

МОДЕЛ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ВОЗДУХОТ

-Извештај-

СОДРЖИНА

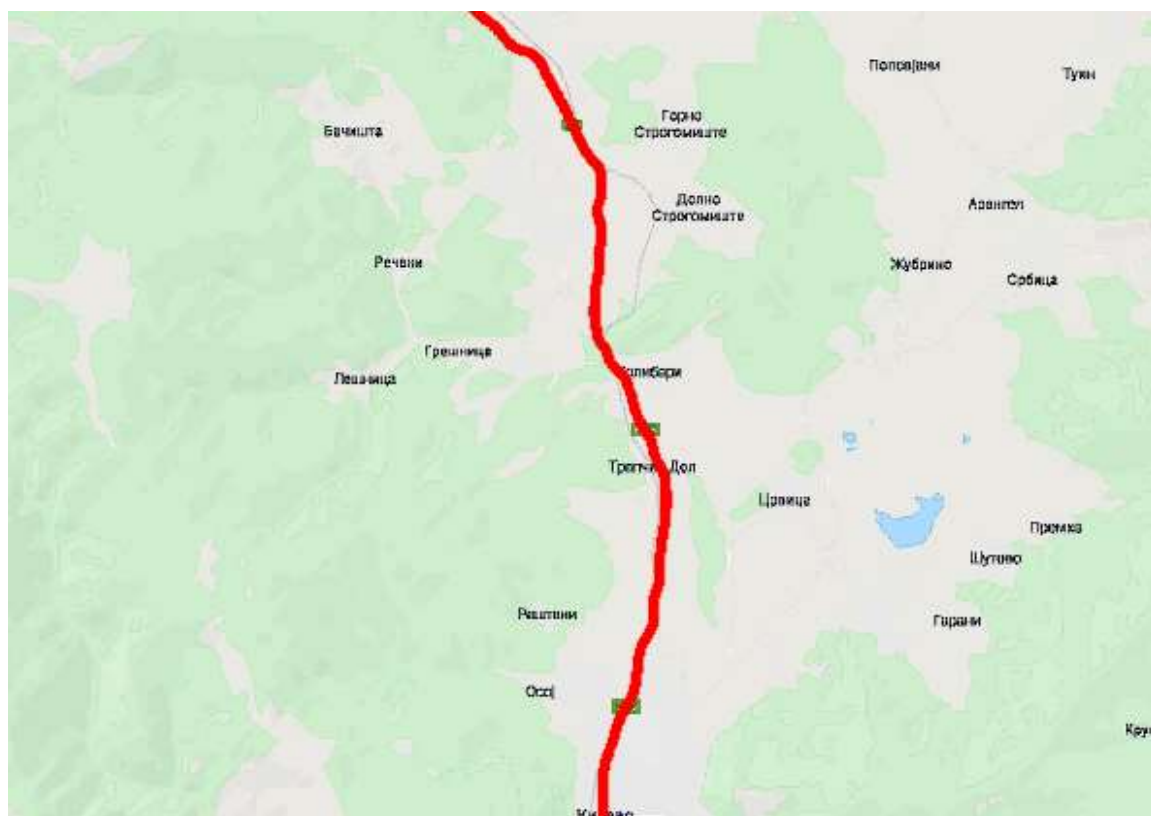
1	Вовед.....	4
2	Стандарди за квалитет на воздухот во животната	6
3	Референтен квалитет на воздухот во животната средина.....	7
	МЕТОДОЛОГИЈА НА МОДЕЛОТ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ВОЗДУХОТ	13
1	Приод во моделирањето	13
2	Градежна фаза	14
2.1	<i>Извори на емисии</i>	14
2.1.1	Емисии од дупчење и минирање	15
2.1.2	Емисии од сообраќајот на товарните патишта и порамнувањето на автопатот	15
2.1.3	Утовар и истовар на материјал	16
2.1.4	Емисии од отворени површини	17
2.1.5	Емисии од моторите со внатрешно согорување	17
2.2	<i>Терен</i>	17
2.3	<i>Влијанието на околните градби</i>	18
2.4	<i>Рецептори</i>	18
2.5	<i>Метеоролошки податоци</i>	20
2.6	<i>Резултати</i>	23
3	Оперативна фаза.....	28
3.1	<i>Емисии</i>	28
3.2	<i>Резултати</i>	32
3.2.1	PM10	32

3.2.2	PM2.5	53
3.2.3	Јаглерод моноксид.....	67
3.2.4	Азотен диоксид (NO2)	76
4	Неизвесности	95
4.1	<i>Сообраќај</i>	95
4.2	<i>Фактори на емисија</i>	95
4.3	<i>Метеоролошки податоци</i>	95
4.4	<i>Терен</i>	95
5	Валидација	96
5.1	<i>Сообраќај и емисии</i>	96
5.2	<i>Метеоролошки податоци и концентрации во воздухот</i>	97
5.3	<i>Позадински концентрации</i>	99
5.4	<i>Резултати</i>	100
6	Заклучоци и препораки.....	103
7	Користена литература	104

1 Вовед

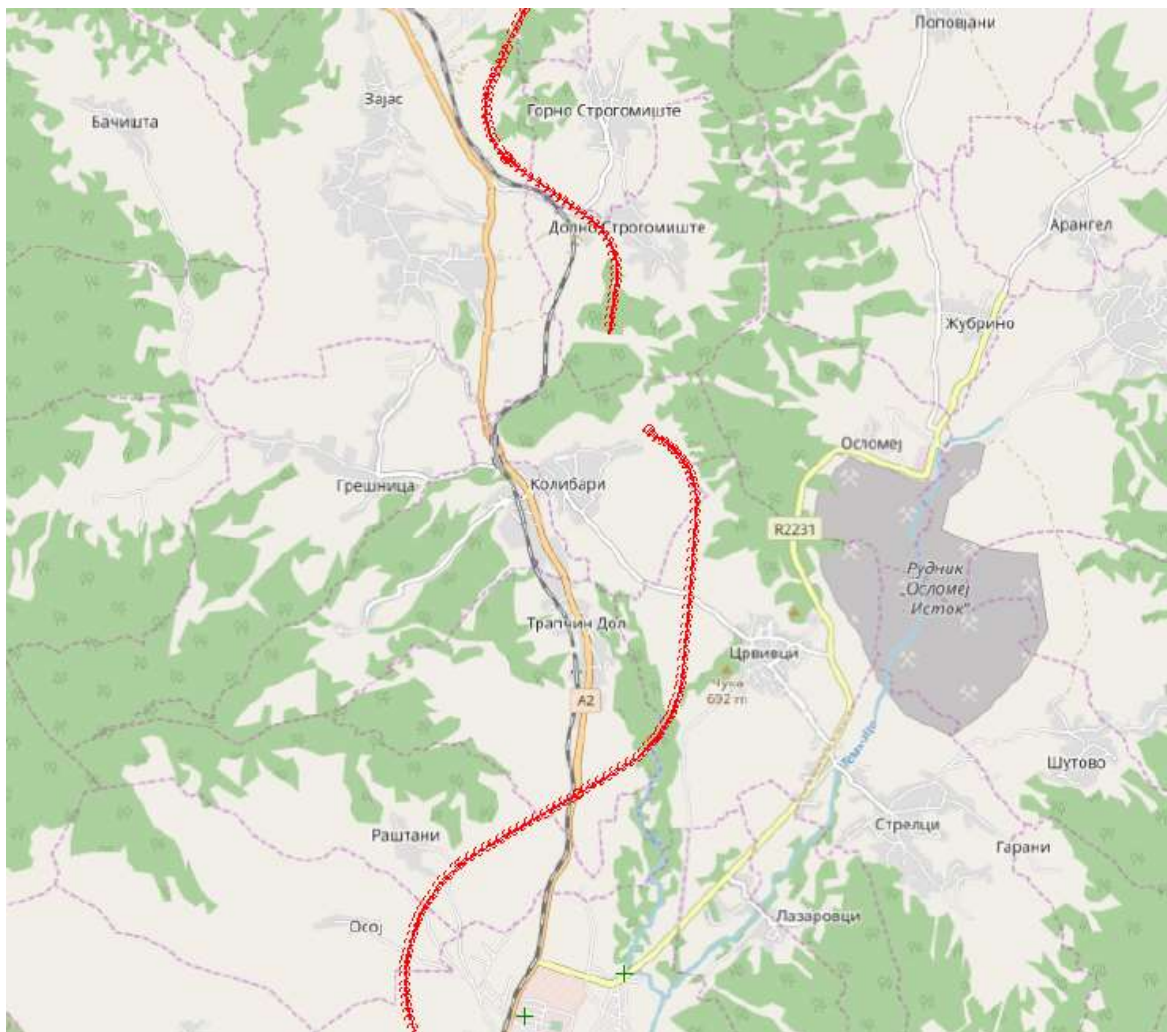
Јавното претпријатие за државни патишта предлага да се изгради Автопатот А2 Гостивар-Кичево, од кој дел е и делницата Букојчани-Кичево.

Како дел од Оцена на влијанието врз животната средина и социјалните аспекти што се спроведува за предложената делница, беше направена и анализа на моделот на дисперзија на воздухот за да се оцени влијанието на загадувачите на воздухот од градежните работи и сообраќајот по идниот автопат врз квалитетот на амбиентниот воздухот.



Слика 1 Мапа на која е прикажан постојниот пат

Во моментот, сообраќајот се одвива по регионалниот пат кој минува низ неколку помали населени места и градот Кичево, како што е прикажано на сл. 1. На сл. 2 е прикажана трасата за новиот автопат, којшто во најголем дел е надвор од населените места и минува низ 730 m долг тунел.



Слика 2 Трасата на предложената автопатска делница

Во овој извештај е опишана анализата на моделот на дисперзија на воздухот за PM10 од градежните работи, кои најверојатно ќе започнат во 2020 и NO₂, PM10, PM2.5 и CO во текот на оперативната фаза на автопатот. Оперативната фаза на автопатот се планира да започне во 2023 г., а 2040 г. беше разгледувана како година од индината. За целите на оваа оценка, разгледани беа следниве сценарија:

1. Референтна година – 2018 г.;
2. Градежна година - 2020 г.;
3. Почетна година – 2023 г. со и без да се изгради автопатот
4. Идна година – 2040 г. со и без да се изгради автопатот

Се следеа „Барањата од извештајот за моделирање на дисперзијата на воздухот“ (за детално моделирање на воздушната дисперзија) <http://www.theairshed.com/wp-content/uploads/2018/03/EA-requirements-for-dispersion-modelling.pdf> при подготовката на овој извештај и препораките се исполнија колку што тоа беше можно.

Македонското законодавство за животна средина нема дефиниција за „значајно влијание“, затоа резултатите од моделот, додадени на референтните концентрации, беа споредени со националните и европските стандарди за квалитет на воздухот, со исклучок на PM2.5, бидејќи за нив нема референтни податоци.

2 Стандарди за квалитет на воздухот во животната

Граничните вредности на амбиентниот воздух за концентрациите на честичната материја (PM10), сулфур диоксид, азот диоксид и јаглероден моноксид, согласно Уредбата за гранични вредности на концентрациите и видовите на загадувачки материји во амбиентниот воздух и праговите за алармирање, роковите за исполнување на граничните вредности, маргините на толеранција за граничните вредности, целните вредности и долгорочните цели (С.В. на Р.М. бр. 50/05), се прикажани на Табела 1. Маргините на толеранција и стапките на природ не се прикажани во табелата бидејќи роковите истекоа во 2011 г. Само вредностите за фаза 1 се прикажани, бидејќи датумот за влегување во сила ба граничните вредности за фаза 2 сè уште не се познати

Табела 2 Граничните вредности на амбиентниот воздух за SO₂, PM₁₀, NO_x, бензен, SO₂ и CO

Супстанција	Единица	Гранична вредност	Дозволено надминување годишно
SO ₂ 1 Час 24 Часа Година (заштитени подрачја)	µg/m ³	350	24 пати
		125	3 пати
		20	
PM ₁₀ 24 часа Година	µg/m ³	50	35 пати
		40	
NO ₂ 1 час Година (заштита на човековото здравје) Година (заштита на вегетацијата)	µg/m ³	200	18 пати
		40 (NO ₂)	
		30 (изразени како NO ₂)	
CO Дневно (8-часовна средина)	mg/m ³	10	

Националните стандарди за квалитет на воздухот ги следат стандардите за квалитет на воздухот утврдени во Анекс 11 од Директивата 2008/50/EK за амбиентниот воздух. Табела 2 е извадок од Табелата Б таму.

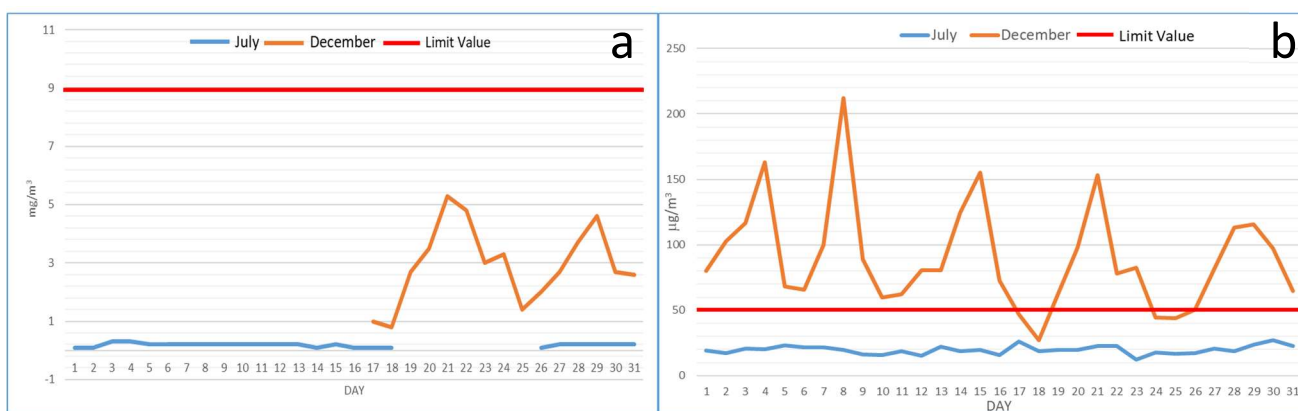
Табела 3 Граничните вредности ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) за концентрациите на одредени загадувачи во воздухот утврдени со Директивата 2008/50/ЕС

Загадувач	На час	На 24 часа	Годишно
NO ₂	200 (18 надминувања дозволени годишно)		40
PM ₁₀		50 (35 надминувања дозволени годишно)	40
PM _{2.5}			25
SO ₂	350 (24 надминувања дозволени годишно)	125 (3 надминувања дозволени годишно)	
CO		10000 (8 часовна средина)	
Бензен			5

3 Референтен квалитет на воздухот во животната средина

Не беа достапни податоци за квалитетот на воздухот долж идниот автопат, освен оние добиени од автоматската станица за набљудување на квалитетот на амбиентниот воздух што се наоѓа во близина на Кичево, а со која управува Министерството за животна средина и просторно планирање (http://air.moepp.gov.mk/?page_id=175¶meter=SO2&station=Kicevo). Оваа станица се наоѓа во самиот град и ги бележи податоците за помал број на загадувачи (O₃, CO, NO₂, SO₂ и PM₁₀). За некои од податоците недостасуваат вредностите. Концентрациите на сите измерени загадувачи освен оние за PM₁₀ се далеку под граничните вредности. Концентрациите на CO и PM₁₀ се многу повисоки за време на грејната сезона, што укажува дека тие главно се емитираат од грејните тела во домаќинствата (Слика 3).

Во 2018 г., беа забележани 77 надминувања на дневната гранична вредност на PM₁₀ и речиси сите се појавија за време на грејната сезона.



Слика 1 Дневни концентрации на CO (а) и PM10 (б) во станицата за набљудување во Кичево во јули и декември 2018 г. (Извор: МЖСПП месечни извештаи)

Со цел да се минимизира влијанието на вредностите што недостасуваат, беше испитан петгодишен сет податоци што го опфаќаат периодот од 2014 до 2018 година. Резултатите се прикажани на

до

Мерниот уред за PM10 беше вон функција за време на летните месеци од 2019 година, па резултатите добиени за 2019 година за време на неговото работење до октомври укажуваат на повисоко ниво на PM10 во воздухот во споредба со двете претходни години (околу 52 µg/m³). Врз основа на достапните податоци, направена е прогноза за веројатните концентрации на PM10 за 2020 година (година кога се очекува да се одвиваат градежните активности) и 2023 година (очекуваната година за почеток на услугите).

Табела 3 Месечен просек на концентрациите на PM10 во воздухот според мерењата на Станицата за набљудување во Кичево – податоците што недостасуваат не беа земени во предвид (Извор: база на податоци на МЖСПП)

	2014	2015	2016	2017	2018	Просек
Јан	142.2	214.3	116.5	115.0	73.5	132.3
Фев	107.6	125.6	68.5	87.2	57.0	89.2
Мар	76.0	87.3	53.4	48.7	43.3	61.7
Апр	56.5	59.3	40.7	36.1	29.9	44.5
Мај	35.7	42.8	28.4	22.6	23.0	30.5
Јун	41.6	30.4	29.9	24.2	17.5	28.7
Јул	40.1	38.0	36.0	27.1	20.0	32.2
Авг	45.6	36.1	35.8	31.2	26.0	34.9
Сеп	40.2	33.9	40.9	20.4	22.7	31.6
Окт	65.3	49.0	51.6	34.7	38.4	47.8
Ное	127.9	83.2	90.3	63.7	65.5	86.1
Дек	136.5	152.3	137.1	61.8	90.5	115.6
Просек	76.3	79.3	60.8	47.7	42.3	

Табела 4 Месечен просек на концентрациите на NO₂ во воздухот според мерењата на Станицата за набљудување во Кичево – податоците што недостасуваат не беа земени во предвид (Извор: база на податоци на МЖСПП)

	2014	2015	2016	2017	2018
Јан				42.7	
Фев				34.8	
Мар				32.6	
Апр				29.6	
Мај			8.6		14.6
Јун			8.3		18.2
Јул			11.9		15.6
Авг			14.0		17.0
Сеп			16.0		19.2
Окт			14.2		24.6

Ное			21.4		
Дек			43.4		21.7
Просек			17.2	34.9	18.7

Табела 5 Месечен просек на концентрациите на CO во воздухот според мерењата на Станицата за набљудување во Кичево – податоците што недостасуваат не беа земени во предвид (Извор: база на податоци на МЖСПП)

	2014	2015	2016	2017	2018	Просек
Јан	2400	2137.0	2327	2388		2313.0
Фев	1900	1426.8	1162	1467	1081	1407.4
Мар	458	957.3	759	752	1108	807.1
Апр	458	968.2	757	642	1121	789.2
Мај	909	407.4	781	802	205	575.7
Јун		384.5	550	448	125	353.2
Јул		468.9	426		130	341.6
Авг		374.6	264		142	260.4
Сеп		374.8	273		172	273.1
Окт		746.6	616			681.5
Ное		1281.9	1185			1233.3
Дек	1498	1763.2	2033		1550	1710.9
Просек	1376.7	1023.5	1011.6	1453.4	765.1	

Табела 6 Месечен просек на концентрациите на SO₂ во воздухот според мерењата на Станицата за набљудување во Кичево – податоците што недостасуваат не беа земени во предвид (Извор: база на податоци на МЖСПП)

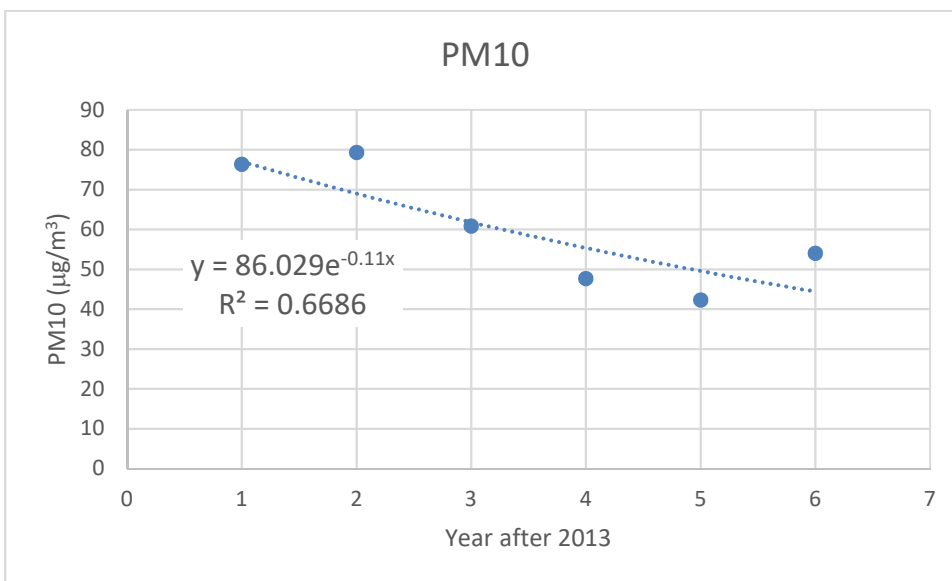
	2014	2015	2016	2017	2018	Просек
Јан	0.7	2.3	0.7	1.6	1.0	1.3
Фев	0.8	2.0	0.7	0.8	1.7	1.2
Мар	0.8	1.2	0.4	1.0	1.6	1.0
Апр	0.8	1.2	0.4	1.0	1.6	1.0
Мај	0.3	1.1	0.4	0.5	0.5	0.6
Јун	0.3	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6
Јул	0.3	1.0	0.5	0.8	0.5	0.6
Авг	0.3	0.7	0.5	0.7	0.3	0.5
Сеп	0.4	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7
Окт	0.6	0.7	0.9	1.2	0.5	0.8
Ное	1.3	0.7	1.1	1.6	0.5	1.0
Дек	1.5	1.9	0.7	1.6	1.0	1.3
Просек	0.7	1.2	0.6	1.0	0.9	0.9

Табела 7 Месечен просек на концентрациите на O₃ во воздухот според мерењата на Станицата за набљудување во Кичево – податоците што недостасуваат не беа земени во предвид (Извор: база на податоци на МЖСПП)

	2014	2015	2016	2017	2018
Јан	25.0	23.7	16.1	36.7	19.9
Фев	25.0	29.5	30.9		29.6
Мар	39.6	36.6	39.0		45.1
Апр	39.8	36.1	40.0		45.1
Мај	39.1	41.6	40.4	46.7	51.5

Јун	38.8	39.3	37.5	40.4	49.6
Јул	39.4	44.1	43.7	48.0	57.2
Авг	38.6	39.4	44.5	44.3	53.6
Сеп	23.9	32.4	35.1	29.1	32.2
Окт	27.4	18.7	28.7	20.5	
Ное	16.2	20.8	34.8	13.5	
Дек	14.2	16.4	34.2	26.2	27.1

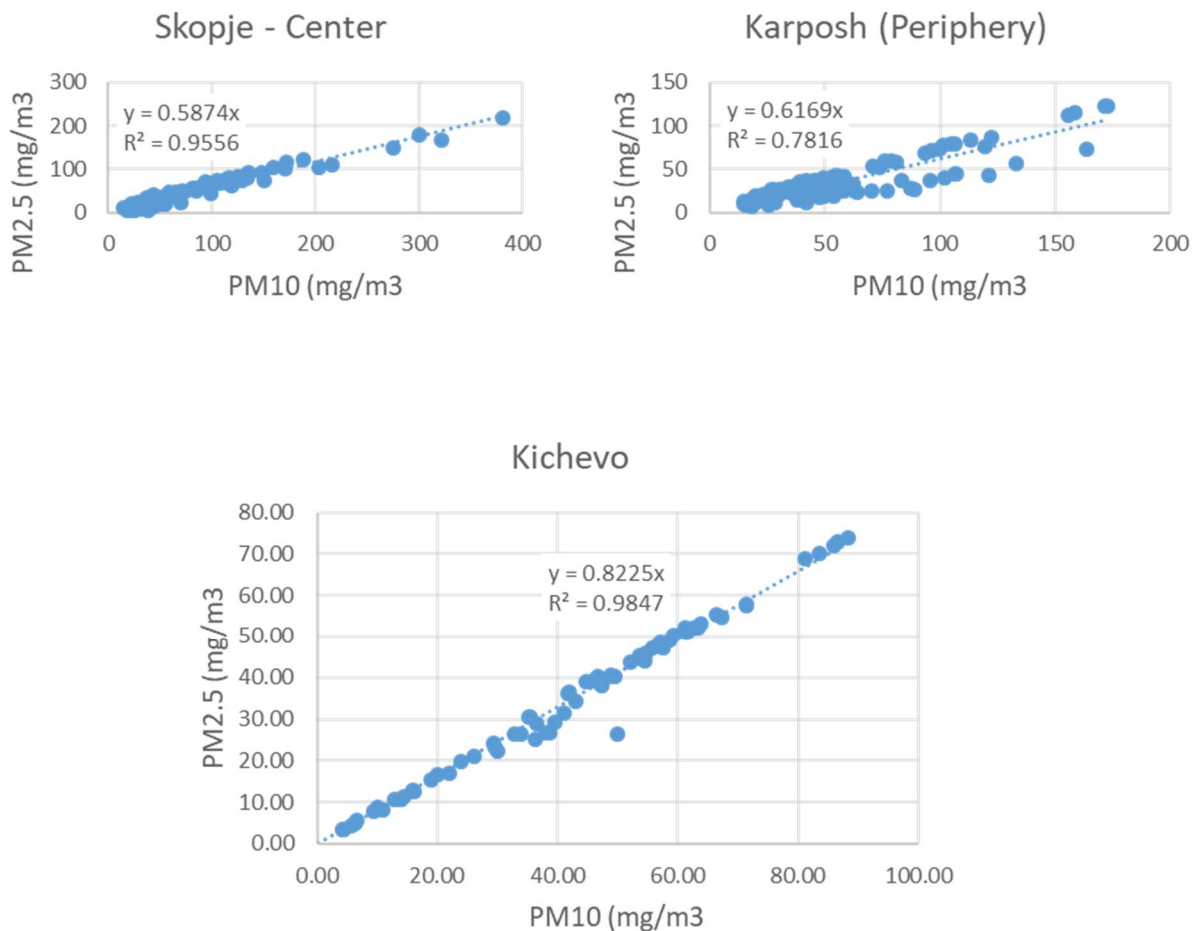
Бидејќи емисиите на PM10 потекнуваат главно од греењето на домаќинствата во постудените месеци, заедницата е фокусирана на намалување на емисиите од вакви извори. Во моментот има две програми насочена кон замена на печките кои горат дрва со пелети и гас. Се очекува значителен број на домаќинства да преминат на пелети во текот на зимата 19/20. Иако линијата на трендот од Слика 4 прогнозира многу пониски концентрации, разумно е да се очекува намалување на PM10 во насока на годишен просек од $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ во 2040.



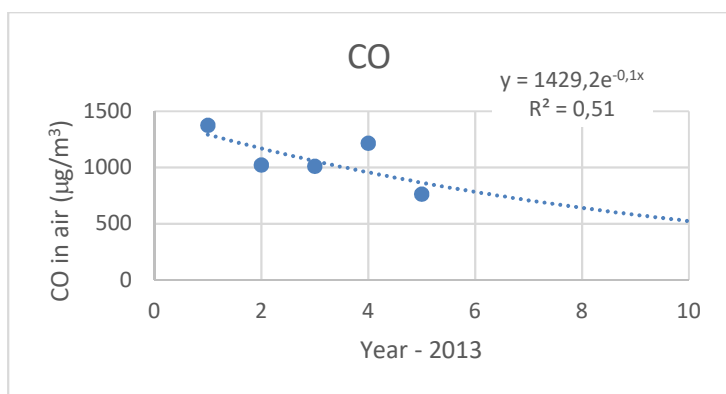
Слика 4 Концентрациите на PM10 што се пренесуваат со воздух, од 2014 до 2019 г.

PM2.5 се набљудува само на две локации во главниот град, Скопје, на околу 63 км североисточно од Кичево. Едната од нив е во центарот на градот, а другата на периферија. Беше направен обид да се процени соодносот на PM2.5/PM10 преку споредба на податоците од овие локации. Историските податоци што до сега беа соберени укажуваат на мала разлика во соодносот PM10/PM2.5. Понизок е во центарот на градот, но и коефициентот на корелација е понизок кон периферијата.

Во декември 2019 г. беше спроведена тридневна мониторинг кампања на помалку од 20 m од постојниот пат на источниот раб на градот Кичево. Часовните вредности покажуваат повисок сооднос PM2.5/PM10 како и повисок коефициент на корелација. Имајќи ја во предвид значителната разлика во вредностите на соодносот и краткиот период на набљудување, не може да се извлече валиден заклучок во однос на долгорочните концентрации на PM10 во амбиентниот воздух долж патот.



Слика 5 Графиконите PM2.5 vs PM10 за Скопје-Центар, Скопје-Карпош и Кичево (линеарниот коефициент укажува на соодносот PM2.5/PM10)



Слика 6 Концентрациите на CO во воздухот од 2014 до 2018 г.

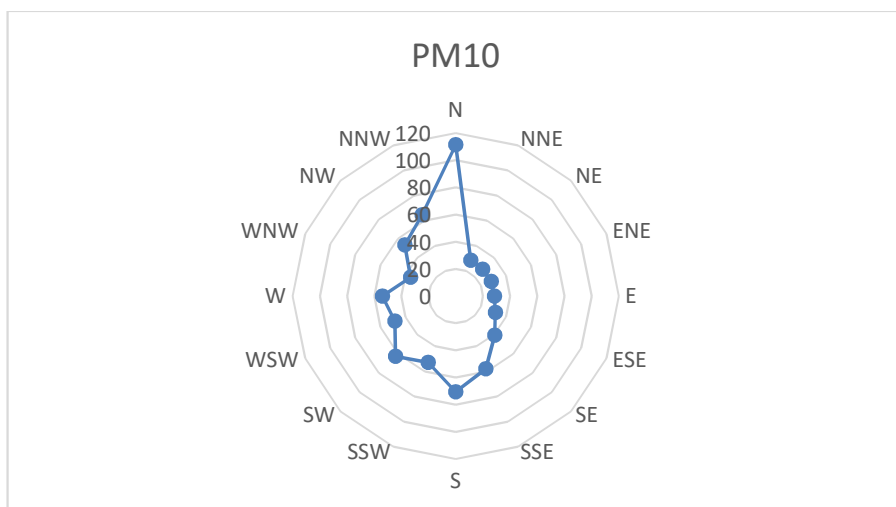
Просечните годишни концентрации на SO₂ во амбиентниот воздух произволно варираат помеѓу 0,6 и 1,2 µg/m³. Затоа, во идните години не се очекуваат значителни промени во референтните

концентрации на SO₂.

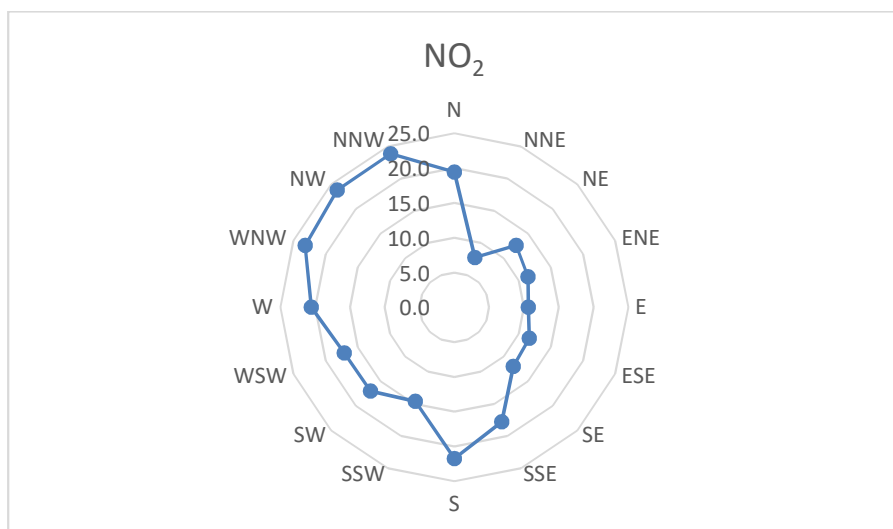
Концентрациите на PM₁₀, NO₂, CO и SO₂ беа испитани во однос на насоката на ветерот. Часовните просечни концентрации на загадувачите за групите насоки на ветар се прикажани Слика 4 до Слика 7.

Очигледно, распространетоста на референтните концентрации загадувачи не го следат истиот образец.

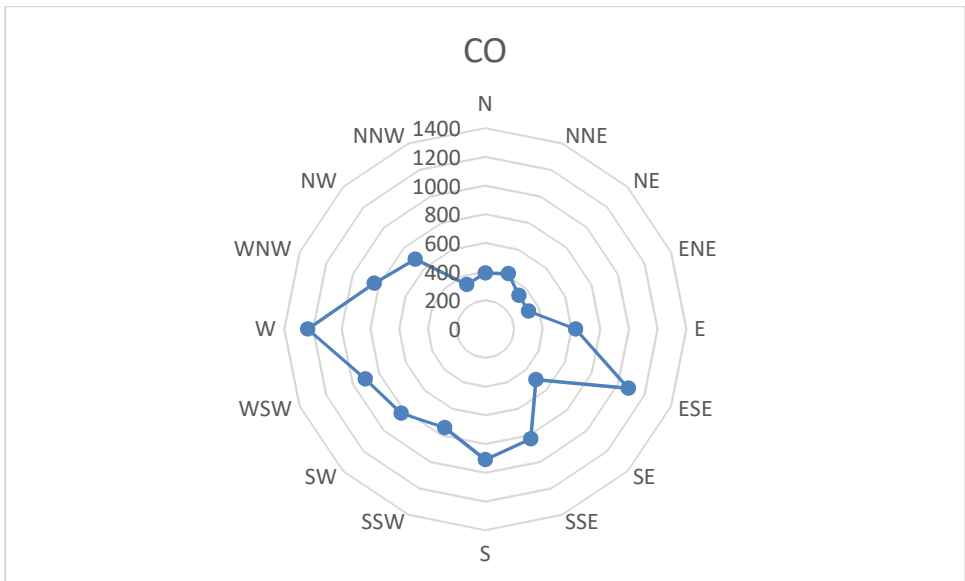
Концентрациите на PM₁₀ се највисоки кога ветерот дува од север. Сличен образец покажува и NO₂, но максималните концентрации се уште порамномерно поставени помеѓу северозапад и запад.



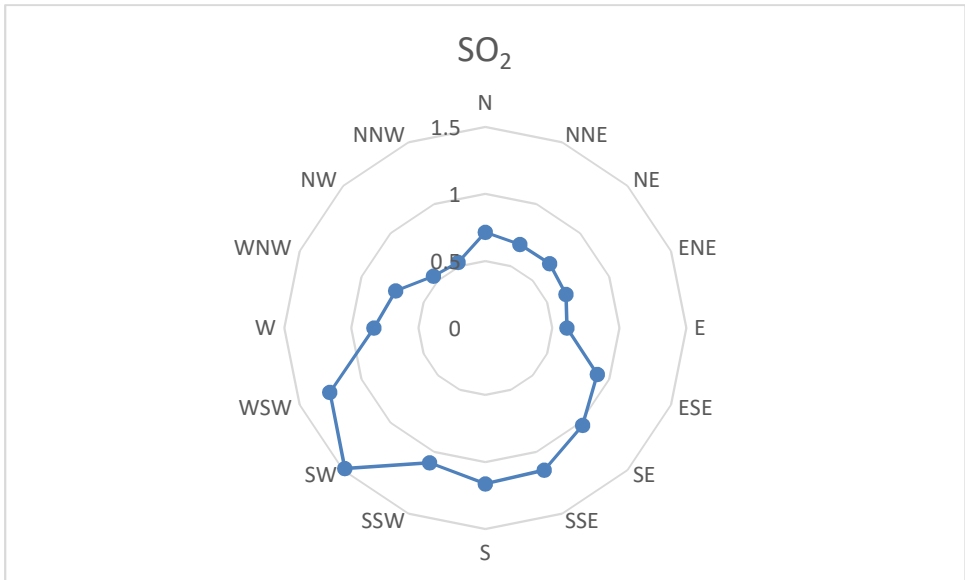
Слика 7 Плот на просечни часовни концентрации на PM₁₀ наспроти насоката на ветерот за 2018 г.



Слика 8 Плот на просечни часовни концентрации на NO₂ наспроти насоката на ветерот за 2018 г.



Слика 9 Плот на просечни часовни концентрации на CO наспроти насоката на ветрот за 2018 г.



Слика 10 Плот на просечни часовни концентрации на SO₂ наспроти насоката на ветрот за 2018 г.

МЕТОДОЛОГИЈА НА МОДЕЛОТ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ВОЗДУХОТ

1 Приод во моделирањето

Емисиите во воздухот од изградбата и употребата на автопатот беа анализирани со помош на софтверскиот пакет AERMOD верзија 18081 на USEPA (United States Environmental Protection Agency) со Windows интерфејс (AERMOD VIEW release 9.6) од LAKES ENVIRONMENTAL Co. Овој модел опширно се користи за да се процени концентрацијата на загадување и таложето од широк спектар на

извори. За целите на оваа вежба, сообраќајните емисии за време на градежната и експлоатациската фаза се третираат како линиско-површински извори. Емисиите од вишокот депонирана почва се третираат како површински извори. Информациите за изворите на емисиите се дадени подоцна во извештајот.

Aermod е модел на Гаусов млаз во стабилна состојба и обично се користи кога се моделира дисперзијата од точкести извори. Но, може да се користи и за случаи на линеарни извори, како што се автопатишта, под услов метеорологијата да може да се смета за еднообразна во рамките на моделираната површина, а периодите на мирување да се ретки, Гаусовите модели даваат слаби резултати во ситуации со мала брзина на ветрот, каде тродимензионалната дифузија е значителна. Другите модели, како што е CALINE 4, се исто така ограничени во поглед на брзината на ветрот.

Метеоролошките податоци за оваа оцена опфаќаат површина во радиус од 12 km, а периодот на мирување е 2,19%. Единствениот недостиг од употребата на AERMOD во оваа оцена може да биде стабилноста на изворите на емисија. Но, во отсуство на историски податоци за варијацијата на фреквенцијата на сообраќај, истата неизвесност ќе се појави независно од моделот што се користи во оцената.

Релевантните метеоролошки податоци беа добиени од Lakes Environmental Co. како MM5 Met податоци (Regional Mesoscale Model for Creating Weather Forecast and Climate Projections). Беше испитан тригодишен сет на податоци што го опфаќа периодот од 2016 до 2018 година. Метеоролошките податоци се обработени подоцна, во Глава 2.4.

2 Градежна фаза

Се претпоставува дека градежните работи на автопатот ќе се одвиваат во 2020 г.

Прилично е сигурно дека градежните работи нема да се одвиваат долж целата траса истовремено. Сепак, како најлошо сценарио за квалитетот на воздухот беше претпоставено дека градежните работи ќе се одвиваат во текот на целата 2020 година по целиот автопат.

Моделот предвидува концентрации на површинско ниво како резултат на емисиите на загадувачки супстанции. За да се изведе моделирањето, потребни се следниве податоци:

- Извори на емисии (вид, карактеристики, стапка на емисии);
- Теренски податоци (топографија);
- Податоци за околните згради;
- Координати и висини на рецепторот;
- Метеоролошки податоци.

Со помош на софтверскиот пакет беа пресметани очекуваните просечни годишни концентрации, максималните дневни концентрации, како и 98 перцентил за последново, што одговара на надминување од 7 дена во неделата.

