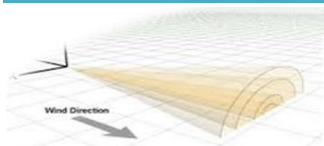


Приложение №1

Оценка и прогноза за разпространението на вредни вещества в атмосферния въздух за инвестиционно предложение “Реконструкция и разширение на Софийски околновръстен път (СОП) от km 50+500 (района на кръстовището с бул. „Братя Бъкстон“) до km 58+602 (АМ „Струма“)”





СЪДЪРЖАНИЕ

I. Въведение.....	3
II. Фонови нива на атмосферните замърсители.....	3
2.1. Система за мониторинг.....	3
III. Основи на дисперсионния модел.....	4
3.1. Дисперсионен модел AERMOD/ISC.....	4
IV. Входящи данни за моделирането.....	9
4.1. Инвентаризация и масов баланс на емисиите – Пътен участък 1.....	9
4.2. Инвентаризация и масов баланс на емисиите – Пътен участък 2.....	12
V. Прогнозни резултати.....	13
5.1. Прогнозен модел – Пътен участък 1.....	15
5.2. Прогнозен модел – Пътен участък 1.....	17
VI. Заключение.....	19

Приложение

Моделни резултати с дисперсионен модел AERMOD/ISC





I. ВЪВЕДЕНИЕ

Предмет на дисперсионното моделиране е изследване на преноса на замърсители от линейни източници на емисии (автомобилен транспорт) и влиянието им върху качеството на атмосферния въздух в разглежданата територия/район за оценка. Основната цел на дисперсионното моделиране е да създаде реалистичен модел, чрез който да се симулира въздушната среда при отчитане на реалните условия, характеризиращи преноса на замърсители в приземния атмосферен слой, и изследване на нейните качествени изменения.

Анализът е извършен за два основни сценария (моделни случаи), в съответствие с проектните предвиждания и разпределение на инженерната инфраструктура:

- Пътен участък 1 – определяне на разпространението и приносът на емисиите в атмосферния въздух в участъка от км 50+500 до км 52+760 от ул. „Ралевица“ до ул. „Лазурна“, при максимална интензивност и разпределение на пътния трафик по категории МПС;
- Пътен участък 2 – определяне на разпространението и приносът на емисиите в атмосферния въздух в участъка от км 52+760 до км 58+600 от ул. „Лазурна“ до АМ „Струма“, при максимална интензивност и разпределение на пътния трафик по категории МПС.

II. ФОНОВИ НИВА НА АТМОСФЕРНИТЕ ЗАМЪРСИТЕЛИ

2.1. Система за мониторинг

Проектното трасе на Софийски околновръстен път от ул. „Ралевица“ до АМ „Струма“ е разположено на територията на Столична община, която съгласно Заповед № РД-257/25.03.2022 г. на министъра на околната среда и водите е включена в район за оценка и управление на КАВ „Агломерация Столична“ (Столична голяма община).

Информация за качеството на атмосферния въздух в района е набавена от Системата за екологичен мониторинг и базата данни „AirBase“ на Европейската агенция по околна среда и Годишните доклади за състоянието на околната среда на ИАОС и РИОСВ-София.

За целите на настоящият анализ, предвид ситуационното местоположение на проектното трасе, е използвана информация от автоматична измервателна станция АИС „Павлово“, част от националната система за екологичен мониторинг.

Съгласно Заповед №РД-257/25.03.2022 г. на МОСВ, АИС е класифициран, като транспортно-ориентиран градски фонов пункт, (Т/ГФ) с обхват 10-100m/100m-2km. Пунктът се обслужва от ИАОС (МОСВ).

Пунктът функционира като автоматична измервателна станция с ЕоІ код BG00073A, географски координати 42° 40' 16.97" N; 23° 15' 31.53" E, денонощен режим на работа и регистрира данни в реално време.

Обобщение на резултатите по основни замърсители от проведения мониторинг от АИС „Павлово“ са представени в таблицата по-долу.

Таблица 2.1

Показател за КАВ	Мярка	Измерена стойност	Норма
Фини прахови частици (ФПЧ ₁₀)	µg/m ³	26.7	40.0 ср.г





Показател за КАВ	Мярка	Измерена стойност	Норма
Серен диоксид (SO ₂)	µg/m ³	7.39	125.0 ср.д
Азотен диоксид (NO ₂)	µg/m ³	29.6	40.0 ср.г
Въглероден оксид (CO)	mg/m ³	0.48	10.0 max.8ч
Озон (O ₃)	µg/m ³	142.7	120 max.8ч/ГОП
Бензен	µg/m ³	0.60	5.00 ср.г

III. ОСНОВИ НА ДИСПЕРСИОННИЯ МОДЕЛ

За целите на математическо моделиране е приложен специализирания гаусово-струен дисперсионен модел AERMOD/ISC, широко използван за оценка и прогноза на разпространение на замърсителите в приземния атмосферен слой.

AERMOD/ISC е дисперсионен модел от високо поколение, одобрен от European Environment Agency (EEA), като част от инструментите за оценка и прогноза на замърсителите при управление на качеството на атмосферния въздух на европейско ниво, включени в системата с примерни документи (Model Documentation System – MDS) на европейския център по въпроси на качеството на въздуха (European Topic Centre on Air Quality – ETA).

Основното предимство на AERMOD е, че всеки източник може да се дефинира като точков, открита площ (полигон, правоъгълник, сфера), обемен, факел или линейен, което на практика позволява да бъдат въвеждани и обработвани едновременно неограничен брой източници на емисии (организиран, неорганизиран, площни, стационарни, обемни, линейни).

Симулационният пакет включва три основни модела:

- AERMOD/ISC – дисперсионен модел за оценка на промишлени и линейни източници, вкл. от наземен/пътен транспорт;
- AERMAP – предпроцесорен модел за обработка на географски височинни данни;
- AERMET – за подготовка и обработка на необходимите метеорологични данни.

В основата на математическите изчисления се залага на аналитико-експерименталните модели по примера на Гаусовия модел. Това е един от най-широко използваните модели за разпространението на замърсители от стационарни и линейни източници. Базира се на предположението за нормално разпределение на концентрацията на замърсителя по двете перпендикулярни на посоката на вятъра направления.

Моделът представя аналитично решение на опростеното дифузионно уравнение:

$$\bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} = K_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + K_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$$

Където:

\bar{u} – средна скорост на вятъра

K_y, K_z – коефициент на дифузия

AERMOD/ISC представлява Гаусов модел за оценка на разсейването от комплексни източници за краткосрочни и дългосрочни периоди, включително многогодишни периоди. Крайните резултати се представят във вид на стойности на концентрацията на





замърсителя, изчислени в точките на мрежа от предварително избрани рецептори или чрез изчисляване на отлаганията (сухи, мокри или общо сухи и мокри).

За изчислителните процедури са използвани множество модификации на Гаусовото уравнение, включително с отчитане на релефа на терена (равнинен и пресечен) и отчитането на прилежащите към източника сгради. Осредняването на резултатите може да се осъществява за различни периоди от време, в това число за 1, 2, 3, 6, 8, 12 и 24 часа.

