-новите стандарти. В момента обаче в София няма правила, които да ограничават използването на по-старите и по-замърсяващи автомобили.

Столична община наскоро прие Комплексна програма за подобряване на качеството на атмосферния въздух (ПКАВ), в която над 80% от бюджета е заделян за транспортни мерки.⁷ Програмата очертава предварителни планове за въвеждане на нискоемисионна зона (НЕЗ), форма на регулиране на достъпа на превозни средства, приета в много европейски градове като мярка за намаляване на замърсяването, свързано с трафика, и на други емисии на парникови газове (ПГ). НЕЗ обикновено ограничават достъпа на превозни средства до определена зона въз основа на техните емисионни показатели или стандарти. Особено в градовете, където преобладават по-старите замърсяващи превозни средства, НЕЗ може да бъде ефективен начин за намаляване на нивата на емисиите в рамките на определената зона. Ефективността на НЕЗ при намаляването на емисиите е добре документирана, въпреки че докладваните нива на намаляване на емисиите, дължащи се на въвеждането на НЕЗ, се различават в зависимост от градовете.⁸

Първоначалните стъпки за въвеждането на НЕЗ, очертани в ПКАВ на София,

2 Sandra de Bryun, "Health Costs of Air Pollution in European Cities and the Linkage with Transport" (CE Delft, October 2020), https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_190272_Health_costs_of_air_pollution_in_European_cities_and_the_linkage_with_transport_Def.pdf.

3 "Sofia Urban Challenge: Finding Agile Solutions to Air Quality," eit Climate-KIC, accessed July 23, 2021, <https://www.climate-kic.org/success-stories/sofia-urban-challenge/>.

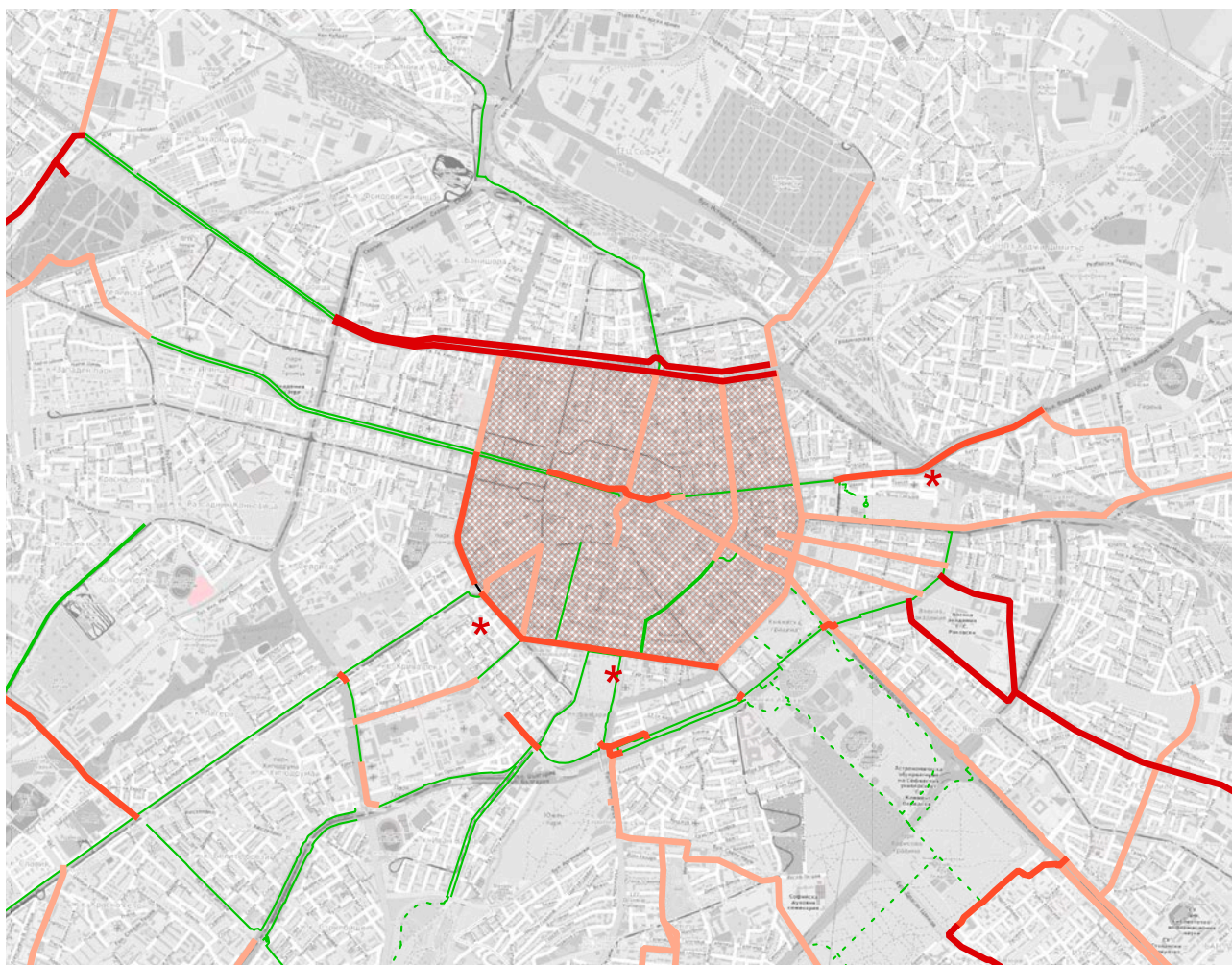
4 Софияплан, „Анализ на Общинско предприятие „Софияплан“ на транспортната инфраструктура 2021 г. (Резюме).“ март 2021 г.

5 Софияплан, „Анализ на Общинско предприятие „Софияплан“ на транспортната инфраструктура 2021 г. (Резюме).“

6 European Automobile Manufacturers' Association, "Average Age of the EU Vehicle Fleet, by Country," February 1, 2021, <https://www.acea.auto/figure/average-age-of-eu-vehicle-fleet-by-country/>.

7 European Public Health Alliance, "Fighting Air Pollution: There Are More Cars in Sofia than the Average for the EU's Largest Cities," June 2, 2021, <https://epha.org/fighting-air-pollution-there-are-more-cars-in-sofia/>.

8 Jens Müller and Yoann Le Petit, "Low-Emission Zones Are a Success - but They Must Now Move to Zero-Emission Mobility" (Transport & Environment, September 2019), https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_09_Briefing_LEZ-ZEZ_final.pdf; "ULEZ Reduces 13,500 Cars Daily & Cuts Toxic Air Pollution by a Third," Press release, Mayor of London, October 21, 2019, <https://www.london.gov.uk/press-releases/mayoral/ulez-reduces-polluting-cars-by-13500-every-day>.



Фигура 1. Територия, която се предвижда за въвеждане на нискоемисионна зона в София (защрихована в червено).

Включват събирането на реални данни за трафика и въвеждане на еко-стикери, с които се оценяват емисионните показатели на автомобилите.⁹ Териториалният обхват на НЕЗ, който понастоящем се разглежда, обхваща основно централната градска част, показана на Фигура 1, с възможност за включване на втора зона.¹⁰ Тази

територия отчасти съответства на центъра на града, където понастоящем не се разрешава влизането на тежкотоварни камиони с максимално допустимо тегло над 4 тона в рамките на определени часове от деня.¹¹ Тъй като подробните параметри на НЕЗ в момента се обсъждат за въвеждането ѝ през лятото на 2022 г., нашето изследване предоставя навременен анализ на потенциала на НЕЗ за намаляване на емисиите и други съображения, които политиките да вземат предвид.

9 Столичен Общински Съвет, "Приложение 14: Комплексна програма за подобряване качеството на въздуха на територията на Столична община за периода 2021-2026 г.," 26 април 2021 г., <https://www.sofia.bg/documents/20182/10412985/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+14.pdf/d522f805-bcd8-4ed7-9b85-00a10bdc1cbe>.

10 Столичен Общински Съвет, "Приложение 14: Комплексна програма за подобряване качеството на въздуха на територията на Столична община за периода 2021-2026 г.."

11 CLARS, "Sofia: Access Regulated by Other Requirements," Urban Access Regulations in Europe, accessed August 12, 2021, <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/bulgaria/sofia-ar>.

В настоящия доклад се използват данни за реалните емисии и натовареност на автомобилното движение, за да се изследват намаленията на емисиите, които могат да бъдат постигнати чрез въвеждане на НЕЗ при различни предположения по отношение на поведението на засегнатите водачи. Представеният тук анализ има за цел да подпомогне дискусиите по въвеждането на НЕЗ в София и да предостави информация за повишаване ефективността на проекта. Стъпвайки на нашите констатации, използваният в настоящото изследване проект на НЕЗ може да послужи като препоръка за НЕЗ в София при липса на съществуваща рамка. Документът завършва с обзор на последиците от водената политика, включително дискусии по други социални и икономически аспекти, които трябва да бъдат разгледани допълнително.

МЕТОДИ

В настоящия документ се оценяват потенциалните ползи от въвеждането на нискоемисионна зона, произтичащи от намаляването на емисиите, на базата на реални емисионни фактори на европейските автомобили и състава на автомобилния парк, характерен за София, България. Приемаме че ограничения на достъпа за различни групи превозни средства постепенно се прилагат към централната част на София, определена от града (Фигура 1). Разглеждаме два графика (времеви рамки) за въвеждане: един, при който ограниченията се затягат на всеки две години, и друг, при който ограниченията се затягат всяка година, който наричаме ускорено въвеждане на НЕЗ.

Промените в емисиите, произтичащи от графиците за въвеждане на НЕЗ, се определят чрез изчисляване на средните емисионни фактори за автомобилния парк, които се използват тук като аналог на промените в общите емисии, когато общото

натоварване на автомобилното движение остава постоянно. Анализът се основава на подхода, разработен и приложен в предишно изследване на инициативата TRUE, в което се изследва въздействието върху емисиите от прилагането на Парижката ниско-емисионна зона.¹² Докато предишното изследване беше фокусирано само върху емисиите на азотен оксид (NO_x), в настоящата разработка се разширява подхода като се вземат предвид и емисиите на фини прахови частици от ауспусите на автомобилите (ФПЧ).