2.1 Извори на емисии

Емисиите во воздухот од изградбата на патот се создаваат од следниве активности:

- Минирање и ископување;
- Утовар и истовар на материјал;
- Превоз на земја и други материјали по транспортните патишта и трасата на автопатот (вклучувајќи го и движењето на празните дампер-камиони)
- Ерозија од ветер; и
- Емисии на издувните гасови од возила и друга механизација.

2.1.1 Емисии од дупчење и минирање

Сè уште не е изработена програмата за минирање. Затоа, не се достапни податоци за емисиите од овие активности. Но, поради краткото време што е потребно и ниската стапка на емисии од дупчење и минирање, може да се очекува занемарлива грешка доколку се исклучат овие емисии од моделирањето.

2.1.2 Емисии од сообраќајот на товарните патишта и порамнувањето на автопатот

Пристапните патеки до и од депониите и позајмувалиштата сè уште не се јасно дефинирани, па затоа, во предвид беа земени најкратките можни траси. Важен дел од трасата по која ќе се транспортираат земјата и другите материјали е и самото порамнување на автопатот.

Предвидено е околу 240000 m³ земја да треба да се ископаат, транспортираат и одложат на трите одлагалишта, а околу 700000 m³ само да се ископаат и реупотребат. Освен тоа, 170500 m³ тампон материјал треба да се донесе за да се изгради автопатот. Ако се користат дампера од по 15 m³, во текот на градежната фаза ќе се направата околу 55000 тури. Со оглед на тоа дека дамперите ќе патуваат 5 km во една насока, севкупно во текот на градежната фаза ќе се помине пат од 550000 km.

US Environmental Agency (USEPA) изработи погодна методологија за оцена на емисиите на честичната материја од различните видови на патишта, вклучувајќи ги и товарните патишта. Овој метод опсежно се користи во поголем број земји, вклучувајќи ја и Австралија (NPI). Според Глава 13.2.2-2 од (емисиони фактори за заштита на воздухот: AP-42), емисиите во воздухот на честичната материја (PM10) од движењето на возилата на различните видови патишта може да се оцени користејќи ја следнава емпириска равенка:

$$E = k \cdot \left(\frac{SL}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \cdot (1 - E_{ff}) \dots \dots \dots (1)$$

Каде што:

- k, a, b - Емпириски коефициент
- SL - Содржина на мил (g/m²)
- W - Просечна маса на возилото (t)
- Eff - Ефикасноста на мерките за ублажување

Табела 8 Константи за равенката 1 (Извор: AP 42 Ch.13.2.2)

	Класа на честична материја		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (kg/VKT)	0.042	0.42	1.36
a	0.9	0.9	0.7
b	0.45	0.45	0.45

* (поминат пат на возилото во километри)

Се предвидува површината на пристапните патеки да се одржува влажна со редовно прскање на вода, а за таа цека ќе се ангажираат три камиони со вода. Примената на ваков систем на ублажување може да доведе до 90% ефикасност, но, како сценарио на најлош случај, за потребите на пресметката ќе се користи ефикасност од 70%.

Според погоре кажаното, емисиите на PM10 во воздухот коишто произлегуваат од транспортот на материјалите изнесуваат:

$$E = 0.42 \cdot \left(\frac{8.3}{12}\right)^{0.9} \cdot \left(\frac{40}{3}\right)^{0.45} \cdot (1 - 0.7)$$

$$E = 0.27 \text{ kg/VKT}$$

Ако се земе дека површината на млазот од активниот камион изнесува 8 m, се доаѓа до емисиониот фактор од $2.9 \cdot 10^{-5} \text{ g/m}^2\text{s}$.

2.1.3 Утовар и истовар на материјал

Емисиите од утовар на материјалите на локацијата на ископувањето и истовар на материјалите на местото на истовар се пресметани според инструкциите од Глава 13.2.4 на AP-42, каде што се препорачува употребата на следнава равенка:

$$E = k \cdot 0.0016 \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \dots\dots\dots(2)$$

Каде што:

- E - Емисионен фактор на честичната материја (kg/t)
- k - Коефициент на големина на честичната материја – без димензии (вредностите се дадени во Табела 9)
- U - Просечната брзина на ветерот (m/s)
- M - Влажност на материјалот (%)

Табела 9 Вредностите за k во равенката 2 (Извор: AP 42 Ch.13.2.4)

PM големина	K
PM 2.5	0.053
PM5	0.2
PM 10	0.35
PM 15	0.48
PM 30	0.74

Според метеоролошките податоци, просечната брзина на ветерот во периодот од 2016 до 2018 изнесуваше 3,19 m/s. Не се достапни потврдени податоци за влажноста на материјалите, па се сугерира да се користи вредноста 10%.

Со примена на равенката (2), се пресметува стапка на емисија од $1.6 \cdot 10^{-6}$ g/m²s или 1,477 g/s.

2.1.4 Емисии од отворени површини

За оцена на емисиите на отворена површина предизвикани со ерозија од ветар, беше употребен емисиониот фактор даден во Прирачникот за техниките за процена на емисиите во производството на цемент од австралиското Министерство за животна средина, вода, културно наследство и уметност (0.3 kg/ha/h или $8,33 \cdot 10^{-6}$ g/m²s). За разлика од превоз и ракување на материјалите, емисиите на отворена површина се континуирани и зависат само од брзина на ветерот и карактеристиките на почвата.

Три локации за истовар со вкупна површина од 97100 m² се планирани долж градилиштето на автопатот. Според тоа, се пресмета стапка на емисии од 0.81 g/s.

2.1.5 Емисии од моторите со внатрешно согорување

Севкупната моќност на механизација ангажирана за изведување на земјените работи ќе изнесува околу 12610 kW.

Просечниот емисионен фактор за моторите со внатрешно согорување изнесува 0.754 g/kWh, од каде што се изведува просечната стапка на емисија од 2.45g/s. Целата механизација сигурно нема да работи истовремено. Така што стапката на емисија ќе биде дури и пониска.

2.2 Терен

Теренот долж усвоената траса е и рамен и издигнат, испресечен со постојните и привремени водотеци, кои се влеваат во Зајаска Река. Надморската височина на патот варира од 650 и 750, додека пак најблиските ридови достигнуваат и 900 m надморска височина. Огромен дел од теренот е рурален. За само мал дел на југ може да се каже дека станува збор за предградие.

2.3 Влијанието на околните градби

Долж предвиденото градилиште не постоја градби кои би можеле да влијаат брз дисперзијата на честичната материја што се пренесува преку воздухот. Конфигурацијата на теренот, пак, сигурно ќе има одредено влијание.

2.4 Рецептори

Беше креирана униформна картезијанска рецепторска мрежа со површина од 12X12 km со густина од 250X250 m.

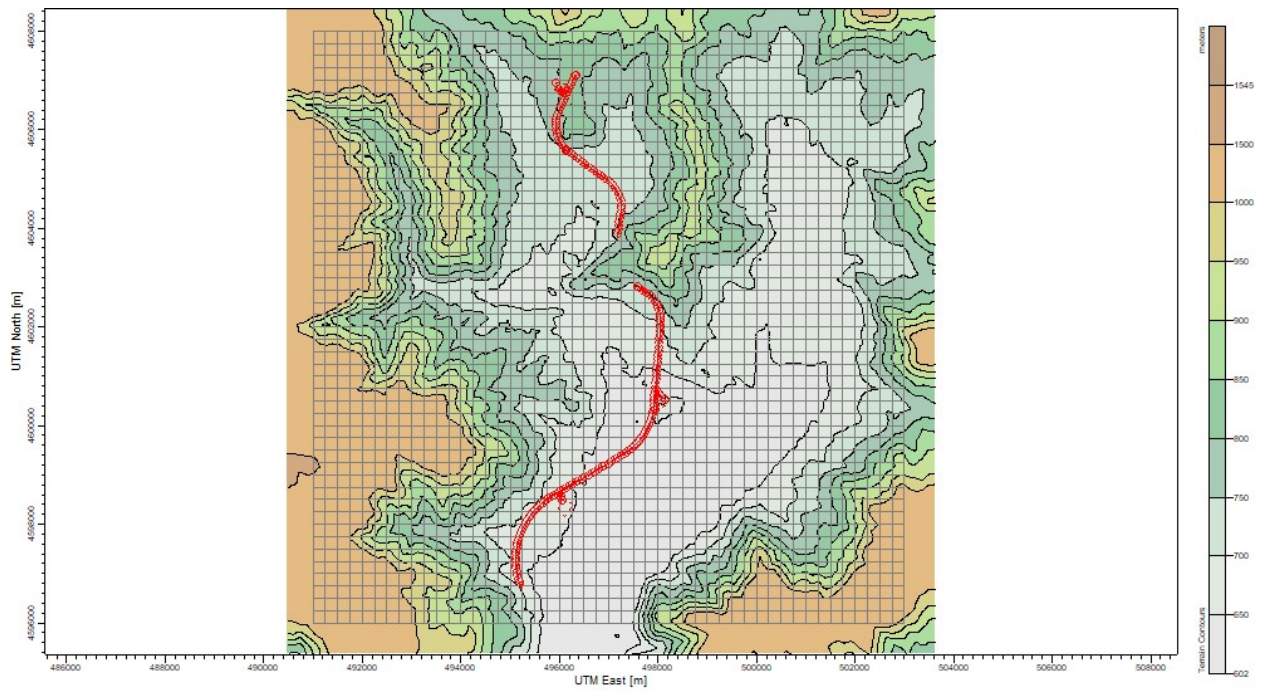
Во рамките на подрачјето на моделирање за време на градежната фаза беа утврдени пет чувствителни (сензитивни) рецептори. Овие рецептори беа избрани врз основа на бројот на луѓето што таму живеат или се собираат. Наведени се во Табела 10 подолу.

Табела 10 Локацијата на чувствителните рецептори

Назив на рецептор	UTM координати	
	X (m E)	Y (m N)
Основно училиште	496450	4596350
Џамија	495921	4596534
Универзитет	496790	4596510
Касарна	496320	4596910
Спортски центар	497320	4597330

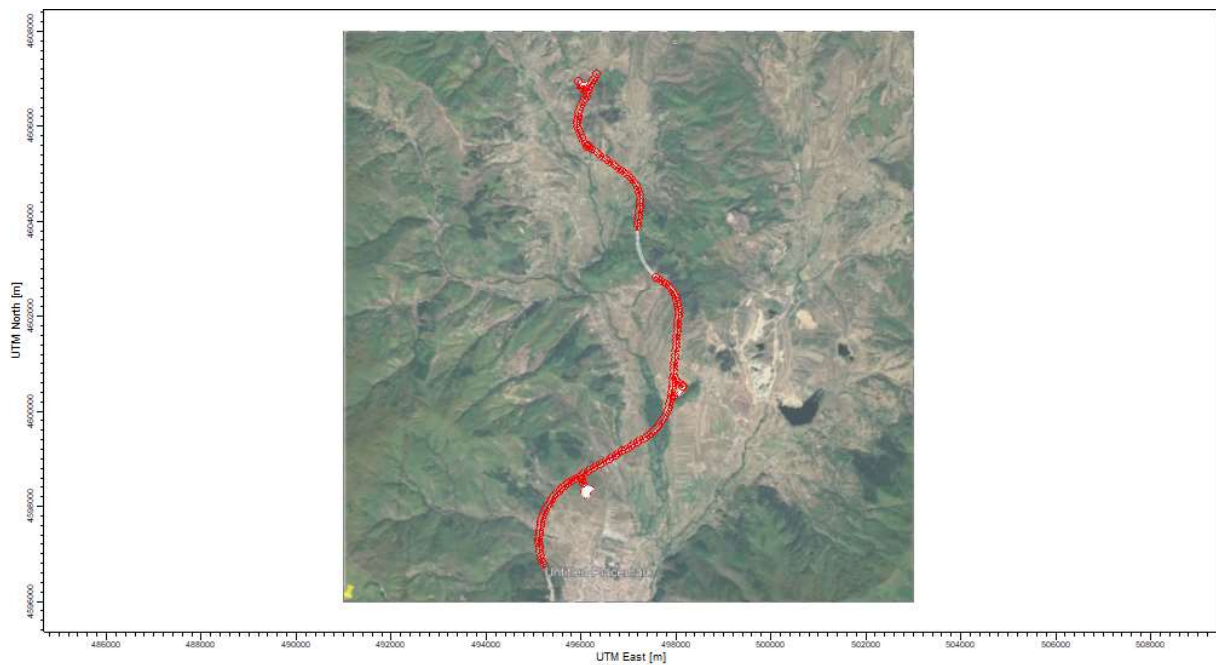
Сите координати во оваа студија се во UTM (Universal Transverse Mercator) – T-34.

За топографијата на теренот беа користени SRTM3 мапи (shuttle Radar Topography Mission). Теренот, со доменот на моделирањето и мрежата на рецептори, е прикажан на Слика 11.



Слика 11 Топографија на теренот и мрежа на рецептори

За подобра ориентација, во позадината е вметната гео-референтна фотографија на теренот, како што е прикажано (Слика 22).



Слика 32 Сателитска фотографија во позадината на доменот на моделирањето

2.5 Метеоролошки податоци

Бидејќи не локацијата не беа достапни континуирани часовни вредности за метеоролошките податоци, кои се потребни за изведување на моделот на дисперзија на воздухот, истите беа купени од Lakes environmental како MM5 метеоролошки модел (Regional Mesoscale Model for Creating Weather Forecast and Climate Projections). Овие податоци се однапред обработени за употреба со софтверските пакети Aermet View , а потоа и Aermod View, за моделирање на дисперзијата на воздухот.

Беше купен сет од податоци за три години за период од 01.01.2016 до 31.12.2018.

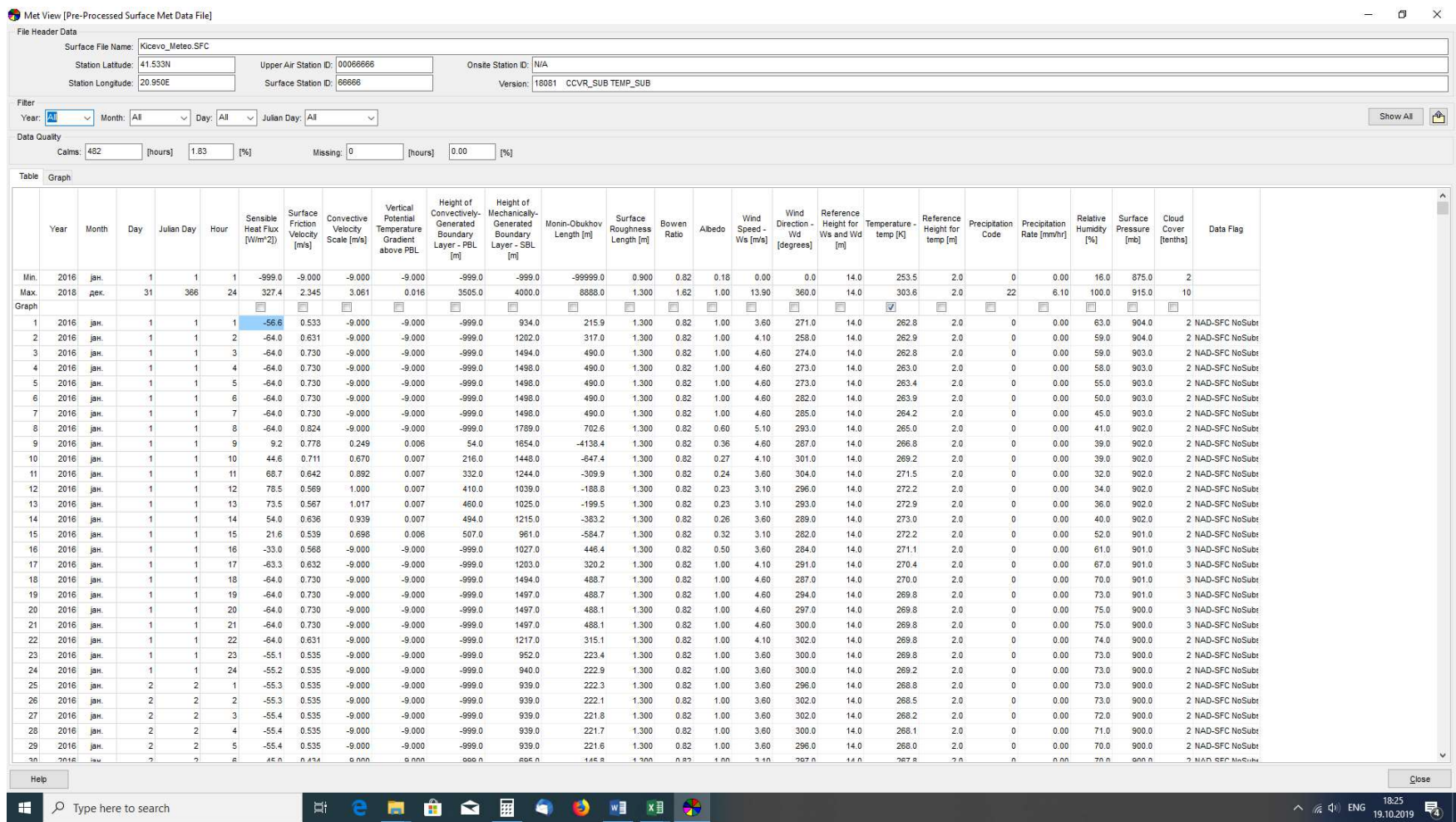
Ова е нецелосниот список на податоците што се вклучени во пакетот:

- Брзина на ветрот
- Насока на ветрот
- Температура
- Атмосферски притисок
- Релативна влажност
- Покриеност со облаци
- Височина на плафон
- Глобална соларна радијација
- Стапка на врнежи

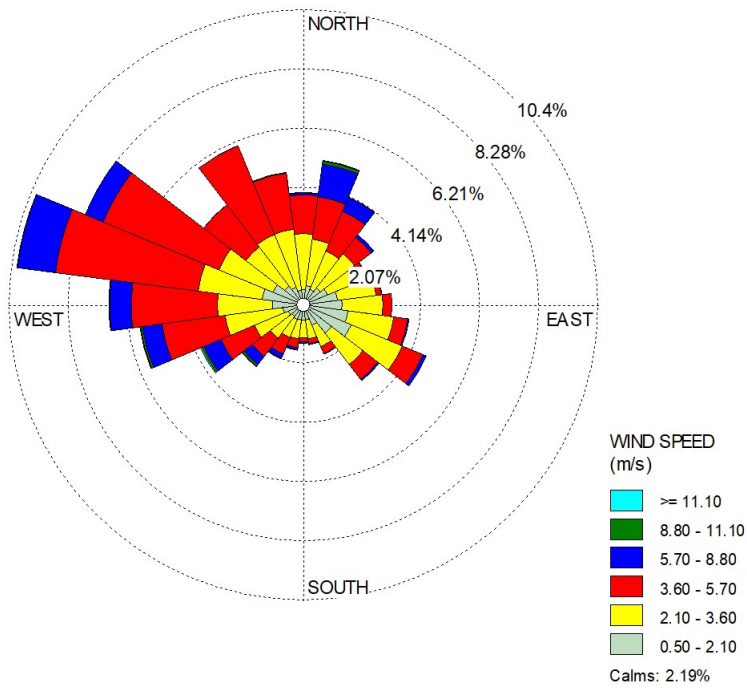
Податоците за првите неколку часа во 2016 г. се прикажани на Слика 13.

Врз основа на добиените податоци, беше направена анализа на класите ветар, ружата на ветрови и врнежите. Ружата на ветрови за 2016-2018 година е дадена на Слика 14, дистрибуцијата на фреквенцијата на класата ветар е дадена на Слика 15, а пак податоците за врнежите на Слика 16 соодветно.

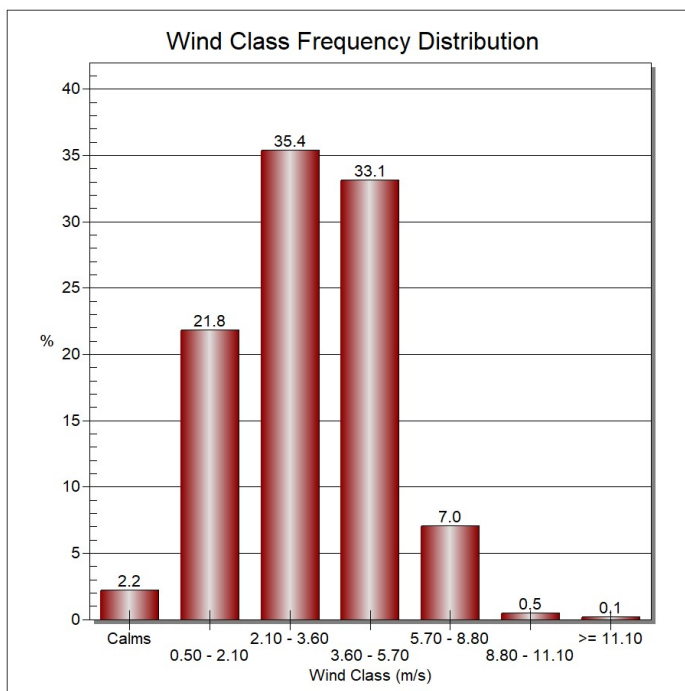
Анализираните податоци откриваат дека во проучуваното подрачје преовладуваат ветрови од запад-северозапад. Ветровите се чести (мирно време само 2.19%), а јаизчната им е умерена. Максималната брзина на ветрот е помала од 11 m/s.



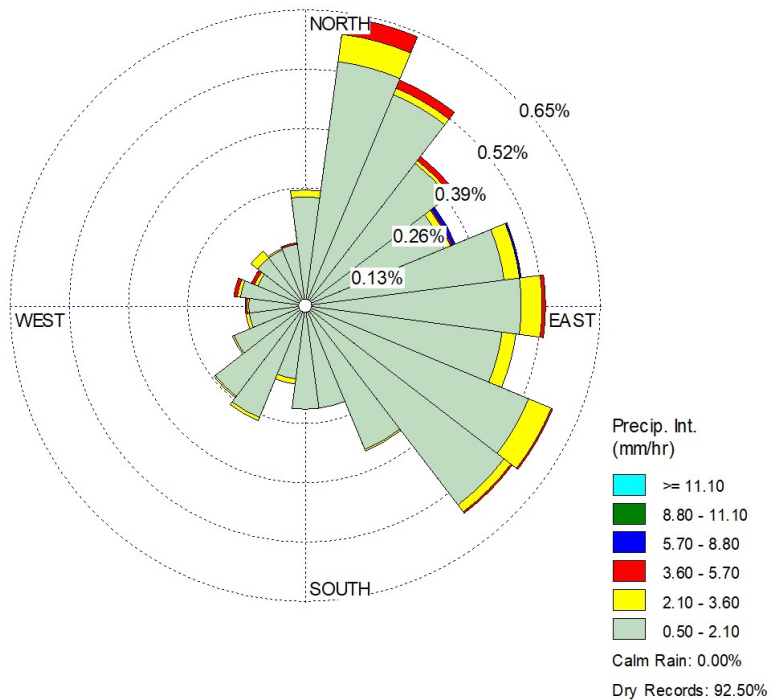
Слика 13 Однапред обработени метеоролошки податоци



Слика 14 Ружа на ветрови со 24 насоки и брзина на ветрот од 2016 до 2018



Слика 15 Графикон на класите ветар



Слика 16 Интензитет на врнежите и нивната дистрибуција зависно од насоката на ветерот

2.6 Резултати

Користејќи ги податоците за активностите, метеорологијата и очекуваните стапки на емисија во текот на градежната фаза на автопатот, беше извршено моделирање на дисперзијата на честичната материја што се пренесува преку воздух.

Беа пресметани максимум 24 часа и годишни концентрации од PM10 поради градежните работи (Слика 17). Резиме на резултатите се прикажани на Табела 11.

Треба да се има во предвид дека максимумот од 24 часовни концентрации се постигнува само еднаш во проучуваниот период. Концентрациите прикажани на сликите не се истовремени.

Контурите на 90-тиот перцентил на PM10 се прикажани на Слика 15. Тоа индицира дека концентрациите го надминуваат 2% од времето (14 дена во две години).

Табела 11 Очекувани врвни концентрации на PM10 за време на градежниот период (само градежни активности)

Просечен период	Референтна $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Гранична вредност за КВ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Врвна концентрација Само градежни активности $\mu\text{g}/\text{m}^3$	UTM координати	
				X	Y
24 h	40	50	294.7	497250	4605500

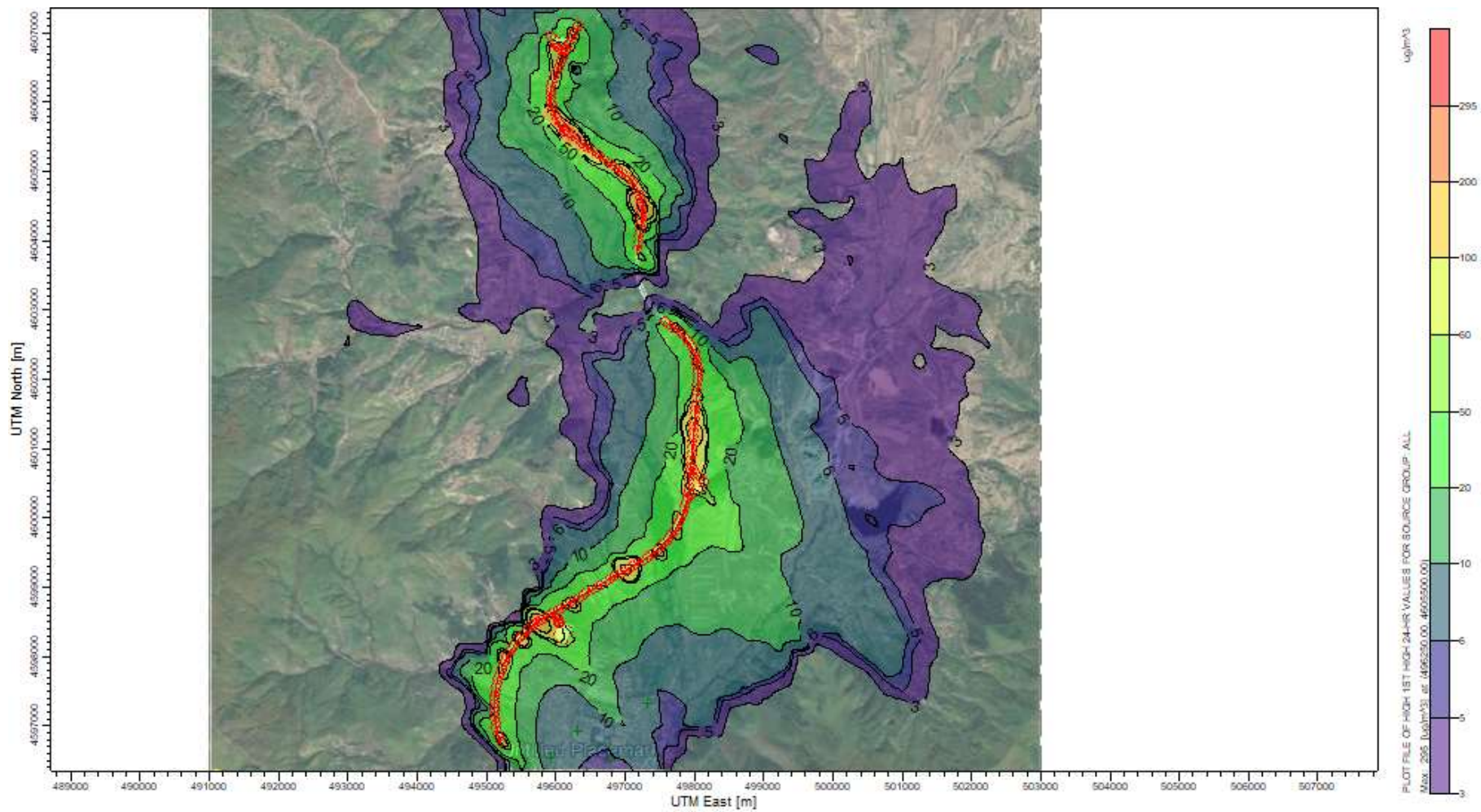
Годишно (2020)	40	40	70.9	497250	4604500
----------------	----	----	------	--------	---------

Табела 12 Очекувани врвни концентрации на PM10 за време на градежниот период на сензитивните локации

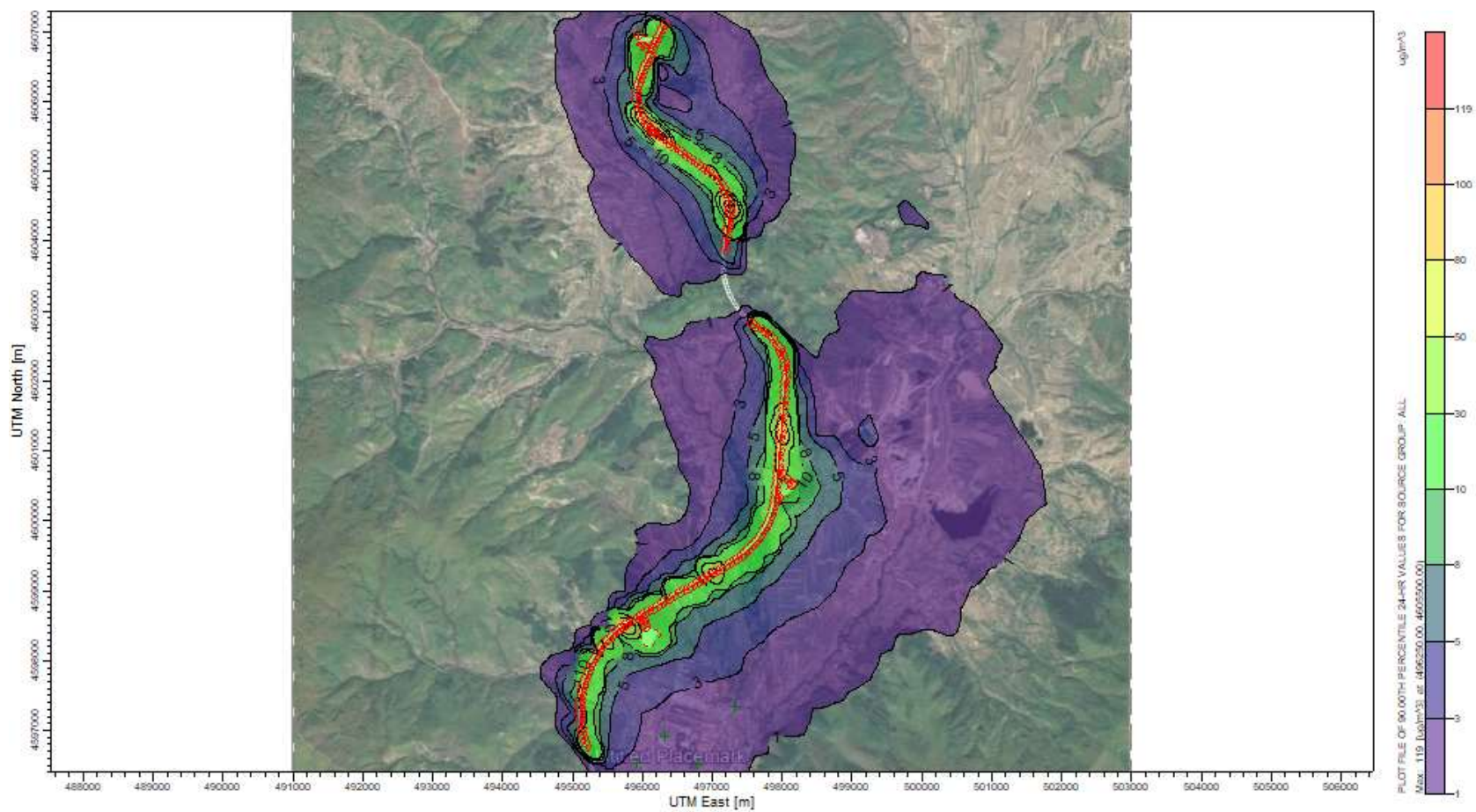
Просечен период (m)	ID	Концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		Референтна	Гранична вредност за КВ	Врв (само градежна фаза)	X	Y
24-HR	Основно училиште	40	50	5.50	496450.00	4596350.00
24-HR	Џамија	40	50	7.98	495921.00	4596534.00
24-HR	Универзитет	40	50	5.56	496790.00	4596510.00
24-HR	Касарна	40	50	7.03	496320.00	4596910.00
24-HR	Спортски центар	40	50	6.60	497320.00	4597330.00
ГОДИШНО	Основно училиште	40	40	0.65	496450.00	4596350.00
ГОДИШНО	Џамија	40	40	0.92	495921.00	4596534.00
ГОДИШНО	Универзитет	40	40	0.66	496790.00	4596510.00
ГОДИШНО	Касарна	40	40	0.93	496320.00	4596910.00
ГОДИШНО	Спортски центар	40	40	0.84	497320.00	4597330.00
24-HR 90-ти перцентил	Основно училиште	40	50	1.84	496450.00	4596350.00
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	40	50	2.29	495921.00	4596534.00
24-HR 90-ти перцентил	Универзитет	40	50	1.77	496790.00	4596510.00
24-HR 90-ти перцентил	Касарна	40	50	2.39	496320.00	4596910.00
24-HR 90-ти перцентил	Спортски центар	40	50	2.13	497320.00	4597330.00

Според резултатите, граничните концентрации на амбиентниот воздух на приземно ниво може да се надминат и само поради градежните работи на автопатот, на одредени пунктови од градилиштето или многу блиску до него. Влијанието врз чувствителните рецептори е очигледно, но не и високо.

Референтните концентрации се доста високи и со оглед на неизвесностите поврзани со метеоролошките податоци, емисионите фактори и варијабилноста на стапките на емисија, граничните вредности на квалитетот на воздухот може повремено да се прекршат, особено на есен или во зима.



Слика 17 Максимални 24 часовни концентрации на PM10 како резултат на автопатот (само градежната фаза)



Слика 18 Контурите за 90-тиот перцентил на концентрацијата на PM10 заради изградбата на автопатот (само градежни активности)

3 Оперативна фаза

За целите на оваа оценка, разгледани беа следниве сценарија:

- Оценка на квалитетот на воздухот во референтна година

Со оглед на тоа што податоците за цела година соберени за потребите на проектот се однесуваат на 2018 година, оваа година беше земена како референтна година за оценка на влијанието на проектот.

- Оценка на квалитетот на воздухот во почетната година (со и без изградба на автопатот)

2023 се зема како почетна година според ЈПДП.

- Оценка на квалитетот на воздухот во идната година (со и без изградба на автопатот)

Почетокот на четвртата деценија на векот и дваесет години по започнувањето на градежните работи на автопатот (2040).

3.1 Еисии

Емисиите од сообраќајот по автопатот потекнуваат од:

- Издувните гасови од моторните возила
- Абењето на гумите по површината на патот
- Кочење
- Испарување на горивата (преку отвори на резервоарот)

Стапката на емисија во воздухот се одредува според фактори како што се број и вид на возила, моќност на моторите, брзина на движење, вид на гориво и услови на патот.

Обемот на сообраќајот бил утврден во 2017 г. и за наредните дваесет години се претпоставува годишна стапка на пораст од 5%. Врз основа на овие податоци, беше пресметан Просечниот годишен дневен сообраќај, како што е прикажано во Табела 13.

Табела 13 Очекуван просечен годишен дневен сообраќај до 2040 г. (Извор: „ГЛАВЕН ПРОЕКТ за димензионирање на коловозната конструкција на автопатот Гостивар-Кичево, делница: Букојчани-Кичево“ (Балкан Консалтинг, 2019.))

Година	AADT	PC	LT	BUS	HT
2017	5658	4602	689	71	296
2018	5941	4832	723	75	311
2019	6238	5074	760	78	326
2020	6550	5327	798	82	343
2021	6877	5594	837	86	360
2022	7221	5873	879	91	378
2023	7582	6167	923	95	397
2024	7961	6475	969	100	417

2025	8359	6799	1018	105	437
2026	8777	7139	1069	110	459
2027	9216	7496	1122	116	482
2028	9677	7871	1178	121	506
2029	10161	8265	1237	128	532
2030	10669	8678	1299	134	558
2031	11202	9112	1364	141	586
2032	11763	9567	1432	148	615
2033	12351	10046	1504	155	646
2034	12968	10548	1579	163	678
2035	13617	11075	1658	171	712
2036	14297	11629	1741	179	748
2037	15012	12210	1828	188	785
2038	15763	12821	1920	198	825
2039	16551	13462	2016	208	866
2040	17379	14135	2116	218	909

Година	Возила на час					Возила во секунда				
	AADT	Патнички возила	Лесни камиони	Автобуси	Тешки возила	AATS	PC	LT	BUS	HT
2018	5941	4832	723	75	311	0.0688	0.0559	0.0084	0.0009	0.0036
2023	7582	6167	923	95	397	0.0878	0.0714	0.0107	0.0011	0.0046
2040	17379	14135	2116	218	909	0.2011	0.1636	0.0245	0.0025	0.0105

Не постојат национални емисиони фактори изготвени за различни категории на возила под различни услови на патот. Затоа, применети беа германските емисиони фактори објавени во Прирачникот за фактори на емисии за патен транспорт – *HBEFA*, јавно достапни на <https://www.hbefa.net>.

Агрегираните емисиони фактори за четири вида на возила беа извлечени за петгодишни интервали од 2015 до 2040 (емисиони фактори за 2018 и 2023 беа пресметани како линеарна функција во соодветните петгодишни интервали (Табела 14).

Емисиите од бензен се мали и се присутни само поради издувните гасови од патничките автомобили и лесните комерцијални возила (0,001 g/km). Испарувачките емисии се уште пониски (од ред 10^{-6} g/km). Освен тоа, во прирачникот ниту се достапни податоци за емисиите на бензен, чијашто концентрација се уредува со Директивата 2008/50/EC, ниту пак овие емисии се следеа во страницата за набљудување на квалитетот на воздухот.

Емисиите на SO₂ од сообраќајот се премногу мали, дури и за сообраќајот во 2040 г., за да може да се направи детално моделирање.

Постојниот пат минува низ неколку населени места во непосредна близина на куќите и верските објекти каде што се собираат луѓето. Нормално е да се очекува зголемување на сообраќајот според проектираното во документите, па и без проектот да дојде до значително влијание врз квалитетот на воздухот. Беа изберени пет рецептори за да се илустрира влијанието на сообраќајот врз квалитетот на воздухот во сценаријата со проект.

Беа утврдени седум дополнителни чувствителни рецептори за сценаријата без проект.

Табела 14 Емисиони фактори за моторните возила (Извор: HBEFA <https://www.hbefa.net>)

	Возило	Емисиони фактори (g/km)		
		2018	2023	2040
CO (g/km)	Buss	1.3258	0.752	0.223
	HT	0.7986	0.37	0.199
	LT	0.7446	0.498	0.383
	PC	1.242	1.16	0.626
NOx (g/km)	Buss	4.257	2.569	1.299
	HT	1.987	1.266	1.13
	LT	1.0226	0.586	0.121
	PC	0.151	0.123	0.086
PM10 (g/km)	Buss	0.027	0.039	0.11
	HT	0.1320	0.137	0.109
	LT	0.176	0.116	0.11
	PC	0.061	0.05	0.03
PM2.5 (g/km)	Buss	0.0880	0.089	0.061
	HT	0.128	0.072	0.066
	LT	0.048	0.037	0.017
	PC	0.018	0.015	0.013

Бидејќи абењето на гумите, асфалтот и сопирачките не се земени предвид во германските емисиони фактори презентирани во HBEFA, соодветните вредности на NAEI (Национален инвентар за емисии во воздухот) беа додадени на факторите за емисии на PM10 и PM2.5.