Дълговременните осреднявания могат да се изчисляват месечно, годишно и за целия изследван период (включително няколко години). Всеки източник може да се дефинира, като точков, открита площ с неправилен периметър (полигонален), площ с форма на кръг или правоъгълник, обемен, факел или линееен.

За всеки източник е необходимо да се въведе надморска височина, височина на източника над земята, масова емисия на замърсителя, температура на изходящия газ и др., в зависимост от типа на източника.

Към основните данни се включва стойността на масовата емисия, отразяваща максималното натоварване на източника по време на изследвания период. Отчитането на неравномерността на емисията става чрез въвеждане на система от коефициенти, характеризиращи почасовото (по часове в денонощието), седмичното, (по дни от седмицата), месечното (за всеки месец от годината), сезонното (пролет, лято, есен, зима) и годишното натоварване на източника (ако изследвания период е по-дълъг от една година). За целта е необходимо да се разполага с детайлна информация за интензивността на работа на източниците.

3.1.Метеорологични данни

За да се проведе прецизно изследване на замърсяването на атмосферата (независимо от източниците на замърсяване) е необходимо да се разполага с подробни метеорологични данни за района на въздействието. В това отношение, най-подходящи са почасовите данни (метеорологични файлове), регистрирани от автоматичните метеорологични станции.

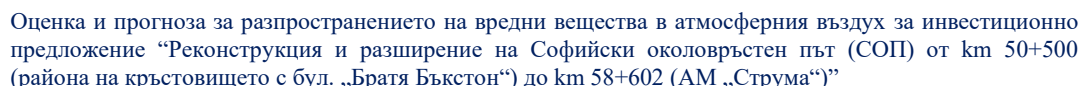
При липса и/или затруднения за осигуряване на подробна метеорологична информация от реални измервания в посочения формат се прилагат специализирани метеорологични модели (мезоскални метеорологични модели).

Мезоскалните метеорологични модели използват мрежови метеорологични данни от най-близко разположените постоянни метеорологични станции в разглеждания район.

Тези модели използват набор от сложни физични алгоритми за интерполация на достъпните мрежови метеорологични данни и създаване на прогнозни метеорологични полета при определена хоризонтална разграфка (резолюция) на моделната мрежа и в множество вертикални нива над моделната област. Поради тази причина, мезоскалните метеорологични модели предоставят и се използват като достатъчно надеждна алтернатива на специализираните метеорологични измервания при конструирането на дисперсионни математически модели.

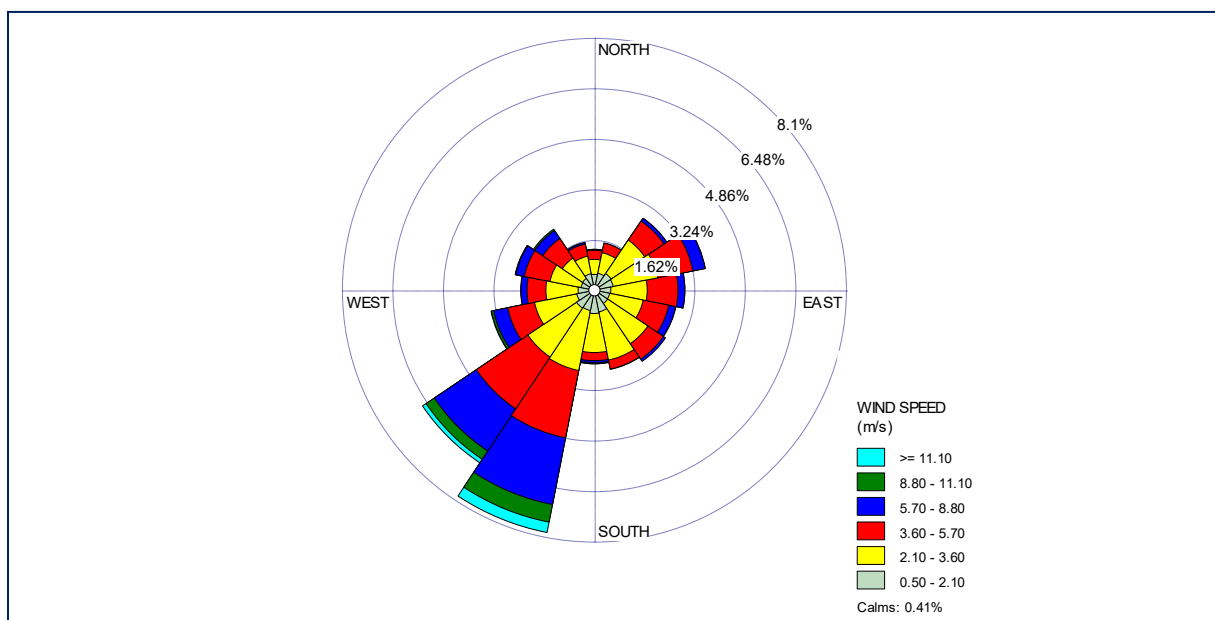
Тъй като в района на инвестиционното предложение по протежение на проектното трасе липсват достатъчно подробни метеорологични измервания, за целите на моделирането са използвани данни, генерирани с помощта на PSU/NCAR Mesoscale Model. Този модел известен като MM5 Model (5-то поколение мезоскален модел) е разработен да симулира или да прогнозира мезоскална атмосферна циркулация, когато





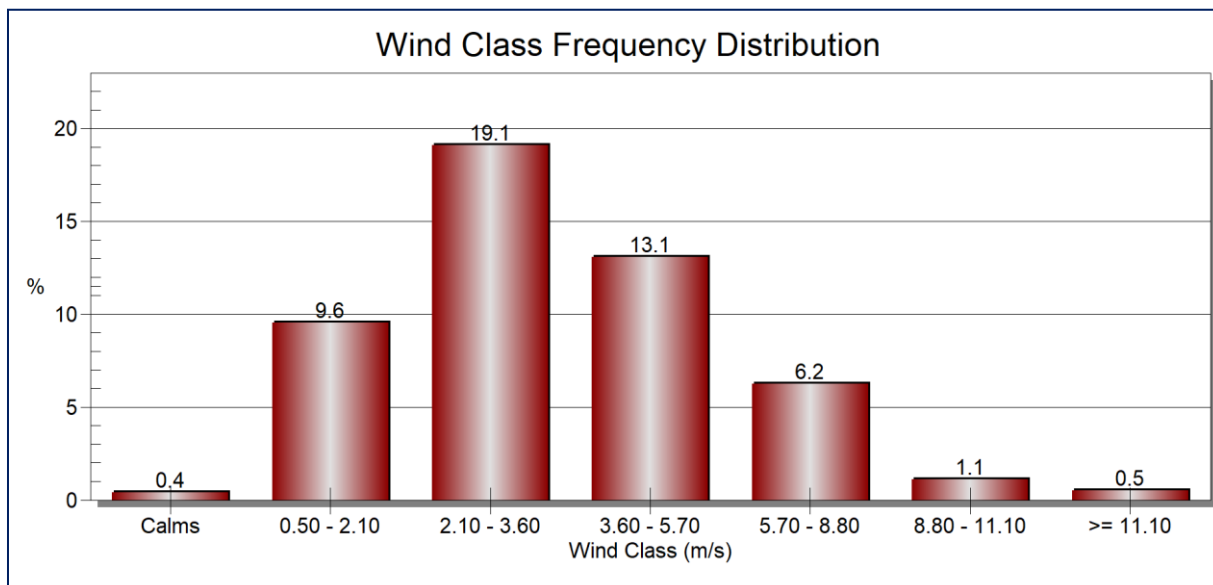
В резултат от моделните изчисления, се създават два метеорологични файла (Surface met data file (*.SFC) и Profile met data file (*.PFL), съдържащи данни за годината, месеца, деня и часа, направлението и силата на вятъра, температура на въздуха, височина на слоя на смесване и категория на устойчивост на атмосферата.