Нашият анализ се фокусира върху емисиите на NO_x и ФПЧ, два от основните замърсители, предизвикващи загриженост, отделяни от моторните превозни средства и важни фактори за лошото качество на въздуха в София. В настоящия анализ оценяваме въздействието от прилагането на НЕЗ върху емисиите от пътнически автомобили, най-често срещаният тип превозни средства по пътищата на града. Макар и да не са включени в анализа, други типове превозни средства, като лекотоварните и тежкотоварните автомобили, също представляват важни източници на свързано с трафика замърсяване и трябва да се помисли за тяхното включване във всички проекти на НЕЗ за София.

В анализа се използват два източника на първични данни за определяне на (1) емисионните фактори на замърсителите за всяка група автомобили по тип гориво и по евростандарт, и (2) разпределението на автомобилите в движение в София по тип гориво, възраст и емисионен стандарт. Следващите раздели описват по-подробно тези източници на данни.

12 Yoann Bernard, Joshua Miller, Sandra Wappelhorst, and Caleb Braun "Impacts of the Paris Low-Emission Zone and Implications for Other Cities" (Washington, D.C.: ICCT, March 12, 2020), <https://theicct.org/publications/true-paris-low-emission-zone>.

ОЦЕНКА НА ЕМИСИОННИТЕ ФАКТОРИ ВЪЗ ОСНОВА НА ДАННИ ОТ ДИСТАНЦИОННОТО ОТЧИТАНЕ

Нашият анализ извежда зависещите от разстоянието емисионни фактори за NO_x и ФПЧ по вид гориво и емисионен стандарт от база данни с над 1,5 милиона измервания от 19 европейски компании с дистанционно отчитане. Базата данни от дистанционното отчитане предоставя по-точна картина на емисиите от реалния автомобилен трафик, които могат да се различават от измерените по време на типовото одобрение поради различни условия на шофиране и на средата, като например температура, скорост, ускорение и наклон на пътя. Емисионните фактори отразяват резултатите от най-актуалната база данни и следователно показват някои разлики с използваните в предишното ни изследване на въздействието на НЕЗ в Париж.

Някои преобразувания и изчисления бяха необходими за получаване на емисионните фактори, използвани в анализа. Измерванията с дистанционно отчитане осигуряват специфични за горивото емисии, изразени в грамове на килограм изгорено гориво. По този начин специфичните за разстоянието емисионни фактори за NO_x и ФПЧ, които използваме в изследването, бяха изчислени чрез използване на методики, разработени преди това от Международния съвет за чист транспорт (ICCT).¹³ Емисионните фактори за дизеловите и бензиновите автомобили екологичен клас Евро 0, или всички автомобили със стандарти за екологичен клас предшестващи Евро 1, за които нямаше достатъчно покритие в базата данни, бяха оценени

чрез прилагане на същата относителна промяна, показана в данни на ЕАОС за емисионните фактори.

Емисионните фактори за евростандартите, чиито измервания не бяха налични в нашите източници на данни, бяха определени въз основа на най-новите регламенти и информацията, предоставени от Европейската комисия. Евро 6d беше въведен едва от 2020 г., така че неговият емисионен фактор за NO_x беше определен въз основа на намалението на нормите, зададени от Европейската комисия, което позволи на автомобилите с енергиен клас 6d-TEMP да отделят 2,1 пъти повече от лабораторния лимит (коефициент на съответствие) при полеовото изпитване за типово одобрение, известно като Емисии при реални условия (RDE), но намалено до 1,43 пъти при последната стъпка от въвеждането на 6d.¹⁴ Допускаме, че няма да настъпят допълнителни промени в емисионните фактори на фини прахови частици както за дизелови, така и за бензинови автомобили екологичен клас Евро 6d, тъй като средните емисионни фактори от дистанционното отчитане вече бяха под сегашното ниво за екологичен клас Евро 6 (5 мг/км). Евро 7, който вероятно ще е последният и неутрален по отношение на горивото стандарт преди да се изисква всички автомобили да бъдат с нулеви емисии, се очаква да влезе в сила през 2025 г. Ето защо нашият анализ въвежда екологичен клас Евро 7 от година на модела 2025 г. с неутрален по отношение на горивото емисионен фактор за NO_x от 25 мг/км, ниво съответстващо на средната

13 Yoann Bernard Uwe Tietge, John German, and Rachel Muncrief, "Determination of Real-World Emissions from Passenger Vehicles Using Remote Sensing Data" (Washington, D.C.: TRUE Initiative, June 5, 2018), <https://theicct.org/publications/real-world-emissions-using-remote-sensing-data>.

14 European Commission, "Commission Regulation (EU) 2018/1832 of 5 November 2018 Amending Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Regulation (EC) No 692/2008 and Commission Regulation (EU) 2017/1151 for the Purpose of Improving the Emission Type Approval Tests and Procedures for Light Passenger and Commercial Vehicles, Including Those for in-Service Conformity and Real-Driving Emissions and Introducing Devices for Monitoring the Consumption of Fuel and Electric Energy (Text with EEA Relevance.)," Pub. L. No. 32018R1832, 301 OJ L (2018), <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1832/oj/eng>.

Таблица 1. Емисионни фактори за NO_x и ФПЧ за леките автомобили по вид гориво и по евростандарт.

Емисионен стандарт	Дата на одобрение	Дата на регистрация за всички	Дизел		Бензин	
			NO _x (мг/км)	ФПЧ (мг/км)	NO _x (мг/км)	ФПЧ (мг/км)
Евро 0			1134	125.1	624	8.8
Евро 1	Юли 1992 г.	Яну 1993 г.	1105	47.7	644	4.9
Евро 2	Яну 1996 г.	Яну 1997 г.	1169	48.1	538	4.1
Евро 3	Яну 2000 г.	Яну 2001 г.	945	37.9	284	2.9
Евро 4	Яну 2005 г.	Яну 2006 г.	790	20.2	141	2.4
Евро 5	Сеп 2009 г.	Яну 2013 г.	766	2.3	91	2.2
Евро 6	Сеп 2014 г.	Сеп 2015 г.	433	1.2	83	1.7
Евро 6d-TEMP	Сеп 2017 г.	Сеп 2019 г.	110	0.9	66	0.7
Евро 6d	Яну 2020 г.	Яну 2021 г.	75	0.9	45	0.7
Евро 7	Яну 2025 г.	Яну 2026 г.	25	0.9	25	0.7

Забележка: Датата на типово одобрение се отнася за датата, от която превозните средства могат да бъдат сертифицирани по стандарта, а датата на регистрация за всички се отнася за датата, до която всички нови превозни средства трябва да бъдат сертифицирани.

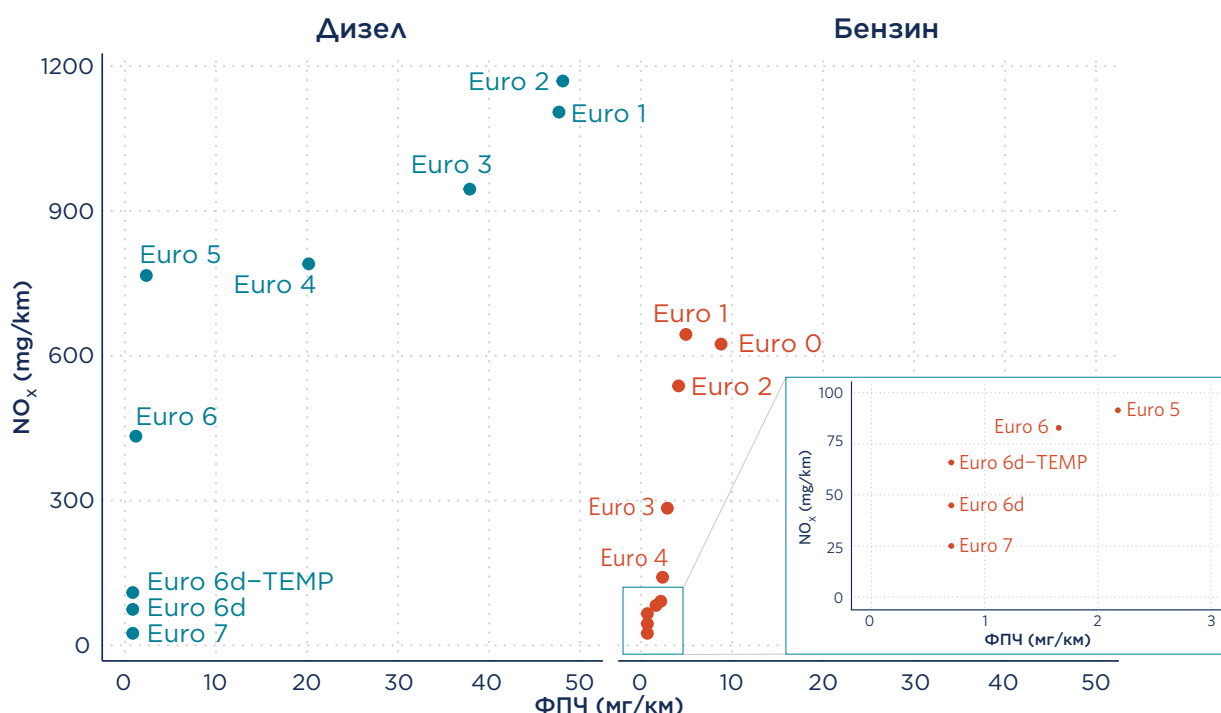
стойност на двата предвидени сценария, последно обсъждани от консорциум CLOVE.¹⁵ Подобно на Евро 6d, емисионните фактори за екологичен клас Евро 7 остават същите като нивата за Евро 6d-TEMP и Евро 6d, тъй като обсъжданият понастоящем лимит (2мг/км) надвишава резултатите от гистанционното отчитане. В нашия анализ се прави оптимистично предположение, че няма да се наблюдава по-нататъшно влошаване на емисиите през оставащия срок на експлоатация на всички автомобили след референтната точка през 2020 г. Емисионните фактори, използвани в настоящото изследване, са обобщени в Таблица 1.