Емисионите фактори прикажани во Табела 14 погоре се дадени во g/vehicle/km. Множејќи ги овие фактори со должината на делницата и бројот на возила во секунда, се добиваат емисиони фактори во g/s. Бидејќи за автопатот се смета дека претставува 22 m широк и 12,7 km долг линиско-површински извор, беа одредени следниве стапки на емисија во g/m²/s (Табела 15).

Табела 15 Емисии од сообраќајот врз делницата Букојчани-Кичево од Автопатот А2.

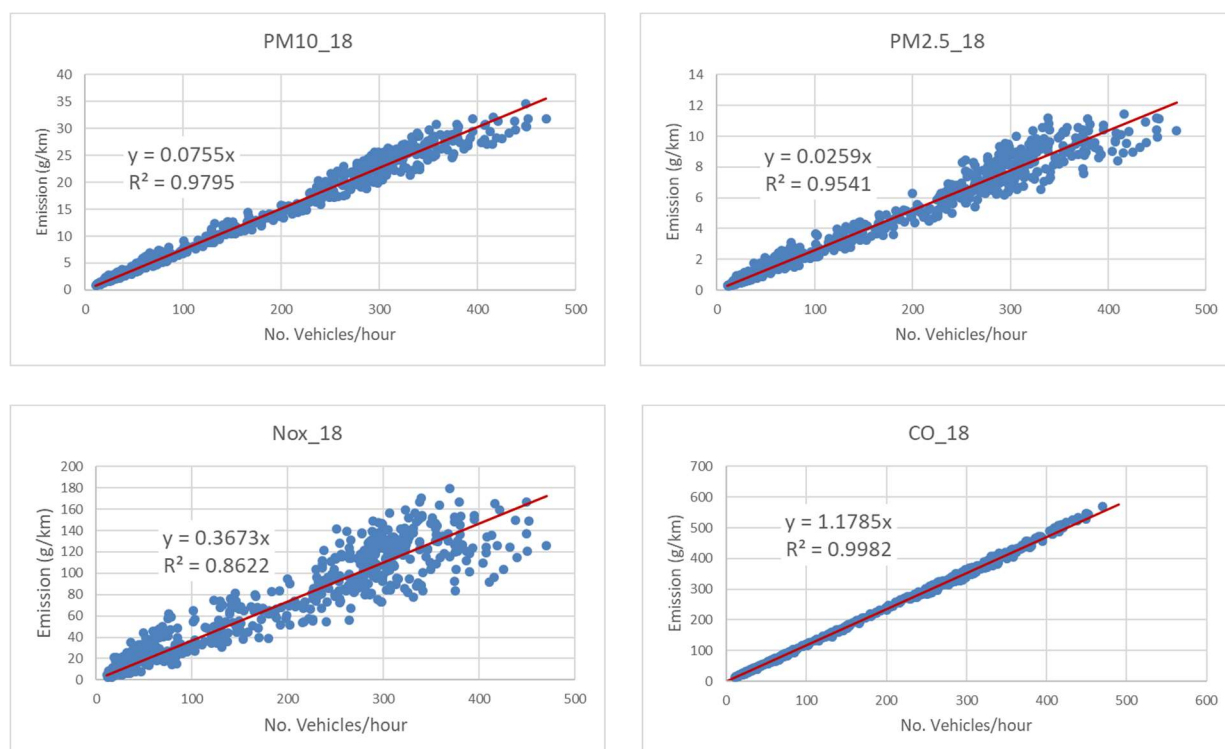
Година	Загадувач	Стапка на емисија (g·s ⁻¹)		Стапка на емисија (g·m ⁻² ·s ⁻¹)	
		Со проект	Без проект	Со проект	Бз проект
2018	PM10		0.0424		1.25E-07
	PM2.5		0.0297		8.74E-08
	NOx		0.3367		3.48E-06
	CO		0.9626		9.95E-06
2023	PM10	0.0372	0.0354	1.33E-07	3.66E-07
	PM2.5	0.0239	0.0228	8.55E-08	2.35E-07
	NOx	0.2983	0.2841	9.00E-06	2.94E-06
	CO	0.8067	0.7682	2.89E-06	7.94E-06
2040	PM10	0.0732	0.0697	2.62E-07	7.21E-07
	PM2.5	0.0431	0.0410	1.54E-07	4.24E-07
	NOx	0.4089	0.3894	1.46E-06	4.02E-06
	CO	1.4535	1.3840	5.20E-06	1.43E-05

Протокот на сообраќајот значително се менува во текот на годината. Многу е поинтензивен во лето, особено во август и септември. Постојат и некои сезонски варијации во уделот на различните класи возила. Конечно, обемот на сообраќајот варира дури и во рамките на еден месец. Со цел да се минимизира неизвесноста предизвикана со варијации во сообраќајот, беа применети варијабилни (месечни) емисии за моделирање на дисперзијата со назначување на соодветен фактор за секој месец. За жал, не беа достапни податоци за сообраќајот во една полна година. Затоа, втората половина на 2019 г. беше искомбинирана со првата половина на 2015 г., а имајќи ја предвид годишната стапка на пораст од 5% (Табела 16).

Табела 16 Месечни множители на сообраќајот

Месец	Јан	Феб	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дек
MADT	4040	4330	4829	6089	6535	6729	9437	10884	7157	6395	4040	4330
Сезонски фактор	0.65	0.69	0.77	0.98	1.05	1.08	1.51	1.75	1.15	1.03	0.65	0.69

Иако уделот на класите автомобили се разликуваат во различно време, беше одредена добра корелација помеѓу вкупниот обем на сообраќајот за еден час и емисиите. Равенките, коефициентите на корелација и графиконите за септември 2018 г. се дадени на **Слика** .



Слика 19 Графикон на стапките на емисија наспроти бројот на возила на часа. Коефициентите претставуваат емисионен фактор во g/vkt

Бидејќи не постоеја сигурни податоци за концентрациите на O₃ во амбиентниот воздух, NO₂ се

моделираше со претпоставка дека сиот NOx оксидира во NO₂ (ниво 1).

Моделираната област, топографијата, метеоролошките податоци и мрежата на рецептори се исти како и за градежната фаза на проектот. Метеоролошките податоци за референтната оцена на квалитетот на воздухот беа правилно избрани и кореспондираат на референтната година (2018). Но, ист сет на податоци беше користен и за идните години бидејќи не се достапни предвидливи часовни метеоролошки податоци за три или 20 години однапред.

3.2 Резултати

Бидејќи концентрациите на амбиентниот воздух се разликуваат, и временскиот просек се разликува за различните загадувачи како во националното така и во законодавството на ЕУ, резултатите од моделирањето на дисперзијата за секое сценарио и загадувач се прикажани во посебни табели.

3.2.1 PM10

24-часовни и годишни гранични вредности на квалитетот на воздухот за PM10 се дадени во Директивата 2008/50/ЕС, максималните дневни и просечните годишни концентрации беа моделирани за сценаријата и со проект и без проект. Освен тоа, беше пресметан и 90-тиот перцентил на 24-часовните вредности, што ги дава вредностите кои што се постигнуваат или надминуваат 35 (36,5) дена во годината. Резултатите од моделот покажуваат дека влијанието на сообраќајот врз концентрациите на PM10 во сценарио без проект (Табела 17) е поголемо во споредна со сценариото со проект (Табела 18). Ова се должи на поголемата површина (повеќе ленти) на предложениот нов автопат. Освен тоа, се предвидува помало влијание врз чувствителните рецептори како што порамнувањето на автопатот ќе се движи подалеку од населените места.

Табела 17 Резиме на резултатите од моделот за PM10 (сценарио без проект)

Година	Просечен период	Референтна	Гранична вредност на КВ	Врвна концентрација само сообраќај	UTM координати	
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	X	Y
2018	24 h (Max)	42,3	50	4.98	495750	4605600
	Годишно	42,3	40	1.33	496500	4597850
	24 h (90-ти перц..)	42,3	50	2.22	496500	4597850
2023	24 h (Max)	40	50	4.17	495750	4605600
	Годишно	40	40	1.11	496500	4597850
	24 h (90-ти перц..)	40	50	1.86	496500	4597850
2040	24 h (Max)	20	50	8.89	495750	4605600
	Годишно	20	40	2.14	496500	4597850
	24 h (90-ти перц..)	20	50	3.57	496500	4597850

Табела 18 Резиме на резултатите од моделот за PM10 (сценарио со проект)

Година	Просечен период	Референтна	Гранична вредност на КВ	Врвна концентрација само сообраќај	UTM координати	
		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	X	Y
2023	24 h (Max)	40	50	2.60	496250	4605500
	Годишно (2020)	40	40	0.60	497250	4604500
	24 h (90-ти перц..)	40	50	1.10	496250	4605500
2040	24 h (Max)	20	50	5.12	496250	4605500

Годишно (2020)	20	40	1.19	497250	4604500
24 h (90-ти перц..)	20	50	2.17	496250	4605500

Концентрациите прикажани во табелите 17 и 18 се јавуваат во рамките на сообраќајните ленти, или многу блиску до нив. Влијанието на сообраќајот од новиот автопат врз чувствителните рецептори (Табела 19 и 20) е многу послабо поради тоа што е многу поголема оддалеченоста на предложениот автопат од чувствителните рецептори.

Табела 19 Резиме на рецепторите чувствителни на PM10 за референтната година (2018) – сценарио без проект

Просечен период	ID	Концентрации (μ/m^3)			УТМ координати (m)	
		Референтна	Гранична вредност за КВ	Врв (само сообраќај)	X	Y
24-HR (Мах)	Училиште	42,3	50	0.5332	496450	4596350
24-HR (Мах)	Џамија	42,3	50	0.9210	495921	4596534
24-HR (Мах)	Универзитет	42,3	50	0.3973	496790	4596510
24-HR (Мах)	Касарна	42,3	50	1.1047	496320	4596910
24-HR (Мах)	Спортски центар	42,3	50	0.3485	497320	4597330
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	8.1655	495852	4605509
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	6.7961	495797	4605571
24-HR (Мах)	Џамија	42,3	50	3.1350	496428	4601896
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	3.7551	496608	4601490
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	5.5305	496637	4601465
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	3.3308	496784	4601039
24-HR (Мах)	Куќа	42,3	50	7.5701	496886	4600879
Годишно	Училиште	42,3	40	0.0538	496450	4596350
Годишно	Џамија	42,3	40	0.0897	495921	4596534
Годишно	Универзитет	42,3	40	0.0361	496790	4596510
Годишно	Касарна	42,3	40	0.1357	496320	4596910
Годишно	Спортски центар	42,3	40	0.0315	497320	4597330
Годишно	Куќа	42,3	40	1.1816	495852	4605509
Годишно	Куќа	42,3	40	0.9932	495797	4605571
Годишно	Џамија	42,3	40	0.6204	496428	4601896
Годишно	Куќа	42,3	40	0.5892	496608	4601490
Годишно	Куќа	42,3	40	0.6990	496637	4601465
Годишно	Куќа	42,3	40	0.6350	496784	4601039
Годишно	Куќа	42,3	40	0.8994	496886	4600879
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	0.1250	496450	4596350
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	42,3	50	0.2236	495921	4596534
24-HR 90-ти перцентил	Универзитет	42,3	50	0.0810	496790	4596510
24-HR 90-ти перцентил	Касарна	42,3	50	0.2992	496320	4596910
24-HR 90-ти перцентил	Спортски центар	42,3	50	0.0726	497320	4597330
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	2.6771	495852	4605509
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	2.2043	495797	4605571
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	42,3	50	1.2895	496428	4601896
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	1.1818	496608	4601490
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	1.3459	496637	4601465

24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	1.3001	496784	4601039
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	42,3	50	1.9463	496886	4600879

Табела 20 Резиме на рецепторите чувствителни на PM10 за почетната година (2023) – сценарио без проект

Averaging Period	ID	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM Coordinates (m)	
		Background	Air Quality Limit	Peak (Traffic only)	X	Y
24-HR (Max)	Училиште	40	50	0.2159	496450	4596350
24-HR (Max)	Џамија	40	50	0.4771	495921	4596534
24-HR (Max)	Универзитет	40	50	0.1682	496790	4596510
24-HR (Max)	Касарна	40	50	0.4412	496320	4596910
24-HR (Max)	Спортски центар	40	50	0.1445	497320	4597330
24-HR (Max)	Куќа	40	50	3.5541	495852	4605509
24-HR (Max)	Куќа	40	50	2.9788	495797	4605571
24-HR (Max)	Џамија	40	50	1.6239	496428	4601896
24-HR (Max)	Куќа	40	50	2.1576	496608	4601490
24-HR (Max)	Куќа	40	50	3.3144	496637	4601465
24-HR (Max)	Куќа	40	50	1.7253	496784	4601039
24-HR (Max)	Куќа	40	50	3.5122	496886	4600879
Годишно	Училиште	40	40	0.0281	496450	4596350
Годишно	Џамија	40	40	0.0479	495921	4596534
Годишно	Универзитет	40	40	0.0188	496790	4596510
Годишно	Касарна	40	40	0.0713	496320	4596910
Годишно	Спортски центар	40	40	0.0165	497320	4597330
Годишно	Куќа	40	40	0.6412	495852	4605509
Годишно	Куќа	40	40	0.5379	495797	4605571
Годишно	Џамија	40	40	0.3175	496428	4601896
Годишно	Куќа	40	40	0.2965	496608	4601490
Годишно	Куќа	40	40	0.3544	496637	4601465
Годишно	Куќа	40	40	0.3227	496784	4601039
Годишно	Куќа	40	40	0.4832	496886	4600879
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	40	50	0.0664	496450	4596350
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	40	50	0.1243	495921	4596534
24-HR 90-ти перцентил	Универзитет	40	50	0.0468	496790	4596510
24-HR 90-ти перцентил	Касарна	40	50	0.1699	496320	4596910
24-HR 90-ти перцентил	Спортски центар	40	50	0.0404	497320	4597330
24-HR 90-ти перцентил	Куќа	40	50	1.4980	495852	4605509
24-HR 90-ти перцентил	Куќа	40	50	1.2535	495797	4605571
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	40	50	0.7100	496428	4601896
24-HR 90-ти перцентил	Куќа	40	50	0.6177	496608	4601490
24-HR 90-ти перцентил	Куќа	40	50	0.7109	496637	4601465

24-HR перцентил	90-ти	Куќа	40	50	0.7113	496784	4601039
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	40	50	1.0415	496886	4600879

Табела 21 Резиме на рецепторите чувствителни на PM10 за идната година (2040) – сценарио без проект

Просечен период	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)		
		Референтна	Гранична вредност за KB	Врв (само сообраќај)	X	Y	
24-HR (Max)	Училиште	20	50	0.5842	496450	4596350	
24-HR (Max)	Џамија	20	50	0.9398	495921	4596534	
24-HR (Max)	Универзитет	20	50	0.3313	496790	4596510	
24-HR (Max)	Касарна	20	50	0.8692	496320	4596910	
24-HR (Max)	Спортски центар	20	50	0.2847	497320	4597330	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	7.0014	495852	4605509	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	5.8681	495797	4605571	
24-HR (Max)	Џамија	20	50	3.1990	496428	4601896	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	4.2503	496608	4601490	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	6.5292	496637	4601465	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	3.3987	496784	4601039	
24-HR (Max)	Куќа	20	50	6.9189	496886	4600879	
Годишно	Училиште	20	40	0.0553	496450	4596350	
Годишно	Џамија	20	40	0.0944	495921	4596534	
Годишно	Универзитет	20	40	0.0371	496790	4596510	
Годишно	Касарна	20	40	0.1404	496320	4596910	
Годишно	Спортски центар	20	40	0.0325	497320	4597330	
Годишно	Куќа	20	40	1.2630	495852	4605509	
Годишно	Куќа	20	40	1.0596	495797	4605571	
Годишно	Џамија	20	40	0.6255	496428	4601896	
Годишно	Куќа	20	40	0.5842	496608	4601490	
Годишно	Куќа	20	40	0.6981	496637	4601465	
Годишно	Куќа	20	40	0.6358	496784	4601039	
Годишно	Куќа	20	40	0.9519	496886	4600879	
24-HR перцентил	90-ти	Училиште	20	50	0.1309	496450	4596350
24-HR перцентил	90-ти	Џамија	20	50	0.2448	495921	4596534
24-HR перцентил	90-ти	Универзитет	20	50	0.0922	496790	4596510
24-HR перцентил	90-ти	Касарна	20	50	0.3348	496320	4596910
24-HR перцентил	90-ти	Спортски центар	20	50	0.0795	497320	4597330
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	2.9510	495852	4605509
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	2.4694	495797	4605571
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	1.3986	496428	4601896
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	1.2168	496608	4601490

24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	1.4005	496637	4601465
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	1.4012	496784	4601039
24-HR перцентил	90-ти	Куќа	20	50	2.0517	496886	4600879

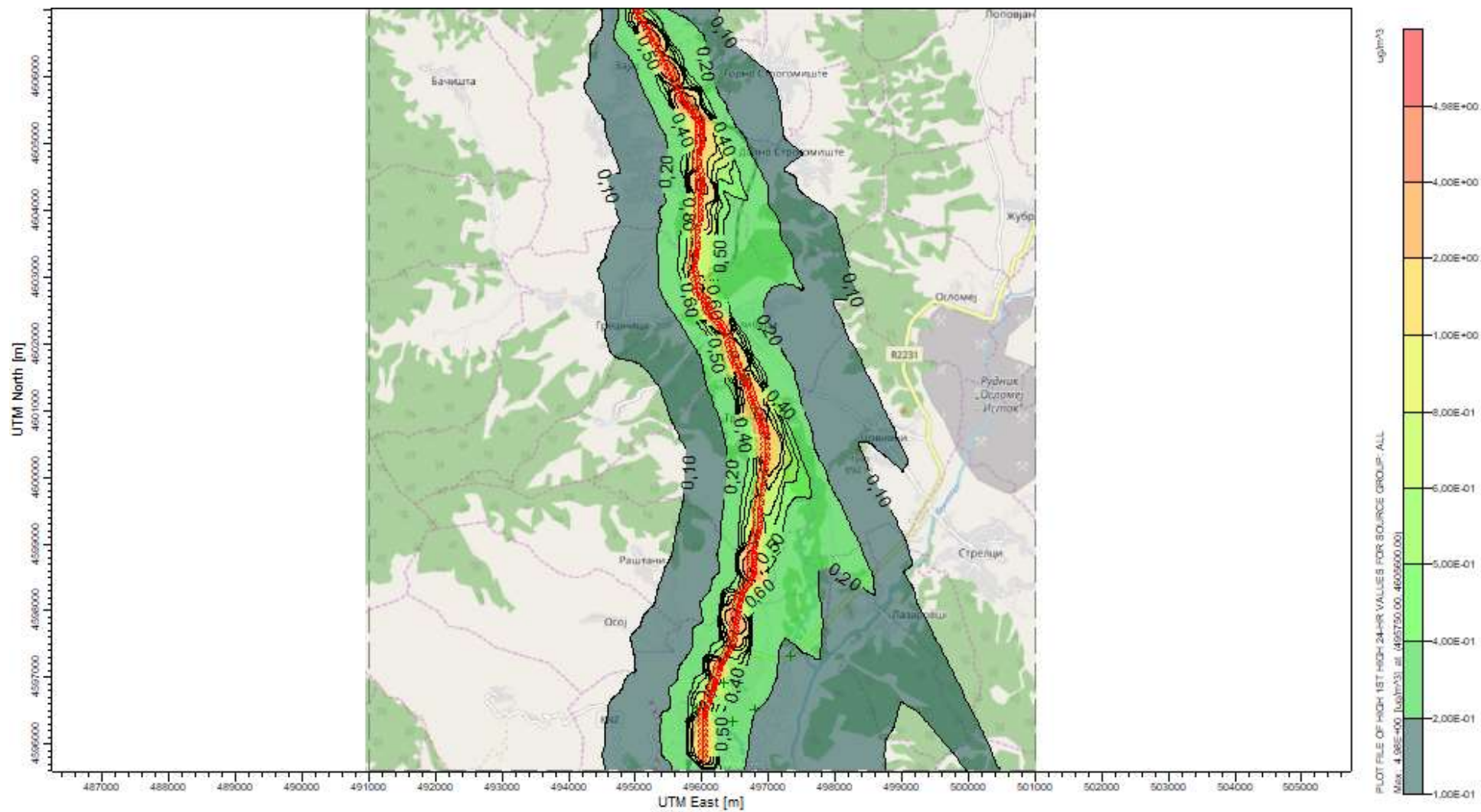
Табела 22 Резиме на рецепторите чувствителни на PM10 за почетната година (2023) – сценарио со проект

Просечен период	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Референтна	Гранична вредност на KB	Врв (само сообраќај)	X	Y
24-HR (Max)	Училиште	40	50	0.0597	496450	4596350
24-HR (Max)	Џамија	40	50	0.0923	495921	4596534
24-HR (Max)	Универзитет	40	50	0.0563	496790	4596510
24-HR (Max)	Касарна	40	50	0.0695	496320	4596910
24-HR (Max)	Спортски центар	40	50	0.0612	497320	4597330
Годишно	Училиште	40	40	0.0068	496450	4596350
Годишно	Џамија	40	40	0.0099	495921	4596534
Годишно	Универзитет	40	40	0.0067	496790	4596510
Годишно	Касарна	40	40	0.0096	496320	4596910
Годишно	Спортски центар	40	40	0.0079	497320	4597330
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	40	50	0.0183	496450	4596350
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	40	50	0.0250	495921	4596534
24-HR 90-ти перцентил	Универзитет	40	50	0.0183	496790	4596510
24-HR 90-ти перцентил	Касарна	40	50	0.0251	496320	4596910
24-HR 90-ти перцентил	Спортски центар	40	50	0.0206	497320	4597330

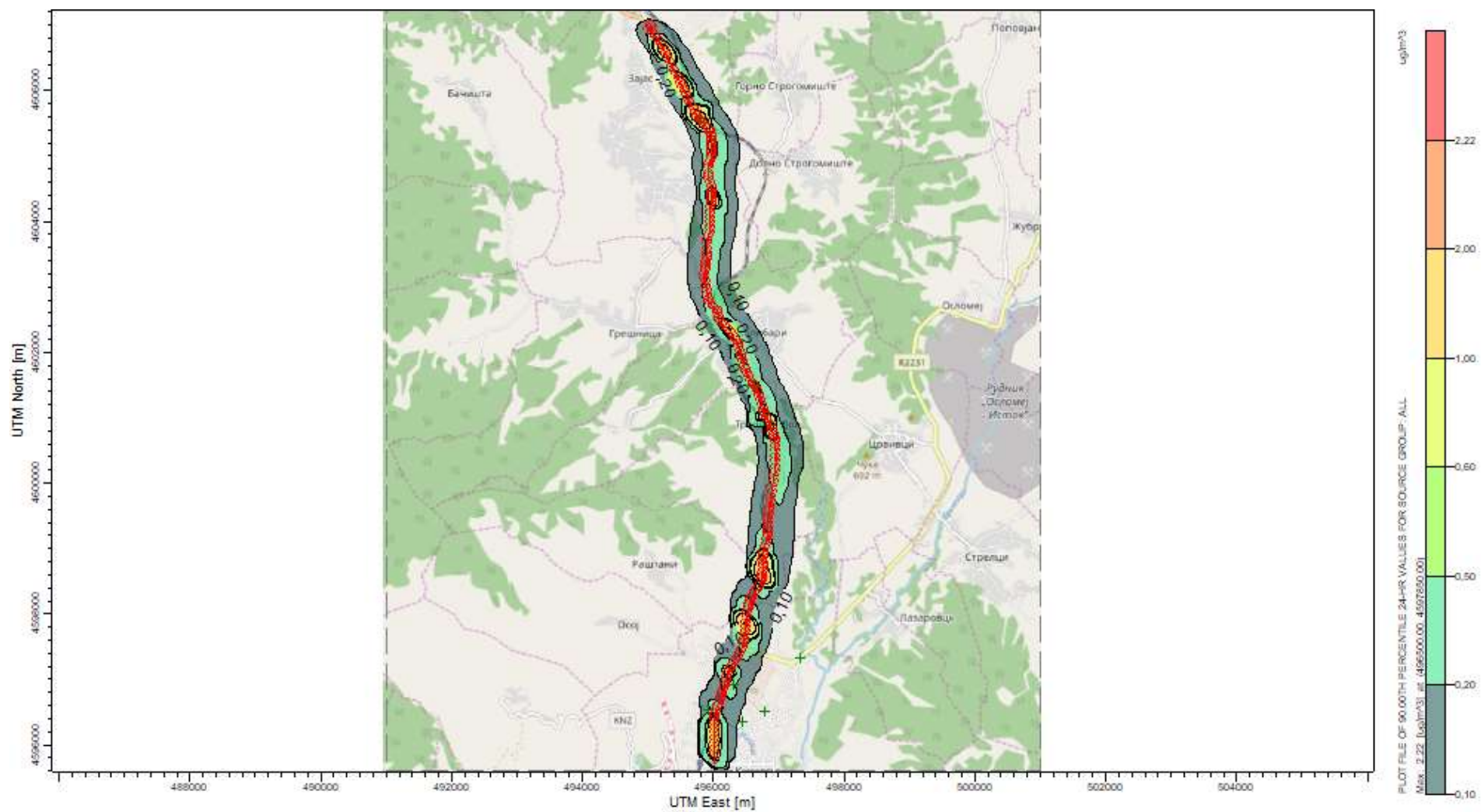
Табела 23 Резиме на рецепторите чувствителни на PM10 за идната година (2040) – сценарио со проект

Просечен период	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Референтна	Гранична вредност за KB	Врв (само сообраќај)	X	Y
24-HR (Max)	Училиште	20	50	0.11751	496450	4596350
24-HR (Max)	Џамија	20	50	0.18175	495921	4596534
24-HR (Max)	Универзитет	20	50	0.1108	496790	4596510
24-HR (Max)	Касарна	20	50	0.13696	496320	4596910
24-HR (Max)	Спортски центар	20	50	0.12052	497320	4597330
Годишно	Училиште	20	40	0.01342	496450	4596350
Годишно	Џамија	20	40	0.01942	495921	4596534

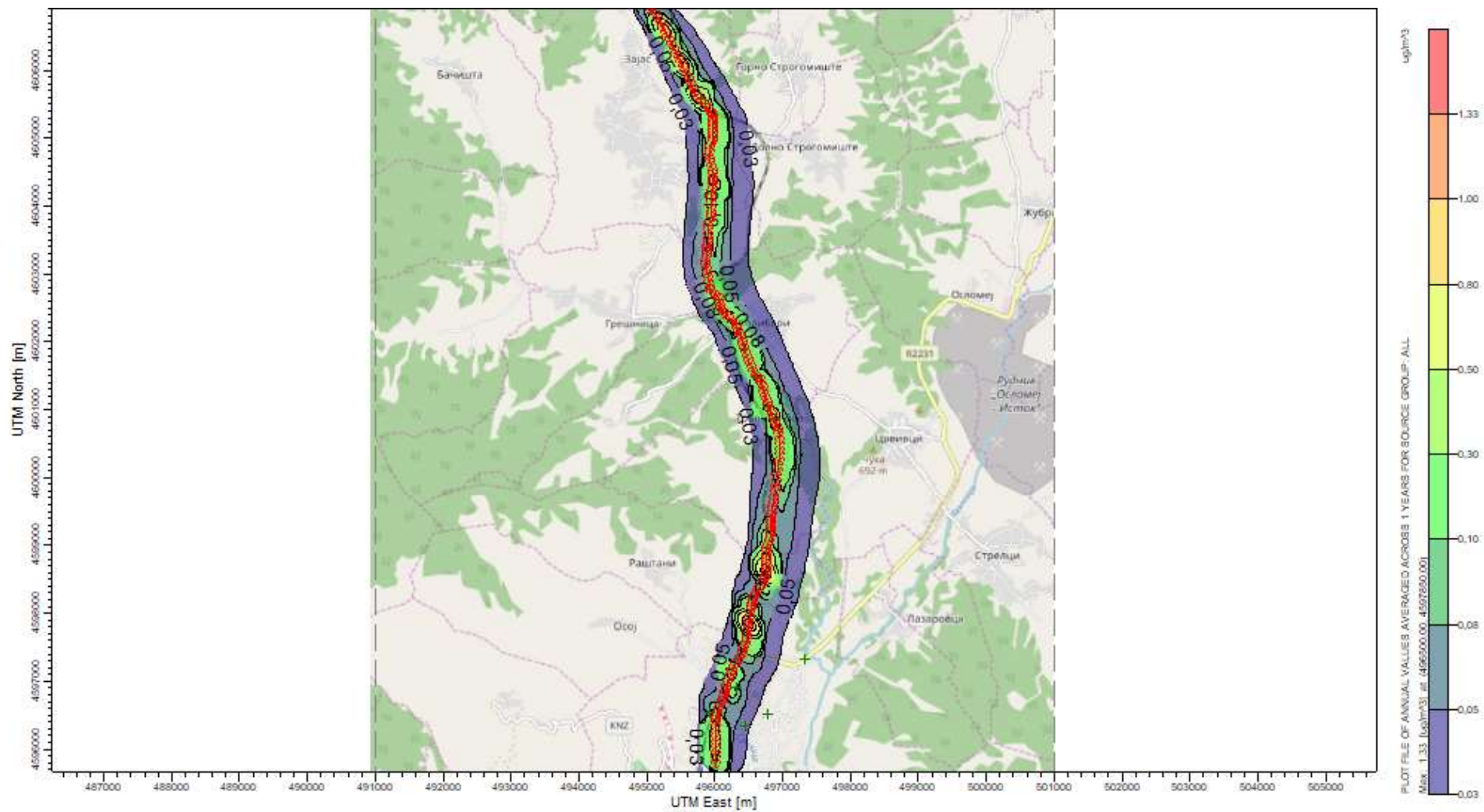
Годишно	Универзитет	20	40	0.01326	496790	4596510
Годишно	Касарна	20	40	0.01896	496320	4596910
Годишно	Спортски центар	20	40	0.01546	497320	4597330
24-HR 90-ти перцентил	Училиште	20	50	0.03602	496450	4596350
24-HR 90-ти перцентил	Џамија	20	50	0.04928	495921	4596534
24-HR 90-ти перцентил	Универзитет	20	50	0.03602	496790	4596510
24-HR 90-ти перцентил	Касарна	20	50	0.04946	496320	4596910
24-HR 90-ти перцентил	Спортски центар	20	50	0.04052	497320	4597330



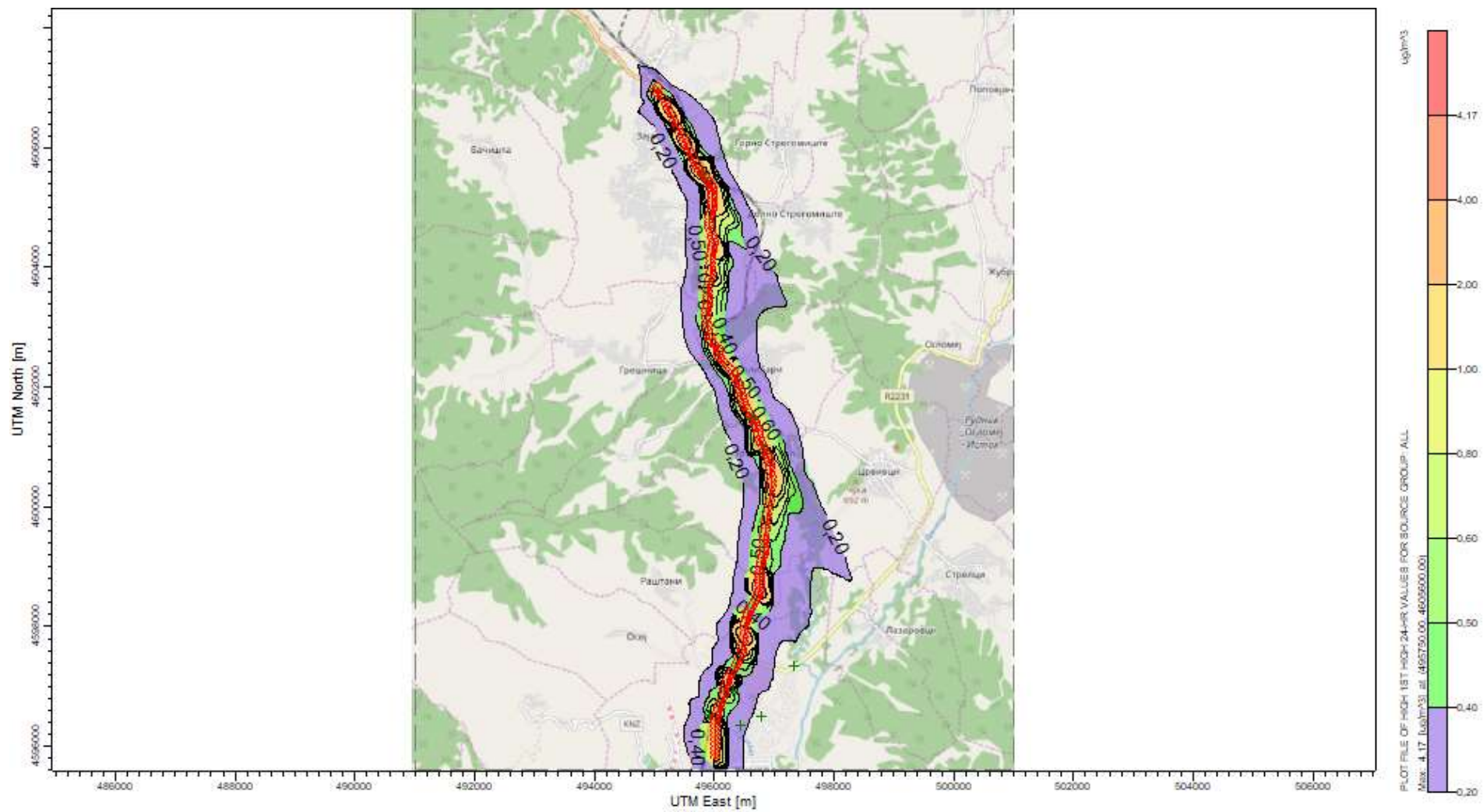
Слика 20 Контури на максималните 24 часовни концентрации на PM10 во г. – без проект (само сообраќај)



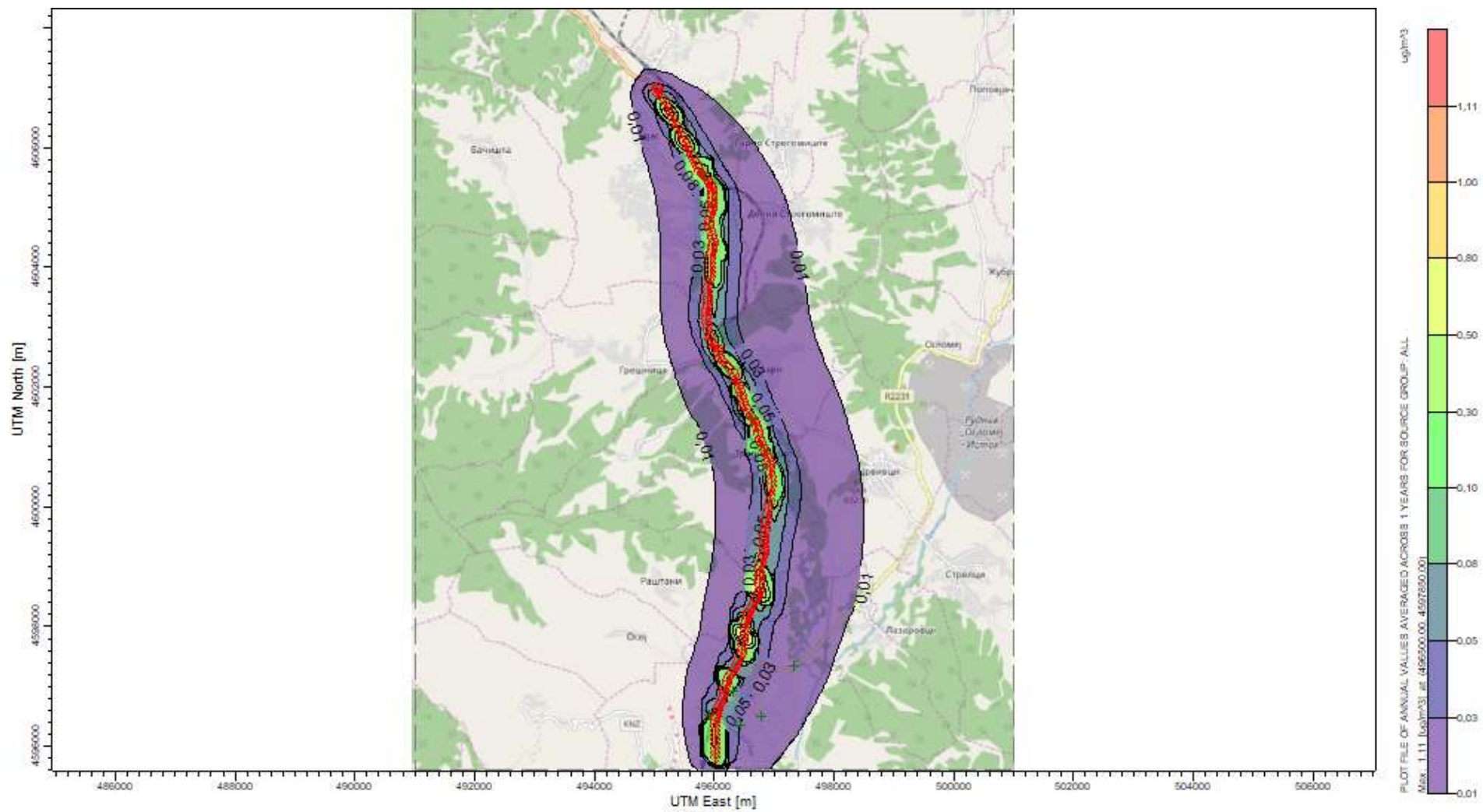
Слика 21 Контури на 90-тиот перцентил на PM10 од концентрациите на PM10 во 2018 г. – без проект (само сообраќај)