Доколкото метеорологичният файл съдържа данни за скоростта на вятъра на височина 10 метра, преизчисляването за различни височини става на базата на уравнението за стандартния метеорологичен профил на скоростта на вятъра. Скоростта на вятъра непосредствено на земната повърхност се определя чрез стандартния коефициент на грапавост на повърхнината, характерен за урбанизирани (или неурбанизирани) местности и територии.



Фиг. 3.1.1. Средногодишно разпределение на вятъра по посоки и честота





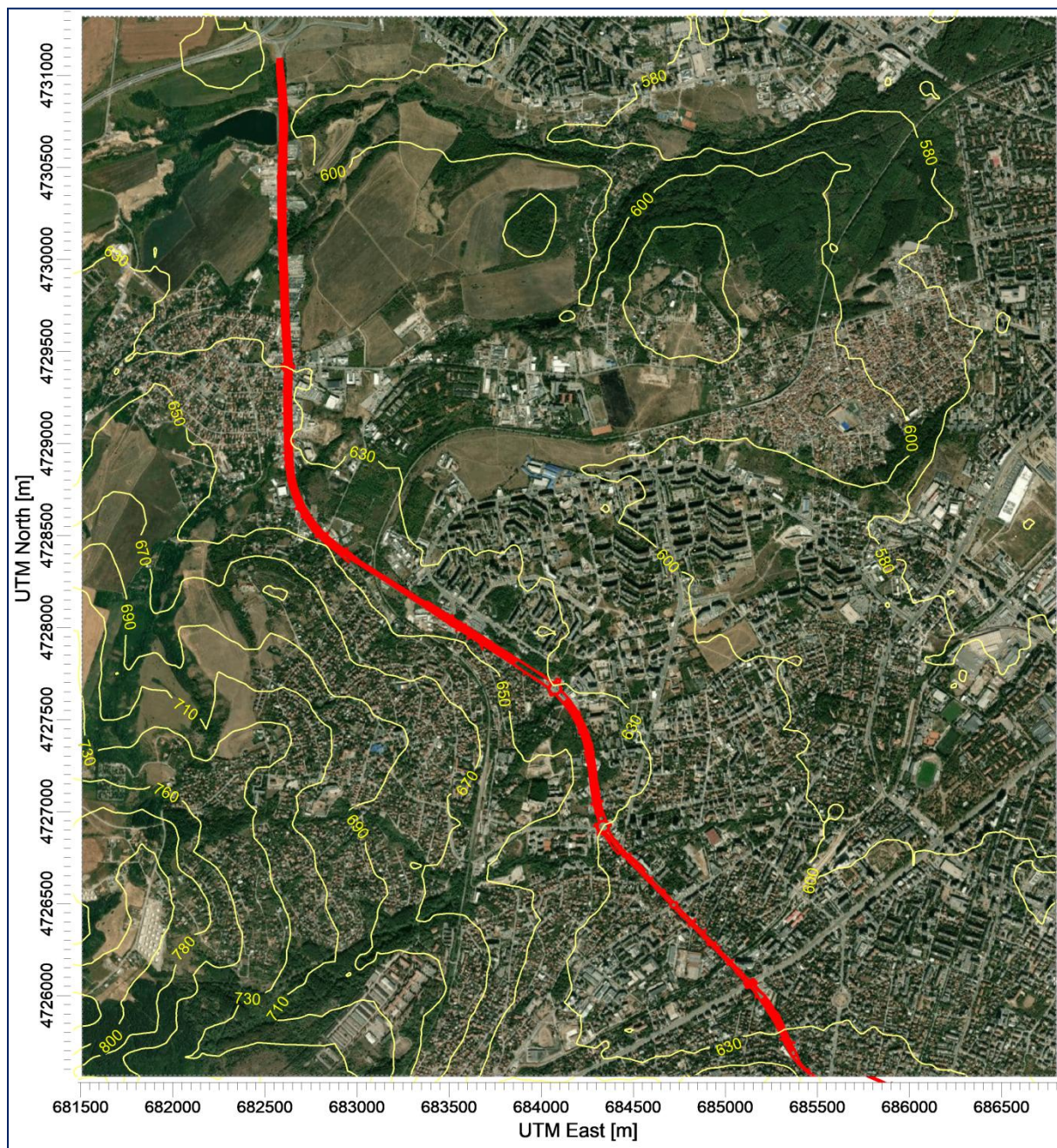
Фиг. 3.1.2. Разпределение на вятъра по честота и скорост

3.2. Топографска характеристика на района

За оценка на релефа на изследваната територия и неговото влияние върху процесите на разсейване е съставен "теренен файл", с помощта на GIS SRTM3, в координатна система WGS 84.

Илюстрация на използваната топография на местността е показана на фигурата по-долу. На нея с жълт цвят са нанесени изолиниите на постоянна надморска височина, изчислени от компютърната система на базата на въведения теренен файл. Едновременно с това, на всеки източник и рецептор от рецепторната мрежа, се присвоява базова височина, отговаряща на реалното му разположение върху терена (базовата височина става равна на надморската височина).





Фиг. 3.2.1. Теренен модел в координатна система WGS 84

3.3. Рецепторна мрежа

Следващата стъпка при подготовката на програмната система за работа е въвеждането на мрежа от рецептори (въображаеми точки, за които се изчисляват концентрациите). Рецепторите са разположени в равномерна картезианска координатна система, като за начало е избрана югозападната част на базовата карта ($X=0$ и $Y=0$). Тя покрива цялата изследвана територия като мрежа с разстояние между две съседни точки 250 метра (441 рецептора).

