

25	*Бул. П. К. Яворов1	0.81	8.72	0.28
26	Бул. П. К. Яворов2	1.22	7.50	0.24
27	Бул. Княгиня Мария Луиза	2.55	11.29	0.36
28	Бул. Ген. Данаил Николаев	1.96	12.17	0.39
29	Бул. Ломско шосе	5.55	21.08	0.67
30	Ул. Каменоделска	1.04	1.83	0.06
31	Ул. Първа българска армия	2.41	5.37	0.17
32	Ул. Резбарска	2.28	3.63	0.11
33	Бул. Ал. Стамболийски	3.74	12.08	0.38
34	Ул. Пиротска	2.36	2.31	0.07
35	Бул. Патриарх Евтимий	1.2	3.28	0.10
36	Бул. Христо Ботев	2.46	8.18	0.26
37	Бул. Стефан Стамболов	0.855	0.25	0.008
38	Ул. Г. С. Раковски	2.6	5.47	0.17
39	Бул. В. Левски	2.73	7.82	0.25
40	Път Е79	9	34.16	1.08
41	Бул. Ситняково	1.34	4.93	0.16
42	Бул. Иван Гешов	1.77	10.09	0.32
43	Бул. Дондуков	1.68	2.37	0.08
44	Ул. Скопие	0.90	1.33	0.042
45	Бул. Тодорини кукли	1.55	1.81	0.057
46	Св. Св. Кирил и Методи	2.28	4.73	0.15
47	*Околовръстен път1	10.24	193.01	6.12
48	*Околовръстен път2	13.64	257.10	8.15
49	Бул. М. Бунева	4.28	2.41	0.076
50	Път 1	1.59	1.82	0.058
51	Бул. Андрей Ляпчев	1.64	4.45	0.14
52	*Бул. Кл. Охридски1	1.70	7.41	0.23
53	*Бул. Кл. Охридски2	2.92	12.72	0.40
Общи емисии на ФПЧ ₁₀ от линейни източници, t/y			1256.85	

* За някои от главните линейни източници са изследвани различни участъци.

Емисии от битови източници

За изчисляване на емисията на фини прахови частици от битови източници е използвана най-новата методика на Европейската Агенция по Околна Среда (ЕЕА), разработена по Европейската Програма за Мониторинг и Оценка (ЕМЕР) към Конвенцията за трансграничното замърсяване на атмосферния въздух на далечни разстояния. Методиката е публикувана през 2013 година и е разработена за улеснение на държавите страни по Конвенцията при изготвянето на техните годишни доклади за

емисии, както и по отношение на европейската Директива за таван на националните емисии (NEC Directive).

Методиката се състои от разделите Енергия, Промислени процеси и продуктово потребление, Земеделие и селско стопанство, Отпадъци и естествени източници. В раздел Енергия се разглеждат различни групи горивни процеси. В група Малки горивни източници е разгледано битовото горене, което включва камини, готварски и отоплителни печки, локални отоплителни инсталации и други.

(<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>)

За изчисляването на емисиите от бита са необходими количествата и вида на използваните в бита горива. На база получаваната от горивата енергия и съответния емисионен фактор, се изчислява емисията на съответния замърсител в атмосферния въздух.

Относно употребените количества твърди горива са използвани статистически данни от НСИ. За изчисляване на емисията на ФПЧ_{10} от отоплителни уредби за бита, е необходимо съответното количество използвани горива да бъде умножено по неговата долна топлина на изгаряне а получената енергия да се умножи по съответния емисионен фактор.

В таблица 5.8 са представени годишните емисии на ФПЧ_{10} от битови източници за 2014 г., както и разпределената емисия на тези емисии по райони (площни източници).

Неопределеност при изчисленията произтича от:

- невъзможността да бъде определен точния брой домакинства използващи само твърди горива за битово отопление;
- невъзможността да бъдат оценени точните количества изгаряни в даден момент изкопаеми горива.

Формираните площни източници на ФПЧ_{10} от битово горене са представени на фигура 5.3.



Фигура 5.3 Площни източници на ФПЧ₁₀ от битово горене за 2014 година

Както се вижда от нея, площните източници на ФПЧ₁₀ от битово горене са разположени във всички посоки към периферията на София. За тях са характерни следните особености:

- изпускащите устройства са разположени на малка височина;
- скоростта на димните газове на изход от комините е твърде ниска;
- малка е и температурната разлика между димните газове и околния въздух.

Всичките изброени особености имат една обща характеристика – те определят малка ефективна височина на изпускащите устройства. Това означава, че емитираните замърсители остават в ниските слоеве на атмосферата.

При тихо време или при ниска скорост на вятъра, фините прахови частици замърсяват въздуха в съответния район на изпускането им, а при по-високи скорости на вятъра, *независимо от посоката му*, те влошават качеството на въздуха във вътрешността на Столицата.

Таблица 5.8. Площни източници на ФПЧ₁₀ от битово горене в Столична Община за 2014 година

№	Район	Емисия на	Площ
		ФПЧ ₁₀	
		t/y	m ²
1	с. Чепинци	37.411	1183638.0
2	с. Негован	21.530	547645.9
3	с. Световрачене	35.976	493333.6
4	с. Кубратово	10.233	248858.7
5	кв. Требич	22.178	469209.9
6	с. Мрамор	28.938	806281.3
7	с. Мировяне	21.947	794541.3
8	с. Волюяк	44.218	829313.9
9	гр. Божурище	134.110	1137393.0
10	с. Гурмазово	5.464	293011.5
11	с. Иваняне	12.548	398630.4
12	с. Бистрица	121.867	2105852.0
13	с. Панчарево	71.445	896758.5
14	с. Кокаляне	48.086	1286797.0
15	с. Герман	66.531	607280.2
16	кв. Княжево	134.271	2508237.0
17	кв. Бояна	99.072	3671643.0
18	кв. Симеоново	146.836	2998611.5
19	кв. Драгалевци	38.211	2998611.5
20	вз. Бункера	104.711	1112569.0
21	кв. Горубляне	162.382	1128306.0
22	с. Лозен	90.519	2281636.0
23	с. Равно Поле	19.447	809752.2
24	с. Казичене	73.265	1291029.0
25	с. Кривина	38.099	503604.6
26	с. Долни Богров	19.122	513354.4
27	с. Горни Богров	17.872	395259.8
28	кв. Ботунец	105.474	254812.4
29	кв. Челопечене	26.623	525484.6
30	кв. Враждебна	71.119	1476824.0
31	с. Яна	17.965	830072.2
32	с. Бусманци	45.992	614535.8
33	кв. Бенковски	21.972	1490606.0
34	кв. Орландовци	33.004	2464410.0
35	кв. Филиповци	4.553	623601.3
36	кв. Факултета	39.726	1260195.0

37	ж.к. Филиповци	6.326	106312.0
38	кв. Кремиковци	89.407	1190704.0
39	гр. Бухово	43.708	609256.3
40	с. Сеславци	16.807	547120.6
Общо		2148.970	44359646.5

Емисии от строителство и ремонтни дейности

За да бъдат изчислени емисиите на фини прахови частици от строителство е необходима информация за застроените площи (m^2) по години и по райони. Използва се най-новата методика на Европейската Агенция по Околна Среда (ЕЕА), разработена по Европейската Програма за мониторинг и оценка (ЕМЕР) към Конвенцията за трансграничното замърсяване на атмосферния въздух на далечни разстояния.

Методиката е публикувана през 2013 година и е разработена за улеснение на държавите страни по Конвенцията при изготвянето на техните годишни доклади за емисии, както и по отношение на европейската Директива за таван на националните емисии (NEC Directive). Методиката се състои от разделите Енергия, Промислени процеси и продуктово потребление, Земеделие и селско стопанство, Отпадъци и Естествени източници. В раздел Енергия се разглеждат различни групи горивни процеси.

В група Индустриални процеси, подгрупа Минерална индустрия са разгледани процесите на строителство и ремонт и са представени съответните емисионни фактори (SNAP CODE: 040624) (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>).

Получените при използването на методиката резултати са представени в табл. 5.9.

Таблица 5.9. Емисии на фини прахови частици $ФПЧ_{10}$ от строителство за 2014 г.

№	Район	Площ	Емисии
		m^2	$ФПЧ_{10} \text{ t/y}$
1	Сердика	9279444	0.41
2	Оборище	2258853	0.98
3	Подуене	7673999	0.44
4	Слатина	4346073	0.36
5	Изгрев	2362547	0.06
6	Лозенец	3101292	1.58
7	Триадица	2772295	1.37
8	Красна поляна	3951761	0.20
9	Надежда	6051102	0.70
10	Искър	11653520	1.79
11	Младост	5731236	5.92
12	Студентски	4296590	0.39

13	Витоша	17630350	2.79
14	Овча Купел	14178110	1.56
15	Люлин	7346537	1.95
16	Връбница	2930469	0.24
17	Нови Искър	3581949	0.06
18	Кремиковци	957267.9	0.15
19	Панчарево	1063363	1.63
20	Банкя	6232043	0.40
21	Средец	3526135	0.07
22	Красно село	5698693	0.34
23	Възраждане	2580920	0.37

Информацията относно общата застроена площ за райони „Подуене“, „Слатина“, „Изгрев“, „Лозенец“, „Триадица“, „Студентски“, „Красно село“ и „Възраждане“ за 2014 г. е предоставена от Столична община. Общата застроена площ за останалите райони е получена въз основа на информация от разрешителните за строеж издадени през периода 2012-2014 г. Приема се, че една сграда се строи в продължение на 2 години, както и че застроената площ за отделните райони е равномерно разпределена.

Неопределеността при изчисленията произтича от:

- невъзможността да бъде определен точният обем строителни и ремонтни дейности по отделните квартали;
- невъзможността да бъдат оценени строителните и ремонтни дейности по време на извършване в годината;
- невъзможността да бъде отчетена различната височина на изпускане на замърсителя.

Емисии от депа и карieri

Емисията от депо Долни Богров (g/s) е изчислена на базата на количествата депониран отпадък за 2014 година чрез емисионен фактор за ФПЧ₁₀ от насипища за откривка със стойност 0.0068 kg/t, който е взет от **Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors** (<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>).

Емисията от табани Кремиковци 1 и 2 са изчислени с помощта на емисионен фактор за ФПЧ₁₀ от ветрова ерозия (0.011 ton/acre-month), който е взет от APPENDIX 8.1F Construction and Demolition Emissions and Impact Analysis.

Емисията за всеки от източниците е преизчислена в g/(s.m²), отчитайки площта на съответния източник.

Неопределеността при изчисленията произтича от:

- не е известен делът на запръстената повърхност на депата;
- не е известен гранулометричният състав на депонираните отпадъци;
- не е известен броят и видът на използваната извънпътна техника в депата и кариерите;
- не е известен, денонощният, седмичният и сезонният характер на емисията.

Предоставената от общината информация включва данните, представени в таблица 5.10.

Таблица 5.10 Данни за депа, кариери, хвостохранилища, сгуроотвали и др. за 2014 г.

Депо/табан	UTM координати		Емисия	Площ
	X	Y	t/y	m ²
Кремиковци - табан 1	708662.8	4734320.1	7.44294E-06	228185.6
Кремиковци - табан 2	710011.1	4734814	4.83163E-06	148128.2
Долни Богров	702537.19	4732411.18	0.222666	401731.8

На фигура 5.4 е представено местоположението на площните източници на емисии от депа, кариери, сгуроотвали и други.



**Фигура 5.4 Местоположение на площните източници на емисии на ФПЧ_{10} ,
от депа, кариери и други за 2014 г.**

Изводи

За да могат да се формулират изводи относно основните източници на емисии на територията на Столична община е необходимо да бъде направено сравнение между приноса на отделните сектори към общата емисия на финни прахови частици.

На фигура 5.5 е представен приносът на отделните сектори към общата емисия на дадения замърсител – ФПЧ_{10} .



Фигура 5.5 Принос на отделните сектори към общата емисия, т/г , на ФПЧ_{10} за 2014 г.

От фигурата се вижда, че основните източници на емисии на територията на Столична община са транспортът и битовото горене.

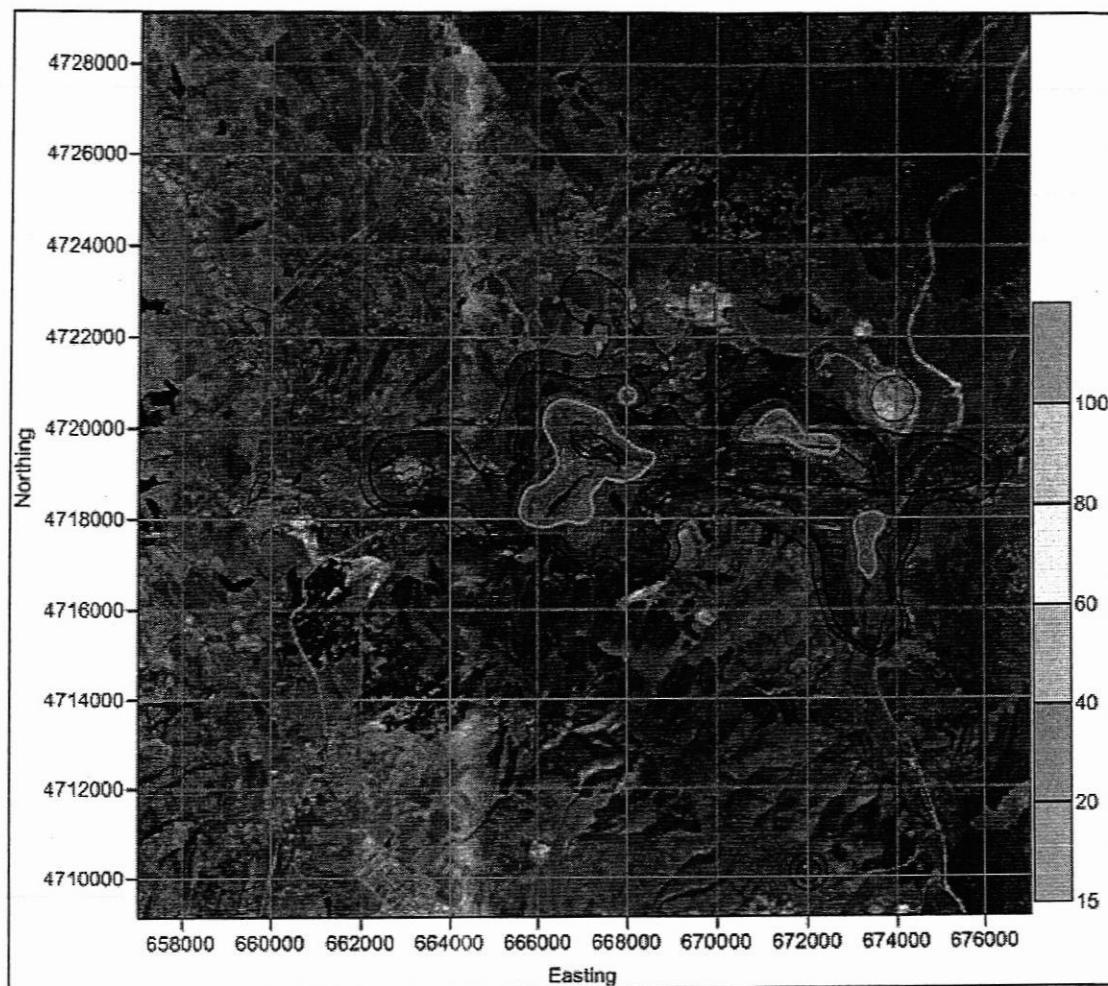
5.2. ИНФОРМАЦИЯ ЗА ЗАМЪРСЯВАНЕ ОТ ДРУГИ РАЙОНИ

Замърсяването от други райони може да влияе върху нивото на регионалния фон, който в случая е от съществено значение.

По-горе бе отбелязан същественият принос на външни източници към замърсяването на въздуха в Столична община. Той е регистриран в пункта Копитото. Град Перник е разположен твърде близо до София. Освен битовото горене и транспорта, на неговата територия действат и промишлени предприятия – значими източници на замърсяване. Към 2011 година община Перник бе в групата на общините с влошено качество на атмосферния въздух по отношение на ФПЧ_{10} .

На фиг. 5.6 са представени стойностите на СГК на ФПЧ_{10} от всички източници в град Перник за 2010 година. Както се вижда, на територията на града и в близките му

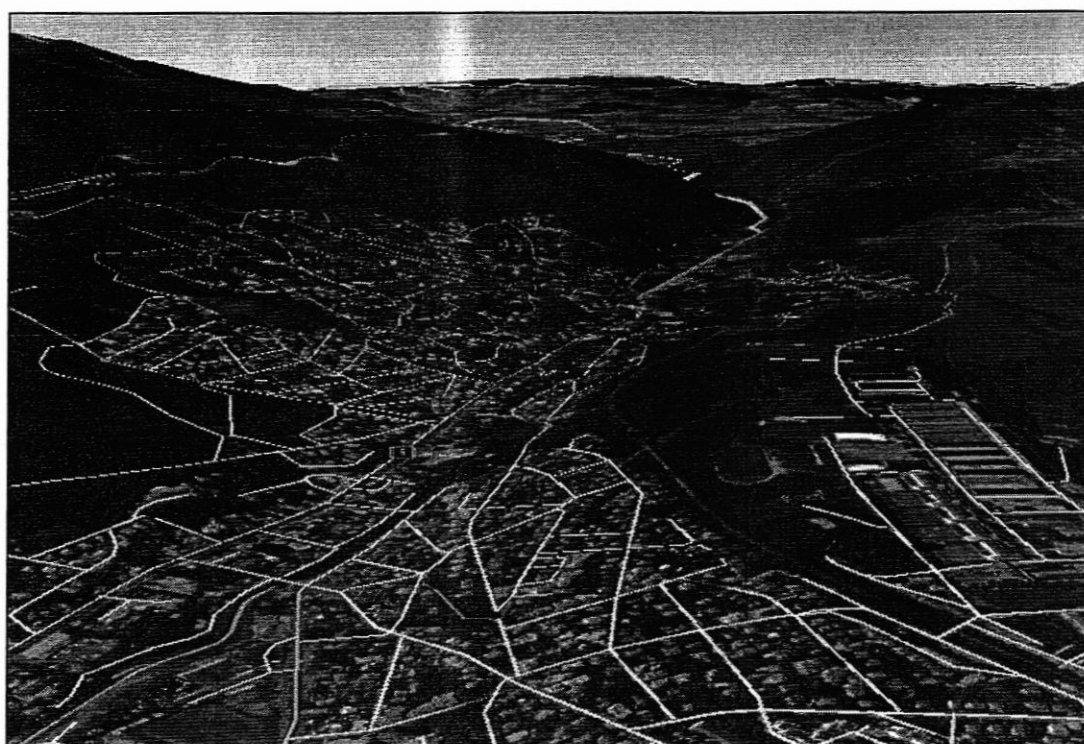
околности могат да се отбележат зони, в които СГК на ФПЧ_{10} превишава значително средногодишната норма.



**Фигура 5.6. Средногодишна концентрация на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
от всички източници в град Перник за 2010 г.**



Фигура 5.7 Релеф на земната повърхност в района на с. Владая



Фигура 5.8 Релеф на земната повърхност в района на кв. Княжево

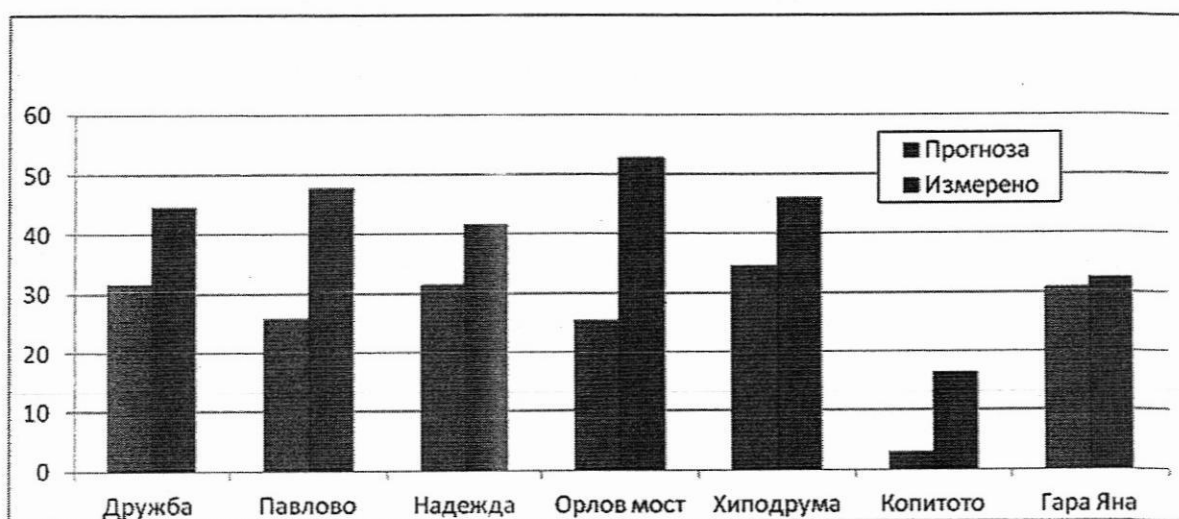
Фигури 5.7 и 5.8 представят долината между София и Перник, съответно откъм с. Владая и кв. Княжево. Анализът на релефа показва, че пренос на замърсители на въздуха между Перник и София е не само възможен, но и твърде вероятен.

При такива условия емитираните в атмосферата замърсители не се разреждат и концентрацията им нараства във времето. При последваща поява на вятър преносът на замърсители по долината между София и Перник може да повлияе значително върху КАВ

на територията на двете общини, особено по отношение на средноденонощната концентрация.

Към 2011 година замърсяването на атмосферния въздух в Столична община по отношение на ФПЧ_{10} може да се определи като сериозен проблем. По тази причина преобладаващата част от предвидените за периода 2011-2014 година мерки са насочени към намаляването на емисиите на фини прахови частици.

След преустановяване на дейността на Кремиковци АД, отпадна един от най-големите източници на замърсяване с фини прахови частици, разположен в Софийското поле, в близост със Столична община. В резултат от това СГК на ФПЧ_{10} в пункт Гара Яна се понижава значително и удовлетворява изискванията на нормативната база (фиг. 5.9).



Фигура 5.9 Прогнозни и измерени стойности на средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за 2014 година

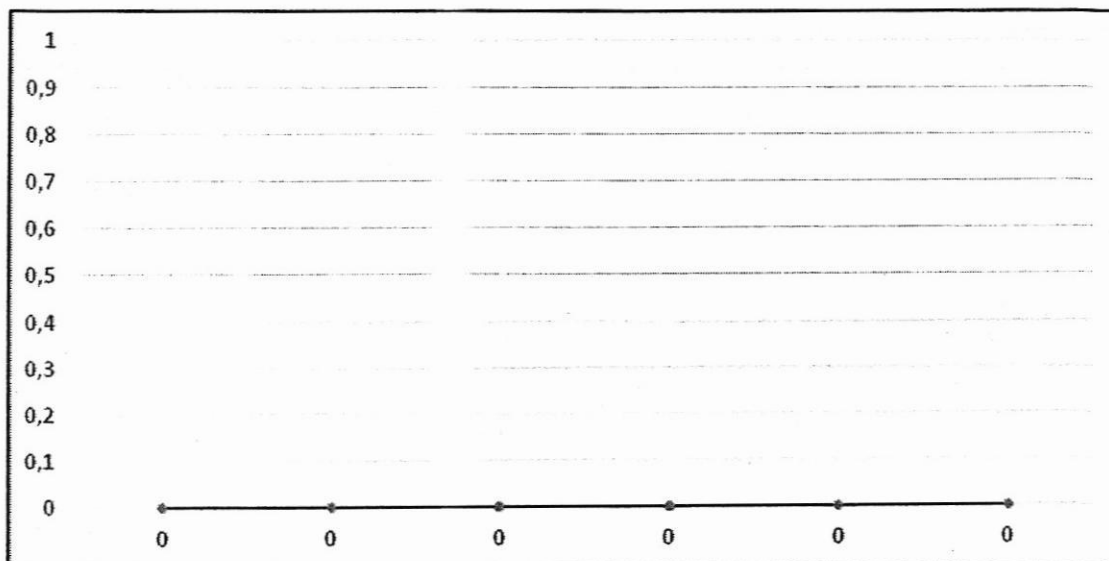
От същата фигура се вижда, че прогнозната и измерената стойност на СГК на ФПЧ_{10} в пункт Гара Яна са твърде близки.

Промените в емисиите от Кремиковци АД, след прекратяване на дейността на комбината, могат да бъдат сравнително точно оценени и да бъдат отчетени при прогнозното моделиране на замърсяването на въздуха за 2014 година. Измерените стойности на СГК на за 2014 година в останалите пунктове на територията на София обаче, са значително по-високи от прогнозните. Силно впечатление прави отношението между измерената и прогнозната стойност на СГК на ФПЧ_{10} за пункт Копитото, което възлиза на 5.38.

Прогнозната стойност на СГК на ФПЧ_{10} в пункт Копитото за 2014 година е $3.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Тази стойност е получена като резултат от реализираното прогнозно моделиране и отразява въздействието на емисиите от източници на ФПЧ_{10} на територията на Столична

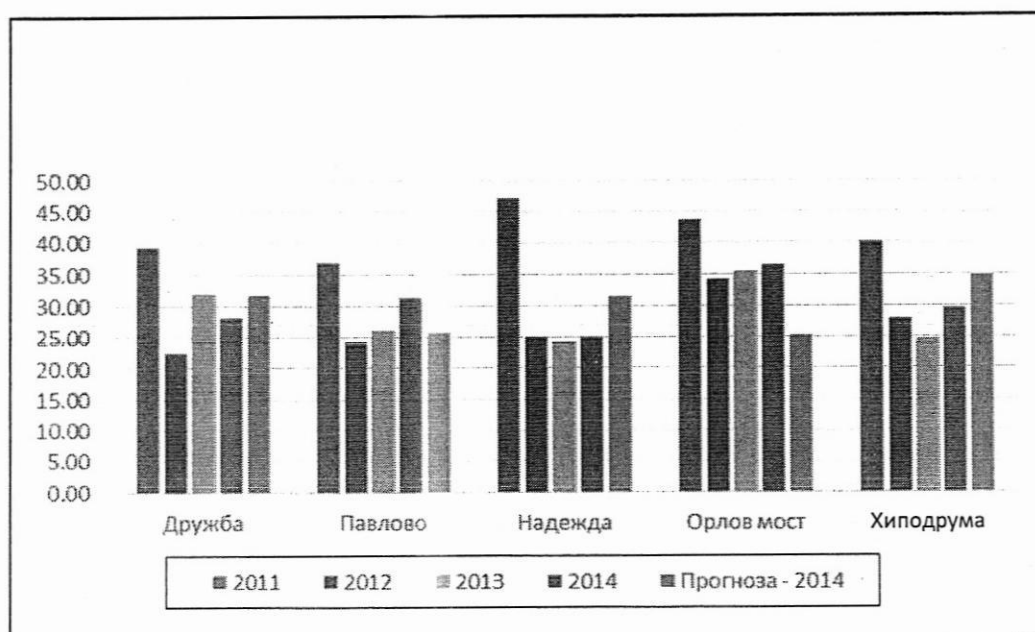
община. *Математичният модел не отчита далечния пренос на ФПЧ₁₀ от други източници, не само от съседни общини.*

Пунктът Копитото е от типа *фонов*. Измерените в него стойности на СГК на ФПЧ₁₀ за периода 2009 – 2014 година са представени на фиг. 5.10. От нея се вижда, че фоновата СГК на ФПЧ₁₀ варира слабо – между 16 и 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2009 – 2014 г.



Фигура 5.10 Измерена средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в пункт за мониторинг Копитото, за периода 2009 – 2014 година

С основание може да се приеме, че *разликата между измерената и прогнозираната стойност на СГК за 2014 година (13.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) е обусловена от източници, разположени извън територията на Столична община.* Те не могат да бъдат отчетени при математичното моделиране, тъй като липсва информация, както за разположението, така и за емисиите от източници извън общината.



Фигура 5.11 Прогнози за 2014 г. и редуцирани стойности на средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} , mg/m^3 , за периода 2011-2014 година

Предвид казаното, коректна оценка на изменението на КАВ и ефективността на прилаганите мерки може да се направи, ако измерените стойности на СГК на ФПЧ_{10} бъдат редуцирани с фона за съответната година. На фиг. 5.11 могат да се видят разликите между прогнозираните и редуцираните стойности на СГК на ФПЧ_{10} за 2014 година. Анализът на резултатите от фиг. 5.11 показва, че при отсъствие на външен пренос на ФПЧ_{10} изискванията за качество на въздуха в София, по отношение на СГК на ФПЧ_{10} , към 2014 биха били удовлетворени във всички пунктове за мониторинг.

Не бива обаче да се игнорира фактът, че далечният пренос на ФПЧ_{10} , който е обективна даденост, вероятно ще продължи да оказва своето негативно въздействие върху качеството на атмосферния въздух в Столична община. Освен това трябва да се отбележи, че в пункт Орлов мост местните източници практически „осигуряват“ 91.3 % от средногодишната норма. Това означава малък запас по отношение на тази норма за качеството на атмосферния въздух. Ясно е, че този запас трябва да бъде увеличен, за да бъде компенсиран и външния пренос.

6. АНАЛИЗ НА СИТУАЦИЯТА

6.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА ЕМИСИИ И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ КАВ

За оценка на влиянието, което оказват отделните източници върху КАВ на територията на Столична община, е извършено дисперсионно моделиране на емисиите на ФПЧ_{10} за 2014 г.

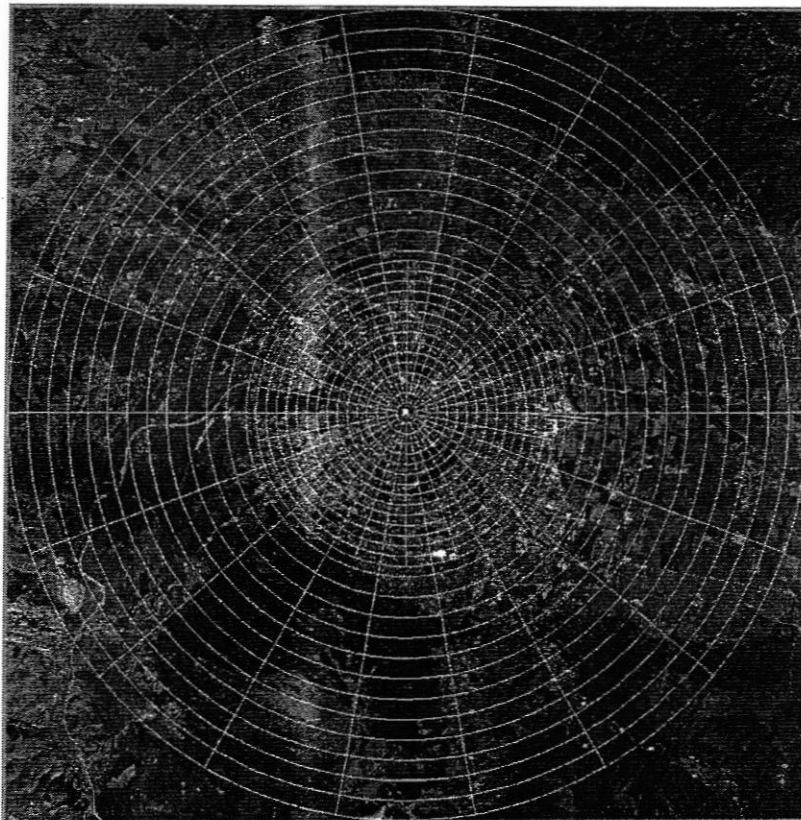
Методика и условия на математичното моделиране

София и околните селища, включени в изследването, са разположени в Софийското поле с надморска височина около 550 *m*. То обаче, е обградено от планински масиви със значителна височина, каквито са „Витоша” западните дялове на „Стара планина”, „Люлин”, „Плана планина” и други възвишения.

Силно изразеният релеф на областта в района на гр. София изисква безусловно да бъде използван математичен модел, който отчита топографията на района. Ето защо, за дисперсионно моделиране на разпространението на замърсителите се прилага утвърденият в световната практика модел AERMOD, като необходимите топографски данни са получени от Trinity Consultants Dallas, Texas.

При настоящото изследване е избрана област с размери 40000 на 40000 *m*. В нея е дефинирана полярна мрежа от рецептори с радиус 20 *km* разположени по 18 радиала. За по-детайлно моделиране на разпространението на замърсителите, е дефинирана втора мрежа на рецепторите, с радиус 7500 *m*, броят на радиалите е също 18, но те са отместени спрямо първите с 10 *deg*. По този начин се получава обща мрежа от рецептори с нарастваща гъстота по посока на централната част на гр. София. На територията на града максималното разстояние между рецепторите е 500 *m*, а извън него – 1000 *m*. Двете мрежи имат общ център с координати 690347.31 E и 4729843.09 N.

Областта на изследване и разположението на мрежовите рецептори са показани на фиг. 6.1. Освен това, в изследваната област са дефинирани и 7 дискретни рецептори в точките на разположение на действащите в Столицата АИС.

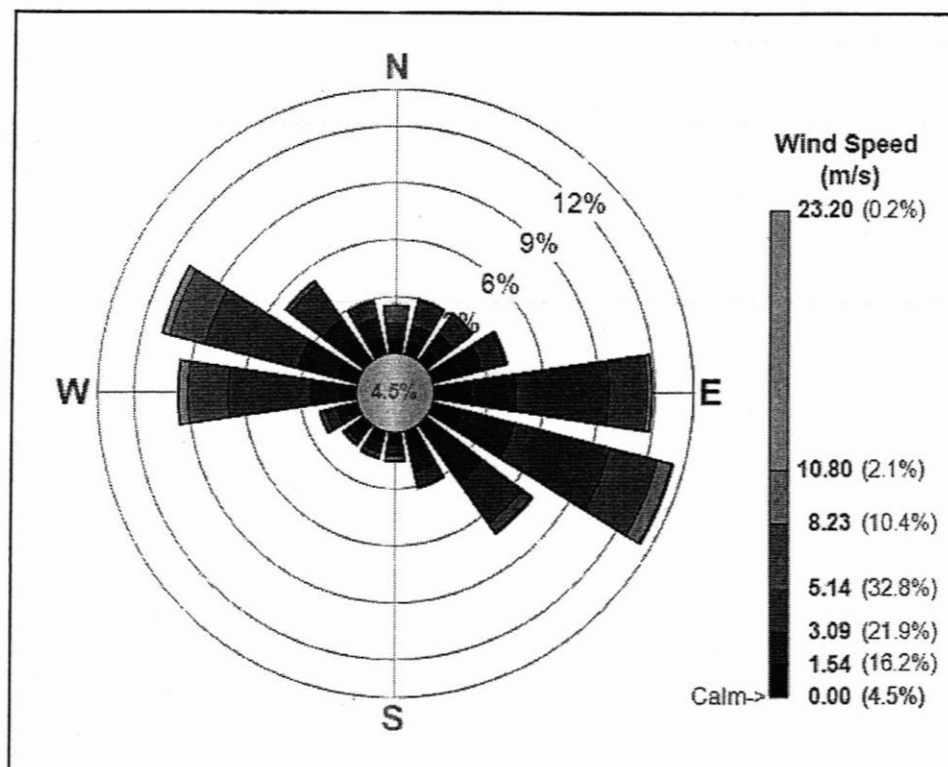


Фигура 6.1 Карта на изследваната област и на полярната рецепторна мрежа

Най-пълна картина за степента на замърсяване на въздуха, в определена област, може да се получи, ако се вземе предвид изменението на метеорологичните условия за всеки час от избрания период на математично моделиране.

На фигура 6.2 е представена розата на вятъра за 2014 година. От нея се вижда, че преобладаващи са ветровете от два сектора, а именно секторите от 90 до 135° и 270 до 315°. С най-висока честота се характеризира вятърът от изток - югоизток, следван от източния и запад – северозападния вятър.

Както се вижда от фигура 6.2, 4.5 % от времето в годината се характеризира с отсъствие на вятър. Скоростта на вятъра през 16.2 % от времето е по-ниска или равна на 1.54 m/s. Следователно може да се приеме, че през 20.7 % от годината са налице неблагоприятни метеорологични условия.



Фигура 6.2 Роза на вятъра за станция София – 2014 г.

Безветрието или наличието на вятър, но с твърде ниска скорост, води до натрупване на емитираните замърсители в ограничена област на атмосферата, което след това може да се изрази в значителна степен на замърсяване на приземния въздушен слой.

При липса на вятър или при откриване на непълни записи в почасовия метеорологичен файл моделът AERMOD не извършва изчисления за съответния час. Това може да се изрази в определени различия между изчисленията по модела и измерените за определен времеви период концентрации. Независимо от това, доколкото „особените“ метеорологични ситуации не се характеризират с дълготрайност, изчисленията по модела AERMOD стойности на концентрациите могат обосновано да бъдат използвани за оценка на степента на замърсяване на въздуха.

Резултати от математичното моделиране

В настоящото изследване е извършено математично моделиране на разпространението на ФПЧ_{10} , емитирани от различните източници на територията на СО, за 2014 година. Целите на реализираното моделиране се заключават в:

- проверка на точността на прогнозното математично моделиране на КАВ за 2014 година, извършено през 2011 година;
- оценка на ефективността на заложените мерки за управление на КАВ в Плана за действие, изготвен и приет през 2011 година.

Неопределеността при математичното моделиране, извършено през 2011 година, произтича от следните важни обстоятелства:

- емисиите на фини прахови частици от различните източници за 2014 година са прогнозирани;
- през 2011 година, последните налични метеорологични данни са тези за 2010 година и прогнозното моделиране е направено при тези метеорологични данни.

Точността на прогнозното моделиране на КАВ за 2014, извършено през 2011 година, зависи от точността на прогнозите за изменение на емисиите от индивидуалните или групирани източници.

Въпреки, че не се изменят драстично, метеорологичните условия са различни дори в рамките на две последователни години. От друга страна, те са изключително важен фактор, определящ разсейването на замърсителите и отгук степента на замърсяване на въздуха в приземния слой на атмосферата, особено по отношение на СДК на ФПЧ_{10} .

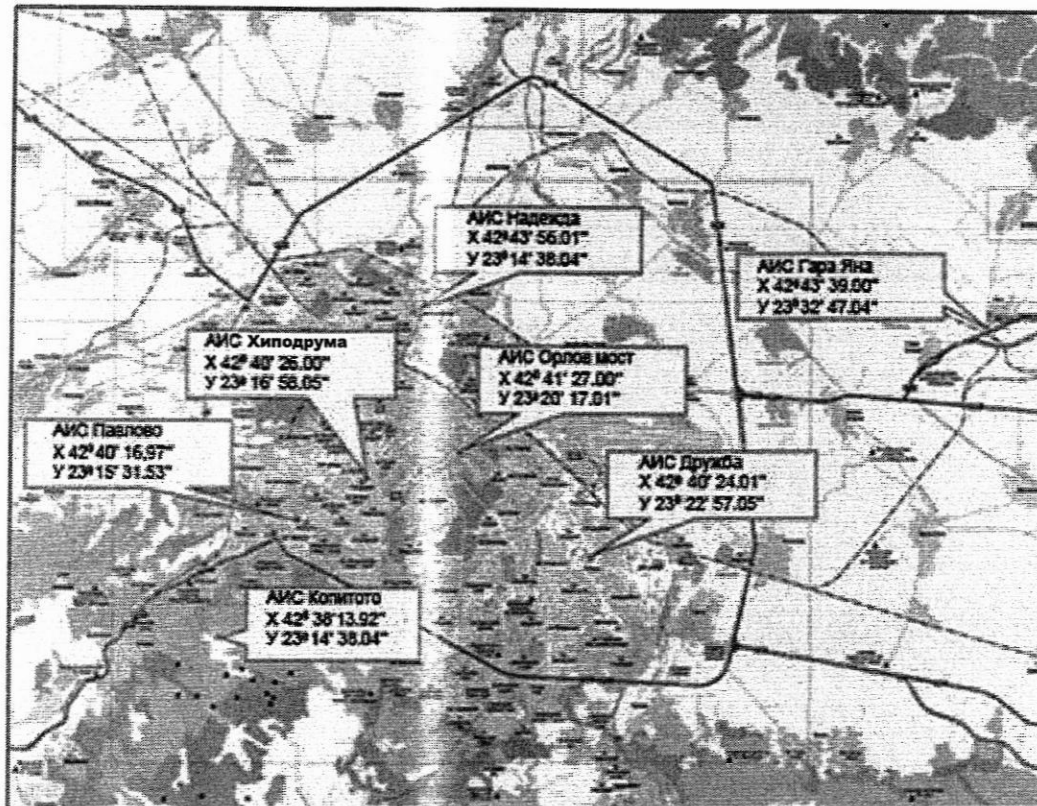
Дисперсионното моделиране на замърсяването на въздуха в Столична община с ФПЧ_{10} е реализирано с използване на представените по-горе актуализирани емисии на фини прахови частици и актуалните метеорологични условия за 2014 година.

Преди използването на какъвто и да било математичен модел трябва да бъде проверена неговата адекватност. Това се прави посредством сравняване на изчислени от модела стойности със съответните им, по място и време, измерени стойности. В настоящото изследване, това сравнение се базира на измерените показатели за КАВ в пунктовете за мониторинг на територията на Столична община.

При положение, че изчислените по модела стойности на показателите за качество на атмосферния въздух са достатъчно близки до измерените през 2014 година стойности, може да се приеме, че емисиите на фини прахови частици ФПЧ_{10} са оценени достатъчно пълно и точно.

На територията на Столична община съществуват и функционират 7 пункта за мониторинг на качеството на въздуха. Разположението и координатите на тези рецептори са представени на фиг.6.3.

Пункт Копитото се характеризира със значително по-голяма надморска височина от останалите и е от типа „извънградски фон”. Този пункт за мониторинг не е показателен за въздействието на източници на замърсяване с ФПЧ_{10} в Столична община и измерените в него стойности на концентрацията на ФПЧ_{10} не са взети предвид при оценка на неопределеността на математичния модел.



Фигура 6.3 Пунктове за мониторинг на територията на Столична община

По-горе бе установено, че част от замърсяването на въздуха в Столична община се обуславя от източници, които не са разположени на територията на общината. По отношение на средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} приносът на външни източници бе оценен на $13.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Докато СГК е надеждна и стабилна оценка за КАВ, СДК е динамична величина. Нейните стойности варират, както във времето, така и в различните точки на изследваната област. Не е възможно да бъде определена конкретна фоновая стойност за СДК, за всяка точка на територията на СО и за всяко денонощие през годината. По тази причина, като осреднен принос на външни за СО източници към средноденоношната концентрация се приема същата стойност $13.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Въз основа на изказаните съображения, за коректност, към изчисленията от модела стойности на СГК следва да се прибави фоновата стойност и след това те да се сравняват с измерените в съответните пунктове за мониторинг.

В таблица 6.1 са представени измерени и изчислени по модела показатели за качеството на въздуха в пунктовете Хиподрума, Павлово, Дружба, Надежда, Орлов мост и Гара Яна. Сравняват се стойностите на средногодишната концентрация и на 90.4^{-ти} перцентил. В последната колона на таблицата е дадена относителната грешка на модела.

В съответствие с Европейското законодателство, моделът може да се използва за оценка на КАВ при положение, че грешката по отношение на средногодишната концентрация не превишава 50 %. За 90.4^{ти} перцентил аналогична норма не е определена.

Отрицателните грешки означават, че моделът изчислява по-ниска от измерената стойност, а положителните – по-висока. Максималната грешка на модела е получена в пункт Павлово 25.86 %. Макар тази грешка да е достатъчно ниска в сравнение с допустимата 50 %, представлява интерес да се отговори на въпроса защо тя е най-голямата в сравнение с останалите пунктове. Могат да се изтъкнат две възможни причини:

- винаги е възможно емисиите от някои източници на замърсяване с фини прахови частици да са били оценени недостатъчно точно;
- възможно освен това, е приносът на фона в този пункт реално да е по-малък предвид неговото разположение – най-близо до подножието на пункт Копитото.

Таблица 6.1 Неопределеност на модела

Показател / Пункт	Измерена	*Изчислена	Грешка
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀			
Гара Яна	32.59	26.37	-19.08
Дружба	44.65	45.75	2.46
Надежда	41.64	44.43	6.70
Павлово	47.73	60.08	25.86
Хиподрума	46.05	52.52	14.05
Орлов мост	52.96	59.00	11.40
90.4 Перцентил за 24-часова концентрация на ФПЧ₁₀			
Гара Яна	53.77	42.68	-20.62
Дружба	83.75	85.85	2.50
Надежда	80.38	74.36	-7.50
Павлово	96.50	111.11	15.1
Хиподрума	104.10	91.07	-12.52
Орлов мост	112.14	111.70	-0.4

* Изчисленията по модела стойности са коригирани с фон 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Анализът на получените резултати показва, че емисиите от различните източници на ФПЧ₁₀ на територията на СО са дефинирани достатъчно пълно и коректно, което дава основание моделът да бъде използван за оценка на качеството на атмосферния въздух.

В табл. 6.2 са представени пунктовете за мониторинг, в които отделните сектори реализират своя най-голям принос към формирането на СГК на ФПЧ₁₀. Веднага следва да се отбележи, че в таблицата са представени нетните приноси на отделните сектори. Те са изчислени по математичния модел, на базата на дефинираните емисии.

Таблица 6.2. Пунктове за мониторинг, в които отделните сектори обуславят своя максимален принос към формиране на СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за 2014 г.

Сектор	Пункт	Стойност	UTM-координати		Надморска височина
			Изток (m)	Север (m)	(m)
Всички	Орлов мост	46.00	691412.9	4729087.3	540.13
Депа, кариери	Надежда	0.00018	689735.2	4733605.9	529.97
Транспорт	Орлов мост	32.09	691412.9	4729087.3	540.13
Битово горене	Павлово	15.19	685808.9	4726800.3	599.63
Промисленост	Надежда	0.25	689735.2	4733605.9	529.97
Строителство	Дружба	0.19	695860.4	4725775.3	565.47
Фон		13.00			

Така например, сектор транспорт въздейства в най-висока степен върху формирането на СГК на ФПЧ₁₀ ($32.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$) в пункт Орлов мост (69.8 %). Сектор битово горене реализира своя най-голям принос към формирането на средногодишната концентрация на ФПЧ₁₀ ($15.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$) в пункт Павлово, т. е. отделните сектори реализират най – високият си принос в различни пунктове за мониторинг. В допълнение може да се отбележи, че нетното въздействието на всички източници обуславя най-висока средногодишна стойност $46.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в пункт Орлов мост.

Аналогична информация, но за средноденонощната стойност на концентрацията на ФПЧ₁₀ е представена в таблица 6.3. Сектор Депа и кариери има нищожен принос към формирането на максималните стойности на СДК на ФПЧ₁₀ във всички пунктове, поради което е изключен от таблицата.

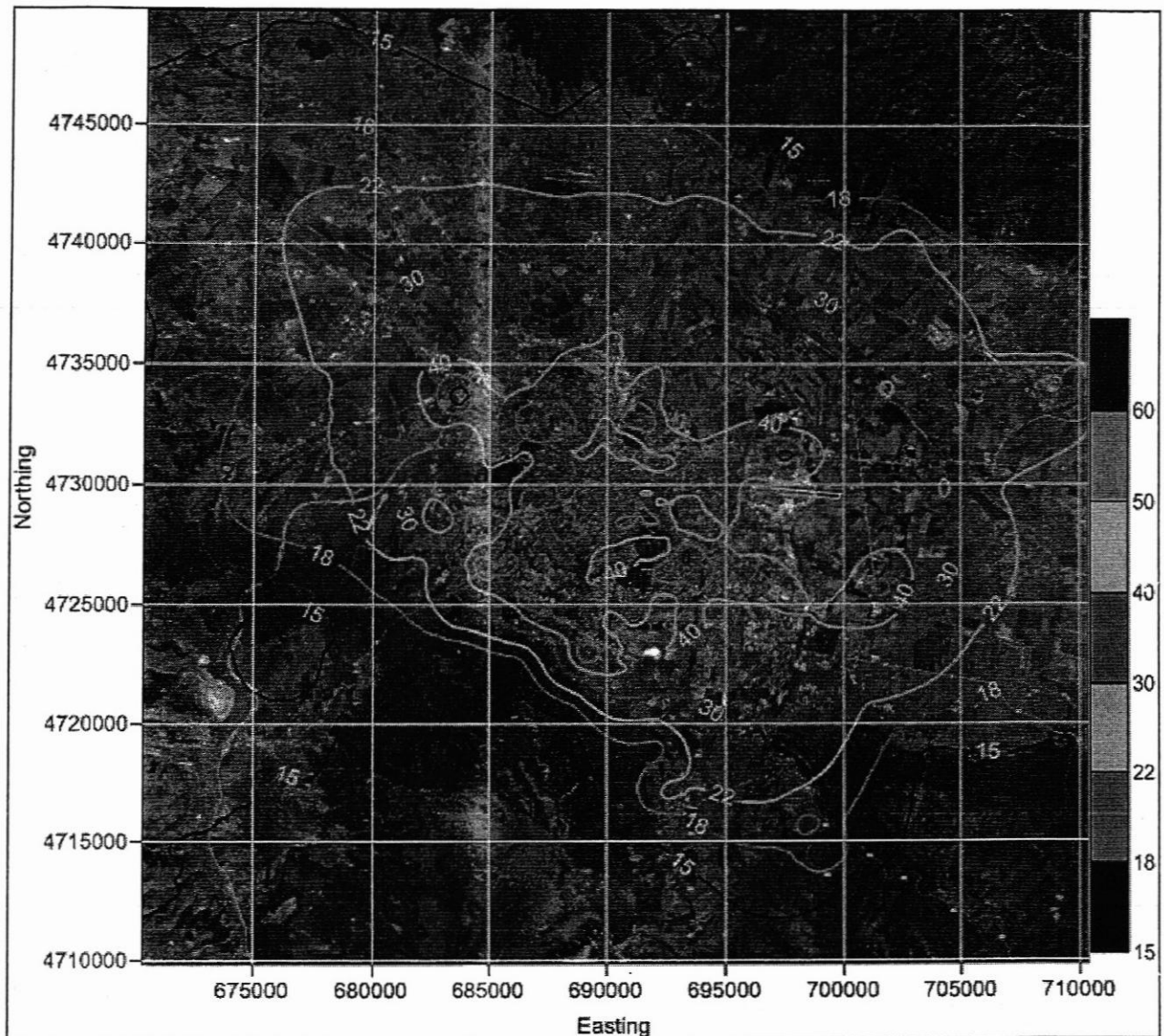
При описанието на софтуерен пакет Breeze AERMOD бе отбелязано, че пакетът предвижда групиране на източниците по сектори. Това дава възможност да се оценява приносът на отделните сектори към замърсяването на въздуха с конкретен замърсител във всяка точка на изследваната област. Получената от това информация е особено полезна за анализ и вземане на подходящи управленски решения, насочени към подобряване на КАВ в отделните райони на общината. В настоящото изследване са обособени следните сектори:

- промишленост;
- транспорт - линейни източници;
- транспорт –площни източници;
- битово горене;
- депа и кариери;
- строителство и ремонтни дейности.

Таблица 6.3 Пунктове за мониторинг, в които отделните сектори обуславят своя максимален принос към формиране на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за 2014 г.

Сектор	Пункт	СДК	Дата	UTM-координати		Надморска височина
			ГГММДДЧЧ	Изток (m)	Север (m)	(m)
Всички	Павлово	253.73	14020624	685808.9	4726800.3	599.63
Транспорт	Орлов мост	131.31	14012324	691412.9	4729087.3	540.13
Битово горене	Павлово	175.14	14011824	685808.9	4726800.3	599.63
Промисленост	Орлов мост	2.24	14080524	691412.9	4729087.3	540.13
Строителство	Дружба	0.77	14090724	695860.4	4725775.3	565.47

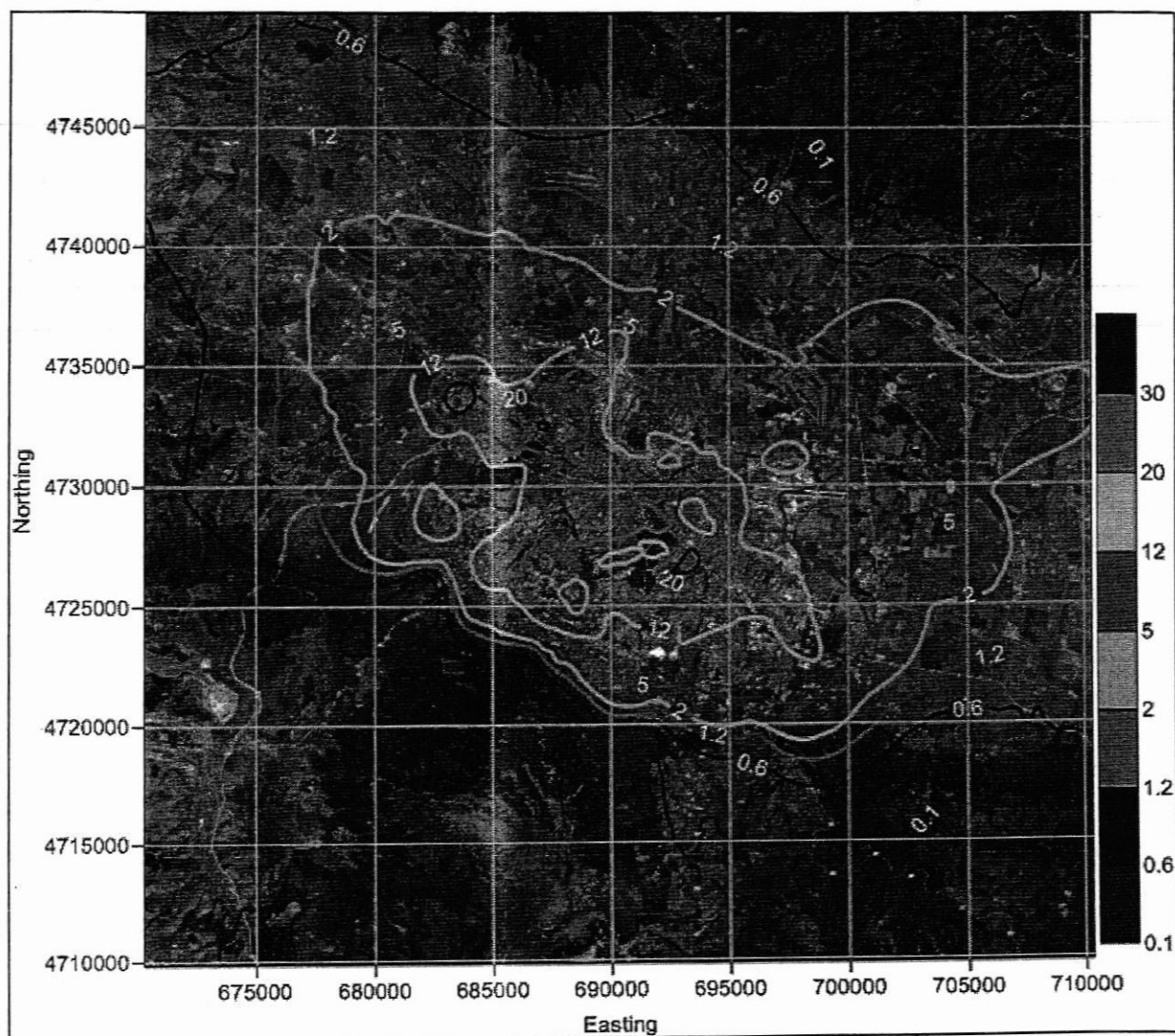
На фиг. 6.4 е представено разпределението на СГК на ФПЧ₁₀ от всички източници на замърсяване, за 2014 година. Разпределението е дадено посредством изолинии, в диапазона от 15 до 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Представените стойности отчитат източниците на замърсяване на територията на Столична община и фона от пункт Копитото. Чистото въздействие на „вътрешните“ източници обуславя стойности, по-ниски с 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 6.4 СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от всички източници с отчитане на фона от Копитото ($13 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

От анализа на представените резултати може да се каже, че:

- почти цялата територия на София се характеризира с наднормено замърсяване на въздуха по отношение на средногодишната концентрация за 2014 г.;
- с най-висока степен на замърсяване на въздуха могат да бъдат отбелязани четири области – оградени с червена изолиния, където СГК надхвърля $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- СГК около $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в споменатите области се обуславя от източници, разположени на територията на Столична община.
- в две от тях, разположени в близост до „Цариградско шосе“ и бул. „Цар Борис III“, основната причина за наднорменото замърсяване е интензивният автомобилен трафик;
- значим принос за високата стойност на СГК в останалите две области има и битовото горене за отопление;



Фигура 6.5 СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловена от автомобилен транспорт за 2014 година

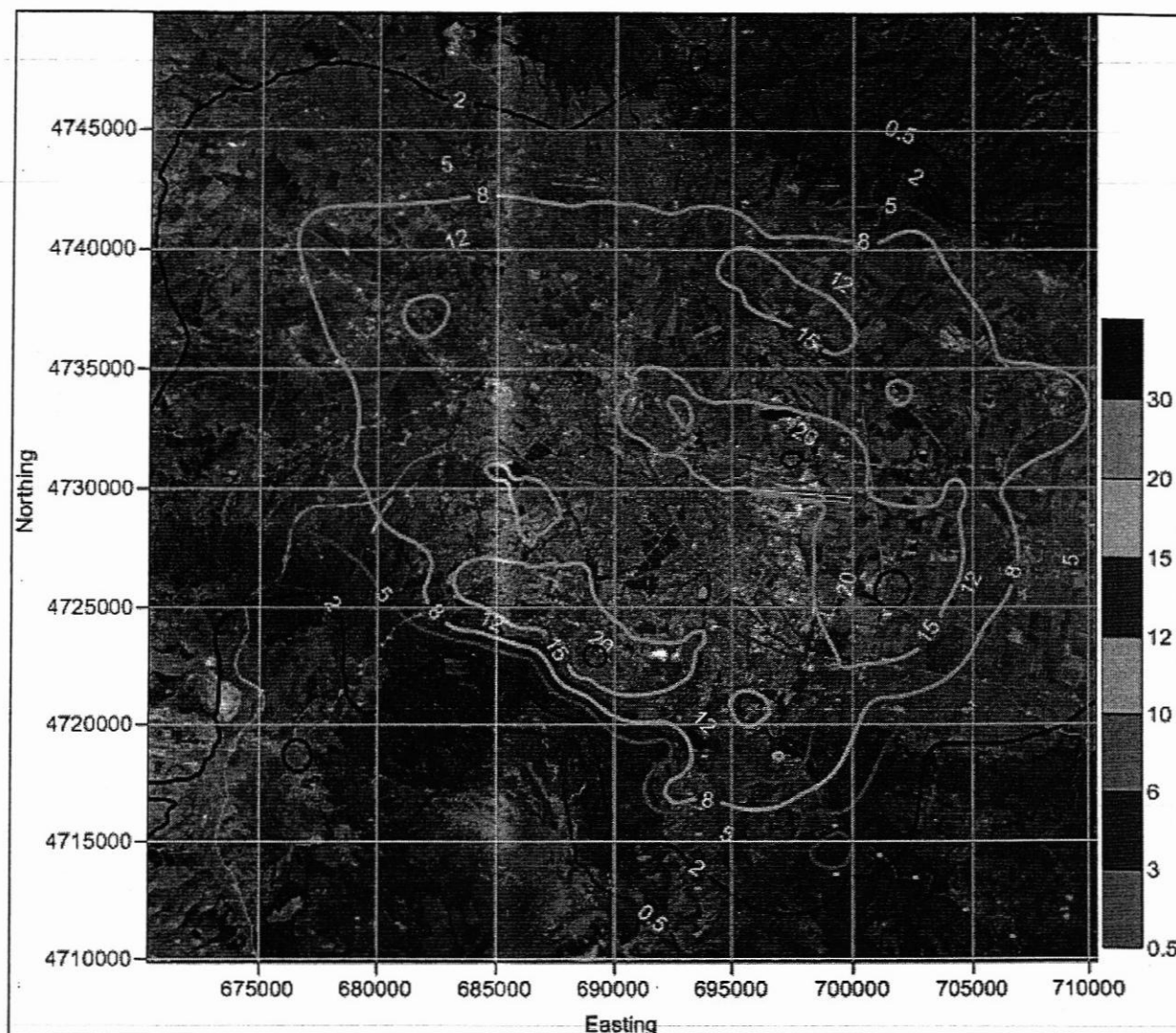
Приносът на автомобилния транспорт към формиране на СГК на ФПЧ₁₀ е представен на фиг. 6.5. Тук представените изолинии са без добавен фон. Червените изолинии, съответстват на $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Две от тях (с по-големите площи) се намират, както следва:

- близо до бул. „Цариградско шосе“;
- близо до пътният възел бул. „Сливница“ и Околовръстен път“.

Съвсем логично е автомобилният трафик в тези зони да играе основна роля за замърсяване на въздуха. Споменатите зони са разположени по направление на преобладаващите за Софийското поле ветрове. Много от пътните артерии в София имат същото или близко направление. Това подтиква разсейването на замърсителите в перпендикулярно направление и концентрацията на замърсителя нараства по дължина на пътната артерия по посока на вятъра.

На фиг. 6.6 е представен приносът на битовото горене към СГК на ФПЧ₁₀. И тук не е добавен фон, което означава, че е представен чистият принос на сектора. Представени са

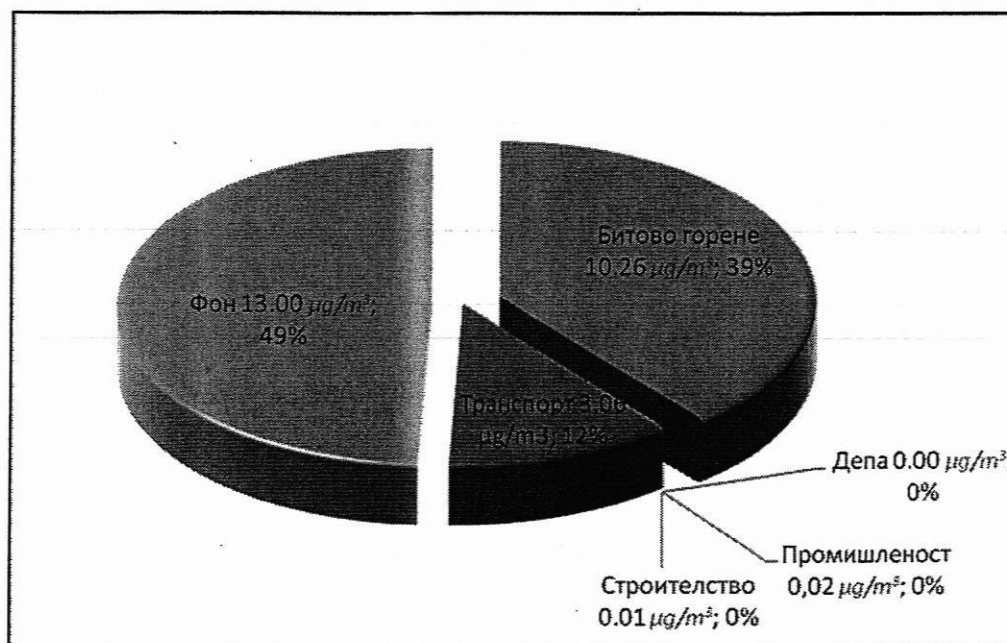
изолинии за диапазона от 0.5 до 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. В оградените с червена изолиния области битовото горене обуславя средногодишна концентрация над 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. На този факт следва да се отдели специално внимание, защото:



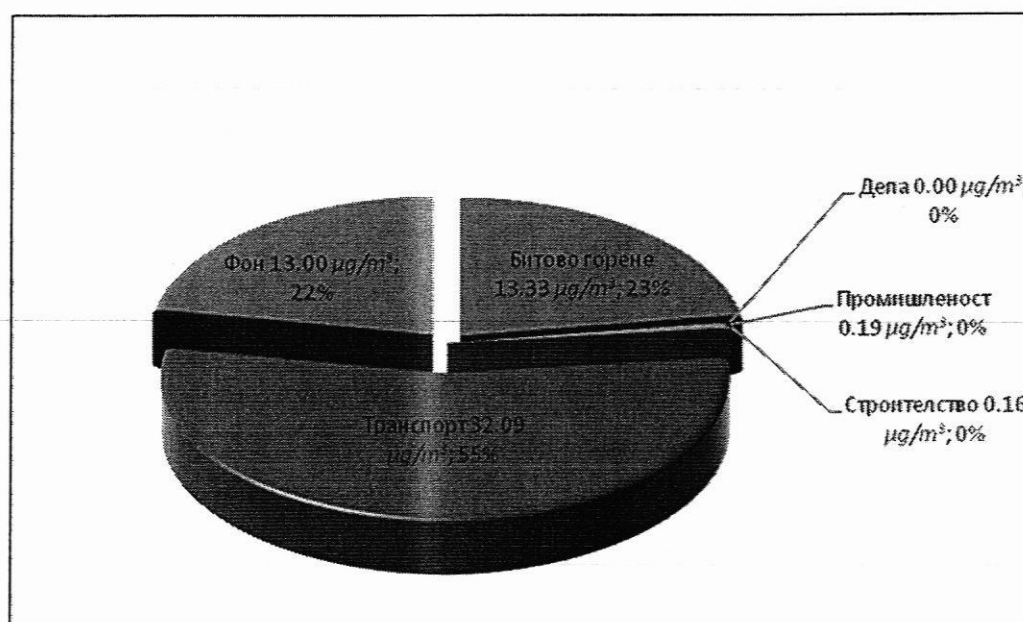
Фигура 6.6 SGK на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловена от битово горене за 2014 година

- в три, макар и не големи зони битовото горене, при наличния фон, е причина за превишението на средногодишната норма;
- битовото горене постига този „резултат“ за около 5 месеца в годината;
- в по-големите по площ зони, оградени с оранжева линия (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) битовото горене и фонът не оставят почти никакъв запас (7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), в който да се „вместят“ останалите източници на замърсяване.

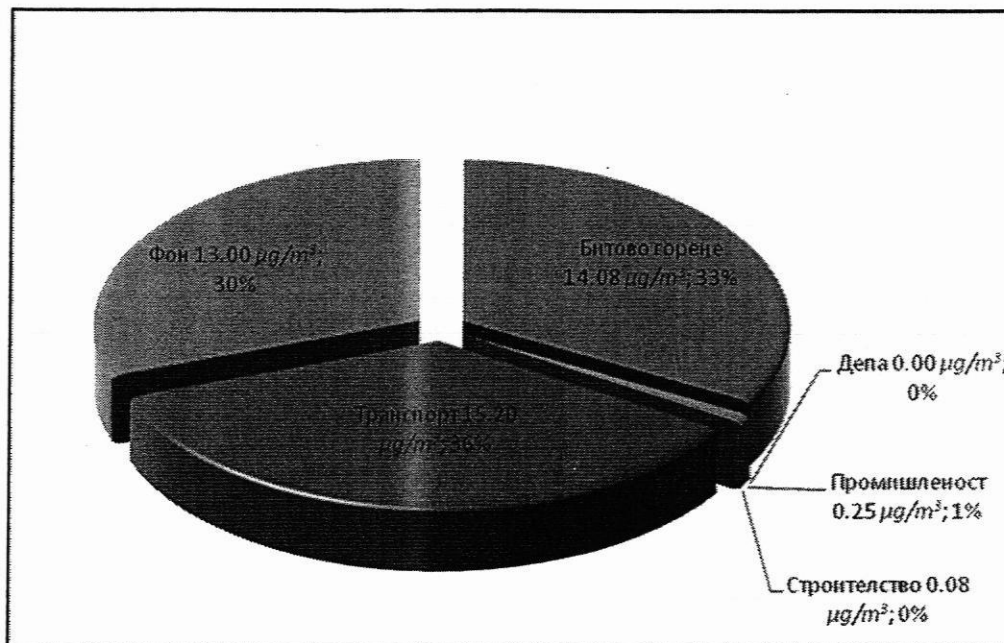
На фигури 6.7 – 6.12 е представен приносът на отделните сектори към формирането на средногодишната концентрация на ФПЧ₁₀ в отделните пунктове за мониторинг.



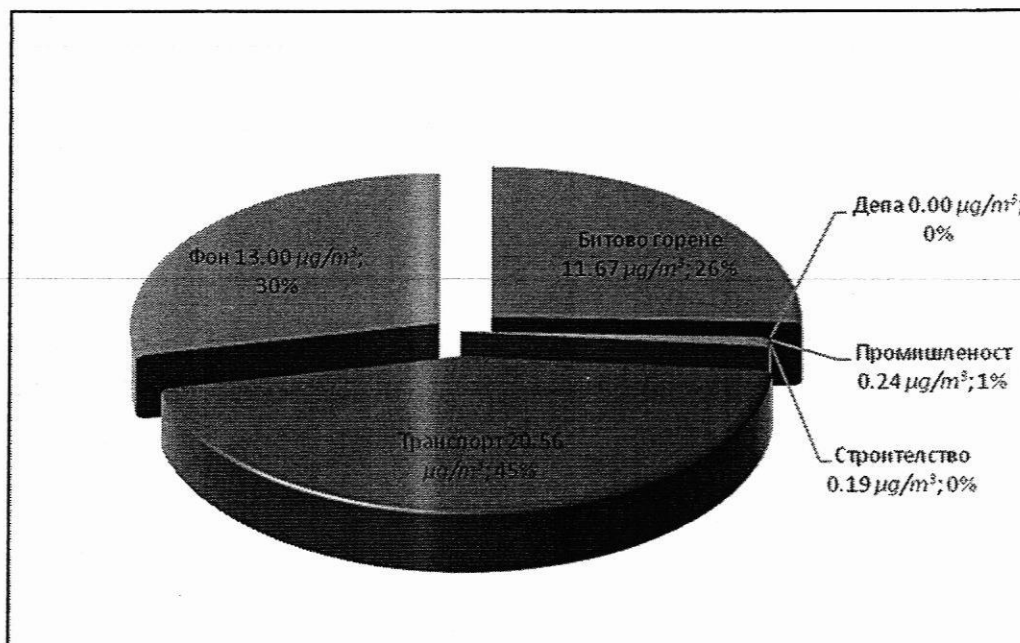
Фигура 6.7 Относителен принос на отделните групи източници към СГК на ФПЧ_{10} в ПМ Гара Яна за 2014 г.



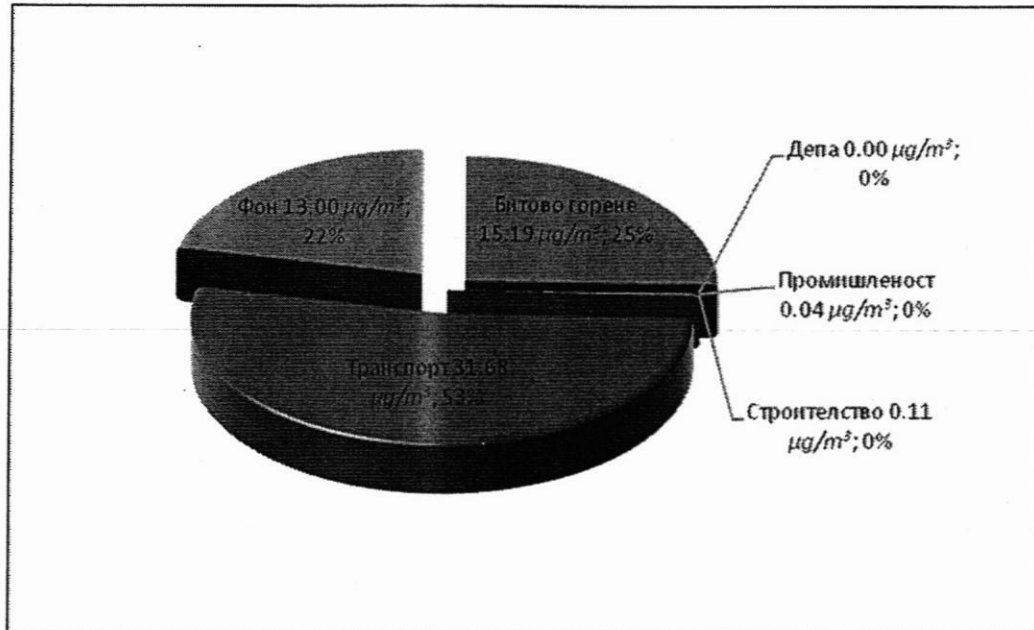
Фигура 6.8 Относителен принос на отделните групи източници към СГК на ФПЧ_{10} в ПМ Орлов мост за 2014 г.



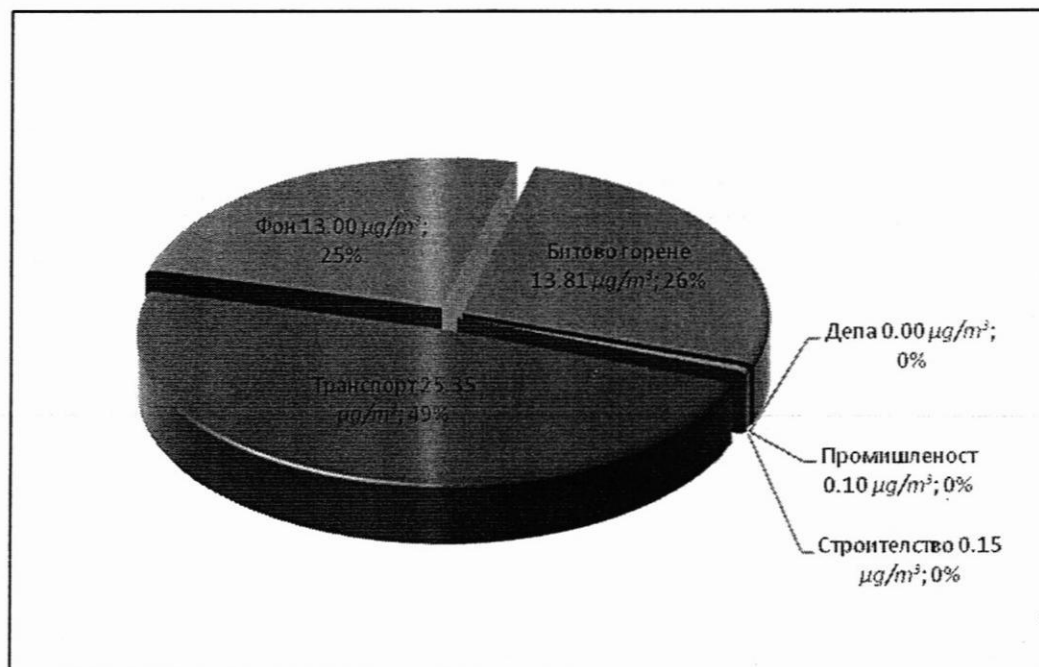
Фигура 6.9 Относителен принос на отделните групи източници към SGK на ФПЧ_{10} в ПМ Надежда за 2014 г.



Фигура 6.10 Относителен принос на отделните групи източници към SGK на ФПЧ_{10} в ПМ Дружба за 2014 г.



Фигура 6.11 Относителен принос на отделните групи източници към СГК на ФПЧ₁₀ в ПМ Павлово за 2014 г.

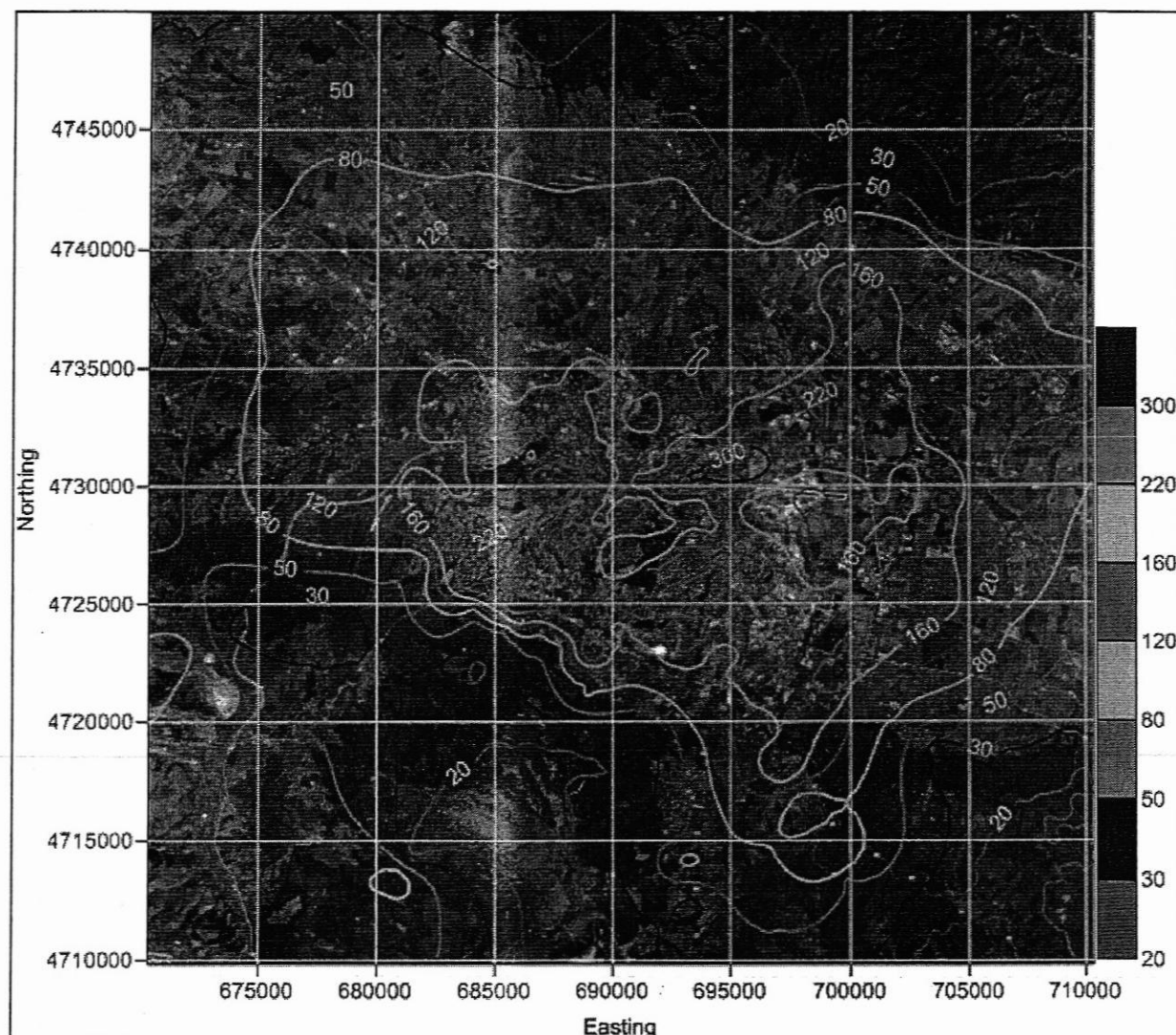


Фигура 6.12 Относителен принос на отделните групи източници към СГК на ФПЧ₁₀ в ПМ Хиподрума за 2014 г.

Анализът на фигурите показва, че във всички пунктове за мониторинг средногодишната концентрация на ФПЧ₁₀ се формира от **фона** и два основни източника на територията на Столична община – **транспорт и битово горене за отопление**. В два от тях – Павлово и Орлов мост транспортът (линейни и площни източници) формира над 50 % от СГК.

В пункт Гара Яна битовото горене има по-голям принос към средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} от транспорта, но трябва да се има предвид, че влияние в този пункт оказват и МПС преминаващи по автомагистрала „Хемус“, чиито емисии не са отчетени в модела поради отсъствие на информация относно броя и категориите на преминаващите по нея МПС. Освен това тя е разположена извън изследваната област.

На фигура 6.13 е илюстрирано разпределението на максималните, изчислени в отделните точки на изследваната област, стойности на СДК на ФПЧ_{10} с добавен фон от $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

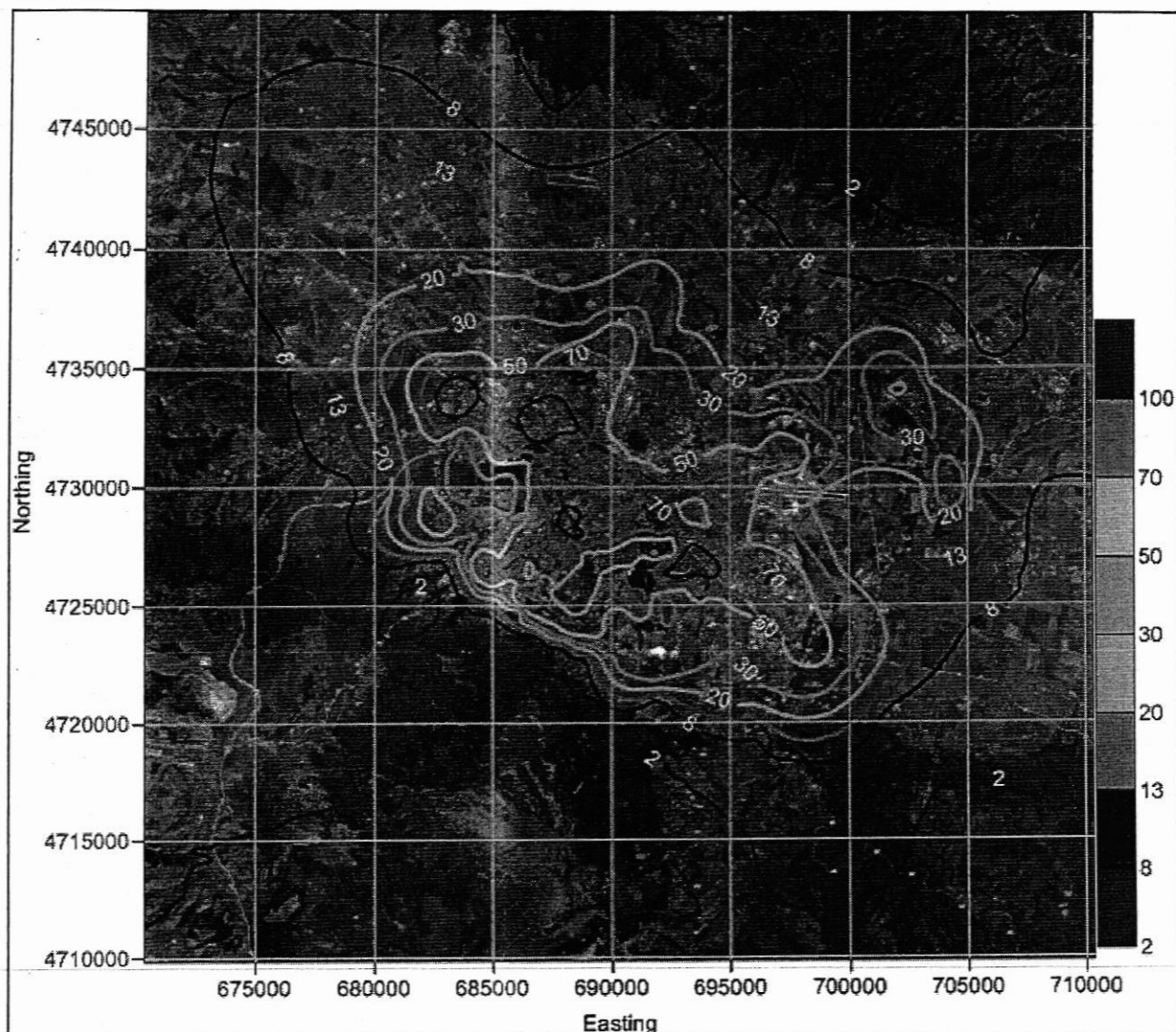


Фигура 6.13 Максимални стойности на СДК на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловени от всички източници с добавен фон ($13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) за 2014 година

Както се вижда, в три зони (червена изолиния) стойностите надхвърлят 6 пъти нормата за СДК $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Тук трябва да се отбележи, че от този факт не могат да се направят никакви заключения. Максималната изчислена или измерена СДК за даден рецептор – точка от изследваната област може да бъде единствена, а всички останали стойности за същата точка (364 денонощия) да бъдат твърде ниски. Ето защо, за период на

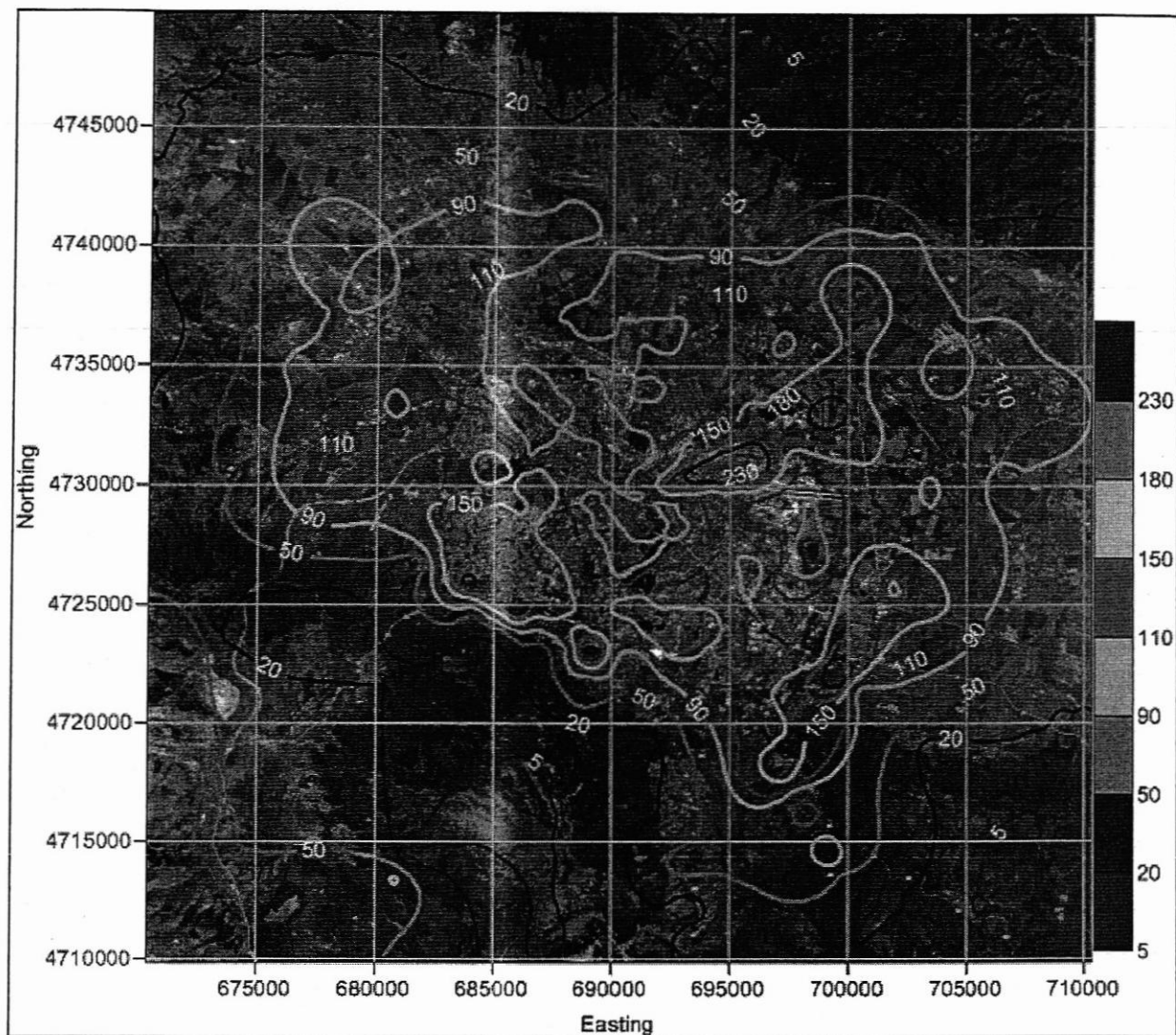
осредняване по-малък от една година се налагат допълнителни анализи преди да се правят каквито и да е изводи относно качеството на въздуха.

Установяването на максимални стойности на СДК над нормата $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ означава, че се налага да бъде проверен броя на превишенията за една календарна година.



Фигура 6.14 Максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловени от автомобилен транспорт за 2014 година

Чистият (без добавяне на фон) принос на автомобилния транспорт към максималните средноденонощни стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ в отделните рецептори е представен на фиг. 6.14. Във вътрешността на червените изолинии средноденонощната норма е надхвърлена повече от два пъти. Зелените изолинии ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ограждат области, в които максималните стойности на СДК са над $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ако се отчете и фонът.



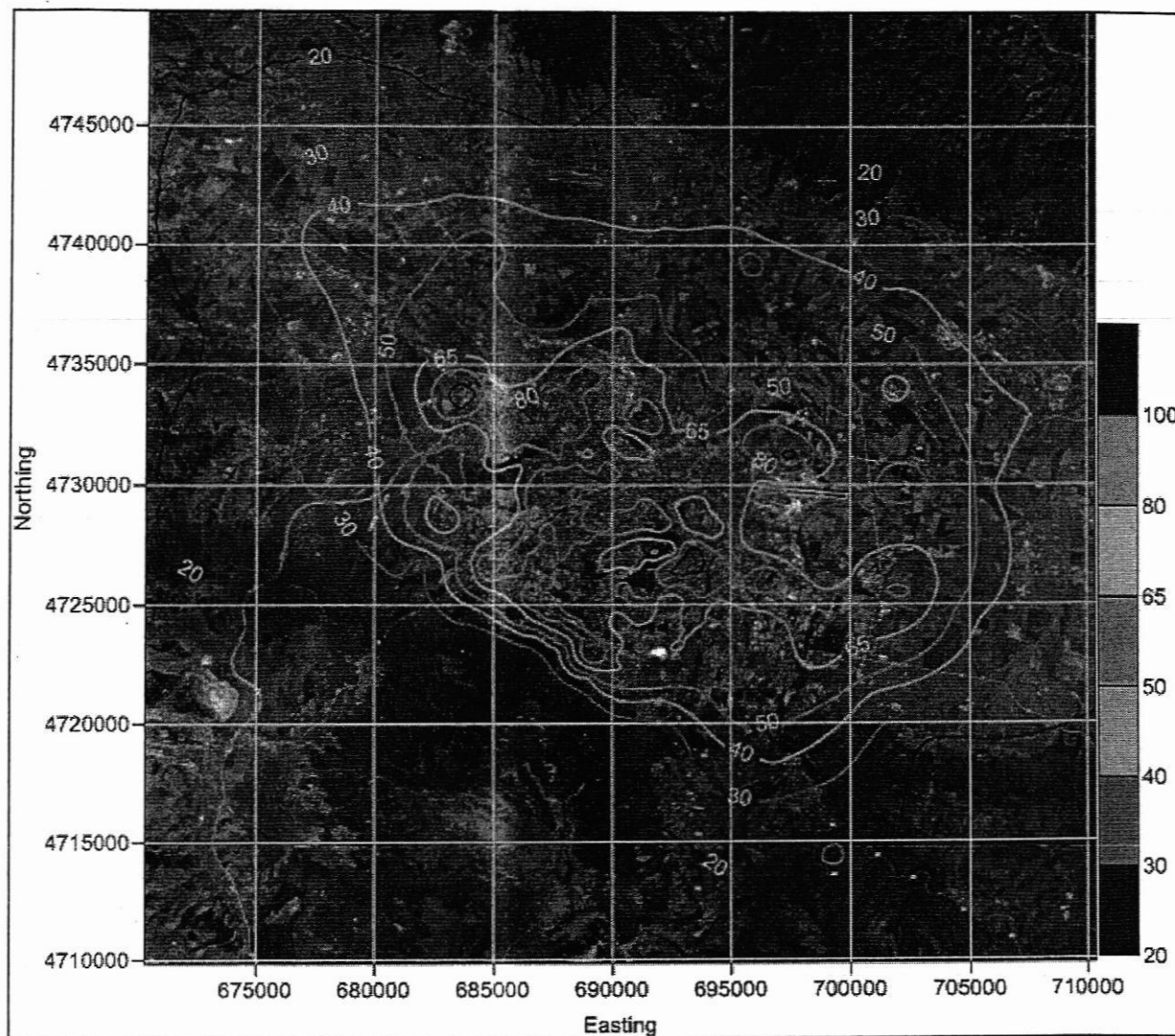
Фигура 6.15 Максимални стойности на СДК на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловени от битово горене за 2014 година

Максималните стойности на СДК на ФПЧ_{10} (фиг. 6.15) трябва да бъдат анализирани и тълкувани по начин, аналогичен на този за максималните стойности, обусловени от автомобилния транспорт. На фиг. 6.15 са представени максималните изчислени стойности на СДК на ФПЧ_{10} , обусловени от битово горене. Стойностите са без добавен фон, т.е. става дума за нетния принос на битовото горене.

На фигурата могат да се отбележат три по-големи зони с максимални стойности на СДК на ФПЧ_{10} над $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Високите максимални стойности на СДК на ФПЧ_{10} , обусловени от битово горене не са изненада. Малката височина на изпускане на отпадъчните газове, ниската им вертикална скорост и ниската им температура са предпоставки за задържане на замърсителите в приземния слой на атмосферата и повишаване на концентрацията на замърсителя.

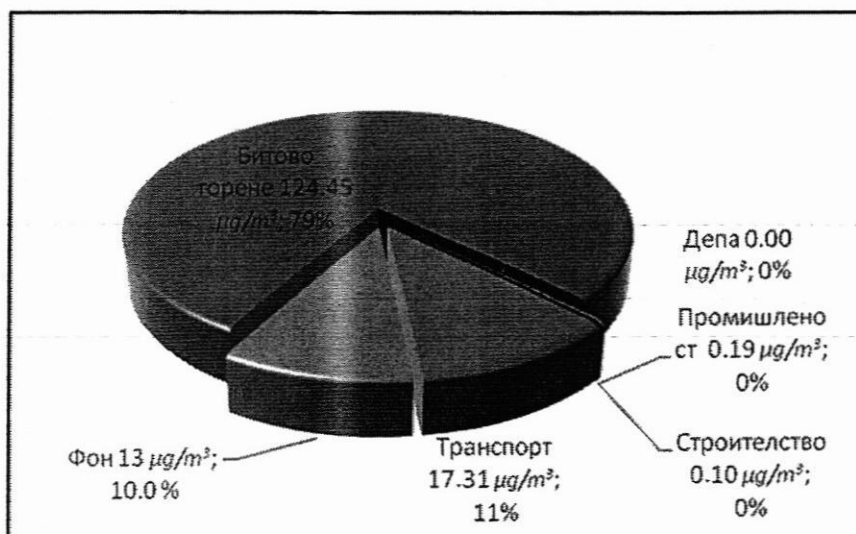
Към тези особености може да се прибави негативното въздействие на честите случаи на безветрие, температурните инверсии, мъглите и др.



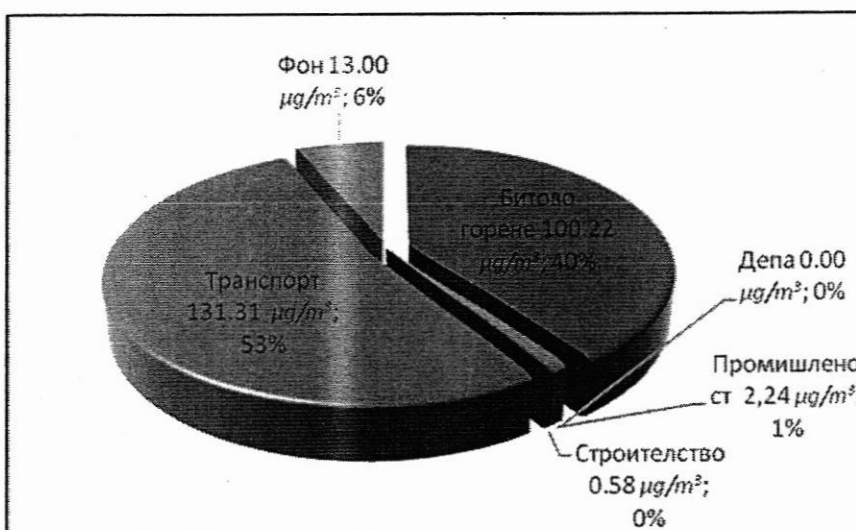
Фигура 6.16 Стойности на 90.4-тия перцентил на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловени от всички източници на територията на общината и фона ($13 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Стойностите на 90.4-тия перцентил на СДК на ФПЧ₁₀, (тридесет и шестата по големина стойност на СДК) са показани на фиг. 6.16. Начертаните изолинии покриват диапазона от 20 до $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Площите, затворени от зелената изолиния ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) се характеризират с повече от 35 превишения на СДК в една календарна година. В точките по самата зелена изолиния приносът на фона възлиза на 26 %.

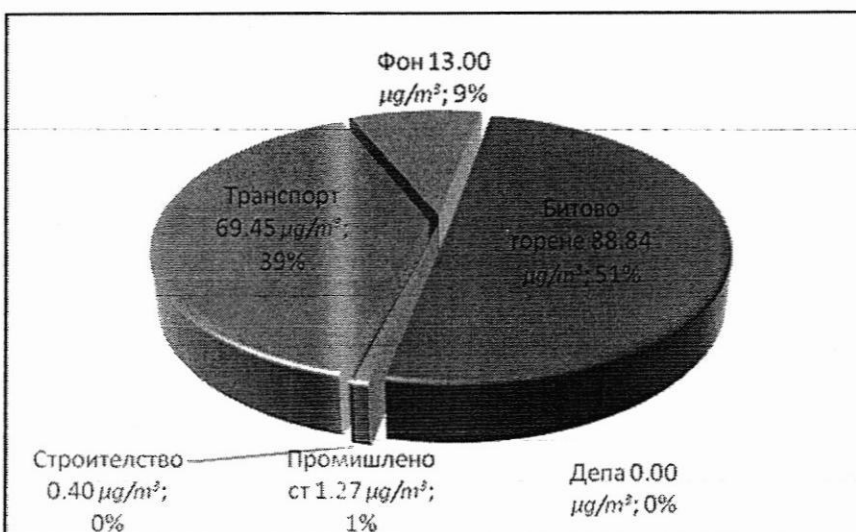
На фигури 6.17 – 6.22 е представен приносът на отделните сектори към максималните стойности за 24-часовата концентрация на ФПЧ₁₀ за отделните пунктове за мониторинг.



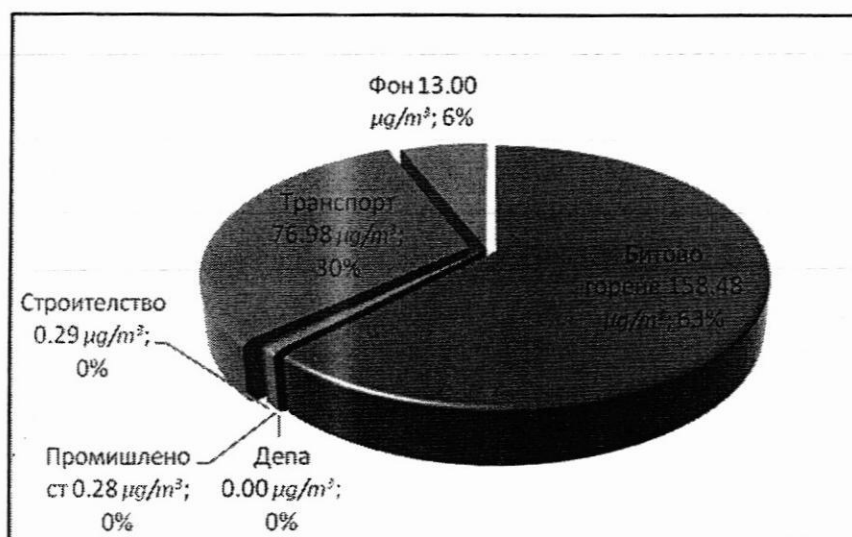
Фигура 6.17 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Гара Яна за 2014 г.



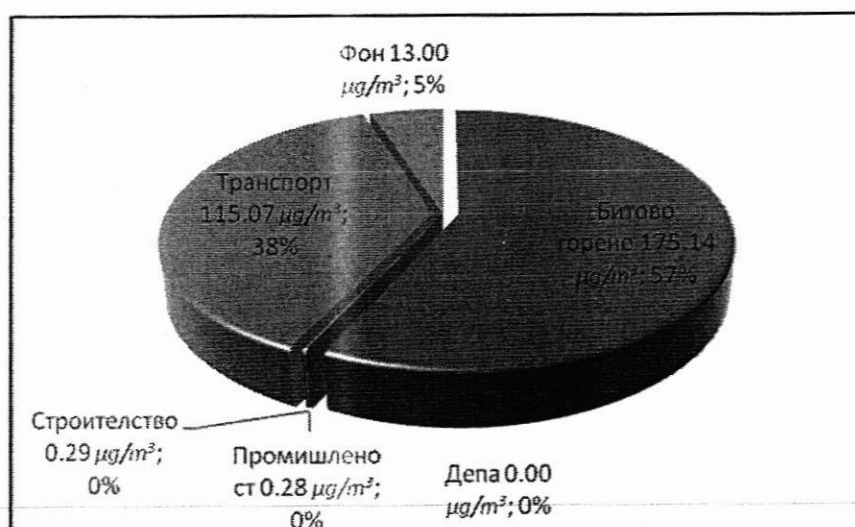
Фигура 6.18 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Орлов мост за 2014 г.



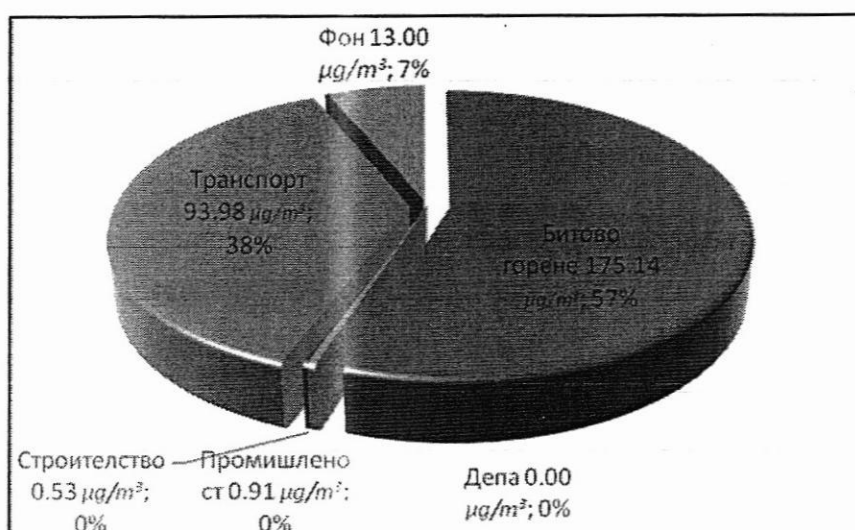
Фигура 6.19 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Надежда за 2014 г.



Фигура 6.20 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Дружба за 2014 г.



Фигура 6.21 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Павлово за 2014 г.



Фигура 6.22 Относителен принос на отделните групи източници към максималната 24-часова концентрация на ФПЧ_{10} в ПМ Хиподрума за 2014 г.

По отношение на максималната стойност на средноденонощната концентрация на ФПЧ_{10} приносът на сектор битово горене е определящ за всички пунктове за мониторинг с изключение на пункт Орлов мост, който е транспортно ориентиран и за него основна роля играе автомобилният транспорт.

Вече бе споменато по-горе, че макар да е транспортно ориентиран, разположението на пункта в средата на областта предполага качеството на атмосферния въздух в него да се обуславя и от други източници на замърсяване.

Поради факта, че битовото горене има сезонен характер (отоплителният период е около 5 месеца в годината), неговият принос към средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} в пункт Орлов мост е по-малък. При формирането на 24-часовата концентрация обаче, приносът на битовото горене може да се окаже значителен, както се вижда от представените фигури.

Максималната средноденонощна концентрация на ФПЧ_{10} в даден пункт е само една от всичките 365 стойности за годината. В много случаи тя може да има инцидентен характер. Тази оценка има важно значение, само ако е по-ниска от средноденонощната норма. Ако такъв факт бъде установен, по-нататъшно изследване по отношение на средноденонощната концентрация на ФПЧ_{10} не е необходимо. В обратния случай следва да се провери има ли и други, превишаващи СДН стойности и какъв е техният брой.

От табл. 6.3 се вижда, че максималните 24-часови стойности обусловени от всички източници, и двата основни сектора транспорт и битово горене, се получават в различни дни, но всички те са през зимния сезон. Ето защо е много вероятно секторът битово горене да е допринесъл в значителна степен за формирането на максималната измерена или изчислена по модела стойност.

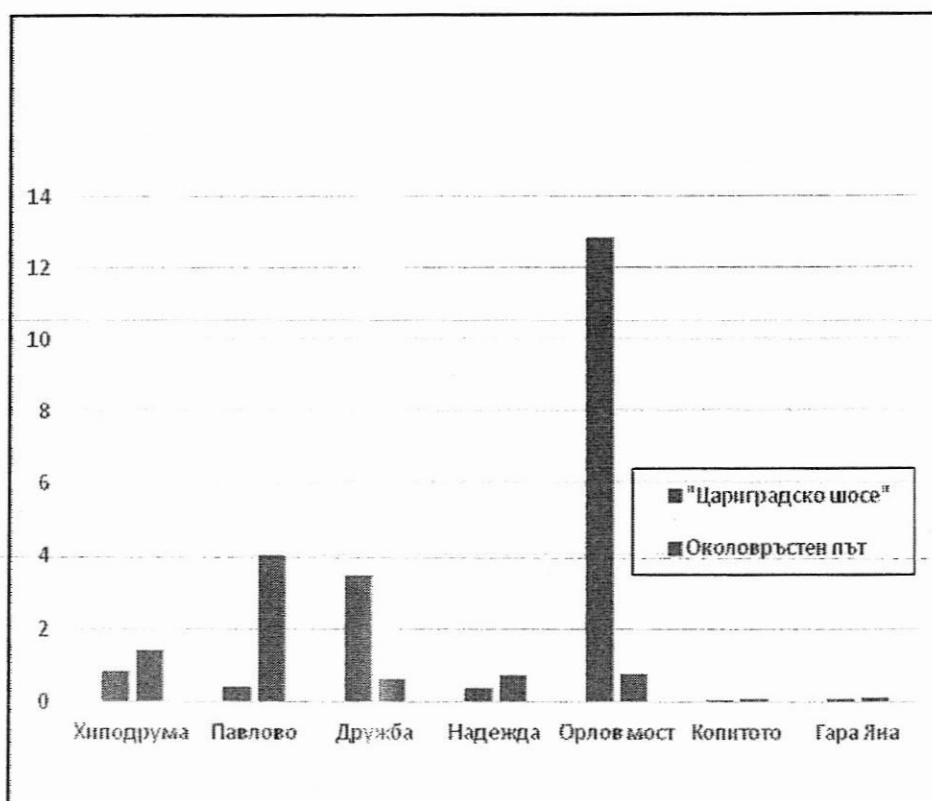
В допълнение е направено специално изследване на приноса на булевардите „Цариградско шосе“ и „Околовръстен път“ към замърсяването на въздуха с ФПЧ_{10} . Както може да се види от данните, представени в табл. 5.7, количеството на замърсителя, емитирано в резултат на движението на превозните средства по „Околовръстния път“ е 450.11 t/y, а по „Цариградско шосе“ 166.5 t/y. Като се отчете разликата в дължините на съответните булеварди, преизчислените емисии са 18.85 и 14.39 t/y.km съответно.

Въпреки това, поради специфичното разположение на бул. „Цариградско шосе“ и пункт Орлов мост, средногодишната концентрация на ФПЧ_{10} в тази точка е в пъти по-голяма от СГК в пункт Павлово – най-близкият до Околовръстния път, (табл. 6.4).

Анализът на представените резултати показва ясно ефекта от изнасянето на трафика извън чертите на града. Още по-ясно този ефект може да се види на фиг. 6.23.

Таблица 6.4 Сравнение на стойностите на СГК на ФПЧ₁₀ обусловени от трафика по южната дъга на Околовръстен път и бул. „Цариградско шосе“

Пункт	UTM		СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловена от:	
	East (m)	North (m)	„Цариградско шосе“	„Околовръстен път“
Хиподрума	688081.4	4727988.5	0.820	1.413
Павлово	685808.9	4726800.3	0.414	3.978
Дружба	695860.4	4725775.3	3.442	0.604
Надежда	689735.2	4733605.9	0.351	0.704
Орлов мост	691412.9	4729087.3	12.840	0.745
Копитото	683772.2	4723083.4	0.021	0.082
Гара Яна	708670.4	4733183.2	0.078	0.129



Фигура 6.23 СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, обусловена от трафика по южна дъга на Околовръстен път и "Цариградско шосе"

Основни източници на замърсяване с ФПЧ₁₀ са:

Автомобилен транспорт

1. Интензивният трафик, обуславя значителни емисии на ФПЧ_{10} при работата на двигателите с вътрешно горене;
2. Задръстванията на множество важни кръстовища в града, обуславят повишени емисии на ФПЧ_{10} от работата на двигателите на празен ход, износването на гуми, асфалтова настилка и фрикционен материал на автомобилните спирачки.
3. Натрупаните на пътното платно пясък, пръст, соли и др. са източници на фини прахови частици. Дори при отсъствие на вятър, това води до вторично замърсяване на въздуха поради турбулизация на приземния въздушен слой от движението на автомобилите. Замърсяването на линейната инфраструктура се дължи на:
 - дейностите по зимното поддържане;
 - непочистени автомобилни гуми на превозни средства, използвани при строителни и изкопни работи, както и такива, които се паркират извън предназначенията за целта места;
 - наличие на площи покрай улици и булеварди, предвидени за озеленяване или за тротоари, но нереализирани като такива, което води до свличане на земни маси на пътното платно.

Битово горене

Изгарят се за отопление големи количества въглища, дърва и горими отпадъци, които имат значителен принос в замърсяването на въздуха с фини прахови частици (ФПЧ_{10}). Освен това, при битово горене праховите частици се емитират на малка височина, което определя по-високи стойности на концентрациите им в приземния слой на атмосферата.

6.2. ПОДРОБНО ОПИСАНИЕ НА ФАКТОРИТЕ, ПРИЧИНА ЗА НАРУШЕНОТО КАВ

Климатичните фактори оказват значително влияние върху КАВ. В град София метеорологичните и топографски условия влияят отрицателно върху разпределението на локалните източници на замърсяване и водят до високи концентрации на ФПЧ_{10} в атмосферния въздух.

Неблагоприятните метеорологични условия рефлектират силно върху ниско емитиращите източници – транспорт (с целогодишно действие) и битово отопление (със сезонно действие и в пряка зависимост от температурата на околната среда).

За моделиране картината на състоянието на замърсеността на въздуха във въздушния басейн на Столична община е използван **AERMOD** дифузионен модел,

разпространяван от Американската агенция за защита на околната среда (EPA). Това е стационарен Гаусов *струен* модел, който пресмята концентрацията от емисиите на три основни типа източници: точкови, обемни и площни.

Входните метеорологични параметри са файлове, предварително подготвени с пре-процесор **AERMET PRO**, който позволява да се вземат предвид промените в поведението на облака със замърсители във височина.

От приземните характеристики на подложната повърхност: височина на грапавост, албедо и параметър на Боуен (количеството влага, което зависи от типа повърхност - градска, открита местност, гора, вода и т.н. и варира в зависимост от сезона и посока на вятъра), **AERMET PRO** изчислява параметрите на приземния граничен слой, които влияят на дисперсията на замърсителите. Тези параметри включват: приземната скорост на триене (мярка за вертикалните потоци на импулса); повърхностния поток топлина (вертикален пренос на топлинна енергия); дължина на Монин-Обухов, която е параметър на устойчивост на въздушните слоеве; височината на слоя на смесване през дена; височината слоя на смесване през нощта и др.

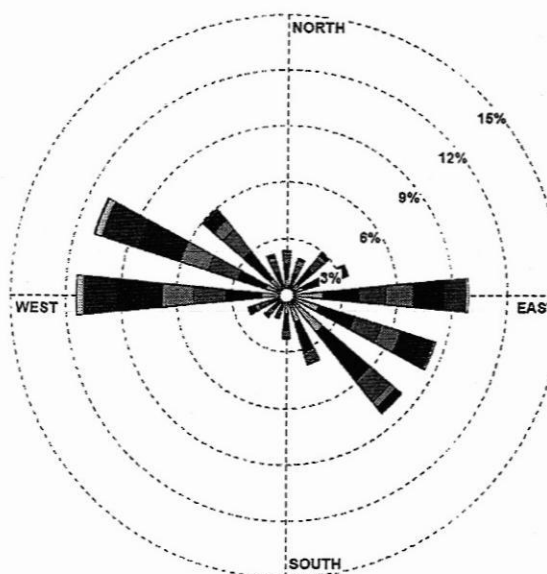
Освен горните параметри метеорологичните файлове съдържат и почасовите записи на скоростта на вятъра и неговата посока, облачност и температура, анализирани по долу.

Рози на вятъра

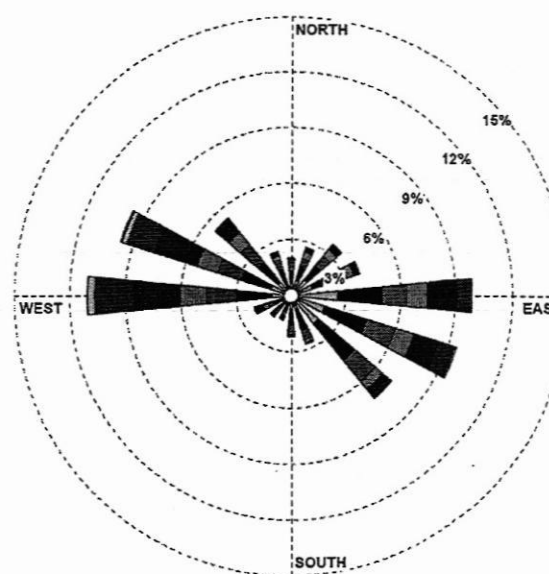
На фигури 6.24 и 6.25 са дадени розите на вятъра за четири години – референтната 2007 г. и следващите 2008, 2009 и 2010г.

Средната годишна скорост за 2007, 2008, 2009 и 2010г. е 2.60, 2.57, 2.40 и 2.63 m/s, съответно.

Както се вижда от фигурите, най-високи скорости (над 9 m/s) има вятърът, който духа от запад, следван от този от запад-северозапад. Силни ветрове с по-малка честота има и от другите, основни посоки на зоналния пренос за територията на страната ни – изток и изток-югоизток. С най-малка честота са ветровете от югозападната четвърт на хоризонта, поради заслона от Витоша. В розите за тези години липсва „фьонова” компонента в скоростите на вятъра.

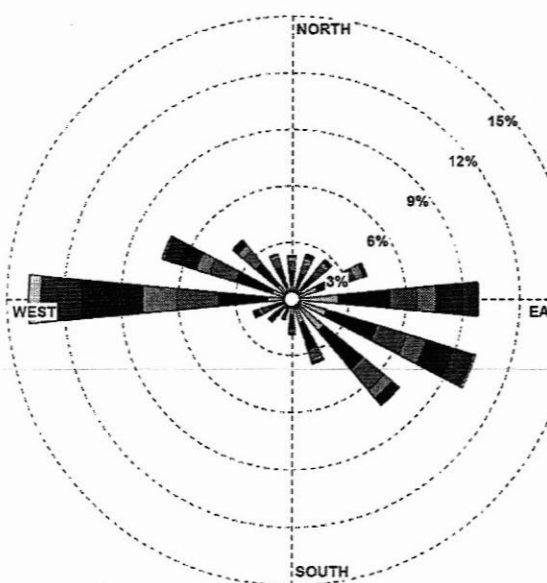


Роза на вятъра за 2007 г. Тихо време 20.9 %

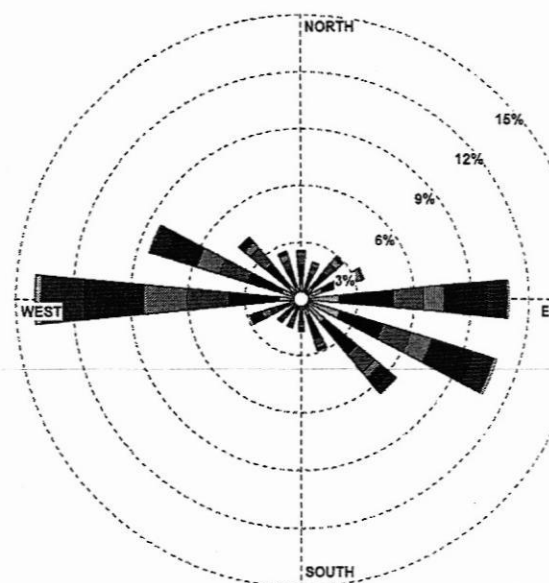


Роза на вятъра за 2008 г. Тихо време 22.87 %

Фигура 6.24 Рози на вятъра от летище София за 2007 и 2008 г.



Роза на вятъра за 2009 г. Тихо време 23.07 %



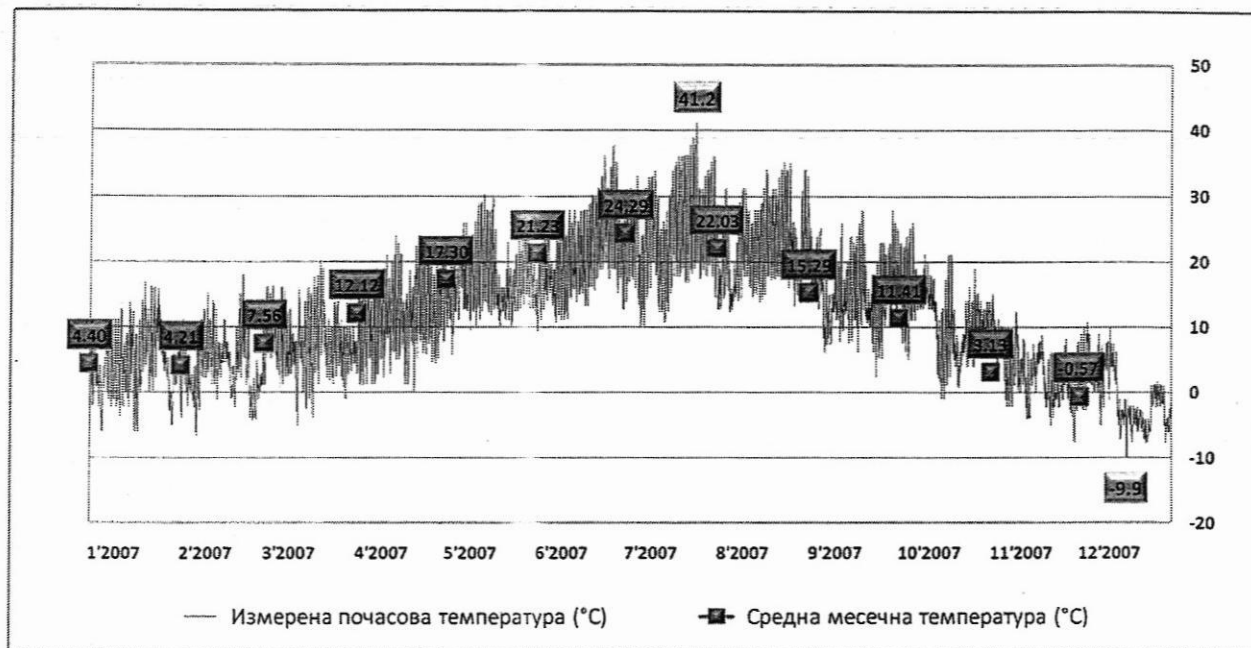
Роза на вятъра за 2010 г. Тихо време 20.67 %

Фигура 6.25 Рози на вятъра от летище София за 2009 и 2010 г.

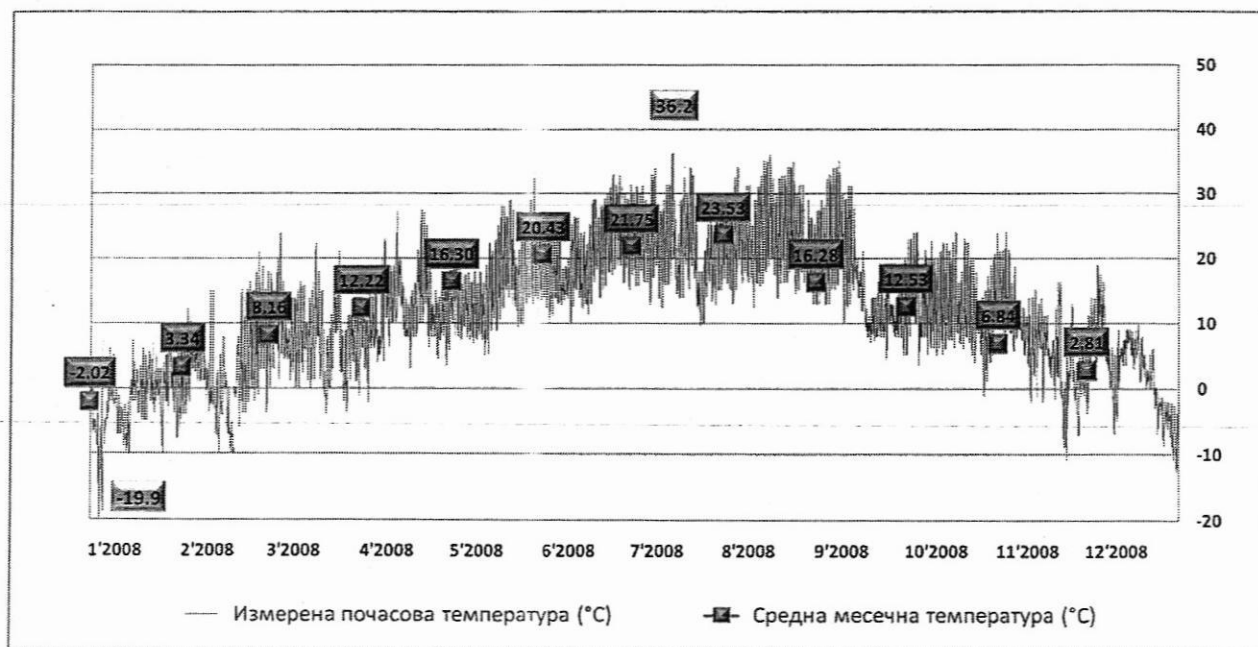
Розата на вятъра за 2014 година е представена на фиг. 6.2.

Температура

На фигури 6.26 – 6.29 са записите на почасовата температура за съответната година.



Фигура 6.26 Температура за 2007 г.



Фигура 6.27 Температура за 2008 г.