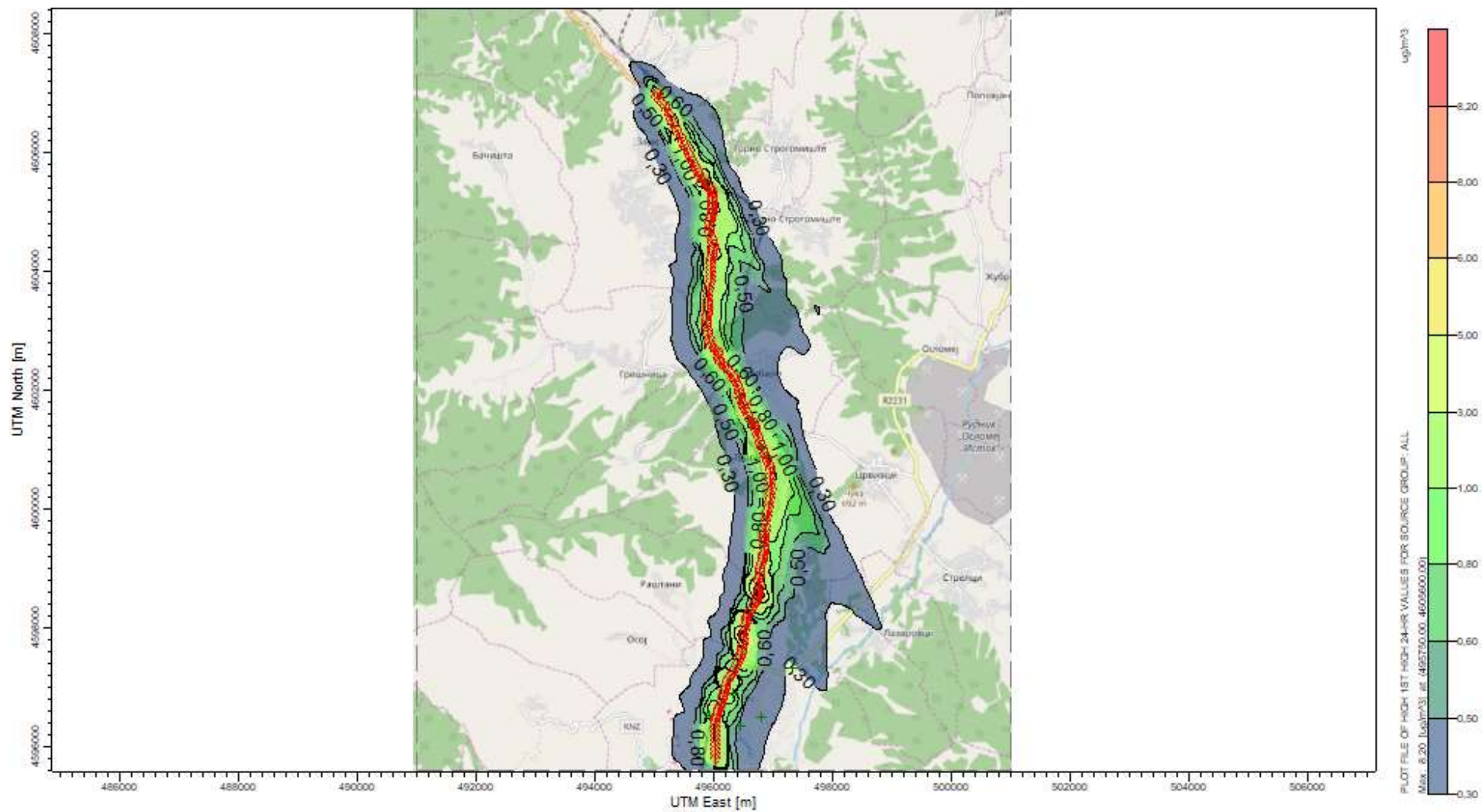
Слика 22 Контури на просечните годишни концентрации на PM10 во 2018 г. – без проект (само сообраќај)



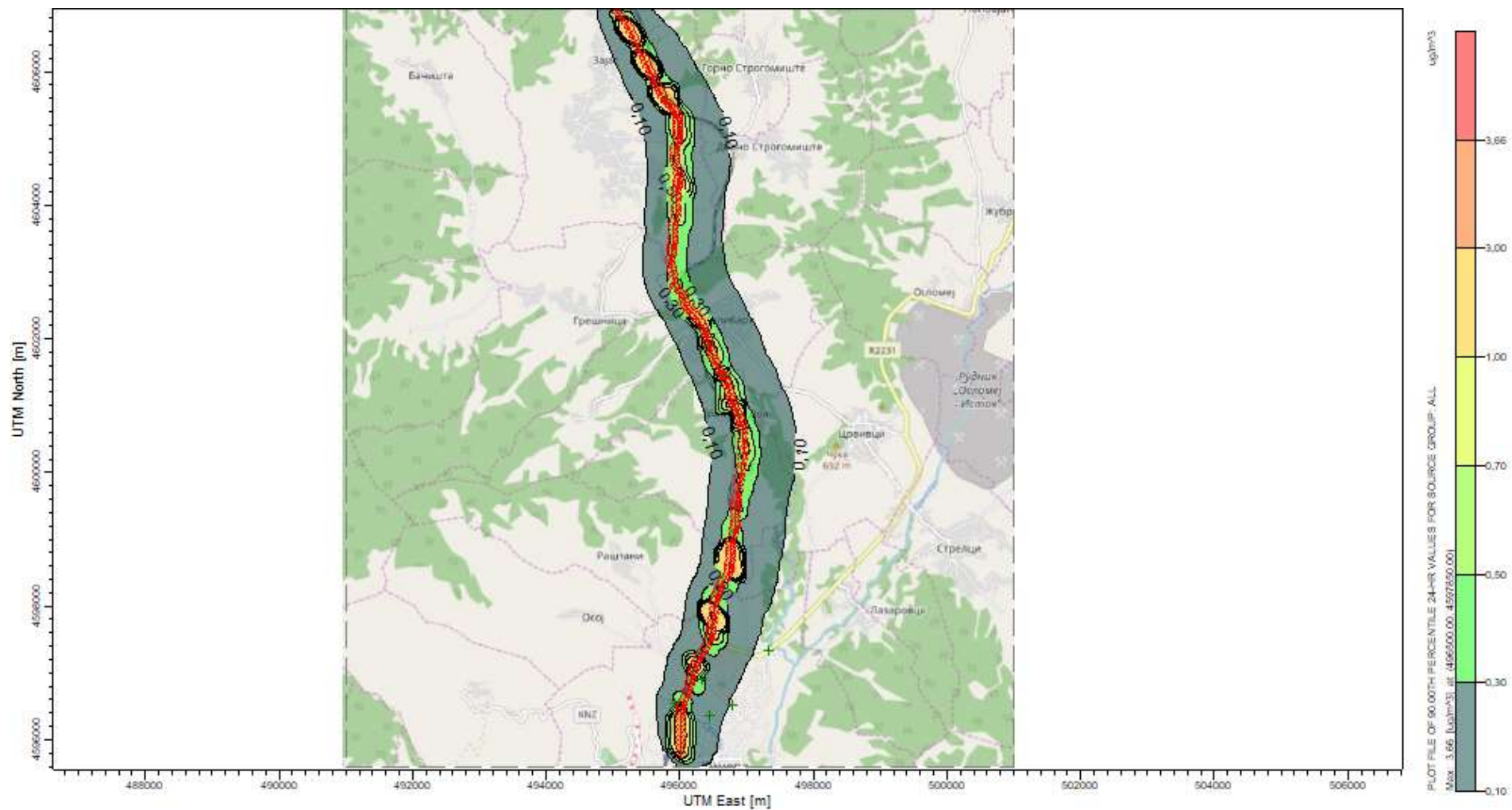
Слика 23 Контури на максималните 24 часовни концентрации на PM10 во 2023 г. – без проект (само сообраќај)



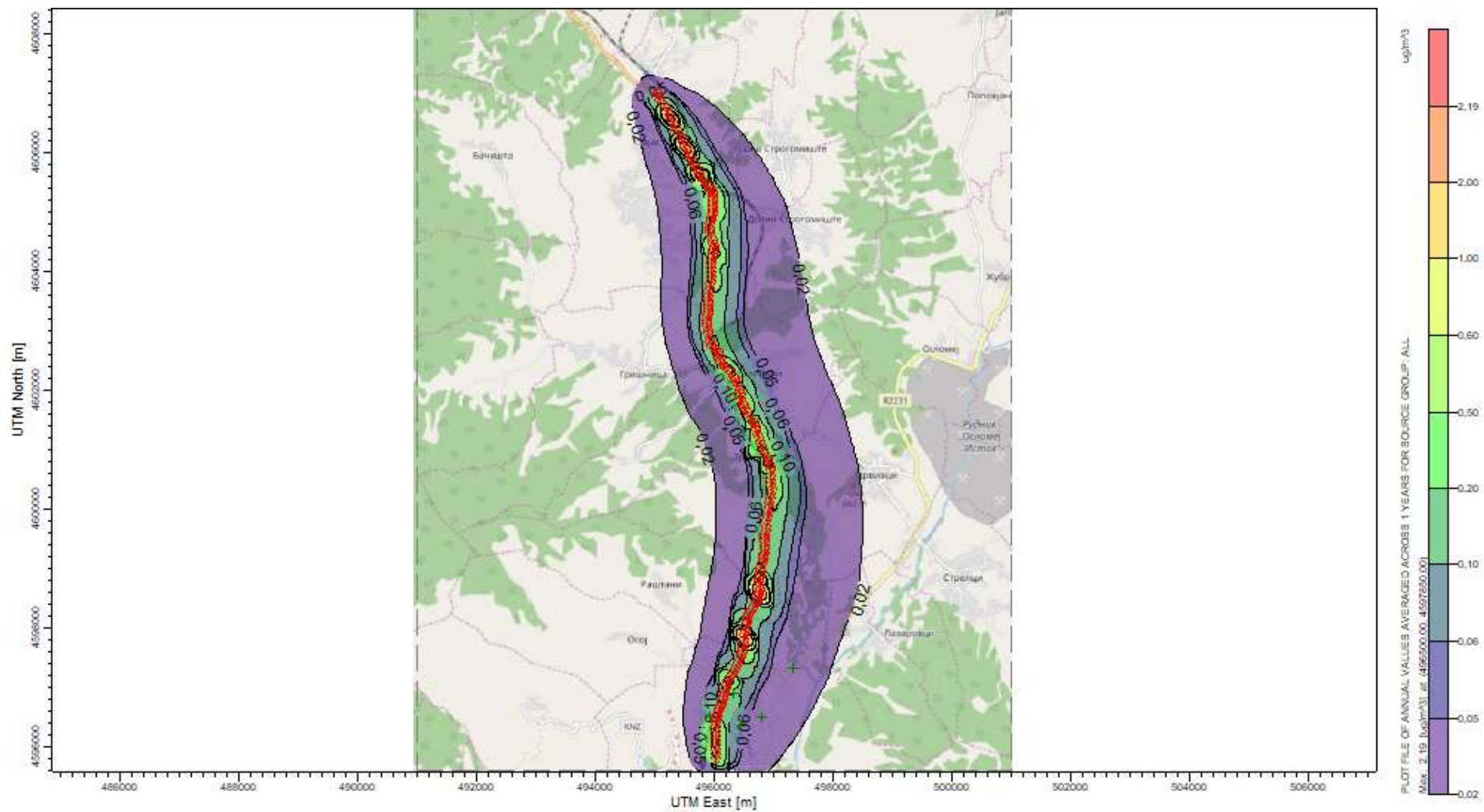
Слика 25 Контури на просечните годишни концентрации на PM10 во 2023 г. – без проект (само сообраќај)



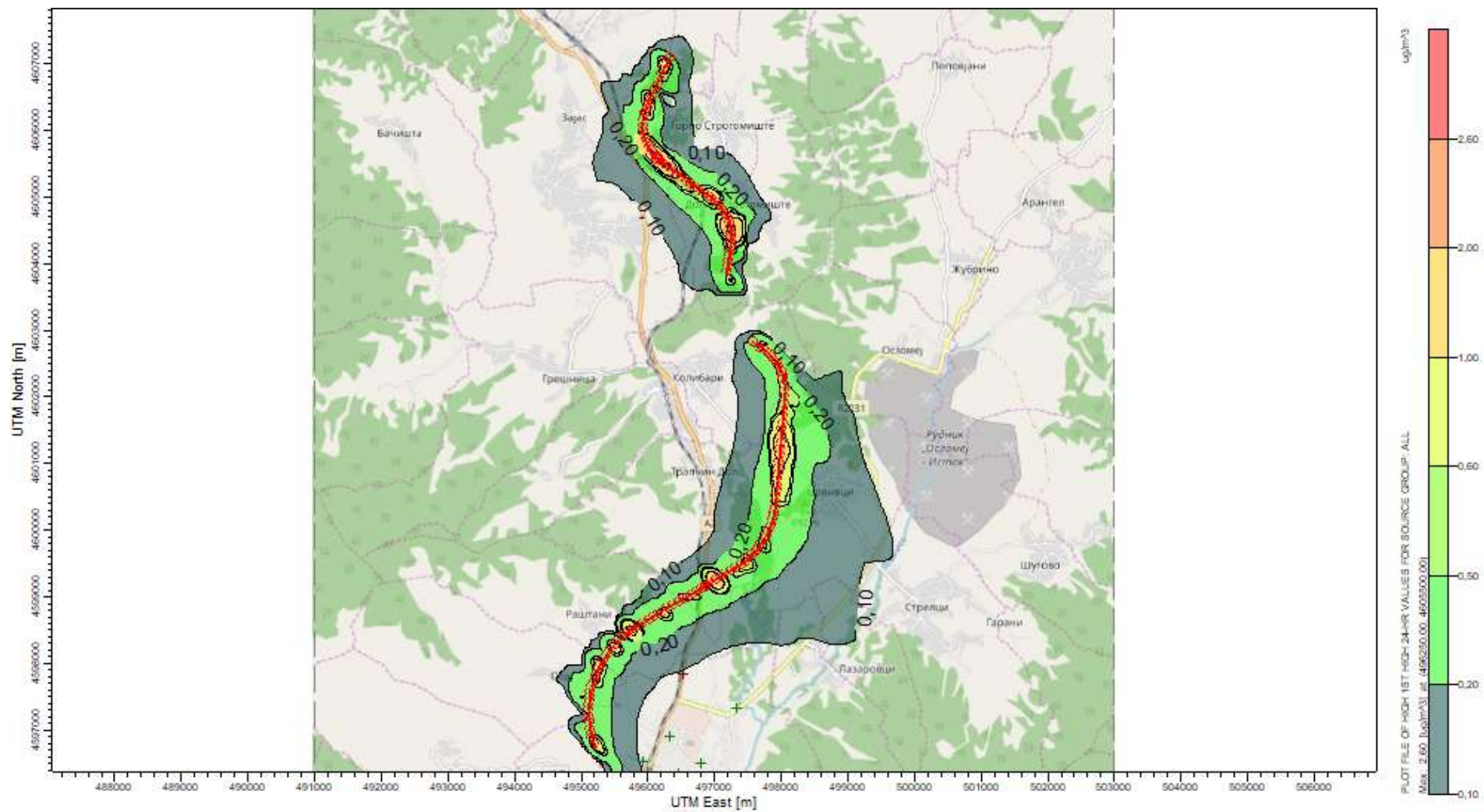
Слика 26 Контури на максималните 24 часовни концентрации на PM10 во 2040 г. – без проект (само сообраќај)



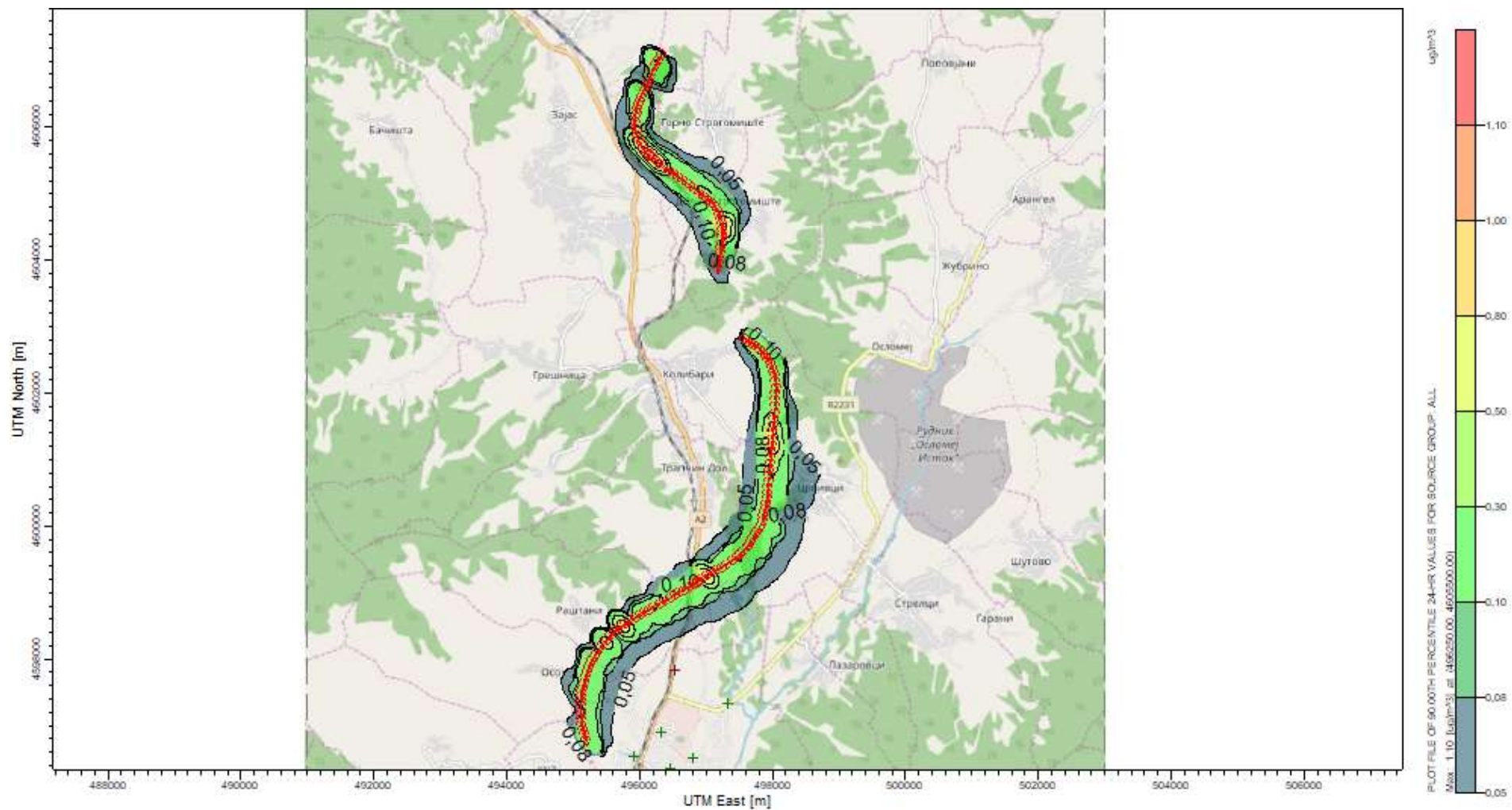
Слика 27 Контури на 90-тиот перцентил на PM10 од концентрациите на PM10 во 2040 г. – без проект (само сообраќај)



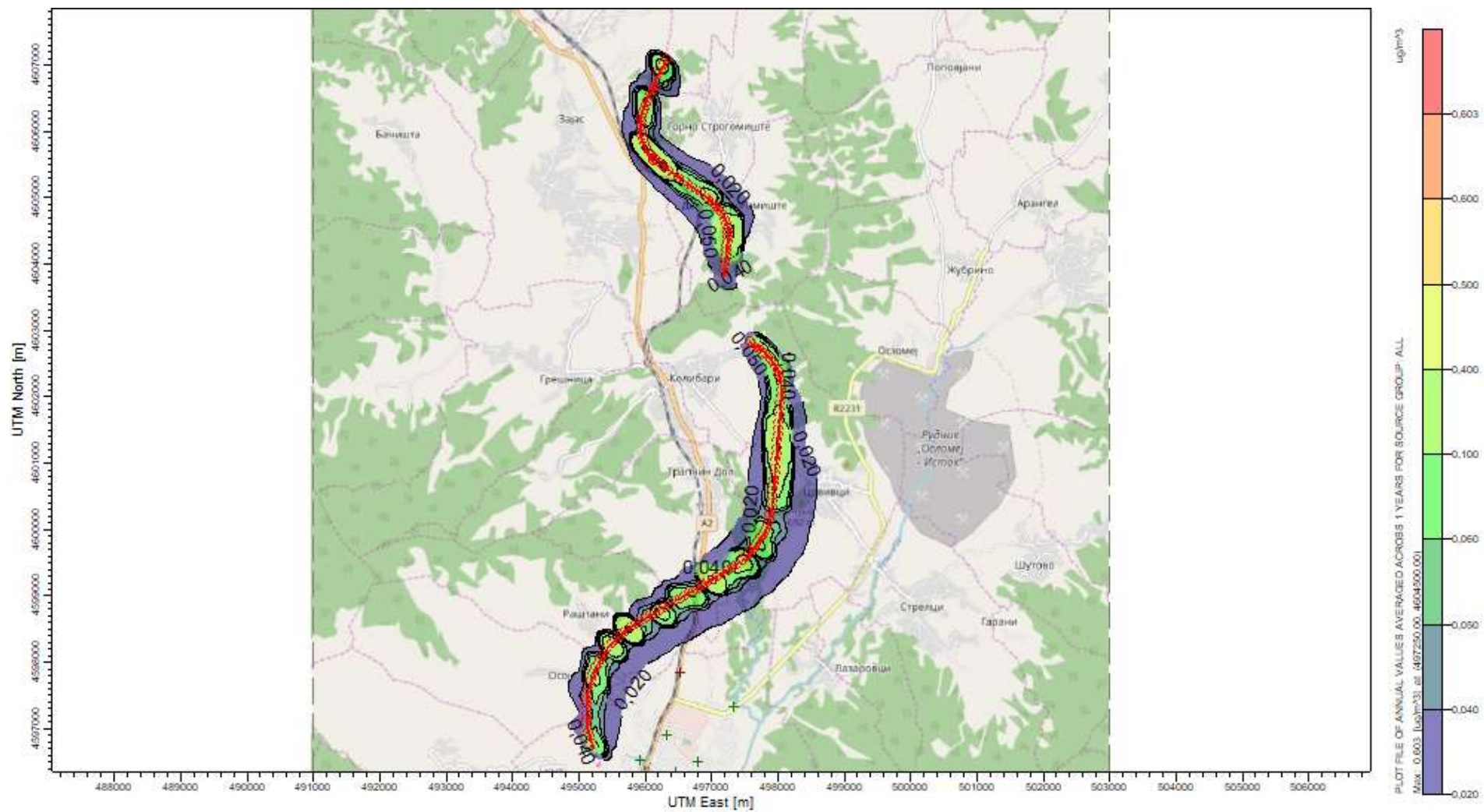
Слика 28 Контури на просечните годишни концентрации на PM10 во 2040 г. – без проект (само сообраќај)



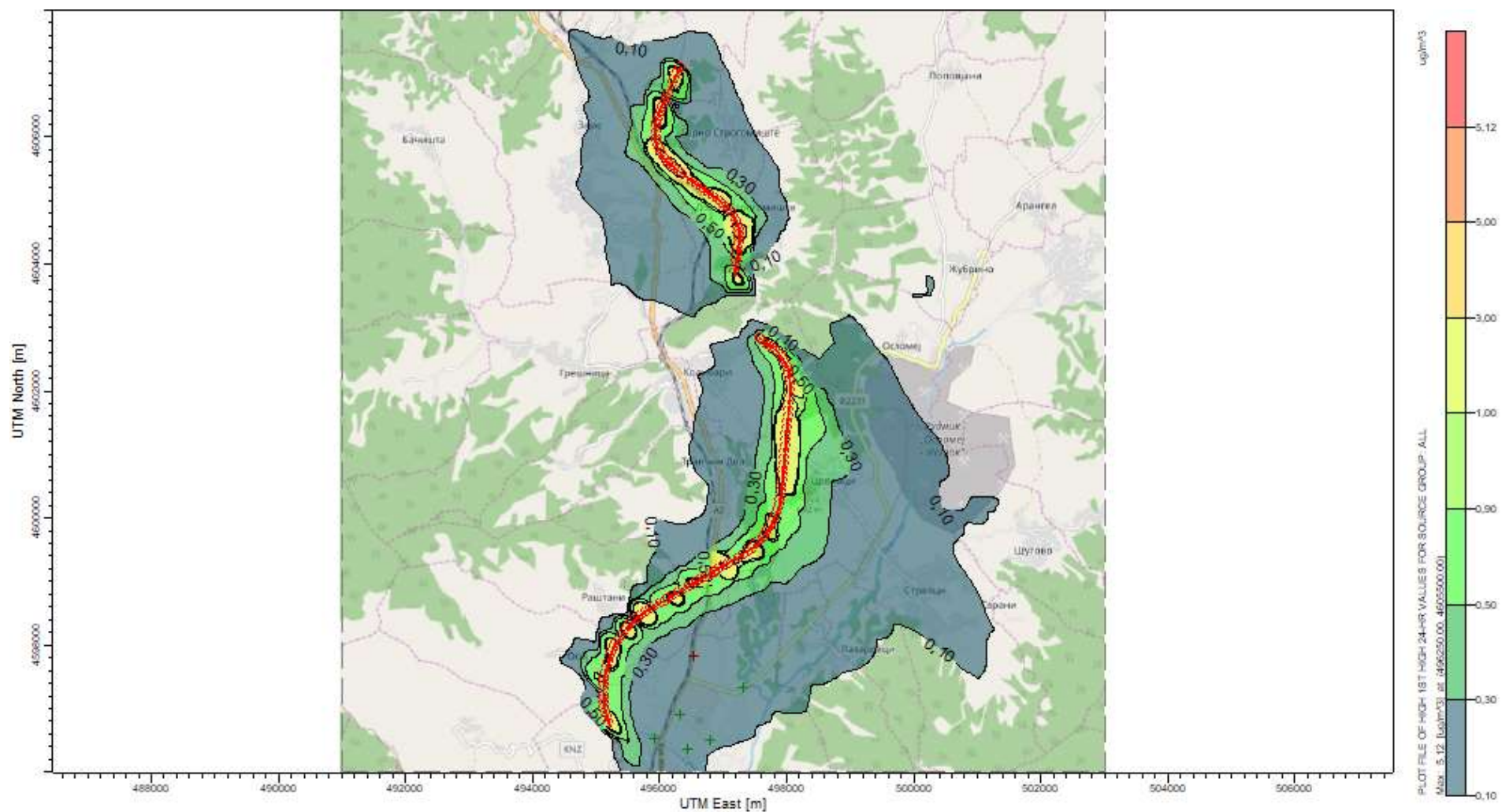
Слика 29 Контури на максималните 24 часовни концентрации на PM10 во 2023 г. – со проект (само сообраќај)



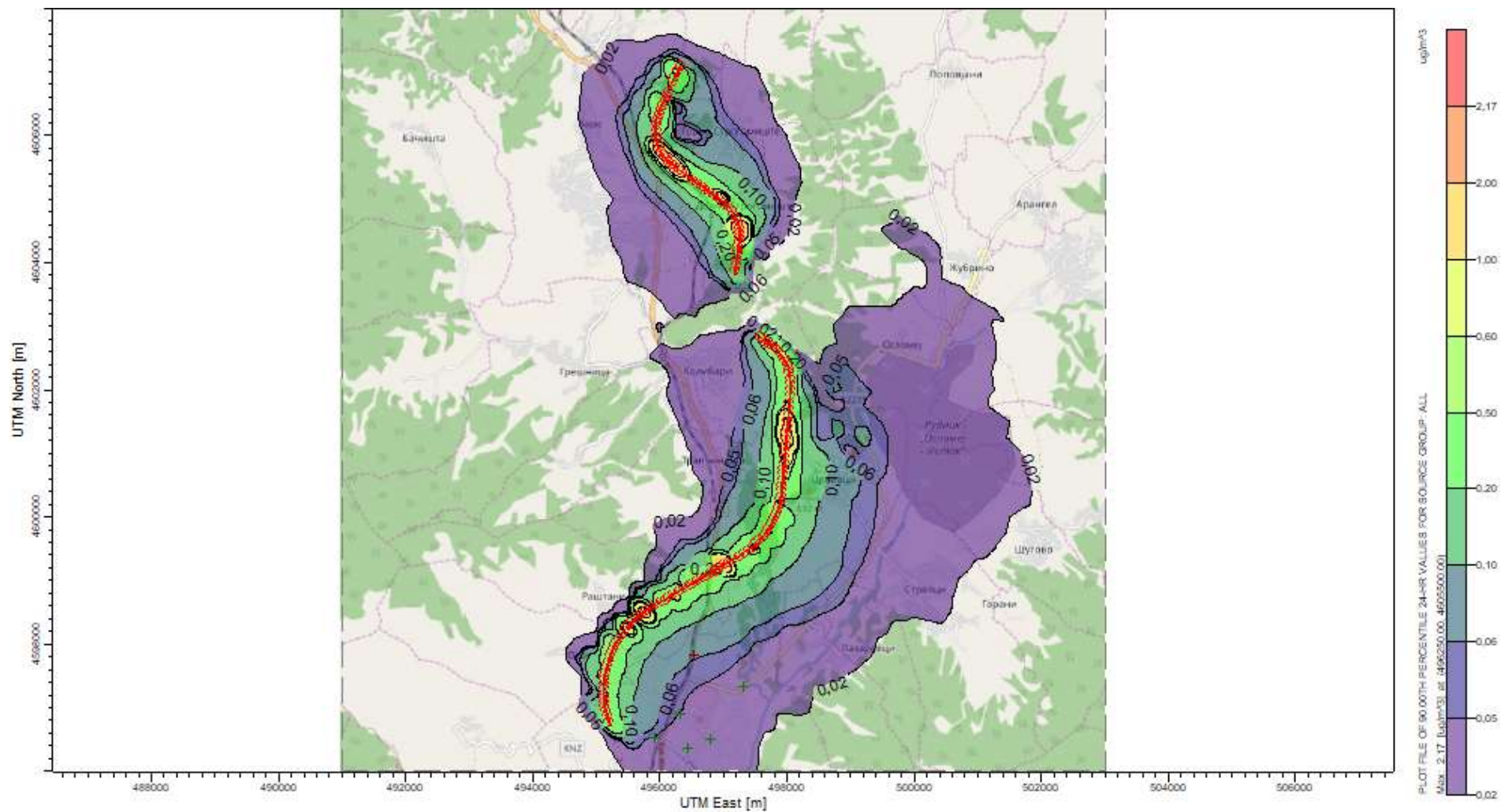
Слика 30 Контури на 90-тиот перцентил на PM10 од концентрациите на PM10 во 2023 г. – со проект (само сообраќај)



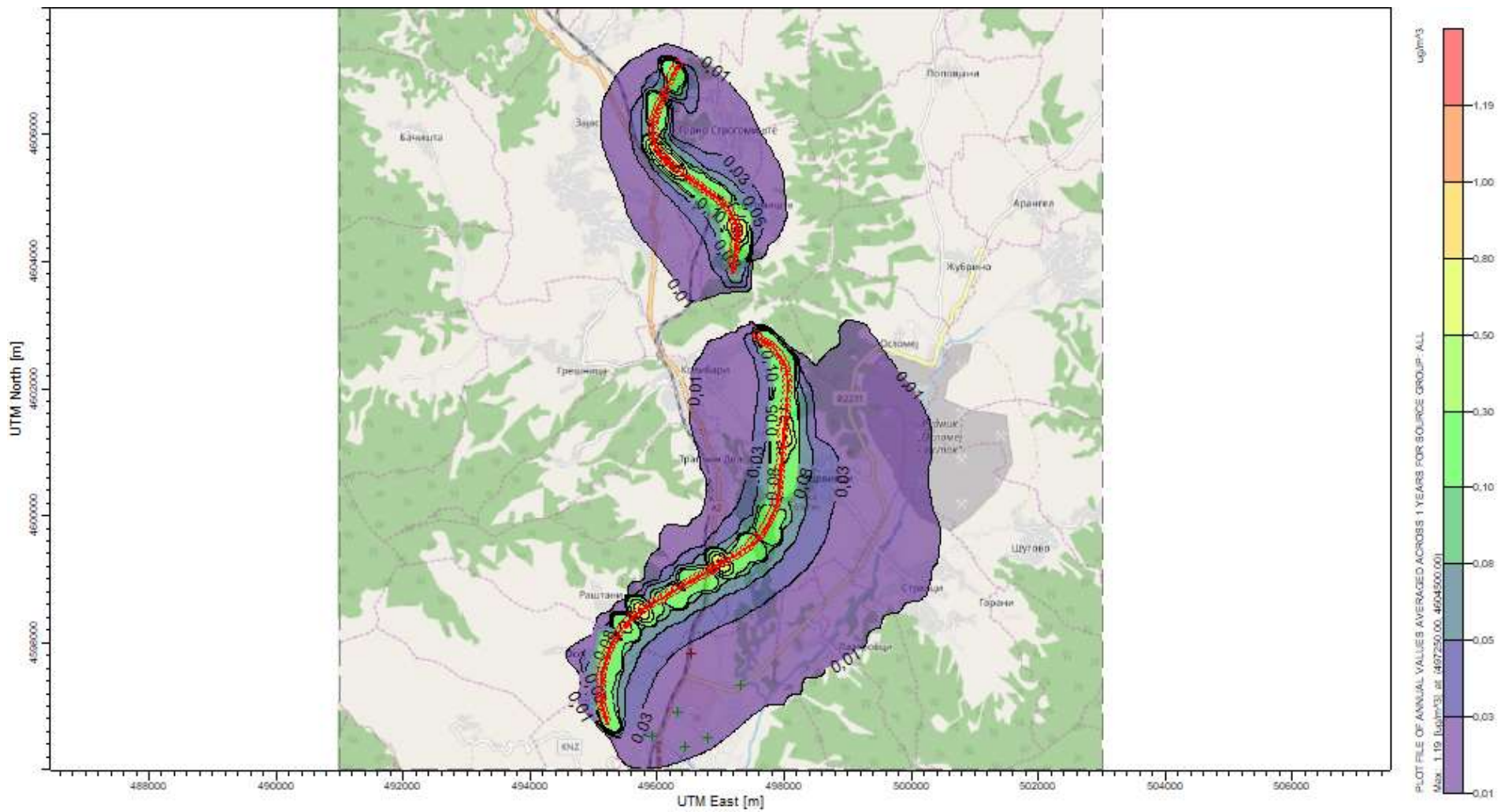
Слика 31 Контури на просечните годишни концентрации на PM10 во 2023 г. – со проект (само сообраќај)



Слика 32 Контури на максималните 24 часовни концентрации на PM10 во 2040 г. – со проект (само сообраќај)



Слика 334 Контури на 90-тиот перцентил на PM10 од концентрациите на PM10 во 2040 – со проект (само сообраќај)



Слика 34 Контури на просечните годишни концентрации на PM10 во 2040 г. – со проект (само сообраќај)

3.2.2 PM2.5

Разработени се модели на PM2.5 емитирани од сообраќајот на патиштата и покрај фактот дека концентрациите на PM2.5 не се следат никаде близу до постојниот пат. Само просечната годишна концентрација е регулирана во Директивата 2008/50/ЕК. Како и да е, дневните концентрации беа исто така моделирани. Максималните вредности на концентрација во сценаријата со и без проект и нивните локации се прикажани во табелите 24 и 28 соодветно.