За установяване на нивото на концентрационното поле в определени точки са използвани картезиански дискретни рецептори, позиционирани на стандартно разстояние от двете страни по остана трасето. Резултатите от тези рецептори ще бъдат



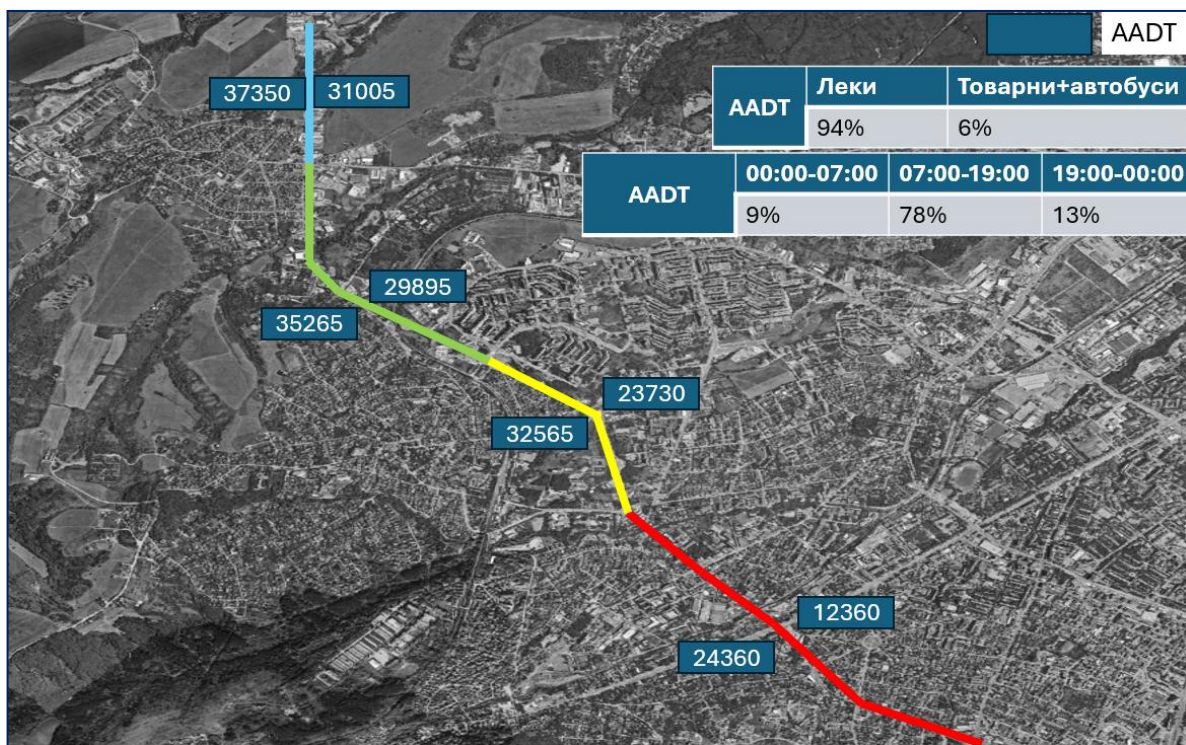
използвани за оценка на качеството на атмосферния въздух в урбанизираните територии.

IV. ВХОДЯЩИ ДАННИ ЗА МОДЕЛИРАНЕТО

Съгласно техническите спецификации в идейна фаза (предпроектни проучвания), проектното трасе е предвидено като скоростна градска магистрала ІВ клас с две платна в посока и средна разделителна ивица, условно разделена на два участъка (Участък 1 и Участък 2).

Идейният проект предвижда основното трасе да мине на нивото на терена, като в отсечката от км 51+360 до км 52+040 (680 m) навлиза в тунел, след което продължава на нивото на терена и от км 52+365 до км 53+840 (1329 m) преминава по естакада. Следващото пътно съоръжение е надлез с дължина 200 м от км 54+360 до км 54+560, след което трасето продължава на нивото на терена по траекторията на съществуващия околновъстен път до пътен възел на АМ „Струма“.

При структурирането на модела е използвана информация за интензивността на трафика и прогнозното разпределение по категории МПС.



Фигура № 4.1. Интензивност и разпределение на трафика

4.1. Инвентаризация и масов баланс на емисиите от транспортни средства – Пътен участък 1

Моделът е структуриран при следните параметри и технически допускания за пътното трасе:

Техническа характеристика	
Участък 1	км 50+500 до км 52+760 от ул. „Ралевица“ до ул. „Лазурна“
Обща дължина на трасето	2.26 км
Проектна скорост	V _{пр.} = 80 km/h
Пътни платна	Централно платно:





Техническа характеристика	
	<ul style="list-style-type: none"> - 2 x 7.5 м с 3.0 м разделителна ивица (от км 50+520 до км 52+157) - 2 x 10.5 м с 3.00м разделителна ивица (от км 52+157 до км 52+760) <p>Локални платна: 7.00 м и крайни разделителни ивици 2.50 – 3.00 м.</p>
Максимален наклон	5 %
Тунел	1 x 680 м от км 51+360 до км 52+040 (две секции)
Естакада	1 x 520 м от км 52+240 до км 52+760

За инвентаризация на емисиите от автомобилния транспорт е използвана актуализираната методика ЕМЕП/ЕЕА Emission Inventory Guidebook 2025, SNAP CODE: 0701 Passenger cars; 0703 Heavy-duty vehicles.

За количествено определяне на емисиите от транспортните средства е приложен изчислителен метод от 2-ри ред (Tier 2 method):

$$E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k} * M_{j,k} * EF_{i,j,k})$$

Където:

$E_{i,j}$	Емисия на замърсител i , g
$N_{j,k}$	Броят на превозните средства от категория j и технологична група (EURO категория) k .
$M_{j,k}$	Средното годишно изминато разстояние на едно превозно средство от категория j и технологична група k , km/МПС
$EF_{i,j,k}$	Технологично-специфичен емисионен фактор на замърсител i за превозни средства от категория j и технологична група k , g/km;

Изчисленията са проведени за всяка категория моторни превозни средства, въз основа на специфичния емисионен фактор за вида на използваното гориво и на база тяхното разпределение, като процентен дял от интензивността на трафика (AADT) за съответните пътни платна.

Разпределението на превозните средства, според вида на използваното гориво е както следва:

- Леки МПС – 50% дизел, 35% бензин, 15% газ (LPG bi-fuel)
- Тежкотоварни – 100% дизел;
- Разпределение по интензивност (AADT) – 94% леки / 6% тежкотоварни.

Емисиите на SO_x по вид гориво се представят като SO₂ приемайки, че цялото съдържание на сяра в горивото се преобразува напълно в SO₂, в съответствие с изчислителния метод (Tier 1 method) от ЕМЕП/ЕЕА Emission Inventory Guidebook 2025.

За целите на модела са използвани консервативни стойности, отчитащи категорията на двигателите с вътрешно горене, като всички емисии са изчислени за категория EURO 4.

За извеждане на средно претеглените емисионни фактори (EF) за леки превозни средства (леки МПС), въз основа на разпределението по вид използвано гориво е приложено уравнение от вида:





$$EF_{PC,mix} = 0.50 * EF_{diesel} + 0.35 * EF_{petrol} + 0.15 * EF_{LPG}$$

Преобразуването на емисията за всеки замърсител в масов поток се извършва посредством следната математическа зависимост:

$$E_p[g/s] = \frac{VKT_{PC} * EF_{p,PC} + VKT_{HDV} * EF_{p,HDV}}{86400}$$

Където:

- E_p Масова емисия на замърсител p , g/s
 VKT_{PC} Пробег на превозните средства от категория леки МПС, бр./км/ден
 VKT_{HDV} Пробег на тежкотоварните превозни средства, бр./км/ден
 $EF_{p,PC}$ Комбиниран средно-претеглен емисионен фактор (EF) за категория леки МПС
 $EF_{p,HDV}$ Емисионен фактор (EF) за категория тежкотоварни МПС

Съгласно изчислителната методика емисионните фактори за инвентаризация на емисиите и масовия баланс на изпусканияте вредни вещества от пътните превозни средства са представени в следващата таблица.