Забележка: Датата на типово одобрение се отнася за датата, от която превозните средства могат да бъдат сертифицирани по стандарта, а датата на регистрация за всички се

отнася за датата, до която всички нови превозни средства трябва да бъдат сертифицирани.

На фигура 2 е представено сравнение на показателите за емисиите на NO_x и ФПЧ за всички групи евростандарти и типове гориво съгласно данните от гистанционното отчитане, което е полезно за идентифициране на групите автомобили с най-високи емисии от всеки вид, чието ограничаване може да доведе до най-големи ползи за НЕЗ. Групата на дизеловите автомобили екологичен клас Евро 0 не е показана на диаграмата, тъй като нейният емисионен фактор за ФПЧ (125 мг/км) значително надвишава (повече от два пъти) тези на следващите групи автомобили с най-високи емисии – дизеловите автомобили екологичен клас Евро 1 или Евро 2. Нашите изчисления за емисионните фактори показват, че по-старите дизелови автомобили, а именно преди евростандартите (Евро 0) и Евро 1, 2, 3, 4, отделят значително повече от техните бензинови еквиваленти.

¹⁵ CLOVE Consortium, "Additional Technical Issues for Euro 7 LDV" (Advisory Group on Vehicle Emission Standards (AGVES), Brussels, April 27, 2021), <https://circabc.europa.eu/w/browse/f57c2059-ef63-4baf-b793-015e46f70421>.



Фигура 2. Сравнение на показателите за емисиите на NO_x и ФПЧ по евростандарт и тип гориво.

НАСТОЯЩ ДЯЛ НА ЛЕКИТЕ АВТОМОБИЛИ И ЕМИСИИТЕ ПО ГРУПИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

Източници като регистрационни и инвентаризационни данни за превозните средства често се използват за определяне на разпределението на автомобилния парк на даден град по видове гориво, възраст и стандарт за емисиите. При липса на такива източници обаче ние използваме резултатите от изследването с дистанционно отчитане в София за 2020 г. като аналог на натоварването на автомобилния парк на София и признаваме, че изборният източник може да не е напълно представителен за автомобилния парк. Ограниченията са разгледани допълнително в заключителния раздел на настоящия документ.

Кампанията за дистанционно отчитане беше проведена от проект “Зелена София” и ОП “Столичен автотранспорт” с помощта на инструмента RSD

AccuScan 5000 за период от 5 дни между 25 септември и 5 октомври 2020 г. Инвентаризацията на автомобилния парк беше извършена на локация в близост до Борисовата градина в ж.к. „Яворов“, София. По време на кампанията бяха събрани общо 10 621 измервания от 9 553 уникални автомобили. Поради усложнения, възникнали по време на кампанията, данните за емисиите от дистанционното отчитане бяха компрометирани и използването им не беше възможно. Въпреки това техническата информация на извадката от автомобилния парк беше получена чрез информацията от регистрационните номера, събрана по време на кампанията, и е използвана в настоящото изследване за определяне на характеристиките на парка от леки автомобили в София. Въпреки малко ограничения характер на този набор от данни, той успя да предостави по-пълна картина на натоварването на автомобилния трафик по евростандарт и тип гориво в София, отколкото неотдавнашното изследване за мобилността, в което липсваха

ганни за евростандартите на 56,5% от пътническите автомобили.¹⁶ Ние обаче отбелязваме, че това може да не представлява точно разпределението на автомобилния парк в целия град поради малкия размер на извадката, ограниченото географско покритие и времето, в което са били направени измерванията.

Този набор от необработени данни съдържа 6 957 измервания на 6 284 уникални пътнически автомобили от всички видове гориво, при които автомобилите с втечен нефтен газ и съгъстен природен газ представляват съответно 11 % и 5 % от автомобилния парк. С цел по-опростено представяне тези автомобили бяха групирани с бензиновите автомобили, тъй като те имат един и същ тип системи за последваща обработка с принудително запалване и тристепенен катализатор, за които в настоящия анализ приемаме, че водят до подобни емисионни фактори за NO_x и ФПЧ. Въпреки наличието на Евро 6d, Евро 6d-TEMP не беше наличен в първоначалните данни и поради това беше установен чрез свързване на датите на регистрация на превозните средства с датите за типово одобрение по евростандартите. По-конкретно, всички превозни средства по стандарта Евро 6d, регистрирани преди датата на типово одобрение за Евро 6d (януари 2020 г.), бяха разглеждани като автомобили по стандарта Евро 6d-TEMP.

Първоначалната ни оценка на набора от данни показва, че средната възраст на уникалните пътнически автомобили в София е 13 години, няколко години по-ниска от отчетената средна възраст на всички автомобили през 2018 г., но въпреки това по-висока от средната възраст на автомобилите в ЕС.¹⁷ Измерванията на пътнически автомобили на възраст 13 и повече

години представляват 56% от общия брой измервания, което е в съответствие със статистиката за пътническите автомобили на „Софияплан“ и предполага, че тези автомобили се използват активно в града.¹⁸ Повече от половината (54%) от автомобилите на възраст 13 години и повече са с бензинов двигател. Като цяло бензинови автомобили се наблюдават по-често отколкото дизелови в измерванията с дистанционно отчитане в София през 2020 г., както се вижда от по-високия дял на бензиновите автомобили в общите измервания (56% бензинови и 44% дизелови).

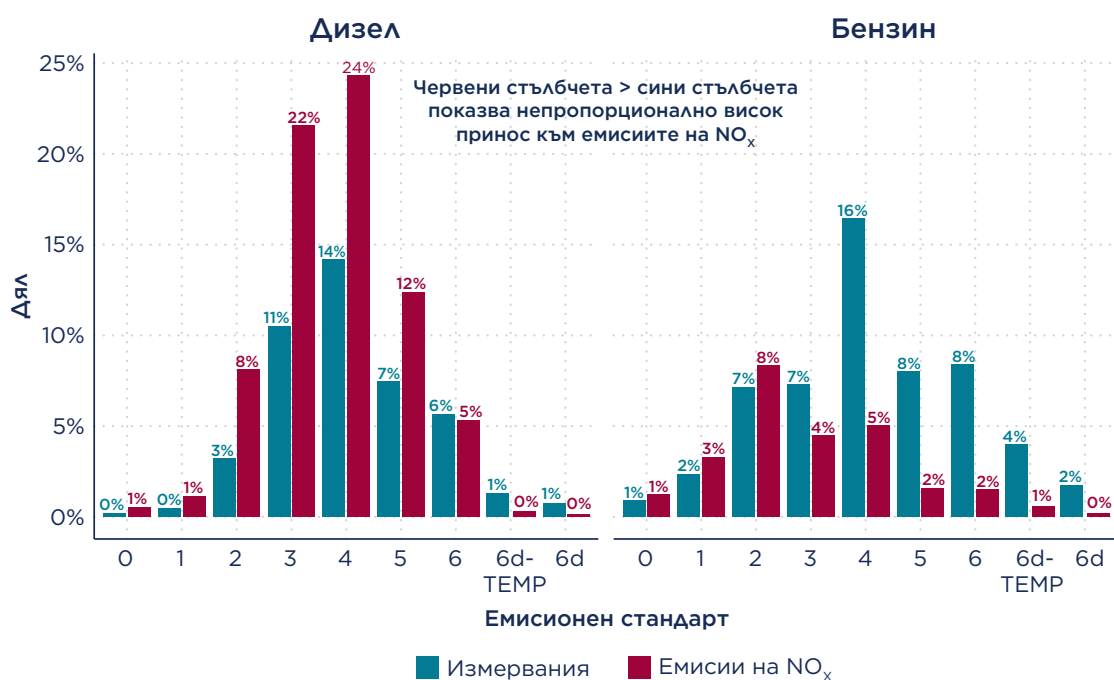
Дяловете на измерванията и дяловете на емисиите NO_x и ФПЧ, изчислени за всяка група автомобили, са показани на Фигура 3. Делът на емисиите на всяка група автомобили беше получен чрез умножаване на изчисления специфичен за разстоянието емисионен фактор по броя на измерванията за всяка група и изчисляване на дела от общото ниво на всеки замърсител. След това дяловете на емисиите бяха сравнени с дяловете на измерванията, за да се определят точно групите автомобили, които допринасят непропорционално за общите емисии.

Резултатите за емисиите на NO_x показват, че дизеловите автомобили са отговорни за 74% от общите емисии от леки автомобили в София. Дизеловите автомобили по стандарти Евро 3 и 4 са групите автомобили с най-високи емисии, които представляват едва около 25% от общите измервания, но които допринасят с близо 50% от общите емисии на NO_x от софийския автомобилен парк. Само дизеловите автомобили, сертифицирани по Евро 6 и по-новите стандарти, показват намаляващ принос за общите емисии на NO_x. Това се дължи не само на факта, че те отделят по-малко NO_x от предишните стандарти, но и на относително малкия им дял (6 %) от

¹⁶ Софияплан.

¹⁷ Софияплан.

¹⁸ Софияплан.



Фигура 3. Дял на емисиите на NO_x и дял от измерванията за всеки евростандарт и тип гориво.

общия парк на пътническите автомобили. Важно е обаче да се отбележи, че макар дизеловите автомобили по стандарт Евро 6 да са подобрили емисионните си показатели в сравнение с по-старите дизелови автомобили, те показват повишени нива на „реални“ емисии NO_x, които не съответстват на лимитите за ЕС.¹⁹ Като цяло изглежда, че бензиновите автомобили допринасят по-малко за емисиите на NO_x отколкото техните дизелови еквиваленти. Например, най-често измерваната група автомобили, бензинови автомобили Евро 4, представлява 16% от софийския автомобилен парк, но е отговорна за едва 5% от общите емисии на NO_x.