Табела 24 Резиме на резултатите од моделот за PM2.5 (сценарио без проект)

година	просечен период	позадина	гранич. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	X	Y
2018	24 h (max)	42,3	50	3.4936	495750	4605600
	годишно	42,3	40	0.9335	496500	4597850
2023	24 h (max)	40	50	2.6743	495750	4605600
	годишно (2020)	40	40	0.7145	496500	4597850
2040	24 h (max)	20	50	4.8250	495750	4605600
	годишно (2020)	20	40	1.2892	496500	4597850

Табела 25 Резиме на чувствителни рецептори на PM2.5 за основната година (2018) – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
24 h (max)	училиште			0.2584	496450	4596350
24 h (max)	џамија			0.5709	495921	4596534
24 h (max)	универзитет			0.2013	496790	4596510
24 h (max)	касарна			0.5280	496320	4596910
24 h (max)	спортска сала			0.1730	497320	4597330
24 h (max)	куќа			4.2533	495852	4605509
24 h (max)	куќа			3.5648	495797	4605571
24 h (max)	џамија			1.9434	496428	4601896
24 h (max)	куќа			2.5820	496608	4601490
24 h (max)	куќа			3.9664	496637	4601465
24 h (max)	куќа			2.0647	496784	4601039
24 h (max)	куќа			4.2031	496886	4600879
Annual	училиште		25	0.0336	496450	4596350
Annual	џамија		25	0.0573	495921	4596534
Annual	универзитет		25	0.0226	496790	4596510
Annual	касарна		25	0.0853	496320	4596910
Annual	спортска сала		25	0.0197	497320	4597330
Annual	куќа		25	0.7673	495852	4605509
Annual	куќа		25	0.6437	495797	4605571
Annual	џамија		25	0.3800	496428	4601896
Annual	куќа		25	0.3549	496608	4601490
Annual	куќа		25	0.4241	496637	4601465
Annual	куќа		25	0.3862	496784	4601039
Annual	куќа		25	0.5783	496886	4600879

Табела 26 Резиме на чувствителни рецептори на PM2.5 за првата оперативна година (2023) – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
24 h (max)	училиште			0.1386	496450	4596350
24 h (max)	џамија			0.3063	495921	4596534
24 h (max)	универзитет			0.1080	496790	4596510
24 h (max)	касарна			0.2833	496320	4596910
24 h (max)	спортска сала			0.0928	497320	4597330
24 h (max)	куќа			2.2820	495852	4605509
24 h (max)	куќа			1.9126	495797	4605571
24 h (max)	џамија			1.0427	496428	4601896
24 h (max)	куќа			1.3853	496608	4601490
24 h (max)	куќа			2.1281	496637	4601465
24 h (max)	куќа			1.1078	496784	4601039
24 h (max)	куќа			2.2551	496886	4600879
годишно	училиште		25	0.0180	496450	4596350
годишно	џамија		25	0.0308	495921	4596534
годишно	универзитет		25	0.0121	496790	4596510
годишно	касарна		25	0.0458	496320	4596910
годишно	спортска сала		25	0.0106	497320	4597330
годишно	куќа		25	0.4117	495852	4605509
годишно	куќа		25	0.3454	495797	4605571
годишно	џамија		25	0.2039	496428	4601896
годишно	куќа		25	0.1904	496608	4601490
годишно	куќа		25	0.2275	496637	4601465
годишно	куќа		25	0.2072	496784	4601039
годишно	куќа		25	0.3103	496886	4600879

Табела 27 Резиме на чувствителни рецептори на PM2.5 за 2040 – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
(m)			25			
24 h (max)	училиште		25	0.1386	496450	4596350
24 h (max)	џамија		25	0.3063	495921	4596534
24 h (max)	универзитет		25	0.1080	496790	4596510
24 h (max)	касарна		25	0.2833	496320	4596910
24 h (max)	спортска сала		25	0.0928	497320	4597330
24 h (max)	куќа		25	2.2820	495852	4605509
24 h (max)	куќа		25	1.9126	495797	4605571
24 h (max)	џамија		25	1.0427	496428	4601896
24 h (max)	куќа		25	1.3853	496608	4601490

24 h (max)	куќа		25	2.1281	496637	4601465
24 h (max)	куќа		25	1.1078	496784	4601039
24 h (max)	куќа		25	2.2551	496886	4600879
годишно	училиште		25	0.0180	496450	4596350
годишно	џамија		25	0.0308	495921	4596534
годишно	универзитет		25	0.0121	496790	4596510
годишно	касарна		25	0.0458	496320	4596910
годишно	спортска сала		25	0.0106	497320	4597330
годишно	куќа		25	0.4117	495852	4605509
годишно	куќа		25	0.3454	495797	4605571
годишно	џамија		25	0.2039	496428	4601896
годишно	куќа		25	0.1904	496608	4601490
годишно	куќа		25	0.2275	496637	4601465
годишно	куќа		25	0.2072	496784	4601039
годишно	куќа		25	0.3103	496886	4600879

Табела 28 Резиме на резултатите од моделот за PM2.5 (сценарио со проект)

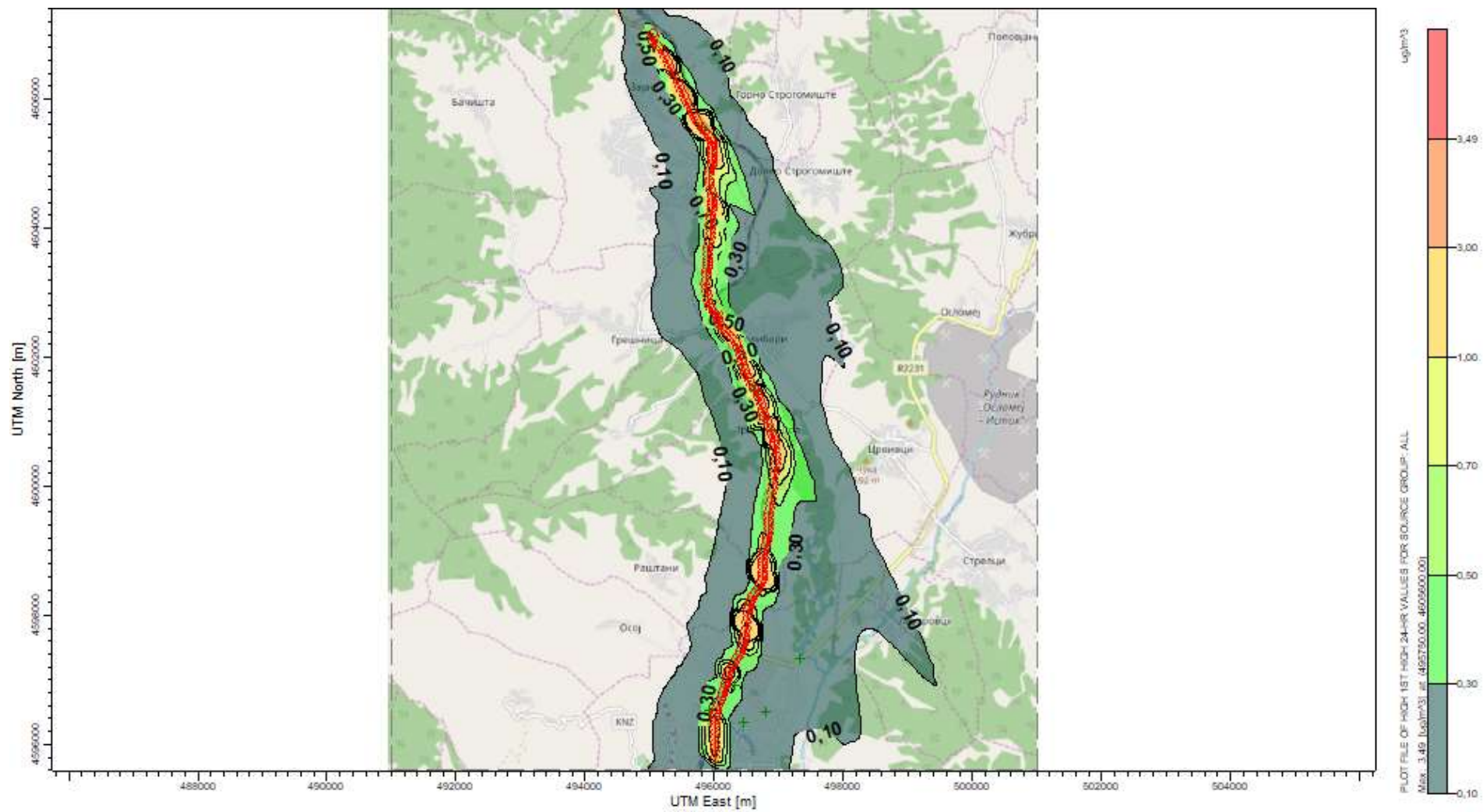
година	просечен период	позадина	гр. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати (m)	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	X	Y
2023	24 h (max)			1.6693	496250	4605500
	годишно (2020)		20	0.3874	497250	4604500
2040	24 h (max)			3.0060	496250	4605500
	годишно (2020)		20	0.6978	497250	4604500

Табела 29 PM2.5 резиме на чувствителни рецептори за првата оперативна година (2023) – сценарио со проект

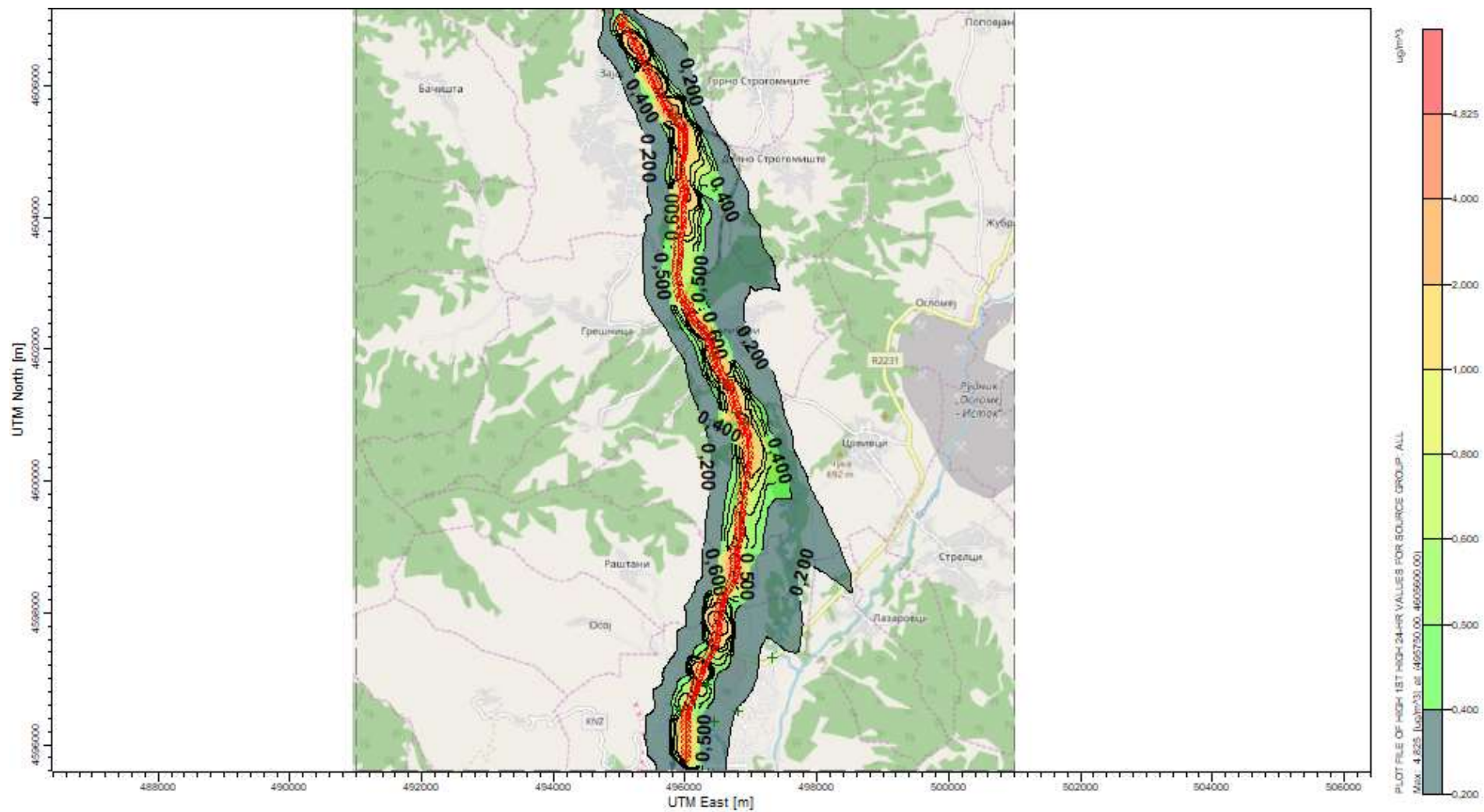
Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
24 h (max)	училиште	40	50	0.03835	496450	4596350
24 h (max)	џамија	40	50	0.05931	495921	4596534
24 h (max)	универзитет	40	50	0.03616	496790	4596510
24 h (max)	касарна	40	50	0.04469	496320	4596910
24 h (max)	спортска сала	40	50	0.03933	497320	4597330
годишно	училиште	40	40	0.00438	496450	4596350
годишно	џамија	40	40	0.00634	495921	4596534
годишно	универзитет	40	40	0.00433	496790	4596510
годишно	касарна	40	40	0.00619	496320	4596910
годишно	спортска сала	40	40	0.00505	497320	4597330

Табела 30 Резиме на чувствителни рецептори на PM2.5 за 2040 – сценарио со проект

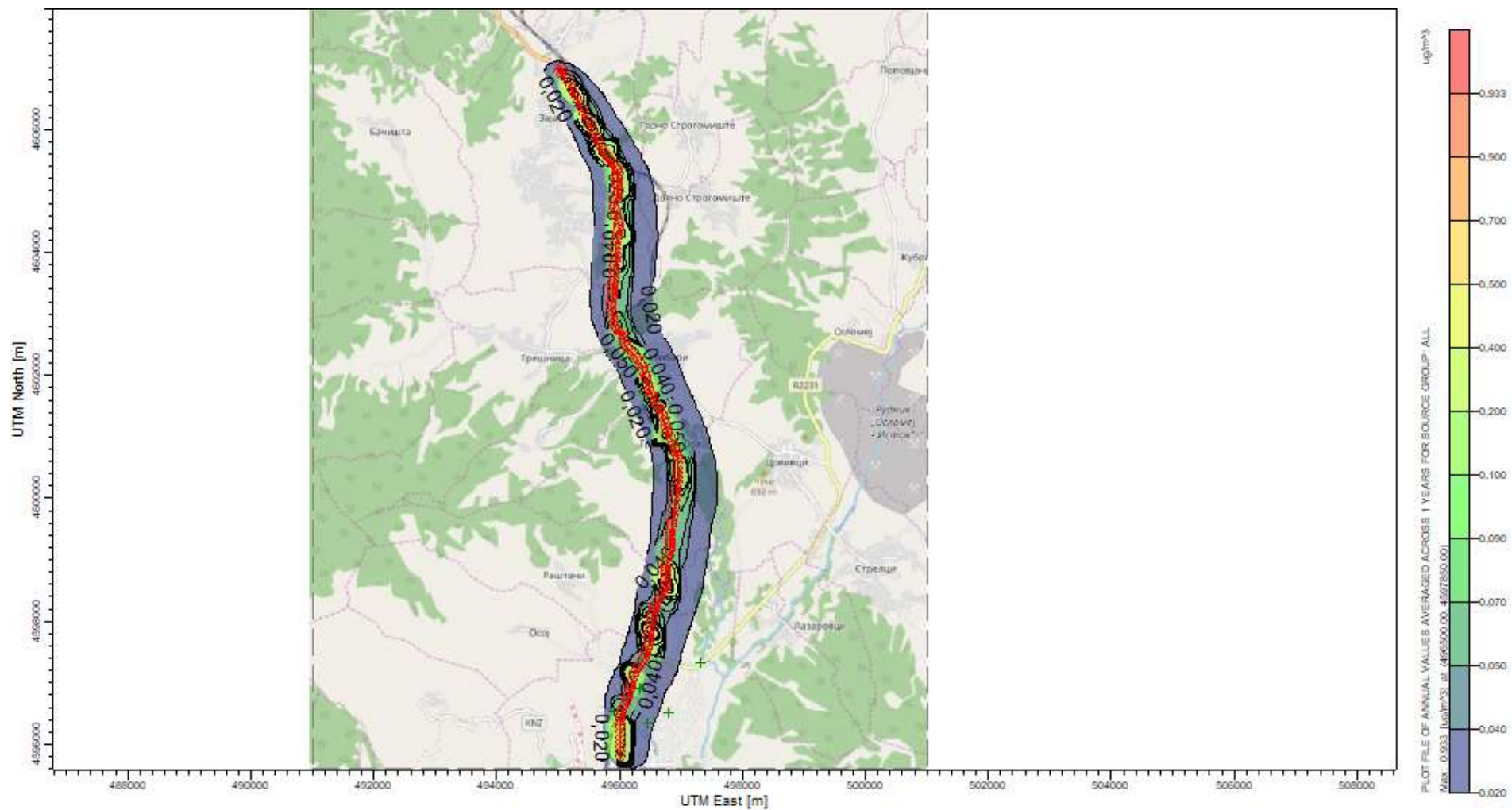
Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
24 h (max)	училиште			0.06907	496450	4596350
24 h (max)	џамија			0.10683	495921	4596534
24 h (max)	универзитет			0.06513	496790	4596510
24 h (max)	касарна			0.0805	496320	4596910
24 h (max)	спортска сала			0.07084	497320	4597330
годишно	училиште		20	0.00789	496450	4596350
годишно	џамија		20	0.01141	495921	4596534
годишно	универзитет		20	0.0078	496790	4596510
годишно	касарна		20	0.01114	496320	4596910
годишно	спортска сала		20	0.00909	497320	4597330



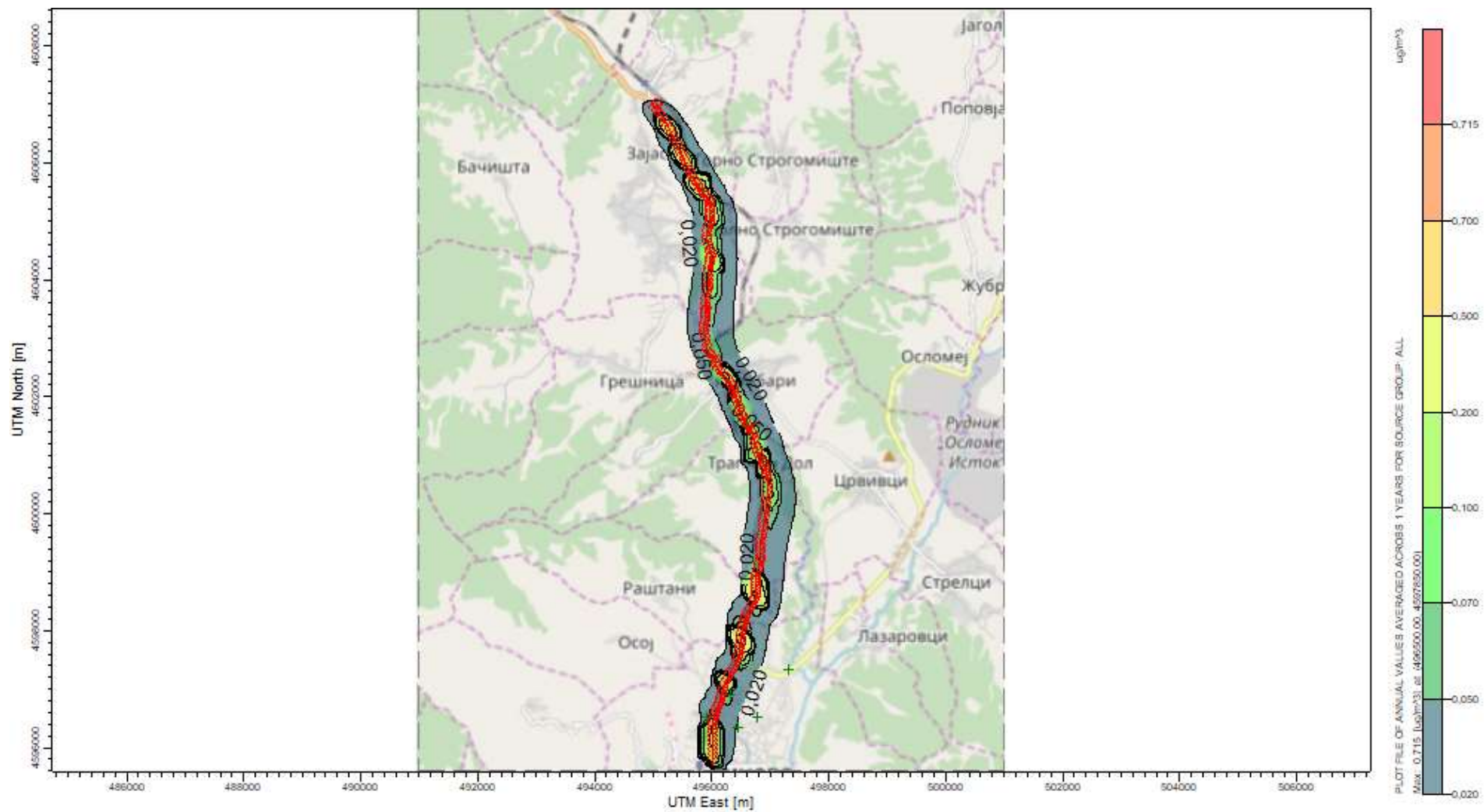
Слика 35 Контури на максималните 24-часовни концентрации на PM2.5 во 2018 година – со проект (само сообраќај)



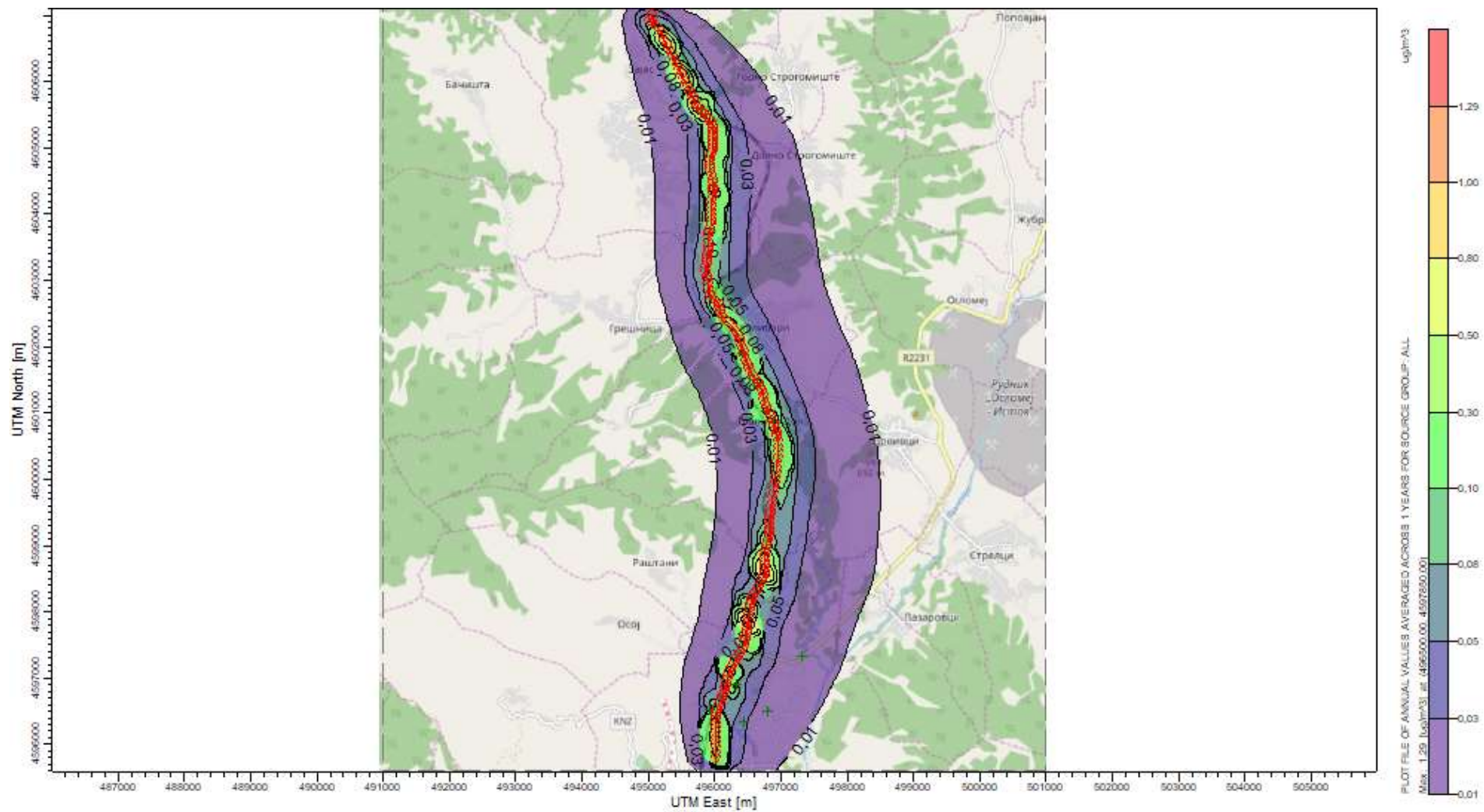
Слика 37 Контури на максималните 24-часовни концентрации на PM2.5 во 2040 година – без проект (само сообраќај)



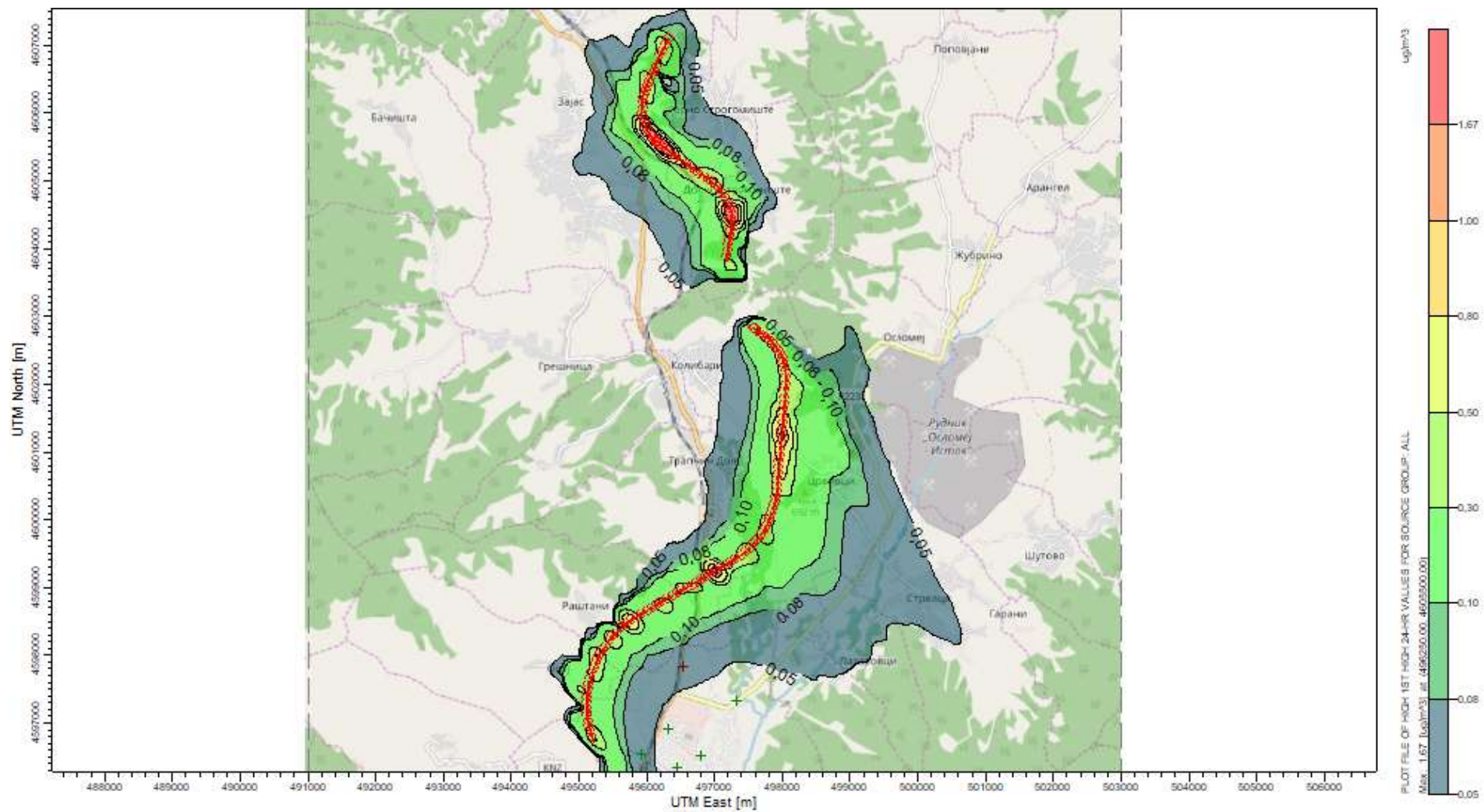
Слика 38 Контури на просечните годишни концентрации на PM2.5 во 2018 година – без проект (само сообраќај)



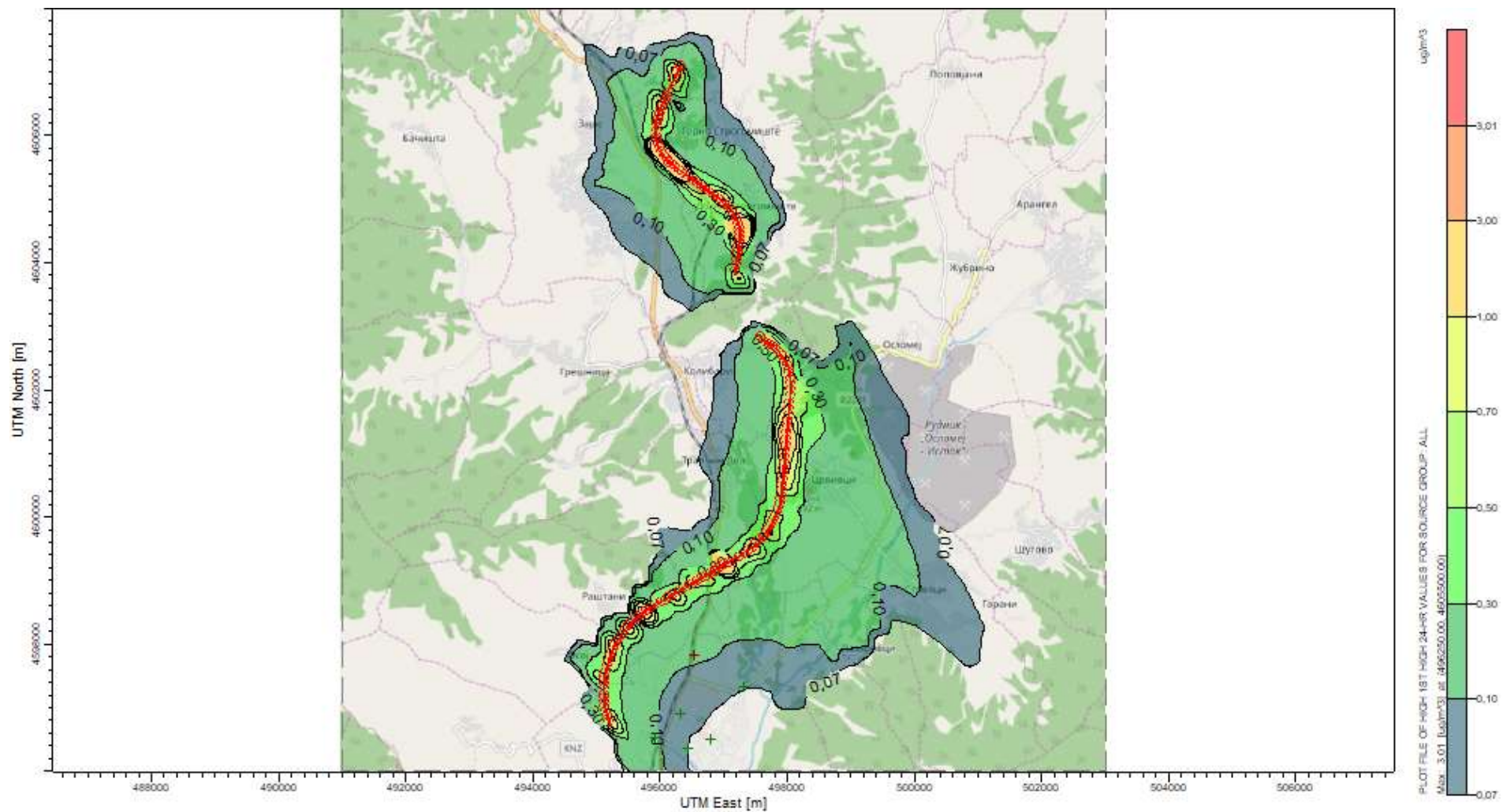
Слика 39 Контури на просечните годишни концентрации на PM2.5 во 2023 година – без проект (само сообраќај)



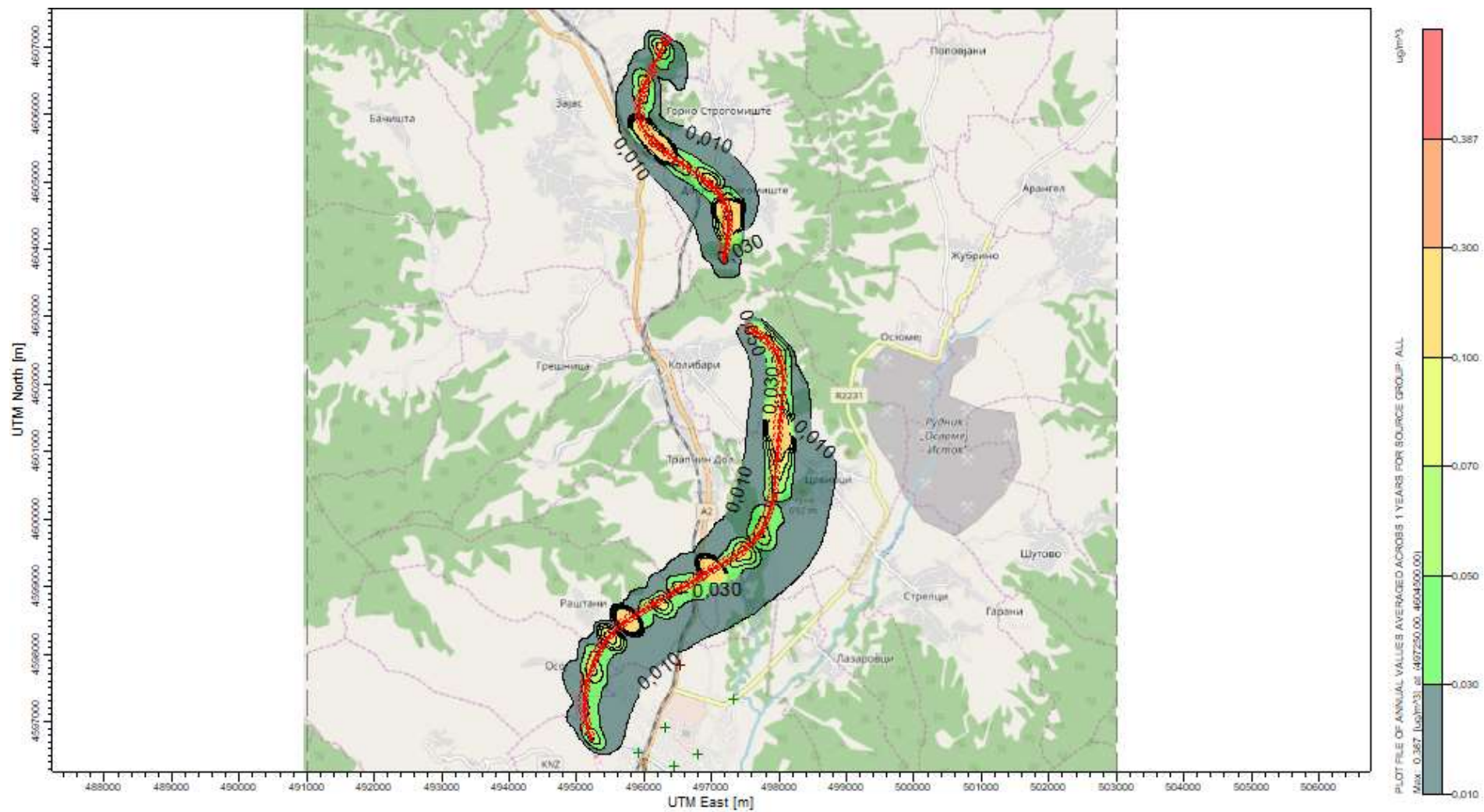
Слика 40 Контури на просечните годишни концентрации на PM2.5 во 2040 година – без проект (само сообраќај)



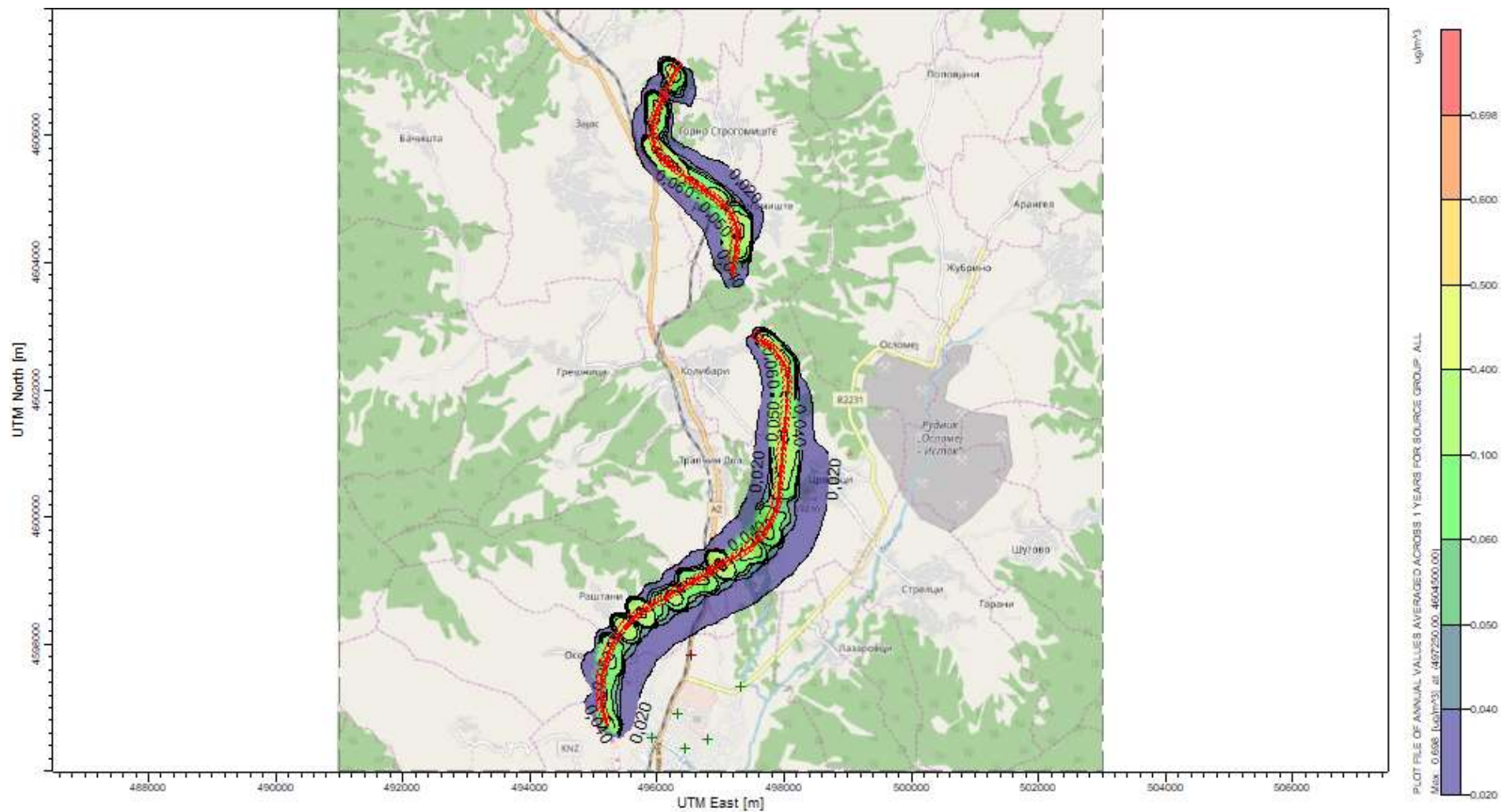
Слика 41 Контури на максималните 24-часовни концентрации на PM2.5 во 2023 година – со проект (само сообраќај)



Слика 42 Контури на максималните 24-часовни концентрации на PM2.5 во 2040 година – со проект (само сообраќај)



Слика 43 Контури на просечните годишни концентрации на PM2.5 во 2023 година – со проект (само сообраќај)



Слика 44 Контури на просечните годишни концентрации на PM2.5 во 2040 година – со проект (само сообраќај)

3.2.3 Јаглерод моноксид

Концентрацијата на CO во амбиентниот воздух е регулирана врз основа на последователна 8-часовна просечна концентрација. Максималните 8-часовни концентрации во сите сценарија се предвидени по трасата на автопатот. Резултатите се презентирани во табела 31 и табела 35. Предвидените концентрации на CO кај чувствителните рецептори со и без реализиран проект се прикажани во табелите 32 до 34 и табелите 36 до 37. Пресметаните концентрации на CO на површинското ниво, коишто произлегуваат од сообраќајот на автопатот се занемарливи во споредба со граничната вредност за квалитетот на воздухот во животната средина (EQL). Позадинското ниво е значително, но прилично ниско во споредба со EQL. Како и да е, може да се каже дека емисиите на CO од сообраќајот ќе имаат мало влијание врз квалитетот на воздухот долж автопатот.