Табл. 4.1.1. Масов баланс на замърсителите от пътни превозни средства

	Код		Наименование					
NFR категория източника	1.A.3.b.i		Passenger cars					
	1.A.3.b.iii		Heavy-duty vehicles including buses					
SNAP	0701		Passenger cars					
	0703		Heavy-duty vehicles					
Категория ДВГ	EURO 4							
Гориво	Бензин Дизел							
Замърсители	EF		Мярка	Дължина (m)	Емисия			
	EF _{PC}	EF _{HDV}			g/s		g/m/s	
					дясно	ляво	дясно	ляво
Открити линейни източници (пътни платна)								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	1580	1.5E-1	2.9E-1	9.5E-5	1.8E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	1580	1.2E-4	1.9E-4	7.6E-8	1.2E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	1580	1.8E-1	3.6E-1	1.1E-4	2.3E-4
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	1580	1.9E-3	3.7E-3	1.2E-6	2.3E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	1580	5.5E-3	1.1E-2	3.5E-6	6.9E-6
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	1580	3.0E-2	5.9E-2	1.9E-5	3.7E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	1580	7.0E-3	1.4E-2	4.4E-6	8.9E-6
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	1580	2.9E-5	5.6E-5	1.8E-8	3.5E-8
Тунелен участък (тунелни секции)								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	680	4.0E-2	7.9E-2	5.9E-5	1.2E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	680	5.2E-5	1.0E-4	7.6E-8	1.5E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	680	4.9E-2	9.8E-2	7.2E-5	1.4E-4
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	680	4.9E-4	9.7E-4	7.2E-7	1.4E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	680	1.5E-3	2.9E-3	2.2E-6	4.3E-6
Замърсители	EF		Мярка	Дължина (m)	Емисия			
	EF _{PC}	EF _{HDV}			g/s		g/m/s	
					дясно	ляво	дясно	ляво





	Код	Наименование						
NFR категория източника	1.A.3.b.i	Passenger cars						
	1.A.3.b.iii	Heavy-duty vehicles including buses						
SNAP	0701	Passenger cars						
	0703	Heavy-duty vehicles						
Категория ДВГ	EURO 4							
Гориво	Бензин							
	Дизел							
Замърсители	EF		Мярка	Дължина (m)	Емисия			
					g/s		g/m/s	
	EF _{PC}	EF _{HDV}			дясно	ляво	дясно	ляво
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	680	1.3E-2	2.5E-2	1.9E-5	3.7E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	680	1.8E-3	3.7E-3	2.6E-6	5.4E-6
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	680	7.7E-6	1.5E-5	1.1E-8	2.2E-8

Забележка: EF_{PC} – комбиниран средно претеглен емисионен фактор за леки МПС

EF_{HDV} – емисионен фактор за тежкотоварни МПС

Посочените по-горе технически и емисионни характеристики на линейните източници са използвани в изчислителните операции на основните математически алгоритми на дисперсионния модел, за изчисляване на приземната концентрация на симулираните замърсители и тяхното пространствено разпространение в атмосферния въздух.

4.2. Инвентаризация и масов баланс на емисиите от транспортни средства – Пътен участък 2

Моделът е структуриран при слените параметри и технически допускания за пътното трасе:

Техническа характеристика	
Участък 2	км 52+760 до км 58+600 от ул. „Лазурна“ до АМ „Струма“
Обща дължина на трасето	5.84 км
Проектна скорост	V _{пр.} = 80 km/h
Пътни платна	Централно платно: 2 x 10.5 м с 3.0 м разделителна ивица Локални платна: 7.00 м и крайни разделителни ивици 2.50 – 3.00 м.
Максимален наклон	5 %
Естакада	1 x 809 м от км 52+760 до км 53+840
Надлез	1 x 200 м от км 54+360 - км 54+560

За инвентаризация на емисиите от автомобилния транспорт е използвана актуализираната методика ЕМЕП/ЕЕА Emission Inventory Guidebook 2025, SNAP CODE: 0701 Passenger cars; 0703 Heavy-duty vehicles и всички приложими изчислителни методи, подробно представени в т. 4.1 по-горе.

Съгласно изчислителната методика, емисионните фактори за инвентаризация на емисиите и масовия баланс на изпусканияте вредни вещества от пътните превозни средства са представени в следващата таблица.





Табл. 4.2.1. Масов баланс на замърсителите от пътни превозни средства

	Код		Наименование					
NFR категория източника	1.A.3.b .i		Passenger cars					
	1.A.3.b .iii		Heavy-duty vehicles including buses					
SNAP	0701		Passenger cars					
	0703		Heavy-duty vehicles					
Категория ДВГ	EURO 4							
Гориво	Бензин; Дизел							
Замърсители	EF		Мярка	Дължина (m)	Емисия			
	EF _{PC}	EF _{HDV}			g/s		g/m/s	
					дясно	ляво	дясно	ляво
Участък: км 52+760 до км 53+600								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	840	1.5E-1	2.9E-1	1.8E-4	3.5E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	840	1.2E-4	1.9E-4	1.4E-7	2.3E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	840	1.8E-1	3.6E-1	2.1E-4	4.3E-4
Замърсители	EF		Мярка	Дължина (m)	Емисия			
	EF _{PC}	EF _{HDV}			g/s		g/m/s	
					дясно	ляво	дясно	ляво
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	840	1.9E-3	3.7E-3	2.3E-6	4.4E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	840	5.5E-3	1.1E-2	6.5E-6	1.3E-5
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	840	3.0E-2	5.9E-2	3.6E-5	7.0E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	840	7.0E-3	1.4E-2	8.3E-6	1.7E-5
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	840	2.9E-5	5.6E-5	3.5E-8	6.7E-8
Участък: км 53+600 до км 55+100								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	1400	1.6E-1	2.9E-1	1.1E-4	2.1E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	1400	2.1E-4	2.8E-4	1.5E-7	2.0E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	1400	2.9E-1	3.5E-1	2.1E-4	2.5E-4
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	1400	2.0E-3	3.6E-3	1.4E-6	2.6E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	1400	5.9E-3	8.1E-3	4.2E-6	5.8E-6
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	1400	3.2E-2	5.8E-2	2.3E-5	4.1E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	1400	7.4E-3	1.3E-2	5.3E-6	9.3E-6
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	1400	3.1E-5	4.2E-5	2.2E-8	3.0E-8
Участък: км 55+100 до км 56+900								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	1900	2.7E-1	3.2E-1	1.4E-4	1.7E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	1900	3.5E-4	4.2E-4	1.8E-7	2.2E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	1900	3.3E-1	3.9E-1	1.7E-4	2.1E-4
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	1900	3.5E-3	4.1E-3	1.8E-6	2.2E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	1900	1.0E-2	1.2E-2	5.3E-6	6.3E-6
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	1900	5.5E-2	6.5E-2	2.9E-5	3.4E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	1900	1.2E-2	1.5E-2	6.3E-6	7.9E-6
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	1900	5.2E-5	6.2E-5	2.7E-8	3.3E-8
Участък: км 56+900 до км 58+600								
Азотни оксиди (NO _x)	0.331	4.50	g/km	1700	2.6E-1	3.1E-1	1.5E-4	1.8E-4
Серни оксиди (SO _x)	1.2E-3	1.3E-3	g/km	1700	3.3E-4	3.9E-4	1.9E-7	2.3E-7
Въглероден оксид (CO)	0.520	0.794	g/km	1700	3.1E-1	3.7E-1	1.8E-4	2.2E-4
Диазотен оксид (N ₂ O)	5.0E-3	0.012	g/km	1700	3.2E-3	3.9E-3	1.9E-6	2.3E-6
Амоняк (NH ₃)	0.016	3.0E-3	g/km	1700	9.3E-3	1.1E-2	5.5E-6	6.5E-6
Неметан. с-я (NMOVC)	0.088	0.042	g/km	1700	5.1E-2	6.2E-2	3.0E-5	3.6E-5
Сажди (PM)	0.019	0.034	g/km	1700	1.1E-2	1.4E-2	6.5E-6	8.2E-6
Олово (Pb)	7.4E-5	1.7E-4	g/km	1700	4.8E-5	5.8E-5	2.8E-8	3.4E-8