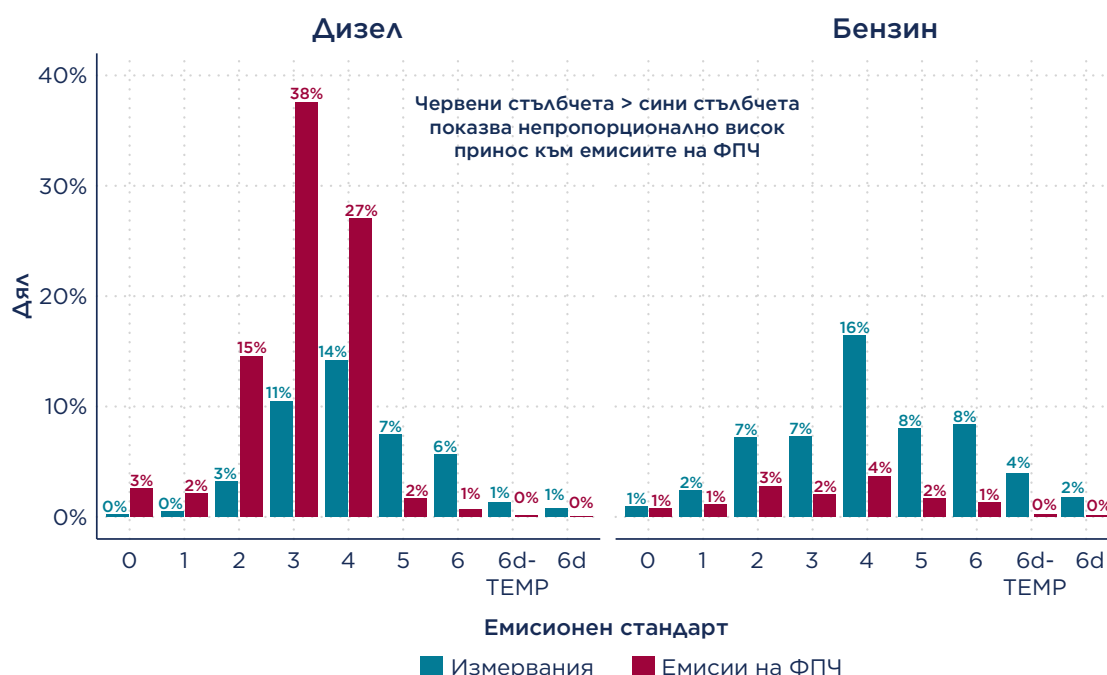
На Фигура 4 е показано подобно разпределение на емисиите от фини прахови частици; 86% от общите емисии на фини прахови частици се дължат на дизеловите автомобили, а на автомобилите по стандарти Евро 3 и

4 се пада най-големия дял на емисиите, съставляващ 65% от емисиите на фини прахови частици при едва 25% дял от измерванията. Въпреки това автомобилите по стандарти след Евро 4 показват значително по-ниски нива на фини прахови частици (ФПЧ) в резултат от въвеждането на филтри за прахови частици за дизелови двигатели (DPF). Подобно на емисиите NO_x, бензиновите автомобили се представят по-добре по отношение на емисиите ФПЧ в сравнение с техните дизелови аналози. Като цяло бензиновите автомобили съставляват 56% от автомобилния парк в София и допринасят с 14% към общите емисии на фини прахови частици.

ПРОЕКТИРАНЕ НА НИСКО-ЕМИСИОННА ЗОНА В СОФИЯ

Въз основа на предварителната оценка на данните от кампанията за дистанционно отчитане от 2020 г. и реалните емисионни фактори, ние сме в състояние да проектираме схема за въвеждане на нискоемисионна зона. Предполагаме, че предложената НЕЗ

¹⁹ Yoann Bernard, "Real-World NOx Emissions from Remote Sensing: An Update of the TRUE Rating," *ICCT Staff Blog* (blog), December 17, 2018, <https://theicct.org/blog/staff/true-rating-update-dec2018>.



Фигура 4. Дял на емисиите на ФПЧ и дял на измерванията за всеки евростандарт и тип гориво от кампанията за дистанционно отчитане през 2020 г.

обхваща територията, която в момента се обсъжда от градските власти и е показана на Фигура 1. Ние изследваме въздействието на два различни графика за въвеждане на НЕЗ: един, при който нов етап се въвежда на всеки две години от 2022 до 2032 г., и един по-ускорен график, при който всеки нов етап се въвежда ежегодно от 2022 до 2027 г. Това постепенно прилагане на ограниченията е стандартна практика на съществуващите НЕЗ в европейските градове, като например Брюксел, Милано и Париж.

Схемата на НЕЗ, която проектирахме за София, е представена в Таблица 2. В модела преди всичко се отчита възрастта, разпределението на измерванията в набора от данни от дистанционно отчитане през 2020 г. и дялът на емисиите на засегнатите групи автомобили, за да се гарантира, че емисиите се намаляват ефективно, без да се натоварват прекалено много собствениците на автомобили. В случая на София, дизеловите автомобили по стандарт Евро 3 и 5 и бензиновите

автомобили по стандарт Евро 2, 3 и 4 имат най-голям дял от общия автомобилен парк и следователно не се спират едновременно. Освен това, тъй като по-старите автомобили често принадлежат на лица с по-ниски доходи, за насърчаване на по-справедливо въвеждане на НЕЗ беше предпочетена схема, при която постепенно се увеличава броят на засегнатите евростандарти.²⁰

НЕЗ е проектирана така, че по-старите, по-замърсяващи автомобили да бъдат забранени първи, започвайки от 2022 г., като допълнителни ограничения се въвеждат в рамките на 6 етапа. Разрешените в НЕЗ групи автомобили постепенно се ограничават до 2032 г., като в крайна сметка се допускат само дизелови автомобили със сертификат по стандартите Евро 7 и бензинови автомобили със сертификат по стандартите Евро 6d и 7. По-ускореното въвеждане на НЕЗ предлага нови етапи всяка година и достига Етап 6 до 2027 г. До четвъртия етап от въвеждането на

²⁰ Müller and Le Petit, "Low-Emission Zones Are a Success - but They Must Now Move to Zero-Emission Mobility."

Таблица 2. Проектиране на зона с ниски емисии за София

Етап	Минимален стандарт		График за въвеждане (година)	
	Дизел	Бензин	Двугодишни интервали	Ускорено
	Без ограничения	Без ограничения	2021	2021
1	Евро 3	Евро 2	2022	2022
2	Евро 4	Евро 3	2024	2023
3	Евро 5	Евро 3	2026	2024
4	Евро 6	Евро 4	2028	2025
5	Евро 6d	Евро 5	2030	2026
6	Евро 7	Евро 6d	2032	2027

НЕЗ всички засегнати автомобили ще са на възраст над 13 години, което е около средната възраст на пътническите автомобили в София през 2020 г. По този начин първоначалните етапи от въвеждането на НЕЗ ще насърчат подмяната на най-старите автомобили с най-високи емисии от автомобилния парк, като същевременно се избягва налагането на прекомерна тежест върху собствениците на сравнително нови автомобили. Освен това времето за изпълнение от 6 до 11 години ще даде на собствениците на автомобили достатъчно време, за да планират своите покупки на нови автомобили.

МОДЕЛИРАНЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ОТ ВЪВЕЖДАНЕТО НА НЕЗ ВЪРХУ СРЕДНИТЕ ЕМИСИОННИ НОРМИ НА АВТОМОБИЛНИЯ ПАРК

За да се симулират въздействията на предложената схема за въвеждане на НЕЗ върху емисиите от пътнически автомобили, средните емисионни фактори за NO_x и ФПЧ бяха моделирани за четири различни сценария:

1. *Без НЕЗ:* базов сценарий, при който се представя естествената подмяна на автомобилния парк без въведена НЕЗ

2. *Купуване на минимално изискваното:* собствениците на автомобили заменят настоящите си автомобили с такива отговарящи на абсолютно минималния стандарт в отговор на ограниченията
3. *Купуване на най-чистия бензин:* собствениците на автомобили заменят настоящите си автомобили с бензинови автомобили типове одобрени по най-новия наличен евростандарт²¹
4. *Преминаване към вариант с нулеви емисии:* хората преминават към варианти с нулеви емисии, като шофиране на автомобили с нулеви емисии, ползване на обществен транспорт или ходене пеша²²

При всички сценарии приемаме, че от 2025 г. се въвеждат стандарти Евро 7 и всички нови автомобили, произведени след 2026 г., отговарят на стандартите Евро 7.

21 Тези нови автомобили ще бъдат типове одобрени по стандарта за емисии Euro 6d за времевата рамка 2022-2024 г. и по стандарта за емисии Euro 7 от 2025 г. нататък.

22 За опциите с нулеви емисии, които не включват пътнически автомобили, като например обществен транспорт и ходене пеша, ние приемаме, че емисиите на ФПЧ и NO_x се изразяват в километри разстояние, което иначе би било изминато с пътнически автомобили.

За да симулираме естествената подмяна на автомобилния парк в София, ние приемаме постоянно разпределение по възраст на дизеловите и бензиновите автомобили във времето. Това разпределение е получено от кампанията за дистанционно отчитане в София през 2020 г.²³ За останалите сценарии приемаме, че всички собственици на автомобили, засегнати от етапите на въвеждане на НЕЗ, реагират на ограниченията съгласно посоченото в сценариите по-горе. Ние също така приемаме пълно съответствие на всички водачи с ограниченията на НЕЗ. Нашият анализ не разглежда промените в общото натоварване на автомобилното движение в НЕЗ, а се фокусира само върху промените в средните емисионни фактори в резултат от ограниченията на НЕЗ.

За да дадем контекст за това какво означава определено намаление на средния емисионен фактор, ние представяме въздействието от въвеждането на НЕЗ по отношение на емисиите от гледна точка на спестеното време за постигане на определени цели за намаляване на емисиите в сравнение с базовия сценарий без НЕЗ. Разглеждаме две цели за намаляване на емисиите: точките, в които средните емисионни фактори са намалени с 50% и 75% спрямо нивото от 2021 г. без НЕЗ. Приемайки че намаляването на средния емисионен фактор е линейно между етапите, първо извличаме годините, през които за всички сценарии, включително за

базовия, се намалява наполовина и на една четвърт от първоначалния среден емисионен фактор чрез интерполация и сравняваме очакваните времеви рамки, за да установим колко по-рано поставените цели за намаляване на емисиите се постигат с помощта на НЕЗ.

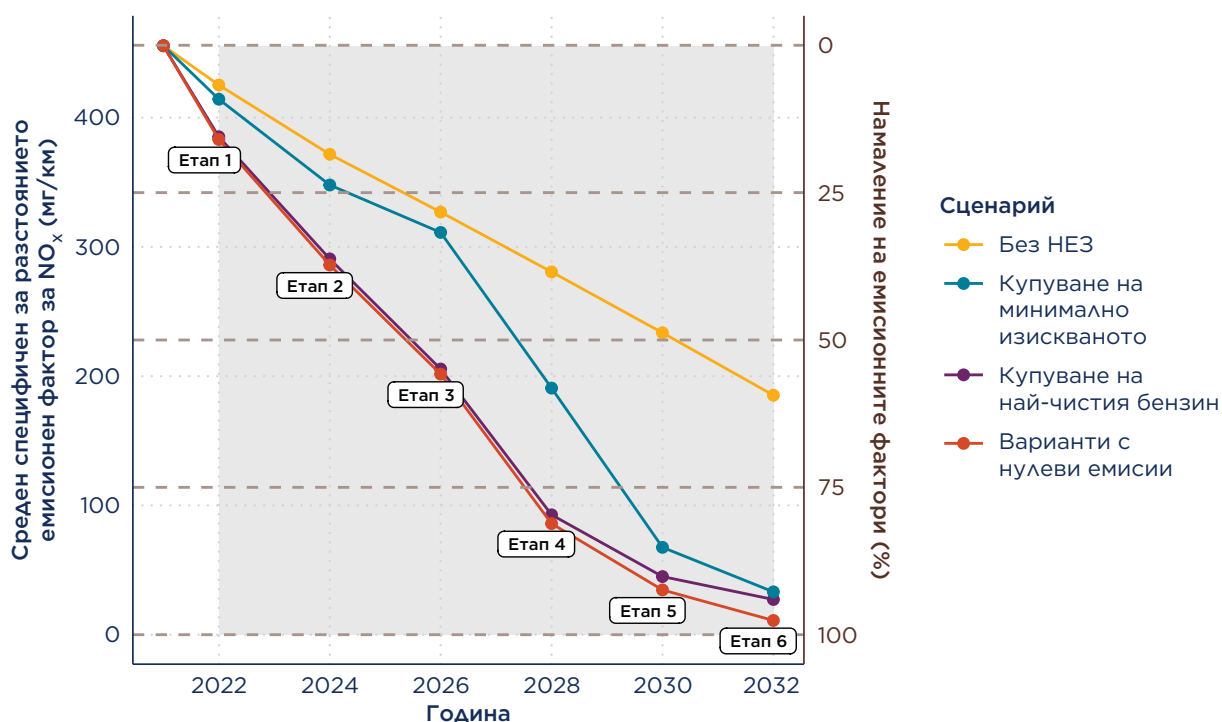
ПРОГНОЗИРАНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ

За да се оцени въздействието на НЕЗ върху емисиите на NO_x и ФПЧ, специфичните за разстоянието средни емисионни фактори за автомобилния парк (mg/km) се представят за референтната година и за всички етапи на въвеждане на НЕЗ за четири различни сценария, включително за базовия сценарий. Използваме 2021 г. като референтна година, тъй като приемаме, че НЕЗ ще бъде въведена поетапно от 2022 г. Базовият сценарий описва естествената подмяна на автомобилния парк в София, който показва намаляващи средни емисионни фактори за NO_x и ФПЧ, тъй като по-старите автомобили се заменят с по-нови автомобили, които имат по-добри емисионни показатели. Важно е да се отбележи, че ние приемаме общото натоварване на автомобилното движение да остане постоянно.

ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ЕМИСИИТЕ ОТ ВЪВЕЖДАНЕТО НА НЕЗ НА ДВУГОДИШНИ ИНТЕРВАЛИ

В сравнение с базовия сценарий и трите сценария за НЕЗ показват по-стръмни низходящи траектории на средните емисионни фактори на NO_x , както е показано на Фигура 5. По-специално сценарият, при който неотговарящите на изискванията автомобили се заменят с най-чистите съответстващи на изискванията бензинови автомобили, и сценарият, при който те преминават към опции или автомобили с нулеви

²³ Euro стандартите за автомобили често се определят чрез сравняване на датите на регистрация на отделните автомобили с датите за типово одобрение или датите за прилагане на Euro стандартите. При този метод обаче не се разглежда възможността автомобили да бъдат типово одобрени по различни евростандартни след една година. За да се отрази по-точно специфичното за София натоварване на автомобилното движение, дяловете на различните типово одобрени евростандартни за всяка година от модела бяха определени въз основа на данните от дистанционното отчитане и въведени в симулации. Автомобилите в София обикновено се регистрират по-близо до датата, до която всички автомобили трябва да отговарят на по-новия стандарт и се покрива възможно най-стария стандарт.



Фигура 5. Въздействието на ниско емисионните зони върху средните за автомобилния парк фактори за емисиите на NO_x от пътнически автомобили при четири сценария. Сивата заштрихована зона показва времевата рамка за въвеждането на НЕЗ.

емисии, описват сходни траектории до Етап 4. Това се дължи на факта, че при предишния сценарий бензиновите автомобили, които отделят много по-малко NO_x от техните съответстващи на изискванията дизелови еквиваленти, заемат все по-голям дял в общия автомобилен парк. Освен това автомобилите с високи емисии по стандарти Евро 4 и 5 се заменят с бензинови автомобили по стандарт Евро 6d, които изпускат 95% по-малко емисии NO_x от дизеловите автомобили по стандарт Евро 5. Това подчертава факта, че ако засегнатите водачи заменят своите несъответстващи на изискванията автомобили с най-чистия наличен вариант на бензин, потенциалната ефективност на НЕЗ за справяне с емисиите на NO_x е значителна дори и без да се разглеждат вариантите с нулеви емисии.

Въздействието на НЕЗ върху средните емисионни фактори за NO_x при най-песимистичния сценарий, при който

неотговарящите на изискванията автомобили се заменят с автомобили, отговарящи на минималните разрешени стандарти, показва известно забавяне в сравнение с другите два сценария. На Етап 3 средният емисионен фактор за NO_x при сценария за купуване на минимално изискваното е само с 5 % по-нисък от този при сценария без НЕЗ, докато емисионните фактори при сценариите за купуване на най-чистия бензин и за преминаване към вариант с нулеви емисии са съответно с 37 % и с 38 % по-ниски в сравнение с базовия сценарий. Ограниченията преди Етап 4 изглежда носят малко ползи, тъй като дизеловите автомобили по стандарти Euro 4 и 5 все още съставляват голяма част от автомобилния трафик и отделят над 75% повече NO_x от автомобилите със сертификат по следващия стандарт Евро 6. На Етап 4, сценарият за купуване на минимално изискваното постига среден емисионен фактор за NO_x, който е с 32% по-нисък от този при базовия сценарий, но резултати

Таблица 3. Години, в които всеки сценарий достига 50% и 75% намаление на средния емисионен фактор за NO_x и брой ускорени години в сравнение със сценария без НЕЗ.

Намаление на средния емисионен фактор на NO _x	Сценарий	Година	Брой на ускорените години
50%	Без НЕЗ	2030	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2027	2.9
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2026	4.8
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2025	4.9
75%	Без НЕЗ	2035	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2029	6.1
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2028	7.7
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2028	7.8

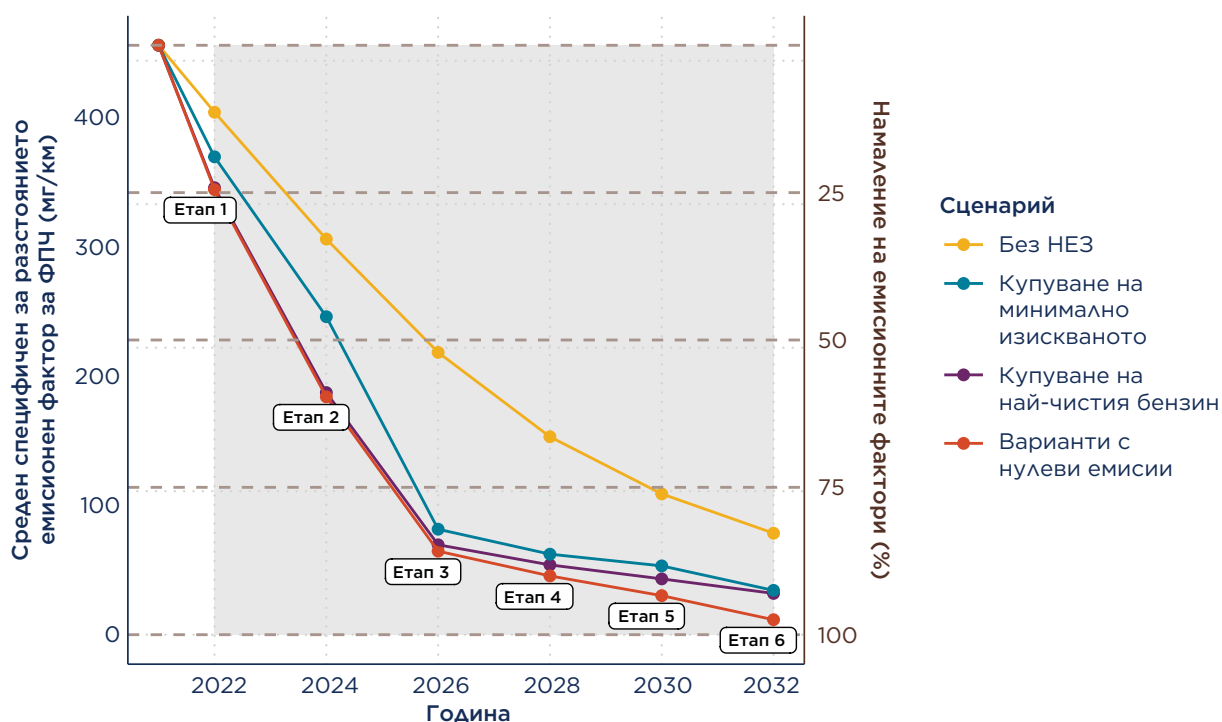
с подобна величина на останалите сценарии с наличие НЕЗ не се постигат преди 2030 г.

В сравнение с нивото от 2021 г. и трите сценария за въвеждане на НЕЗ осигуряват по-голямо от 90% намаление на средния емисионен фактор на пътническите автомобили за NO_x до 2032 г. Без въведена НЕЗ това намаление се оценява на едва около 60% (гясната ос „у“ на Фигура 5). Изменението на средните за автомобилния парк емисионни фактори за NO_x са обобщени в Таблица А1 от приложението.

За да се погледнат тези резултати от моделирането в перспектива, в Таблица 3 е показано въздействието на НЕЗ по отношение на разликата във времевите рамки, в които се постигат определени нива на намаляване на емисиите. Ако целта е да се постигне 50% намаление на средния емисионен фактор за NO_x спрямо сегашното ниво, с въвеждането на НЕЗ такова може да се постигне пет години по-рано, отколкото без въведена НЕЗ. Когато промените в средните емисионни фактори се дължат само на естествената подмяна на автомобилния парк, тази цел няма да бъде постигната преди 2030 г. При разглеждане на целта

за намаляване със 75% става ясно, че НЕЗ е необходима за постигането на тази цел преди 2030 г. При наличие на НЕЗ може да се постигне намаляване със 75% на средния емисионен фактор за NO_x шест до осем години по-рано, отколкото в случая без въвеждане на НЕЗ.

Въвеждането на НЕЗ има по-ускорено въздействие върху средните емисионни фактори за фини прахови частици, отколкото върху средните емисионни фактори за NO_x, както е показано на Фигура 5. До Етап 3 изчислените средни емисионни фактори за фини прахови частици при всички сценарии на въвеждане на НЕЗ са с 63 – 69% по-ниски в сравнение със средния емисионен фактор за фини прахови частици при базовия сценарий. Значителното намаляване на средните емисионни фактори за фини прахови частици по време на Етап 3 е резултат от забраната на дизелови автомобили по стандарт Евро 4, последният стандарт, който може да бъде изпълнен без използването на филтър за прахови частици за дизелов двигател, технология която значително подобрява показателите за емисии на прахови частици на дизеловите автомобили. Ефективността на НЕЗ



Фигура 6. Въздействието на зоните с ниски емисии върху средните за автомобилния парк фактори за емисиите на ФПЧ от пътнически автомобили при четири сценария. Сивата заштрихована зона показва времевата рамка за въвеждането на НЕЗ.

изглежда последователна, независимо от това как собствениците на автомобили реагират на водената политика до края на периода за въвеждане на НЕЗ. През 2032 г. сценарият за преминаване към вариант с нулеви емисии постига 57% по-голямо намаляване от сценария за купуване на най-чистия бензин, сценарият, при който се постига второто най-добро намаляване на средните емисионни фактори за фини прахови частици.

Очаква се средният емисионен фактор за ФПЧ на автомобилния парк да намалее поради естествената подмяна на автомобилния парк без въведена НЕЗ, достигайки 50% намаляване спрямо нивата от 2021 г. до 2026 г. и 75% до 2030 г. Въпреки това същите нива на намаляване на емисионните фактори биха били постигнати съответно около две години и четири до пет години по-рано при въвеждането на НЕЗ, както е обобщено в Таблица 4. Повече подробности за изменението на

средните емисионни фактори за ФПЧ са обобщени в Таблица А1 от приложението.

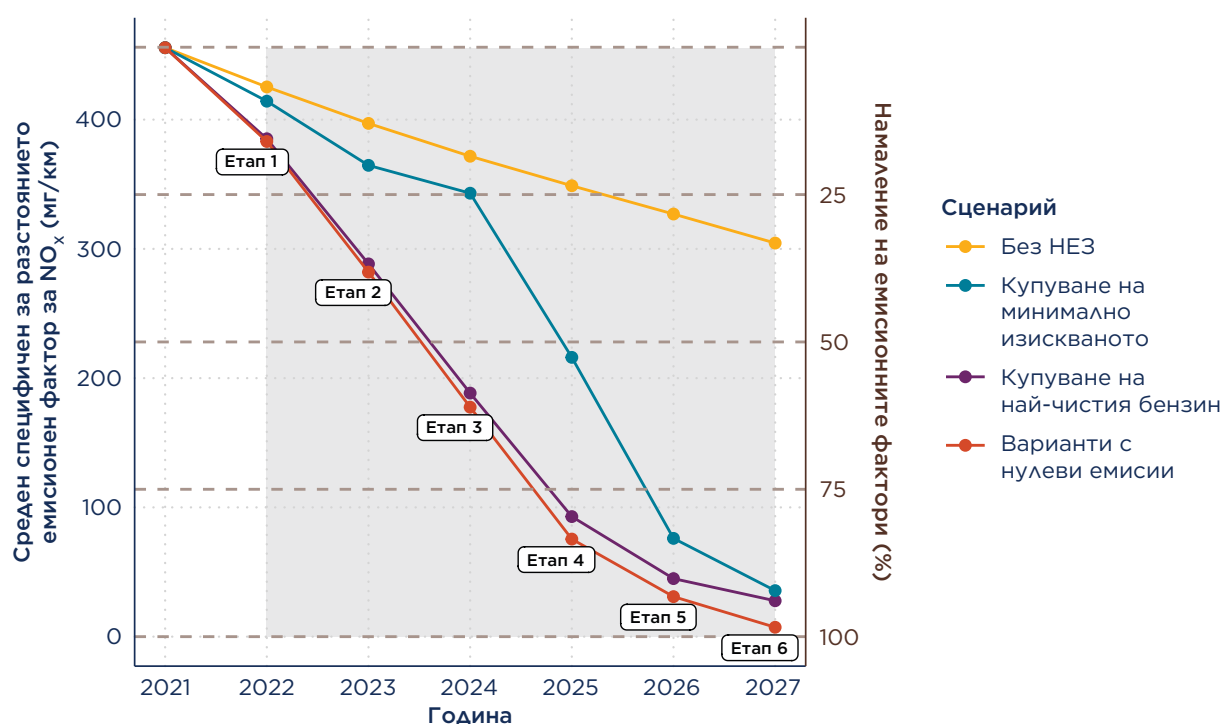
ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ЕМИСИИТЕ ОТ УСКОРЕНОТО ВЪВЕЖДАНЕ НА НЕЗ

Ускореното въвеждане на предложения модел на НЕЗ би довело до по-непосредствени ползи по отношение на емисиите. Съгласно този график за изпълнение същите етапи се въвеждат всяка година, вместо всяка втора година, до 2027 г. С изместването напред на времевата рамка на всички етапи за въвеждането на НЕЗ, при постоянен темп на естествената подмяна на автомобилния парк, намаляването на средните за автомобилния парк емисионни фактори за NO_x и ФПЧ се постига по-бързо.

На фигура 7 са показани ефектите от ускореното въвеждане на НЕЗ върху средните емисионни фактори за NO_x . При ускорения график последният етап от

Таблица 4. Години, в които всеки сценарий достига 50% и 75% намаление на средния емисионен фактор за ФПЧ и брой ускорени години в сравнение със сценария без НЕЗ.

Намаляване на средния емисионен фактор за фини прахови частици (ФПЧ)	Сценарий	Година	Брой на ускорените години
50%	Без НЕЗ	2026	
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2024	1.6
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2024	2.3
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2024	2.3
75%	Без НЕЗ	2030	
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2026	4.2
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2025	4.5
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2025	4.6



Фигура 7. Въздействието на ускореното въвеждане на нискоемисионна зона върху средните за автомобилния парк фактори за емисиите на NO_x от пътнически автомобили при четири сценария. Сивата зацрихована зона показва времевата рамка за въвеждането на НЕЗ.

Въвеждането на НЕЗ се реализира през 2027 г., пет години по-рано отколкото при не толкова бързия график за въвеждане. До 2027 г. прогнозираното намаление на емисионния фактор

на NO_x за сценария Без НЕЗ е 33%. Ускореното въвеждане на НЕЗ би могло да постигне подобно ниво на намаление между 2023 и 2025 г. и да надхвърли 90% намаление до 2027 г. Реакциите на

собствениците на автомобили оказват значително въздействие върху ползите по отношение на емисиите до Етап 5. Сценарият за купуване на минимално изискваното показва значително по-малко намаление отколкото сценариите за купуване на най-чистия бензин или за преминаване към вариант с нулеви емисии поради преобладаващия дял на дизелови автомобили по стандарти Евро 5 и Евро 6 в общия автомобилен парк на града съответно през 2024 и 2025 г. Само при екологичен клас Евро 6-d TEMP дизеловите автомобили показват значително подобрене на емисионните показатели и следователно спомагат за постигане на значително намаление на Етап 5.

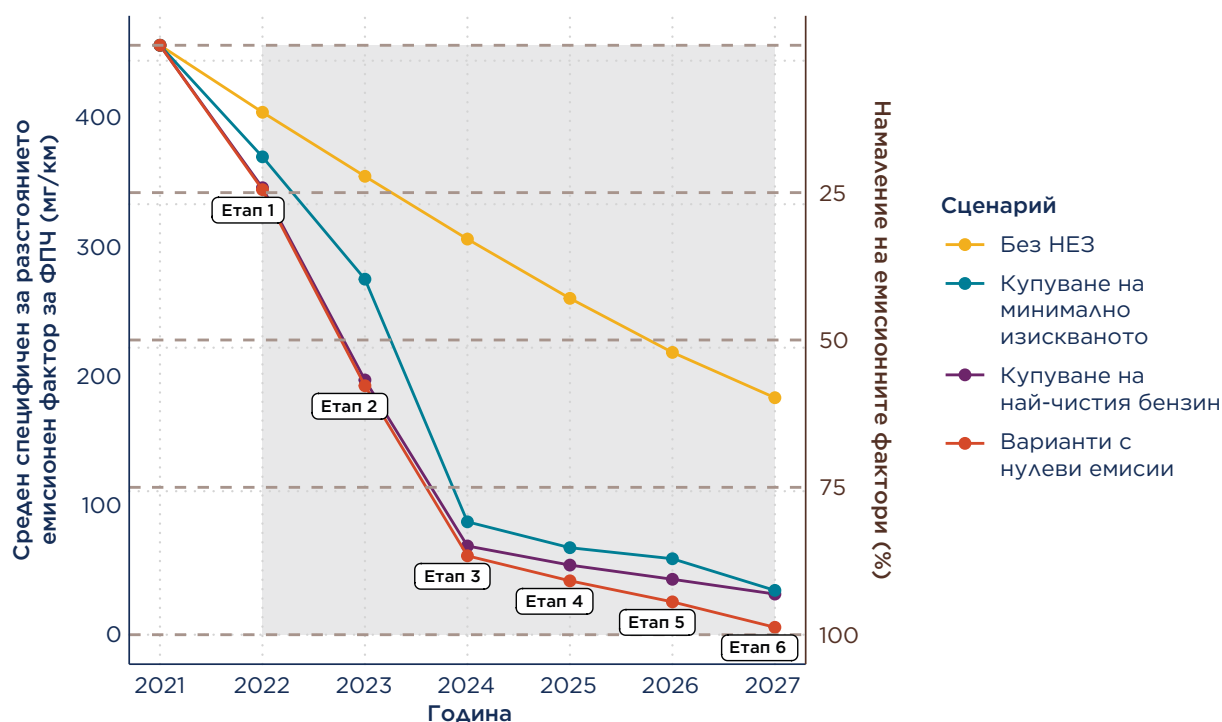
И още веднъж, ние вземаме точките, в които всеки сценарий постига намаление от 50% и 75% на средния за автомобилния парк емисионен фактор за NO_x спрямо нивото от 2021 г., за да сравним резултатите с тези на не толкова ускореното въвеждане на НЕЗ, представено по-горе в изследването. Нашите резултати показват, че с ускореното въвеждане на НЕЗ целта за намаляване с 50% се постига приблизително пет до седем години по-рано в сравнение със сценария

без НЕЗ и около две години по-рано в сравнение със сценария за не толкова бързо въвеждане на НЕЗ. Що се отнася до целта за намаляване със 75%, ускореното въвеждане на НЕЗ постига целта около 10 до 11 години по-рано от сценария без НЕЗ и около 3 до 4 години по-рано, отколкото тя се постига с по-бавното въвеждане на НЕЗ. Тези констатации са обобщени в Таблица 5.

На Фигура 8 е показано изменението на средните емисионни фактори за фини прахови частици за четирите моделирани сценария в случай на ускорено въвеждане на НЕЗ. Всички сценарии с въведена НЕЗ показват по-ускорено намаляване на средния емисионен фактор за фини прахови частици в сравнение със сценариите за въвеждане на НЕЗ на интервали от две години. По-специално забраната на автомобилите със стандарт преди Евро 5, независимо дали са заменени с други дизелови автомобили, оборудвани с филтри за прахови частици, бензинови автомобили или такива с нулеви емисии, ще донесе значителни ползи. До 2027 г. средните стойности на емисионните фактори за фини прахови частици, изчислени за всички сценарии с НЕЗ, са най-малко с 80% по-ниски отколкото

Таблица 5. Години, в които базовият сценарий и сценариите, при които се приема ускорено въвеждане на НЕЗ, достигат 50% и 75% намаление на средния емисионен фактор за NO_x и брой ускорени години в сравнение със сценариите без НЕЗ.

Намаление на средния емисионен фактор на NO_x	Сценарий	Година	Брой на ускорените години
50%	Без НЕЗ	2030	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2025	5.3
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2024	6.6
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2024	6.7
75%	Без НЕЗ	2035	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2026	9.6
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2025	10.5
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2025	10.7



Фигура 8. Въздействието на по-строгия модел на нискоемисионната зона върху средните емисионни фактори за ФПЧ от пътнически автомобили при четири сценария. Сивата заштрихована зона показва времевата рамка за въвеждането на НЕЗ.

при базовия сценарий, което е по-голямо относително намаление от това, което някой от сценариите с НЕЗ може да постигне в края на не толкова ускорения план за въвеждане на НЕЗ.

Ускореното въвеждане на НЕЗ съкращава времето, в което се постига 50% намаление на средния емисионен фактор за ФПЧ, с около три години в сравнение със сценария без НЕЗ и с една година в сравнение с не толкова ускорения план за въвеждане на НЕЗ (Таблица 6). Разликите са още по-поразителни по отношение на целта за намаление със 75%. С ускореното въвеждане на НЕЗ се постига 75% намаление на средните емисионни фактори за ФПЧ около 1.7 години по-рано отколкото с по-бавното въвеждане.

Повече подробности за изменението на средните емисионни фактори за NO_x и ФПЧ в случая с ускорено въвеждане на НЕЗ са обобщени в Таблица А2 от приложението.

РЕЗЮМЕ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЗА ВОДЕНАТА ПОЛИТИКА

Настоящият анализ на въздействието върху емисиите от въвеждането на зона с ниски емисии в София показва, че проектираната за настоящото изследване НЕЗ може да постигне значително намаляване на свързаните с трафика емисии на NO_x и ФПЧ независимо от това как собствениците на автомобили могат да реагират на водената политика по отношение на НЕЗ. В градове като София, където средният автомобил е относително стар и следователно по-замърсяващ, НЕЗ могат да ускорят прехода към по-чист транспорт. По-долу е представено резюме на нашите констатации и как те могат да предоставят информация за изготвяне на ефективна политика за въвеждане на НЕЗ в София.

Таблица 6. Години, в които основният сценарий и сценариите, които приемат ускорено въвеждане на НЕЗ, достигат 50% и 75% намаление на средния емисионен фактор за ФПЧ и брой ускорени години в сравнение със сценариите без НЕЗ.

Намаляване на средния емисионен фактор за фини прахови частици (ФПЧ)	Сценарий	Година	Брой на ускорените години
50%	Без НЕЗ	2026	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2023	2.5
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2023	3.0
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2023	3.0
75%	Без НЕЗ	2030	
	НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	2024	5.9
	НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	2024	6.2
	НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	2024	6.2

Една добре проектирана НЕЗ би могла значително да ускори намаляването на емисиите на NO_x и ФПЧ в София.

Постепенното въвеждане на ограниченията на НЕЗ не само постепенно увеличава ползите по отношение на емисиите, но също така осигурява на засегнатите водачи достатъчно време да планират бъдещите си покупки на автомобили. Стъпките за въвеждане на схемата, които постепенно ще премахнат дизеловите автомобили по стандарти преди Евро 6 за емисии на NO_x и дизеловите автомобили по стандарти преди Евро 5 за емисии на ФПЧ, са особено важни за намаляването на емисиите. Освен това, по-големи ползи по отношение на емисиите могат да бъдат постигнати по-бързо чрез ускорено затягане на ограниченията за автомобилите. Графикът за въвеждане на НЕЗ, при който ограниченията се затягат всяка година, би довел до намаляване със 75% на емисиите на NO_x приблизително три години по-рано, а на емисиите на фини прахови частици – две години по-рано отколкото при графика на двугодишни интервали.

Стимулите за преминаване към чисти превозни средства или превозни средства с нулеви емисии ще увеличат ползите от намаляването на емисиите при въвеждане на НЕЗ.

Когато несъответстващите на изискванията автомобили се заменят с чисти автомобили или с транспорт с нулеви емисии, НЕЗ води до по-голямо намаляване на емисиите. Ако засегнатите водачи купуват автомобили отговарящи на минималния стандарт, като например съвсем малко по-чисти употребявани автомобили, ползите от намаляването на емисиите на NO_x с НЕЗ се забавят значително докато не бъдат ограничени всички дизелови автомобили по стандарти преди Евро 6d. Тази констатация предполага, че е необходимо да се създадат стимули за засегнатите водачи да купуват автомобили по най-добрите налични стандарти или да изберат опции за транспорт с нулеви емисии, за да се увеличи ефекта от НЕЗ. Важно е също така тези мерки да имат за цел да помогнат на водачите с по-ниски доходи да си купят чисти автомобили и да имат по-лесен достъп до транспорт с

нулеви емисии, като например обществен транспорт, колоездене и ходене пеша. Такива стимули биха могли да бъдат субсидии за покупка на автомобили, изграждане на инфраструктурна мрежа за таксуване и кампании за повишаване на осведомеността на потребителите както на национално, така и на местно равнище. Осведомеността на редовните водачи на автомобили в НЕЗ относно прогресивните ограничения, които се затягат всяка година или през година, също би могла да помогне на водачите да вземат добре информирани решения за покупка, а не да купуват употребявани автомобили, които ще трябва да бъдат заменени следващата година.

Въвеждането на НЕЗ следва да бъде подкрепено с други политики за насърчаване на справедливия преход. Една нискоемисионна зона (НЕЗ) може да играе важна роля за справяне с проблема, а именно, че хората с ниски доходи, които е по-малко вероятно да притежават автомобил, са непропорционално засегнати от замърсяването на въздуха.²⁴ Една НЕЗ може да облекчи неравномерното разпределение на вредите за здравето като се справи с един от основните източници на замърсяване на въздуха в София. Освен това водачите с по-ниски доходи обикновено са тези с най-малко възможности да закупят нов автомобил, тъй като по-новите, по-чисти автомобили са по-скъпи. Следователно за водене на справедлива политика по отношение на НЕЗ трябва да се обмисли увеличаване на достъпа до обществен транспорт чрез подобряване на инфраструктурата за обществен транспорт и колоездене, и да се гарантира, че общественият транспорт е по-достъпен от личните автомобили. В допълнение на това може да се предложи финансова помощ на групите с по-ниски доходи за закупуване на чисти автомобили или автомобили с

нулеви емисии. Успешен пример за такава програма е френската схема за бракуване на старите автомобили и замяната им с електромобили, която помогна на Франция да стабилизира емисиите от нови пътнически автомобили и да увеличи продажбите на електромобили.²⁵ Следва също така да се обмисли установяването на различни правила за физическите лица и собствениците на малки предприятия и да се определят изключения за автомобили на аварийните служби, както и за водачите и пътниците с увреждания.

Мониторингът и прилагането са от ключово значение за гарантиране ефективността на НЕЗ.

Ефективността на НЕЗ за намаляване на емисиите зависи от множество фактори, свързани с проектирането на НЕЗ, като например механизми за прилагане, териториален обхват и строгост. Специфичните за градовете фактори също могат да окажат влияние върху нейната ефективност, като например приноса на автомобилния транспорт за замърсяването на въздуха, преобладаването на някои стандарти и видове автомобили, както и поведението на водачите. Прогнозите могат да помогнат за първоначалното проектиране на НЕЗ, но за да се оцени ефективността на НЕЗ след въвеждането ѝ е необходим мониторинг. Мониторингът на качеството на атмосферния въздух в НЕЗ, степента на съответствие и реакциите на засегнатите водачи дават възможност да се оцени ефективността на водената политика и да се съгласуват областите, в които може да се постигне подобрене. Непрекъснатото изследване на реалните емисии също би спомогнало за справяне с несигурността по отношение на дългосрочните емисионните показатели на новите автомобили, като например

24 Müller and Le Petit.

25 Sandra Wappelhorst, "Actions Speak Louder than Words: The French Commitment to Electric Vehicles," *ICCT Staff Blog* (blog), January 16, 2020, <https://theicct.org/blog/staff/actions-speak-louder-words-french-commitment-electric-vehicles>.

гизеловите автомобили по стандарт Евро 6d, и да се предостави информация за нанасяне на корекции във времето. Освен това предоставянето на прозрачна информация за този процес ще бъде важно за изграждането на обществена подкрепа за следващите етапи или за разширяването на териториалния обхват на НЕЗ.

Следва да се обмислят по-амбициозни варианти за НЕЗ. Оценената в настоящото изследване НЕЗ е един пример за НЕЗ, която ние моделирахме на базата на разглежданата в момента територия. Освен ускореното въвеждане, една по-амбициозна политика за НЕЗ може да включва разширяване на мащаба, така че да се обхване целия град или по-голяма географска област с течение на времето, за да се извлекат по-големи ползи по отношение на емисиите за по-голяма част от жителите. Парижката НЕЗ дава добър пример за НЕЗ, приложена първоначално за самия град Париж, а след това включила постепенно и „Големия Париж“ с течение на времето, като в крайна сметка е обхванала цялата метрополна област.²⁶ Освен това ограниченията на НЕЗ могат в крайна сметка да обхванат всички автомобили със сертификати под Евро 7 – неутралният по отношение на горивото стандарт, който се очаква да доведе до значително намаляване на замърсяването.²⁷

ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРЕПОРЪКИ ЗА ПО-НАТАТЪШНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Настоящото изследване е базирано на моделиране, което се основава на редица предположения, които оказват въздействие върху резултатите. Основните предположения включваха пълно съответствие на всички засегнати водачи, три модела на закупуване на автомобили в отговор на НЕЗ и постоянно общо използване на автомобили. Степената на съответствие и поведението на засегнатите водачи могат да варират в зависимост, например, от степенята на осведоменост на водачите, наличието на схема за стимулиране на бракуването на стари автомобили или гостъпността на обществения транспорт. Не е сигурно дали общият брой на автомобилите в движение може да намалее в резултат от въвеждането на НЕЗ или дали би имало масово увеличение на броя на новите автомобили, явление, което беше наблюдавано в София през последните няколко години поради нейния растеж. Допълнителни проучвания, които проследяват промените в нивата на трафика, включително цялостния състав на автомобилния парк, и изследване на спазването на НЕЗ ще могат да предоставят информация на политиците относно НЕЗ.

Едно бъдещо изследване трябва да разшири фокуса, така че да се обхванат не само основните емитери от леките автомобили, а също така и други замърсители, като въглеродороди (HC), въглероден оксид (CO) и амоняк (NH₃), които представляват заплаха за човешкото здраве. Лекотоварните и тежкотоварни автомобили съставляват съответно 14% и 0,2% от общите измервания и е вероятно да имат по-високи зависещи от разстоянието

26 Bernard et al., "Impacts of the Paris Low-Emission Zone and Implications for Other Cities."

27 Eamonn Mulholland, Josh Miller, Caleb Braun, Lingzhi Jin, and Felipe Rodríguez, "Quantifying ICCT, June 1, 2021), <https://theicct.org/publications/eu-euro7-standards-health-benefits-jun21>.



емисии в сравнение с леките автомобили, но те не са отчетени в настоящото изследване. Покриването на целия съществуващ автомобилен парк ще помогне за отчитане на общите емисии в в рамките на НЕЗ. Включването на други замърсители, които могат да идват от източници, различни от ауспуси на автомобили, допълнително би спомогнало за справяне с опасните замърсители, които понастоящем не са регулирани.

Освен това, провеждането на нови кампании за дистанционно отчитане в София би могло да се използва за наблюдение и измерване на ефектите от въвеждането на НЕЗ. Допълнителните измервания с дистанционно отчитане биха помогнали да се определят местните емисионни фактори, които могат да се използват за изготвяне на усъвършенствани прогнози. Редовните кампании за тестване могат също така да предложат средство за непрекъснат мониторинг и оценка на етапите на въвеждане на НЕЗ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблиците по-долу показват промените в емисионните фактори и процентните изменения в сравнение с референтната година (2021) за NO_x и ФПЧ. Таблица А1 съответства на Фигури 5 и 6, а Таблица А2 съответства на Фигури 7 и 8 в раздела с резултатите.

Таблица А1. Средни специфични за разстоянието емисионни фактори за NO_x и ФПЧ за всички сценарии, когато всеки етап на въвеждане на НЕЗ се прилага на двугодишни интервали.

Сценарий	Етап	Година	Изменение на емисионния фактор на NO _x (мг/км)	Процентно изменение спрямо 2021 г.	Изменение на емисионния фактор за фини прахови частици (мг/км)	Процентно изменение спрямо 2021 г.
Без НЕЗ	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	425	-7%	9.1	-11%
	Етап2	2024	372	-18%	6.9	-33%
	Етап3	2026	327	-28%	4.9	-52%
	Етап4	2028	281	-38%	3.4	-66%
	Етап5	2030	234	-49%	2.5	-76%
	Етап6	2032	185	-59%	1.8	-83%
НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	414	-9%	8.3	-19%
	Етап2	2024	348	-24%	5.5	-46%
	Етап3	2026	311	-32%	1.8	-82%
	Етап4	2028	191	-58%	1.4	-86%
	Етап5	2030	68	-85%	1.2	-88%
	Етап6	2032	33	-93%	0.8	-92%
НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	385	-15%	7.8	-24%
	Етап2	2024	291	-36%	4.2	-59%
	Етап3	2026	206	-55%	1.6	-85%
	Етап4	2028	93	-80%	1.2	-88%
	Етап5	2030	45	-90%	1	-91%
	Етап6	2032	27	-94%	0.7	-93%
НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	383	-16%	7.8	-24%
	Етап2	2024	286	-37%	4.1	-60%
	Етап3	2026	202	-56%	1.5	-86%
	Етап4	2028	86	-81%	1	-90%
	Етап5	2030	35	-92%	0.7	-93%
	Етап6	2032	11	-98%	0.3	-97%

Таблица А2. Процентно намаление на средните емисионни фактори за NO_x и ФПЧ за всички сценарии при по-строгия дизайн на НЕЗ.

Сценарий	Етап	Година	Изменение на емисионния фактор на NO _x (мг/км)	Процентно изменение спрямо 2021 г.	Изменение на емисионния фактор за фини прахови частици (мг/км)	Процентно изменение спрямо 2021 г.
Без НЕЗ	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	425	-7%	9.1	-11%
	Етап2	2023	397	-13%	8	-22%
	Етап3	2024	372	-18%	6.9	-33%
	Етап4	2025	349	-23%	5.9	-43%
	Етап5	2026	327	-28%	4.9	-52%
	Етап6	2027	304	-33%	4.1	-60%
НЕЗ - Купуване на минимално изискваното	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	414	-9%	8.3	-19%
	Етап2	2023	365	-20%	6.2	-40%
	Етап3	2024	343	-25%	2	-81%
	Етап4	2025	216	-53%	1.5	-85%
	Етап5	2026	76	-83%	1.3	-87%
	Етап6	2027	36	-92%	0.8	-92%
НЕЗ - Купуване на най-чистия бензин	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	385	-15%	7.8	-24%
	Етап2	2023	288	-37%	4.4	-57%
	Етап3	2024	188	-59%	1.5	-85%
	Етап4	2025	93	-80%	1.2	-88%
	Етап5	2026	45	-90%	1	-91%
	Етап6	2027	28	-94%	0.7	-93%
НЕЗ - Преминаване към вариант с нулеви емисии	Етап0	2021	456	0%	10.3	0%
	Етап1	2022	383	-16%	7.8	-24%
	Етап2	2023	282	-38%	4.3	-58%
	Етап3	2024	178	-61%	1.4	-87%
	Етап4	2025	75	-83%	0.9	-91%
	Етап5	2026	31	-93%	0.6	-94%
	Етап6	2027	7	-98%	0.1	-99%



TRUE—The Real Urban Emissions Initiative
FIA Foundation, 60 Trafalgar Square, London WC2N 5DS, United Kingdom
For more information contact: true@fiafoundation.org
[@TRUE_Emissions](https://twitter.com/TRUE_Emissions)
www.trueinitiative.org