Табела 31 Резиме на резултатите од моделот за CO (сценарио без проект)

година	просечен период	позадина	гр. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати (m)	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	X	Y
2018	8 h (max)	765	10000	306.62	495750	4605600
	8 h (99.8 th perc.)	765	10000	161.27	495500	4606100
2023	8 h (max)	765	10000	244.68	495750	4605600
	8 h (99.8 th perc.)	765	10000	128.69	495500	4606100
2040	8h (max)	765	10000	440.66	495750	4605600
	8 h (99.8 th perc.)	765	10000	231.77	495500	4606100

Табела 32 Резиме на чувствителни рецептори на CO за основната година (2018) – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност	X	Y
				(само сообраќај)		
8 h (Max)	училиште	765	10000	15.78	496450	4596350
8 h (Max)	џамија	765	10000	37.83	495921	4596534
8 h (Max)	универзитет	765	10000	12.19	496790	4596510
8 h (Max)	касарна	765	10000	31.50	496320	4596910
8 h (Max)	спортска сала	765	10000	9.86	497320	4597330
8 h (max)	куќа	765	10000	223.64	495852	4605509
8 h (max)	куќа	765	10000	190.34	495797	4605571
8 h (max)	џамија	765	10000	119.97	496428	4601896
8 h (max)	куќа	765	10000	162.90	496608	4601490
8 h (max)	куќа	765	10000	255.27	496637	4601465
8 h (max)	куќа	765	10000	127.68	496784	4601039
8 h (max)	куќа	765	10000	224.78	496886	4600879
8 h 90 th процентил	училиште	765		10.76	496450	4596350
8 h 90 th процентил	џамија	765		18.76	495921	4596534
8 h 90 th процентил	универзитет	765		7.61	496790	4596510
8 h 90 th процентил	касарна	765		21.27	496320	4596910
8 h 90 th процентил	спортска сала	765		6.34	497320	4597330
8 h 90 th процентил	куќа	765		148.75	495852	4605509

8 h 90 th процентил	куќа	765		133.09	495797	4605571
8 h 90 th процентил	џамија	765		77.92	496428	4601896
8 h 90 th процентил	куќа	765		110.35	496608	4601490
8 h 90 th процентил	куќа	765		115.84	496637	4601465
8 h 90 th процентил	куќа	765		69.22	496784	4601039
8 h 90 th процентил	куќа	765		123.57	496886	4600879

Табела 33 Резиме на чувствителни рецептори на CO за првата оперативна година (2023) – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
8 h (max)	училиште	765	10000	12.59	496450	4596350
8 h (max)	џамија	765	10000	30.19	495921	4596534
8 h (max)	универзитет	765	10000	9.73	496790	4596510
8 h (max)	касарна	765	10000	25.13	496320	4596910
8 h (max)	спортска сала	765	10000	7.87	497320	4597330
8 h (max)	куќа	765	10000	178.46	495852	4605509
8 h (max)	куќа	765	10000	151.89	495797	4605571
8 h (max)	џамија	765	10000	95.73	496428	4601896
8 h (max)	куќа	765	10000	130.00	496608	4601490
8 h (max)	куќа	765	10000	203.70	496637	4601465
8 h (max)	куќа	765	10000	101.89	496784	4601039
8 h (max)	куќа	765	10000	179.38	496886	4600879
8 h 90 th процентил	училиште	765		8.59	496450	4596350
8 h 90 th процентил	џамија	765		14.97	495921	4596534
8 h 90 th процентил	универзитет	765		6.07	496790	4596510
8 h 90 th процентил	касарна	765		16.97	496320	4596910
8 h 90 th процентил	спортска сала	765		5.06	497320	4597330
8 h 90 th процентил	куќа	765		118.70	495852	4605509
8 h 90 th процентил	куќа	765		106.20	495797	4605571
8 h 90 th процентил	џамија	765		62.18	496428	4601896
8 h 90 th процентил	куќа	765		88.06	496608	4601490
8 h 90 th процентил	куќа	765		92.44	496637	4601465
8 h 90 th процентил	куќа	765		55.23	496784	4601039
8 h 90 th процентил	куќа	765		98.61	496886	4600879

Табела 34 Резиме на чувствителни рецептори на CO за 2040 – сценарио без проект

Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
8 h (max)	училиште	765	10000	22.68	496450	4596350
8 h (max)	џамија	765	10000	54.37	495921	4596534
8 h (max)	универзитет	765	10000	17.52	496790	4596510
8 h (max)	касарна	765	10000	45.27	496320	4596910
8 h (max)	спортска сала	765	10000	14.17	497320	4597330
8 h (max)	куќа	765	10000	321.41	495852	4605509
8 h (max)	куќа	765	10000	273.55	495797	4605571
8 h (max)	џамија	765	10000	172.41	496428	4601896
8 h (max)	куќа	765	10000	234.12	496608	4601490
8 h (max)	куќа	765	10000	366.87	496637	4601465
8 h (max)	куќа	765	10000	183.50	496784	4601039
8 h (max)	куќа	765	10000	323.06	496886	4600879
8 h 90 th процентил	училиште	765	10000	15.47	496450	4596350
8 h 90 th процентил	џамија	765	10000	26.96	495921	4596534
8 h 90 th процентил	универзитет	765	10000	10.94	496790	4596510
8 h 90 th процентил	касарна	765	10000	30.57	496320	4596910
8 h 90 th процентил	спортска сала	765	10000	9.11	497320	4597330
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	213.79	495852	4605509
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	191.27	495797	4605571
8 h 90 th процентил	џамија	765	10000	111.99	496428	4601896
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	158.60	496608	4601490
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	166.48	496637	4601465
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	99.47	496784	4601039
8 h 90 th процентил	куќа	765	10000	177.60	496886	4600879

Табела 35 Резиме на резултатите од моделот за CO (сценарио со проект)

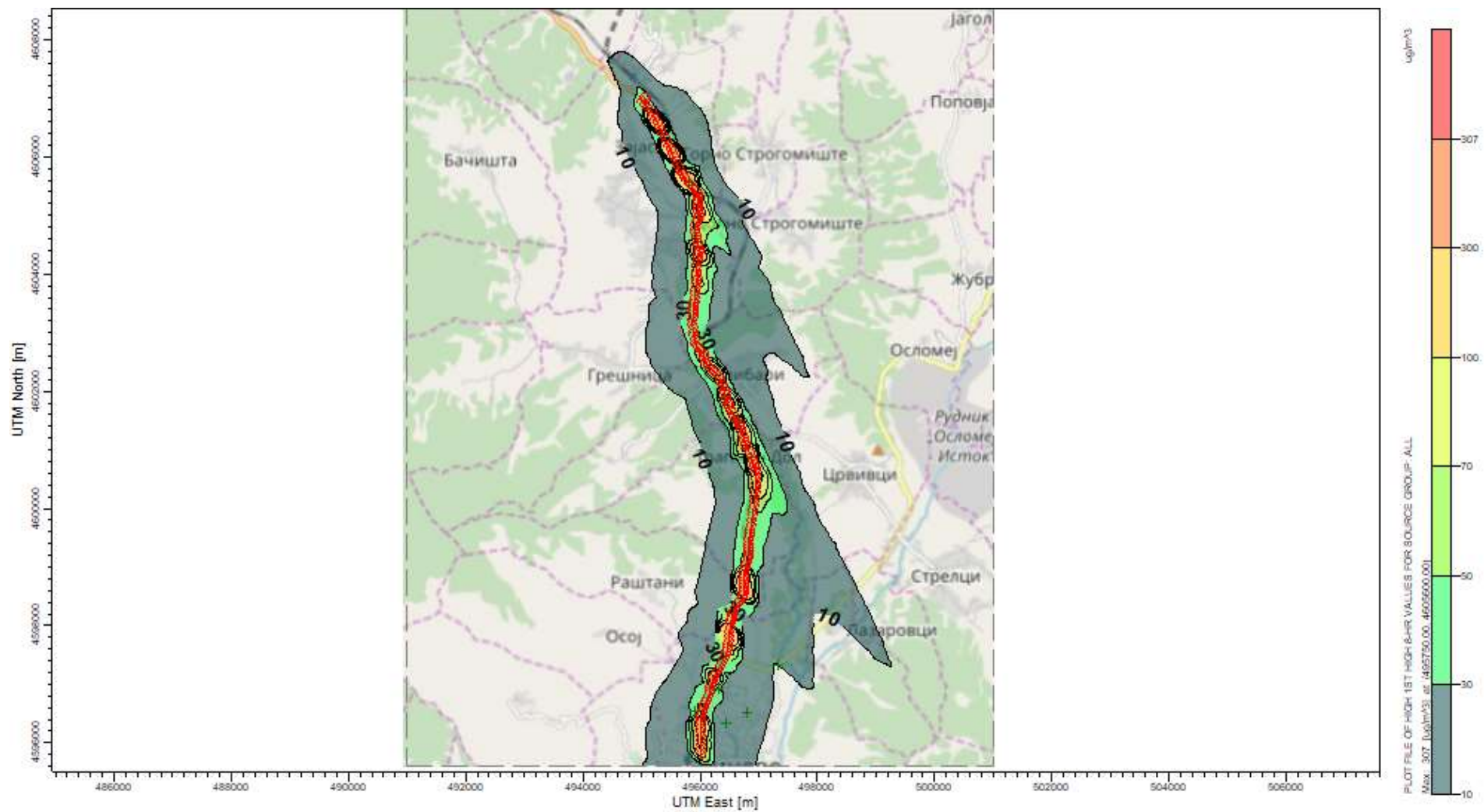
година	просечен период	позадина	гр. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	X	Y
2023	8 h (Max)	765	10000	103.29	496000	4605750
	8 h (90 th perc.)	765	10000	55.22	496250	4605500
2040	8 h (Max)	765	10000	210.09	496250	4605500
	8 h (90 th perc.)	765	10000	119.71	496250	4605500

Табела 36 Резиме на чувствителни рецептори на CO за првата оперативна година (2023) – сценарио со проект

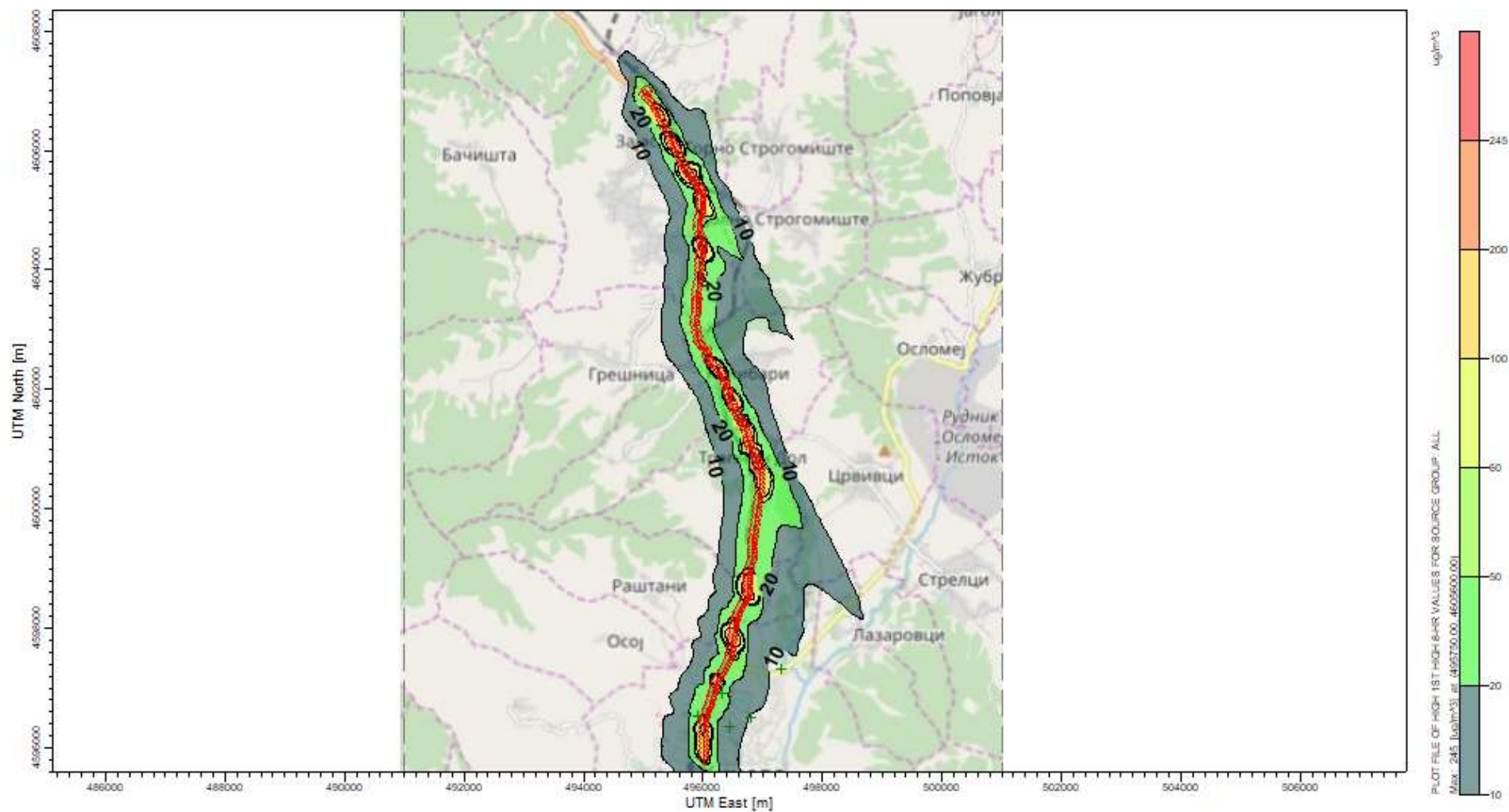
Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
8 h (max)	училиште	765	10000	5.02	496450	4596350
8 h (max)	џамија	765	10000		495921	4596534
8 h (max)	универзитет	765	10000	7.65	496790	4596510
8 h (max)	касарна	765	10000		496320	4596910
8 h (max)	спортска сала	765	10000	4.28	497320	4597330
8 h 90 th процентил	училиште	765		1.34	496450	4596350
8 h 90 th процентил	џамија	765		1.96	495921	4596534
8 h 90 th процентил	универзитет	765		1.31	496790	4596510
8 h 90 th процентил	касарна	765		1.67	496320	4596910
8 h 90 th процентил	спортска сала	765		1.42	497320	4597330

Табела 37 Резиме на чувствителни рецептори на CO за 2040 – сценарио со проект

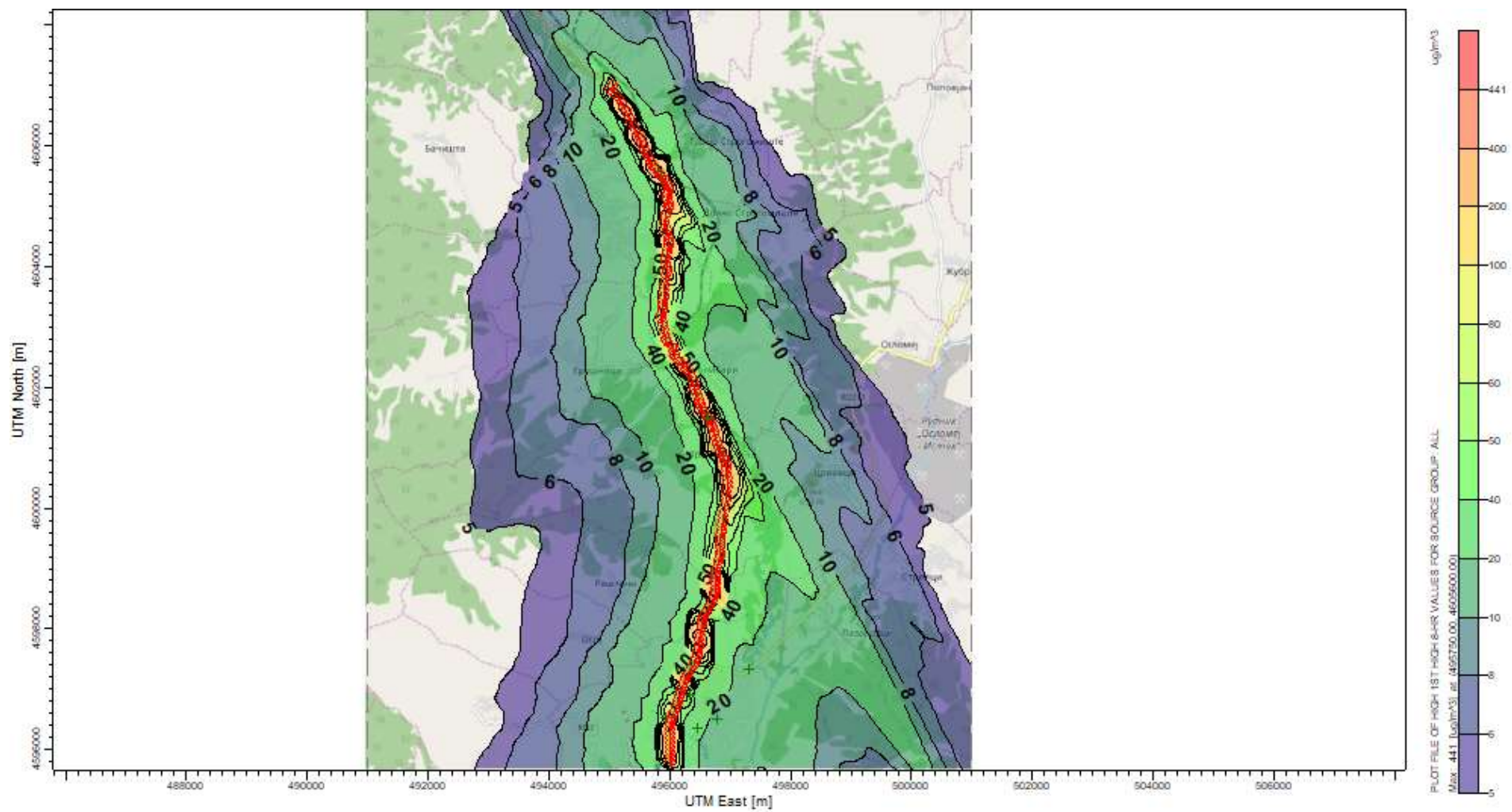
Период на просек	ID	Концентрации ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			UTM координати (m)	
		Позадина	Гр. вредност за квалитет на воздухот (AQ)	Вр. вредност (само сообраќај)	X	Y
8 h (max)	училиште	765	10000	2.57	496450	4596350
8 h (max)	џамија	765	10000	3.93	495921	4596534
8 h (max)	универзитет	765	10000	2.42	496790	4596510
8 h (max)	касарна	765	10000	2.92	496320	4596910
8 h (max)	спортска сала	765	10000	2.82	497320	4597330
8 h 90 th процентил	училиште	765		1.34	496450	4596350
8 h 90 th процентил	џамија	765		1.96	495921	4596534
8 h 90 th процентил	универзитет	765		1.31	496790	4596510
8 h 90 th процентил	касарна	765		1.67	496320	4596910
8 h 90 th процентил	спортска сала	765		1.42	497320	4597330



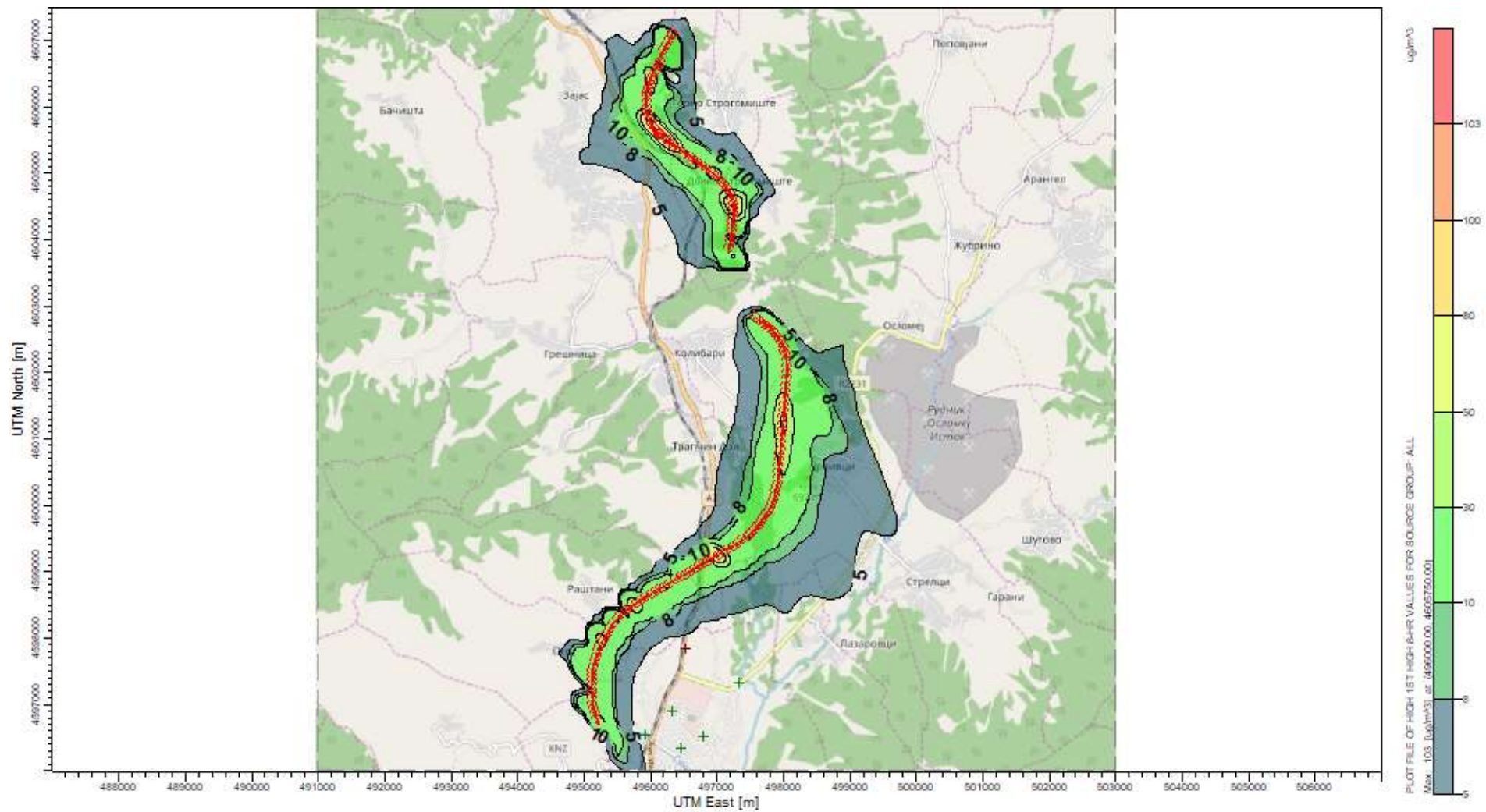
Слика 45 Графикон со максимални 8-часовни концентрации на CO во 2018 година - сценарио без проект (само сообраќај)



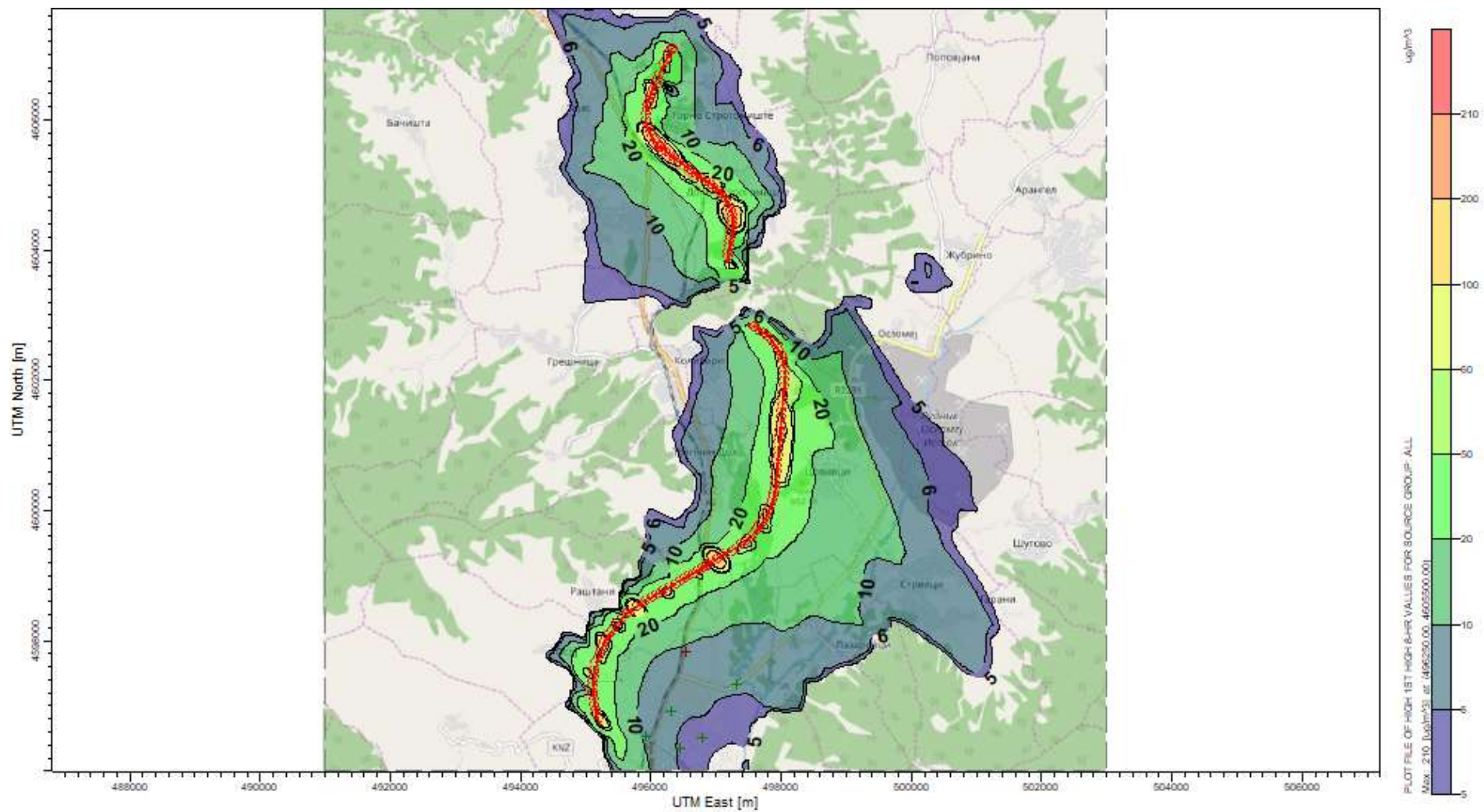
Слика 46 Графикон со максимални 8-часовни концентрации на CO во 2023 година - сценарио без проект (само сообраќај)



Слика 47 Графикон со максимални 8-часовни концентрации на CO во 2040 година - сценарио без проект (само сообраќај)



Слика 48 Графикон со максимални 8-часовни концентрации на CO во 2023 година - сценарио со проект (само сообраќај)



Слика 49 Графикон со максимални 8-часовни концентрации на CO во 2040 година - сценарио со проект (само сообраќај)

3.2.4 Азотен диоксид (NO₂)

Во недостаток на веродостојни податоци за концентрацијата на озон во амбиентниот воздух, дисперзијата на азот диоксид е моделирана со претпоставка дека целиот NO се претвора во NO₂. Почетната концентрација на NO₂ во издувните гасови на возилата се смета за занемарлива. Резимето на резултатите од моделот со проект е претставено во табела 38, а резултатите со оперативен нов автопат се претставени во табела 42.

Влијанието на емисијата на NO₂ со проект врз чувствителните рецептори е прикажано во табелите 39 до 41. Во табелите 43 и 44 е претставено влијанието на емисиите од сообраќајот со оперативен нов автопат.

Најпогодените чувствителни рецептори близу постојниот пат веќе нема да бидат толку изложени на емисиите од сообраќајот.

Табела 38 Резиме на резултатите од моделот за NO₂ (сценарио без проект)

година	просечен период	позадина	гр. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати	
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	X	Y
2018	1 h (max)	23.6	200	319.83	495750	4605600
	годишно	23.6	40	10.33	496500	4597850
	1 h (99.8 th процентил)	23.6	200	140.1	496500	4597850
2023	1 h (max)	23.6	200	270.38	495750	4605600
	годишно	23.6	40	8.72	496500	4597850
	1 h (99.8 th процентил)	23.6	200	118.35	496500	4597850
2040	1 h (max)	23.6	200	370	496500	4597850
	годишно	23.6	40	11.96	496500	4597850
	1 h (99.8 th процентил)	23.6	200	162.23	495750	4605600

Табела 39 Резиме на чувствителни рецептори на NO₂ за основната година (2018) – сценарио без проект

просечен период	ID	концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		позадина	гр. вредност за квалитетот на воздухот	врвна вредност (само сообраќај)	X	Y
1 h (max)	училиште	23.6	200	12.40	496450	4596350
1 h (max)	џамија	23.6	200	31.81	495921	4596534
1 h (max)	универзитет	23.6	200	7.71	496790	4596510
1 h (max)	касарна	23.6	200	49.41	496320	4596910
1 h (max)	спортска сала	23.6	200	13.60	497320	4597330
1 h (max)	куќа	23.6	200	174.42	495852	4605509
1 h (max)	куќа	23.6	200	135.18	495797	4605571
1 h (max)	џамија	23.6	200	128.96	496428	4601896
1 h (max)	куќа	23.6	200	208.33	496608	4601490
1 h (max)	куќа	23.6	200	228.31	496637	4601465
1 h (max)	куќа	23.6	200	139.27	496784	4601039
1 h (max)	куќа	23.6	200	179.61	496886	4600879
годишно	училиште	23.6	40	0.26	496450	4596350

годишно	џамија	23.6	40	0.43	495921	4596534
годишно	универзитет	23.6	40	0.17	496790	4596510
годишно	касарна	23.6	40	0.65	496320	4596910
годишно	спортска сала	23.6	40	0.15	497320	4597330
годишно	куќа	23.6	40	5.70	495852	4605509
годишно	куќа	23.6	40	4.79	495797	4605571
годишно	џамија	23.6	40	2.99	496428	4601896
годишно	куќа	23.6	40	2.84	496608	4601490
годишно	куќа	23.6	40	3.37	496637	4601465
годишно	куќа	23.6	40	3.06	496784	4601039
годишно	куќа	23.6	40	4.34	496886	4600879
1 h (99.8 th процентил)	училиште	23.6	200	9.53	496450	4596350
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	17.16	495921	4596534
1 h (99.8 th процентил)	универзитет	23.6	200	6.87	496790	4596510
1 h (99.8 th процентил)	касарна	23.6	200	20.58	496320	4596910
1 h (99.8 th процентил)	спортска сала	23.6	200	6.05	497320	4597330
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	114.64	495852	4605509
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	105.21	495797	4605571
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	59.47	496428	4601896
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	61.63	496608	4601490
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	79.69	496637	4601465
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	63.31	496784	4601039
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	97.09	496886	4600879

Табела 40 Резиме на чувствителни рецептори на NO₂ за првата оперативна година (2023) – сценарио без проект

просечен период	ID	концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		позадина	гр. вредност за квалитетот на воздухот	врвна вредност (само сообраќај)	X	Y
1 h (max)	училиште	23.6	200	10.48	496450	4596350
1 h (max)	џамија	23.6	200	26.88	495921	4596534
1 h (max)	универзитет	23.6	200	6.51	496790	4596510
1 h (max)	касарна	23.6	200	41.74	496320	4596910
1 h (max)	спортска сала	23.6	200	11.49	497320	4597330
1 h (max)	куќа	23.6	200	147.36	495852	4605509
1 h (max)	куќа	23.6	200	114.20	495797	4605571
1 h (max)	џамија	23.6	200	108.95	496428	4601896
1 h (max)	куќа	23.6	200	176.01	496608	4601490

1 h (max)	куќа	23.6	200	192.88	496637	4601465
1 h (max)	куќа	23.6	200	117.66	496784	4601039
1 h (max)	куќа	23.6	200	151.74	496886	4600879
годишно	училиште	23.6	40	0.22	496450	4596350
годишно	џамија	23.6	40	0.37	495921	4596534
годишно	универзитет	23.6	40	0.15	496790	4596510
годишно	касарна	23.6	40	0.55	496320	4596910
годишно	спортска сала	23.6	40	0.13	497320	4597330
годишно	куќа	23.6	40	4.82	495852	4605509
годишно	куќа	23.6	40	4.05	495797	4605571
годишно	џамија	23.6	40	2.53	496428	4601896
годишно	куќа	23.6	40	2.40	496608	4601490
годишно	куќа	23.6	40	2.85	496637	4601465
годишно	куќа	23.6	40	2.59	496784	4601039
годишно	куќа	23.6	40	3.67	496886	4600879
1 h (99.8 th перцентил)	училиште	23.6	200	5.12	496450	4596350
1 h (99.8 th перцентил)	џамија	23.6	200	96.85	495921	4596534
1 h (99.8 th перцентил)	универзитет	23.6	200	88.89	496790	4596510
1 h (99.8 th перцентил)	касарна	23.6	200	50.24	496320	4596910
1 h (99.8 th перцентил)	спортска сала	23.6	200	52.07	497320	4597330
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	67.32	495852	4605509
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	53.49	495797	4605571
1 h (99.8 th перцентил)	џамија	23.6	200	82.02	496428	4601896
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	5.12	496608	4601490
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	96.85	496637	4601465
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	88.89	496784	4601039
1 h (99.8 th перцентил)	куќа	23.6	200	50.24	496886	4600879

Табела 41 NO₂ резиме на чувствителни рецептори за идна година (2040) – сценарио без проект

просечен период	ID	концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		позадина	гр. вредност за квалитетот на воздухот	врвна вредност (само сообраќај)	X	Y
1 h (max)	училиште	23.6	200	14.36	496450	4596350
1 h (max)	џамија	23.6	200	36.84	495921	4596534
1 h (max)	универзитет	23.6	200	8.92	496790	4596510
1 h (max)	касарна	23.6	200	57.22	496320	4596910
1 h (max)	спортска сала	23.6	200	15.75	497320	4597330
1 h (max)	куќа	23.6	200	201.99	495852	4605509
1 h (max)	куќа	23.6	200	156.54	495797	4605571
1 h (max)	џамија	23.6	200	149.35	496428	4601896
1 h (max)	куќа	23.6	200	241.26	496608	4601490
1 h (max)	куќа	23.6	200	264.39	496637	4601465
1 h (max)	куќа	23.6	200	161.28	496784	4601039
1 h (max)	куќа	23.6	200	207.99	496886	4600879
годишно	училиште	23.6	40	0.30	496450	4596350
годишно	џамија	23.6	40	0.50	495921	4596534

годишно	универзитет	23.6	40	0.20	496790	4596510
годишно	касарна	23.6	40	0.76	496320	4596910
годишно	спортска сала	23.6	40	0.18	497320	4597330
годишно	куќа	23.6	40	6.60	495852	4605509
годишно	куќа	23.6	40	5.55	495797	4605571
годишно	џамија	23.6	40	3.47	496428	4601896
годишно	куќа	23.6	40	3.29	496608	4601490
годишно	куќа	23.6	40	3.91	496637	4601465
годишно	куќа	23.6	40	3.55	496784	4601039
годишно	куќа	23.6	40	5.03	496886	4600879
1 h (99.8 th процентил)	училиште	23.6	200	11.03478	496450	4596350
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	19.86702	495921	4596534
1 h (99.8 th процентил)	универзитет	23.6	200	7.9593	496790	4596510
1 h (99.8 th процентил)	касарна	23.6	200	23.83248	496320	4596910
1 h (99.8 th процентил)	спортска сала	23.6	200	7.01191	497320	4597330
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	132.7632	495852	4605509
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	121.8436	495797	4605571
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	68.86355	496428	4601896
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	71.36898	496608	4601490
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	92.27969	496637	4601465
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	73.31601	496784	4601039
1 h (99.8 th процентил)	куќа	23.6	200	112.4312	496886	4600879

Табела 42 Резиме на резултатите од моделот за NO₂ (сценарио со проект)

година	просечен период	позадина	гр. вредност за AQ	врвна концентрација	UTM координати	
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	X	Y
2023	1 h (max)	23.6	200	139	497000	4599250
	годишно	23.6	40	4.72	497250	4604500
	1 h (99.8 th процентил)	23.6	200	61.76	496250	4605500
2040	1 h (max)	23.6	200	189	497000	4599250
	годишно	23.6	40	6.02	497250	4604500
	1 h (99.8 th процентил)	23.6	200	83.85	496250	4605500

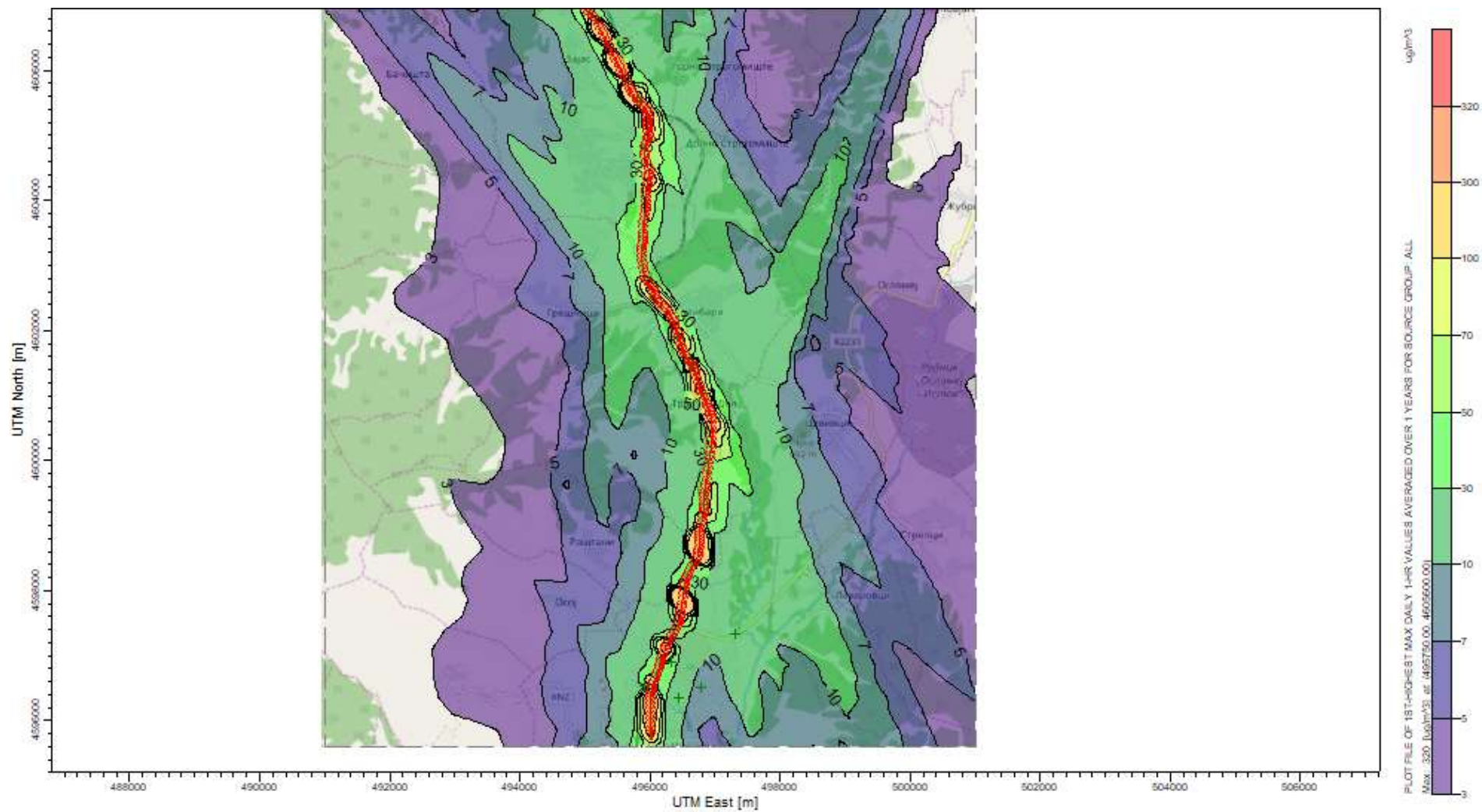
Табела 43 Резиме на чувствителни рецептори на NO₂ за првата оперативна година (2023) – сценарио со проект

просечен период	ID	концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		позадина	гр. вредност за квалитетот на воздухот	врвна вредност (само сообраќај)	X	Y
(m)						
1 h (max)	училиште	23.6	200	4.67	496450	4596350
1 h (max)	џамија	23.6	200	4.70	495921	4596534
1 h (max)	универзитет	23.6	200	5.47	496790	4596510
1 h (max)	касарна	23.6	200	5.47	496320	4596910
1 h (max)	спортска сала	23.6	200	6.49	497320	4597330
годишно	училиште	23.6	40	0.054	496450	4596350
годишно	џамија	23.6	40	0.079	495921	4596534
годишно	универзитет	23.6	40	0.053	496790	4596510