Забележка: EF_{PC} – комбиниран средно претеглен емисионен фактор за леки МПС
EF_{HV} – емисионен фактор за тежкотоварни МПС





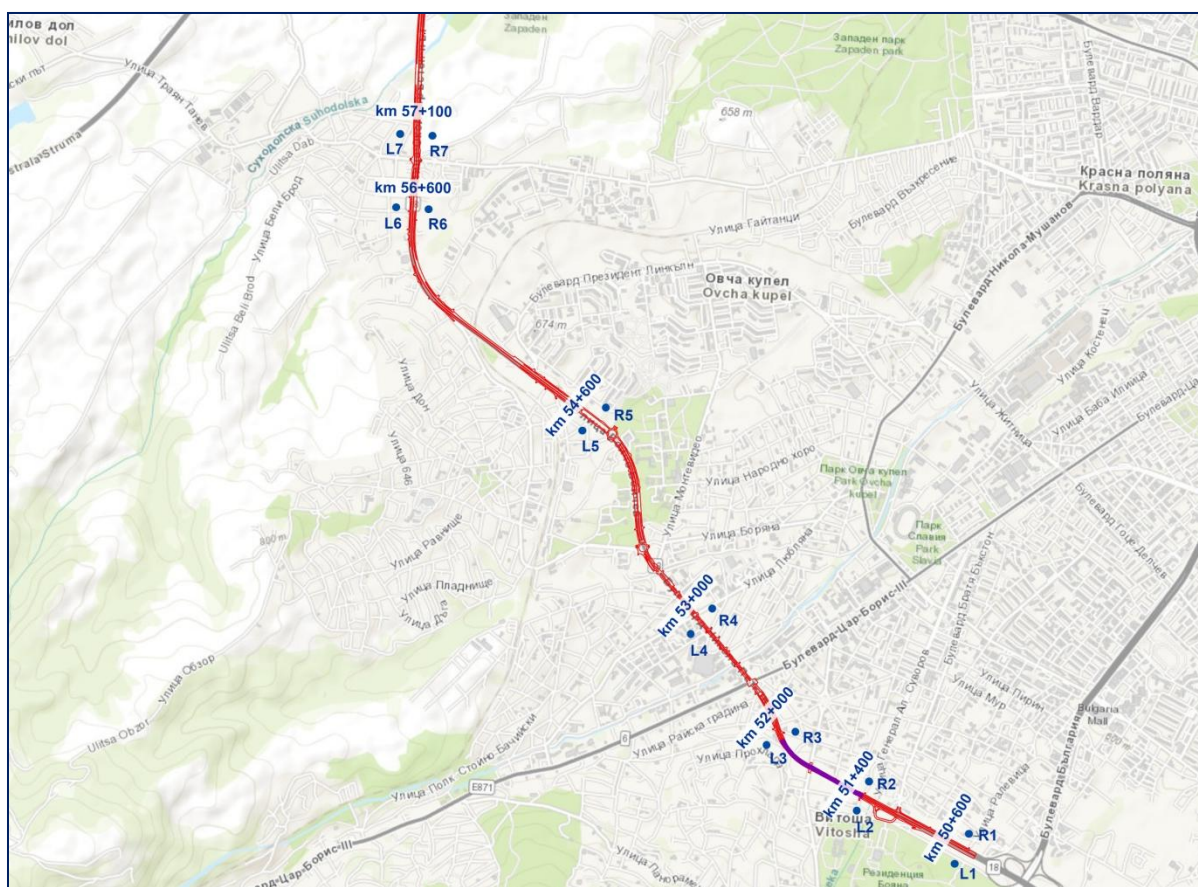
Посочените по-горе технически и емисионни характеристики на линейните източници са използвани в изчислителните операции на основните математически алгоритми на дисперсионния модел, за изчисляване на приземната концентрация на симулираните замърсители и тяхното пространствено разпространение в атмосферния въздух.

V. ПРОГНОЗНИ РЕЗУЛТАТИ

За определяне съответствието на емисионните концентрации на замърсителите с пределно допустимите норми (НОЧЗ) са използвани изчислените средночасови, максимални 8-часови, средноденонощни и средногодишни концентрации в приземния атмосферен слой в обхвата на пътното трасе и контактните зони, посредством съставените дисперсионни математически модели.

Оценката е извършена в рецепторна мрежа на референтно разстояние 100 м от оста на близката лента на движение, като потенциалното въздействие е оценено в дискретни референтни рецептори, ситуационно разположени в зони и участъци с висока плътност на застрояване.

Структурираната по този начин рецепторна мрежа е в съответствие с техническите насоки на *EPA Near-Road Monitoring Technical Assistance Document (40 CFR Part 58, Appendix E)*, и отчита зоната с най-силен локален ефект от линейни източници на емисии (автотранспорт) – доминиращия ефект на директните емисии от пътният трафик.



Фиг. 5.1. Рецепторна мрежа София ринг – Софийски околновръстен път

Прогнозната оценка е получена при типичните за района метеорологични условия и данни за годишното разпределение на вятъра по мезоскална атмосферна циркулация





(почасов метеорологичен файл), като в модела е отчетена и фоновата концентрация на замърсителите (фоново замърсяване).

Предмет на анализ са конвенционалните и количествено значими замърсители за конкретното инвестиционно предложение, а именно: прахови частици (PM), азотни оксиди (NO_x), серни оксиди (SO_x) и въглероден оксид (CO).

Това са емисиите с най-висок и съществен принос за конкретното инвестиционно предложение, поради което тяхното разпространение е предмет на детайлна оценка и анализ с числови дисперсионни модели.

Останалите емисии в количествено отношение са с незначителен потенциал за разглеждания проект и не се очаква да окажат измеримо въздействие върху качеството на атмосферния въздух, поради което на са включени в обхвата на настоящото моделно изследване.

За максимално обективна оценка, получените с модела AERMOD/ISC прогнозни концентрации в мястото на въздействие са представени в перцентилни нива, изчислени въз основа на допустимите превишения на средночасовите и средноденонощни норми по Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (ДВ, бр. 85/2010 г. с изм. и доп.).

Представените по този начин стойности, дава възможност за оценка на въздействието по дефинирани нормите за качество на атмосферния въздух, в зависимост от ограниченията и допусканията на нормативната уредба, по отношение допустимия брой превишенията и съответствието им с нормите за КАВ. Това от своя страна гарантира методическата съпоставимост между получените с модела стойности и нормативно установените критерии (норми).

5.1. Прогнозен модел – Пътен Участък 1

Дисперсионният модел (AERMOD/ISC) е структурирани за най – неблагоприятен сценарий, при който пътния участък е симулиран при максимална интензивност на трафика и неговото разпределение по категории МПС.

Като основни при моделирането са приети следните типове източници на емисии:

- Линейни източници:
 - пътно трасе с две платна в посока и средна разделителна ивица.
- Стационарни източници:
 - тунелни портали на вход/изход от тунелното съоръжение.

За отчитане на ефекта от тунелното съоръжение – вход/изход е приложена методологията съгласно технически стандарт ASTRA 13001:2021 – *Umweltschutz bei Straßenbauprojekten (Environmental Protection in Road Construction Projects)*, въз основа на която в дисперсионния модел е въведена динамичната изходяща струя от тунелните портали, отразяваща специфичния аеродинамичния ефект от тунела – „ефект на буталото“ (piston effect).

По този начин порталите на тунела са симулирани като самостоятелни точкови източници със статични и динамични характеристики, съответстващи на техническите параметри на съоръжението, отчитащи хоризонталния пренос на концентриран въздушен поток от тунелни портали.





Въз основа на възприетите допускания е съставен комплексен модел, отчитащ съвместното въздействие от организирани точкови източници (тунелни портали) в съчетание с линейните емисионни източници (пътни платна).

При посочените изходни (начални) условия е извършена апроксимация за разсейването на вредните вещества, емитирани от пътните платна и тунелното съоръжение (тунелни портали) с концентрации приведени в следващата таблица.

Табл. 5.1.1.

Замърсител	Мярка	Дискретни рецептори						C _{max}	Норма
		км 50+600		км 51+400		км 52+000			
		R1	L1	R2	L2	R3	L3		
Приземна средночасова концентрация									
Азотни оксиди (NOx) 95.1 ^{ви} перцентил	µg/m ³	108.5	129.7	103.8	112.9	132.6	78.20	401.0	200 ср.ч
Серни оксиди (SOx) 93.4 ^{ти} перцентил	µg/m ³	7.74	7.88	7.74	7.67	7.73	7.54	8.84	350 ср.ч
Приземна максимална 8 часова концентрация									
Въглероден оксид (CO)	µg/m ³	512.0	513.7	507.1	508.3	514.1	502.5	642.0	10 000 max.8h
Приземна средноденонощна концентрация									
Прах/сажди (PM) 90.4 ^{ти} перцентил	µg/m ³	27.31	27.36	27.21	27.28	27.22	27.14	30.1	50 ср.д
Серни оксиди (SOx) 99.2 ^{ри} перцентил	µg/m ³	7.43	7.43	7.43	7.42	7.42	7.41	7.62	125 ср.д
Приземна средногодишна концентрация									
Прах/сажди (PM)	µg/m ³	26.86	26.87	26.83	26.84	26.86	26.78	27.81	40 ср.г
Азотни оксиди (NOx)	µg/m ³	32.9	33.2	32.3	32.6	32.9	31.4	52.9	40 ср.г

Въз основа на извършените моделни изчисления и прогнози за формираните емисии от пътен участък 1 може да се обобщи, че при възприетата интензивност на трафика (AADT) и неговото разпределение по категории МПС, не се очаква значително въздействие върху качеството на атмосферния въздух в разглеждания район.

Получените с модела максимални концентрации на изследваните замърсители (прах, серни оксиди, азотни оксиди, въглероден оксид) се разпределят основно в обхвата на пътното платно, без да засягат контактните урбанизирани зони и участъци.

Анализът на данните от дискретните (референтни) рецептори и в частност изчисленото концентрационно поле води до обективния извод, че въздействие върху експонираното население в контактните зони с нива над пределно допустимите не може да се очаква.

От друга страна, следва да се подчертае, че за разглеждания пътен участък (Участък 1) емисионния пренос е доминиран от тунелното съоръжение и свързаният с него портален ефект (ефект на буталото) – насочен пренос на концентриран въздушен поток от тунелни портали, като пътните платна остават второстепенен източник на емисии.

При тези динамични условия на пренос се установяват локални пикове на разстояние до 240 m от тунелните портали, които в определени случаи могат да доведат до временно превишение на установените норми за опазване на човешкото здраве (НОЧЗ).

Следва да се посочи, че тези локални пикове в концентрационното поле се реализират в силно ограничена зона, изцяло в обхвата на пътното платно, и спадат рязко с





отдалечаване от източника по оста на портално-индуцирания въздушен поток (въздушна струя) поради бързото разреждане и турбулентно смесване, причинено от движението на транспортните средства по проектното трасе.

Прогнозното разпределение на концентрационното поле и моделните изолинии по характерни замърсители са представени в **Приложение**.

5.2. Прогнозен модел – Пътен Участък 2

Дисперсионният модел (AERMOD/ISC) е структурирани за най-неблагоприятен сценарий, при който пътният участък е симулиран при максимална интензивност на трафика и неговото разпределение по категории МПС.

Предвид техническите и теренно-ситуационни характеристики на пътния участък, като основен и единствен при моделирането е приет линеен източник на емисии – пътно трасе с две платна в посока и средна разделителна ивица.

При посочените изходни (начални) условия е извършена апроксимация за разсейването на вредните вещества, емитирани от пътните платна с концентрации приведени в следващите таблици.

Табл. 5.2.1.

Табл. 3.2.1.

Замърсител	Мярка	Дискретни рецептори				C _{max}	Норма
		км 53+000		км 54+600			
		R4	L4	R5	L5		
Приземна средночасова концентрация							
Азотни оксиди (NO _x) 95.1 ^{ви} перцентил	µg/m ³	135.8	150.2	120.5	108.9	271.0	200 ср.ч
Серни оксиди (SO _x) 93.4 ^{ти} перцентил	µg/m ³	7.49	7.51	7.50	7.48	7.76	350 ср.ч
Приземна максимална 8 часова концентрация							
Въглероден оксид (CO)	µg/m ³	38.5	40.9	34.0	30.7	113.4	10 000 max.8h
Приземна средноденоношна концентрация							
Прах/сажди (PM) 90.4 ^{ти} перцентил	µg/m ³	27.46	27.51	27.30	27.17	29.10	50 ср.д
Серни оксиди (SO _x) 99.2 ^{ри} перцентил	µg/m ³	7.401	7.403	7.405	7.401	7.440	125 ср.д
Приземна средногодишна концентрация							
Прах/сажди (PM)	µg/m ³	26.89	26.90	26.83	26.82	27.40	40 ср.г
Азотни оксиди (NO _x)	µg/m ³	33.6	33.8	32.4	32.3	45.7	40 ср.г

Табл. 5.2.2.

Замърсител	Мярка	Дискретни рецептори				C _{max}	Норма
		км 56+600		км 57+100			
		R6	L6	R7	L7		
Приземна средночасова концентрация							
Азотни оксиди (NO _x) 95.1 ^{ви} перцентил	µg/m ³	120.9	114.5	123.5	114.0	271.0	200 ср.ч
Серни оксиди (SO _x) 93.4 ^{ти} перцентил	µg/m ³	7.55	7.51	7.54	7.53	7.76	350 ср.ч





Замърсител	Мярка	Дискретни рецептори				C _{max}	Норма
		км 56+600		км 57+100			
		R6	L6	R7	L7		
Приземна максимална 8 часова концентрация							
Въглероден оксид (CO)	µg/m³	33.6	31.3	32.8	32.7	113.4	10 000 max.8h
Приземна средноденонощна концентрация							
Прах/сажди (PM) 90.4 ^{ти} перцентил	µg/m³	27.31	27.25	27.28	27.27	29.1	50 ср.д
Серни оксиди (SOx) 99.2 ^{ри} перцентил	µg/m³	7.407	7.405	7.406	7.406	7.440	125 ср.д
Приземна средногодишна концентрация							
Прах/сажди (PM)	µg/m³	26.85	26.82	26.84	26.83	27.40	40 ср.г
Азотни оксиди (NOx)	µg/m³	32.8	32.4	32.7	32.5	45.7	40 ср.г

Въз основа на извършените моделни изчисления и прогнози за формираните емисии от пътен участък 2 може да се обобщи, че при възприетата интензивност на трафика (AADT) и неговото разпределение по категории МПС не се очаква значително въздействие върху качеството на атмосферния въздух в разглеждания район.

Получените с модела максимални концентрации на изследваните замърсители (прах, серни оксиди, азотни оксиди, въглероден оксид) се разпределят основно в обхвата на пътното платно, без да засягат контактните урбанизирани зони и участъци.

Анализът на данните от дискретните (референтни) рецептори и в частност изчисленото концентрационно поле води до обективния извод, че въздействие върху експонираното население в контактните зони с нива над пределно допустимите не може да се очаква.

Получените концентрации на вредни вещества в местата на въздействие (референтна рецепторна мрежа), показват пълно съответствие с установените норми за качество на атмосферния въздух (КАВ).

Влиянието на източници на емисии е допустимо, дори и в случаите при възможно най-неблагоприятен сценарий, не само в локален но и в по-широк териториален обхват. Показателно за степента на влияние е изчисленото концентрационно поле на замърсителите при максимални концентрации (C_{max}), значително под установените норми за опазване на човешкото здраве (НОЧЗ).

Тук емисионния пренос е доминиран единствено от открити линейни източници на емисии (пътни платна), като характерна особеност е натрупването на пикови концентрации в зони с променлив радиус на хоризонталните криви (завои).

Формирането на локални пикове в концентрационното поле по участъци със завои се дължи на аеродинамичните и геометрични фактори, при които въздушният поток от движещите се транспортните средства променя посоката си и води до локално понижаване на скоростта на ефективно разреждане и дисперсия на емисиите. В тези зони замърсителите се задържат по-дълго време, което води до локално натрупване и повишени приземни концентрации.

Въпреки това, механизмът на разсейване на тези емисии е доминиран от бързо разреждане и турбулентно смесване с околния въздух, причинено от движението на транспортните средства по проектното трасе и метеорологичните фактори.





Прогнозното разпределение на концентрационното поле и моделните изолинии по характерни замърсители са представени в **Приложение**.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на извършените моделни изчисления и прогнози за формираните емисии може да се обобщи, че при възприетия интензитет и разпределение на трафика по двата проектни пътни участъка (Участък 1 и Участък 2), не се очаква значително въздействие върху качеството на атмосферния въздух в разглеждания район.

Получените концентрации на вредни вещества в местата на въздействие (референтна рецепторна мрежа) показват пълно съответствие с установените норми за качество на атмосферния въздух (КАВ).

Като характерна особеност в процеса на формиране и разсейване на замърсители от линейната и пътна инфраструктура се определят тунелните съоръжения. По своята природа и аеродинамични условия тунелите се разглеждат като зона, в която се акумулира концентриран въздушен поток, отвеждан през порталите, чрез разликата в налягането, причинено от движещите се превозни средства (ефект на буталото), и води до локално повишаване на концентрационното поле (локални пикове) в изолирани зони на разстояние от източника.

Тези локални пикове в концентрационното поле се реализират в силно ограничена зона, изцяло в обхвата на пътното платно, и спадат рязко с отдалечаване от източника по оста на портално-индуцирания въздушен поток (въздушна струя) поради бързото разреждане и турбулентно смесване, причинено от движението на транспортните средства по проектното трасе.

Анализът на данните от дискретните (референтни) рецептори и в частност изчисленото концентрационно поле, води до обективния извод, че въздействие върху експонираното население с нива над пределно допустимите не може да се очаква.

Количествената оценка на замърсителите по масов баланс също не дава основание за очаквано трайно замърсяване на приземния атмосферен слой в обхвата на инвестиционното предложение и контактните зони.

Получените резултати от съставените дисперсионни модели за разпространение на замърсителите на база средночасови, средноденонощни и средногодишни концентрации в приземния атмосферен слой потвърждават съответствието с нормите за КАВ съгласно *Наредба 12 за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (ДВ, бр. 58/2010 г.); Наредба № 14 от 23 септември 1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места (ДВ, бр. 88/1997 г. с изм. и доп.) и Директива 2008/50/ЕО за качество на атмосферния въздух.*

Следва да се подчертае, че инвестиционното предложение представлява оптимизация/реконструкция на съществуващ силно натоварен път с неравномерен трафик и утежнени условия на движение. Съществуващото положение се характеризира със значителни задръствания, неравномерен режим на движение със спирания и ускорения (пикови емисионни максимуми), и амортизирана пътна настилка (ресуспендиране на прахови частици). Тези фактори са свързани с повишени нива на емисиите, формиращи висок емисионен фон.

Проектното решение предвижда оптимизиране на трафика, премахване на кръстовища и светофарно регулиране, осигурява свободен и равномерен транспортен поток с





оптимална скорост на движение и обновяване на пътна настилка. Комбинираният ефект от тези мерки води до съществено редуциране на съществуващия емисионен фон и подобряване на въздушната среда спрямо сценария „Без проект“.

Оптимизирането/премахването на кръстовища и светофарни уредби, въвеждането на равномерен скоростен режим и подобряването на пътната настилка водят до съществено намаляване на специфичните емисии на основните замърсители (NO_x , CO и PM) за единица пробег и до редуциране на локалните пикове в концентрационното поле.

Подобреният режим на движение и повишената турбулентност на въздушния поток, способстват за по-ефективно разреждане и дисперсия на емисиите в прилежащите територии и контактни зони.

В тази връзка, реализацията на инвестиционното предложение за реконструкция на Софийски околновръстен път от ул. „Ралевица“ до АМ „Струма“ ще доведе до пряк положителен ефект и ще допринесе за подобряване на качеството на атмосферния въздух.