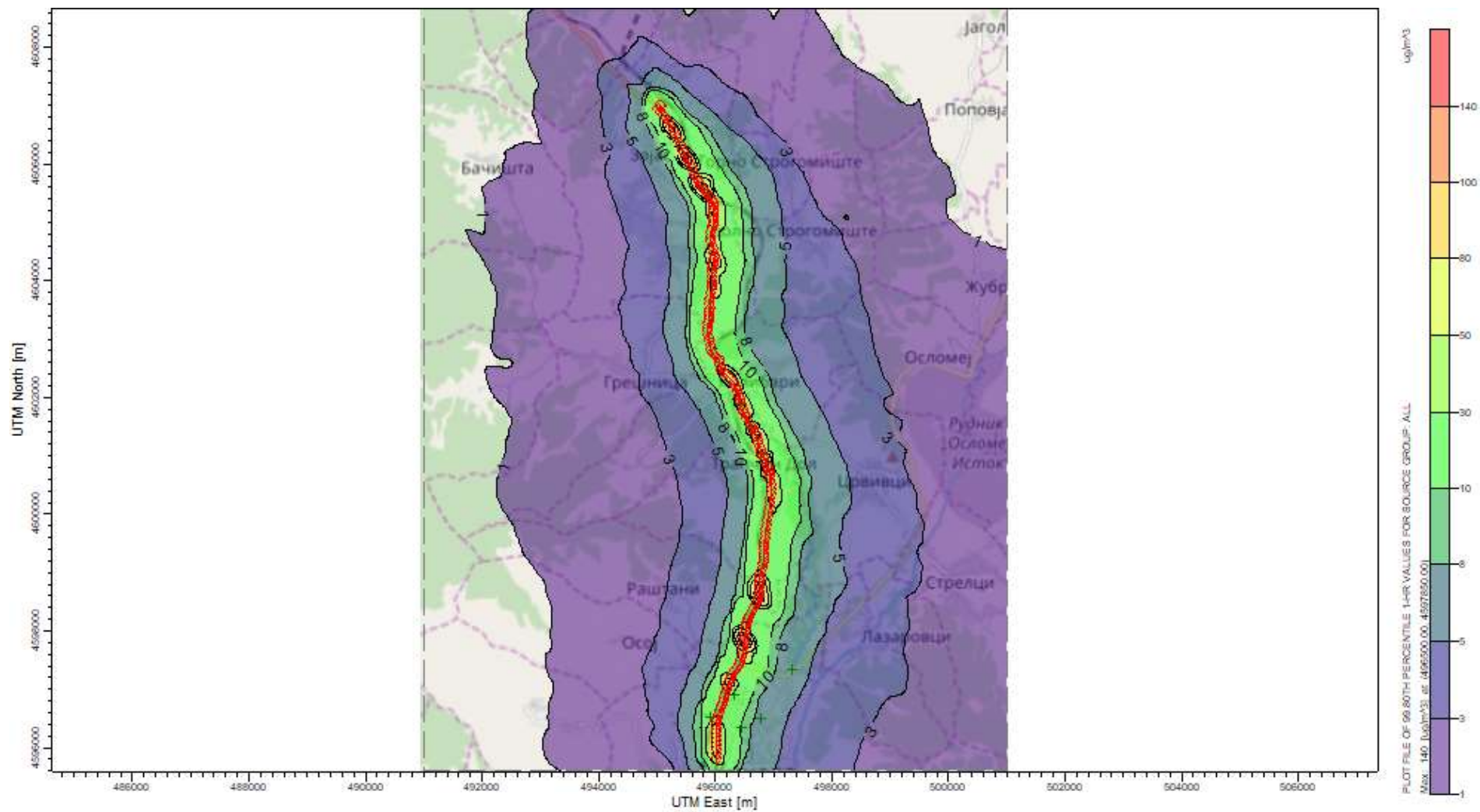
годишно	касарна	23.6	40	0.075	496320	4596910
годишно	спортска сала	23.6	40	0.062	497320	4597330
1 h (99.8 th процентил)	училиште	23.6	200	2.344	496450	4596350
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	3.088	495921	4596534
1 h (99.8 th процентил)	универзитет	23.6	200	2.111	496790	4596510
1 h (99.8 th процентил)	касарна	23.6	200	2.745	496320	4596910
1 h (99.8 th процентил)	спортска сала	23.6	200	2.107	497320	4597330

Табела 44 Резиме на чувствителни рецептори на NO₂ за идна година (2040) – сценарио со проект

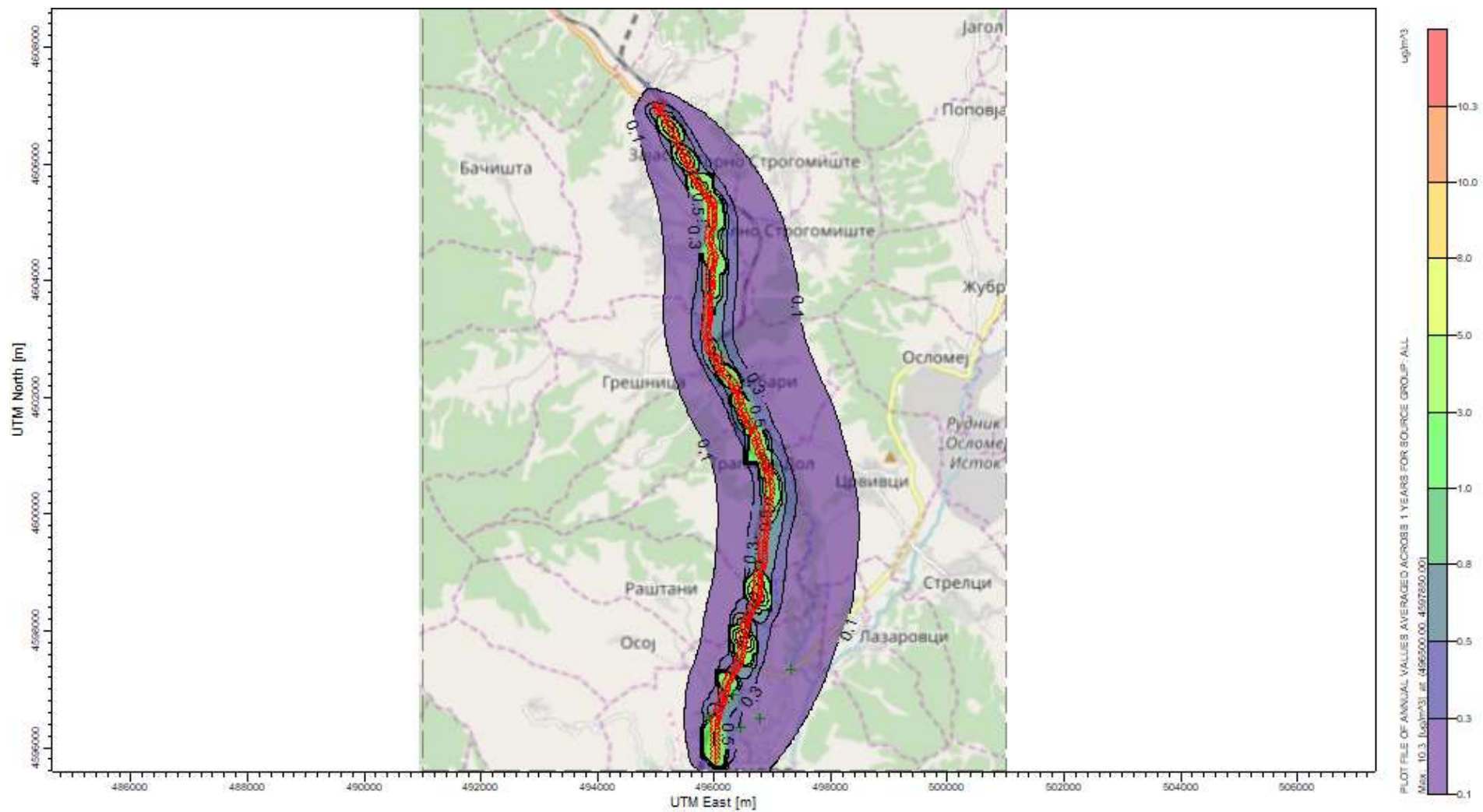
просечен период	ID	концентрации (mg/m ³)			UTM координати (m)	
		позадина	гр. вредност за квалитетот на воздухот	врвна вредност (само сообраќај)	X	Y
1 h (max)	училиште	23.6	200	6.38	496450	4596350
1 h (max)	џамија	23.6	200	6.41	495921	4596534
1 h (max)	универзитет	23.6	200	7.46	496790	4596510
1 h (max)	касарна	23.6	200	7.46	496320	4596910
1 h (max)	спортска сала	23.6	200	8.85	497320	4597330
годишно	училиште	23.6	40	0.07	496450	4596350
годишно	џамија	23.6	40	0.10	495921	4596534
годишно	универзитет	23.6	40	0.07	496790	4596510
годишно	касарна	23.6	40	0.10	496320	4596910
годишно	спортска сала	23.6	40	0.08	497320	4597330
1 h (99.8 th процентил)	училиште	23.6	200	3.03	496450	4596350
1 h (99.8 th процентил)	џамија	23.6	200	4.20	495921	4596534
1 h (99.8 th процентил)	универзитет	23.6	200	2.88	496790	4596510
1 h (99.8 th процентил)	касарна	23.6	200	3.75	496320	4596910
1 h (99.8 th процентил)	спортска сала	23.6	200	2.88	497320	4597330



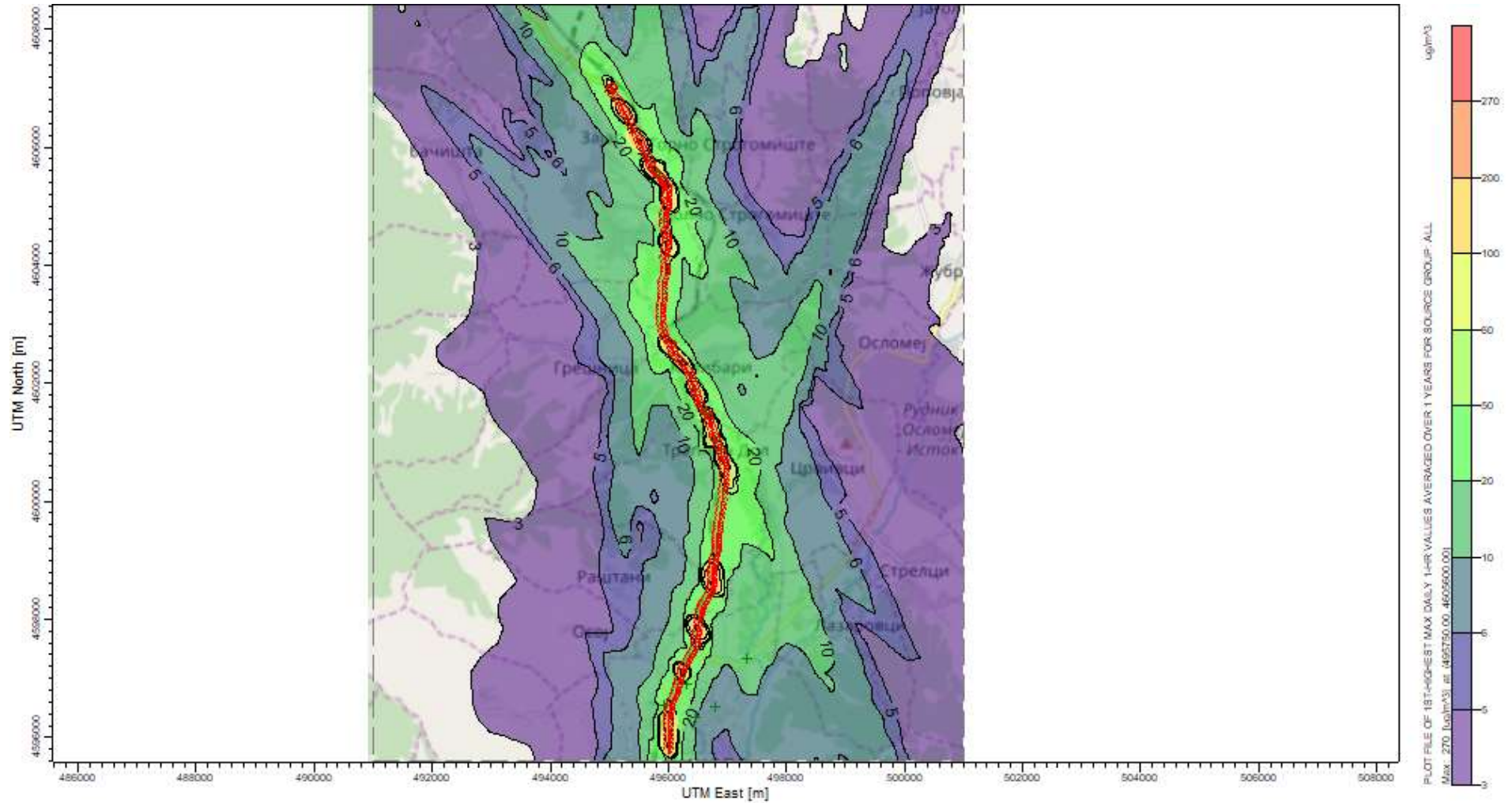
Слика 50 Контури на максималните часовни концентрации на NO₂ во 2018 година (само сообраќај)



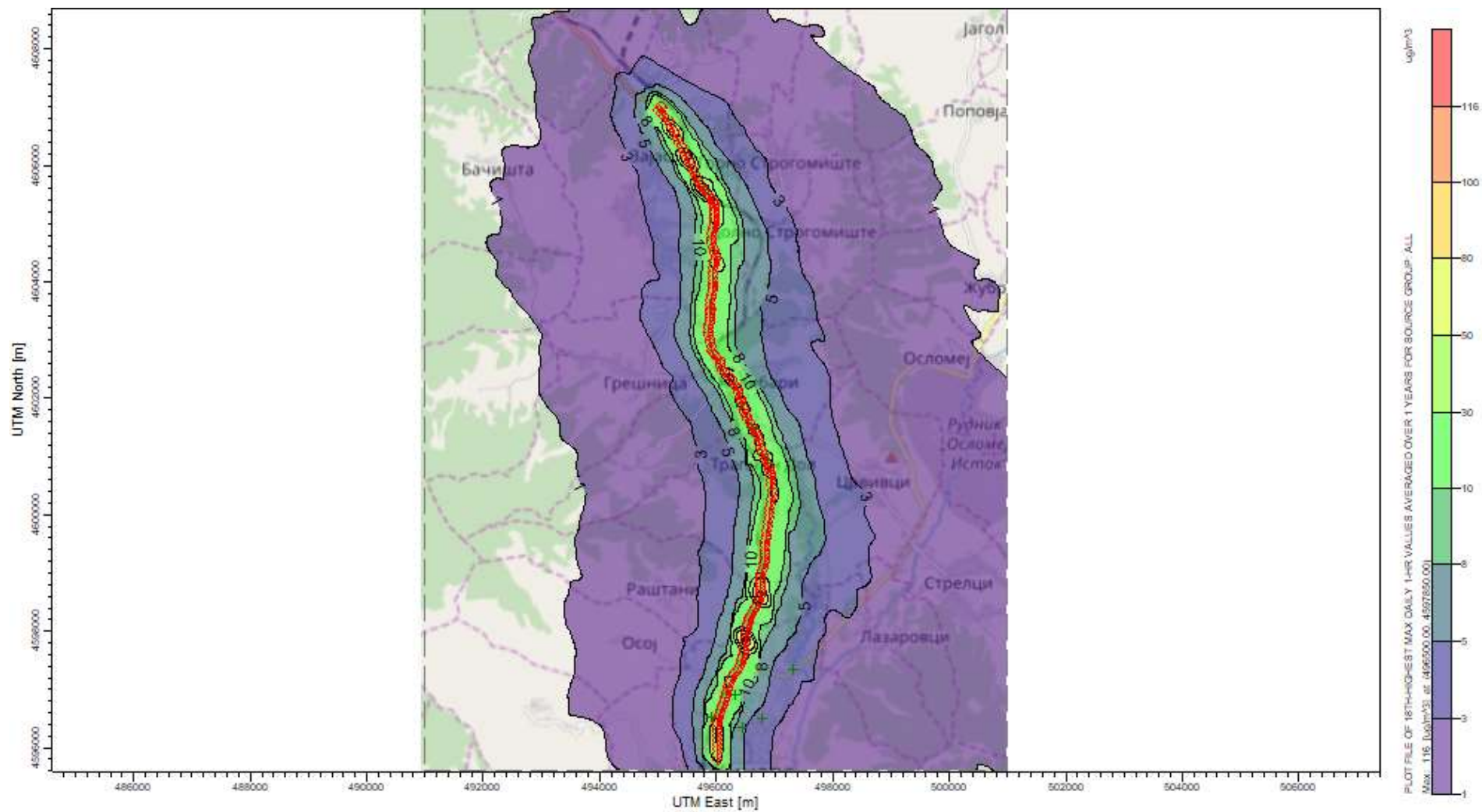
Слика 51 Контури на часовните концентрации од 99.8 процентил на NO₂ во 2018 година – сценарио без проект (само сообраќај)



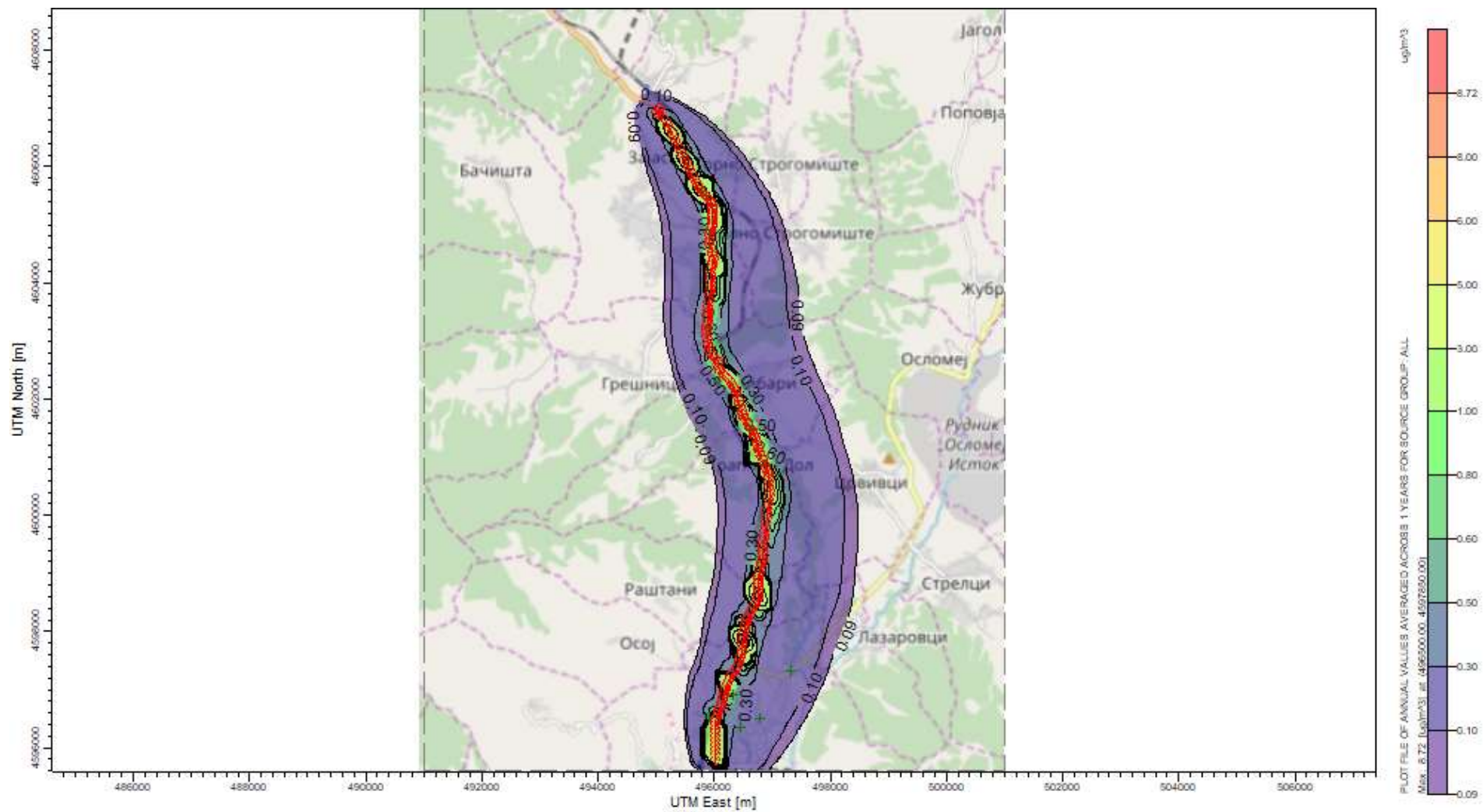
Слика 52 - Контури на просечните годишни концентрации на NO₂ во 2018 година – сценарио без проект (само сообраќај)



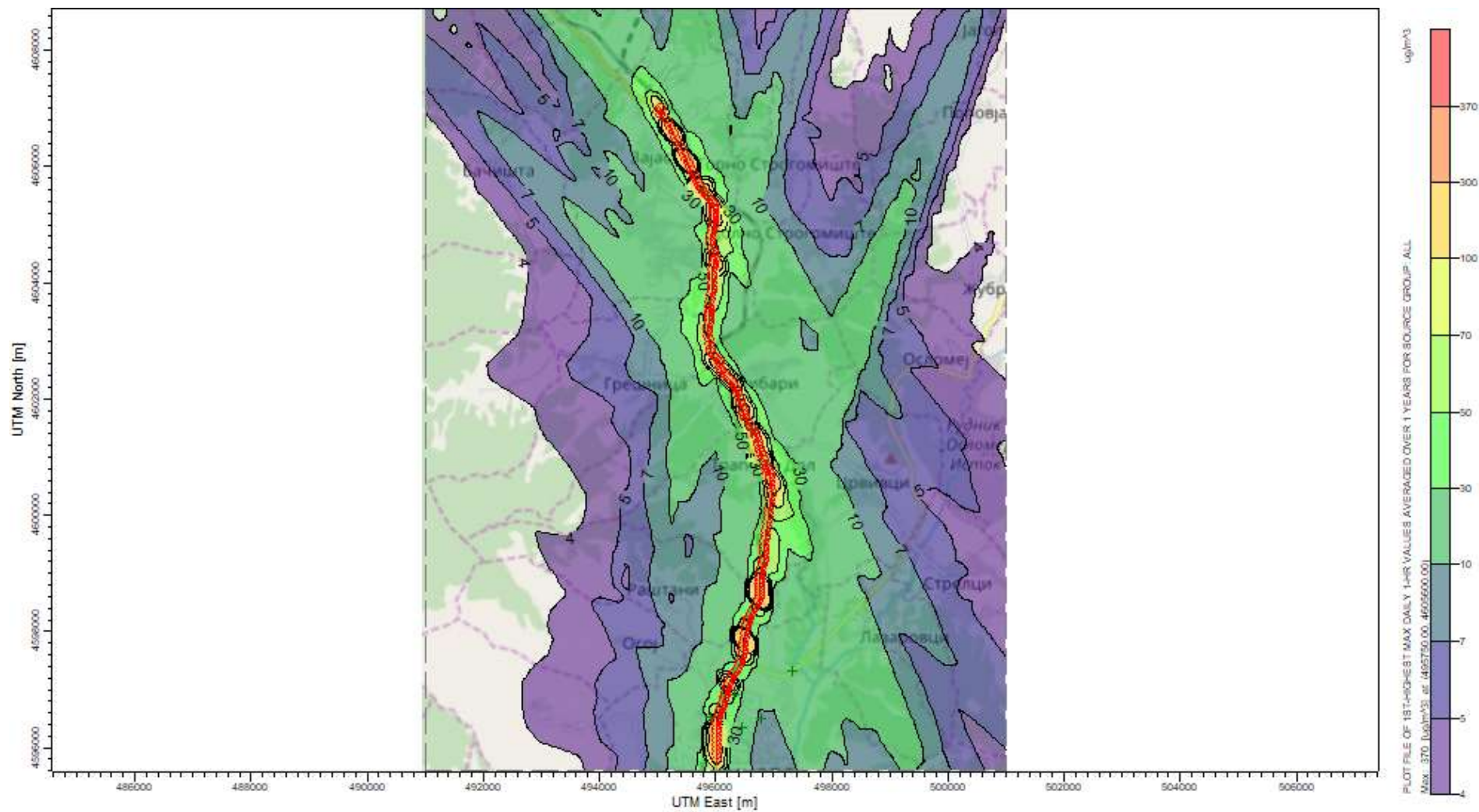
Слика 53 Контури на максималните 1-часовни концентрации на NO_2 во 2023 година – сценарио без проект (само сообраќај)



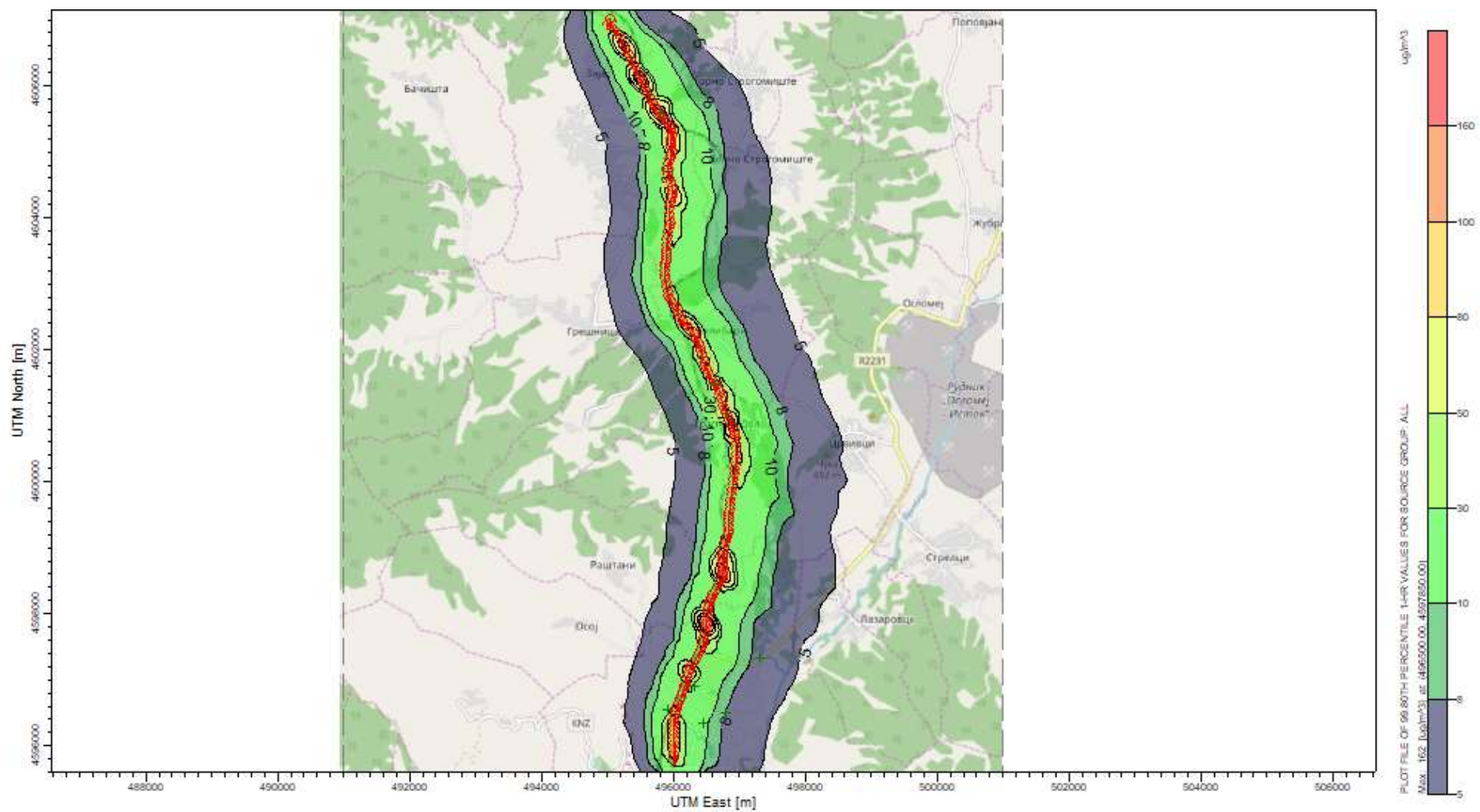
Слика 54 Контури на 1-часовните концентрации од 99.8 процентил (18-те највисоки) на NO₂ во 2023 година – сценарио без проект (само сообраќај)



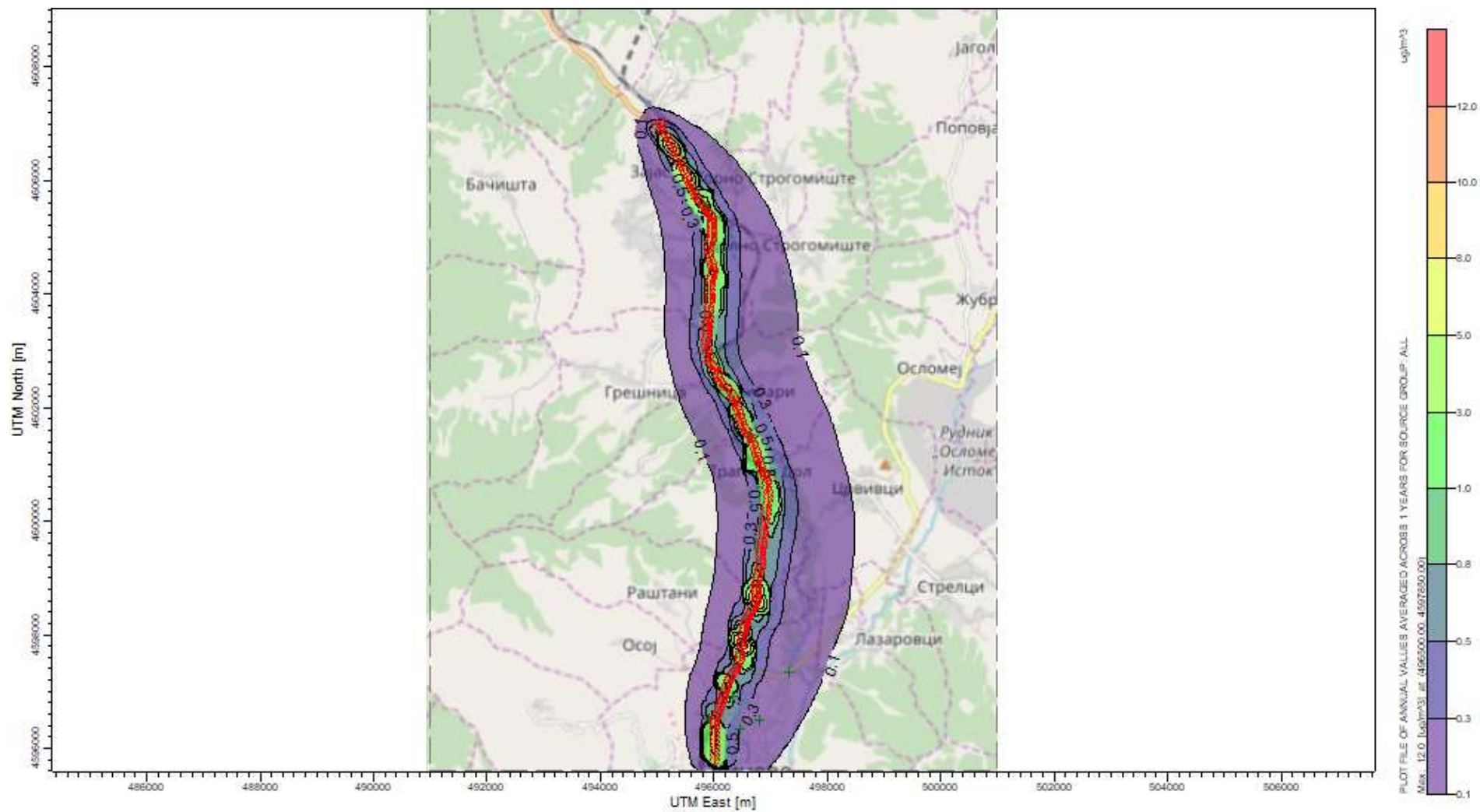
Слика 55 - Контури на просечните годишни концентрации на NO₂ во 2023 година – сценарио без проект (само сообраќај)



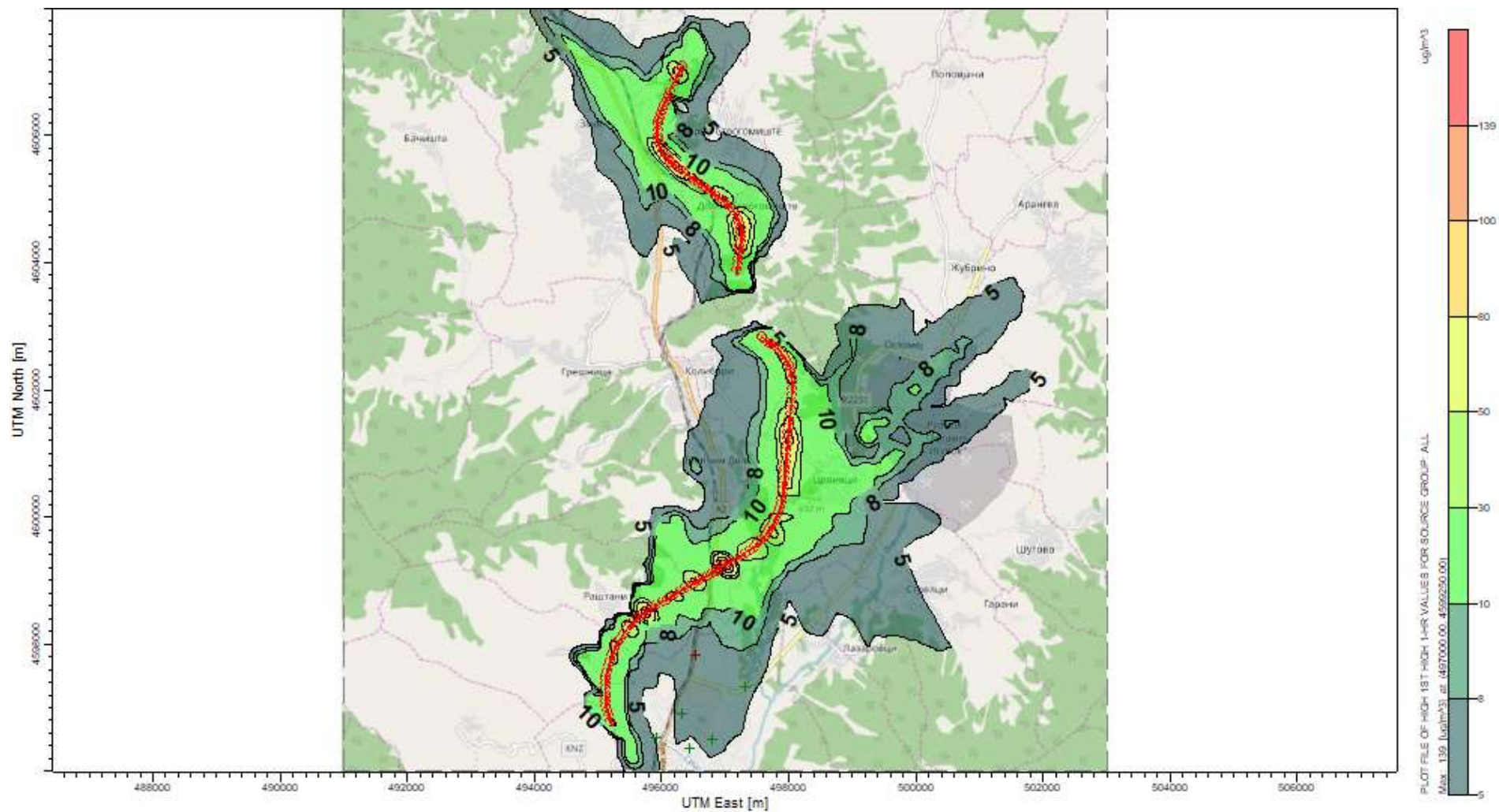
Слика 56 Контури на максималните 1-часовни концентрации на NO₂ во 2040 година – сценарио без проект (само сообраќај)



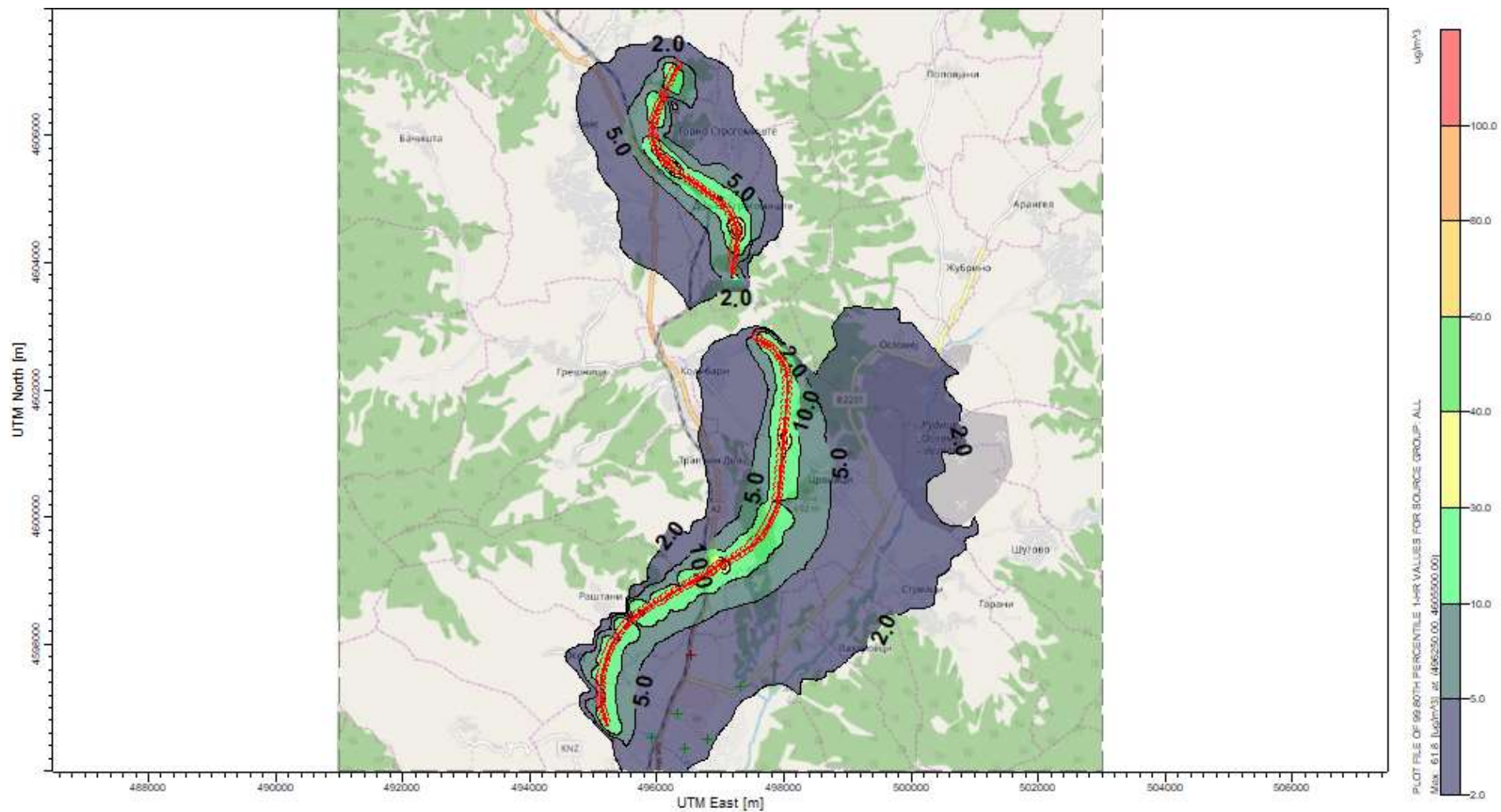
Слика 57 Контури на 1-часовните концентрации од 99 процентил на NO₂ во 2040 година – сценарио без проект (само сообраќај)



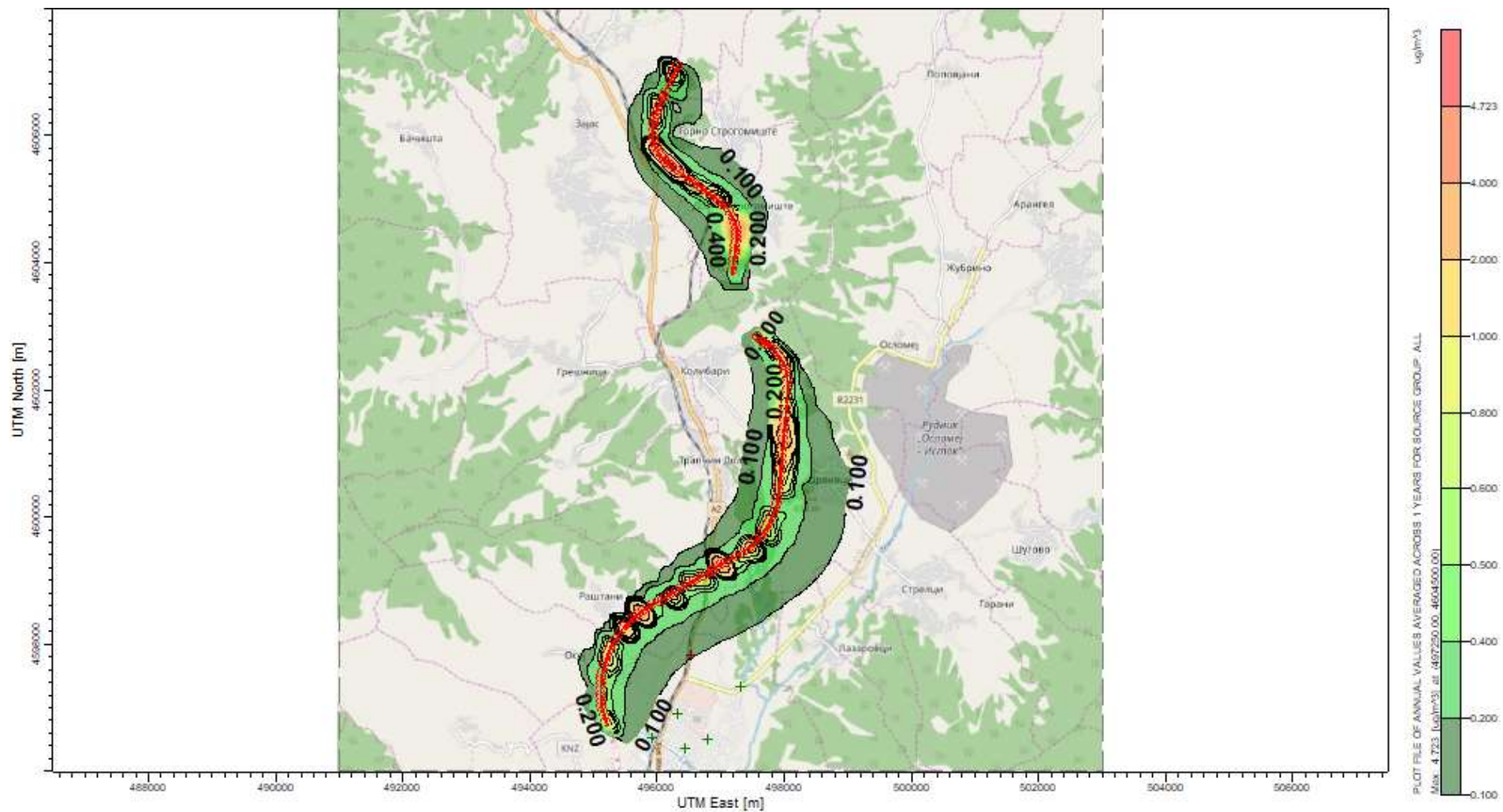
Слика 58 - Контури на просечните годишни концентрации на NO₂ во 2023 година – сценарио без проект (само сообраќај)



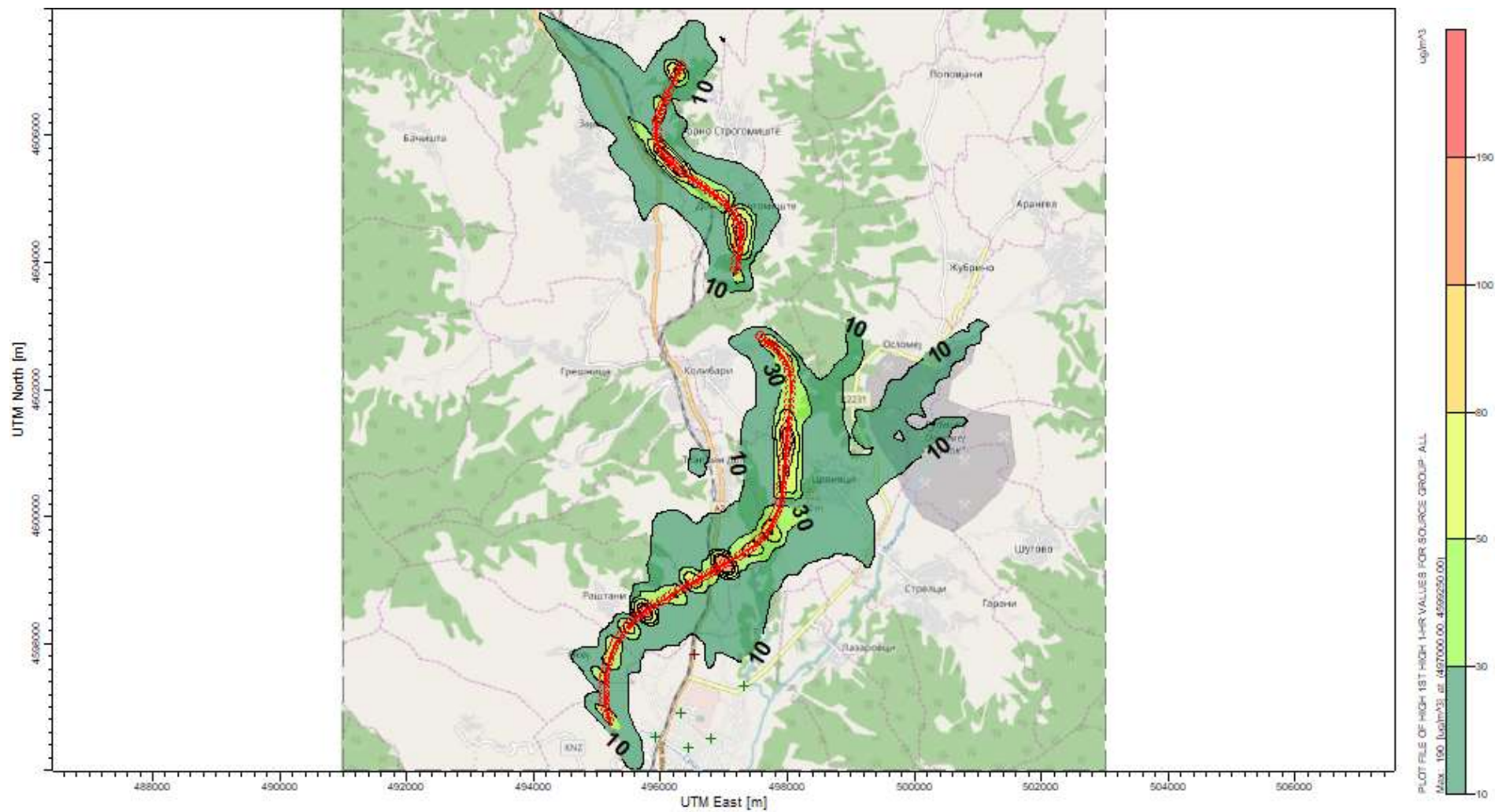
Слика 59 Контури на максималните 1-часовни концентрации на NO₂ во 2023 година – сценарио со проект (само сообраќај)



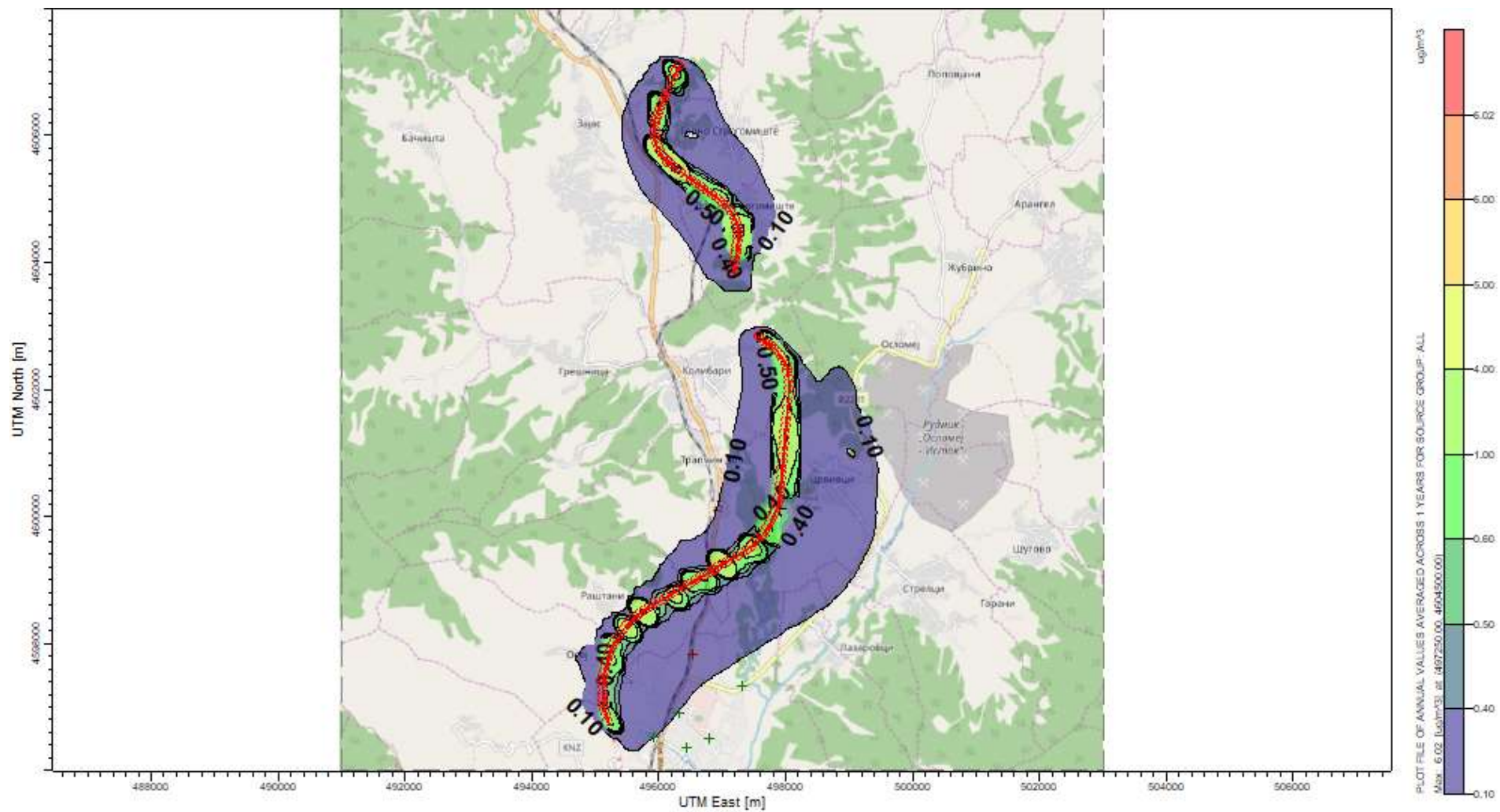
Слика 60 Контури на 1-часовните концентрации од 99 процентил на NO₂ во 2023 година – сценарио со проект (само сообраќај)



Слика 61 - Контури на просечните годишни концентрации на NO₂ во 2023 година – сценарио со проект (само сообраќај)



Слика 62 Контури на максималните 1-часовни концентрации на NO₂ во 2040 година – сценарио со проект (само сообраќај)



Слика 63 - Контури на просечните годишни концентрации на NO₂ во 2040 година – сценарио со проект (само сообраќај)

4 Неизвесности

Варијациите во обемот на сообраќајот, употребените фактори на емисии, метеоролошките податоци, карактеристиките на теренот и користениот модел се извори на неизвесност за резултатите од моделот.

4.1 Сообраќај

До неодамна немаше податоци за обемот на сообраќај и неговата дневна и часовна распределба. Постојан сообраќаен бројач беше инсталиран во јули 2019 година и истиот дава веродостојни информации за дистрибуцијата на сообраќајот на дневна и часовна основа, со кратки периоди на недостаток на податоци. Очигледно, протокот на сообраќај не е постојан. Во првите четири месеци од функционирањето (јули до октомври 2019 година), сообраќајниот бројач покажа значителна варијација на просечниот дневен сообраќај. Истиот варираше од 6395 во октомври до максималните 10884 во август со просек од 8468 возила/ден (v/d). Со цел да се намали несигурноста од сообраќајните варијации, доделени беа месечни мултипликатори за факторите на емисија. Сепак, просечните дневни варијации на сообраќајот во рок од еден месец остануваат извор на неизвесност и тоа во опсег од $\pm 40\%$.

Општо гледано, неизвесностите се зголемуваат со скратување на просечното време. Затоа, се очекува најголема неизвесност за резултатите од моделирањето за NO_2 .

4.2 Фактори на емисија

Факторите на емисија што се користат за моделирањето се преземени од *HBEFA* и се засноваат на германскиот возен парк. Возниот парк на Северна Македонија е постар неколку години и веројатно доведува до потценување на вредностите од 10 до 20%.

4.3 Метеоролошки податоци

MM5 (модел на мезоскала од петта генерација) развиен од Универзитетот на Пенсилванија и Националниот центар за истражување на атмосферата сè уште нашироко се користи во отсуство на архива базирана на директно мерење. Под одредени услови истиот веродостоен барем колку моделот *WRF* (временско истражување и прогнозирање) (површинско ниво и пониска тропосфера).

4.4 Терен

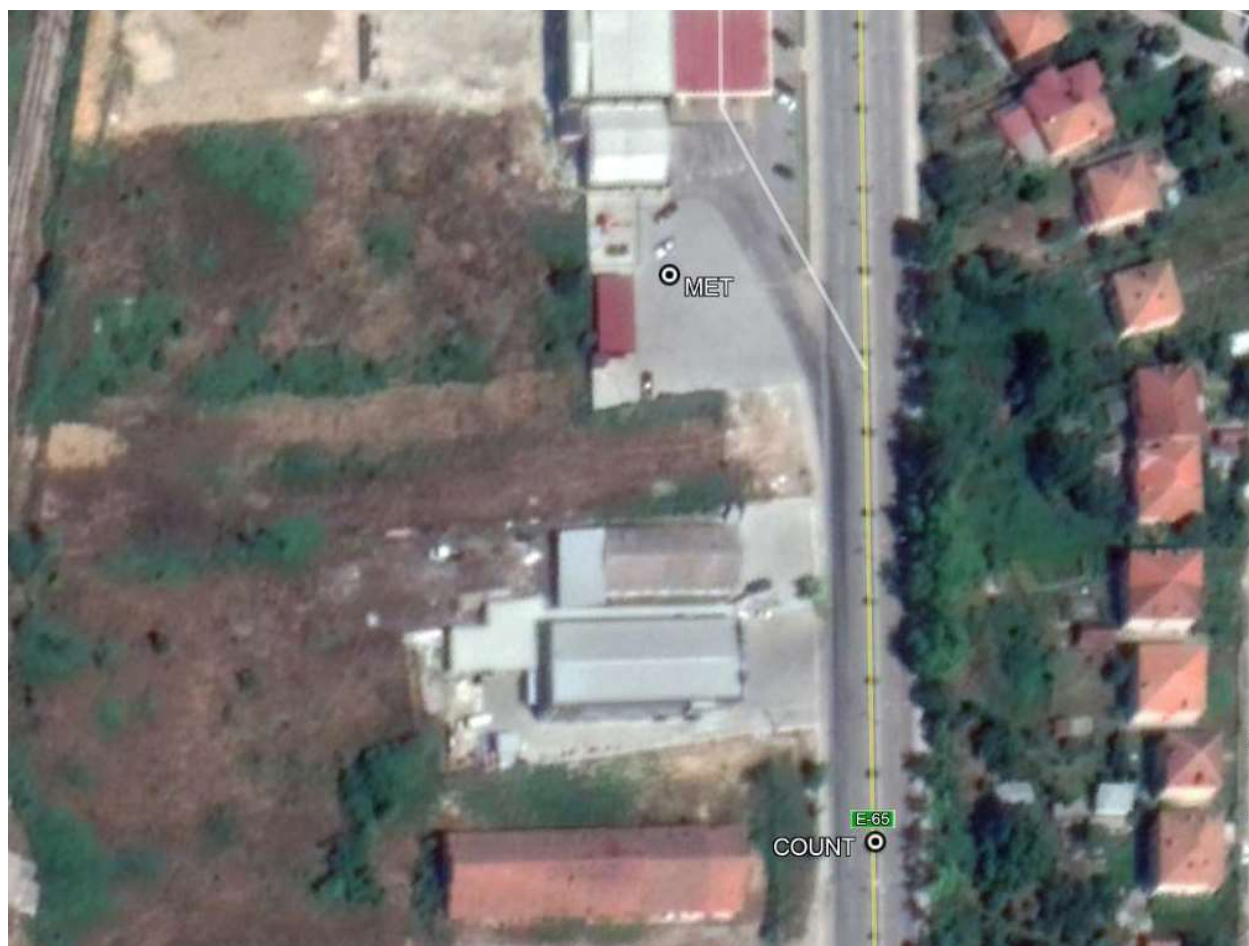
Мапите на *SRTM* (*Shuttle Radar Topography Mission*) беа искористени за да се утврдат надморските висини на теренот. *SRTM*-мапите постојано се подобруваат и се сметаат за веродостојни. Повеќето неизвесности во сценариото без проект произлегуваат од намената на земјиштето што влијае на т.н. должина на Монин-Обухов. Повеќе од 90% од теренот е рурален, но има мали делови, особено на јужниот крај, каде што постојниот пат поминува низ градот Кичево.

5 Валидација

Бројките во табелите 17 до 44 погоре веќе покажуваат дека концентрациите на загадувачите како резултат на сообраќајот се мали во споредба со нивните концентрации во амбиентниот воздух и немаат забележително влијание. Како и да е, спроведена е тридневна мониторинг кампања со цел да се споредат набљудуваните и моделираните резултати. Поради оваа причина, беше договорено место за мониторинг со бројач на возила во сообраќајот, уреди за следење на концентрацијата на CO, PM10 и PM2.5 во воздухот и мал уред за метеоролошки мерења.

5.1 Сообраќај и емисии

Двонасочен бројач за сообраќај тип *SIERZEGA* беше инсталиран на околу 150 метри јужно од бензинската пумпа Шел Оил во источниот дел на Кичево (слика 63). Инструментот работеше од 13:00 - 10 декември 2019 год. до 13:00 – 13 декември 2019 год. Часовните вредности за возилата и нивните класи без евендирентирани и потоа симнати преку интернет.



Слика 64 Локација на бројачот и метеоролошката опрема

Факторите на емисии од сообраќајот беа пресметани врз основа на сообраќајот (возила на час) и факторите на емисија (германски) добиени од *NBEFA*. Записите за бројките од сообраќајот со пресметаните емисии се прикажани во табела 45.

5.2 Метеоролошки податоци и концентрации во воздухот

Метеоролошките податоци и концентрациите на загадувачи беа регистрирани од 01:00 - 11 декември до 23:00 - 13 декември 2019 година, на околу 40 метри јужно од бензинската станица Шел Оил (слика 63). Изборот на соодветна локација беше ограничен поради потребата за напојување на инструментите и барањето на нивните сопственици да не се оставаат инструментите без надзор. Локацијата не беше идеална како референтна точка, но имајќи предвид дека мал број автомобили полнат гориво таму и дека VOC (испарливите органски соединенија) не се моделирани, прифатена беше оваа локација.

Континуирано беа следени PM10, PM2.5, CO и метеоролошките параметри и евидентирани беа просечните часовни вредности. Следењето на NO₂ и NO_x не беше можно во тој период.

Постои значителен број записи за мирно време со брзина на ветерот помала од 0,3 m/s. Истите се во текот на ноќите и доцните попладневни часови. Како правило, најтешките периоди на загадување се поврзани со услови на мирно време или ветер со многу мала брзина. Оваа вежба не беше исклучок.

Концентрациите на сите три загадувачи се зголемија во текот на ноќите и доцна попладне. Поради малата брзина на ветерот, програмата не можеше да работи во овие интервали. Податоците за емисиите се однесуваат на површински извор од 600 метри.

Табела 45 Вкупен сообраќај и пресметани емисии од сообраќајот од 11 до 13 декември 2019 година во контролната точка

ден	час	сообраќај	емисии (g/s)		
		возила/час	PM10	PM2.5	CO
11	1	53	9.77E-04	7.22E-04	1.13E-02
11	2	39	7.09E-04	5.10E-04	9.39E-03
11	3	52	1.15E-03	8.40E-04	1.11E-02
11	4	45	9.88E-04	7.10E-04	1.05E-02
11	5	89	1.45E-03	1.05E-03	2.06E-02
11	6	257	4.87E-03	3.54E-03	5.85E-02
11	7	320	6.11E-03	4.46E-03	7.10E-02
11	8	308	5.47E-03	3.99E-03	6.95E-02
11	9	519	1.09E-02	7.95E-03	1.14E-01
11	10	552	1.22E-02	8.79E-03	1.24E-01
11	11	658	1.47E-02	1.07E-02	1.45E-01
11	12	629	1.48E-02	1.06E-02	1.42E-01
11	13	639	1.55E-02	1.12E-02	1.42E-01
11	14	597	1.37E-02	9.95E-03	1.31E-01
11	15	695	1.63E-02	1.18E-02	1.51E-01
11	16	657	1.50E-02	1.09E-02	1.43E-01
11	17	545	1.23E-02	8.92E-03	1.19E-01
11	18	499	1.18E-02	8.54E-03	1.08E-01
11	19	435	9.92E-03	7.17E-03	9.64E-02
11	20	334	7.72E-03	5.58E-03	7.35E-02
11	21	331	8.03E-03	5.80E-03	7.26E-02

11	22	233	5.61E-03	4.04E-03	5.16E-02
11	23	182	4.24E-03	3.05E-03	4.11E-02
12	24	116	2.68E-03	1.93E-03	2.63E-02
12	1	98	2.31E-03	1.68E-03	2.03E-02
12	2	39	8.63E-04	6.18E-04	9.10E-03
12	3	39	9.79E-04	7.11E-04	8.28E-03
12	4	61	1.51E-03	1.09E-03	1.35E-02
12	5	158	3.68E-03	2.67E-03	3.44E-02
12	6	325	7.67E-03	5.56E-03	7.06E-02
12	7	492	1.17E-02	8.49E-03	1.07E-01
12	8	542	1.23E-02	8.92E-03	1.18E-01
12	9	631	1.47E-02	1.07E-02	1.39E-01
12	10	590	1.43E-02	1.04E-02	1.28E-01
12	11	665	1.47E-02	1.06E-02	1.47E-01
12	12	628	1.51E-02	1.10E-02	1.36E-01
12	13	698	1.60E-02	1.17E-02	1.52E-01
12	14	718	1.64E-02	1.19E-02	1.58E-01
12	15	736	1.71E-02	1.24E-02	1.58E-01
12	16	743	1.78E-02	1.29E-02	1.64E-01
12	17	568	1.43E-02	1.03E-02	1.22E-01
12	18	503	1.20E-02	8.66E-03	1.09E-01
12	19	465	1.04E-02	7.49E-03	1.04E-01
12	20	430	1.00E-02	7.29E-03	9.30E-02
12	21	333	7.91E-03	5.74E-03	7.18E-02
12	22	236	4.50E-03	3.27E-03	5.33E-02
12	23	167	3.38E-03	2.46E-03	3.64E-02
12	24	126	2.52E-03	1.83E-03	2.84E-02
13	1	87	1.39E-03	1.02E-03	1.98E-02
13	2	49	1.03E-03	7.48E-04	1.10E-02
13	3	40	8.83E-04	6.35E-04	9.26E-03
13	4	36	7.28E-04	5.19E-04	8.62E-03
13	5	175	3.48E-03	2.55E-03	3.85E-02
13	6	282	6.18E-03	4.49E-03	6.21E-02
13	7	447	9.60E-03	6.97E-03	9.87E-02
13	8	560	1.18E-02	8.61E-03	1.23E-01
13	9	595	1.31E-02	9.45E-03	1.33E-01
13	10	554	1.18E-02	8.58E-03	1.23E-01
13	11	559	1.23E-02	8.95E-03	1.22E-01
13	12	567	1.15E-02	8.34E-03	1.26E-01
13	13	377	8.68E-03	6.27E-03	8.32E-02

Табела 46 Метеоролошки параметри за 11 до 13 декември 2019 година во контролната точка

ден	час	темп. (°C)	P (hPa)	RH (%)	Wv (m/s)	Wd (°)
11	1	5.38	940.35	940.35	0.50	78
11	2	5.52	940.29	940.29	0.54	63
11	3	5.15	939.89	939.89	0.22	40
11	4	5.08	939.61	939.61	1.00	69
11	5	4.87	939.84	939.84	1.06	68
11	6	4.50	939.99	939.99	1.23	67
11	7	4.38	940.33	940.33	0.93	71
11	8	4.36	940.66	940.66	1.42	67
11	9	4.42	941.17	941.17	1.22	69
11	10	4.95	941.23	941.23	1.66	73

11	11	5.35	940.79	940.79	0.90	82
11	12	5.60	940.33	940.33	0.46	68
11	13	5.40	940.11	940.11	0.36	8
11	14	5.24	939.85	939.85	0.79	63
11	15	4.93	939.70	939.70	1.65	71
11	16	4.66	939.67	939.67	0.96	69
11	17	4.05	939.57	939.57	0.30	69
11	18	3.86	939.61	939.61	0.13	252
11	19	4.05	939.80	939.80	0.21	36
11	20	3.89	939.71	939.71	0.17	343
11	21	3.78	939.48	939.48	0.12	325
11	22	3.71	939.07	939.07	0.06	12
11	23	3.56	938.82	938.82	0.08	216
11	24	3.43	938.38	938.38	0.06	268
12	1	3.46	937.97	937.97	0.21	316
12	2	3.44	937.58	937.58	0.03	169
12	3	3.43	937.05	937.05	0.13	289
12	4	3.24	936.61	936.61	0.16	303
12	5	3.37	936.35	936.35	0.09	64
12	6	3.29	936.39	936.39	0.14	326
12	7	3.38	936.41	936.41	0.10	4
12	8	3.69	936.65	936.65	0.13	123
12	9	4.32	936.79	936.79	0.18	163
12	10	4.95	936.62	936.62	0.35	107
12	11	5.81	935.95	935.95	0.45	138
12	12	7.00	935.24	935.24	0.39	89
12	13	7.28	934.56	934.56	0.41	151
12	14	7.08	934.24	934.24	0.47	165
12	15	7.41	933.97	933.97	0.30	147
12	16	6.62	933.80	933.80	0.19	302
12	17	6.45	933.84	933.84	0.12	215
12	18	6.16	933.92	933.92	0.11	137
12	19	5.69	933.98	933.98	0.22	298
12	20	5.46	933.82	933.82	0.17	188
12	21	5.07	933.61	933.61	0.17	280
12	22	5.11	933.48	933.48	0.12	287
12	23	4.88	933.35	933.35	0.13	280
12	24	4.78	932.81	932.81	0.20	304
13	1	4.50	932.36	932.36	0.09	205
13	2	4.54	932.29	932.29	0.07	288
13	3	4.60	931.85	931.85	0.16	3
13	4	4.41	931.52	931.52	0.24	175
13	5	4.19	931.58	931.58	0.18	249
13	6	3.87	931.56	931.56	0.12	177
13	7	3.75	931.52	931.52	0.06	176
13	8	4.18	931.52	931.52	0.12	71
13	9	4.81	931.53	931.53	0.12	141
13	10	5.74	931.20	931.20	0.70	141
13	11	7.26	930.37	930.37	0.18	119
13	12	8.14	929.51	929.51	0.55	165
13	13	8.29	928.70	928.70	0.60	140

5.3 Позадински концентрации

Позадинските концентрации се сметаат за концентрации на околината што постојат во отсуство на

сообраќај на разгледуваните патишта. Имајќи предвид дека оваа вежба беше спроведена во зимски услови, локалниот придонес е значаен фактор. Во овој извештај земена предвид беше најмалата концентрација евидентирана за време на мониторингот на позадинската концентрација.

Следниве позадински концентрации беа прифатени за овој извештај:

PM10: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM2.5: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

CO: 1.39 mg/m^3

5.4 Резултати

Резултатите добиени од моделирањето се претставени заедно со записите од измерените концентрации на PM10, PM2.5 и CO во табела 47 подолу.

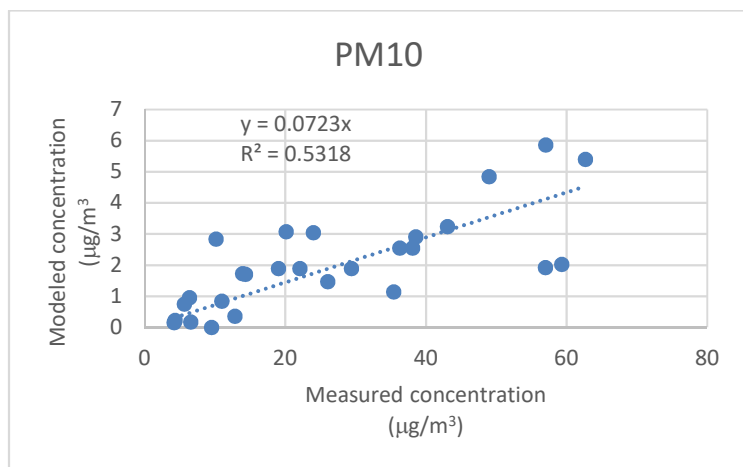
Табела 47 Резултати од мониторингот за PM10, PM2.5 и CO и моделиран придонес на сообраќајот

ден	час	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		CO (mg/m^3)	
		измерено	моделиран придонес на сообраќајот	измерено	моделиран придонес на сообраќајот	измерено	моделиран придонес на сообраќајот
11	1	12.86	0.363	10.77	0.266	2.28	0.00417
	2	9.51	0.0045	7.97	0.028	2.14	0.000052
	3	6.54	0.18	5.56	0.129	2.02	0.00171
	4	4.20	0.15	3.41	0.11	2.00	0.00162
	5	4.33	0.225	3.52	0.16	1.95	0.00317
	6	5.65	0.75	4.50	0.55	1.95	0.00908
	7	6.39	0.96	5.02	0.7	2.14	0.01102
	8	10.97	0.84	8.15	0.62	2.10	0.01079
	9	13.95	1.725	10.71	1.234	2.24	0.0177
	10	19.05	1.89	15.50	1.354	2.43	0.01912
	11	23.99	3.045	19.81	2.25	2.40	0.0296
	12	20.10	3.075	16.72	2.25	2.09	0.02903
	13	10.17	2.835	8.88	2.05	2.08	0.02647
	14	14.34	1.71	11.25	1.125	2.18	0.01469
	15	22.10	1.89	16.92	1.357	2.39	0.01714
	16	29.41	1.89	24.16	1.244	2.56	0.01618
	17	35.40	1.14	30.39	0.81	2.83	0.01092
	18	41.84		36.47		2.85	
	19	44.68		38.89		2.84	
	20	41.81		36.17		2.41	
	21	35.27		30.41		2.75	
	22	46.78		40.10		2.65	
	23	46.08		39.41		3.04	
	24	53.66		45.35		2.63	
12	1	47.13		39.69		2.79	
	2	52.16		43.59		3.04	
	3	61.13		52.07		3.03	
	4	61.02		51.28		2.81	
	5	55.86		47.00		2.73	
	6	54.75		45.93		2.37	
	7	46.91		38.73		2.40	
	8	53.52		44.52		2.61	

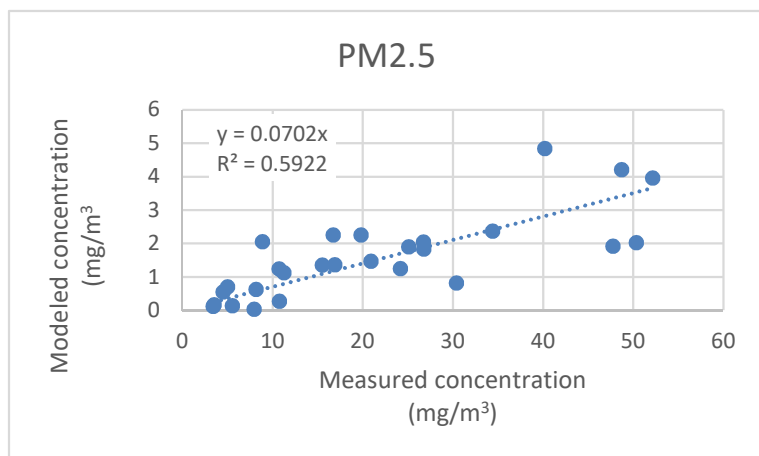
	9	60.99		51.25		2.55	
	10	57.04	5.865	48.72	4.21	2.65	0.05186
	11	62.66	5.4	52.14	3.96	2.15	0.0528
	12	43.08	3.24	34.41	2.37	1.91	0.02926
	13	38.57	2.91	26.74	2.042	2.13	0.02653
	14	38.08	2.55	26.78	1.833	1.87	0.02414
	15	36.27	2.55	25.11	1.894	2.08	0.02429
	16	50.00		26.37		2.01	
	17	33.93		26.47		2.00	
	18	41.08		31.30		3.26	
	19	57.61		47.01		2.84	
	20	54.58		43.85		3.11	
	21	61.78		51.59		2.84	
	22	63.42		52.17		3.12	
	23	67.17		54.56		3.32	
	24	71.44		57.39		3.16	
13	1	71.43		57.79		2.30	
	2	49.43		40.10		2.62	
	3	66.42		55.18		2.68	
	4	63.78		53.09		1.95	
	5	47.33		38.18		1.61	
	6	36.48		28.83		1.39	
	7	29.67		23.39		1.49	
	8	32.87		26.53		2.08	
	9	61.45		50.92		1.74	
	10	48.96	4.845	40.21	3.486	1.90	0.04965
	11	59.31	2.025	50.35	1.462	1.90	0.01988
	12	57.00	1.92	47.75	1.397	1.46	0.02106
	13	26.04	1.47	20.91	1.056	1.49	0.01396

Локалните активности во областа, како што се греењето во домаќинствата, индустријата, емисиите од отворените области и слично, имаат многу силно влијание врз квалитетот на амбиентниот воздух што според магнитудата е поголемо од очекуваното влијание на сообраќајот.

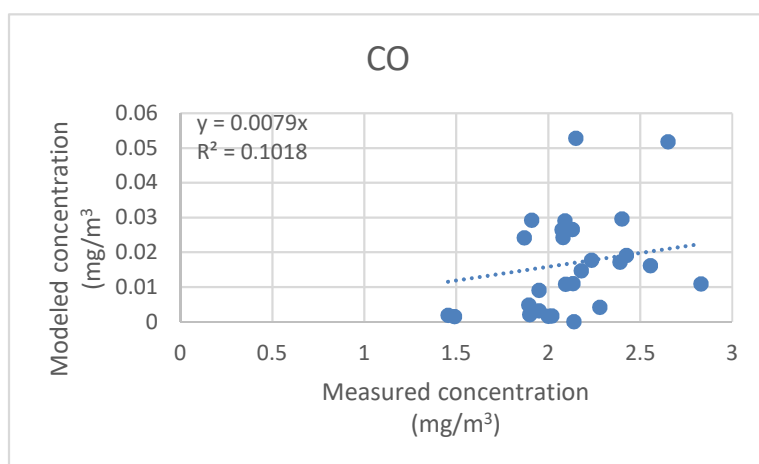
Одредена врска помеѓу моделираните и измерените концентрации на PM10 и PM2.5 е забележани како што е прикажано на Слика б5 и слика б6, но тоа само укажува на уделот честички генерирани од сообраќајот во вкупната концентрација на честички. Бидејќи придонесот за CO создаден од сообраќајот е помал од 1% во амбиенталната концентрација на CO, промените во емисиите на CO од сообраќајот се практично незабележани.



Слика 65 Моделирана концентрација (само сообраќај) наспроти измерена концентрација на PM10 во амбиентниот воздух



Слика 66 Моделирана концентрација (само сообраќај) наспроти измерена концентрација на PM2.5 во амбиентниот воздух



Слика 67 Моделирана концентрација (само сообраќај) наспроти измерена концентрација на CO во амбиентниот воздух

6 Заклучоци и препораки

Делницата Кичево-Букојчани од предложениот автопат А2 е поставена подалеку од повеќето чувствителни рецептори изложени на емисии од сообраќајот од постојниот пат.

Протоколот на сообраќај на предложениот автопат е прилично низок и следствено на тоа се очекуваат ниски стапки на емисии.

Моделот покажа дека максимални концентрации се појавуваат на самите коловозни ленти на автопатот и обично брзо опаѓаат на странично растојание.

Резултатите од обидот за валидација кои не доведоа до заклучоци се должат на мониторинг на проектната локација, временските услови и локалните активности. Утврдување на вистинската проектна локација за следење, позадинската концентрација, влијанието на локалните активности и времетраењето на набљудување за идно моделирање мора да се направи на детален начин што чини и бара време.

Резултатите од моделирањето на дисперзијата на емисиите на PM10 во воздухот покажуваат дека прашина во воздухот за време на градежните активности може да придонесе кон повреда на стандардите за квалитет на животната средина. Дури и при ефикасност со намалување од 70%, некои локации, иако со прилично ограничен број денови, може да се соочат со концентрации на честички поголеми од граничните вредности за EQS. На самото градилиште, концентрациите на PM10 понекогаш може да се изразат во mg/m^3 наместо во $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Затоа, преземањето мерки за трајно намалување на емисиите на честички е од најголема важност.

Изведувачот на градежните активности треба да изготви програма за управување со емисиите на честички, којашто ќе ги вклучува, но нема да биде ограничена на следниве мерки:

Прскање со вода

Оваа мерка е веќе присутна во проектната документација и голем број камиони ќе бидат ангажирани за главната цел. Сепак, треба да се има предвид дека прскањето со вода треба да се прави најмалку трипати на ден, а кога временските услови го бараат тоа, дури и почесто. Од друга страна, треба да се внимава на интензитетот на прскањето, со цел да се избегне ерозија на земјиштето.

Бариери

Стационарни градилишта како што се бетонските бази и слично треба да бидат оградени со заштитни бариери. Бариерите треба да бидат поставени под прав агол во однос на доминантниот ветер во интервали од 15 пати од висината на бариерата.

Вегетација

Штом одредена површина повеќе не се користи или е завршена, на истата треба да се засади

вегетација за да се спречат емисиите на прашина.

Посебно внимание треба да се посвети на наводнувањето на вегетацијата.

Гасење на возилата и механизацијата кога се во мирување

Возилата и другата механизација треба да се гасат кога не се користат. Покрај тоа, упатствата на производителите треба да се следат во однос на ладењето (вообичаено 3-5 минути по завршувањето на работата) и загревањето (вообичаено 3-5 минути во зависност од возилото или машината).

7 Користена литература

1. Закон за животна средина, http://www.moepp.gov.mk/?page_id=16546
2. Уредба за граничните вредности на концентрациите и видовите загадувачки супстанции во амбиентниот воздух и праговите за алармирање, роковите за усогласување со граничните вредности, толеранцијата на граничните вредности, целните вредности и долгорочните цели (Службен весник на Р. Македонија бр. 50/05)
3. Закон за квалитет на амбиентниот воздух (Службен весник на Р. Македонија бр. 67/04), http://www.moepp.gov.mk/?page_id=16548
4. Прирачник за фактори за емисија за патен сообраќај - HBEFA, <https://www.hbefa.net>
5. Агенција за животна средина. Обединето Кралство. Сектор за моделирање и проценка на квалитетот на воздухот. Барања за извештајот за моделирање на дисперзијата во воздухот
6. Lakes Environment. ISC-AERMOD View for the US EPA ISC and AERMOD View User's Guide
7. SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission) мапи
8. Lakes Environment software. Surface and Upper Air Met Data for AERMOD/AERMET Processed from MM5 Data.
9. Google Earth Maps
AP 42. Fifth Edition. Volume I. Chapter 13: Miscellaneous Sources
<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf>