



СОКОЛОВСКИ'С ЕНВИРОНМЕНТ ЕООД

1138София, кв. Горубляне, ул. Пролет №27

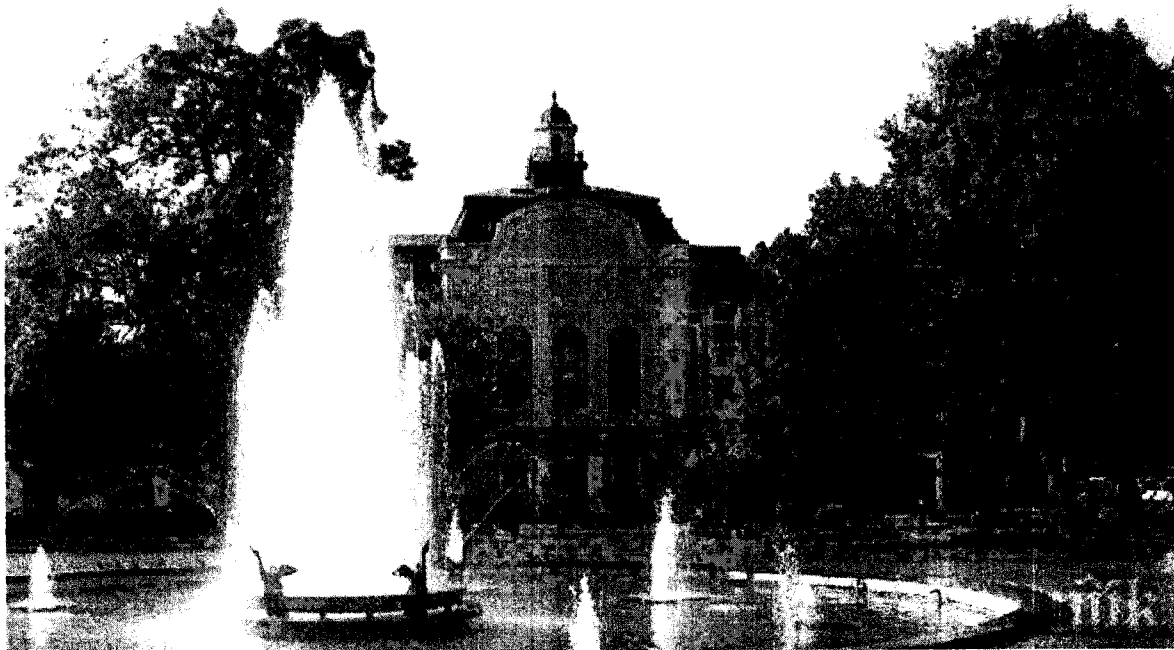
SOKOLOVSKI'S ENVIRONMENT

Gorubliane, 27Prolet street, 1138 Sofia



Tel/Fax (+359 -2) 973-63-29, mobile (+3598) 85-307-992 E-mail : manager@sokolovskisenvironment.com

МЕТОДИКА ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ НА ВРЕДНИ ВЕЩЕСТВА (ЗАМЪРСИТЕЛИ НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ) НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ“



Ръководител на договора

Управител
СОКОЛОВСКИ'С
ЕНВИРОНМЕНТ ЕООД



/проф. д-р инж. Николай Козарев/

/д-р инж. Евгени Соколовски/



Пловдив, 2022



Настоящата методика е разработена на основание Договор № 22ДГ-110/18.02.2022 г., между Община Пловдив качеството и на ВЪЗЛОЖИТЕЛ и „Соколовски'с Енвиронмент“ ЕООД, с ЕИК 200924472 в качеството му на ИЗПЪЛНИТЕЛ на обществена поръчка с предмет: „Разработване на Методика за въвеждане на зони с ниски емисии на вредни вещества (замърсители на атмосферния въздух) на територията на община Пловдив“.

Докладът е изготвен от експертен колектив в състав:

№	Експерт	Организация	Подпис
1.	Проф. д-р инж. Николай Козарев	ХТМУ	
2.	д-р инж. Евгени Соколовски	ХТМУ	
3.	Гл. ас. д-р инж. Нина Илиева	ХТМУ	
4.	Гл. ас. д-р инж. Васил Методиев	ХТМУ	
5.	Маг. инж. Ивайло Предъов	ХТМУ	
6.	Маг. инж. Кети Николова	ХТМУ	



СЪДЪРЖАНИЕ

1	ВЪВЕДЕНИЕ	17
2	ПРЕГЛЕД НА НОРМАТИВНАТА РАМКА.....	18
2.1	ДИРЕКТИВА 2008/50/ЕО И ДОПЪЛВАЩАТА Я ДИРЕКТИВА 2004/107/ЕО.....	18
2.2	ЗАКОН ЗА ЧИСТОТАТА НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ.....	21
2.3	ИЗВОДИ ОТ ПРЕГЛЕДА НА НОРМАТИВНАТА БАЗА.....	22
3	ПРЕГЛЕД НА ВЪВЕДЕНИ ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ В ЕВРОПА.....	22
3.1	ИЗИСКВАНИЯ, ПРИЛАГАНЕ И КАЧЕСТВО НА ВЪЗДУХА.....	22
3.1.1	Регламенти за ЗНЕ.....	23
3.1.2	Камери срещу ръчно управление.....	24
3.1.3	Влияние на разпоредбите на ЗНЕ върху качеството на въздуха.....	25
3.1.4	Основни характеристики и история на ЗНЕ.....	26
3.1.5	Цел и ограничения.....	28
3.1.6	Регламенти на ЕС за качеството на въздуха.....	28
3.2	ПРОУЧВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ВЪВЕДЕНИ НИСКО ЕМИСИОННИ ЗОНИ ЗА ТРАНСПОРТ В НЯКОИ ЕВРОПЕЙСКИ ГРАДОВЕ	29
3.2.1	Градове в Швеция.....	29
3.2.2	Лондон, Великобритания.....	35
3.2.3	Градове в Белгия.....	41
3.2.4	Градове във Франция.....	47
3.3	Изводи	53
4	ПОДХОД ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТОДИКАТА.....	55
5	МОНИТОРИНГ НА КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ (НАСККАВ).....	60
5.1	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ ₁₀	63
5.2	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С АЗОТНИ ОКСИДИ, ИЗРАЗЕНИ КАТО NO ₂	65
5.3	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ВЪГЛЕРОДЕН ОКСИД СО.....	68
5.4	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА СЪС СЕРЕН ДИОКСИД SO ₂	69
5.5	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ОЗОН O ₃	71
5.6	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ФПЧ _{2.5}	71
5.7	ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ.....	72
6	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТ МОНИТОРИНГА НА КАВ.....	74
6.1	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ ₁₀	74
6.2	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО АЗОТНИ ОКСИДИ, ИЗРАЗЕНИ КАТО NO ₂	84
6.3	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ВЪГЛЕРОДЕН ОКСИД СО.....	101
6.4	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО СЕРЕН ДИОКСИД SO ₂	106
6.5	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ОЗОН O ₃	114
6.6	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ _{2.5}	120
6.7	АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ.....	125
7	АНАЛИЗ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНАТА.....	133
7.1	ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА.....	137
7.2	ОТНОСИТЕЛНА ВЛАЖНОСТ.....	141
7.3	ТОЧКА НА ОРОСЯВАНЕ.....	142
7.4	СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ.....	144
7.5	СКОРОСТ НА ВЯТЪРА.....	146
7.6	РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ЧЕСТОТАТА НА ПОСОКИТЕ И НА СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА ПО ОТДЕЛНИТЕ ПОСОКИ (РОЗА НА ВЯТЪРА).....	148
7.7	ВАЛЕЖИ И МЪГЛИ.....	152
8	ИЗВОДИ ОТ АНАЛИЗА НА ДАННИТЕ ОТ МОНИТОРИНГА НА КАВ И МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ В ОБЩИНА ПЛОВДИВ.....	159



8.1	Относно качеството на атмосферния въздух в района на град Пловдив	159
8.2	Относно оперативни мерки и действия за намаляване на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди в атмосферния въздух на община Пловдив от автомобилния транспорт	161
8.3	Относно оперативни мерки и действия за намаляване на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди в атмосферния въздух на община Пловдив от битово горене за отопление	162
9	АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ВАРИАНТИ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ.....	163
9.1	ВАРИАНТИ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ ТРАНСПОРТ.....	164
9.1.1	Варианти на териториалния обхват на ЗНЕ	165
9.1.2	Варианти на наложени рестрикции за навлизане и движение в ЗНЕ	167
9.1.3	Технически показатели	167
9.1.4	Екологични показатели	167
9.1.5	Социални показатели и ефекти	168
9.1.6	Финансови показатели	169
9.2	ВАРИАНТИ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ.....	171
9.2.1	Технически показатели	171
9.2.2	Екологични показатели	172
9.2.3	Социални показатели и ефекти	172
9.2.4	Финансови показатели	172
9.2.5	Начини за информирание на обществеността и обсъждане на въвеждането на зона с ниски емисии	173
9.2.6	Начини за оценка на ефектите от прилагане на зоните с ниски емисии	173
10	ОЦЕНКА НА ЕФЕКТА ОТ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ ТРАНСПОРТ И БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ ВЪРХУ КАВ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ	174
10.1	Зона с ниски емисии от автомобилен транспорт.....	177
10.1.1	Оценка на КАВ при етап 0 (базово състояние)	177
10.1.2	Оценка на КАВ при вариант 1	198
10.1.3	Оценка на КАВ при вариант 2	208
10.1.4	Сравнение на КАВ при варианти 1 и 2	209
10.1.5	Оценка на КАВ при вариант 3	217
10.2	Зона с ниски емисии от битово горене за отопление	226
10.2.1	Оценка на КАВ при етап 0 (базово състояние)	227
10.2.2	Оценка на КАВ при етап 1	233
10.2.3	Оценка на КАВ при етап 2	238
10.2.4	Оценка на КАВ при етап 3	242
11	СИСТЕМА ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА СТЕПЕНТА НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГР. ПЛОВДИВ.....	247
12	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	249
12.1	Относно качеството на атмосферния въздух в района на град Пловдив.	249
12.2	Относно оперативни мерки и действия за намаляване на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди в атмосферния въздух на община Пловдив от автомобилния транспорт.	251
12.3	Относно оперативни мерки и действия за намаляване на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди в атмосферния въздух на община Пловдив от битово горене за отопление.	252
12.4	Ефекти от въвеждане на зони с ниски емисии върху качеството на приземния слой на атмосферния въздух на територията на община Пловдив	253
13	ПРИНОСИ НА РАЗРАБОТКАТА.....	254
14	ПРЕПОРЪКИ.....	255
15	ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	256



СПИСЪК НА ТАБЛИЦИТЕ

ТАБЛИЦА 3.1 ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА АВТОМАТИЧНИЯ И РЪЧНИЯ КОНТРОЛ НА ЗНЕ	25
ТАБЛИЦА 3.2 НЯКОИ ВАЖНИ ДИРЕКТИВИ НА ЕС, РЕГУЛИРАЩИ КАЧЕСТВОТО НА ВЪЗДУХА	28
ТАБЛИЦА 3.3 ПРЕГЛЕД НА ИЗИСКВАНИЯТА И МЕТОДА НА ПРИЛАГАНЕ НА НИСКОЕМИСИОННИ ЗОНИ В ЛОНДОН.	37
ТАБЛИЦА 3.4 СТИКЕРИ ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ НА ЕКОЛОГИЧНИЯ КЛАС ВЪВ ФРЕНСКИТЕ ЗНЕ	49
ТАБЛИЦА 5.1 НАЛИЧНОСТ И ПЪЛНОТА НА СЪБРАНИТЕ СРЕДНОЧАСОВИ ДАННИ В ПУНКТОВЕТЕ ЗА МОНИТОРИНГ	60
ТАБЛИЦА 5.2 АНОМАЛИИ В ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОЧАСОВИ СТОЙНОСТИ (БРОЙ ЧАСОВЕ) – ЛИПСВАЩИ ИЗМЕРВАНИЯ, НУЛЕВИ СТОЙНОСТИ И ОТРИЦАТЕЛНИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ЗАМЪРСИТЕЛИТЕ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	62
ТАБЛИЦА 5.3 НАЛИЧНОСТ И ПЪЛНОТА НА СЪБРАНИТЕ СРЕДНОДЕНОНОЩНИ ДАННИ ОТ РЪЧЕН ПРОБОНАБОР В ПУНКТОВЕТЕ ЗА МОНИТОРИНГ	62
ТАБЛИЦА 5.4 АНОМАЛИИ В ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДЕНОНОЩНИ (БРОЙ ДНИ) – ЛИПСВАЩИ, НУЛЕВИ И ОТРИЦАТЕЛНИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ЗАМЪРСИТЕЛИТЕ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	62
ТАБЛИЦА 5.5 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$	63
ТАБЛИЦА 5.6 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$	64
ТАБЛИЦА 5.7 - СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$	65
ТАБЛИЦА 5.8 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ, БРОЙ ПРЕВИШЕНИЯ НА СЧН И 99.8-МИ ПЕРЦЕНТИЛ НА СЧК НА NO_2	66
ТАБЛИЦА 5.9 ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА СГК НА CO , MG/M^3 , В ПУНКТОВЕ „КАМЕНИЦА“ И „ТРАКИЯ“	68
ТАБЛИЦА 5.10 МАКСИМАЛНА 8-ЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА CO MG/M^3 (ПЪЛЗЯЩО СРЕДНО)	69
ТАБЛИЦА 5.11 – ИЗМЕРЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА SO_2	69
ТАБЛИЦА 5.12 – СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ОЗОН $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	71
ТАБЛИЦА 5.13 – СМК НА ОЗОН, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021	71
ТАБЛИЦА 5.14 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ2.5, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „КАМЕНИЦА“	72
ТАБЛИЦА 5.15 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ, NG/M^3 , В АИС „ТРАКИЯ“	73
ТАБЛИЦА 6.1 ИЗМЕРЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА SO_2	106
ТАБЛИЦА 6.2 МАКСИМАЛНИ 8-ЧАСОВИ СРЕДНИ СТОЙНОСТИ, ГОДИШЕН БРОЙ ПРЕВИШЕНИЯ, БРОЙ ДЕНОНОЩΙΑ С ПРЕВИШЕНИЯ И СРЕДЕН ТРИГОДИШЕН БРОЙ ПРЕВИШЕНИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ОЗОН $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ИЗМЕРЕНИ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	115
ТАБЛИЦА 6.3 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ОЗОН $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	115
ТАБЛИЦА 6.4 СМК НА ОЗОН $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	116
ТАБЛИЦА 6.5 ИЗМЕНЕНИЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ФУНКЦИЯТА НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИЗМЕРЕНИТЕ СТОЙНОСТИ НА ОТНОШЕНИЕТО СДК ФПЧ2.5 / СДК НА ФПЧ10 В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 Г.	123
ТАБЛИЦА 6.6 МЕСЕЧНИ СТОЙНОСТИ НА КОВФИЦИЕНТА НА КОРЕЛАЦИЯ МЕЖДУ БЕНЗО(А)ПИРЕН И ФПЧ2.5 ЗА ПЕРИОДА 2016-2021	130
ТАБЛИЦА 6.7 МЕСЕЧНИ СТОЙНОСТИ НА КОВФИЦИЕНТА НА КОРЕЛАЦИЯ МЕЖДУ БЕНЗО(А)ПИРЕН И ФПЧ10	131
ТАБЛИЦА 7.1 ПУНКТОВЕ ЗА МОНИТОРИНГ НА КАВ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГРАД ПЛОВДИВ	134
ТАБЛИЦА 7.2 ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПМ АИС „КАМЕНИЦА“ (PLD2) КОД BG0051A	135
ТАБЛИЦА 7.3 ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПМ АИС „Ж.К. ТРАКИЯ“ (PV5) КОД BG0072A	136
ТАБЛИЦА 7.4 СРЕДНОМЕСЕЧНА И МИНИМАЛНА/МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА $^{\circ}\text{C}$ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	137
ТАБЛИЦА 7.5 СРЕДНОМЕСЕЧНА И МИНИМАЛНА/МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА ОТНОСИТЕЛНА ВЛАЖНОСТ НА ВЪЗДУХА, %, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	141



ТАБЛИЦА 7.6 СРЕДНОМЕСЕЧНА И МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ, W/m ² , ЗА ПЕРИОДА 2016-2021.....	144
ТАБЛИЦА 7.7 ИЗМЕРЕНА СРЕДНОМЕСЕЧНА СКОРОСТ НА ВЯТЪРА, M/S, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	146
ТАБЛИЦА 7.8 МЕСЕЧНА СУМА НА ВАЛЕЖИТЕ ММ ЗА МЕТЕОСТАНЦИЯ WMO 12625 ЗА ПЕРИОДА 2019-2021 ГОДИНА..	153
ТАБЛИЦА 7.9 ОБОБЩЕНИЕ НА ЧАСОВЕТЕ И БРОЯ ДНИ С МЪГЛА И ВАЛЕЖНИ ЯВЛЕНИЯ ПО METAR ДАННИТЕ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	154
ТАБЛИЦА 7.10 МЕСЕЧНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА БРОЯ НА ЧАСОВЕТЕ С МЪГЛА И ВАЛЕЖИ ПО METAR ДАННИТЕ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	154
ТАБЛИЦА 7.11 БРОЙ НА ДНИ С МЪГЛА ПО МЕСЕЦИ ЗА ГРАД ПЛОВДИВ, ПО ДАННИ ОТ „КЛИМАТИЧЕН СПРАВОЧНИК НА БЪЛГАРИЯ“, ТОМ 2, БАН, 1979 (ИНСТИТУТ ПО ХИДРОЛОГИЯ И МЕТЕОРОЛОГИЯ, 1979)	157
ТАБЛИЦА 9.1 ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКО ГРУПАТА НА АВТОМОБИЛИТЕ.....	164
ТАБЛИЦА 9.2 ПРИБЛИЗИТЕЛЕН ФИНАНСОВ РАЗЧЕТ ЗА ОСТОЙНОСТЯВАНЕ НА ВЪВЕЖДАНЕТО НА ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ .	170
ТАБЛИЦА 10.1 ЕМИСИОННИ ФАКТОРИ ЗА ДВГ ЗА ЛЕКИ АВТОМОБИЛИ	178
ТАБЛИЦА 10.2 ЕМИСИОННИ ФАКТОРИ ЗА ИЗНОСВАНЕ НА ГУМИ, СПИРАЧКИ И ПЪТНА НАСТИЛКА.....	179
ТАБЛИЦА 10.3 РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА АВТОМОБИЛНИЯ ТРАФИК В ДЕНОНОЩИЕТО.....	180
ТАБЛИЦА 10.4 МАКСИМАЛЕН БРОЙ (ПИКОВ ЧАС) ПРЕМИНАЛИ АВТОМОБИЛИ ПО ЛИНЕЙНИТЕ УЧАСТЪЦИ В ЗНЕ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ	181
ТАБЛИЦА 10.5 БРОЙ АВТОМОБИЛИ, НА ТЕРИТОРИЯТА НА ПЛОЩНИТЕ УЧАСТЪЦИ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ЗНЕ	183
ТАБЛИЦА 10.6 СУМАРНИ ЕМИСИИ ОТ ЛИНЕЙНИТЕ УЧАСТЪЦИ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ.....	184
ТАБЛИЦА 10.7 СУМАРНИ ЕМИСИИ ОТ ПЛОЩНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ.....	185
ТАБЛИЦА 10.8 НАЙ-ВИСОКИ 10 СТОЙНОСТИ НА СГК , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, НА АЗОТЕН ДИОКСИД, ОТ АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ	188
ТАБЛИЦА 10.9. МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА NO ₂ , $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ОТ ВСИЧКИ, ОТ ЛИНЕЙНИ И ОТ ПЛОЩНИ ИЗТОЧНИЦИ	189
ТАБЛИЦА 10.10 МАКСИМАЛНИ 10 СТОЙНОСТИ НА СГК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ОТ ВСИЧКИ И ОТ ГРУПИТЕ ИЗТОЧНИЦИ.....	194
ТАБЛИЦА 10.11 МАКСИМАЛНИ ИЗЧИСЛЕНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10 ОТ АВТОМОБИЛЕН ТРАНСПОРТ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ.....	195
ТАБЛИЦА 10.12 ИЗЧИСЛЕНИ СТОЙНОСТИ НА СГК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПУНКТОВЕ КАМЕНИЦА И ТРАКИЯ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ	195
ТАБЛИЦА 10.13 ИЗЧИСЛЕНИ МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПУНКТОВЕ КАМЕНИЦА И ТРАКИЯ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ	195
ТАБЛИЦА 10.14 НАЙ-ВИСОКИ 10 СТОЙНОСТИ НА СГК , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, НА NO ₂ , ОТ АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	199
ТАБЛИЦА 10.15. МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА NO ₂ , $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ОТ ВСИЧКИ, ОТ ЛИНЕЙНИ И ОТ ПЛОЩНИ ИЗТОЧНИЦИ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	200
ТАБЛИЦА 10.16 ИЗЧИСЛЕНИ СТОЙНОСТИ НА СГК НА NO ₂ , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПУНКТОВЕ КАМЕНИЦА И ТРАКИЯ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	201
ТАБЛИЦА 10.17 ИЗЧИСЛЕНИ МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА NO ₂ , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПУНКТОВЕ КАМЕНИЦА И ТРАКИЯ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	201
ТАБЛИЦА 10.18 НАЙ-ВИСОКИ 10 СТОЙНОСТИ НА СГК, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, НА ФПЧ10, ОТ АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	202
ТАБЛИЦА 10.19 МАКСИМАЛНИ ИЗЧИСЛЕНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ПРИ ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ - ВАРИАНТ 1	203



Таблица 10.20 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	203
Таблица 10.21 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	203
Таблица 10.22 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 , от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	209
Таблица 10.23. Максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички, от линейни и от площни източници при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	210
Таблица 10.24 Изчислени стойности на СГК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	210
Таблица 10.25 Изчислени максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	211
Таблица 10.26 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на ФПЧ10, от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	211
Таблица 10.27 Максимални СДК на ФПЧ10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	212
Таблица 10.28 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	212
Таблица 10.29 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ2, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2	212
Таблица 10.30 Повишение на екстремалните показатели за КАВ	217
Таблица 10.31 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	218
Таблица 10.32. Максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички, от линейни и от площни източници при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	219
Таблица 10.33 Изчислени стойности на СГК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	220
Таблица 10.34 Изчислени максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	220
Таблица 10.35 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на ФПЧ10, от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	220
Таблица 10.36 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ10, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	221
Таблица 10.37 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ10, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	221
Таблица 10.38 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ10, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	222
Таблица 10.39 Брой жители по райони в град Пловдив	227
Таблица 10.40 Емисионни фактори за ФПЧ10, ФПЧ2.5, NO_x и ПАВ	228
Таблица 10.41 Емисии на замърсители от битово горене за отопление при базовото състояние – етап 0	228
Таблица 10.42 Заменени стари отоплителни устройства за етап 1 - до 2022 година	233
Таблица 10.43 Емисии на ФПЧ10, NO_2 и ПАВ от битово горене в резултат от мерките през етап 1	233
Таблица 10.44 Емисии на ФПЧ10, NO_2 и ПАВ от битово горене до края на етап 2 (2024 година)	238



ТАБЛИЦА 10.45 ЗАМЕНЕНИ СТАРИ ОТОПИТЕЛНИ УСТРОЙСТВА ЗА ЕТАП 2 (ДО КРАЯ НА 2024 ГОДИНА)	238
ТАБЛИЦА 10.46 СПЕСТЕНИ ЕМИСИИ НА ФПЧ10, NO2 И ПАВ ЗА ПЕРИОДА 2018 – 2024 ГОДИНА	238
ТАБЛИЦА 10.47 ЕМИСИИ НА ФПЧ10, NO2 И ПАВ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ЕТАП 3	243

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

ФИГУРА 3.1 ГРАНИЦИ НА НИСКОЕМИСИОННИТЕ ЗОНИ В СТОКХОЛМ.....	30
ФИГУРА 3.2 СПАЗВАНЕ НА РАЗПОРЕДБИТЕ ЗА ЗНЕ В СТОКХОЛМ, 1997-2007 (ЧЕРВЕНО - НЕСПАЗВАНЕ). ИЗТОЧНИК: STOCKHOLM STAD 2008.....	32
ФИГУРА 3.3 СПАЗВАНЕ НА РАЗПОРЕДБИТЕ ЗА НИСКОЕМИСИОННИ ЗОНИ В МАЛМЬО, 2007-2012. ИЗТОЧНИК: GYARMATI, MALMÖ STAD	32
ФИГУРА 3.4 КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO2 НА ИЗБРАНИ МЕСТА ЗА ДВИЖЕНИЕ В СТОКХОЛМ И ГЪОТЕБОРГ. ИЗТОЧНИК: ЕАОС	34
ФИГУРА 3.5 КОНЦЕНТРАЦИИ НА ФПЧ10 НА ИЗБРАНИ МЕСТА ЗА ДВИЖЕНИЕ В СТОКХОЛМ И ГЪОТЕБОРГ. ИЗТОЧНИК: ЕАОС	34
ФИГУРА 3.6 ГРАНИЦИ ЗА НИСКОЕМИСИОННАТА ЗОНА И ТЗ-ЗОНА НА ЛОНДОН ИЗТОЧНИК: ТРАНСПОРТ ЗА ЛОНДОН.....	36
ФИГУРА 3.7 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO2 В ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ СТАНЦИИ НА ПЪТЯ В ОБЕДИНЕНОТО КРАЛСТВО (ИЗТОЧНИК: DEFRA).....	40
ФИГУРА 3.8 ТЕНДЕНЦИЯ НА СРЕДНОГОДИШНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10 В КРАЙПЪТНИТЕ ИЗМЕРВАТЕЛНИ СТАНЦИИ В ОБЕДИНЕНОТО КРАЛСТВО (ИЗТОЧНИК: DEFRA)	41
ФИГУРА 3.9 НИСКОЕМИСИОННИ ЗОНИ В АНТВЕРПЕН (ОРАНЖЕВИ МЕХУРЧЕТА – АВТОМАТИЗИРАНО ИЗДАВАНЕ НА ДНЕВНИ ПРОПУСКИ). ИЗТОЧНИК: ГРАД АНТВЕРПЕН	42
ФИГУРА 3.10 ЗОНА С НИСКИ ЕМИСИИ В БРЮКСЕЛ.....	43
ФИГУРА 3.11 МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НА ANPR-КАМЕРИТЕ В АНТВЕРПЕН (СИНИ ЗВЕЗДИ - КАМЕРИ, РАБОТЕЩИ ПРЕЗ ЯНУАРИ 2017 Г., ЖЪЛТИ ЗВЕЗДИ - ПЛАНИРАНИ НОВИ КАМЕРИ). ИЗТОЧНИК: GAZET VAN ANTWERPEN 2017 Г.....	44
ФИГУРА 3.12 СРЕДНОГОДИШНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO2 В ДВЕ ПЪТНИ СТАНЦИИ В БЕЛГИЯ. ИЗТОЧНИК: ЕАОС.....	46
ФИГУРА 3.13 СРЕДНОГОДИШНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ФПЧ10 В ДВА ИЗМЕРВАТЕЛНИ ПУНКТА В БЕЛГИЯ. ИЗТОЧНИК: ЕАОС.....	46
ФИГУРА 3.14 ТЕНДЕНЦИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ФПЧ10 В БЕЛГИЯ ЗА ПЕРИОДА 2000-2016 Г. ИЗТОЧНИК: IRCELINE 2017.....	47
ФИГУРА 3.15 ZCP В ГРЕНОБЪЛ.....	50
ФИГУРА 3.16 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO2 В ТРИ ИЗБРАНИ ПЪТНИ СТАНЦИИ ВЪВ ФРАНЦИЯ. ИЗТОЧНИК: ЕАОС	52
ФИГУРА 3.17 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10 В ТРИ ИЗБРАНИ ПЪТНИ СТАНЦИИ ВЪВ ФРАНЦИЯ	52
ФИГУРА 3.18 КАРТА НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO2 ПРЕЗ 2019 Г. ПРИ ОБИЧАЙНАТА СИТУАЦИЯ (ВЛЯВО) ДО СИТУАЦИЯ С НИСКОЕМИСИОННИ ЗОНИ, КОЯТО ПОЗВОЛЯВА САМО ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА С ЖЪЛТИ, ЛИЛАВИ ИЛИ ЗЕЛЕНИ СТИКЕРИ. ОБЛАСТИТЕ, ОЦВЕТЕНИ В ЧЕРВЕНО, СА НАД СРЕДНОГОДИШНАТА ПРЕДЕЛНО ДОПУСТИМА СТОЙНОСТ ЗА NO2. ИЗТОЧНИК: AIRPARIF 2018.....	53
ФИГУРА 4.1 ОСНОВНИ ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ.....	56
ФИГУРА 4.2 СХЕМА НА ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ ОТ ТРАНСПОРТ И БИТОВО ОТОПЛЕНИЕ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ	59
ФИГУРА 5.1 ЛИПСВАЩИ СРЕДНОЧАСОВИ ДАННИ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ИЗСЛЕДВАНИЯ ПЕРИОД И АНАЛИЗИРАНИТЕ	



ЗАМЪРСИТЕЛИ.....	61
ФИГУРА 5.2 ЛИПСВАЩИ СРЕДНОЧАСОВИ ДАННИ ОТ АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ИЗСЛЕДВАНИЯ ПЕРИОД И АНАЛИЗИРАНИТЕ ЗАМЪРСИТЕЛИ.....	61
ФИГУРА 5.3 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ПО ДАННИ НАСККАВ	63
ФИГУРА 5.4 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СРЕДНОДЕНОНОЩНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ЗА ПЕРИОДА 2016 – 2021 ГОДИНА	64
ФИГУРА 5.5 БРОЙ НА ПРЕВИШЕНИЯТА НА СДН НА ФПЧ10 ЗА ПЕРИОДА 2016 – 2021Г	65
ФИГУРА 5.6 СТОЙНОСТИ НА 90.4-ТИЯ ПЕРЦЕНТИЛ НА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПЕРИОДА 2016 – 2021 ГОДИНА	65
ФИГУРА 5.7 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$	66
ФИГУРА 5.8 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	67
ФИГУРА 5.9 БРОЙ ПРЕВИШЕНИЯ НА СЧН НА NO_2 ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	67
ФИГУРА 5.10 СТОЙНОСТИ НА 99.8-МИ ПЕРЦЕНТИЛ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO_2 ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	68
ФИГУРА 5.11 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА CO MG/M^3	68
ФИГУРА 5.12 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СРЕДНА ОСЕМЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА CO , MG/M^3 , ЗА ПЕРИОДА 2016– 2021 ГОДИНА	69
ФИГУРА 5.13 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА SO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	70
ФИГУРА 5.14 СТОЙНОСТИ НА 99.18-ТИЯ ПЕРЦЕНТИЛ НА СДК НА SO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА ПЕРИОДА 2016–2021.....	71
ФИГУРА 5.15 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ2.5 $\mu\text{G}/\text{M}^3$, АИС „КАМЕНИЦА“, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	72
ФИГУРА 5.16 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ NG/M^3 , АИС „Т РАКИЯ“, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА ..	73
ФИГУРА 6.1 СМК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛНИТЕ МЕСЕЦИ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2016-2021	74
ФИГУРА 6.2 СРЕДНОМЕСЕЧНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ЗА КОНКРЕТНИТЕ МЕСЕЦИ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2016-2021	74
ФИГУРА 6.3 ВРЕМЕВИ РЕД НА СРЕДНОМЕСЕЧНИТЕ ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „КАМЕНИЦА“	75
ФИГУРА 6.4 – КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ВЪВ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	76
ФИГУРА 6.5 – КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СЧК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „КАМЕНИЦА“ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ, ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	76
ФИГУРА 6.6 - КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	77
ФИГУРА 6.7 - КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	78
ФИГУРА 6.8 СРЕДНОМЕСЕЧНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛНИТЕ МЕСЕЦИ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2016-2021.....	79
ФИГУРА 6.9 СМК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА КОНКРЕТНИТЕ МЕСЕЦИ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2016-2021	79
ФИГУРА 6.10 - ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В ПМ „ТРАКИЯ“, 2016 – 2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	80



ФИГУРА 6.11 ИЗМЕНЕНИЕ НА СЧК НА ФПЧ10 ПО ДНИ И МЕСЕЦИ, В АИС „ТРАКИЯ“, 2016 - 2021 ГОДИНА	81
ФИГУРА 6.12 - КАРТА НА СТОЙНОСТИТЕ НА СЧК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 2016 ДО 2021 ГОДИНА	82
ФИГУРА 6.13 - КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СТОЙНОСТИТЕ НА СЧК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „ТРАКИЯ“ ПО МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО ЗА ПЕРИОДА ОТ 2016 ДО 2021 ГОДИНА	82
ФИГУРА 6.14 – ДИАГРАМА НА РАЗСЕЙВАНЕ НА ИЗМЕРЕНИТЕ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ФПЧ10 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	83
ФИГУРА 6.15 ЗАВИСИМОСТ НА ИЗМЕРЕНИТЕ В ПУНКТОВЕ „КАМЕНИЦА“ И „ТРАКИЯ“ СДК НА ФПЧ10 ОТ ТЕМПЕРАТУРАТА НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ.....	84
ФИГУРА 6.16 - ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНОМЕСЕЧНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	85
ФИГУРА 6.17 ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „КАМЕНИЦА“ 2016 – 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	86
ФИГУРА 6.18 - КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	86
ФИГУРА 6.19 – КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	87
ФИГУРА 6.20 - КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	88
ФИГУРА 6.21 - ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНОМЕСЕЧНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	89
ФИГУРА 6.22 - КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ВЪВ АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	90
ФИГУРА 6.23 - КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ИЗМЕРЕНА В АИС „ТРАКИЯ“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	91
ФИГУРА 6.24 - КАРТА НА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	91
ФИГУРА 6.25 - КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА NO_2 $\mu\text{G}/\text{M}^3$ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	92
ФИГУРА 6.26 КАРТА НА ОБОБЩЕНОТО СРЕДНОЧАСОВО СЪОТНОШЕНИЕ НА NO_2/NO_x ПО МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	93
ФИГУРА 6.27 КАРТА НА ОБОБЩЕНОТО СРЕДНОЧАСОВО СЪОТНОШЕНИЕ НА NO_2/NO_x ПО МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	93
ФИГУРА 6.28 КАРТА НА ОБОБЩЕНОТО СРЕДНОЧАСОВО СЪОТНОШЕНИЕ НА NO_2/NO_x ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	94
ФИГУРА 6.29 КАРТА НА ОБОБЩЕНОТО СРЕДНОЧАСОВО СЪОТНОШЕНИЕ НА NO_2/NO_x ПО ДЕН ОТ СЕДМИЦАТА И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	94
ФИГУРА 6.30 РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА СЪОТНОШЕНИЕТО NO_2/NO_x ПО ЧЕСТОТА НА НАБЛЮДЕНИЕ В АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	95
ФИГУРА 6.31 - КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ МИНИМАЛНИ, МАКСИМАЛНИ И СРЕДНОДНЕВНИ СЪОТНОШЕНИЯ NO_2/NO_x В АИС	



„КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021	96
ФИГУРА 6.32 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ МИНИМАЛНИ, МАКСИМАЛНИ И СРЕДНОДНЕВНИ СЪОТНОШЕНИЯ NO ₂ /NO _x В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021	97
ФИГУРА 6.33 КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВОТО СЪОТНОШЕНИЕ NO ₂ /NO _x ПО ДНИ И МЕСЕЦИ, ИЗМЕРЕНО В АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	98
ФИГУРА 6.34 – СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ УСРЕДНЕНИТЕ СРЕДНОЧАСОВИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO μG/M ³ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	99
ФИГУРА 6.35 СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ УСРЕДНЕНИТЕ СРЕДНОЧАСОВИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO μG/M ³ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА 2016 ГОДИНА (ВЛЯВО) И 2021 ГОДИНА (ВДЯСНО)	100
ФИГУРА 6.36 СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ УСРЕДНЕНИТЕ СРЕДНОЧАСОВИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА NO μG/M ³ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА 2021 ГОДИНА – ПОНЕДЕЛНИК (ВЛЯВО) И НЕДЕЛЯ (ВДЯСНО)	100
ФИГУРА 6.37 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА CO, MG/M ³ , В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	101
ФИГУРА 6.38 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА CO MG/M ³ ВЪВ АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	102
ФИГУРА 6.39 ДИАГРАМА НА РАЗСЕЙВАНЕ НА ИЗМЕРЕНИТЕ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO ₂ μG/M ³ И CO MG/M ³ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021	103
ФИГУРА 6.40 КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА CO MG/M ³ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	103
ФИГУРА 6.41 КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СЧК НА CO MG/M ³ , ПО ДНИ И МЕСЕЦИ ИЗМЕРЕНА В АИС „ТРАКИЯ“,	104
ФИГУРА 6.42 КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА CO MG/M ³ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	105
ФИГУРА 6.43 КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА CO MG/M ³ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	105
ФИГУРА 6.44 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА SO ₂ μG/M ³ ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	107
ФИГУРА 6.45 СТОЙНОСТИ НА 99.18-ТИЯ ПЕРЦЕНТИЛ НА СРЕДНОДНЕВНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА SO ₂ μG/M ³ ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	107
ФИГУРА 6.46 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА SO ₂ μG/M ³ ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	108
ФИГУРА 6.47 СТОЙНОСТИ НА 99.8 ПЕРЦЕНТИЛ НА СЧК НА SO ₂ μG/M ³ ЗА ПЕРИОДА 2016–2021 ГОДИНА	108
ФИГУРА 6.48 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА SO ₂ μG/M ³ ВЪВ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	109
ФИГУРА 6.49 КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА SO ₂ , μG/M ³ , В АИС „КАМЕНИЦА“	110
ФИГУРА 6.50 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА SO ₂ μG/M ³ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ	111
ФИГУРА 6.51 КАРТА НА ОБОБЩЕНАТА СРЕДНОЧАСОВА ИЗМЕРЕНА КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕСЕЦ И ЧАС ОТ ДЕНОНОЩИЕТО НА SO ₂ μG/M ³ В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА ОТ 01.01.2016 ДО 31.12.2021	112
ФИГУРА 6.52 КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ НА SO ₂ μG/M ³ , ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА	



СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	113
ФИГУРА 6.53 КАРТА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА СРЕДНОЧАСОВАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО ДНИ И МЕСЕЦИ НА SO ₂ μG/M ₃ , ИЗМЕРЕНА В АИС „ТРАКИЯ“ ПРЕЗ 2016 И ПРЕЗ 2021 ГОДИНА * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОЧАСОВА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	113
ФИГУРА 6.54 ДИАГРАМА НА РАЗСЕЙВАНЕ НА ИЗМЕРЕНИТЕ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO ₂ μG/M ₃ И SO ₂ μG/M ₃ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	114
ФИГУРА 6.55 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ОЗОН В ПУНКТ „КАМЕНИЦА“.....	116
ФИГУРА 6.56 СРЕДНОМЕСЕЧНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА O ₃ μG/M ₃ ,	116
ФИГУРА 6.57 УЧАСТИЕ НА ОЗОНА ПРИ ФОРМИРАНЕ НА ФОТОХИМИЧНИЯ СМОГ.....	117
ФИГУРА 6.58 ОЧАКВАН ДЕНОНОЩЕН ХОД НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO, NO ₂ И O ₃	118
ФИГУРА 6.59 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОДНЕВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА O ₃ , μG/M ₃ , В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	119
ФИГУРА 6.60 КАРТА НА ИЗМЕРЕНИТЕ МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СЧК НА O ₃ , μG/M ₃ , В АИС „КАМЕНИЦА“, ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021 * БЕЛИТЕ ПОЛЕТА УКАЗВАТ ЛИПСВАЩИ ДАННИ ЗА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ.....	120
ФИГУРА 6.61 КАРТА НА ИЗМЕРЕНАТА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ2.5 μG/M ₃ , В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	121
ФИГУРА 6.62 МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЪСТАВА НА ФИНИТЕ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ПО СЪОТНОШЕНИЕТО ФПЧ2.5/ФПЧ10	122
ФИГУРА 6.63 ХИСТОГРАМА НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИЗМЕРЕНОТО СЪОТНОШЕНИЕ ФПЧ2.5/ФПЧ10.....	122
ФИГУРА 6.64 ХИСТОГРАМИ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИЗМЕРЕНОТО СЪОТНОШЕНИЕ ФПЧ2.5/ФПЧ10 ЗА МЕСЕЦИТЕ ЯНУАРИ И ЮНИ В АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	124
ФИГУРА 6.65 КАРТА НА ИЗМЕРЕНОТО СЪОТНОШЕНИЕ ФПЧ2.5/ФПЧ10 НА СРЕДНОДЕНОНОЩНИТЕ КОНЦЕНТРАЦИИ В АИС „КАМЕНИЦА“.....	125
ФИГУРА 6.66 ИЗМЕНЕНИЕ НА СРЕДНОМЕСЕЧНАТА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ NG/M ₃ , В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	125
ФИГУРА 6.67 ТРЕНД НА ИЗМЕНЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ПАВ NG/M ₃ , В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА 2016-2021 ГОДИНА, МОДЕЛИРАНИ СТОЙНОСТИ НА НИВАТА НА ПАВ	126
ФИГУРА 6.68 ЦИКЛИЧНА КОМПОНЕНТА И СЕЗОННА ВАРИАБИЛНОСТ НА ВРЕМЕВИЯ РЕД НА ПАВ, В АИС „ТРАКИЯ“, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	127
ФИГУРА 6.69 КАРТА НА ИЗМЕРЕНАТА СРЕДНОДЕНОНОЩНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ NG/M ₃ ,	128
ФИГУРА 6.70 МЕСЕЧЕН КОЕФИЦИЕНТ НА КОРЕЛАЦИЯ RXY МЕЖДУ ПАВ И ФПЧ2.5 ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	129
ФИГУРА 6.71 МЕСЕЧНИ СТОЙНОСТИ НА КОЕФИЦИЕНТА НА КОРЕЛАЦИЯ МЕЖДУ БЕНЗО(А)ПИРЕН И ФПЧ10 ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.	130
ФИГУРА 7.1 РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА ПУНКТОВЕТЕ ЗА МОНИТОРИНГ В РАЙОНА НА ГРАД ПЛОВДИВ	134
ФИГУРА 7.2 РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА АИС „КАМЕНИЦА“ СПРЯМО ОКОЛНИТЕ СГРАДИ, СУТРЕШНО (08:00) И ВЕЧЕРНО (18:00) ЗАСЕНЧВАНЕ НА 15 ОКТОМВРИ(ПО ДАННИ ОТ SHADEMAP PRO).....	135
ФИГУРА 7.3 РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА АИС „ТРАКИЯ“ СПРЯМО ОКОЛНИТЕ СГРАДИ, СУТРЕШНО (08:00) И ВЕЧЕРНО (18:00) ЗАСЕНЧВАНЕ НА 15 ОКТОМВРИ (ПО ДАННИ ОТ SHADEMAP PRO).....	136
ФИГУРА 7.4 РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА МЕТЕОСТАНЦИЯ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ СПРЯМО ОКОЛНИТЕ СГРАДИ (ПО ДАННИ ОТ SHADEMAP PRO)	137
ФИГУРА 7.5 СРЕДНОМЕСЕЧНАТА И АБСОЛЮТНА МИНИМАЛНА/МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА ТЕМПЕРАТУРА °C В АИС	



„КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	138
ФИГУРА 7.6 СРЕДНОМЕСЕЧНАТА И АБСОЛЮТНА МИНИМАЛНА/МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА ТЕМПЕРАТУРА, °С, В АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	139
ФИГУРА 7.7 СРЕДНОМЕСЕЧНАТА И АБСОЛЮТНА МИНИМАЛНА/МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА ТЕМПЕРАТУРА °С В ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ (LVPD) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	139
ФИГУРА 7.8 – КАРТА НА СРЕДНОДНЕВНАТА ТЕМПЕРАТУРА, °С, ИЗМЕРЕНА НА ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ (LVPD) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	140
ФИГУРА 7.9 СРЕДНОМЕСЕЧНАТА ОТНОСИТЕЛНА ВЛАЖНОСТ % ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г. (ИСТОРИЧЕСКИ ДАННИ: КЛИМАТИЧЕН СПРАВОЧНИК ЗА НР БЪЛГАРИЯ, ТОМ 2, БАН, 1979).....	141
ФИГУРА 7.10 КАРТА НА СРЕДНОДНЕВНИТЕ РАЗЛИКИ $\Delta T=(T_{DP} - T_{AIR})$, ИЗМЕРЕНИ В ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ (LVPD) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	143
ФИГУРА 7.11 СРЕДНОМЕСЕЧНА И МАКСИМАЛНА СРЕДНОЧАСОВА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ, W/M2, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	145
ФИГУРА 7.12 КАРТА НА СРЕДНОДНЕВНАТА СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ W/M2, ИЗМЕРЕНА В АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	145
ФИГУРА 7.13 СРЕДНОМЕСЕЧНИ СКОРОСТИ НА ВЯТЪРА, M/S, ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	147
ФИГУРА 7.14 СТАТИСТИЧЕСКО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ИЗМЕРЕНИТЕ СРЕДНОМЕСЕЧНИ СКОРОСТИ НА ВЯТЪРА, M/S, ОТ ТРИТЕ ПУНКТА – ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ, АИС „КАМЕНИЦА“ И АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021Г.....	147
ФИГУРА 7.15 – РОЗА НА ВЯТЪРА ПО ДАННИ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	148
ФИГУРА 7.16 РОЗА НА ВЯТЪРА ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА МЕСЕЦИТЕ ОТ НОЕМВРИ ДО ФЕВРУАРИ (ЛЯВО) И ОТ МАРТ ДО ОКТОМВРИ (ВДЯСНО) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	149
ФИГУРА 7.17 РОЗА НА ВЯТЪРА ПО ДАННИ ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	150
ФИГУРА 7.18 РОЗА НА ВЯТЪРА ОТ АИС „КАМЕНИЦА“ ЗА МЕСЕЦИТЕ ОТ НОЕМВРИ ДО ФЕВРУАРИ (ЛЯВО) И ОТ МАРТ ДО ОКТОМВРИ (ВДЯСНО) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	150
ФИГУРА 7.19 РОЗА НА ВЯТЪРА ПО ДАННИ ОТ АИС „ТРАКИЯ“ ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА	151
ФИГУРА 7.20 РОЗА НА ВЯТЪРА ОТ АИС „ТРАКИЯ“ ЗА МЕСЕЦИТЕ ОТ НОЕМВРИ ДО ФЕВРУАРИ (ЛЯВО) И ОТ МАРТ ДО ОКТОМВРИ (ВДЯСНО) ЗА ПЕРИОДА 2016-2021 ГОДИНА.....	152
ФИГУРА 7.21 МЕСЕЧНА СУМА НА ВАЛЕЖИТЕ ЗА 2019 ГОДИНА (ЛЯВО) И 2020 ГОДИНА (ДЯСНО) ПО ДАННИ ОТ ГОДИШНИЯ ХИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕН БЮЛЕТИН НА НИМХ	152
ФИГУРА 7.22 МЕСЕЧНА СУМА НА ВАЛЕЖИТЕ ММ ЗА ПЕРИОДА 2019-2021 ГОДИНА ПО ПОЧАСОВИ ДАННИ ОТ МЕТЕОСТАНЦИЯ WMO 15625 (LVPD, ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ) (ИСТОРИЧЕСКИ СРЕДНОМЕСЕЧНИ ВАЛЕЖИ ПО ДАННИ НА CLIMATEBASE И ОТ КЛИМАТИЧЕН СПРАВОЧНИК, ТОМ „ВАЛЕЖИ В БЪЛГАРИЯ“).....	153
ФИГУРА 7.23 КАРТА НА ДНИТЕ С ВАЛЕЖИ ОТ ДЪЖД ПО ДАННИ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021	155
ФИГУРА 7.24 КАРТА НА ДНИТЕ С ВАЛЕЖИ ОТ СНЯГ ПО ДАННИ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021	156
ФИГУРА 7.25 КАРТА НА ДНИТЕ С МЪГЛИ ПО ДАННИ ОТ ЛЕТИЩЕ ПЛОВДИВ ЗА ПЕРИОДА 01.01.2016 – 31.12.2021	157
ФИГУРА 9.1 ЗНЕ ОТ СЕКТОРИ АВТОМОБИЛЕН ТРАНСПОРТ И БИТОВО ОТОПЛЕНИЕ В ОБЩИНА ПЛОВДИВ.....	164
ФИГУРА 9.2 ТЕРИТОРИАЛЕН ОБХВАТ НА ЗНЕ ЗА ВАРИАНТ 1	165
ФИГУРА 9.3 ТЕРИТОРИАЛЕН ОБХВАТ НА ЗНЕ ЗА ВАРИАНТ 2	166
ФИГУРА 10.1 ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА РАБОТА С МОДЕЛА AERMOD.....	175
ФИГУРА 10.2 ЛИНЕЙНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЕМИСИИ ПРЕДИ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗНЕ ОТ АВТОМОБИЛЕН ТРАНСПОРТ	179



ФИГУРА 10.3 Площни източници на емисии преди въвеждане на ЗНЕ от автомобилния транспорт	180
ФИГУРА 10.4 Роза на вятъра от летище Пловдив за 2021 година	186
ФИГУРА 10.5 Област на моделиране	187
ФИГУРА 10.6 Разпределение на стойностите на СГК на NO ₂ , μg/m ³ преди въвеждане на ЗНЕ	190
ФИГУРА 10.7 Разпределение на максималните стойности на СЧК, μg/m ³ , на NO ₂ преди въвеждане на ЗНЕ	192
ФИГУРА 10.8 Брой превишения на СЧН в изследваната област преди въвеждане на ЗНЕ	192
ФИГУРА 10.9 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ , преди въвеждане на ЗНЕ.....	193
ФИГУРА 10.10 Разпределение на стойностите на СГК на ФПЧ10, μg/m ³ от автомобилния транспорт за базовото състояние (преди въвеждане на ЗНЕ)	196
ФИГУРА 10.11 Максимални 24-часови стойности на СДК на ФПЧ10, μg/m ³ от автомобилен транспорт	197
ФИГУРА 10.12 Средногодишна концентрация на NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	204
ФИГУРА 10.13 Максимални средночасови стойности на концентрацията на NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	205
ФИГУРА 10.14 Стойности на 99.8-мия перцентил на средночасовата концентрация на NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	206
ФИГУРА 10.15 Брой превишения на СЧН за NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1	206
ФИГУРА 10.16 Средногодишна концентрация на ФПЧ10, μg/m ³ при условията на вариант 1 на ЗНЕ от транспорт.....	207
ФИГУРА 10.17 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ10, μg/m ³ при условията на вариант 1 на ЗНЕ от автомобилен транспорт	208
ФИГУРА 10.18 Стойности на СГК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1	213
ФИГУРА 10.19 Стойности на СГК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2.....	214
ФИГУРА 10.20 Максимални стойности на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1	214
ФИГУРА 10.21 Максимални стойности на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2	215
ФИГУРА 10.22 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1... 215	
ФИГУРА 10.23 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2... 216	
ФИГУРА 10.24 Брой превишения на СЧН за NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1	216
ФИГУРА 10.25 Брой превишения на СЧН за NO ₂ , μg/m ³ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2.....	217
ФИГУРА 10.26 Средногодишна концентрация на NO ₂ , μg/m ³ , при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	223
ФИГУРА 10.27 Максимални стойности на СЧК на NO ₂ μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт - вариант 3	224
ФИГУРА 10.28 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт – вариант 3 225	
ФИГУРА 10.29 Брой превишения на СЧН за NO ₂ , μg/m ³ при ЗНЕ от транспорт – вариант 3	225
ФИГУРА 10.30 Райони на Пловдив и площни източници на замърсители от битово горене	227
ФИГУРА 10.31 Средногодишна концентрация на NO ₂ , μg/m ³ , от битово горене при базовото състояние – етап 0.....	229
ФИГУРА 10.32 Максимална СЧК на NO ₂ , μg/m ³ , от битово горене – етап 0.....	230
ФИГУРА 10.33 Средногодишна концентрация на ФПЧ10, μg/m ³ , от битово отопление, етап 0	231
ФИГУРА 10.34 Максимални стойности на СДК на ФПЧ10, μg/m ³ , от битово горене, етап 0	231
ФИГУРА 10.35 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m ³ , от битово горене, за етап 0.....	232
ФИГУРА 10.36 Средногодишна концентрация на NO ₂ , μg/m ³ , от битово горене при етап 1.....	234
ФИГУРА 10.37 Максимална СЧК на NO ₂ , μg/m ³ , от битово горене – етап 1	235



ФИГУРА 10.38 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ОТОПЛЕНИЕ, ЕТАП 1	236
ФИГУРА 10.39 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ, ВАРИАНТ 1	236
ФИГУРА 10.40 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ, NG/M^3 , ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ, ЗА ЕТАП 1	237
ФИГУРА 10.41 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 2	239
ФИГУРА 10.42 МАКСИМАЛНИ СРЕДНОЧАСОВИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ – ЕТАП 2.....	240
ФИГУРА 10.43 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 2	240
ФИГУРА 10.44 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 2.....	241
ФИГУРА 10.45 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ, NG/M^3 , ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 2	242
ФИГУРА 10.46 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 3	244
ФИГУРА 10.47 МАКСИМАЛНИ СРЕДНОЧАСОВИ СТОЙНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА NO_2 , $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ – ЕТАП 3.....	244
ФИГУРА 10.48 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 3	245
ФИГУРА 10.49 МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА СДК НА ФПЧ10, $\mu\text{G}/\text{M}^3$, ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 3.....	245
ФИГУРА 10.50 СРЕДНОГОДИШНА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПАВ, NG/M^3 , ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ПРИ ЕТАП 3	246
ФИГУРА 11.1 ПРИНЦИПНА СХЕМА НА РАБОТАТА НА СИСТЕМАТА ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА КАВ.....	248



СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

АИС	Автоматична измервателна станция
ДВГ	двигатели с вътрешно горене
ЗНЕ	зони с ниски емисии
КАВ	качество на атмосферния въздух
МПС	моторни превозни средства
НАСККАВ	Национална автоматизирана система за контрол качеството на атмосферния въздух
СГК	средногодишна концентрация
СГН	средногодишна норма за опазване на човешкото здраве
СДК	средноденонощна концентрация
СДН	средноденонощна норма
СЧК	средночасова концентрация
СЧН	средночасова норма
ФПЧ _{2.5}	фини прахови частици с размер под 2.5 микрона
ФПЧ ₁₀	фини прахови частици с размер под 10 микрона
NO _x	азотни оксиди изразени като азотен диоксид
ASOS	Automated Surface Observing Systems
ESRL	Earth System Research
FAA	Федералната авиационна администрация
FSL	Лаборатория за прогнозни системи
ISD	Integrated Surface Hourly Database
LST	местно стандартно време
MMIF	интерфейс за мезомащабни модели
NLCD	Националната база-данни за земното покритие
NWS	Националната метеорологична служба
USGS	Геологическата служба на САЩ



1 ВЪВЕДЕНИЕ

Връзката между качеството на въздуха, човешкото здраве и състоянието на околната среда като цяло е призната отдавна. За да се предпазят хората, животните и растителността от неблагоприятни ефекти, причинени от повишени концентрации на замърсители във въздуха, е необходимо да се определят и спазват определени гранични стойности за концентрациите на замърсителите. Световната здравна организация (СЗО) за първи път предлага ориентировъчни стойности през 1987 г. След това тези стойности са преразглеждани и променяни многократно.

Насоките на СЗО относно качество на въздуха (НКВ) дават напътствия за праговите стойности на ключови замърсители, представляващи риск за здравето. Насоките на СЗО обаче нямат правно обвързваща стойност, обратно на граничните стойности, установени от Европейската комисия. Последната Директива за качеството на въздуха (ДКВ) от 2008 г. определя пределно допустими концентрации, които са правно обвързващи и не могат да бъдат надвишавани.

В Директивата също така са включени праг за информиране или алармиране на населението, които са ориентировъчни стойности. Трябва да се отбележи, че всички стойности в ДКВ 2008/50/ЕС са строго дефинирани, включително описанието на методите за мониторинг и оценка на концентрациите. Българското законодателство е в съответствие с тази директива. Защитата на човешкото здраве е най-важният аспект при определяне на насоките от СЗО. Според ДКВ на ЕС, нивото, на което се определят стандартите за качество на въздуха, обикновено е компромис между максимална защита и технически и икономически осъществими капиталови инвестиции.

Програмите за управление на качеството на атмосферния въздух (КАВ) и асоциираните с тях Планове за действие предвиждат различни по своя характер и продължителност на действие мерки. Могат да бъдат отбелязани информационни, технически, регулаторни, организационни, информационни и финансови, а така също краткосрочни, средносрочни, дългосрочни и мерки с перманентно действие. Най-важни и ефективни са мерките, насочени към намаляване на емисиите на вредни вещества в атмосферата.

Основни сектори - източници на значителни емисии на замърсители в атмосферния въздух на община Пловдив са автомобилният транспорт и битовото горене за отопление. През последните десетилетия, автомобилният парк в Пловдив нараства изключително бързо. Проблемите, свързани с това са, че:

Делът на автомобилите, които са стари и като дизайн, и като технически характеристики е значителен. Това означава вредно въздействие върху качеството на



атмосферния въздух, а оттук и върху опазването на човешкото здраве и околната среда като цяло. От друга страна, възможностите на Пловдив предвид числеността на населението и градската инфраструктура отдавна не са в състояние да посрещнат предизвикателствата на съвременния начин на живот, въпреки че местната власт полага значителни усилия в това направление.

Единственият ефективен подход за опазване на чистотата на атмосферния въздух е решителното намаляване на емисиите на замърсители в атмосферата. Затова все по-настойчиво в световната практика се налагат мерките, свързани с въвеждане на зони с ниски емисии (ЗНЕ) на замърсители в атмосферата.

Цел на настоящото изследване е да бъде разработена методика за въвеждане на зони с ниски емисии на вредни вещества (замърсители на атмосферния въздух) в община Пловдив

2 ПРЕГЛЕД НА НОРМАТИВНАТА РАМКА

2.1 Директива 2008/50/ЕО и допълващата я Директива 2004/107/ЕО

са транспонирани в българското законодателство посредством:

Закон за опазване на околната среда;

Закон за чистотата на атмосферния въздух;

- Наредба № 14 от 23.09.1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места;

- Наредба № 7 от 3.05.1999 г. за оценка и управление качеството на атмосферния въздух;

- Наредба № 11 от 14.05.2007 г. за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични въглеводороди в атмосферния въздух;

- Наредба № 12 от 15.07.2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух.

България приема целите свързани с КАВ, изложени в Директива 2008/50/ЕО, Програмата за чист въздух за Европа от 2001 г. (Директивата 2008/50/ЕО и Директива 2004/107/ЕО. Пределно допустимите стойности, целевите стойности (където има такива), периодите на осредняване, максимално допустимият брой превишения на пределно допустимите стойности (където има такива) и задълженията свързани с допустима експозиция на определени концентрации (където има поставени такива) са представени по-долу:

Пределно допустими стойности за серен диоксид: Пределно допустимите стойности, които се очакваше да бъдат спазени в срок до 1 Януари 2005 са:



а) $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за период на осредняване от един час – норма, за която се допускат не повече от 24 превишения за една календарна година, а допустимото отклонение е до $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (43%);

б) $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за период на осредняване от едно денонощие, с допустим брой превишения не повече от 3 пъти за една календарна година, без допустимо отклонение.

Пределно допустими стойности за азотен диоксид: Пределно допустимите стойности, които се очакваше да бъдат спазени в срок до 1 Януари 2010, са:

а) $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за период на осредняване от един час, с допустим брой превишения до 18 за една календарна година и с допустимо отклонение, предвидено да достигне до нула до 1 януари 2010 г.;

б) $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за период на осредняване една календарна година, и допустимо отклонение, което, което трябва да достигне до нула до 1 Януари 2010.

Пределно допустими стойности за всички фини прахови частици (ФПЧ₁₀): Пределно допустимите стойности, които се очакваше да бъдат спазени в срок до 1 Януари 2005 са:

а) $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за период на осредняване от едно денонощие – норма която може да се , превишава, но не повече от 35 пъти за една календарна година, с допустимо отклонение от 50% и Споразумение за предоставяне на консултантски услуги за управление на качеството на въздуха – продукт 7: Национална програма за контрол на замърсяването на въздуха www.eufunds.bg 13;

б) $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, за период на осредняване на една календарна година и допустимо отклонение от 20 %.

Приоритети за качеството на въздуха, отнасящи се до ФПЧ_{2.5}:

а) Пределно допустимата стойност бе $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за период на осредняване от една календарна година. За първия етап, се очакваше тази норма да бъде спазена в срок до 1 януари 2015 г. (с допустимо отклонение от 20% към 11 юни 2008 г., което да намалява към последващия 1 януари и на всеки 12 месеца след това с еднакви годишни проценти, за да достигне нула % до 1 януари 2015 г.). Пределно допустимата стойност е $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за втория етап, която следва да бъде спазена до 1 януари 2020 г., без допустимо отклонение.

Пределно допустими стойности за бензен:

Пределно допустимата стойност е $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за период на осредняване от една календарна година и допустимо отклонение, което към 01 Януари 2010 г. трябваше да се сведе до нула %. Пределно допустимата стойност следваше да бъде постигната към 01 Януари 2010 г.

Пределно допустими стойности за въглероден оксид:



Пределно допустимата стойност е 10 mg/m^3 за максималната, в рамките на денонощието, 8-часова средна стойност с допустимо отклонение от 60%. Изискването бе пределно допустимата стойност да бъде постигната към 01 Януари 2005 г.

Пределно допустими стойности за олово:

Пределно допустимата стойност е $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ за период на осредняване от една календарна година, с допустимо отклонение от 100 %. Трябваше да бъде постигната към 01 Януари 2005 г. Пределно допустимата стойност следваше да бъде постигната към 01 Януари 2010 г. само в непосредствена близост до специфични промишлени източници, разположени на места, които в продължение на десетилетия са били замърсявани от промишлена дейност. В такива случаи пределно допустимата стойност към 01 Януари 2010 г. ще бъде $1.0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Районът, в който се измерват тези по-високи пределно допустими стойности, не трябва да се простира на повече от 1000 м. от такива специфични източници.

Целева стойност за арсен:

Целевата стойност е 6 ng/m^3 . Целевата стойност е за общото съдържание на ФПЧ₁₀ средно за календарна година. България е задължена да предприеме всички необходими мерки, от които не произтичат прекомерни разходи, за да гарантира, че считано от 31 Декември 2012 г., тази целева стойност не е превишена.

Целева стойност за кадмий:

Споразумение за предоставяне на консултантски услуги за управление на качеството на въздуха – продукт 7: Национална програма за контрол на замърсяването на въздуха www.eufunds.bg 86 Целевата стойност е 5 ng/m^3 . Целевата стойност е за общото съдържание на ФПЧ₁₀ средно за календарна година. България бе задължена да предприеме всички необходими мерки, които не са свързани с неоправдано високи разходи, за да гарантира, че считано от 31 Декември 2012 г., тази целева стойност не се превишава.

Целева стойност за никел:

Целевата стойност е 20 ng/m^3 . Целевата стойност е за общото съдържание в ФПЧ₁₀ фини прахови частици средно за календарна година. България бе задължена да предприеме всички необходими мерки, които не са свързани с неоправдано високи разходи, за да гарантира, че считано от 31 Декември 2012 г., тази целева стойност не се превишава.

Целева стойност за бензо(а)пирен:

Целевата стойност е 1 ng/m^3 . Целевата стойност е за общото съдържание в РМ₁₀ фини прахови частици средно за календарна година. България бе задължена да предприеме всички необходими мерки, които не са свързани с неоправдано високи разходи, за да гарантира, че считано от 31 Декември 2012 г., тази целева стойност не се превишава.



2.2 ЗАКОН ЗА ЧИСТОТАТА НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ

Според Чл. 28а. от ЗЧАВ

(1) В случаите, когато видът и степента на замърсяване на атмосферния въздух увеличават значително риска за човешкото здраве и/или за околната среда или при непостигане на нормите по чл. 6, ал. 1, общинските съвети могат да приемат следните мерки:

1. (доп. - ДВ, бр. 1 от 2019 г., в сила от 03.01.2019 г., доп. - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) да създават и въвеждат зони с ниски емисии на вредни вещества на територията на цялата община или на част от нея;

2. (изм. - ДВ, бр. 1 от 2019 г., в сила от 03.01.2019 г.) да ограничават употребата на определени видове горива или уреди за отопление;

3. (доп. - ДВ, бр. 1 от 2019 г., в сила от 03.01.2019 г., изм. - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) да ограничават движението на моторни превозни средства или на определени категории моторни превозни средства и/или на определени екологични групи моторни превозни средства на територията на съответната община и/или в създадени и въведени зони с ниски емисии на вредни вещества.

(2) (Нова - ДВ, бр. 1 от 2019 г., в сила от 03.01.2019 г., доп. - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) Зоните с ниски емисии на вредни вещества могат да се въвеждат чрез налагане на мерки, забрани, такси и ограничения, включително на мерките по ал. 1, т. 2 и 3.

(3) (Предишна ал. 2 - ДВ, бр. 1 от 2019 г., в сила от 03.01.2019 г., изм. - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) Мерките по ал. 1 могат да бъдат включени в програмите по чл. 27, ал. 1, в оперативните планове по чл. 30 и/или в наредба на общинския съвет при спазване на разпоредбите на този закон и подзаконовите нормативни актове по неговото прилагане.

(4) (Нова - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) С наредбата по ал. 3 общинските съвети определят условията и реда за прилагане на мерките по ал. 1, както и за:

1. създаване на зони с ниски емисии на вредни вещества, обхват, граници, времева рамка и условия за въвеждане;

2. навлизане и движение на моторни превозни средства в зоните с ниски емисии на вредни вещества;

3. ограничаване употребата на определени видове горива или уреди за отопление, включително в границите на създадени и въведени зони с ниски емисии на вредни вещества;

4. осъществяване на контрол относно спазване на приети и/или наложени мерки, забрани и ограничения, включително чрез използване на автоматизирани технически



средства или системи, и за налагане на глоби и имуществени санкции при установяване на нарушения.

(5) (Нова - ДВ, бр. 18 от 2021 г., в сила от 01.01.2022 г.) Мерките по ал. 1, т. 3 не се прилагат за моторни превозни средства със специален режим на движение и за моторни превозни средства, предназначени за извършване на обществен превоз на пътници.

2.3 ИЗВОДИ ОТ ПРЕГЛЕДА НА НОРМАТИВНАТА БАЗА

- Към настоящият момент съществуващото европейско законодателство в областта на качеството на атмосферния въздух е транспонирано в България чрез редица законови и подзаконови нормативни актове;

Съгласно чл.28а от ЗЧАВ в случаите, когато видът и степента на замърсяване на атмосферния въздух увеличават значително риска за човешкото здраве и/или за околната среда или при непостигане на пределно допустимите норми за КАВ, общинските съвети могат да създават зони с ниски емисии на вредни вещества на територията на цялата община или на част от нея чрез налагане на мерки, забрани и ограничения за:

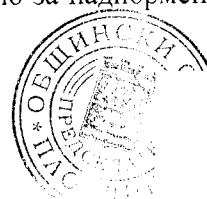
- ограничаване движението на моторни превозни средства или на определени категории моторни средства;
 - ограничаване употребата на определени видове горива или уреди за отопление.
- Към настоящият момент в Р. България няма въведени зони за ниски емисии.
 - Въвеждането на зони за ниски емисии трябва да става чрез наредба на общинския съвет, която да регламентира създаването им и осъществяване на контрол относно спазване на приети и/или наложени мерки, забрани и ограничения, включително чрез използване на автоматизирани технически средства или системи, и за налагане на глоби и имуществени санкции при установяване на нарушения.

3 ПРЕГЛЕД НА ВЪВЕДЕНИ ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ В ЕВРОПА

3.1 ИЗИСКВАНИЯ, ПРИЛАГАНЕ И КАЧЕСТВО НА ВЪЗДУХА

Целта на този доклад е да се проучат разпоредбите и прилагането на европейските зони с ниски емисии (ЗНЕ) и да се оцени въздействието им върху качеството на въздуха на местно ниво. Много страни в Европа се борят да спазят граничните стойности за качеството на въздуха, определени от ЕС, и ЗНЕ са една от мерките, прилагани за намаляване на проблемите с качеството на въздуха.

Много страни се борят с високите нива на прахови частици (PM₁₀ и PM_{2,5}) и азотен диоксид (NO₂), а пътният трафик често допринася значително за наднормените емисии в



градските райони. Зоните с ниски емисии (ЗНЕ) са определена зона, в която се регулира достъпът на най-замърсяващите превозни средства, като се забранява влизането на най-замърсяващите превозни средства в зоната или се изисква такса за влизането или движението на замърсяващите превозни средства в зоната. Трудно е да се направи оценка на въздействието на ЗНЕ върху качеството на въздуха, но мярката се използва в много градове в Европа. Първоначално фокусът на ЗНЕ беше да се намали замърсяването с частици, и по-специално да се намалят емисиите от тежкотоварните превозни средства. Днес отработени газове от превозни средства имат по-ограничен принос за нивата на прахови частици в много европейски градове, а при определянето на зоните се обръща по-голямо внимание на емисиите на NO₂ в критериите за ЗНЕ. Основно погледът е насочен към дизеловите превозни средства, както леки, така и тежки, и са по-често включени в нормативната уредба.

В момента, в Европа действат повече от 260 ЗНЕ. Повечето от градовете, които са въвели ЗНЕ, са превишавали пределно допустимите стойности на ЕС за прахови частици (PM) и/или азотен оксид (NO₂). Първите европейски ЗНЕ бяха насочени главно към ФПЧ, но тъй като много градове се стремят също така да изпълнят изискванията за NO₂, ЗНЕ са насочени и към този замърсител. Особено високите емисии на NO₂ в "реалния свят" от дизеловите превозни средства са били във фокуса на вниманието. Много градове в Европа обмислят да засилят своите действащи разпоредби, докато нови градове обмислят да въведат ЗНЕ.

Швеция е първата европейска страна, която прилага ЗНЕ. Стокхолм, Гьотеборг и Малмьо прилагат своите ЗНЕ от 1996. Разпоредбите за ЗНЕ в Швеция ограничават достъпа на тежкотоварни превозни средства, но шведското правителство наскоро направи възможно включването и на други превозни средства в ЗНЕ. Целта на това проучване е да се разгледат регламентите относно ЗНЕ в други европейски градове и как се прилагат тези регламенти. Освен това проучваме качеството на въздуха в шведските и други градове със ЗНЕ и изследваме възможния ефект на разпоредбите за ЗНЕ върху качеството на въздуха.

Ако повече от един град в една страна иска да приложи ЗНЕ, някаква форма на национална рамка трябва да бъде въведена. Това ще улесни процеса на прилагане за града/общината и ще улесни собствениците на превозни средства да спазват разпоредбите. Дори и да има национална рамка за ЗНЕ, от отделните градове зависи дали смятат ЗНЕ за добра мярка за намаляване на проблемите със замърсяването на въздуха и къде искат да бъде зоната.

3.1.1 Регламенти за ЗНЕ

В момента не всички европейски държави имат национална рамка, а



съществуващите рамки се различават в отделните държави. В проучване, финансирано от Европейската комисия (2017 г.), бяха предложени следните препоръки относно националната рамка:

- Разработване на система за изискванията към превозните средства. Например разработване на системата за стикери, използвана в Германия и Франция.
- Общ списък на изключенията, с възможност за някои местни адаптации.
- Забрана срещу възможността за заплащане на такса.
- Ако ще се използва система за автоматично разпознаване на регистрационните номера (ANPR), да се подготвят необходимите национални бази данни.
- Ако е разрешено преоборудване, да се изготвят национални стандарти за това как да се класифицират различните технологии за преоборудване.
- Национални пътни знаци за ЗНЕ.
- Определяне на дневните такси за влизане в зоната и глобите за неспазване на правилата.

Дори при наличието на национална рамка трябва да е възможно известно адаптиране на местно ниво, например по отношение на възможните изключения. Важно е обаче броят на изключенията да бъде сведен до минимум, за да се повиши ефективността на регламента. Ако е възможно, оптимално би било засилено сътрудничество между съседните държави както по отношение на информацията, така и на нормативната уредба.

3.1.2 Камери срещу ръчно управление

Страните, изследвани в това проучване, използват или наблюдение на камерата (с ANPR - Automatic Number Plate Recognition) или ръчен контрол за прилагане на ЗНЕ. Някои градове използват комбинация от двете. Едно от основните предимства на контрола с камери е възможността да се контролират повече или по-малко всички превозни средства. Но почти 100-процентовата степен на откриване зависи от броя на камерите и тяхното разположение. Лондон, с огромна ЗНЕ, използва система за наблюдение, базирана на камери, както със стационарни, така и с мобилни камери.

Стационарните камери по принцип са разположени на външната граница на ЗНЕ, докато мобилните устройства се използват на пътища с висока интензивност на движението в рамките на зоната. Един от недостатъците при използването на видеонаблюдение с ANPR е необходимостта от разработване на няколко бази данни, а също и различните въпроси, свързани с неприкосновеността на личния живот. Ръчният контрол ще проверява само ограничена извадка от превозните средства с ограничения за достъп в зоните.

Няколко града с ръчен контрол на разпоредбите за НЕЗ имаха сериозни проблеми както със спазването, така и с обема на контролната дейност (липсата на такава) в началото. С увеличаването на вниманието към това, прилагането се подобри. В повечето случаи полицията сама няма да има капацитета (или желанието) да приоритизира този вид



контролна дейност. За да подобрят спазването на изискванията, градовете с ръчен контрол често комбинират ръчния контрол от страна на полицията с ръчния контрол от страна на други регулаторни агенти.

Например както в Берлин, така и в Париж пътните надзиратели издават по-голямата част от глобите. Полицията е отговорна само за малък процент от общия размер на глобите. И в Германия, и във Франция се използват стикери, за да се улесни ръчният контрол в зоната. Този подход е особено изгоден, ако има ограничения за повече от един тип превозни средства.

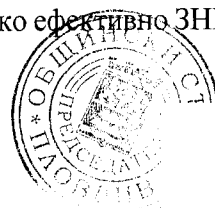
Таблица 3.1 Предимства и недостатъци на автоматичния и ръчния контрол на ЗНЕ

	Наблюдение с камери с автоматично разпознаване на номерата на автомобилите	Ръчен контрол
Предимства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Възможност за управление на повече или по-малко от всички превозни средства 2. Добро решение, особено когато са включени голям процент от превозните средства 	<ol style="list-style-type: none"> 1. По-лесно за изпълнение 2. По-малко проблеми с поверителността 3. Стикери улесняват контрола
Недостатъци	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедряването може да бъде по-скъпо и отнема повече време, особено ако започват от нулата. 2. Необходимо е да се изградят няколко бази данни 3. Проблеми с поверителността 4. Необходими са камери около и в рамките на зоната, за да се постигне максимална степен на откриване на вътрешния трафик 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Трудности с приоритизиране на контрола от полицията 2. Ще бъдат проверени само определен процент от автомобилите 3. Високи разходи за труд

В проучените в този доклад ЗНЕ, спазването на разпоредбите е сравнително високо, в няколко града в диапазона на 95-98 %. Степента на съответствие зависи от няколко фактора като: колко строги са разпоредбите; кои видове превозни средства са включени; броят на изключенията; забраната срещу възможността за периодичен достъп; цената на пропуските за периодичен достъп; глобите, както и възприеманият и действителният риск от откриване и възможността за събиране на глобите.

3.1.3 Влияние на разпоредбите на ЗНЕ върху качеството на въздуха

Какво въздействие ще окаже една ЗНЕ върху качеството на въздуха зависи пряко от приноса на трафика за нивата на замърсяване и от това доколко ефективно ЗНЕ ще промени



състава на автомобилния парк към по-чисти превозни средства и евентуално ще намали общия обем на трафика. Освен това ще зависи допълнително и от фактори като размера на зоната и доколко строги са ограниченията.

Съществуват няколко проучвания, както моделиране, така и измервания със статистически анализ, които са извършени за ЗНЕ, но заключенията за ефектите варират. Предизвикателствата при тези оценки са многобройни и например използването на грешни емисионни фактори за дизеловите превозни средства е едно от важните предизвикателства за моделните проучвания. При проучванията за измерване на качеството на въздуха е трудно да се отдели ефектът на ЗНЕ от други въведени мерки. Това обаче не означава, че ЗНЕ не са имали или няма да имат ефект. Увеличеният дял на дизеловите двигатели в автомобилния парк и общото увеличение на броя на превозните средства и обема на трафика са допринесли за повече емисии и следователно са неутрализирали ефекта от намаляването на емисиите от ЗНЕ.

Има обаче данни, които показват, че зоните действително променят автомобилния парк и следователно намаляват емисиите от целевите групи превозни средства. За да има това значителен ефект върху качеството на въздуха, целевата група трябва да бъде значителен източник на замърсяване. Приносът на изгорелите газове от трафика към ФПЧ_{10} не е голям, а ФПЧ имат и няколко други източника. Поради това днес не се очаква ЗНЕ да имат значителен ефект за този замърсител, освен ако са толкова строги, че да ограничат значително общия обем на трафика. Въпреки това се счита, че ЗНЕ са ефективни за NO_2 , CO_2 и други съединения на отработените газове, ако са насочени към достатъчно голяма част от автопарка и/или са достатъчно строги. Необходими са няколко мерки за намаляване на замърсяването на въздуха и ЗНЕ е един от полезните инструменти, които са на разположение на общините.

3.1.4 Основни характеристики и история на ЗНЕ

Много страни се борят с високите концентрации на частици (PM_{10} и $\text{PM}_{2.5}$) и азотен диоксид (NO_2) във въздуха, а пътният трафик често е важен фактор за това в градските райони. Нивата на замърсяване в градовете влошават здравето на хората и могат да доведат до преждевременна смърт. По данни на Европейската агенция по околна среда (2017г.) около 430 000 души в Европа умират преждевременно поради излагане на $\text{PM}_{2.5}$, а около 78 000 умират преждевременно поради излагане на NO_2 . Директивата за качеството на въздуха (2008/50/ЕО, глава 1.3) изисква от градовете, които превишават допустимите граници за замърсяване на въздуха, да разработят планове за действие и да прилагат необходимите мерки за достигане на пределно допустимите стойности.

Зоната с ниски емисии (ЗНЕ) е една от мерките, които много градове прилагат, за да



намалят броя на силно замърсяващите превозни средства. ЗНЕ е определена зона, в която достъпът на най-замърсяващите превозни средства се регулира или чрез забрана за влизане в зоната на най-замърсяващите превозни средства, или чрез изискване на такса за замърсяващите превозни средства да влизат или да се движат в зоната. В първите години регулациите в ЗНЕ обикновено са били насочени само към тежкотоварните превозни средства (HGV). Тежкотоварните превозни средства допринасяха за голям дял от замърсяването на въздуха в сравнение с техния брой, особено по-старите превозни средства. Регулациите бяха свързани с възрастта на превозното средство и на тежкотоварни превозни средства, по-стари от определена възраст, беше забранено да влизат в зоната. Целта беше да се насърчи по-бързото обновяване на автомобилния парк с по-малко замърсяващи превозни средства. Допускаше се преоборудване на превозните средства, за да отговарят на по-новите стандарти за емисии.

В Европа ЗНЕ обикновено са свързани с Евро стандарта на превозните средства (ниво на регулиране на емисиите на отработени газове). Тъй като 2010 г. много градове се оказаха в затруднение да спазват разпоредбите на ЕС за NO₂. С въвеждането на регламента за емисиите на отработени газове на превозните средства Евро 5/V стана ясно, че емисиите на NO₂ в реалния трафик не съответстват на очакваните намаления на емисиите въз основа на новите стандартни нива Евро за емисиите на NO_x от превозните средства. Емисиите от превозните средства в реалния трафик бяха много по-високи от очакваните на базата на резултатите в изпитването за одобрение на типа. Тази ситуация беше особено забележима за дизеловите превозни средства.

Емисиите на NO_x от бензиновите автомобили са намалели с повишаването на нивата на стандарта Евро, но същото не е вярно за дизеловите автомобили. При дизеловите автомобили (и тежкотоварните дизелови автомобили) емисиите на NO_x в условията на реален трафик се увеличиха значително от Евро 4/IV до Евро 5/V. Сега ЕС коригира своя режим на изпитване, така че изпитвателната ситуация да е по-реалистична за реалното използване на превозните средства. С разкриването на също така мащабни манипулации по време на изпитванията за типово одобрение от страна на автомобилната индустрия, разработването на нови подобрени правила за емисиите и процедури за изпитване станаха от решаващо значение.

Швеция беше първата европейска страна, която въведе ЗНЕ. Стокхолм, Гьотеборг и Малмьо прилагат своите ЗНЕ от 1996. Предишните разпоредби за ЗНЕ в Швеция регулираха достъпа на тежкотоварни превозни средства, но шведското правителство наскоро направи възможно включването и на други видове превозни средства в ЗНЕ. С мотивацията да бъдат в състояние да се съобразят с настоящите гранични стойности на ЕС



(вж. глава 1.3), няколко града също са регулирали достъп на други видове превозни средства, а не само на тежкотоварни автомобили. Според уебсайта на EC Urban Access Regulations, към края на 2017 г. в Европа е имало повече от 260 ЗНЕ.

3.1.5 Цел и ограничения

Целта на това изследване е да се проучат разпоредбите за ЗНЕ в европейските градове и как се прилагат тези разпоредби. Освен това проучваме качеството на въздуха в Швеция и други градове със зони за свободна търговия и изследваме възможния ефект от регламентите за зони за свободна търговия. Шведската транспортна агенция (Transportstyrelsen) искаше да се съсредоточи върху следните държави: Швеция, Германия, Франция, Белгия, Обединеното кралство, Нидерландия и донякъде Норвегия. Това са всички страни, които имат или планират да разширят регламентите в своите ЗНЕ, за да включат и други видове превозни средства.

Някои от тези страни имат няколко ЗНЕ, следователно ние сме ограничили броя на градовете, включени в анализа донякъде, въз основа на следните критерии:

- Няколко вида превозни средства са включени в ЗНЕ, а не само тежкотоварни автомобили
- Градове, които представляват специален интерес за Шведската транспортна агенция
- Размер на града и размер на зоната, донякъде сходен със Стокхолм/Гьотеборг.

3.1.6 Регламенти на ЕС за качеството на въздуха

В миналото са съществували няколко транснационални директиви на Европейската комисия, свързани с качеството на въздуха. Тези директиви определят праговете за нивото на качеството на въздуха за защита на човешкото здраве и околната среда (Таблица 3.2). Те съдържат и критерии за оценка на качеството на въздуха. За няколко съединения са определени гранични стойности, които са правно обвързващи, както и изисквания за измервания и докладване. Определени са правила за местоположението и класификацията на местата за измерване, валидирането на данните и инструментите, като се осигурява съвместимост в различните държави. Държава членка, която не отговаря на изискванията, трябва да приеме план за действие с подходящи мерки, така че периодът на превишаване да бъде възможно най-кратък.

Таблица 3.2 Някои важни директиви на ЕС, регулиращи качеството на въздуха.

ЕС Directive 1996/62/ЕС	Регулирани от директивата Оценка и управление на качеството на атмосферния въздух
1999/30/ЕС	Задаване на гранични стойности за NO, NO ₂ , ФПЧ, SO ₂ и олово (Първа дъщерна директива)



2004/107/ЕС	Промени, свързани с кадмий, никел, арсен и ПАВ
2008/50/ЕС	Обединява други директиви в една. Нови гранични стойности за РМ2.5. Възможност за удължаване на срока за достигане на пределно допустимите стойности (до три години за РМ10 и до пет години за NO2). Планове за действие за качеството на въздуха, в които се описва как държавите членки ще постигнат пределно допустимите стойности.
2015/1480/ЕС	Местоположение на обектите за измерване, референтни методи и валидиране на данните

Източник: ЕК 2018а

Ако дадена държава членка не приеме мерки, които да са достатъчни за достигане на граничните стойности в разумен срок, съдът на ЕС може да започне процедура за нарушение. През май 2018 г. (ЕК2018б) имаше 16 висящи дела за нарушение срещу държави членки (Белгия, България, Чешката република, Германия, Гърция, Испания, Франция, Унгария, Италия, Латвия, Португалия, Полша, Румъния, Швеция, Словакия и Словения).

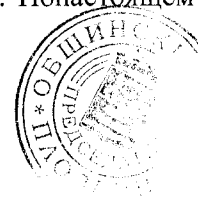
3.2 ПРОУЧВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ВЪВЕДЕНИ НИСКО ЕМИСИОННИ ЗОНИ ЗА ТРАНСПОРТ В НЯКОИ ЕВРОПЕЙСКИ ГРАДОВЕ

3.2.1 Градове в Швеция

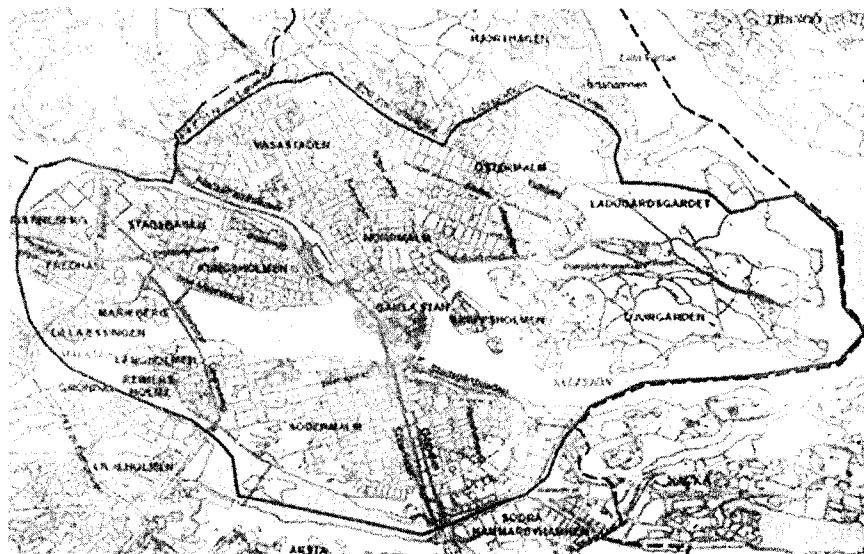
Швеция е първата страна, която прилага зони с ниски емисии, като мярка за намаляване на замърсяването от превозни средства. От 1992 г. шведските градове могат да забранят навлизането на тежкотоварни превозни средства в "екологично чувствителни зони". Това са райони, които се борят със замърсяването и шума, и в същото време райони с много жилища и пешеходци/велосипедисти. След тази промяна в нормативната уредба градовете Стокхолм, Гьотеборг и Малмьо работиха заедно, като изградиха рамка за това как да прилагат нискоемисионни зони (Stockholm Stad 2008). Шведските нискоемисионни зони сега се регулират от Trafikförordning (1998:1276).

Основните цели на нискоемисионните зони са:

- да се намали приносът на емисиите от високопроходими автомобили в централните части на градовете;
- Подобряване на качеството на въздуха в районите и намаляване на шума
- да се ускори подмяната (или модернизацията) на по-старите превозни средства
- стимулиране на технологичните иновации в посока на по-малко замърсяващи превозни средства
- да допринесе за подобряване на замърсяването на въздуха и извън границите на зоните. Стокхолм, Гьотеборг и Малмьо са наложили своите нискоемисионни зони в 1996. Настоящите зони регулират автобуси и камиони (брутно тегло >3,5 тона). По принцип дизеловите камиони и автобуси, по-стари от шест години, не се допускат до шведските нискоемисионни зони. Понастоящем няма времеви



ограничения за Евро VI превозни средства. Швеция има нискоемисионни зони в: Стокхолм, Гьотеборг, Малмьо, Лунд, Хелзингборг, Умео, Упсала и Мьолндален. Всички шведски зони трябва да следват разпоредбите, посочени в Trafikförordning (1998:1276), но зависи от общината да реши дали иска да въведе нискоемисионни зони или не, и размера.



Фигура 3.1 Граници на нискоемисионните зони в Стокхолм

През 2007 г. Стокхолм въведе зона за таксуване на задръстванията. Тази зона има почти същите граници като на нискоемисионните зони.

Нискоемисионните зони бяха въведени с цел намаляване на нивото на ФПЧ и NOx в градовете и беше възможно да се модернизират по-старите превозни средства със системи за пречистване на отработените газове (напр. филтри за частици) и по този начин да се увеличи броят на годините, през които превозните средства могат да влизат в зоната. Други мерки за намаляване на замърсяването в шведските градове в момента са например: забрана за използване на гуми с шипове по някои улици; процеси на свързване на праха с помощта на СМА (калциево-магнезиев ацетат); поощряване използването на превозни средства с нулеви и ниски емисии; повишено внимание към ходенето пеша/колхозенето с велосипед и използването на обществен транспорт.

Превозни средства, освободени от разпоредбите на нискоемисионните зони са (Stockholm Stad 2008):

- превозни средства, използвани за превоз на хора с увреждания/болни лица;
- превозни средства за спешна помощ;
- военни превозни средства;
- превозни средства на ветерани;
- превозни средства, използващи за гориво газ/етанол.



На 30 август 2018 г. шведската наредба, Trafikförordningen (1998:1276), беше изменена. Регламентът сега отваря за възможността да се включат и други видове превозни средства в зоните. Правителството позволява на окръзите, които искат да имат нискоемисионни зони, да избират между следните три регламента за зоните от 2020 г. (Svensk förfatningssamling 2018):

- НЕЗ 1: Регулиране на лекотоварните превозни средства, както до момента;
- НЕЗ 2: Правила за леки автомобили, микробуси и микробуси. Изискване за Евро 5 или Евро 6 за бензиновите/дизеловите превозни средства в тези категории.
- НЕЗ 3: Позволено навлизане в зоната само на превозни средства с ниски емисии (електрически/горивни клетки, Евро 6/VI газови превозни средства и Euro VI plug-in хибриди).

Причините за разширяването на превозните средства, включени в регламентите на нискоемисионните зони са, че няколко шведски градове все още се борят с лошото качество на въздуха, и заедно с други страни са получили предупреждения от съда на ЕС. В Стокхолм 94 % от трафика се осъществява от леки превозни средства (ЛПС - леки автомобили и леки търговски превозни средства). Лекотоварните са отговорни за 62% от свързаните с трафика емисии на ФПЧ и 46% от емисиите на NOx (Stockholm stad 2017 г.), което е мотив при прилагане на мерки за намаляване на замърсяването на въздуха да се включат и лекотоварните автомобили.

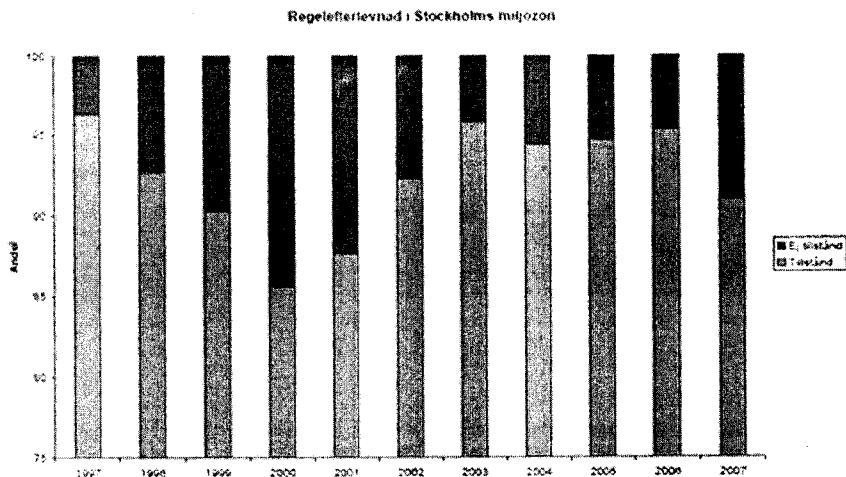
Прилагане

Нискоемисионните зони в Швеция се прилагат чрез случайни проверки от пътната полиция (проверка на регистрационния номер на превозното средство). Глобата за неспазване на правилата е 1000 SEK (\approx 107 Евро).

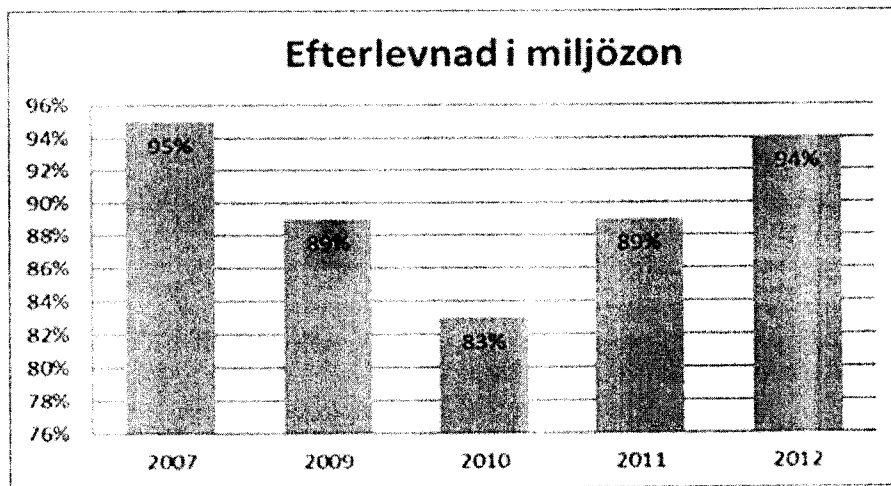
През 1997 г. спазването на разпоредбите в Стокхолм е било приблизително 95 %, докато през 2007 г. то е намаляло до 90 % (Stockholm stad 2008 г.) (Фигура 3.2). В Малмьо (Фигура 3.3) спазването на разпоредбите е било около 89 % през 2009 г. (Trafikverket 2010), а през 2012 г. - 94 %.

В Гьотеборг последната проверка за съответствие е направена през 2011 г., като е констатирано съответствие от 96 процента (Nilsson 2018). Според Trafikverket (2010 г.) спазването на шведските разпоредби за зоните като цяло е било между 90 и 95 процента.





Фигура 3.2 Спазване на разпоредбите за ЗНЕ в Стокхолм, 1997-2007 (червено - неспазване). Източник: Stockholm Stad 2008



Фигура 3.3 Спазване на разпоредбите за нискоемисионни зони в Малмьо, 2007-2012. Източник: Gyarmati, Malmö stad

Спазването на съществуващите разпоредби варира в известна степен през отделните години. Нивото на контрол е един от факторите, които оказват влияние върху спазването на изискванията. В Стокхолм полицията е намалила контролната си дейност в нискоемисионни зони, което може да е повлияло на нивото на спазване (Stockholm stad 2017).

Качество на въздуха

Граничните стойности от Директивата на ЕС са въведени в шведската нормативна уредба, наречена норма за качество на околната среда (Miljö kvalitetsnormer). Шведската наредба включва също така дневна пределно допустима стойност и допълнителна почасова пределно допустима стойност за NO₂. Освен пределно допустимите стойности в нормата има национални цели за качество на околната среда и местни цели ("Frisk Luft"). Тези цели



са определени на не повече от $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за средногодишната стойност и $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за среднодневната стойност, което е много по-ниско от граничните стойности по директивата на ЕС. Граничната стойност на NO_2 в целта за качество на околната среда също е по-ниска, като средната годишна стойност е $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, а средночасовата - $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Гьотеборг например е определил местни междинни цели за качеството на въздуха, които трябва да бъдат постигнати до 2020 г. За NO_2 целта е $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за средногодишната стойност в голяма част от жилищните райони и в повечето училища (в 95 % от училищата и в местоживеенето на 95 % от населението). За ФПЧ средноденонощната концентрация не трябва да надвишава $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за повече от 37 дни в годината (Göteborg stad 2017 г.).

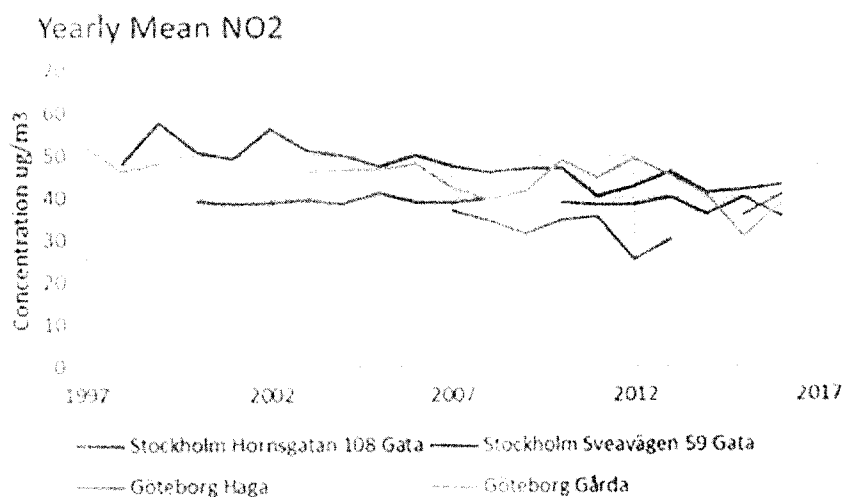
През последните години в Стокхолм и Гьотеборг нивата на ФПЧ₁₀ са намалели, но NO_2 са били близки до, а на някои места и над годишната пределно допустима стойност (вж. Фигура 3.4 и Фигура 3.5). През 2017 г. се наблюдават по-ниски нива на NO_2 в сравнение с предходните години, но намалението е различно в отделните станции. Местните условия, като например увеличаването на обема на трафика и делът на HDV, могат да обяснят част от тази вариация (SLB 2018). В две станции не са спазени пределно допустимите стойности, което означава, че са необходими допълнителни намаления на емисиите.

Стокхолм е в съответствие с пределно допустимите стойности за ФПЧ₁₀. Намаляващите нива, особено в центъра на града, се обясняват с намаляването на използването на гуми с шипове и интензивните дейности по свързване на праха. Ако трябва да се спазват пределно допустимите стойности без прахово свързване, делът на гумите с шипове в автомобилния парк трябва да бъде допълнително намален (SLB 2018 г.). Както за ФПЧ₁₀, така и за NO_2 целевите стойности не са постигнати. За ФПЧ_{2,5} както пределно допустимите стойности, така и целите са постигнати в 2017 година.

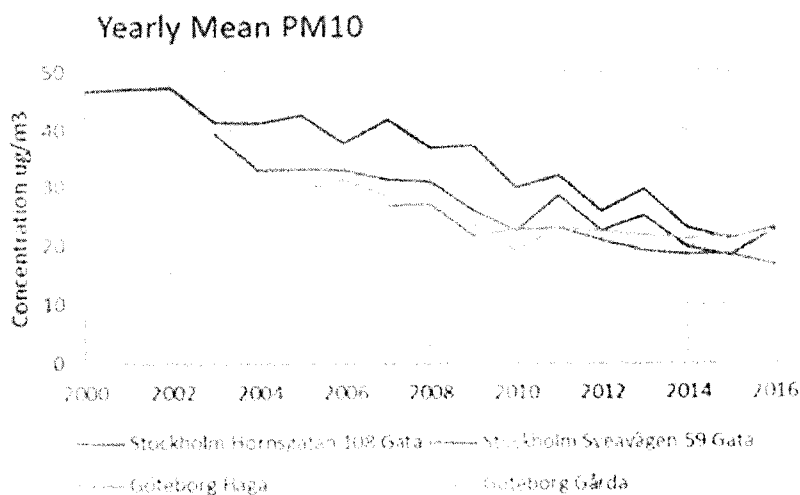
В Гьотеборг нивата на NO_2 са намалели в сравнение със 70-те години на миналия век. Концентрациите са намалели и в градския фон през последните години, но през 2000 г. нивата в станциите за измерване на трафика са били по-стабилни (Västsvenska paketet 2014 г.). През 2016 г. пределно допустимите стойности са превишени за NO_2 . На станцията Haga наблюдаваните стойности на NO_2 показват, че средногодишна стойност през 2016 г. е била по-висока от наблюдаваната стойност през 2007 г. (Фигура 3.4). Шведските почасови и дневни пределно допустими стойности не са били достигнати нито в станция Haga, нито в станция Gårda. Тъй като пределно допустимите стойности не са били спазени, целите също не са били постигнати за този компонент. Относително високите стойности през 2016 г. могат да се обяснят с малко по-неблагоприятните метеорологични условия през тази година за NO_2 (Göteborg stad 2017 г.), но пределно допустимите стойности, разбира се, трябва да се спазват независимо от времето.



За ФПЧ нивата постоянно намаляват и пределно допустимите стойности са спазени във всички станции (вж. Фигура 3.5), но целите и целевите стойности за ФПЧ₁₀ не са постигнати. В Gårda както средногодишните, така и среднодневните стойности са били твърде високи (Göteborg stad 2017 г.).



Фигура 3.4 Концентрации на NO₂ на избрани места за движение в Стокхолм и Гьотеборг.
Източник: ЕАОС



Фигура 3.5 Концентрации на ФПЧ₁₀ на избрани места за движение в Стокхолм и Гьотеборг.
Източник: ЕАОС

Проучвания на ефектите от нискоемисионните зони

Нискоемисионните зони в Стокхолм са оценени за годината 2000 (Johansson и Burman 2001). Средната възраст на автобусите и камионите е била намалена в резултат на нискоемисионни зони. Моделирането на емисиите показва намаляване на емисиите за



тежкотоварния автопарк с 40 % на емисиите на ФПЧ и 10 % намаление на емисиите на NO_x. По-малкото намаление на емисиите на NO_x се обяснява отчасти с възможността за дооборудване на превозните средства с филтри за частици, което не би намалило емисиите на NO_x. Ефектът върху концентрациите е много по-голям, но по-нисък от намалението на емисиите, тъй като тежкотоварни автомобили са само един от многото източници. Дисперсионното моделиране показва намаление на NO_x с 1,5 % на нивото на улицата в Hornsgatan. За сравнение, оценката на таксуването на задръстванията (Johansson et al. 2014 г.) дава намаление на NO_x с 8 % на същото място.

Нискоемисионната зона в Умео е оценена през 2012 г. чрез моделиране на концентрациите на NO₂ на някои улици за два бъдещи сценария (2014 и 2020 г.) със и без нискоемисионна зона. Проучването дава най-голям ефект през 2020 г. с очаквано намаление до 18 % за средната годишна стойност в Västra Esplanaden.

3.2.2 Лондон, Великобритания

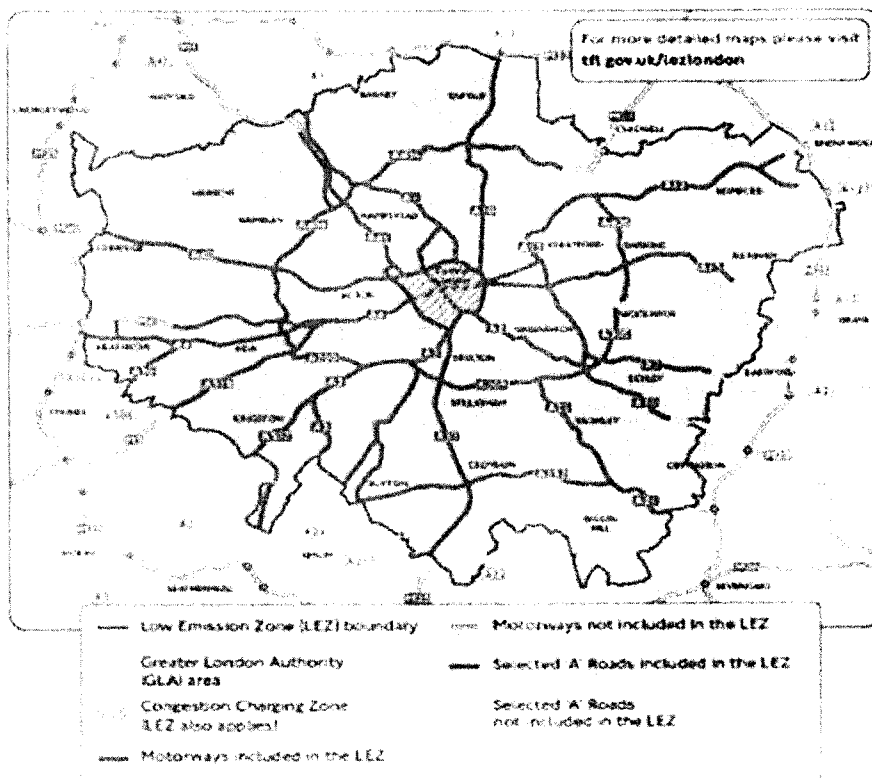
В началото на 2000-та година качеството на въздуха в Лондон е сред най-лошите в Европа и не отговаря на изискванията на ЕС и на националните изисквания за ФПЧ и NO_x (Transport for London 2008, Ellison et al. 2013). През 2008 г. около 4300 смъртни случая в Лондон се дължат на дългосрочно излагане на ФПЧ_{2.5} (Miller 2010). През 2005 г. около 47 % от емисиите на ФПЧ₁₀ и NO_x в Лондон се дължат на автомобилния трафик (Transport for London 2006). Нискоемисионна зона в Лондон е въведена, за да помогне на града да работи за постигане на европейските пределно допустими стойности за качеството на въздуха и националните цели за качеството на въздуха на Обединеното кралство (Transport for London 2008). Бяха приложени и други мерки, например пилотни проекти за тестване на автобуси с нулеви емисии.

Нискоемисионна зона в Лондон е въведена през януари 2008 г. и обхваща 1580 km². Изискванията в рамките на зоната са били променяни няколко пъти оттогава. В Лондон има и таксуване на задръстванията (ТЗ), което е въведено през 2003 г. Нискоемисионната зона и ТЗ-зоната нямат едни и същи граници (вж. фигура 6 за границите).

Разработване на изискванията за нискоемисионна зона (Ellison et al. 2013, Wang et al. 2017):

- Февруари 2008 г: Минимално ниво на Евро III за камиони над 12 тона.
- Юли 2008 г: Минимално ниво на Евро III/3 също за товарни превозни средства с тегло над 3,5 тона и автобуси/автобуси с тегло над 5 тона.
- Януари 2012 г: Минимално ниво Евро IV за HDV (камиони над 12 тона, товарни автомобили от 3,5 до 12 тона и автобуси над 5 тона) и минимално ниво Евро III/3 за ванове (1,2 - 3,5 тона), микробуси (под 5 тона) и каравани/амбулантни автомобили (между 2,3 и 3,5 тона).





Фигура 3.6 Граници за нискоемисионната зона и ТЗ-зона на Лондон
Източник: Транспорт за Лондон

Лондон планира да въведе зона със свръхниски емисии (СЗНЕ) в централната част на града през април 2019 г. (Правителство на Лондон 2017 г.). Тази зона ще покрива същата площ като зоната на таксуване на задръстванията (вж. фигура 6). Тя ще замени сегашната зона

T-Charge (такса за токсичност/добавка за емисии). Таксата T-Charge беше въведена през октомври 2017 г. като първа стъпка за въвеждането на зони със свръхниски емисии. Съществува план за разширяване на зоната през 2021 г.

Зоната на Т- таксата включва частни автомобили, но не и мотоциклети и моторпеди (за повече информация вж. таблица 3). Зоната на свръхниски емисии ще включва мотоциклети. Приходите ще бъдат използвани от Транспорт за Лондон за поддържане на по-екологичен транспортен парк и намаляване на замърсяването (Правителство на Лондон 2018 г.).

Както таксата Т, така и СЗНЕ са въведени, за да се справят с нивото на замърсяване на въздуха в централната част на града, и по-специално с NO_x и ФПЧ. Благодарение на прилагането на свръхниско-емисионни зони се очаква следното намаляване на емисиите (Правителство на Лондон 2017 г.), както следва:



- 50 % намаление на NO_x от тежкотоварни автомобили;
- 30-процентно намаление на емисиите от градските и междуградските автобуси;
- 8-12 % намаление на емисиите от леки автомобили и микробуси;
- 100 000 души в Лондон вече няма да живеят в райони, в които се превишават пределно допустимите стойности на NO₂.

Таблица 3.3 Преглед на изискванията и метода на прилагане на нискоемисионни зони в Лондон.

Year of installation	Vehicle	Requirements (January 2018)	Enforcement
2008	HDV	3HE. Meet Euro IV standards for PM, or pay daily charge of £200.	ANPR
	Van, minibus	3HE. Meet Euro 3 standards for PM, or pay daily charge of £100.	ANPR
2017	HDV	T-Charge. Meet Euro IV requirements, or pay.	ANPR
	LDV	T-Charge. Meet Euro 4 requirements, or pay. MC/Moped not included.	ANPR
2019	HDV	U3HE. Meet Euro VI standards for PM and NO _x or pay daily charge.	ANPR
	LDV	U3HE. Diesel: Meet Euro 6 standards for PM and NO _x . Petrol: Meet Euro 4 standards for NO _x . MC/Mopeds ec.: Euro3 standards for NO _x . Meet standards or pay daily charge.	ANPR

Източник: urbanaccessregulations.eu и местни начални страници на ЗНЕ

Великобритания също има нискоемисионни зони в четири други града. Тези градове обаче, имат разпоредби само за местните автобуси (по местно споразумение):

- Норич, Евро III за NO_x
- Нотингам (2010), Евро III
- Оксфорд (2014 г.), Евро V
- Брайтън (2015 г.), Евро V. Зоната се състои само от един път.

Шотландия планира да въведе нискоемисионни зони в четири от най-големите си градове преди 2020 (Transport Scotland 2017). Глазгоу ще бъде първият град и през 2019 г. ще има зона в центъра на града с ограничение за автобусите, а през 2022/23 г. ограниченията ще включват всички превозни средства, които влизат в зоната (The National 2018).

Прилагане

За наблюдение на нискоемисионните зони Лондон използва система от камери с



автоматично разпознаване на номерата на автомобилите (ANPR). За защита на данните, от снимката и регистрационните номера на превозните средства незабавно се елиминират личните данни. Данните от отделните камери се изпращат до централен възел, като се използва технология за мобилни телефони (Transport for London 2008). Криптираните регистрационни данни, получени от камерите, се съпоставят с криптираните версии на други бази данни. Базата данни съдържа набор от "бизнес правила", които установяват евростандартите и статуса на съответствие на всяко наблюдавано превозно средство (Transport for London 2008). Системата ще сравнява превозните средства с превозните средства, регистрирани в националната база данни и допълнителни бази данни (Transport for London 2018a). Системата автоматично установява дали превозното средство отговаря на изискванията на нискоемисионната зона, дали превозното средство е преоборудвано, за да отговаря на стандарта, дали превозното средство е освободено, дали е регистрирано за отстъпки и дали вече е платило дневната такса. Чуждестранните превозни средства ще трябва да се регистрират, преди да влязат в зоната.

Според Wang et al. (2017 г.) в зоната има инсталирани около 350 камери. Поради огромната площ на зоната, всеки път за достъп до зоната не е обхванат от камери. Камерите са разположени основно в зони с висока интензивност на трафика. Тези камери се допълват от редица мобилни камери, които правят случайни извадки от други пътища (Siemens 2016). Освен това има около 650 камери, които покриват зоната за таксуване на претоварените пътища (които имат общи граници със зоната за таксуване на Т-образните пътища и предстоящата зона на свръхниски емисии).

В Лондон системата се основава на предварително плащане или плащане до полунощ на следващия ден. Ако плащането се забави, дължимата сума се увеличава (Wang et al. 2017). Плащането за влизане в зоната с превозни средства, които не отговарят на изискванията, е 100 GBP за микробуси, микробуси и други специализирани превозни средства. За превозни средства с висока проходимост (камиони, автобуси, специализирани превозни средства с висока проходимост), които не отговарят на изискванията, дневната такса за влизане е 200 GBP (Transport for London 2018b). Регистрирането на превозното средство и плащането на таксата се управлява чрез началната страница на Транспорт за Лондон за нискоемисионни зони.

Ако изискваните такси за нискоемисионните зони не са платени до полунощ на следващия ден, наказателните такси са (Транспорт за Лондон 2018c):

- микробуси: £250, ако се плати в рамките на 14 дни, 15-28 дни £500, ако не се плати £750.
- тежкотоварни: £500, ако са платени в рамките на 14 дни, 15-28 дни - £1000, ако не са платени - £1500.



Ако превозното ви средство не отговаря на изискванията, цената за влизане в зоната на T-Charge е £10 (жителите получават 90 % намаление). В зоната на ТЗ и зоната за Т-заплащане е налична система за автоматично плащане. Ако дневната такса не бъде платена, санкцията е £80 (ако се плати в рамките на 14 дни) или £160 (Transport for London 2018d). Ако не се плати в рамките на 28 дни, таксата се увеличава на £240 . Ако наказателната такса все още не е платена, се наема агент по принудително изпълнение, за да събере неизплатените задължения (напр. ще дойде в дома ви и ще събере неизплатения дълг), като същият процес се използва и при прилагането на нискоемисионна зона и СС-зоната.

Нивото на таксата за зоната със свръхниски емисии ще бъде 12,50 паунда за леки автомобили, микробуси и мотоциклети и 100 паунда за камиони, автобуси (Правителство на Лондон 2018 г.).

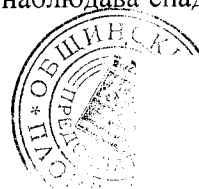
В предпроектно проучване, извършено преди въвеждането на лондонската зона на свръхниски емисии, се очакваше ръчна схема за контрол с използване на 20 единици (полицаи и или пътни надзиратели) да има процент на разкриваемост от около 5-6%, докато схема, базирана на камери (със 125 стационарни и 10 мобилни единици), се очакваше да има процент на разкриваемост от около 70% (Deloitte 2005).

След първата седмица от работата на нискоемисионната зона през 2008г., 50000 тежкотоварни автомобили са влезли в зоната, от които 91.5 процента са в съответствие с разпоредбите (Транспорт за Лондон 2008). До края на април 2008 г. степента на съответствие е достигнала 95 %. Това се счита за чудесен резултат, като се има предвид, че през януари 2007 г., една година преди въвеждането на ЗНЕ, спазването е било 75 % (Transport for London 2008).

Според Transport for London (2017 г.) повече от 98 % от превозните средства, които са влезли в нискоемисионната зона през 2017 г., са отговаряли на определените екологични изисквания. През 2017 г. са издадени 355001 наказателни постановления за налагане на санкции за навлизане в зоната, без да се спазват разпоредбите. Процентът на спазване на изискванията за зоната за таксуване-Т е бил около 95 процента, а около 278 наказателни постановления за налагане на глоби са издадени за период от три месеца (октомври-декември 2017 г.).

Качество на въздуха - норми и нива

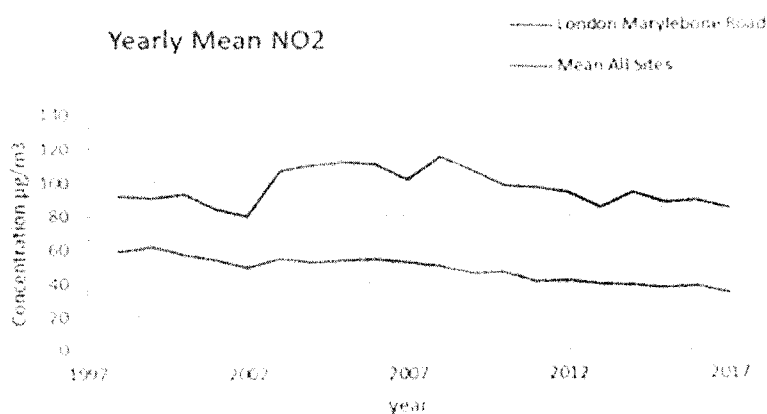
Обединеното кралство е длъжно да изпълни изискванията на Директивата на ЕС за качеството на въздуха на местно ниво, но към 2018 г. все още не ги е изпълнило. Наблюденията на качеството на въздуха в избрани станции са показани на Фигура 3.7 и Фигура 3.8. Тенденцията в изменението на NO₂ на улица Marylebone в Лондон за почти двадесет годишен период показва увеличение, след което се наблюдава спад до нивото от



2000 г. Средните стойности за всички пунктове естествено са по-ниски, но и те показват по-ясна тенденция към намаляване през периода. При повечето станции в Обединеното кралство от 2005 г. до 2016 г. се наблюдава ясно изразена или слаба тенденция на намаляване, докато само при няколко станции се наблюдава ясна тенденция на увеличаване на NO_2 и NO_x (Laxen et al. 2018). Дори при намаляваща тенденция има няколко измервателни станции с нива на NO_2 над граничната стойност. На улица Marylebone в Лондон нивата на NO_2 са доста над $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, което е повече от два пъти над пределно допустимата стойност от $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

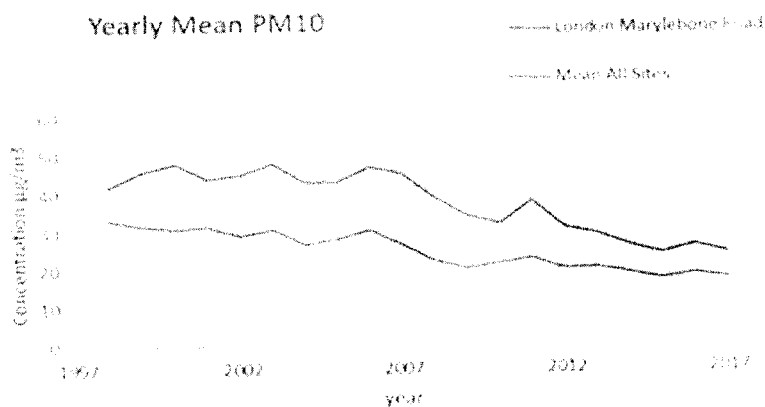
Също така и други градове в Обединеното кралство имат твърде високи нива на концентрация. В Оксфорд измервателната станция на пътният участък е показала намаляващи нива, а през 2017 г. измерванията за първи път са били под граничната стойност за NO_2 . В град Нотингам са отчетени данни само за една градска фонова площадка и няма пътна станция (статистика на ЕАОС за 2018 г.). Въпреки това измерванията с дифузионни тръби и моделни изчисленията показват, че на няколко улици граничната стойност е превишена или има вероятност да бъде превишена. Прогнозите сочат, че това ще се случи и през 2020 г., ако не се приложат допълнителни мерки по отношение на NO_2 (Градски съвет Нотингам 2018 г.).

За ФПЧ нивата намаляват и през последните години са под граничната стойност, вж. Фигура 3.8 (DEFRA 2018). През май 2018 г. Обединеното кралство стартира нова стратегия за чист въздух (UK Gov 2018), в която се определя цел за годишните стойности на $\text{PM}_{2.5}$ да се достигне препоръчителната стойност на СЗО от $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ до 2025 г. Това би означавало, че по-нататъшното намаляване на емисиите на PM и мерките, насочени към прахови частици ще бъдат необходими.



Фигура 3.7 Средногодишна концентрация на NO_2 в измервателните станции на пътя в Обединеното кралство (Източник: DEFRA)





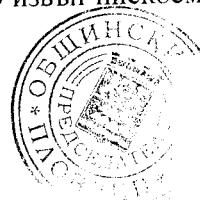
Фигура 3.8 Тенденция на средногодишната концентрация на ФПЧ₁₀ в крайпътните измервателни станции в Обединеното кралство (Източник: DEFRA)

3.2.3 Градове в Белгия

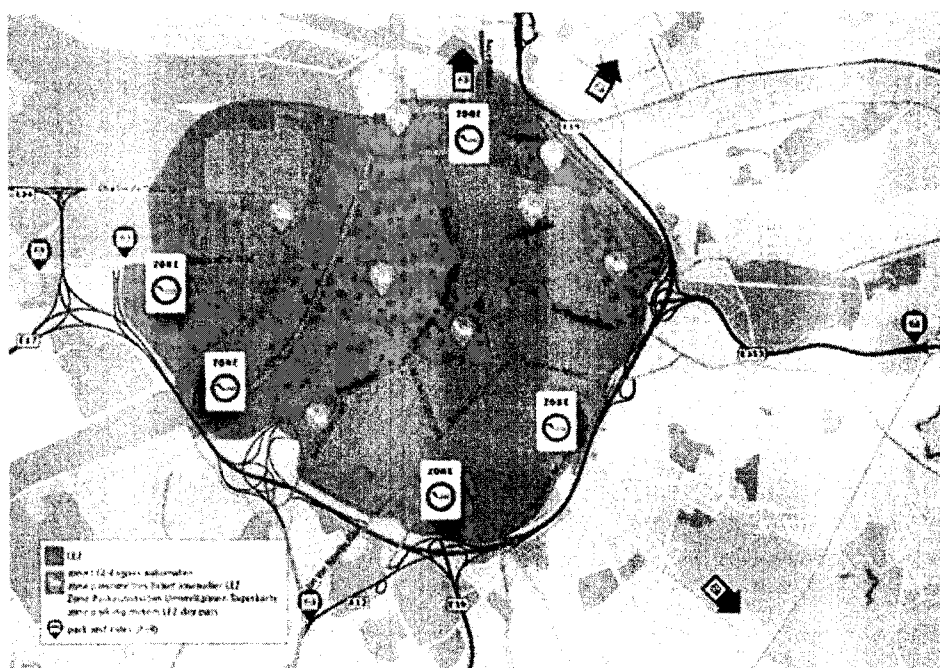
В град Антверпен е въведена ЗНЕ на 1 февруари 2017 г., а през януари 2018 г. в Брюксел е въведена допълнителна ЗНЕ. Белгия също така планира да въведе нискоемисионни зони в градовете Гент и Мехелен през 2020 г. Правната рамка за прилагане на нискоемисионни зони се основава на Указ 27/11/15 и правителствени решения от 26.2.2016 и 31.3.2017 (Lenders и De Gelder 2007). Регионалната рамка дава категориите на разрешените превозни средства, посочва условията, при които местните власти могат да бъдат по-толерантни, и предоставя база данни с разрешените превозни средства (Lenders и De Gelder 2007). От местните власти обаче зависи да решат дали искат да въведат ЗНЕ или не.

Местните власти могат да направят корекции в разпоредбите и например да дадат разрешение за определени категории превозни средства срещу заплащане. Регионалното правителство в Брюксел реши да въведе нискоемисионни зони през 2016 г. като част от дългосрочен план за качеството на въздуха, климата и енергията (Traject et al. 2017). Една от основните причини за въвеждането на нискоемисионни зони беше фактът, че градът не отговаря на стандартите на ЕС за качество на въздуха. Изискването за NO₂ беше особено проблематично. Белгия е една от няколко държави, срещу които Комисията е започнала правни действия (Euractiv 2017).

По данни на Европейската агенция за околната среда (2017 г.) през 2014 г. над 8000 белгийски граждани са починали преждевременно поради излагане на PM_{2,5}, а около 1900 са починали преждевременно поради излагане на NO₂. Град Антверпен обмисля да разшири размера на своите нискоемисионни зони (Lenders and De Gelder 2017). Съществуващите граници на нискоемисионни зони са показани на Фигура 3.9. В Антверпен няколко съоръжения за паркиране и движение са създадени точно извън нискоемисионни зони, за



да се улесни ежедневно транспортране на гражданите.



Фигура 3.9 Нискоемисионни зони в Антверпен (Оранжеви мехурчета – автоматизирано издаване на дневни пропуски). Източник: Град Антверпен

Нискоемисионни зони в Антверпен има ограничения за всички моторни превозни средства с четири колела, докато Брюксел има ограничения за леки автомобили, микробуси и автобуси. В Брюксел следните превозни средства са автоматично освободени от разпоредбите на Нискоемисионни зони (Град Брюксел 2018a):

- Превозни средства с 2 колела
- Тежкотоварни превозни средства (категория N2 и N3 и някои N1)2
- Електрически и водородни превозни средства
- Аварийни превозни средства
- Превозни средства за ветерани (на възраст над 30 години)
- Селскостопански и горски трактори.

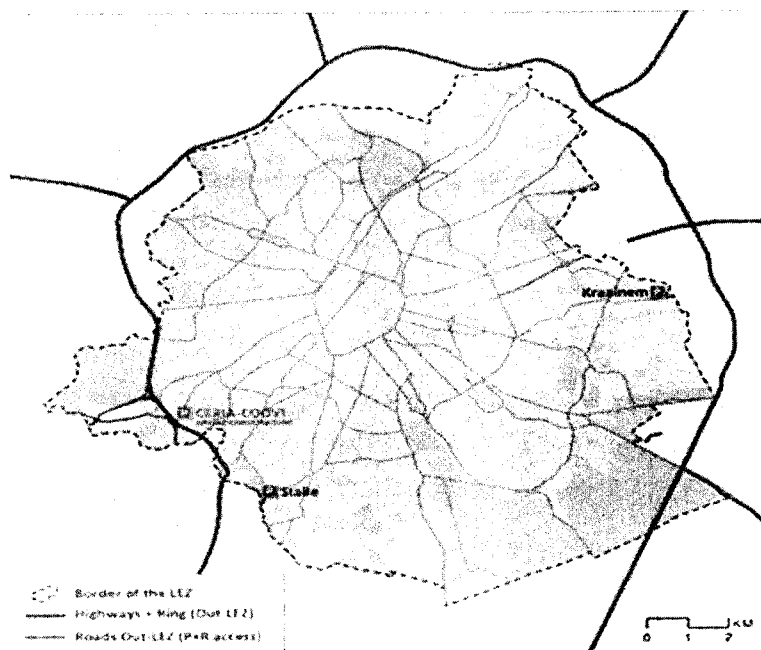
Както в Антверпен, така и в Брюксел е възможно да се подаде заявление за освобождаване от изискванията. В Брюксел тези изключения са ограничени до (City of Brussels 2018a):

- Превозни средства за превоз на лица с увреждания
- Превозни средства, пригодени за пазари, панаири и др.
- кемпери.

В Антверпен граждани с увреждания, притежаващи карта за паркиране и такива с



ниски доходи, могат да кандидатстват за освобождаване от рестрикции, свързани със ЗНЕ. Чуждестранните превозни средства трябва да се регистрират, преди да влязат в нискоемисионни зони в Белгия. Те могат да се регистрират до 24 часа след влизането в зоната, но е препоръчително да го направят преди влизането. Целият регион на столицата Брюксел (161 km²) е обхванат от ЗНЕ, вж. Фигура 3.10. Единствените изключения са околоръстният път и някои улици, позволяващи достъп до паркинги.



Фигура 3.10 Зона с ниски емисии в Брюксел

Прилагане

И в двете действащи Нискоемисионни зони, камери са инсталирани по границите на Нискоемисионни зони и в центъра на града (Smart ways to Antwerp 2018b, Low emission zone Brussels 2018b). Камерите както в Антверпен, така и в Брюксел са свързани със система ANPR. Камерите правят обща снимка на превозното средство, а една снимка увеличава регистрационния номер. След това цифровата снимка на регистрационния номер се "превежда" в цифри и букви.

В допълнение към наблюдението с камери полицията извършва случайни проверки на превозните средства, като обръща специално внимание на чуждестранните превозни средства. Към системата са свързани различни бази данни. Те имат достъп до типовете превозни средства и евростандартите, имената и домашния адрес на собствениците, регистрираните модернизации и изключенията.

Чуждестранните превозни средства трябва да се регистрират, за да влязат в зоната.

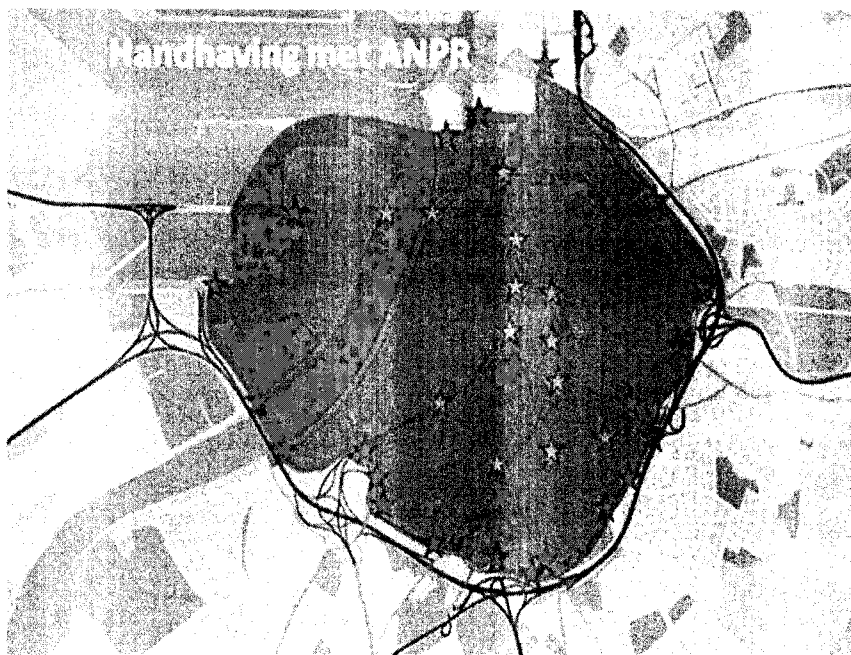


Преоборудваните превозни средства и превозните средства, които имат право на освобождаване, също трябва да се регистрират. За разлика от Антверпен Нискоемисионни зони, Брюксел не позволява модернизация на превозни средства, за да отговарят на изискванията.

За да се осигури време за регистрираните в последния момент превозни средства, регистрационните табели се проверяват в базите данни 10 дни след влизането им в зоната. Антверпен се надява да получи достъп до нидерландските и френските бази данни, за да улесни идентифицирането на нарушителите, а вероятно и до информацията за превозните средства на други държави, за да улесни наблюдението на чуждестранни превозни средства (Lenders и De Gelder 2017).

В преходен период, продължаващ до 2020 г., на някои превозни средства е разрешено да влизат в Нискоемисионни зони в Антверпен, ако се регистрират (Smart ways to Antwerp 2018c) и заплатят за това (намалени цени за хората, живеещи в зоната) и отговарят на тези специфични критерии:

- Дизелови автомобили Евро III/3 без филтри за частици
- Превозни средства на възраст над 40 години
- Дизелови превозни средства Евро II/2 и Евро III/3, използвани за поддръжка и комунални дейности



Фигура 3.11 Местоположение на ANPR-камерите в Антверпен (сини звезди - камери, работещи през януари 2017 г., жълти звезди - планирани нови камери). Източник: Gazet van Antwerpen 2017 г.

Санкцията за незаконно влизане в Антверпен е 150 евро, за второ нарушение - 250 евро, а за следващи нарушения в рамките на 12 месеца се налага глоба от 350 евро. За



Брюксел е предвиден преходен период до октомври 2018 г., през който няма да се налагат глоби. От октомври 2018 г. глобата за незаконно влизане ще бъде 350 евро (Зона с ниски емисии Брюксел 2018с). След това няма да се издават нови глоби в рамките на тримесечен период. Надяваме се, че собственикът в този период ще успее да намери начин да спази разпоредбите. През 2019 г. и 2020 г. Брюксел ще има и тримесечен преходен период.

Този преходен период е валиден само за нови превозни средства, включени в ограниченията (Зона с ниски емисии Брюксел 2018б). Ако автомобилът ви отговаря на изискванията на наредбите, но сте забравили да го регистрирате (т.е. собствениците на чуждестранни автомобили), глобата е 150 евро. Камерите в Нискоемисионни зони Антверпен проверяват средно по 725 000 превозни средства на месец (Lenders and De Gelder 2017).

През февруари 2017 г. (когато е въведена ЗНЕ) спазването на изискванията от влизащите в зоната превозни средства е било почти 95%, а през октомври същата година то се е увеличило до почти 99%. За белгийския автомобилен парк като цяло около 90 % от превозните средства са в съответствие с настоящите изисквания в зоната (Lenders и De Gelder 2017).

В Антверпен 77102 белгийски граждани са били глобени за незаконно влизане в нискоемисионни зони (февруари-ноември) през 2017 г., в допълнение към 167 чуждестранни превозни средства (Nuys 2018). ЗНЕ в Брюксел е въведена през януари 2018 г., но те са решили да имат деветмесечен преходен период след въвеждането на зоната. През този период нарушителите получават само предупреждение, ако автомобилът им не отговаря на изискванията.

Качество на въздуха - норми и нива

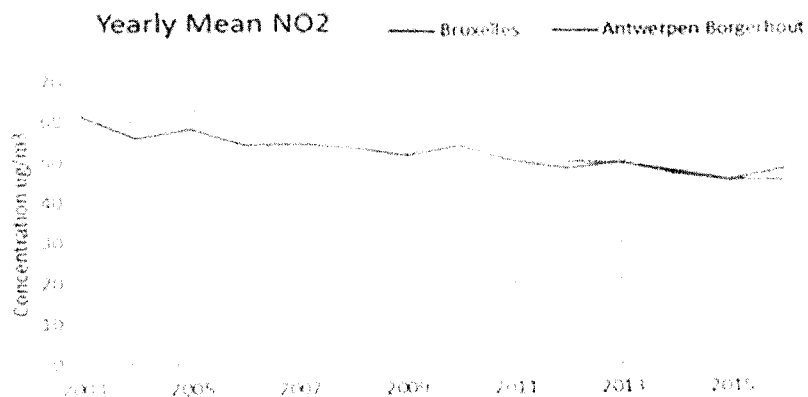
За белгийските градове нивата на NO₂ са тези, които превишават пределно допустимите стойности на ЕС. В Брюксел също така има рискови периоди през зимата с пикови стойности на NO₂ и прахови частици, а пиковите стойности на озона са проблем през лятото (Brussels 2018). На Фигура 3.12 се виждат нивата на NO₂ на две места за движение - едно в Брюксел и едно в Антверпен. Нивата като цяло са намалели през показания период (до 2016 г.), но и на двете станции все още са над граничната стойност 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

За ФПЧ наблюденията в две станции - станция за трафик в Антверпен и градска фонова станция в Брюксел - Моленбек, са показани на Фигура 3.13. Нивата на концентрация в тези две станции са намалели през периода от време и сега са под годишната пределно допустима стойност.

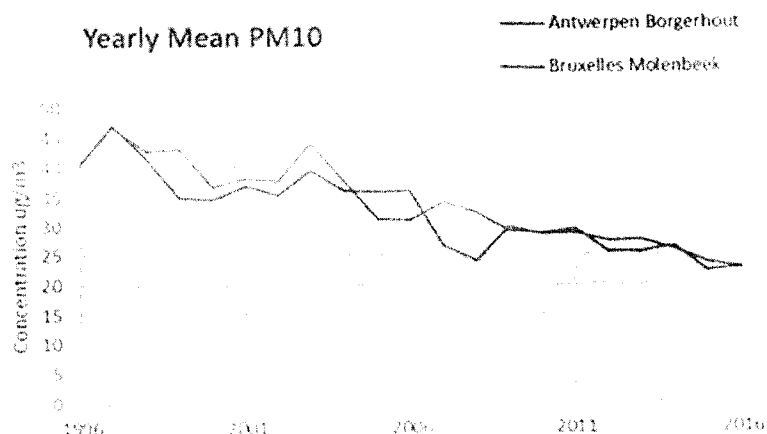
По отношение на дневната пределно допустима стойност през 2017 г. не са



регистрирани превишения, но една станция е била съвсем близо с 33 дни над $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Irceline 2018). От 2007 г. насам нито една измервателна станция не е била над годишната пределно допустима стойност за ФПЧ. Тенденцията за цялата страна също е към намаляване на нивата, като обикновено намалението е с около $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ годишно от 2000 г. насам (Irceline 2017 г.)



Фигура 3.12 Средногодишни концентрации на NO_2 в две пътни станции в Белгия. Източник: ЕАОС

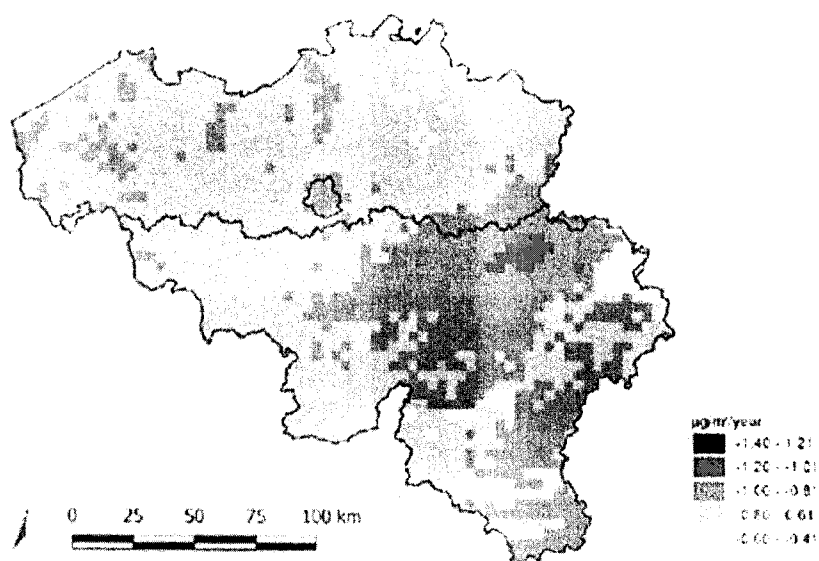


Фигура 3.13 Средногодишни концентрации на ФПЧ₁₀ в два измервателни пункта в Белгия. Източник: ЕАОС

Скоростта на годишното намаляване на нивата на ФПЧ₁₀ в Белгия е представена на Фигура 3.14.



Trend PM10 annual mean concentration (Belgium, 2000-2016)



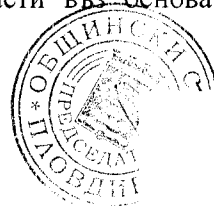
Фигура 3.14 Тенденция за намаляване на емисиите на ФПЧ10 в Белгия за периода 2000-2016 г.
Източник: Irceline 2017

Проучване на ефектите

Тъй като зоните в Белгия са въведени съвсем наскоро, не бяха открити проучвания за ефектите след влизането в сила на ограниченията. Дисперсионното моделиране, извършено преди въвеждането на нискоемисионни зони за Брюксел, показва, че доста голямо намаление на концентрациите на NO_2 ще настъпи и без зоната, но че са необходими допълнителни намаления, поради което са въведени нискоемисионни зони. С въвеждането на нискоемисионни зони те очакват да се съобразят с регламента на ЕС за средната годишна стойност на NO_2 някъде между 2020 и 2025 г., също и в уличните каньони (ADEME 2018).

3.2.4 Градове във Франция

Към края на 2017 г. Франция има 28 нискоемисионни зони, които се наричат ZCR (Zones à Circulation Restreinte, зони с ограничено движение) или ZPA (Zones de protection de l'air). ZCR са постоянни зони, докато ZPA зависят от метеорологичните условия и са в действие само в дни, когато се очаква нивото на NO_x и/или PM да бъде високо (Crit'air 2018a). Тук се фокусираме върху двете съществуващи ZCR в Париж и Гренобъл. Страсбург планира да въведе ZCR през септември 2018 г., а Лил планира да въведе такава през 2019 г. Бордо също обмисля въвеждането на ZCR. През 2012 г. почти 50000 души във Франция са починали преждевременно поради излагане на замърсен въздух (Европейска агенция по околна среда, 2015 г.). ZCR и ZPA бяха въведени отчасти въз основа на няколко правителствени плана за действие (Crit'Air 2018b):



- Третият план за околната среда и здравето за плановия период 2015-2019 г;
- Планът за борба с фините прахови частици за плановия период 2010-2015 г;
- Планът за извънредни ситуации, свързани с качеството на въздуха, от 2012 г;
- План за опазване на атмосферата от 2015 г;

Проектът "Поносим градски въздух за 5 години", който се изпълнява от 2015-2020 г. В този проект 25 местни общности са поели ангажимент да прилагат мерки за подобряване на качеството на въздуха (Crit'Air 2018e). Закон № 2015-992 (август 2015 г.) гарантира, че е възможно да се въведат зони с постоянни ограничения, т.е. ZCR (Ademe 2018). Зоната може да обхваща целия град или част от него. Националното постановление (Dècret ZCR 2016-847) оставя решението за прилагане на зоните на местните власти. Те трябва да следват националната рамка, но могат да вземат решения относно границите, кои превозни средства да бъдат засегнати, времето на деня за регулиране и колко строги трябва да бъдат регламентите, за да отговарят на местните екологични нужди. Преди да се въведе ЗНЕ, това трябва да бъде обосновано чрез извършване на проучвания, документиращи нуждите от ЗНЕ (Ademe 2018), т.е:








- Описание на качеството на въздуха в съответния район
- Оценка на броя на хората, изложени на нива на качество на въздуха, които превишават нормативните изисквания
- Оценка на емисиите на замърсители на въздуха от автомобилния транспорт в района
- оценка на дела на превозните средства, засегнати от ограниченията
- Оценка на намаленията на емисиите на замърсители на въздуха, които се очакват от създаването на нискоемисионни зони. Всички превозни средства, които влизат в ЗНЕ, трябва да имат стикер, указващ техния Евроклас или тип гориво, Таблица 3.4. Един и същ вид стикери се използват във всички френски ЗНЕ. Стикерите показват кои превозни средства имат право да влизат в зоната. Има и зелен стикер за превозни средства, задвижвани с електричество и горивни клетки.



Таблица 3.4 Стикери за класификация на екологичния клас във френските ЗНЕ

Crit'Air-Classification

Image table: Crit'Air.fr/Green-Zones GmbH

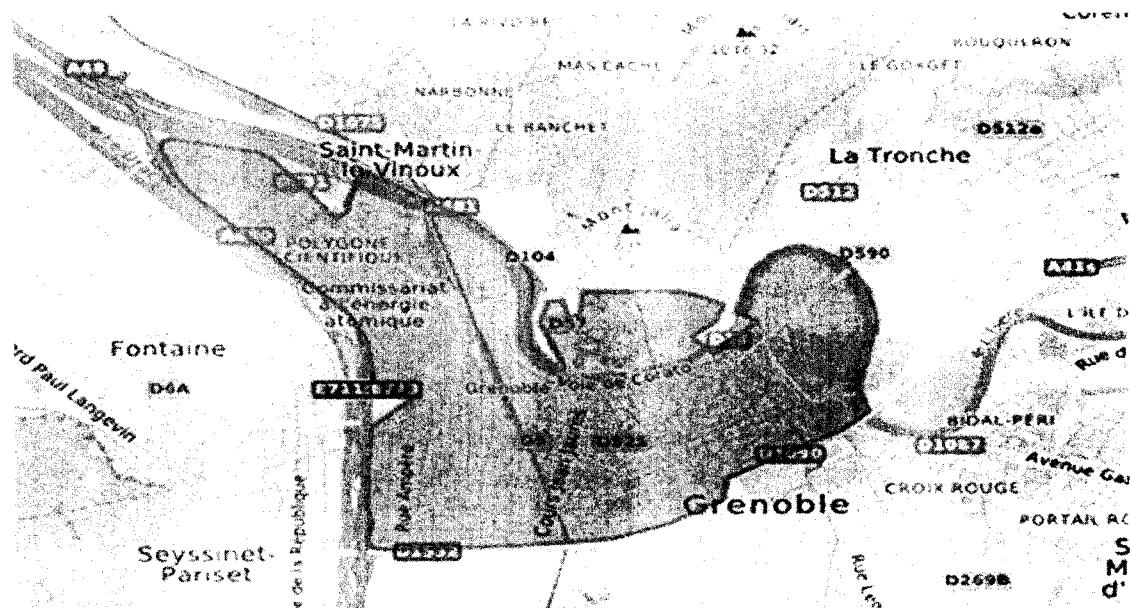
Crit'Air-Class	Two-, three- and light motorized four-wheelers	CARS		Light Utility Vehicles < 3,5 t		Big Trucks, Lorries and Busses	
		Diesel	Petrol	Diesel	Petrol	Diesel	Petrol
		Hydrogen - and Electric Vehicles					
		Gas powered vehicles Rechargeable Hybrid Vehicles					
First registration date or Euro standard							
Crit'Air-Classe	Two-, three- and light motorized four-wheelers	Cars		Light Utility Vehicles < 3,5 t		Big Trucks, Lorries and Busses	
		Diesel	Petrol	Diesel	Petrol	Diesel	Petrol
	EURO 4 starting 01.01.2017 for Motorcycles and starting 01.01.2018 for Mopeds	-	EURO 5 and 6 01.01.2011	-	EURO 5 and 6 01.01.2011	-	EURO 6 starting 01.01.2014
	EURO 3 from 01.01.2007 until 31.12.2016 for Motorcycles and up to 31.12.2017 for Mopeds	EURO 5 and 6 starting 01.01.2011	EURO 4 from 01.01.2006 until 31.12.2010	EURO 5 and 6 starting 01.01.2011	EURO 4 from 01.01.2006 until 31.12.2010	EURO 6 starting 01.01.2014	EURO 5 from 01.10.2009 until 31.12.2013
	EURO 2 from 01.07.2004 until 31.12.2006	EURO 4 from 01.01.2006 until 31.12.2010	EURO 2 and 3 from 01.01.1997 until 31.12.2005	EURO 4 from 01.01.2006 until 31.12.2010	EURO 2 and 3 from 01.10.1997 until 31.12.2005	EURO 5 from 01.10.2009 until 31.12.2013	EURO 3 and 4 from 01.10.2001 until 30.09.2009
	No class for all types from 01.06.2000 until 30.06.2004	EURO 3 from 01.01.2001 until 31.12.2005	-	EURO 3 from 01.01.2001 until 31.12.2005	-	EURO 4 from 01.10.2006 until 30.09.2009	-
		EURO 2 from 01.01.1997 until 31.12.2000	-	EURO 2 from 01.10.1997 until 31.12.2000	-	EURO 3 from 01.10.2001 until 30.09.2006	-
No Crit'Air	No class for all types until 31.05.2000	EURO 1 and before until 31.12.1996	EURO 1 and before until 31.12.1996	EURO 1 and before until 30.09.1997	EURO 1 and before until 30.09.1997	EURO 1, 2 and before until 30.09.2001	EURO 1, 2 and before until 30.09.2001

Превозните средства на газ и хибридниите превозни средства, включени в електрическата мрежа, ще получат лилав (№ 1) стикер. Стикерът може да бъде поръчан онлайн на националния уебсайт. Собствениците на превозни средства, които планират да влязат в нискоемисионни зони, трябва да поръчат стикер на националната уебстраница (за стикери Crit'Air). Същият стикер се използва и във временните екологични зони (ВЕС).

Нискоемисионна зона в Париж е въведена през септември 2015, с ограничения за автобуси и камиони. През юли 2016 г. ограниченията обхващаха и други видове превозни средства. Зоната е в действие през делничните дни, от 8 до 20 ч. (Crit'Air 2018c). За камионите и автобусите забраната се прилага и през почивните дни и официалните празници (8 - 20 ч.).



Парижките нискоемисионни зони включва зоната в рамките на околоръстния път (бул. Périphérique). През 2019 г. е планирано разширяване на бордната граница.

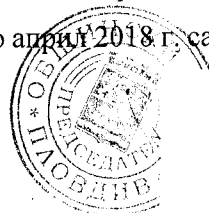


Фигура 3.15 ZCP в Гренобъл.

Изискванията могат да варират в различните градове на нискоемисионни зони и ще стават все по-строги с течение на годините. Има някои изключения от изискванията, например: полиция, пожарна, превозни средства за спешна помощ, военни превозни средства и превозни средства за хора с увреждания. Възможно е да се появят и други местни изключения (напр. освобождаване за автомобили на възраст над 30 години в Париж). Превозните средства, за които има изключения, също трябва да носят стикери.

Прилагане

Цената на значката Crit'Air е между 3 и 4,4 евро (без пропуските) в зависимост от страната. Тази цена е определена, за да покрие производството на значките, обработката и разпространението (Crit'Air 2018g). За да кандидатствате за значка, ще трябва да се регистрирате онлайн. Регистрацията включва копие от свидетелството за регистрация на превозното средство. Неразрешените превозни средства, които влизат в зоните, се глобяват. Глобата е 68 евро за леки автомобили (180 евро, ако не бъде платена до 45 дни) и 135 евро за камиони и автобуси (375 евро, ако не бъде платена до 45 дни) (Crit'Air 2018g). Неплащането на глобите може да доведе до присъди за лишаване от свобода. В Париж през 2017 г. много от превозните средства все още не са имали стикер, затова от 2018 г. градският съвет решава да засили прилагането на разпоредбите. През 2017 г. между юли и декември са издадени само 176 глоби, докато от януари до април 2018 г. са издадени 3705



глоби (Le Figaro 2018). Полицията е издала 366 от тези глоби, а останалите са издадени от пътните надзиратели.

Качество на въздуха - разпоредби и нива

Франция следва директивата на ЕС за пределно допустимите стойности. Те също така имат целеви стойности за средногодишната стойност за $PM_{2,5}$ от $20 \mu g/m^3$ и дългосрочни цели за качество от $30 \mu g/m^3$ за средногодишната стойност на PM_{10} и $10 \mu g/m^3$ за $PM_{2,5}$. Всички крайпътни измервания са над годишната пределно допустима стойност за NO_2 в Париж и околните предградия. Няколко градски фонови станции също са много близо до пределно допустимата стойност, но от 2015 г. насам са под нея (AirParis 2018a).

Градските фонови станции имат тенденция на намаляване на NO_2 от края на 90-те години на миналия век, като най-голямото намаление е през първите години. Това се обяснява с въвеждането на каталитични конвертори в превозните средства. Ситуацията е малко по-различна за пътните обекти, както може да се види и на Фигура 3.16, където се наблюдават повече или по-малко доста стабилни нива на концентрациите за дълъг период от време. В Париж, при разглеждане на средната стойност за няколко станции, през последните години се наблюдава тенденция към намаляване (AirParis 2018a).

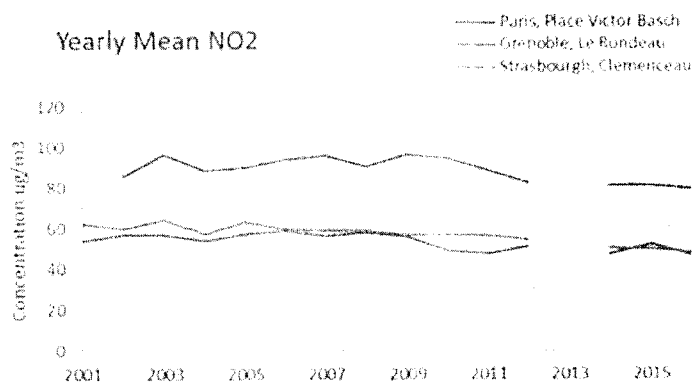
Намаляването в градските фонови пунктове и неотдавнашното намаляване в пунктовете, свързани с трафика, е оказало голямо влияние върху броя на хората, изложени на NO_2 над годишната гранична стойност, който е намалял от 3,8 милиона през 2007 г. до 1,3 милиона през 2017 г. Разликата в тенденцията за NO_2 в местата на трафика и в градските фонови места разкрива също така увеличение на дела на NO_2 в общия NO_x по пътищата, който е нараснал от около 10 % на повече от 24 %. Увеличението на дела на NO_2 е обяснено например от David Carslaw (2005 г.).

С въвеждането на филтри за твърди частици в дизеловите превозни средства преките емисии на NO_2 са се увеличили в сравнение с NO_x , но са допринесли и други аспекти, като увеличаване на дела на дизеловото гориво и новите технологии на двигателите. За Гренобъл и Страсбург ситуацията е доста подобна на тази в Париж, с изключение на това, че нивата са по-ниски. Те съобщават за цялостна тенденция на намаляване в повечето обекти (AtMO Grand Est 2017 г., Atmo Auvergne Rhone Alpes 2017 г.).

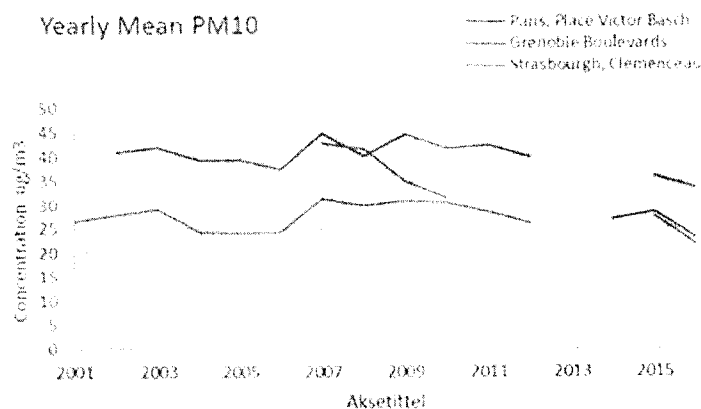
Както може да се види на Фигура 3.17, в Гренобъл се наблюдава доста рязко намаляване на нивата на $ФПЧ_{10}$ в сравнение с другите два града. Това намаление се обяснява с намалението в промишления сектор, поради намалената дейност, както и по-чистото производство, и в жилищния сектор с подновяването на печките на дърва. Намалението се обяснява и с по-чистите превозни средства, но намалението за всяко



превозно средство донякъде е било неутрализирано от увеличаването на обема на трафика (Atmo Auvergne Rhone Alpes 2017). В Гренобъл също се фокусират върху предизвикателството на епизодите с по-високи от обичайните нива. Такива епизоди с пикови нива са силно зависими от метеорологичните условия. През 2016 г. Гренобъл за първи път активира ограничения за шофиране поради епизод на замърсяване.



Фигура 3.16 Средногодишна концентрация на NO₂ в три избрани пътни станции във Франция.
Източник: ЕАОС

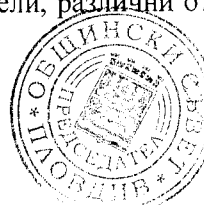


Фигура 3.17 Средногодишна концентрация на ФПЧ10 в три избрани пътни станции във Франция

Проучвания на ефектите

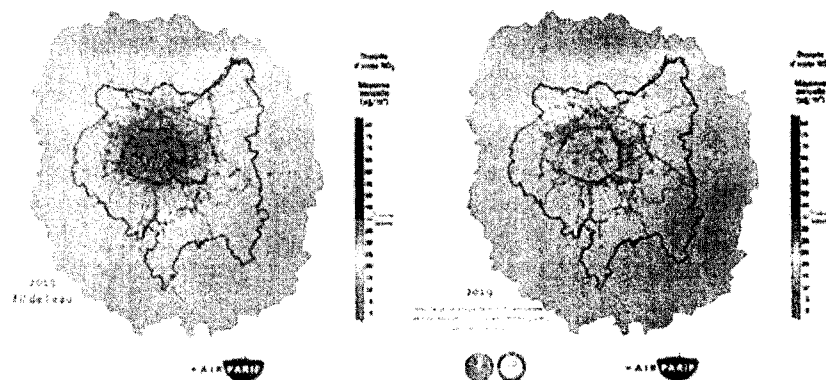
Прогнозите за ефекта на ЗНЕ върху качеството на въздуха в Париж са докладвани в AirParif (2018). Оценката е направена на няколко етапа от ясното определяне на категориите източници, очакваните ефекти върху автомобилния парк, намаляването на емисиите, намаляването на концентрацията и намаляването на броя на жителите, изложени на различни нива на концентрация.

От базовата година 2014/2015 г. те са моделирали сценарии за всички години от 2016 до 2019 г. Те също така са разглеждали други замърсители, различни от NO₂ и ФПЧ, като



подчертават например важния принос на двуколесните превозни средства за емисиите на NMVOC (неметанови летливи органични съединения) и тези резултати могат да се използват за обосноваване на включването на всички моторни превозни средства в ЗНЕ.

От моделирането се очаква, че ЗНЕ ще намали нивата на концентрация главно за NO_2 (вж. пример за един сценарий на Фигура 3.18). Те оценяват около 60 % намаление на парижани, изложени на нива на NO_2 над пределно допустимата стойност, и до 91 % намаление, ако се въведе по-голяма зона, която отчита цялото население на метрополиса (AirParif 2018). Резултатите от моделирането също така показват, че дори и с ЗНЕ ще има зони над граничната стойност. За ФПЧ намалението, дължащо се на ЗНЕ, е по-малко. Този факт се обяснява с големия дял на неизгасените емисии (около половината) в емисиите от транспорта, както и с по-малкия общ принос на автомобилния трафик за концентрациите. Те стигат до заключението, че са необходими и повече мерки, насочени към частиците, за да може Париж да достигне препоръчителната стойност на СЗО за концентрациите на ФПЧ.



Фигура 3.18 Карта на концентрацията на NO_2 през 2019 г. при обичайната ситуация (вляво) до ситуация с нискоемисионни зони, която позволява само превозни средства с жълти, лилави или зелени стикери. Областите, оцветени в червено, са над средногодишната пределно допустима стойност за NO_2 . Източник: AirParif 2018

3.3 Изводи

- В Европа има въведени и опериращи над 260 ниско емисионни зони.
- Зоните с ниски емисии действат най-вече целогодишно и обхващат почти целите градове в които има нарушено КАВ.
- Ограниченията за ползване на ниско емисионните зони се налагат основно на товарни автомобили и автобуси, както и на дизелови автомобили, най-общо на автомобили с определен еко стандарт.
- Съществуват и ниско емисионни зони, които се въвеждат при очаквано продължително нарушаване на нормите за КАВ.



- Няма ясно измерим пряк резултат от дейността на въведените ниско емисионни зони в Европа върху КАВ, тъй като ефекта им не е еднозначен и е много трудно измерим.
- Въвеждането на ниско емисионни зони е една от възможните мерки за достигане на нормите за КАВ в градовете, като най-общо те се въвеждат на база на политическо решение и резултатите им се дължат на пряко намаляване на емисиите в зоната в резултат на рестрикциите и до косвено намаляване на емисиите в градовете поради поетапното подмладяване на автомобилния парк.
- Основен ефект от въвеждане на ниско емисионни зони се наблюдава върху концентрациите на NO_2 и не толкова значимо върху концентрациите на ФПЧ_{10} и $\text{ФПЧ}_{2.5}$.



4 ПОДХОД ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТОДИКАТА

Като инструмент за намаляване на степента на замърсяване и подобряване на качеството на атмосферния въздух (КАВ), зоните с ниски емисии на определени замърсители придобиват все по-голямо значение за опазване на чистотата на въздуха и оттук на околната среда като цяло. Могат да се отбележат два основни типа ЗНЕ:

ЗНЕ от тип 1 се прилагат за големи територии и се характеризират със сравнително дълъг период на действие. Такива зони могат да бъдат реализирани чрез налагане на постоянно действащи изисквания и забрани или посредством въвеждането на определени, целенасочени стандарти за суровини, материали, оборудване, горива, бои и други. Най-често зони от тип 1 засягат големи територии, градове, области, държави или група от държави.

Обратно, **ЗНЕ от тип 2**, се прилагат за сравнително малки територии, активират се, когато възникне причина за това, а действието им спира при отпадане на тази необходимост. Тези зони са съобразени с конкретните проблеми и особености на областта, за която са предназначени, а това определя и тяхната специфика. Веднага трябва да отбележим, че зоните от тип 2 предполагат по-ниски разходи за реализация в сравнение със ЗНЕ тип 1, но за сметка на това, изискват значително *по-сложен процес на организация и управление*.

Основните фактори, влияещи на качеството на атмосферния въздух (КАВ), са метеорологичните условия, релефът на областта и емисиите на замърсители. Релефът и метеорологични условия са природна даденост. От това следва, че зоните с ниски емисии представляват области, в които се въвеждат и изпълняват мерки, насочени към намаляване на емисиите на замърсители.

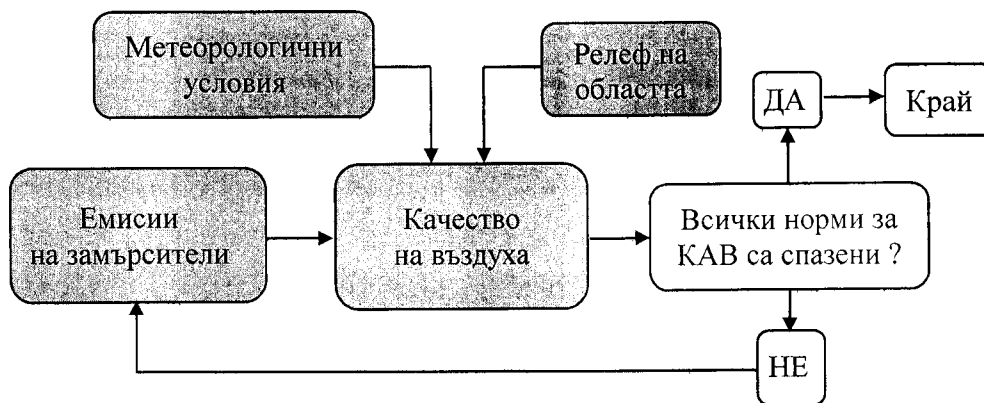
Ефектът от въвеждане на зона с ниски емисии се оценява посредством математично моделиране на КАВ преди и след въвеждането на ЗНЕ. За точната и надеждна оценка на ефекта обаче, използваният математичен модел трябва да бъде валидиран, т.е. той трябва да изчислява нивата на замърсителите в приземния слой на атмосферата с достатъчна точност. Проверката и оценяването на точността на модела се извършва посредством сравняване на изчислени концентрации на замърсителите за точки от областта, в които се извършва и измерване, т.е. има пункт за мониторинг на КАВ. Валидацията на математичния модел се осъществява в съответствие с Фигура 4.1.

Съществуващите софтуерни пакети, предназначени за моделиране и оценка на КАВ, обикновено са от затворен тип. Това означава, че на потребителя не се предоставя възможност да променя нито структурата, нито параметрите на математичния модел. Предвид казаното, изследователят следва да осигури качествена информация за



метеорологичната обстановка, както и за релефа на областта, след което да съсредоточи усилията си върху изготвянето и въвеждането на пълна и коректна информация относно разположението на източниците на замърсяване и параметрите на емисиите, свързани с тях.

Тъй като за математично моделиране на разпространението на замърсителите ще бъде прилаган софтуерният пакет BREEZE AERMOD/ISC на американската фирма Trinity Consultants Inc, трябва да се отбележи, че той е от групата на затворените модели и този факт трябва да се отчита при използването му.



Фигура 4.1 Основни фактори, определящи качеството на атмосферния въздух

Тъй като моделът AERMOD отчита и влиянието на метеорологичните условия, и релефа на областта, усилията на изследователите, а впоследствие и на местните власти следва да се съсредоточат преди всичко *върху управление на емисионните потоци*.

Един от съвременните инструменти в това направление представлява въвеждането на ЗНЕ, а метеорологичните условия остават фактор, който да определя дали, кога и за колко време да бъдат задействани мерките, предвидени в разработената методика.

В последно време, а и до момента, се обсъждат различни варианти за въвеждане на ЗНЕ. Ако не във всички, в много от тях се предвижда зоната да бъде въвеждана при регистрация на две последователни денонощия с превишения на определени норми за КАВ. Такъв подход не е издържан по следните съображения:

- *двете денонощия с нарушени норми за КАВ си остават „отминат“ проблем;*
- *от друга страна, не следва да се предприемат мерки за намаляване на емисиите, ако след регистрираните превишения на нормите метеорологичната обстановка се измени рязко в посока на подобряване на КАВ.*

Анализът на данните от мониторинга на КАВ показва, че екстремални стойности на концентрациите на замърсителите в приземния слой на атмосферата се регистрират най-вече *при особени метеорологични условия*. Такива са случаите на:



- *безветрие;*
- *наличие на вятър, но с твърде ниска скорост;*
- *температурна инверсия;*
- *малък температурен градиент на атмосферата във височина (т.е. потиснати вертикални потоци в атмосферата);*
- *както и автомобилни задръствания.*

Предвид казаното по-горе, би трябвало ЗНЕ от транспорт и/или битово горене за отопление да бъдат такива, че да предполагат непрекъснато намаляване на емисиите на проблемните за общината замърсители, а освен това да предвиждат своевременни краткосрочни, но ефективни мерки за неутрализиране на отрицателните ефекти от възникнали или очаквани опасни метеорологични ситуации:

- *прогноза за предстоящи неблагоприятни метеорологични условия;*
- *прогноза за очакваните стойности на концентрацията на замърсителите;*
- *предприемане на действия за намаляване на емисиите на замърсители по време на въздействието на неблагоприятната метеорологична обстановка.*

Така описаните действия са и достатъчни, и ефективни, но предполагат и значителни технически и организационни затруднения. Те произтичат от необходимостта за кратко време да се вземе решение за въвеждане на зона, но и да се осигури надеждно информиране на населението за влизането ѝ в действие. Има опасност много граждани да се окажат изненадани и да понесат санкции, което и за двете страни - граждани и местна администрация би била нежелана ситуация.

Макар и с променлива интензивност през отделните месеци, автомобилният транспорт оказва своето въздействие върху КАВ през цялата година. От друга страна обаче, над 90 % от денонощията с превишена СДК на ФПЧ₁₀ са през зимните месеци, когато за замърсяването на въздуха сериозна роля играе и битовото горене за отопление. През останалите месеци превишенията са единични случаи, т.е. сам по себе си, със самостоятелното си въздействие транспортът не създава сериозни проблеми относно КАВ.

Проблемите възникват при едновременното въздействие на двата сектора. Освен това трябва да се отбележи, че самото организиране и въвеждане на ЗНЕ за битовото горене е твърде сложна и трудна задача.

Ето защо, удачно решение на проблема е през зимния период да бъде въведена **зона с ниски емисии от транспорт, която да бъде активна за сравнително дълъг - около 5 месеца период от 15 октомври до 15 март. Зоната следва да налага рестрикции за забрана на влизане и движение на автомобили от екологични групи 1 или 1 и 2.**



Вторият важен факт е този, че гражданите, използващи дърва и въглища през периодите януари – март и октомври – декември, *избират такъв начин на отопление поради финансови причини*. Стартирана е програма по Проект BG16M1OP002-5.003-0006 „Мерки за подобряване качеството на атмосферния въздух в община Пловдив чрез намаляване на емисиите на ФПЧ₁₀ от битовото отопление“. Жителите на общината, които използват за отопление уреди с дърва и въглища, ще имат възможност да кандидатстват за безвъзмездната им подмяна с екологични алтернативи за отопление. Проектът е на стойност 13 862 232,11 лева. Към настоящият момент, изпълнението на тази програма е на етап сключване на договори, като този етап ще завърши до 31.12.2023г. Едновременно с това, гражданите ще имат възможност да кандидатстват за получаване на енергийни помощи.

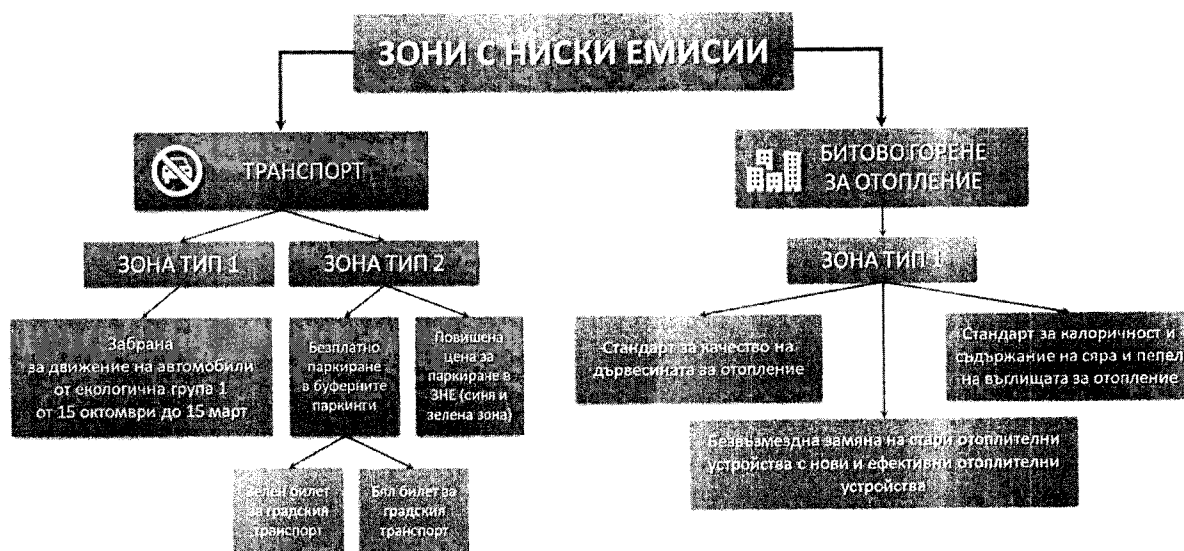
Управлението и най-вече контролът върху намаляването на емисиите от битово горене е твърде сложна и трудна задача. По тази причина по-лесно приложими са дейности, свързани **не** с прекратяване на използването на горивни уредби за отделни дни или определени периоди от време, а с *налагане на стандарти по отношение на качеството на употребяваните горива и екологичните показатели на отоплителните устройства*. Подходът с кратковременно прекъсване на използването на дърва и въглища е неефективен и според мнението на изследователи и управленци от разгледания по-горе международен опит и би могъл да се прилага само в случаи на *изключително неблагоприятни метеорологични ситуации*. Разбира се, местната власт трябва да намери подходящ начин за компенсация на потърпевшите домакинства.

Стойностите на концентрациите на замърсители в приземния слой на атмосферата се определят от емисиите, обусловени от множество източници на замърсяване. Въздействието на отделен, значим като емисия източник на замърсяване, върху КАВ зависи не само от количеството на емитираните замърсители, но и от разположението му. Когато става дума за автомобилен транспорт и за битово горене за отопление обаче, на практика значение има само количеството на емитираните замърсители за единица време, доколкото и транспортът, и битовото отопление, емитират замърсители върху цялата територия на града.

Изложените дотук съображения относно принципите и подхода на въвеждане на ЗНЕ са представени на Фигура 4.2. Тя включва два основни блока от дейности и инструменти, а именно:

- зона с ниски емисии на замърсители на въздуха от автомобилния транспорт;
- и зона с ниски емисии на замърсители на въздуха от битово горене за отопление.





Фигура 4.2 Схема на въвеждане на ЗНЕ от транспорт и битово отопление на територията на община Пловдив

Както бе отбелязано, по-горе, проблемите, свързани с КАВ се изострят най-вече, през зимните месеци, когато двата основни сектора - битово горене и автомобилен транспорт действат едновременно. В този случай, определящ фактор за КАВ на територията на общината се явява общото количество на емитираните проблемни замърсители (например $FPCH_{10}$) и няма значение за сметка на кой сектор то е било намалено.

Оттук произтича и идеята за подобряване на КАВ чрез *намаляване на емисиите посредством въвеждане на ЗНЕ от транспорт поради липсата на алтернатива за хората, използващи дърва и въглища за отопление. Точно по тази причина, зоната с ниски емисии от транспорта се дефинира за целия период на отоплителния сезон.*

Логиката на подобно решение произтича от това, че гражданите не се лишават от възможността да използват собствени МПС. Те обаче имат възможността да предпочетат и обществения транспорт, а както бе подчертано, ползвателите на дърва и въглища правят това поради това, че са енергийно слаби членове на обществото.

Не може да се отрече появата на определени неудобства за ползвателите на лични автомобили, но това не би трябвало да бъде пречка за постигане на важната за обществеността цел – подобряване на КАВ, което има съществено значение за човешкото здраве и качество на живот на всички. *Важна роля във възпитанието на обществото се пада на местната власт, на неправителствените организации, на образователната система, както и на възпитанието на подрастващите у дома.*



5 МОНИТОРИНГ НА КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ (НАСККАВ)

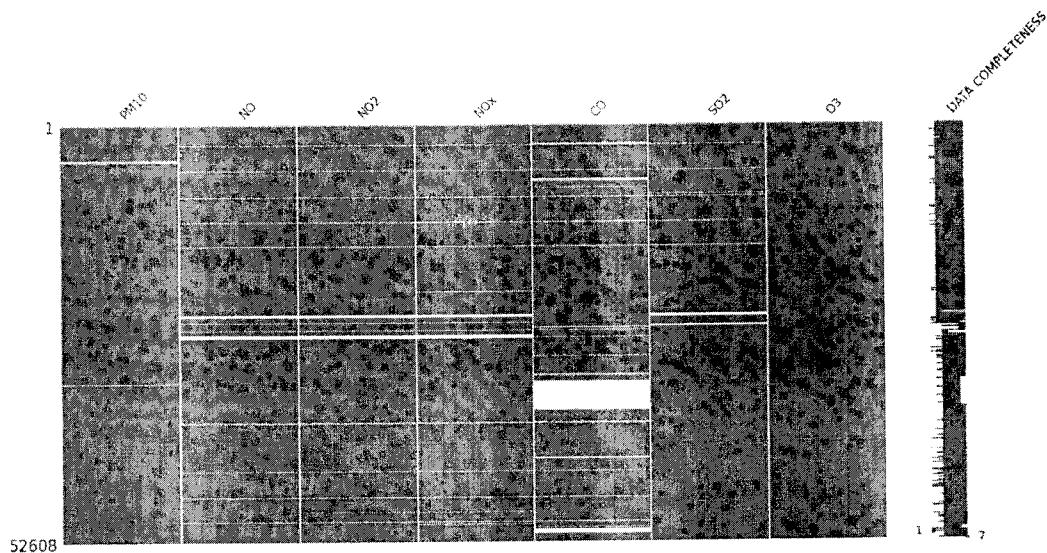
През периода 01.01.2016 - 31.12.2021 година, на територията на град Пловдив са работили два пункта за мониторинг на КАВ от Националната система за мониторинг на околната среда (НСМОС). В Таблица 5.1 е обобщена информацията относно наличността и пълнотата на събраните средночасови данни за нивата на следените показатели по години. Тъй като според Наредба №12 от 15.07.2010г. за „Норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух“ на МОСВ и МЗ са определени изискванията за обобщаване на данните и статистическите параметри в Таблица 5.1 е направено обобщение на наличността и статистическата достатъчност на данните като са използвани следните обозначения:

- „да“ – броят на средночасовите наблюдения за съответния показател отговаря на изискванията на наредбата;
- „непълни“ – броят на данните е под изискваният минимум валидни данни;
- „не“ – липсват измервания.

Таблица 5.1 Наличност и пълнота на събраните средночасови данни в пунктовете за мониторинг

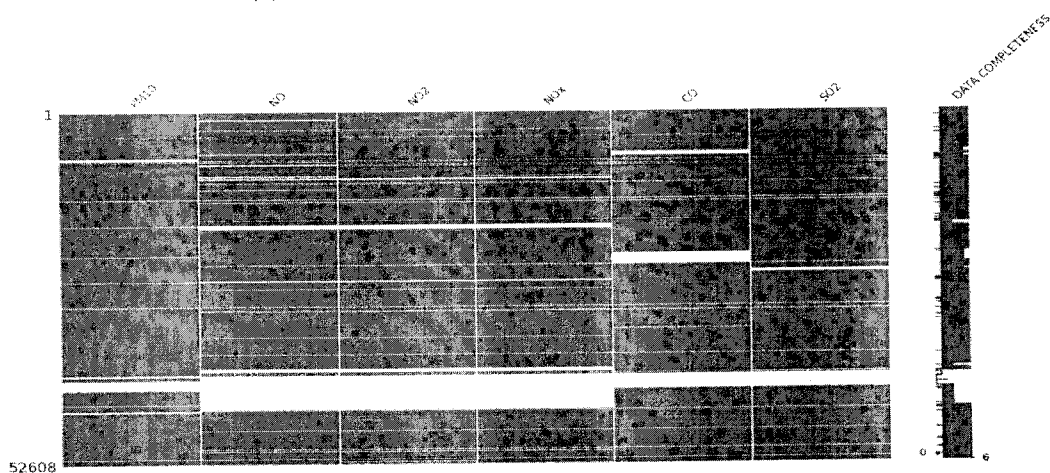
АИС	Измервана величина		2016	2017	2018	2019	2020	
АИС „Каменица“	PM _{2.5}	µg/m ³	непълни 2190/8784	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8784	не 0/8760
	PM ₁₀	µg/m ³	да 8568/8784	да 8719/8760	да 8728/8760	да 8693/8760	да 8774/8784	да 8707/8760
	NO	µg/m ³	да 8635/8784	да 8573/8760	да 8188/8760	да 8120/8760	да 8631/8784	да 8591/8760
	NO ₂	µg/m ³	да 8635/8784	да 8576/8760	да 8192/8760	да 8127/8760	да 8636/8784	да 8563/8760
	NO _x	ppb	да 8629/8784	да 8571/8760	да 8159/8760	да 8119/8760	да 8632/8784	да 8494/8760
	CO	mg/m ³	да 8217/8784	да 8569/8760	да 8546/8760	непълни 5707/8760	да 7631/8784	да 7982/8760
	SO ₂	µg/m ³	да 8636/8784	да 8577/8760	да 7953/8760	да 8742/8760	да 8754/8784	да 8711/8760
	O ₃	µg/m ³	да 8630/8784	да 8520/8760	да 7402/8760	да 8604/8760	да 8632/8784	да 8592/8760
АИС „Тракия“	PM _{2.5}	µg/m ³	не 0/8784	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8784	не 0/8760
	PM ₁₀	µg/m ³	да 8282/8784	да 8647/8760	да 8635/8760	да 8705/8760	непълни 6979/8784	да 8518/8760
	NO	µg/m ³	да 8328/8784	да 7727/8760	да 8211/8760	да 8438/8760	непълни 3700/8784	да 7956/8760
	NO ₂	µg/m ³	да 8578/8784	да 7872/8760	да 8211/8760	да 8443/8760	непълни 3737/8784	да 7822/8760
	NO _x	ppb	да 8578/8784	да 7873/8760	да 8211/8760	да 8466/8760	непълни 3737/8784	да 7955/8760
	CO	mg/m ³	да 8045/8784	да 8565/8760	да 7046/8760	да 8607/8760	непълни 6406/8784	да 8625/8760
	SO ₂	µg/m ³	да 8587/8784	да 8567/8760	да 8289/8760	да 8612/8760	непълни 6343/8784	да 8624/8760
	O ₃	µg/m ³	не 0/8784	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8760	не 0/8784	не 0/8760





Фигура 5.1 Липсващи средночасови данни от АИС „Каменица“ за изследвания период и анализираните замърсители

На Фигура 5.1 и Фигура 5.2 са представени диаграми на пълнотата на данните, построени по методиката на (Bilogur, 2018). Алгоритъмът за проверка и визуализация на липсващи данни маркира полетата отговарящи на часовете с налични данни в синьо, а тези, за които липсват данни – в бяло. Приложен е към набор от данните за качеството на атмосферния въздух, събрани от двете автоматични измервателни станции за периода 01.01.2016г. 00:00 часа (1) до 31.12.2021г. 23:59 часа (52608 часа).



Фигура 5.2 Липсващи средночасови данни от АИС „Тракия“ за изследвания период и анализираните замърсители

Аномалии в броя на измерените средночасови стойности – липсваща, нулева или отрицателна концентрация са представени в Таблица 5.2. Отрицателните стойности са подменени с шпации (NaN, недефинирани) стойности и не са използвани в последващия анализ на замърсителите. Поради наличието само на 2190 средночасови данни за ФПЧ_{2.5} и то само от АИС „Каменица“, за периода от 01.01.2016 00:00 до 01.04.2016 07:00 анализ на



наличността и аномалии в средночасовите данни за ФПЧ_{2.5} не е направен по описаната методика.

Таблица 5.2 Аномалии в измерените средночасови стойности (брой часове) – липсващи измервания, нулеви стойности и отрицателни стойности на концентрацията на замърсителите за периода 2016-2021 година

АИС		PM ₁₀ µg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO _x ppb	CO mg/m ³	SO ₂ µg/m ³	O ₃ µg/m ³
Каменица	липсваща	419	1870	1879	2004	5956	1235	0
	= 0.00	0	0	62	1	214	0	127
	< 0.00	0	0	0	0	0	0	0
	относителен дял	0.8%	3.6%	3.7%	3.8%	11.7%	2.3%	0.2%
Тракия	липсваща	2842	8248	7945	7788	5314	3586	52608
	= 0.00	0	1	0	0	4	6	0
	< 0.00	13	0	0	35	66	140	0
	относителен дял	5.4%	15.7%	15.1%	14.9%	10.2%	7.1%	100%

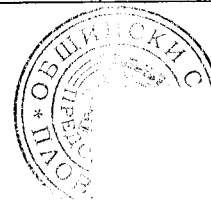
В Таблица 5.3 е обобщена информацията относно наличността и пълнотата на събраните средноденонощни данни от ръчен пробонабор за нивата на ФПЧ_{2.5} и ПАВ по години, а в Таблица 5.4 - аномалиите в броя на измерените средноденонощни стойности – липсваща, нулева или отрицателна концентрация.

Таблица 5.3 Наличност и пълнота на събраните средноденонощни данни от ръчен пробонабор в пунктовете за мониторинг

АИС	Измервана величина	2016	2017	2018	2019	2020	2021
АИС „Каменица“	PM _{2.5} µg/m ³	да 366/366	да 364/365	да 362/365	да 356/365	да 365/366	да 358/365
	ПАВ ng/m ³	не 0/366	не 0/365	не 0/365	не 0/365	не 0/366	не 0/365
АИС „Тракия“	PM _{2.5} µg/m ³	не 0/366	не 0/365	не 0/365	не 0/365	не 0/366	не 0/365
	ПАВ ng/m ³	да 123/366	да 124/365	да 121/365	да 123/365	да 128/366	да 120/365

Таблица 5.4 Аномалии в измерените средноденонощни (брой дни) – липсващи, нулеви и отрицателни стойности на концентрацията на замърсителите за периода 2016-2021 година

АИС		PM _{2.5} , µg/m ³	ПАВ ng/m ³
Каменица	липсваща	21	2192
	= 0.00	0	0
	< 0.00	0	0
	относителен дял	0.96%	100%
Тракия	липсваща	2192	1453
	= 0.00	0	37
	< 0.00	0	0
	относителен дял	100%	68%



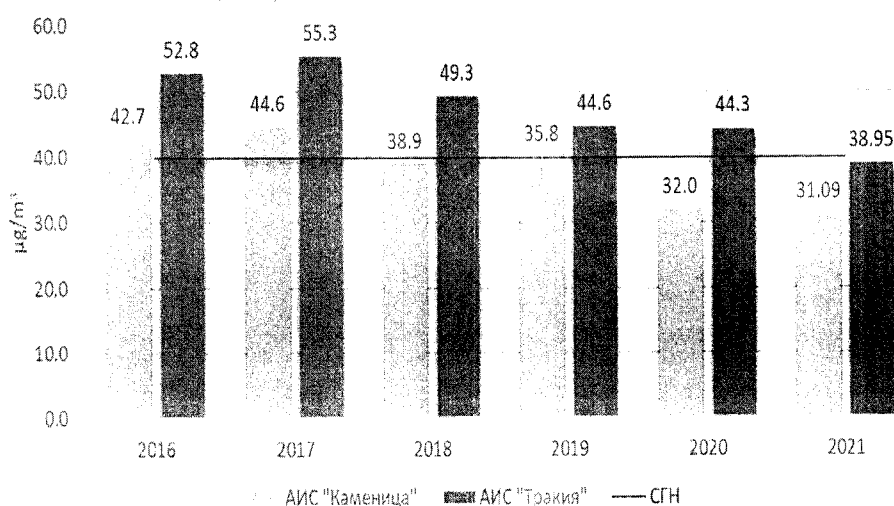
5.1 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ₁₀

За ФПЧ₁₀ е постановена средногодишна норма ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) и средноденонощна норма ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), за която се допускат до 35 превишения за календарна година. Тези норми се отнасят до опазването на човешкото здраве. Измерените средногодишни стойности на концентрацията в пунктовете за мониторинг са представени в Таблица 5.5 и на Фигура 5.3. При изчертаването на фигурата за АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ са използвани данните от НАСККАВ.

Таблица 5.5 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Стойности	„Каменица“	42.73	44.57	38.92	35.75	31.96	31.09
	„Тракия“	52.81	55.31	49.33	44.63	44.27	38.95

Източник: „Национална автоматизирана система за контрол на качеството на атмосферния въздух (НАСККАВ)“



Фигура 5.3 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ по данни НАСККАВ

За всичките 6 години СГК в пункт „Тракия“ е с около 23-24 % по-висока. Това се дължи на въздействието на автомобилния транспорт предвид факта, че пунктът в ж.к. „Тракия“ е транспортно ориентиран (разположен в непосредствена близост до натоварено кръстовище).

Червената линия на фигурата представя средно годишната норма за ФПЧ₁₀. След повишение през 2017 година и в двата пункта СДК спада почти равномерно, като през 2021 година е под нормата $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Все пак трябва да се отбележи, че за АИС „Тракия“ СГК на ФПЧ₁₀ е на границата.

Максималните измерени стойности на средноденонощната концентрация (СДК) на ФПЧ₁₀, заедно с броя на превишенията на СДН и стойностите на 90.4-тия перцентил са

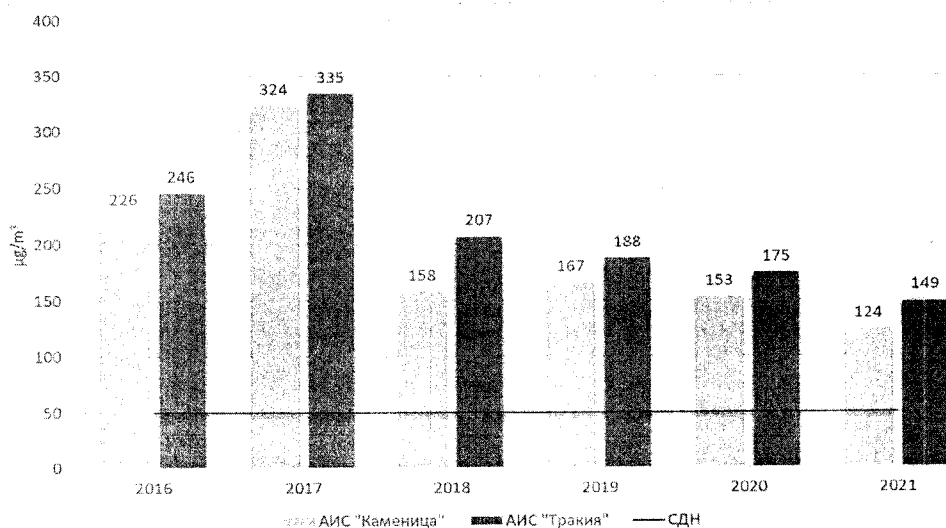


дадени в Таблица 5.6. В графичен вид максималните стойности на СДК са представени на Фигура 5.4.

Таблица 5.6 Максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Източник	АИС	Показател	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Данни от НАСККАВ ¹	„Каменица“	брой превишения на СДН	82	85	78	69	52	47
		максимална измерена стойност, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	226.40	323.94	158.49	166.67	153.18	124.00
		90.4-ти перцентил, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	89.57	85.76	69.44	65.01	60.67	56.85
	„Тракия“	брой превишения на СДН	109	127	107	89	84	80.00
		максимална измерена стойност, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	245.81	334.64	207.41	188.36	174.75	149.19
		90.4 перцентил, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	109.06	105.13	93.80	85.32	85.32	68.72

¹източник: „Национална автоматизирана система за контрол на качеството на атмосферния въздух (НАСККАВ)“

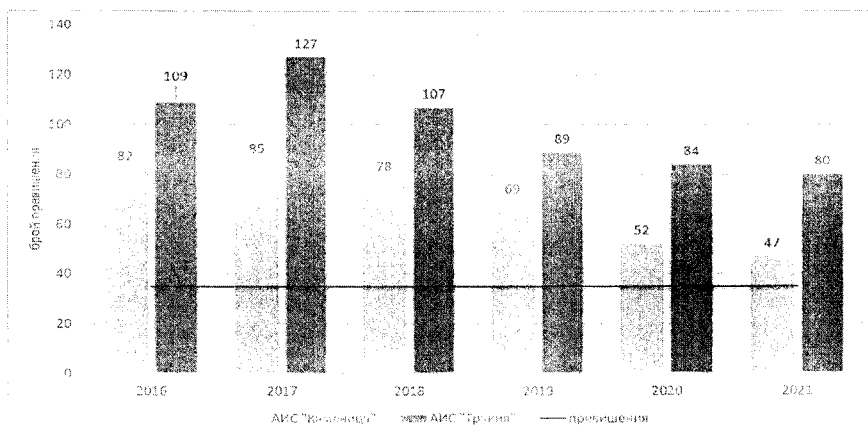


Фигура 5.4 Максимални стойности на средноденоношната концентрация на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016 – 2021 година

Най-високи средноденоношни стойности (Фигура 5.4) на концентрацията на ФПЧ₁₀ са измерени през 2017 година. След това се наблюдава рязко спадане на максималните стойности на СДК, но те остават между 2.48 и 4.14 пъти по-високи от СДН $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

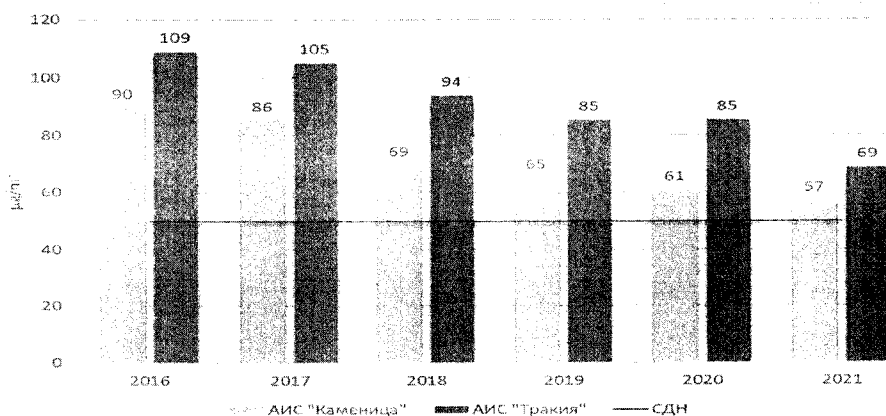
При регистрирани по-високи от нормата средноденоношни стойности (СДС) на концентрацията на ФПЧ₁₀ е задължително да бъде направена проверка дали превишенията в определен пункт за мониторинг, в отделните години, не превишават допустимия брой 35. От Фигура 5.5 е видно, че в двата пункта за мониторинг, за всичките години превишенията са между 47 (пункт „Каменица“, 2021 година) и 127 (пункт „Тракия“, 2017 година).





Фигура 5.5 Брой на превишенията на СДН на ФПЧ₁₀ за периода 2016 – 2021г

Този факт е достатъчен, за да се каже, че изискванията на нормативната уредба по отношение на СДК на ФПЧ₁₀ далеч не са спазени, но представляват интерес и стойности на 90,4-тия перцентил на СДК. Те представляват тридесет и шестите по големина стойности на СДК на ФПЧ₁₀ и са представени на Фигура 5.6. Твърде високите перцентилни стойности означават, че става дума за голям брой и то значими превишения на СДН.



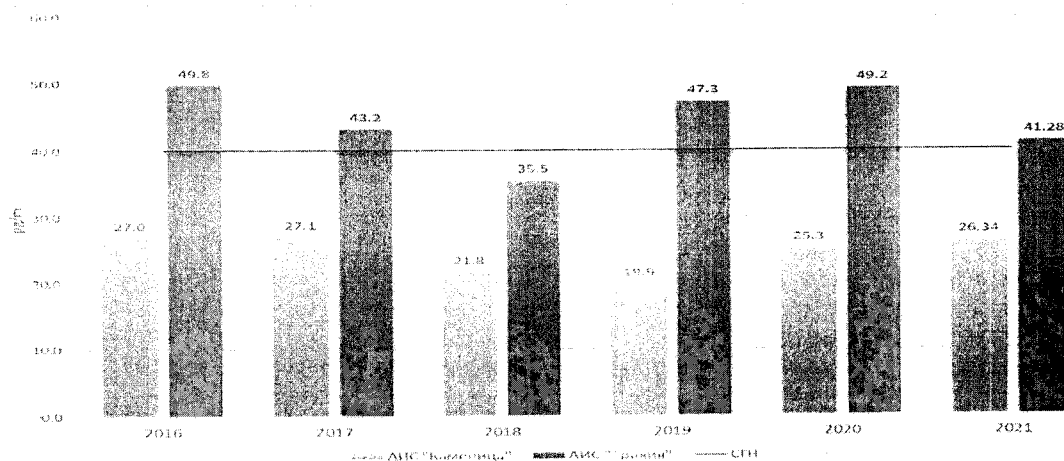
Фигура 5.6 Стойности на 90.4-тия перцентил на концентрация на ФПЧ₁₀, µg/m³, за периода 2016 – 2021 година

5.2 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С АЗОТНИ ОКСИДИ, ИЗРАЗЕНИ КАТО NO₂

Нормативната уредба (Наредба №12 от 15.07.2010) е постановила две норми за азотните оксиди, изразени като азотен диоксид (NO₂) – средночасова норма (СЧН) 200 µg/m³ и средногодишна норма (СГН) 40 µg/m³.

Таблица 5.7 - Средногодишна концентрация на NO₂ µg/m³

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
НАСККАВ	„Каменица“	27.01	27.14	21.76	19.87	25.26	26.34
	„Тракия“	49.83	43.21	35.45	47.29	49.23	47.28



Фигура 5.7 Средногодишна концентрация на NO₂, µg/m³

В Таблица 5.7 са представени стойностите на средногодишната концентрация на NO₂ измерени в пунктовете за мониторинг на КАВ на територията на град Пловдив, а в графичен вид стойностите на СГК на NO₂ са представени на Фигура 5.7.

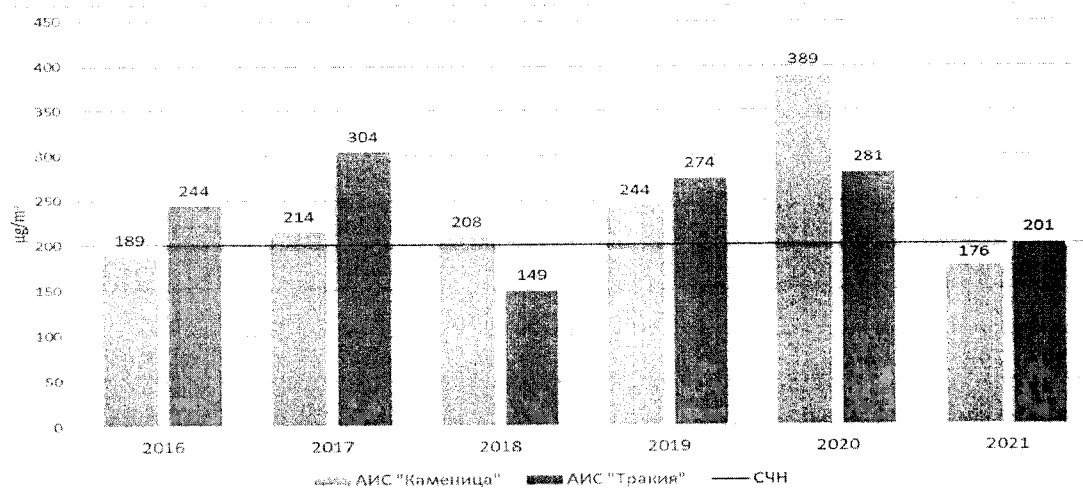
По отношение на NO₂, освен средногодишна норма е постановена и средночасова норма за опазване на човешкото здраве от 200 µg/m³, която не бива да бъде превишавана повече от 18 пъти за една календарна година. Максималните измерени стойности, броят превишения на СЧН и стойностите на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO₂ са представени в Таблица 5.8.

Таблица 5.8 Максимални стойности, брой превишения на СЧН и 99.8-мия перцентил на СЧК на NO₂

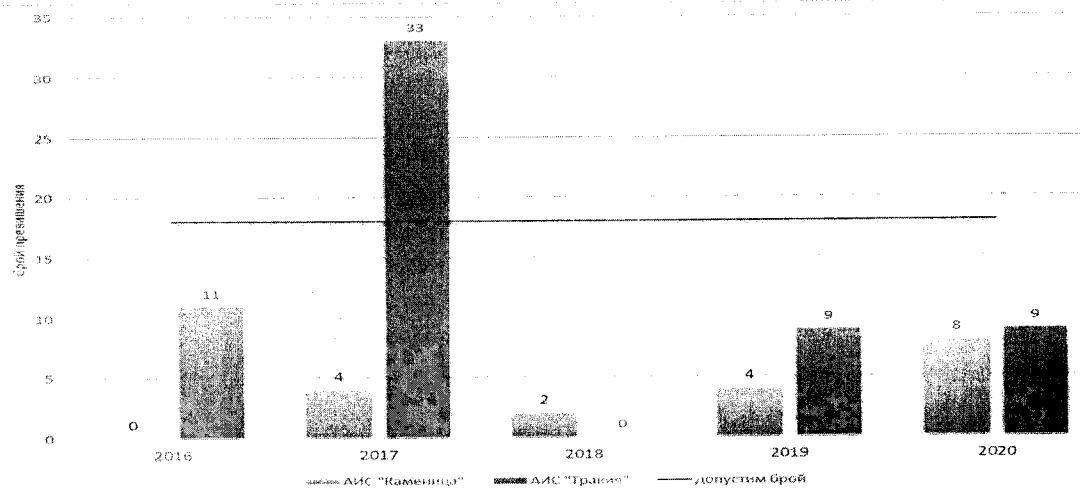
Източник	АИС		2016	2017	2018	2019	2020	2021
НАСККАВ	„Каменица“	брой превишения на СЧН	0	4	2	4	8	0
		максимална измерена стойност, µg/m ³	188.6	214.2	207.8	244.1	389.5	176.2
		99.8-мия перцентил µg/m ³	140.8	152.8	107.5	130.2	157.7	119.4
	„Тракия“	брой превишения на СЧН	11	33	0	9	9	1
		максимална измерена стойност, µg/m ³	244.2	304.0	149.0	273.8	280.7	201.0
		99.8 перцентил µg/m ³	192.1	216.8	106.1	165.9	176.2	153.7

На Фигура 5.8 са представени максималните измерени стойности на СЧК на NO₂ в двата пункта за мониторинг на територията на град Пловдив - „Каменица“ и „Тракия“.





Фигура 5.8 Максимални стойности на средночасовата концентрация на NO₂ за периода 2016–2021 година



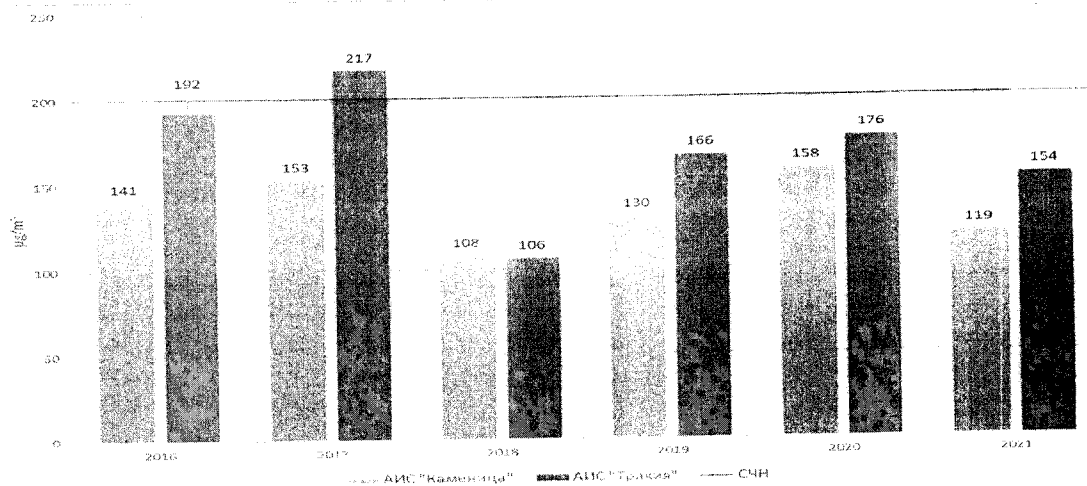
Фигура 5.9 Брой превишения на СЧН на NO₂ за периода 2016-2021 година

В пункт „Тракия“, само през 2018 година максималната измерена стойност на СЧК на NO₂ е по-ниска от СЧН. В пункт „Каменица“ това е така за две от шестте години 2016 и 2021.

Тези факти изискват проверка и установяване на броя на превишенията на СЧН в двата пункта за мониторинг. Резултатите от нея показват, че повече от 18 превишения (Фигура 5.9) са регистрирани само в пункт „Тракия“ за 2017 година.

Броят на превишенията на СЧН и стойностите на 99.8^{-мия} перцентил са показани съответно на Фигура 5.9 и Фигура 5.10. Стойността на 99.8^{-тия} перцентил е по-голяма от СЧН 200 µg/m³ само в пункт „Тракия“ за 2017 година.





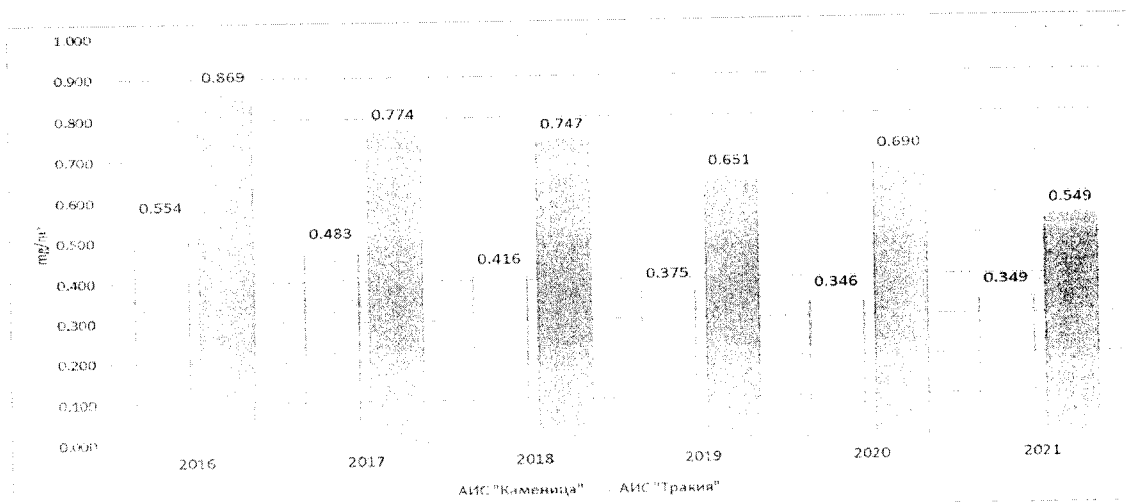
Фигура 5.10 Стойности на 99.8^{-ми} перцентил на концентрацията на NO₂ за периода 2016-2021г.

5.3 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ВЪГЛЕРОДЕН ОКСИД СО

Измерените средногодишни стойности на концентрацията на СО в mg/m^3 в двата пункта за мониторинг е представена в Таблица 5.9 и на Фигура 5.11. Тези стойности имат само информативен характер, доколкото не е постановена средногодишна норма. В Наредба 12 е постановена пределно допустима 8-часова концентрация на СО от $10 mg/m^3$, която се изчислява като пълзящо средно.

Таблица 5.9 Измерени стойности на SGK на СО, mg/m^3 , в пунктове „Каменица“ и „Тракия“

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Данни от НАСККАВ	„Каменица“	0.554	0.483	0.416	0.375	0.346	0.349
	„Тракия“	0.869	0.774	0.747	0.651	0.690	0.549



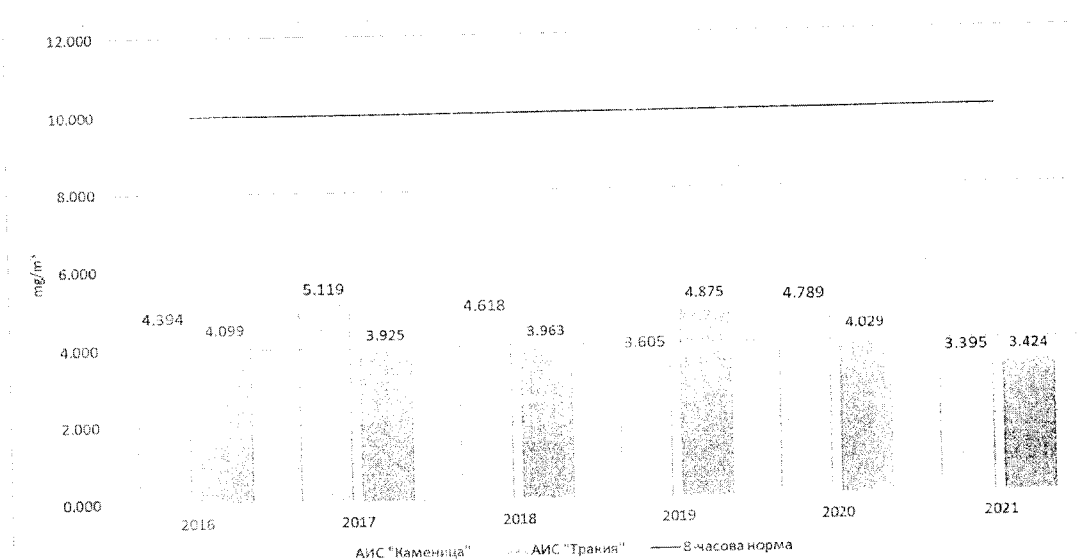
Фигура 5.11 Средногодишна концентрация на СО mg/m^3

Максималните средни 8-часови измерени стойности от двата пункта са дадени в Таблица 5.10. В графичен вид стойностите са представени на Фигура 5.12.



Таблица 5.10 Максимална 8-часова измерена концентрация на CO mg/m³ (пълзящо средно)

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Данни от НАСККАВ	„Каменица“	4.394	5.119	4.618	3.605	4.789	3.395
	„Тракия“	4.099	3.925	3.963	4.875	4.029	3.424



Фигура 5.12 Максимални стойности на средна осемчасова концентрация на CO, mg/m³, за периода 2016–2021 година

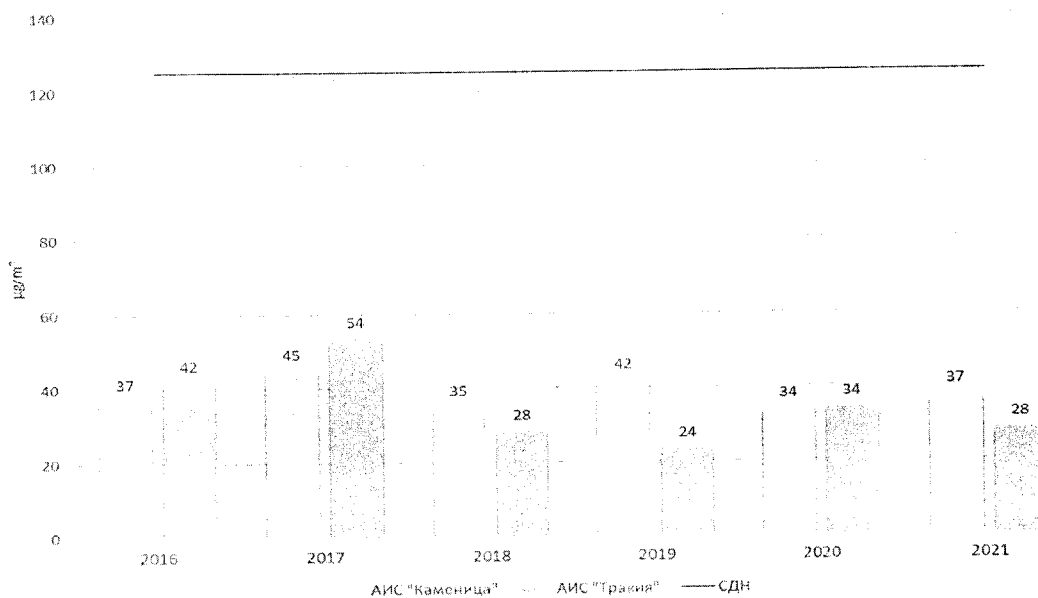
5.4 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА СЪС СЕРЕН ДИОКСИД SO₂

По отношение на SO₂ в Наредба 12 са постановени средночасова и средноденоношна норма за опазване на човешкото здраве от 350 и 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно, като броят на превишенията на СЧН не може да надхвърля 24, а средноденоношната концентрация на замърсителя не бива да бъде над СДН повече от 3 пъти за една календарна година.

Таблица 5.11 – Измерени концентрации на SO₂

Източник	АИС		2016	2017	2018	2019	2020	2021
НАСККАВ	„Каменица“	брой превишения на СДН	0	0	0	0	0	0
		средногодишна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.34	15.29	19.12	17.37	9.46	9.33
		максимална средноденоношна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37.11	45.08	35.10	42.02	33.93	37.28
		99.18 перцентил от СДК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.69	21.91	22.98	23.29	11.28	12.12
		брой превишения на СЧН	0	0	0	0	0	0
		максимална средночасова концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	197.54	126.43	95.90	111.00	155.75	150.07
		99.7 перцентил от СЧК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.32	39.93	33.72	31.34	29.83	29.83

„Тракия“	брой превишения на СДН	0	0	0	0	0	0
	средногодишна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8.25	7.97	5.39	6.70	6.49	5.63
	максимална средноденоношна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41.99	53.69	28.40	23.50	34.37	28.30
	99.18 перцентил от СДК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.79	19.87	9.35	13.06	8.79	7.62
	брой превишения на СЧН	0	0	0	0	0	0
	максимална средночасова концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	207.23	176.18	74.95	95.81	128.78	110.28
	99.7 перцентил от СЧК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.56	50.86	25.74	21.33	29.90	21.59



Фигура 5.13 Максимални стойности на СДК на SO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за периода 2016–2021 година

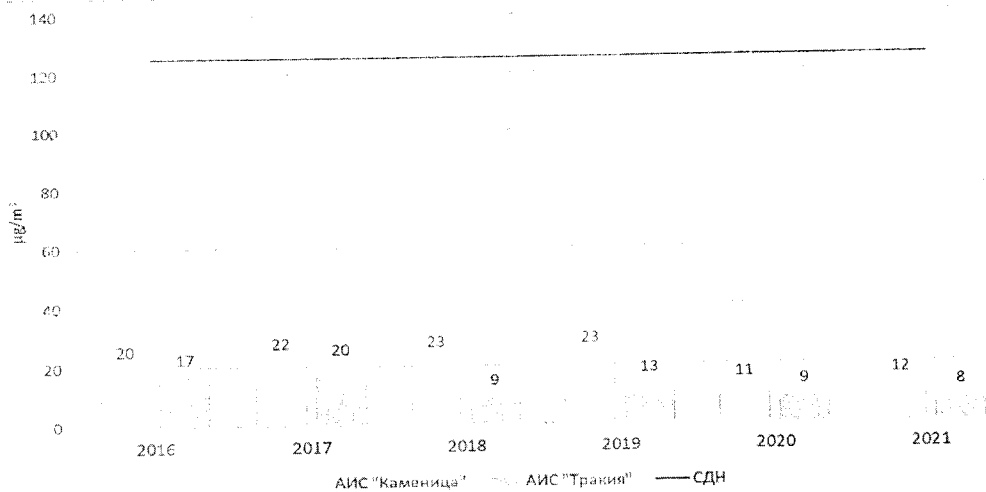
В Таблица 5.11 са представени стойности на:

- СГК на SO_2 ;
- максимуми на СДК и СЧК на SO_2 ;
- 99.18-тия перцентил на СДК и 99.7-мия перцентил на СЧК на SO_2 ;

брой превишения на СДН и СЧН за SO_2 за всяка от годините 2016 – 2021.

На Фигура 5.14 в графичен вид са представени стойностите на 99.18-тия перцентил на среднодневната концентрация на SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016–2021 година. Четвъртата по големина стойност на СДК на SO_2 не надхвърля 18.4 % от СДН.





Фигура 5.14 Стойности на 99.18-тия перцентил на СДК на SO₂, µg/m³, за периода 2016–2021

5.5 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ОЗОН O₃

На територията на община Пловдив нивата на озон се измерват само в пункт „Каменица“. В Таблица 5.12 са дадени стойностите на СГК на озон за периода 2016-2021 година. Средногодишна норма не е постановена, но тя е показателна за общата степен на замърсяване на въздуха с озон.

Таблица 5.12 – Средногодишна концентрация на озон µg/m³ за периода 2016-2021г.

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
НАСККАВ	„Каменица“	44.44	43.16	41.72	45.25	47.18	44.72
	„Тракия“	-	-	-	-	-	-

Таблица 5.13 – СМК на озон, измерена в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021

месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
µg/m ³	26.0	33.1	47.4	56.7	58.7	59.0	68.6	69.0	53.9	30.0	17.1	19.3

5.6 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ФПЧ_{2.5}

По отношение на фини прахови частици с аеродинамичен диаметър до 2.5 µm (ФПЧ_{2.5}), в Наредба 12 е дефинирана намаляваща средногодишна норма. За периода 01.01.2015 - 01.01.2020 година тя намалява от 25 до 20 µg/m³. Концентрацията на този замърсител се измерва само в АИС „Каменица“. За периода 01.01.2016 - 31.12.2021 година (обект на настоящето изследване), в базата данни на НАСККАВ, средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ_{2.5} са налични за периода до 7 часа на 1 април 2016 година. Средноденонощни стойности, измерени посредством ръчен пробонабор, са налични за целия период на изследване.



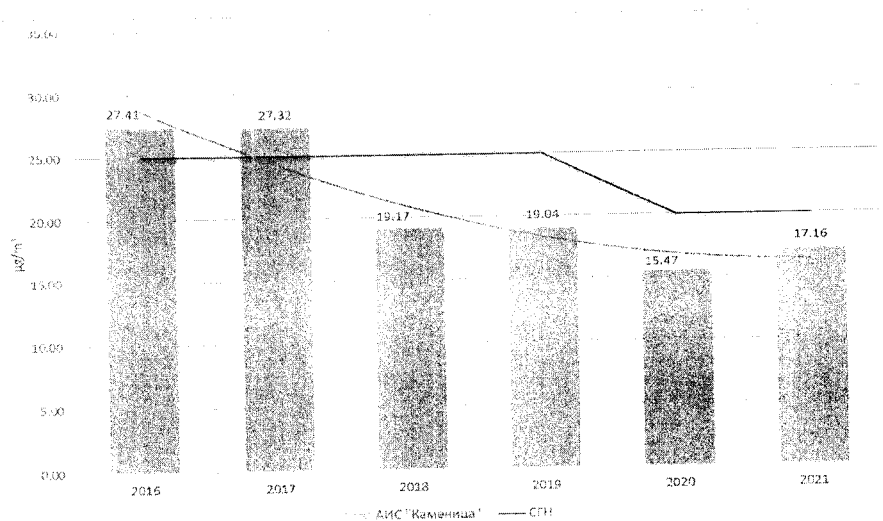
Липсата на средночасови измервания намалява в определена степен полезността на наличната за този замърсител информация, когато става дума за оценка на КАВ. Фракционното съотношение между средночасовите стойности $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ е ключов индикатор за индиректно определяне на преобладаващия вид на източниците на емисии (битово отопление на твърдо гориво и транспорт). Този анализ, за съжаление, не може да бъде направен на базата на наличните средноденонощни данни за концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5}$, и то само в АИС „Каменица“.

Стойностите на средногодишната концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ са представени в Таблица 5.14 и на Фигура 5.15. Данните показват, че СГК на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ е над нормата само през първите две години от изследвания период, а за последните четири години е под средногодишната норма в сила от 2020 година. Това показва тенденция на стабилно подобряване на КАВ, като трябва да се отчете и влиянието на пандемичната обстановка през 2019, 2020 и 2021 година.

Таблица 5.14 Средногодишна концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5}$, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“

Източник	Година	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	Норма, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	25	25	25	20	20
НАСККАВ ¹	СГК	27.41	27.32	19.17	19.04	15.47	17.16

¹Национална автоматизирана система за контрол качеството на атмосферния въздух



Фигура 5.15 Средногодишна концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, АИС „Каменица“, за периода 2016-2021 година

5.7 ИЗМЕРЕНИ ДАННИ ОТНОСНО ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА С ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ

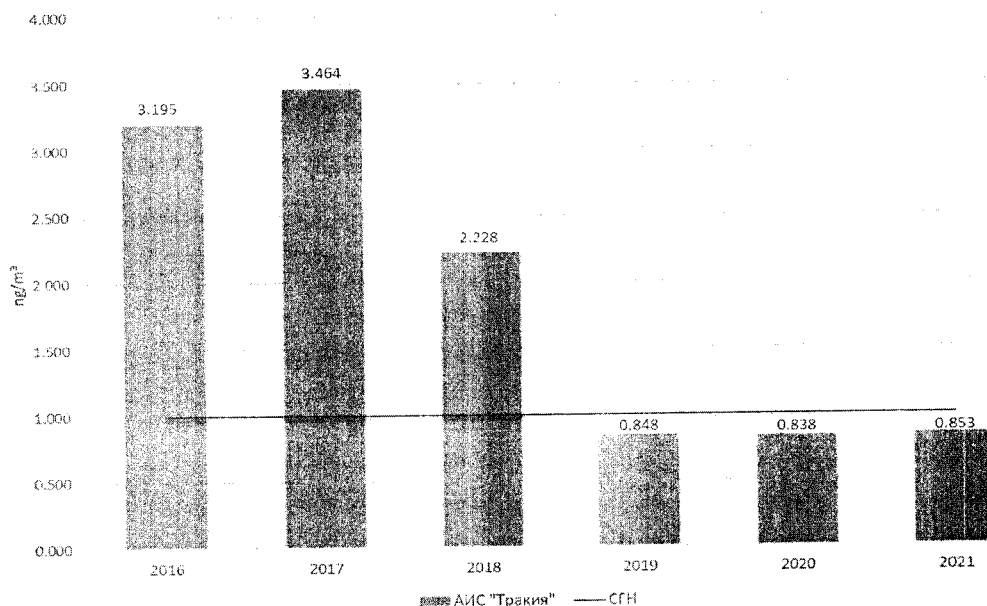
По отношение на замърсителя полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ), в Наредба 12 е дефинирана средногодишна норма от $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ за бензо(а)пирен, като маркер за

риска от канцерогенни заболявания. Концентрацията на този замърсител се измерва само в АИС „Тракия“.

Стойностите на средногодишната концентрация на бензо(а)пирен са представени в Таблица 5.15 и на Фигура 5.16. Данните показват, че СГК на бензо(а)пирен е над средногодишната норма през първите три години от изследвания период, а за последните три години - под нея. Това показва тенденция на стабилно подобряване на КАВ по отношение на ПАВ.

Таблица 5.15 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m^3 , в АИС „Тракия“

Година	2016	2017	2018	2019	2020	2021
СГК	3.195	3.464	2.228	0.848	0.838	0.853



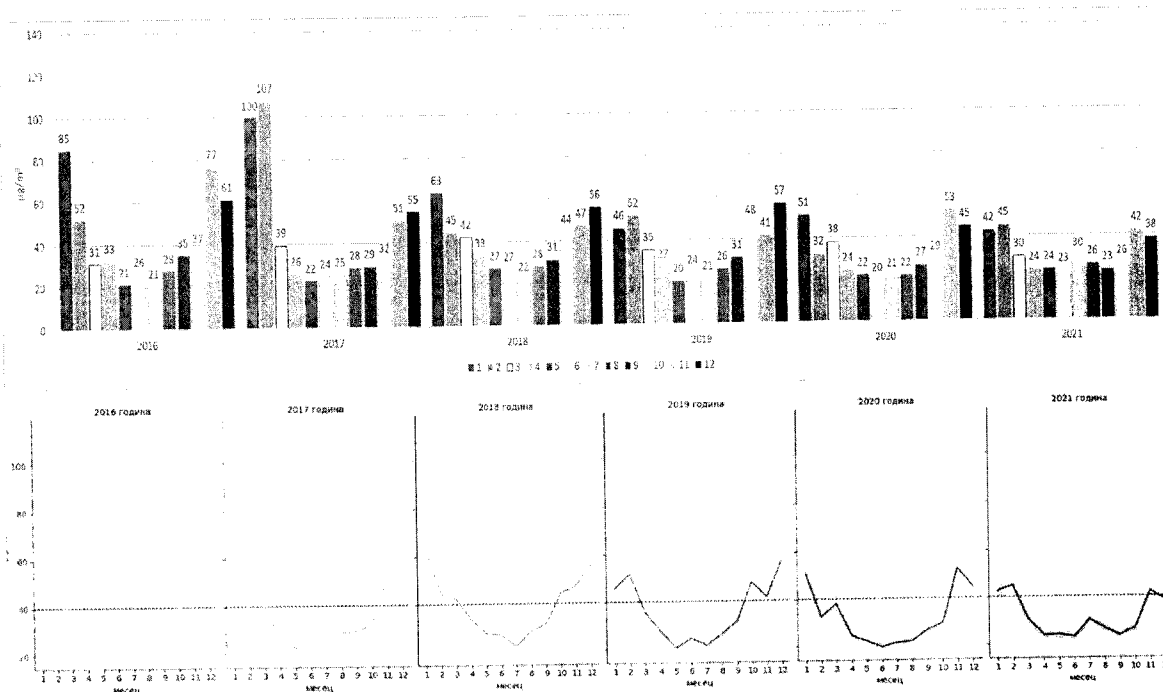
Фигура 5.16 Средногодишна концентрация на ПАВ ng/m^3 , АИС „Тракия“, за периода 2016-2021 година



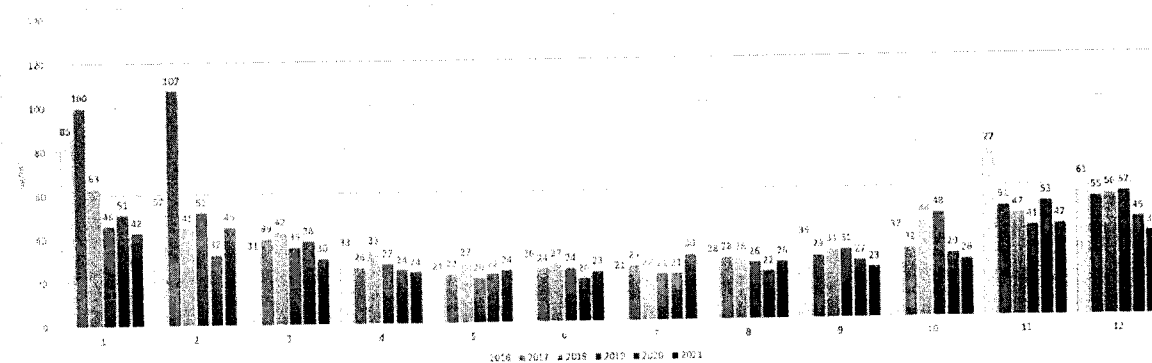
6 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТ МОНИТОРИНГА НА КАВ

6.1 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ10

На Фигура 6.1 и Фигура 6.2 са представени стойности на средномесечната концентрация (СМК). В горната част на първата от тях, на абсцисата са нанесени годините на изследвания период и месеците в тях. На ординатата са показани измерените стойности. На долната част на Фигура 6.1 може да се види 95 процентният доверителен интервал. На Фигура 6.2, стойностите са групирани по месеци за отделните години в периода 2016-2021.



Фигура 6.1 СМК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ за последователните месеци през периода 2016-2021



Фигура 6.2 Средномесечна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за конкретните месеци през периода 2016-2021

Анализът на Фигура 6.1 илюстрира сезонния характер на изменение на СМК на ФПЧ₁₀, а именно – високи стойности през зимния период и сравнително ниски в останалите месеци на годината. От Фигура 6.2 се вижда, че през годините на периода 2016-2021, най-

сериозни изменения на СМК се забелязват за месеците януари, февруари, ноември и декември, т.е. отоплителния сезон. Много вероятно е това да е свързано преди всичко с битовото отопление и да се определя от значими температурни изменения в зимния сезон по години.



Фигура 6.3 Времени ред на средномесечните измерени стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ в АИС „Каменица“

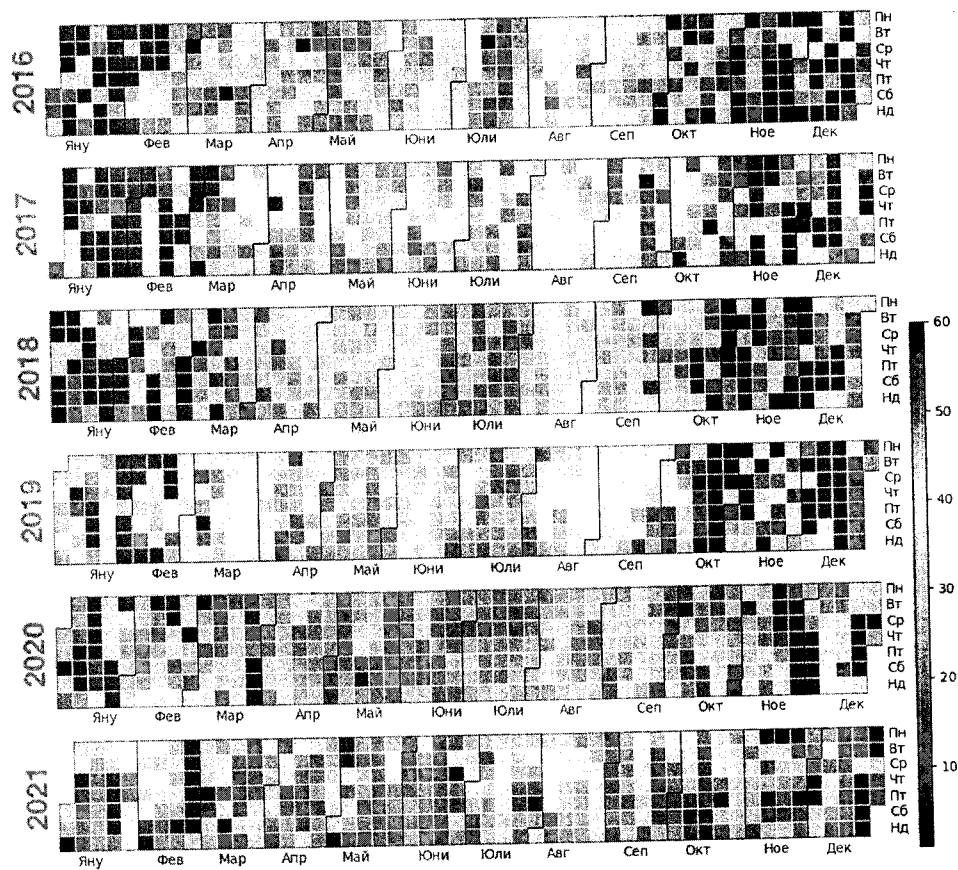
Същите данни (стойности на СМК на ФПЧ₁₀) са представени като времеви ред на Фигура 6.3. От нея още по-ясно се вижда сезонният характер на изменението на концентрацията на ФПЧ₁₀ и освен това – съществуващата, но твърде бавна тенденция на намаляване на СМК.

Фигура 6.4 (*Heatmap*) представя богата информация относно мониторинга на СДК на ФПЧ₁₀ през периода 2016-2021 година. В нея стойностите са представени по месеци и по дни от седмицата. Това дава възможности да бъдат отчетени както сезонността на изменение на СДК, така и навиците на обществото и обичайните дейности, характерни за дните през седмицата.

Всяко квадратче от картата представя едно денонощие от периода на наблюдение. Самата стойност на СДК може да се отчете по цвета на квадратчето и легендата в дясната част на картата.

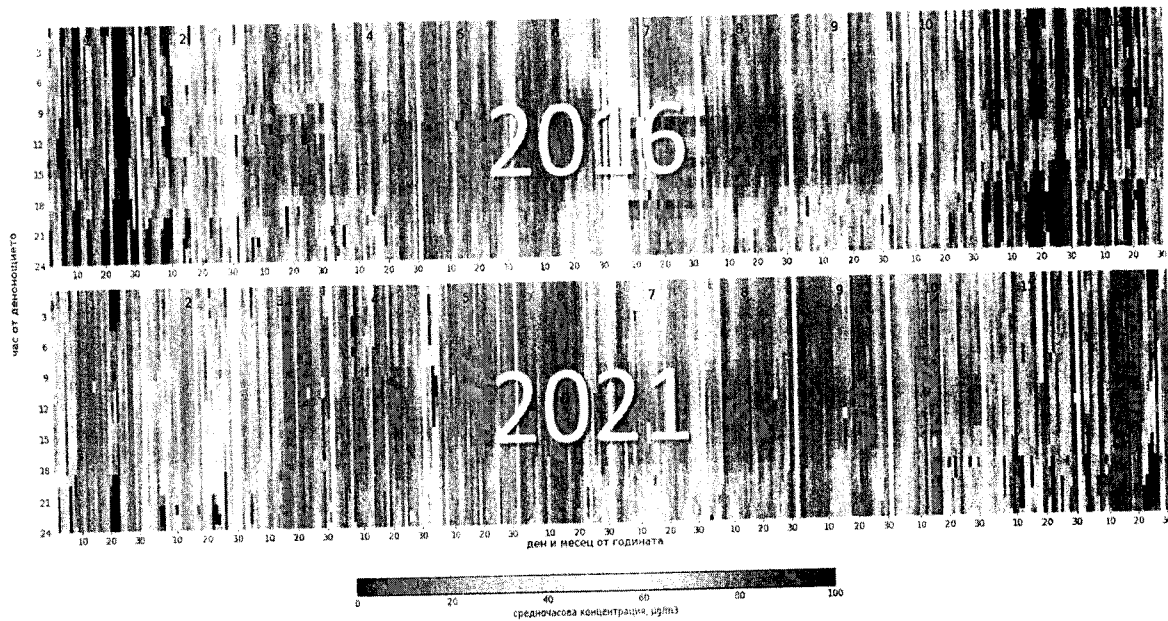
Тук трябва да се подчертае, че предназначението на картата не предполага отчитане на точни стойности, а по-скоро разпределение на ниските и високите концентрации в полето комбинации от асоциираните с двете оси фактори. Казаното е валидно и за другите, разглеждани по-нататък, карти от типа Heatmap.





Фигура 6.4 – Карта на измерените среднодневни концентрации на ФПЧ₁₀ µg/m³ във АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

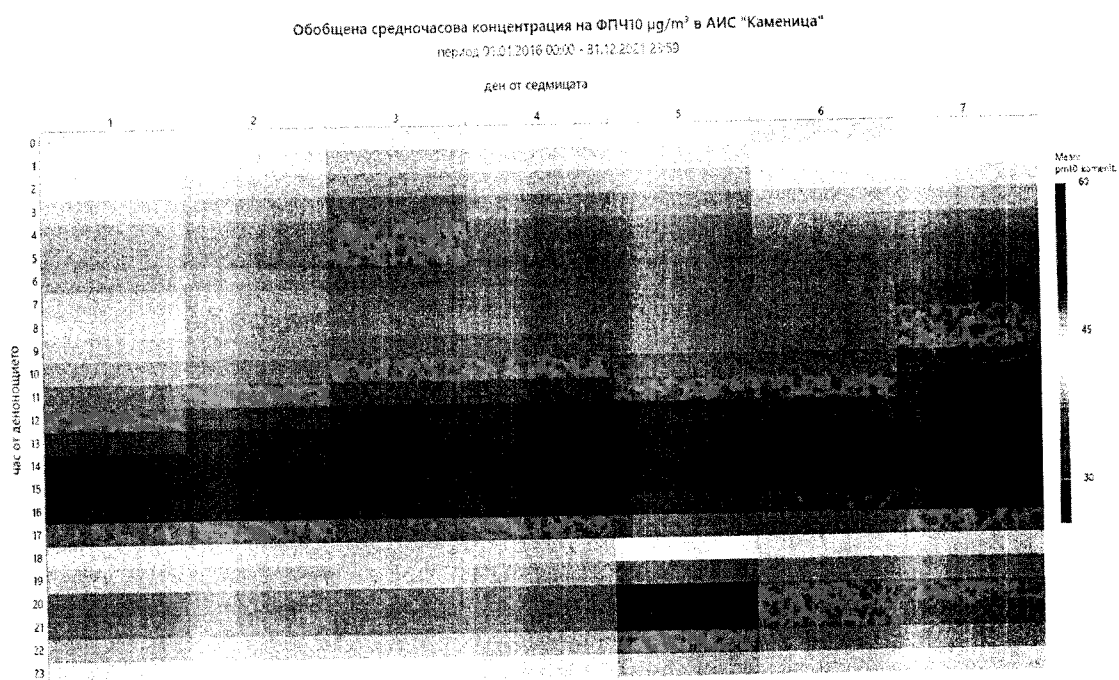
PM10 Каменица µg/m³ 2016, 2021



Фигура 6.5 – Карта на изменението на СЧК на ФПЧ₁₀, µg/m³, в АИС „Каменица“ по дни и месеци, през 2016 и през 2021 година
* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



Макар да не се преследва точно отчитане, червените квадратчета на Фигура 6.4 означават превишение на средноденонощната норма (СДН). Ясно се вижда намаляването на техния брой през 2020 и 2021 година, което съответства напълно на Фигура 5.5.



Фигура 6.6 - Карта на обобщената средночасова измерена концентрация по ден от седмицата и час от денонощието на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

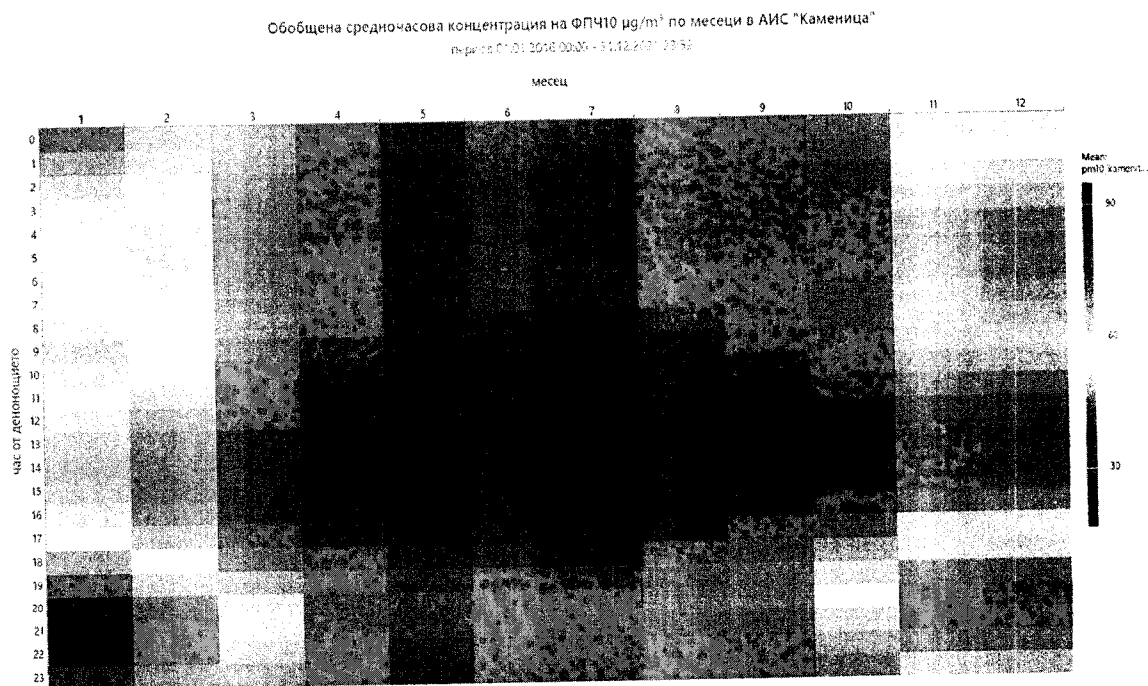
Фигура 6.5 илюстрира изменението на средночасовата концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, по дни и месеци в пункт „Каменица“, за 2016 и 2021 година. Поради големия брой на данните $365/(366) \times 24$, дните от месеците на абсцисата са представени по десетки, а всяка тройка (10, 20, 30) отговаря на един месец.

Високите стойности на СЧК са съсредоточени в месеците януари, февруари, ноември и декември (отоплителният сезон). Прави впечатление значителното намаление на червения цвят за 2021 в сравнение с 2016 година, което означава наличие на тенденция към подобряване на КАВ по отношение на ФПЧ₁₀.

На Фигура 6.6 е показано разпределението на измерените средночасови стойности (СЧС) на концентрацията на ФПЧ₁₀ по дни от седмицата и часове от денонощието. Повишените стойности на концентрацията във вечерните часове характеризират въздействието на автомобилния транспорт през цялата година и добавката от битовото горене през зимния сезон.



Тук играят роля вечерният пиков период за транспорта от 17 до 20 часа, както и интензивното горене на дърва и въглища между 20 и 22 часа. Най-високи СЧС са отчетени за ден петък, вероятно поради по-интензивен трафик в навечерието на уикенда.

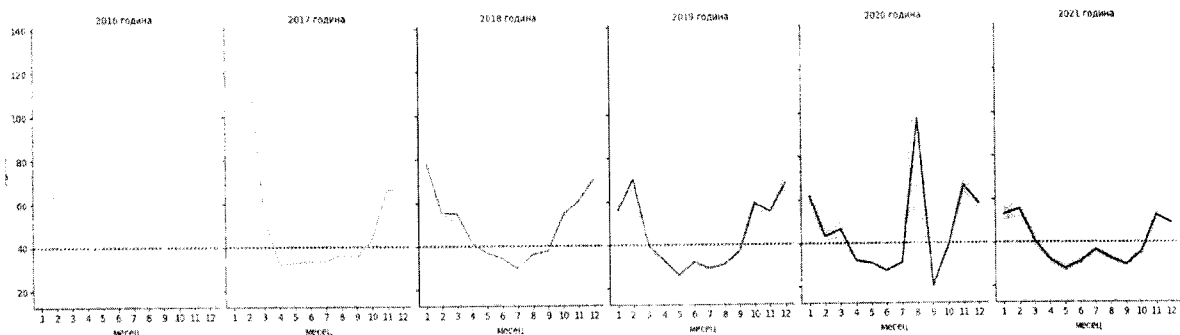
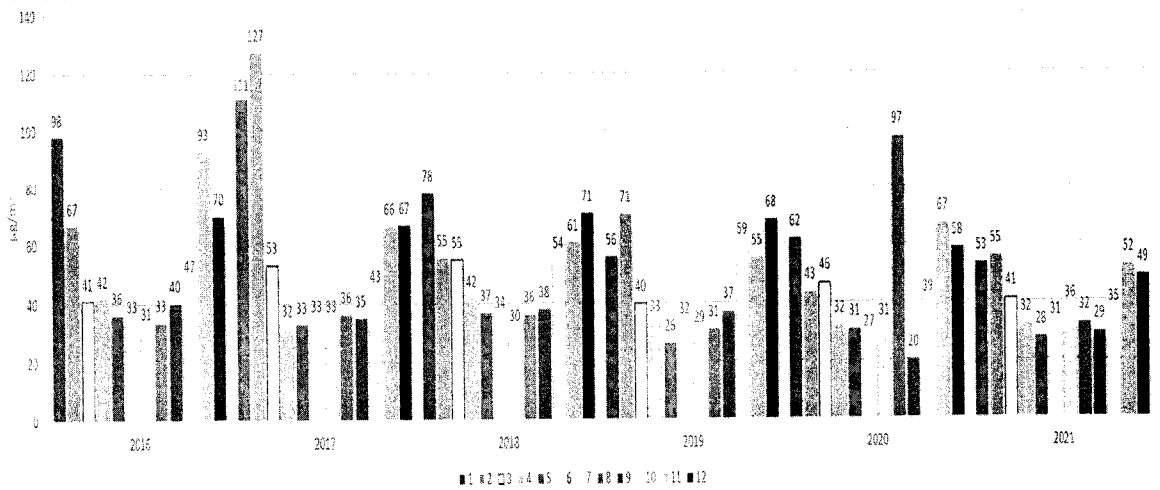


Фигура 6.7 - Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на ФПЧ₁₀ µg/m³ в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

Вместо по дни от седмицата, на Фигура 6.7 разпределението на стойностите на СЧК на ФПЧ₁₀ е на месечна база. Разпределението по месеци потвърждава сезонността, най-вероятно поради въздействието на битовото горене на дърва и въглища за отопление. През самия зимен период най-високи стойности на СЧК на ФПЧ₁₀ се съсредоточават в часовете между 19 и 22. Има голяма вероятност това да се дължи на по-интензивното отопление с изгаряне на дърва и въглища. Повишение на концентрацията има и в интервала между 7 и 10 часа – сутрешното разпалване на печките.

В малките часове на денонощието, вероятно въздействие има догарянето на камини и други отоплителни устройства. Най-ниските СЧС на концентрацията на ФПЧ₁₀ се групират през летните месеци и обедните часове, когато намалява влиянието и на транспорта и на битовото отопление на твърдо гориво. На Фигура 6.8 и Фигура 6.9 са представени стойности на средномесечната концентрация (СМК) на ФПЧ₁₀ в пункт „Тракия“. На Фигура 6.8, на абсцисата са нанесени годините в изследвания период, а на втората фигура стойностите са групирани за конкретните месеци в различните години от 2016 до 2021, т.е. всяка група от шест стълбчета отговаря на конкретен месец на годините от 2016 до 2021.

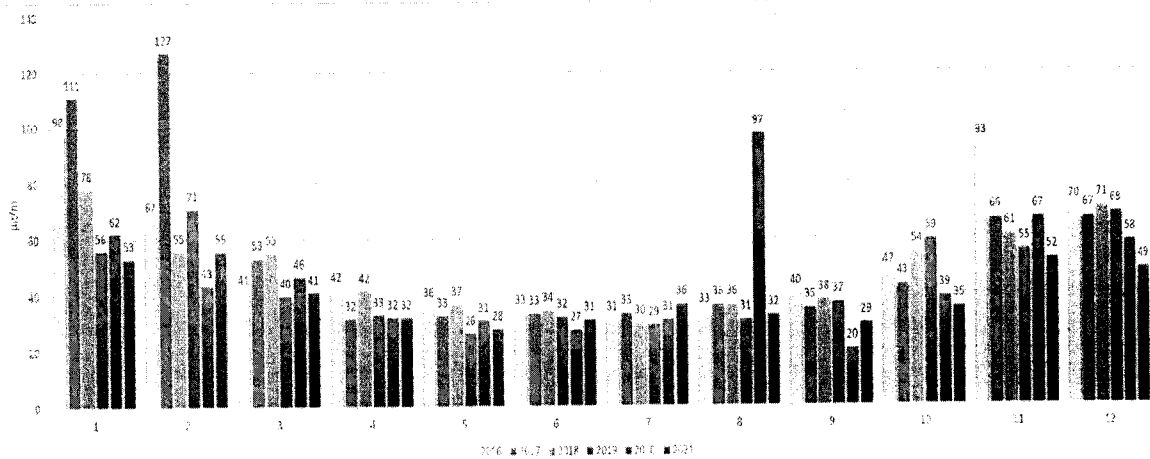




Фигура 6.8 Средномесечна концентрация на ФПЧ₁₀, µg/m³, в АИС „Тракия“ за последователните месеци през периода 2016-2021

Размиването около линията представя 95 %-ния доверителен интервал.

Анализът на Фигура 6.8 показва сезонност в изменението на СМК на ФПЧ₁₀ – високи стойности през зимния период и сравнително ниски - в останалите месеци на годината.

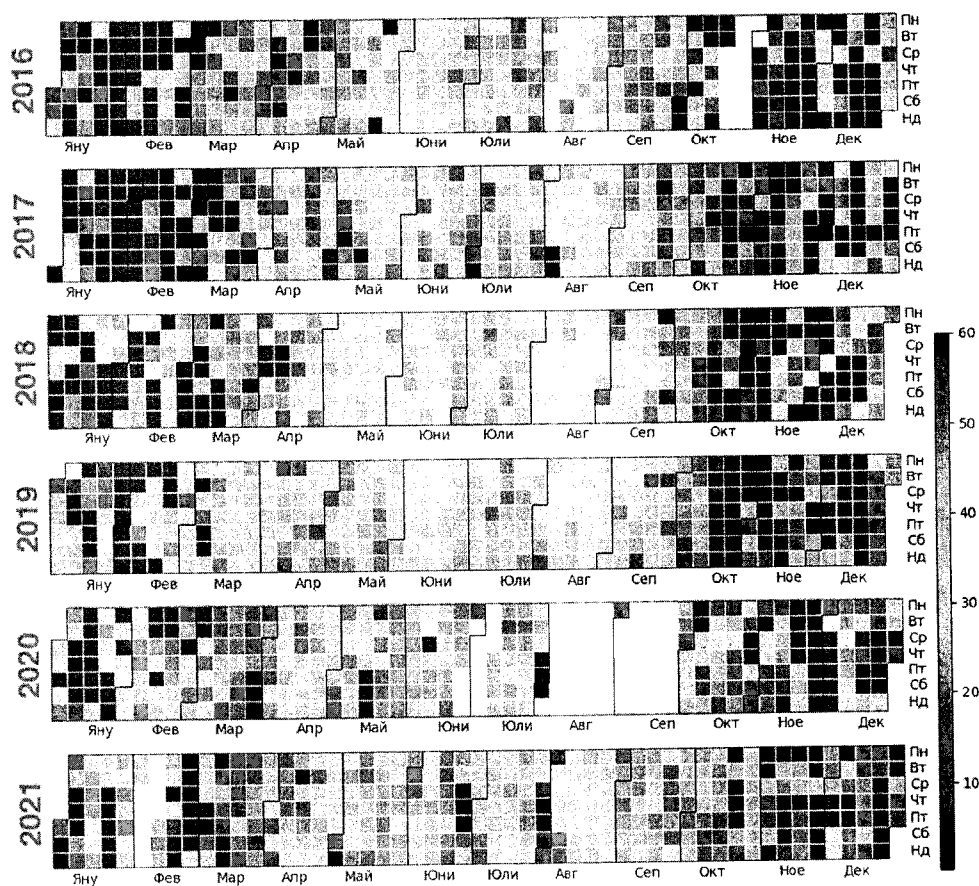


Фигура 6.9 СМК на ФПЧ₁₀, µg/m³, в АИС „Тракия“ за конкретните месеци през периода 2016-2021



От Фигура 6.9 се вижда, че в АИС „Тракия“, през годините на периода 2016-2021, най-сериозни изменения на СМК се забелязват за месеците януари, февруари, ноември и декември, т.е. през отоплителния сезон. Ако се сравнят стойностите на СМК на ФПЧ₁₀ за месеците януари и февруари може да се види, че за двойката месеци в 2016 година се регистрира понижение, а в 2017 – повишение на степента на замърсяване.

Ако подобно сравнение се вземе предвид и по отношение на NO₂, би могло да се направи обоснован извод дали изменението е свързано с транспорта или с битовото отопление. За месец август 2020 година обаче, се наблюдава рязко повишение на СМК на ФПЧ₁₀. За изясняване на причината за това би трябвало да бъдат проведени допълнителни кръстосани анализи. Възможно е също така, да става дума за сериозна обективна причина или проблем, свързан с измервателната апаратура.



Фигура 6.10 - Измерени стойности на СМК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в ПМ „Тракия“, 2016 – 2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

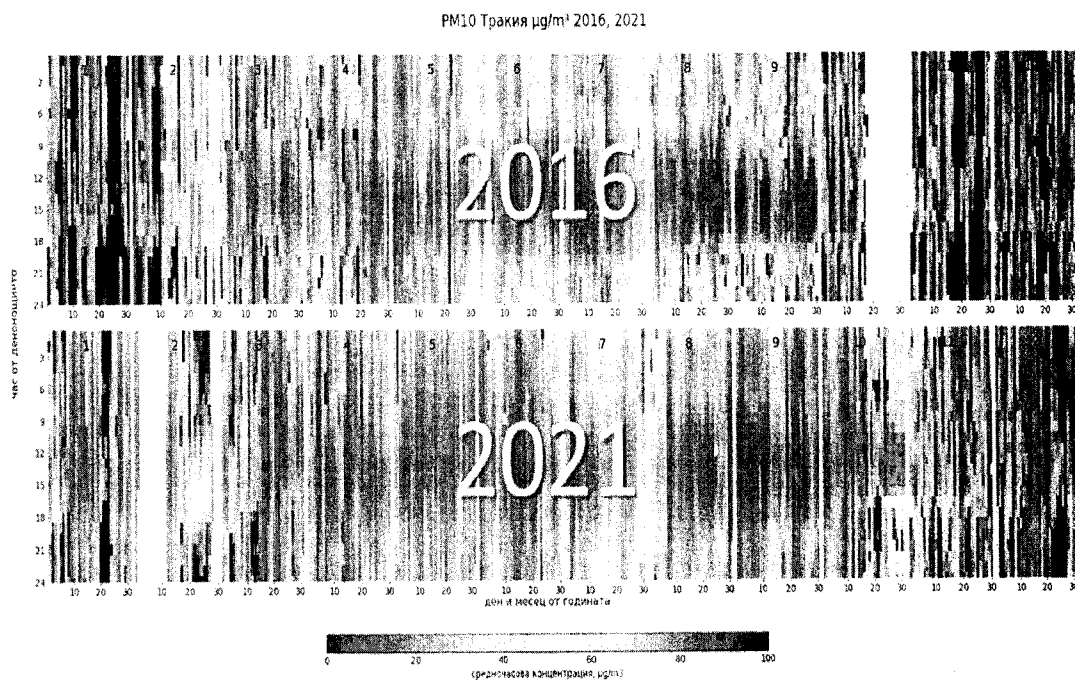
Картата на Фигура 6.10 илюстрира разпределението на измерените средноденоношни стойности концентрации на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Тракия“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021.



Квадратчетата в червен цвят означават денонощие с превишена СДН за ФПЧ₁₀. Тези с оранжев цвят определят денонощия със СДК на ФПЧ₁₀ по-ниска, но твърде близо до нормата.

Преобладаващият червен цвят в първо и четвърто тримесечие на шестте години от разглеждания период показват както сериозното негативно въздействие на битовото горене за отопление върху КАВ, така и постоянната „добавка“ на автомобилния транспорт. Следва да се отбележи, че през 2020 година пунктът за мониторинг „Тракия“ е реализирал сериозни пропуски в измерванията. Липсват данни за повече от два месеца през юли август и септември.

Фигура 6.11 е аналогична на Фигура 6.5. Тя илюстрира изменението на средночасовата концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, по дни, месеци и часове от денонощието в пункт „Тракия“, за 2016 и 2021 година. Стойността, съответстваща на всеки елемент (правоъгълник) от картата, е получена посредством осредняване на $6 \times 52 \times 24$ измерени стойности на СЧК на ФПЧ₁₀. Вижда се намаляване на високите стойности на СЧК през 2021 година, но то не може да се нарече значително. Липсват данни за втората половина на октомври 2016 и за първата десетдневка на февруари 2021 година.

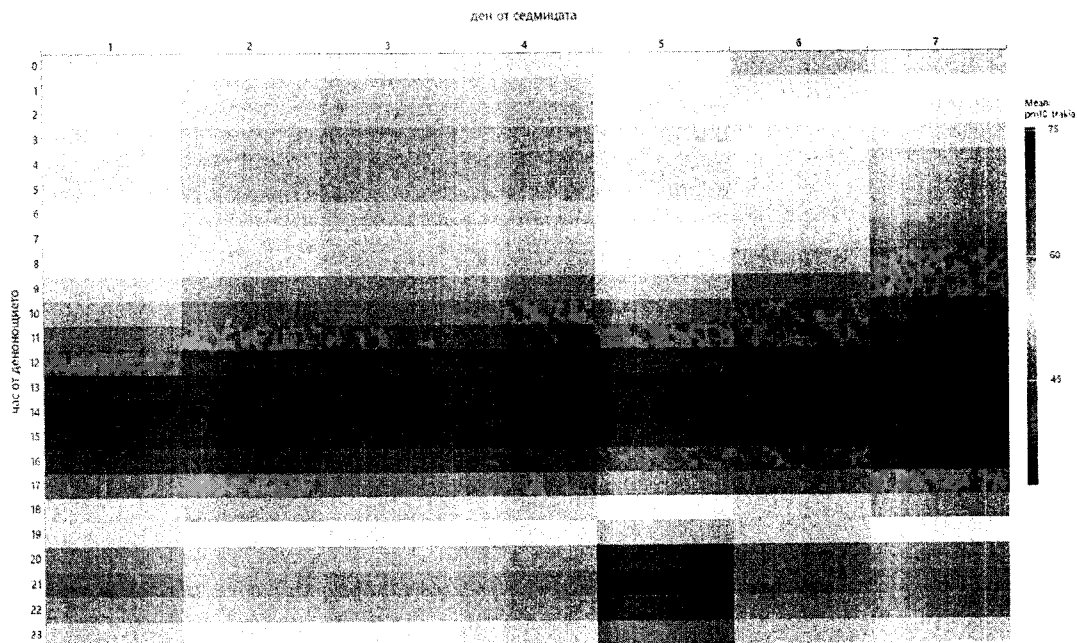


Фигура 6.11 Изменение на СЧК на ФПЧ₁₀ по дни и месеци, в АИС „Тракия“, 2016 - 2021 година

* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация

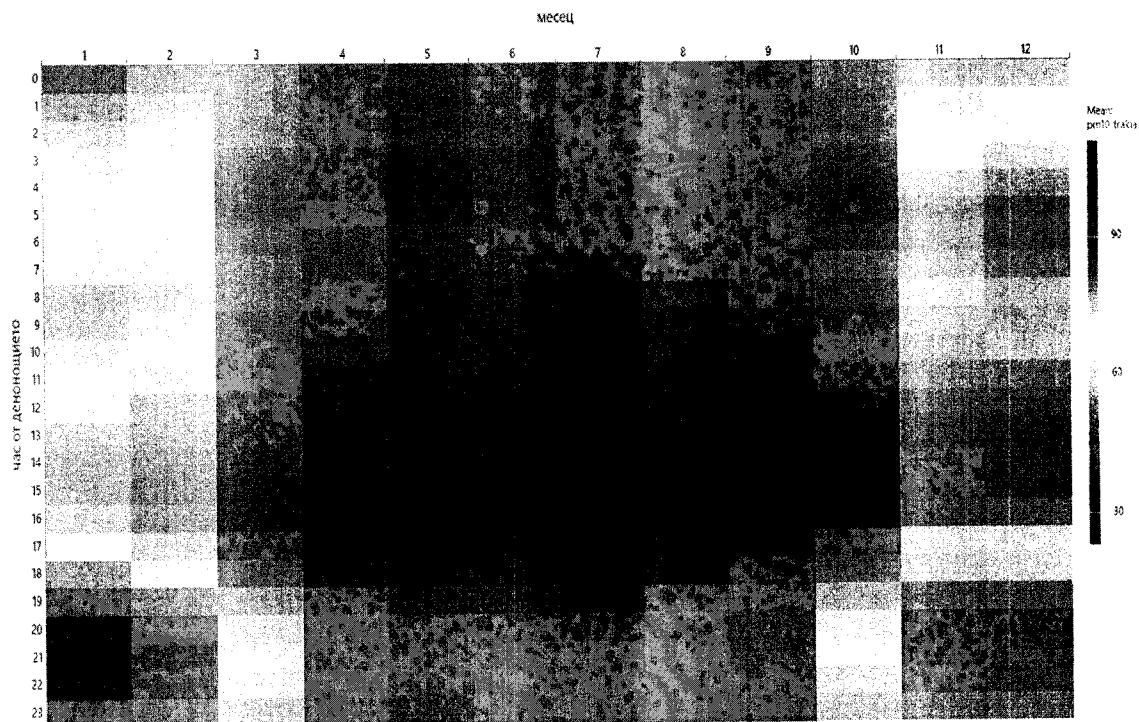
На Фигура 6.12 е представена карта на разпределението на СЧК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, по дни от седмицата и часове от денонощието в АИС „Тракия“ за периода от 2016 до 2021 година. Веднага се вижда, че високи средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ са характерни за часовете между 19 и 22 от денонощието.

Обобщена средночасова концентрация на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ в АИС "Тракия"
период 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59



Фигура 6.12 - Карта на стойностите на СЧК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, по ден от седмицата и час от денонощието в АИС „Тракия“ за периода от 2016 до 2021 година

Обобщена средночасова концентрация на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ по месеци в АИС "Тракия"
период 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59



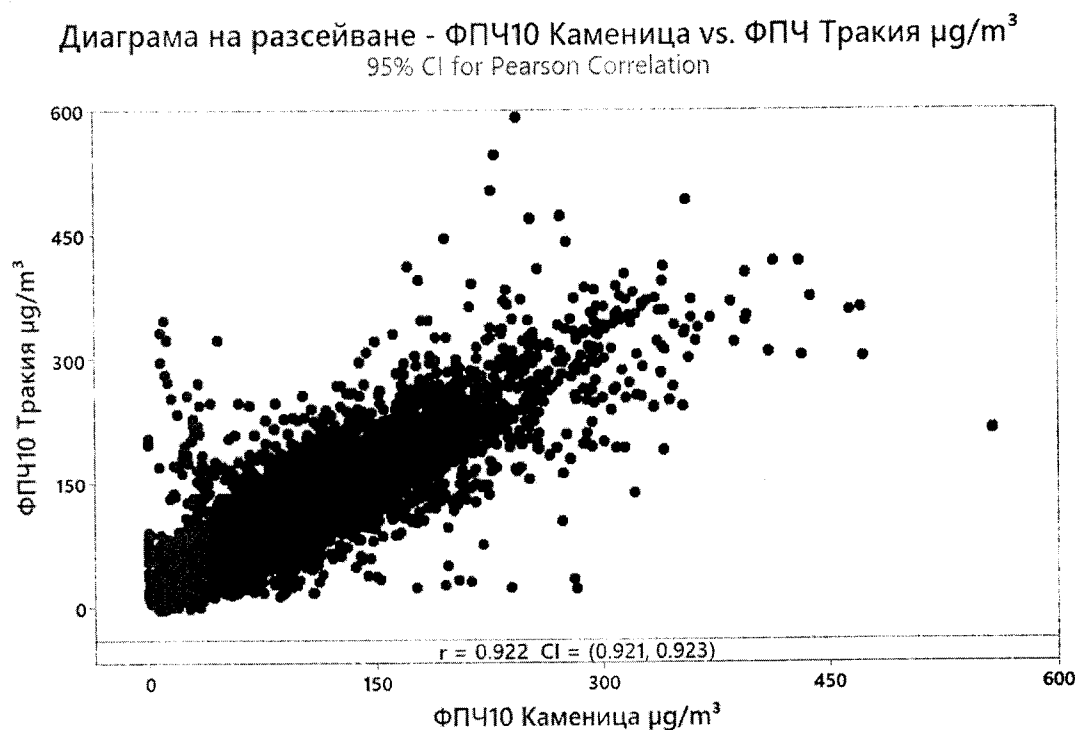
Фигура 6.13 - Карта на измерените стойности на СЧК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Тракия“ по месец и час от денонощието за периода от 2016 до 2021 година



През зимния период това е времето, в което отоплението с дърва и въглища е засилено, а през останалите сезони причина най-вероятно е интензивен трафик. Най-високи средночасови концентрации – до $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ се отбелязват в петък между 19 и 23 часа.

Най-високи стойности (Фигура 6.13) на СЧК на ФПЧ₁₀, в зависимост от месеца и часа от денонощието, са характерни за месеците януари, февруари, ноември и декември, между 18 и 23 часа, а най-ниски те са по обед през летните месеци. В малките часове на дните неделя и понеделник вероятна причина за повишаване на СЧК на ФПЧ₁₀ би трябвало да бъде битовото отопление, а в часовете между 7 и 9, в понеделник - автомобилният транспорт.

Фигура 6.14 илюстрира връзката между измерените средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“.

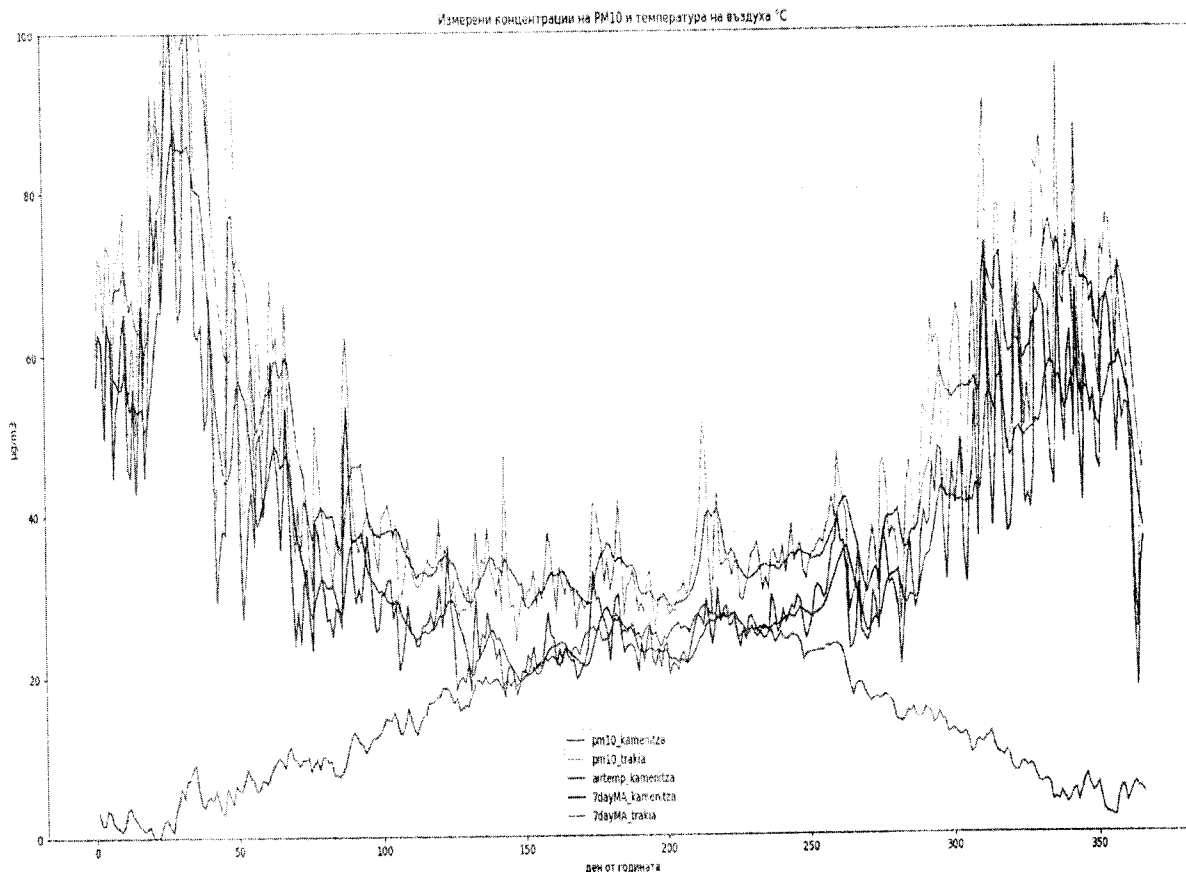


Фигура 6.14 – Диаграма на разсейване на измерените стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година

Линейната корелация между двете величини е ясна и категорична, предвид разстоянието между двата пункта за мониторинг (около 1800 m по права линия), въпреки че единият от тях е градски фонен, а другият – транспортно ориентиран.

На Фигура 6.15 е представена зависимостта между температурата на атмосферния въздух и измерените средноденонощни стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ в пунктовете за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“. По отношение на температурата са използвани данни от пункт „Каменица“. Показаните графики обхващат период от 365 дни.





Фигура 6.15 Зависимост на измерените в пунктове „Каменица“ и „Тракия“ СДК на ФПЧ₁₀ от температурата на атмосферния въздух

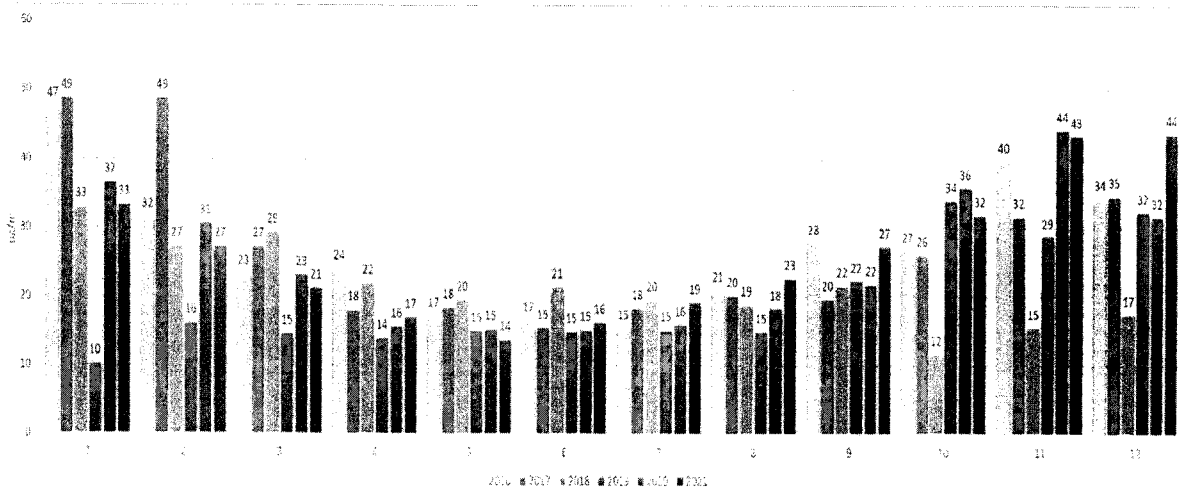
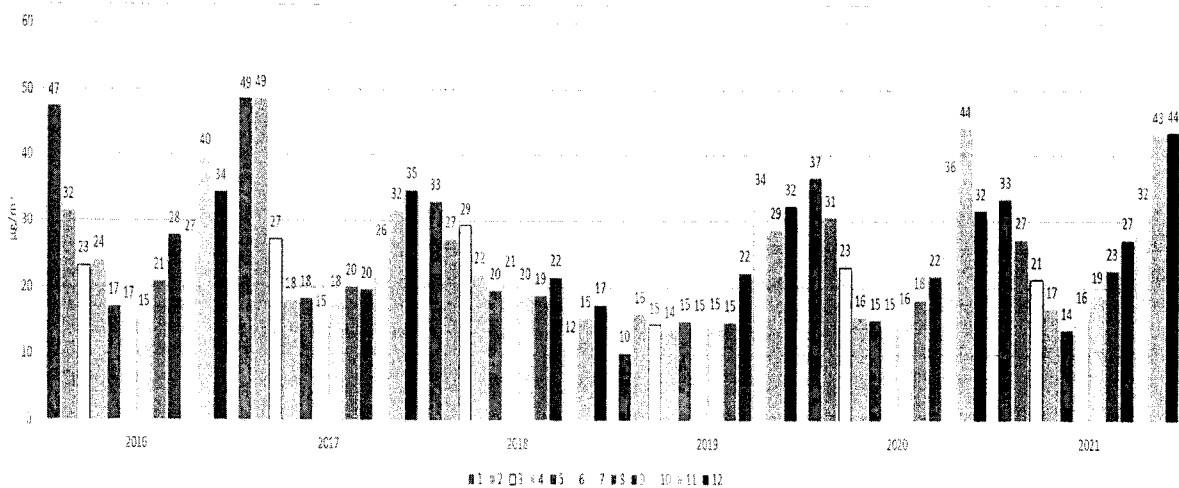
Стойността на средноденонощната концентрация за всеки от пунктовете за мониторинг, за първия ден, се определя като се осреднят измерените стойности на СДК на 1 януари за всяка от шестте години 2016-2021. По аналогичен начин се определят и стойностите на СДК на ФПЧ₁₀ в двата пункта до 365-тия ден.

Въпреки значителната флукутация, обратнопропорционалната зависимост между температурата на въздуха и СДК на ФПЧ₁₀ в двата пункта е отчетлива. Добавянето на графики за седемдневни пълзящи средни (червена за пункт „Каменица“) и (лилава за пункт „Тракия“) води до заглаждане на представените зависимости.

6.2 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО АЗОТНИ ОКСИДИ, ИЗРАЗЕНИ КАТО NO₂

Фигура 6.16 илюстрира изменението на СМК на NO₂ в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021 година. В горната половина на фигурата, на абсцисата са нанесени 72 последователни месеца, покриващи шестгодишния период на наблюдение.



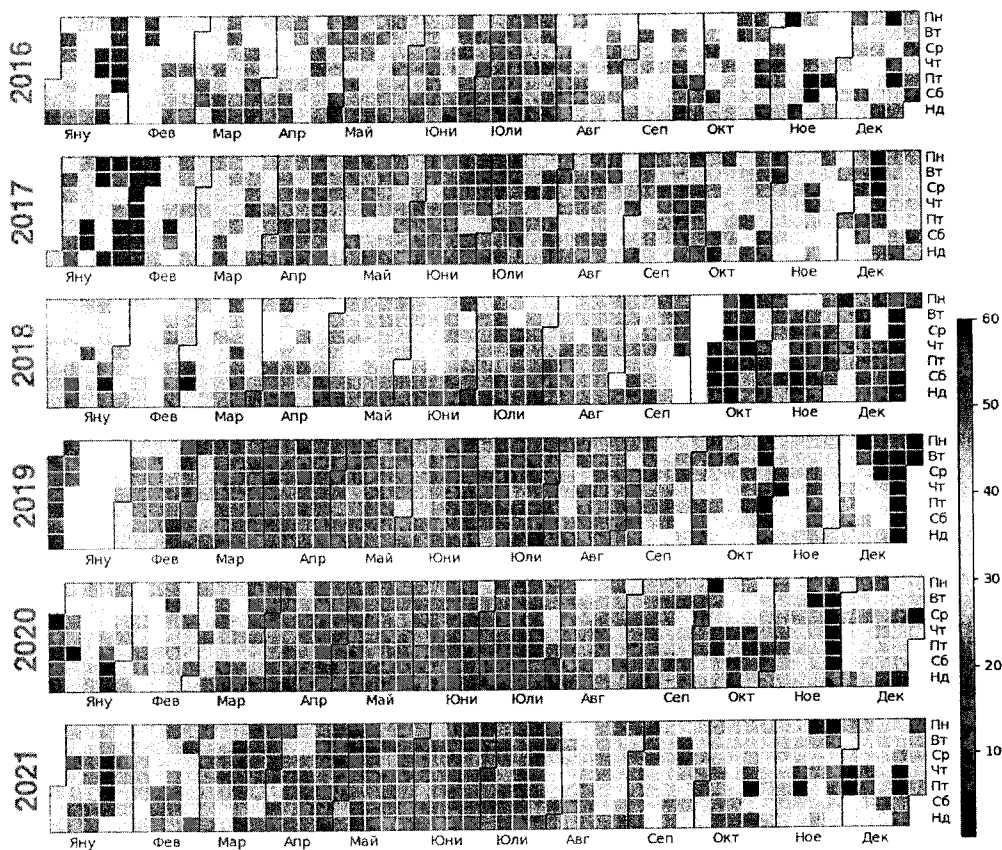


Фигура 6.16 - Изменение на средномесечната концентрация на NO₂, µg/m³ в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

На абсцисата са обозначени годините от 2016 до 2021. На всяка от тях съответстват по 12 месеца. По-високи стойности на СМК на NO₂ са характерни за януари, февруари, ноември и декември. В останалата, вътрешна част от годината, стойностите на СМК са значително по-ниски. Това е типичната ситуация, за въздействието на битовото горене за отопление.

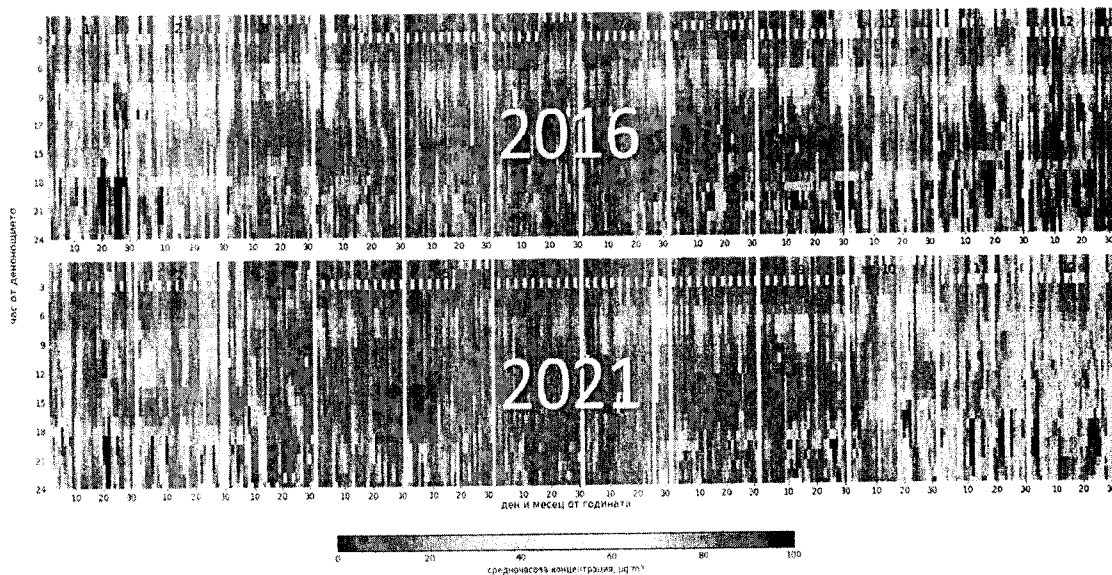
Същата информация е показана и на втората половина от фигурата. Разликата при нея се състои в това, че на абсцисата са нанесени месеците, а за всеки от тях е показана СМК за серията от 6 години. Тук може да се оцени изменението на метеорологичната обстановка по годините в периода. Така например, за месец януари стойностите на концентрацията на NO₂ за 2016 и 2017 са твърде близки. Това съвсем не е така за месец февруари. Докато за 2016 година февруарската средномесечна концентрация спада, за 2017 година януарската и февруарската ѝ стойност са еднакви.





Фигура 6.17 Измерени стойности на СДК на $\text{NO}_2, \mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ 2016 – 2021 година
 * белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

NO_2 Каменица $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016, 2021



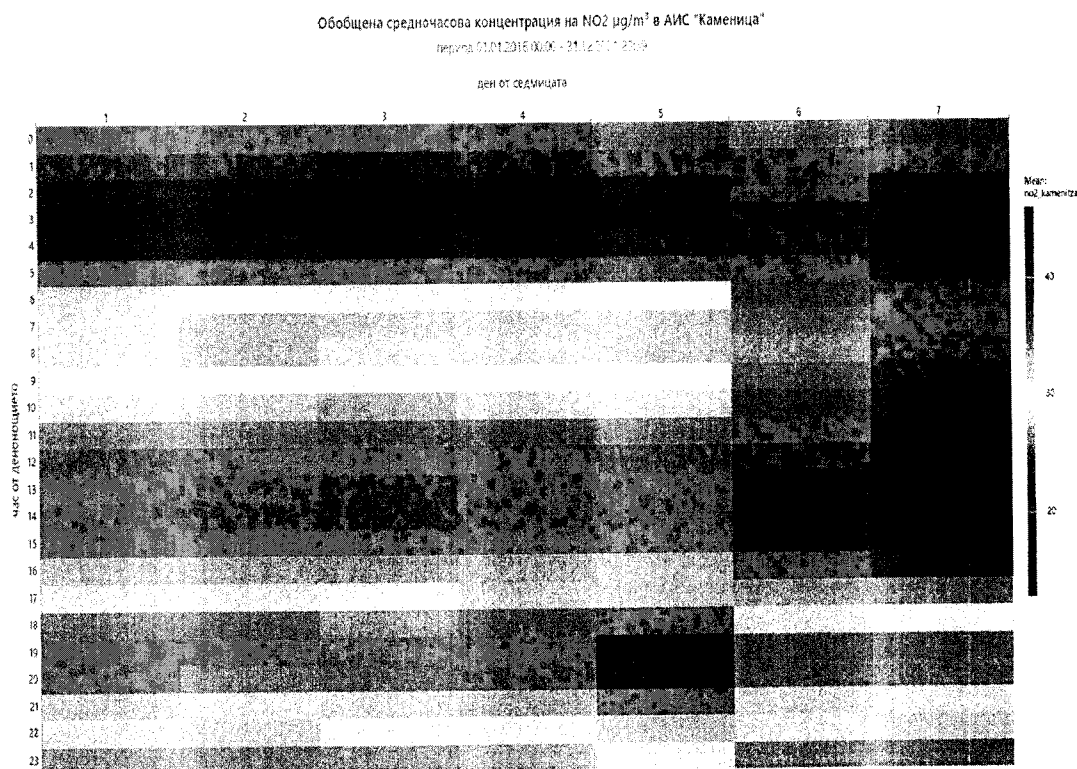
Фигура 6.18 - Карта на изменението на средночасовата концентрация по дни и месеци на $\text{NO}_2, \mu\text{g}/\text{m}^3$, измерена в АИС „Каменица“ през 2016 и през 2021 година
 * белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



На Фигура 6.17 е представена карта с разпределението на стойностите на измерени стойности на СДК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ 2016 – 2021 година. Диапазонът на изменение на концентрацията е от 0.0 до 60.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Всяко квадратче на картата представлява едно денонощие от месеца и годината, като е обозначен и денят от седмицата. Червените квадратчета са разпределени в лявата и дясната зона на картата – месеци януари, февруари, октомври, ноември и декември. Ниски стойности на СДК на NO_2 са характерни за средната зона на картата.

Карта на разпределението на средночасовата концентрация на NO_2 по дни, месеци и час от денонощието, измерена в АИС „Каменица“ през 2016 - 2021 година е представена на Фигура 6.18. Поради големия брой на представените стойности дните и месеците са дадени като поредица от тройки 10, 20 и 30 дни, а часовете от денонощието са показани от лявата страна на картата.

Фигура 6.19 съвсем ясно и точно илюстрира поведението и ежедневието на обществеността през седмицата. Тя представя разпределението на измерените средночасови стойности на концентрацията на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ за периода от 2016 – 2021 година. Както се вижда от легендата, сравнително високите стойности са оцветени в червено и нюанси на розовото.

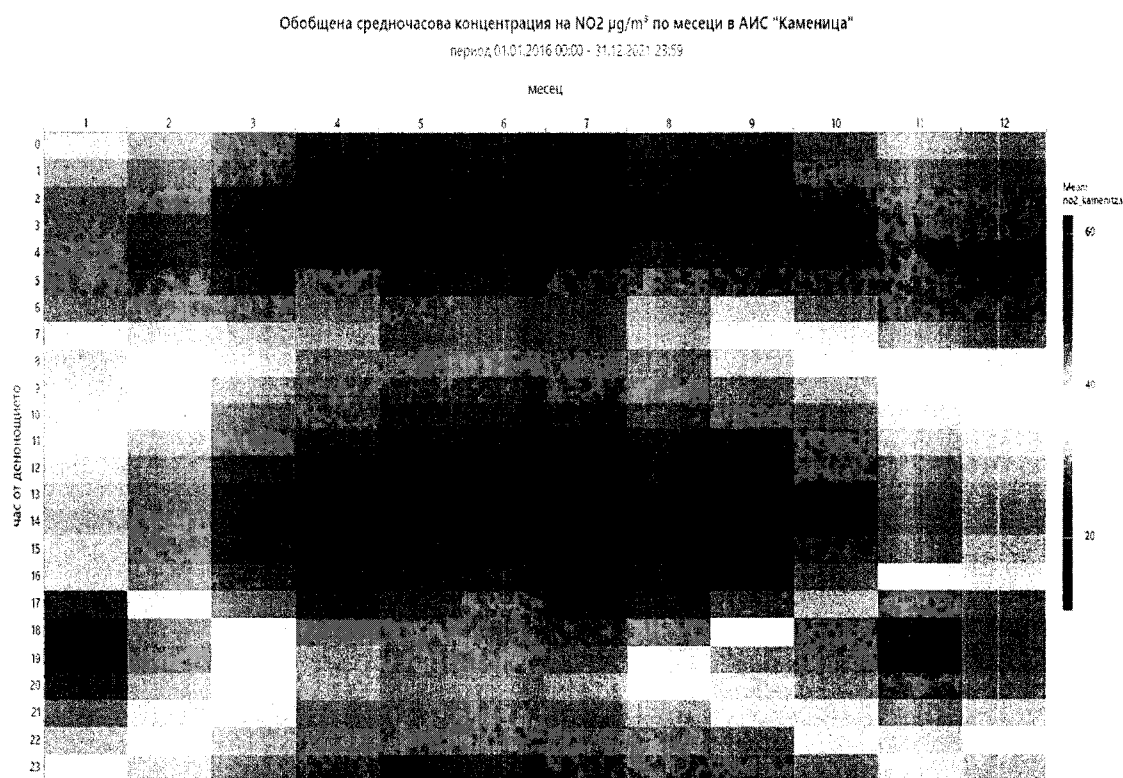


Фигура 6.19 – Карта на обобщената средночасова измерена концентрация по ден от седмицата и час от денонощието на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021



На очи се набива работната седмица понеделник – петък. Ясно се идентифицират часовете, в които се пътува към местоработата, училището или детската градина, както и вечерният пиков период на прибиране към домовете. Най-високите стойности на концентрацията логично са вечерните часове на петъкния ден, когато освен вечерния пик, влияние оказва и пътуването за уикенда. В събота и неделя може да бъдат отбелязани часовете на прибиране 18 – 21.

Картата на Фигура 6.20 представя разпределението на стойностите на СЧК на NO₂ по месеци и часове от денонощието в АИС „Каменица“ за периода от 2016 - 2021. Тук могат да бъдат отбелязани сутрешният и вечерният пиков период на транспорта, високата влажност на въздуха и инверсиите през зимния период, както и ниските стойности на концентрацията на NO₂ поради по-слабия трафик през летните месеци и в обедните часове, а така също и по-благоприятните метеорологични условия през летния период.

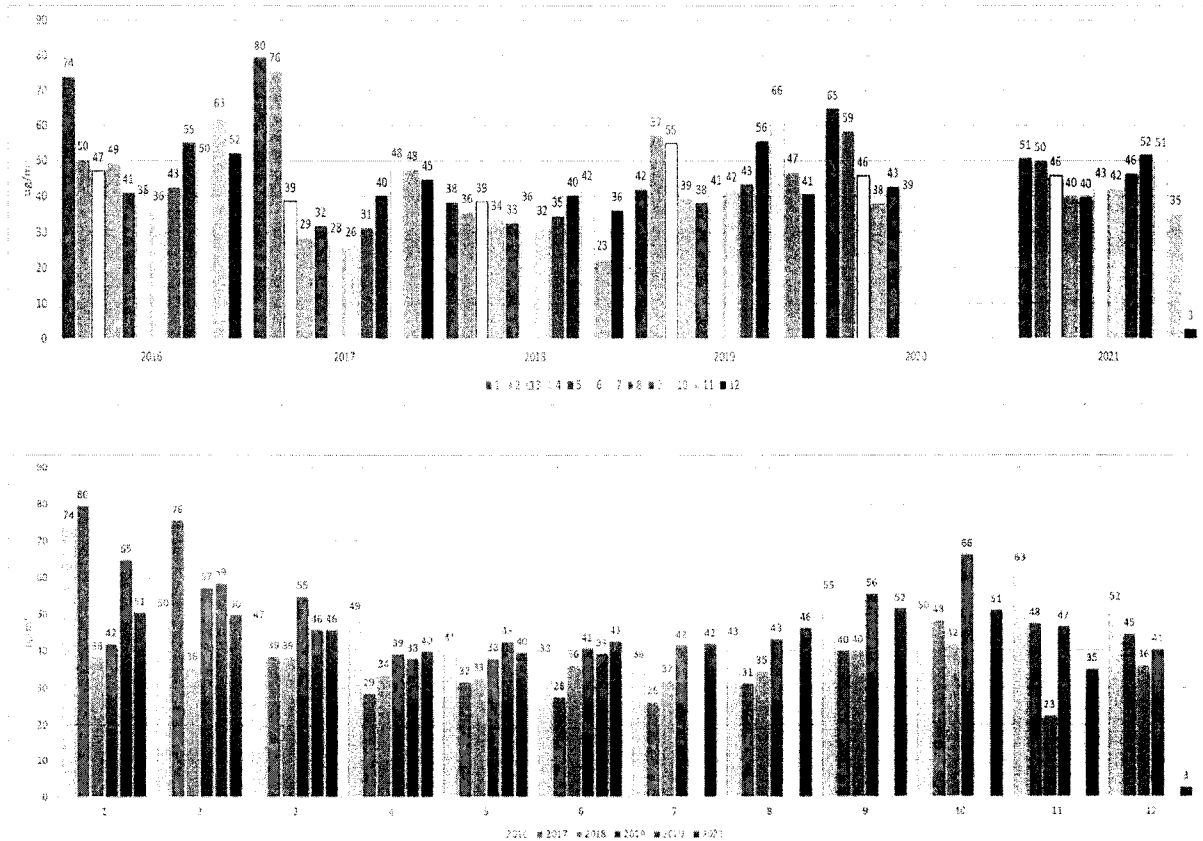


Фигура 6.20 - Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на NO₂ µg/m³ в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

Фигура 6.21 е аналогична на Фигура 6.16. Тя също се състои от две части – с последователни и групирани месеци. Представя средномесечните стойности на концентрацията на NO₂ в АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година.



Важно да се отбележи е, че през втората половина на 2020 година в пункт „Тракия“ не са извършвани измервания на нивата на NO₂. Същата липса може да се види и в долната част на фигурата. За вторите 6 групи от месеци липсва по 1 стълб, който съответства на 2020 година. От фигурата може да се види и че сезонността е характерна и за азотните оксиди, както и това, че високите стойности на СМК на NO₂ е атрибут на зимните месеци по изтъкнатите по-горе причини.

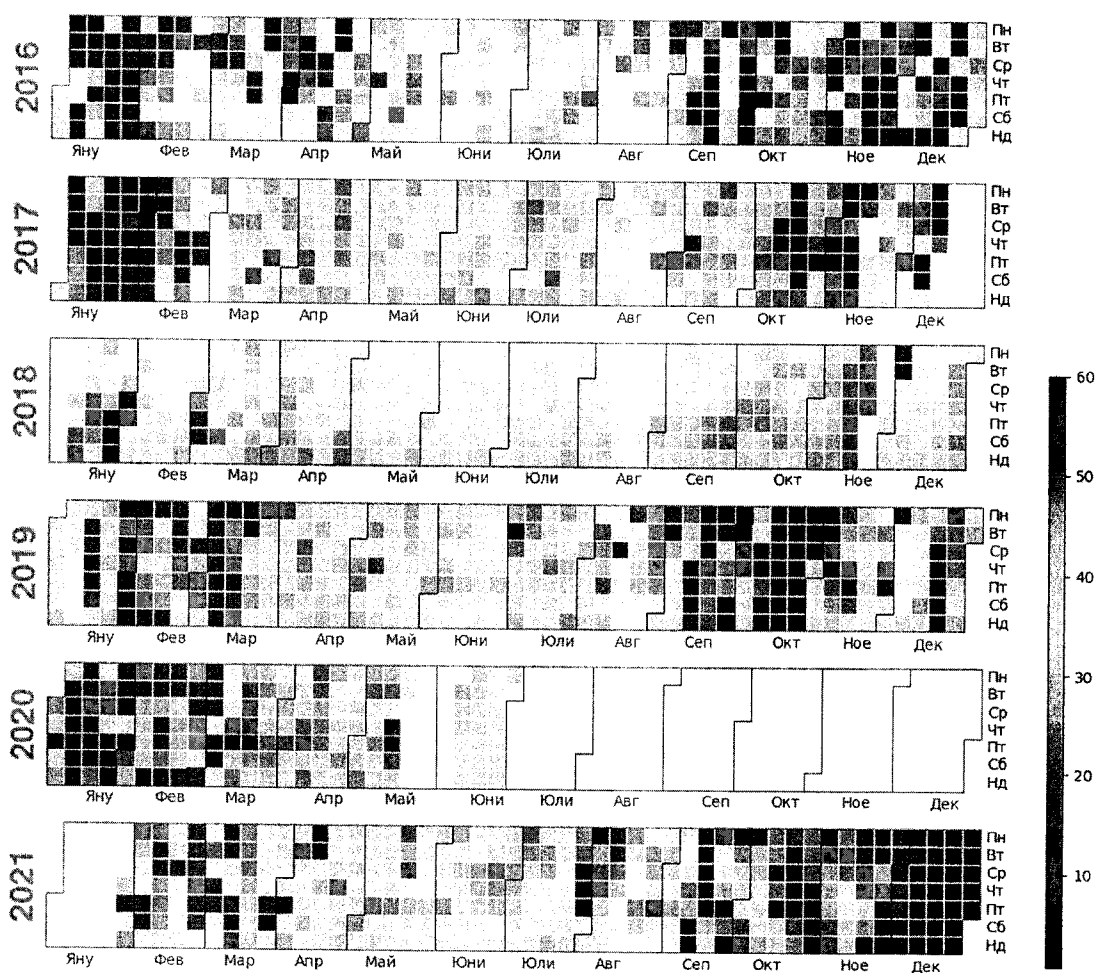


Фигура 6.21 - Изменение на средномесечната концентрация на NO₂ µg/m³ в АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

Разпределението на измерените средноденонощни стойности на концентрацията на NO₂ в АИС „Тракия“ за периода 2016 –2021 година е представено на Фигура 6.22. Разпределението на измерените стойности е направено по година, месец и ден от месеца. На фигурата за пълнота са отбелязани и дните от седмицата. Диапазонът на изменение на концентрацията е от 0.0 до 60 µg/m³.

Квадратчета в оранжево и червено отговарят на стойности между 50 и 60 µg/m³. Сравнително ясно изразена сезонност може да се отбележи само за 2017 и 2018 година. Както бе вече отбелязано липсват данни за вторите 6 месеца на 2020 година. Тази липса е налице и за почти целия месец януари за 2021 година.





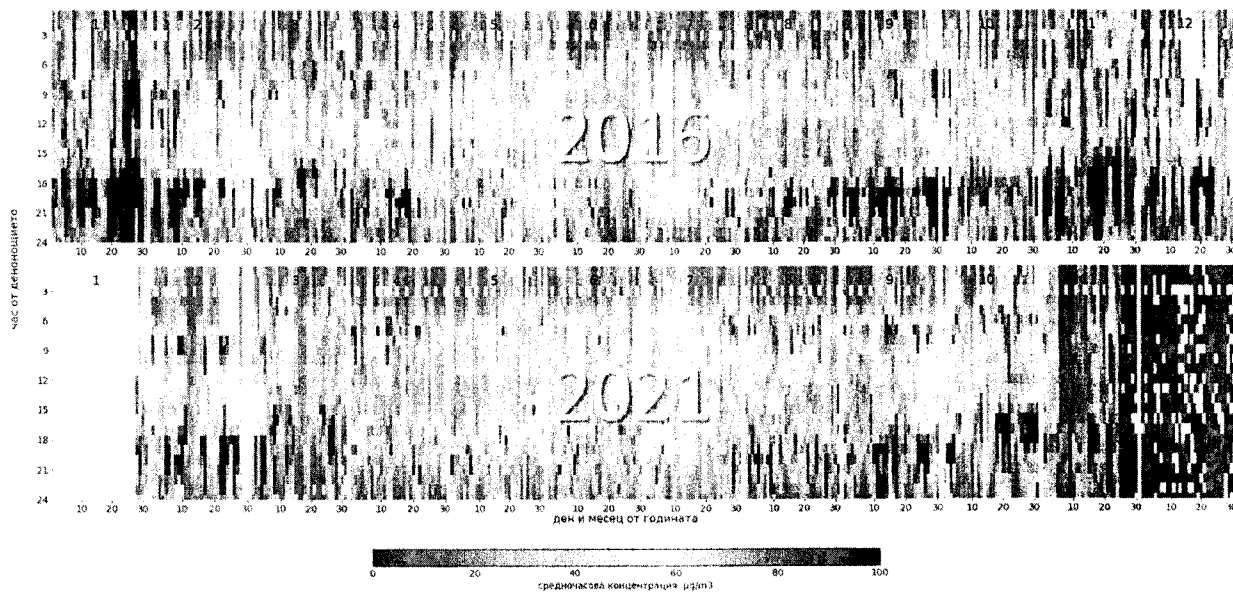
Фигура 6.22 - Карта на измерените среднодневни концентрации на NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ във АИС „Тракия“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
 * белите полета указват липсващи данни за средноденонощна концентрация

На Фигура 6.23 са сравнени средночасовите стойности на концентрацията на NO_2 по дни, месеци и часове от денонощието за 2016 и 2021 година. Като начин на представяне, фигурата е аналогична на Фигура 6.18. Диапазонът на изменение на СЧК на NO_2 е от 0.0 до $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Броят на средночасовите стойности на концентрацията на NO_2 между 80 и $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за 2016 година е значително по-голям от този за 2021 година. Най-високите стойности на СЧК (оранжев и червен цвят) са измервани в часовете на сутрешния и вечерния пиков период.

На практика, визуална разлика между Фигура 6.24 и Фигура 6.19 трудно може да се намери. Сутрешният и вечерният трафик през работната седмица, както и трафикът между 18 и 20 часа в почивните дни събота и неделя са напълно идентични. Те отразяват обичайна практика и привички на гражданите и както бе отбелязано по-горе двата пункта „Каменица“ и „Тракия“ са разположени твърде близо един до друг.

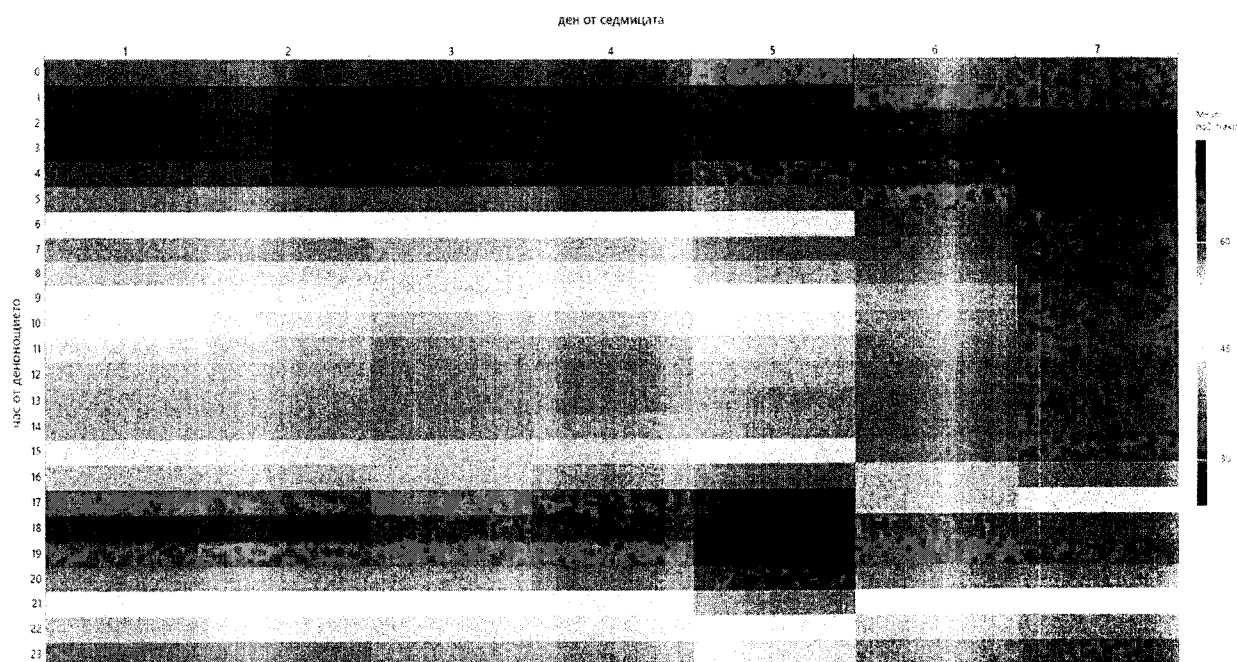


NO₂ Тракия $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016, 2021



Фигура 6.23 - Карта на изменението на средночасовата концентрация по дни и месеци на NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, измерена в АИС „Тракия“ през 2016 и през 2021 година
* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация

Обобщена средночасова концентрация на NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ в АИС „Тракия“
период 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59

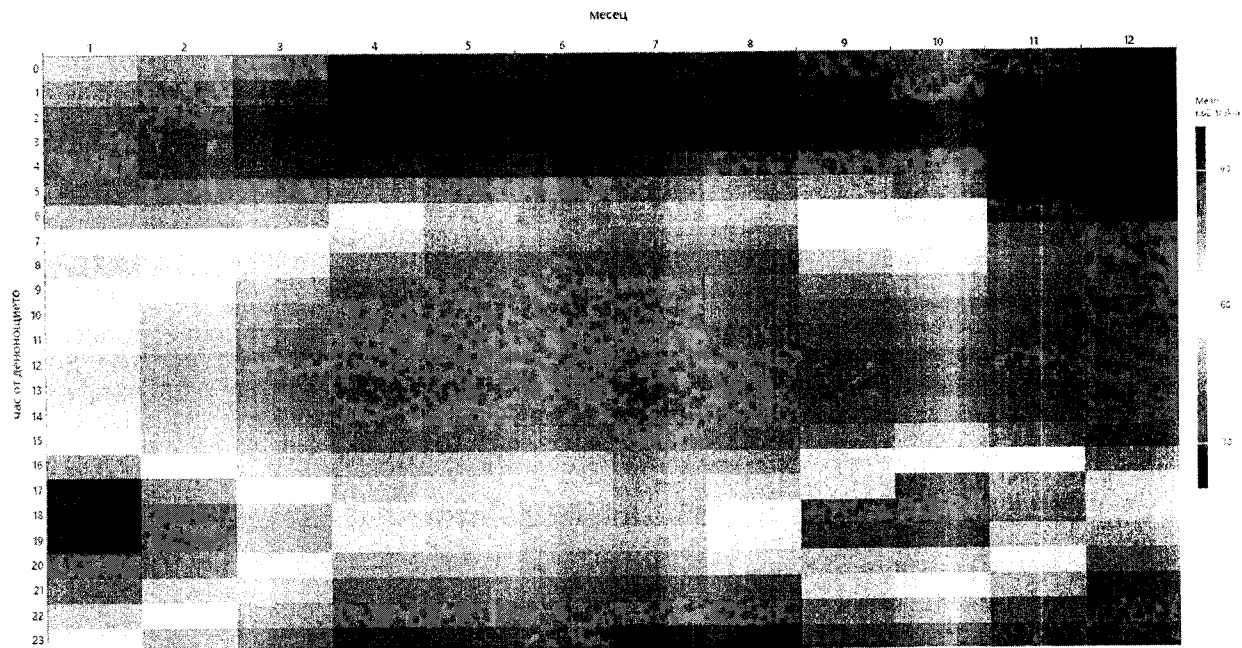


Фигура 6.24 - Карта на средночасова измерена концентрация по ден от седмицата и час от денонощието на NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

Казаното за двойката Фигура 6.19 и Фигура 6.24 важи в пълна степен и за двойката Фигура 6.20 и Фигура 6.25.



Обобщена средночасова концентрация на NO₂ µg/m³ по месеци в АИС "Тракия"
период: 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59



Фигура 6.25 - Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на NO₂ µg/m³ в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

Както бе отбелязано, концентрацията на NO_x представлява общата концентрация на азотен оксид и азотен диоксид. Нестабилността на NO и склонността му да се окислява до NO₂ е причината в нормативната уредба да се използва понятието „азотни оксиди, изразени като азотен диоксид“. Все пак, окислението на азотния оксид не се осъществява мигновено, което означава, че във въздуха могат и съществуват и двете вещества. В този случай отношението NO₂ / NO_x представлява оправдан интерес. Колкото по-малко е това отношение, толкова по-голяма е вероятността в близост до съответната локация да се генерира азотен оксид.

В АИС се измерват нивата на NO₂ и NO. Концентрацията на азотните оксиди NO_x се определя като

$$NO_x = NO_2 + eNO_2,$$

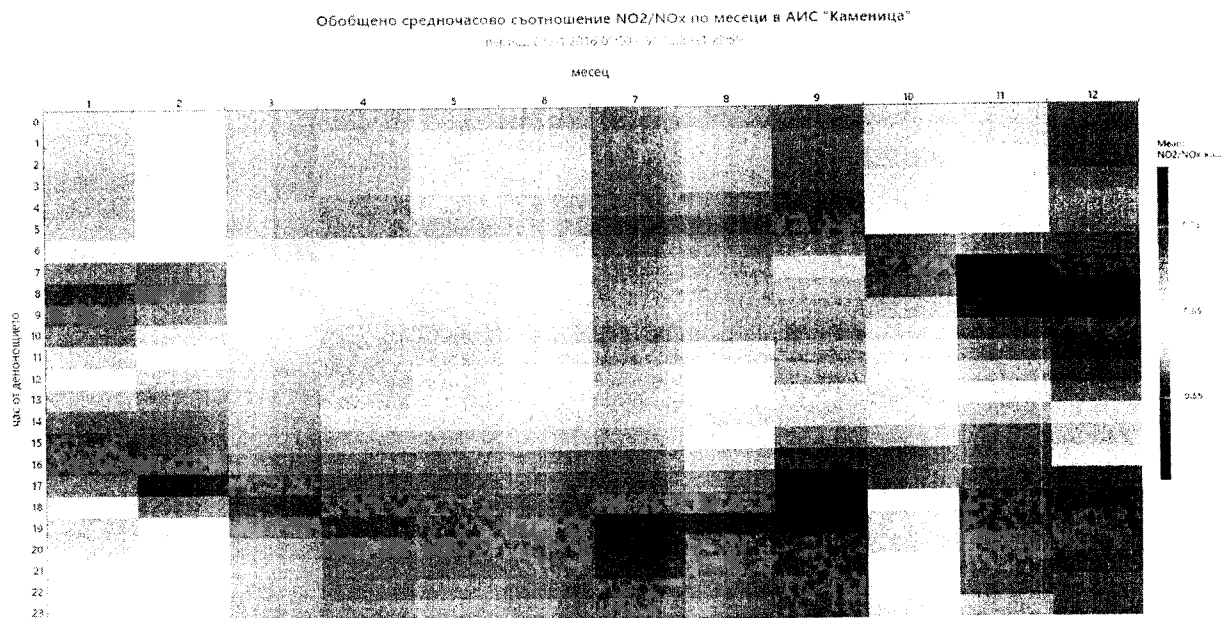
$$\text{където } eNO_2 = 1.53 * NO \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$$

На Фигура 6.26 и Фигура 6.27 е представено разпределението на стойностите на отношението NO₂/NO_x по месеци и час от денонощието за двата пункта за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“, съответно. Преди всичко трябва да бъде отбелязано, че диапазоните на изменение на отношението NO₂ / NO_x са различни – 0.0 – 0.80 и 0.3 – 0.75 за „Каменица“ и „Тракия“ съответно. Това различие означава, че като цяло, стойностите на отношението в пункт „Тракия“ са по-ниски т.е. в околността на транспортно ориентирания

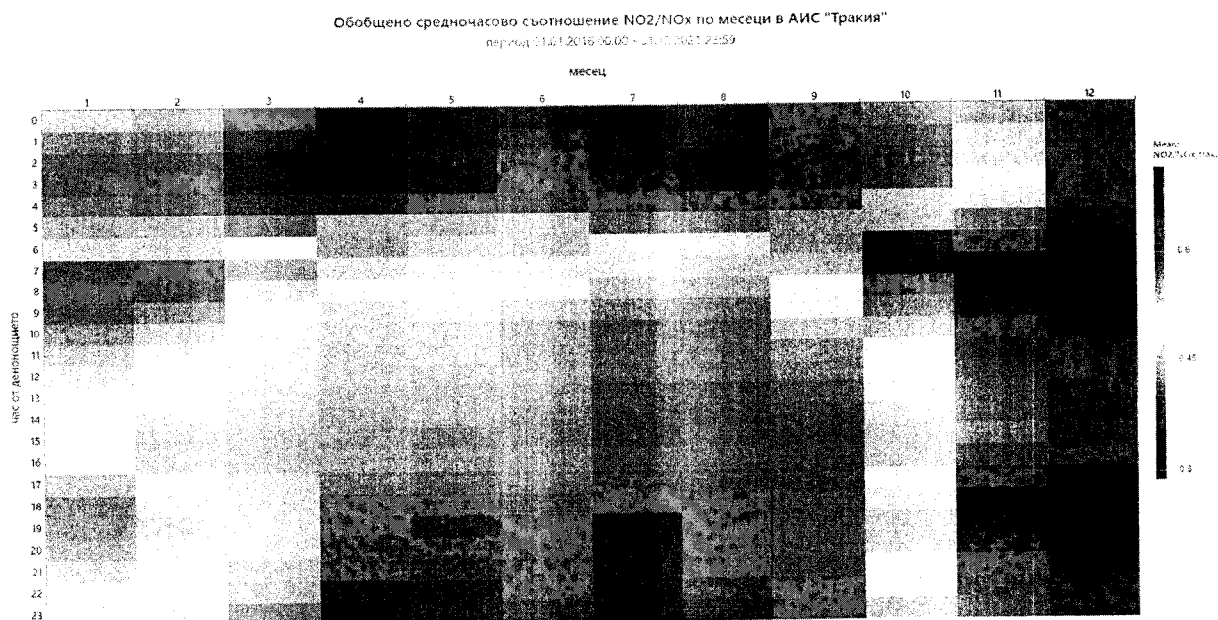


пункт свободният азотен оксид има по-висока концентрация. Предвид високата температура на изгаряне на въздушно-горивната смес в ДВГ, това е напълно логично.

Що се отнася до разпределението на отношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$, зимните месеци януари, февруари, ноември и декември, както и част от октомври са оцветени в нюансите на синия цвят (ниско отношение $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ - по-висока концентрация на NO). Това вероятно се дължи на битовото горене за отопление с уреди на газ, течни горива и въглища с висока калоричност.



Фигура 6.26 Карта на обобщеното средночасово съотношение на NO_2/NO_x по месец и час от денонощието в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

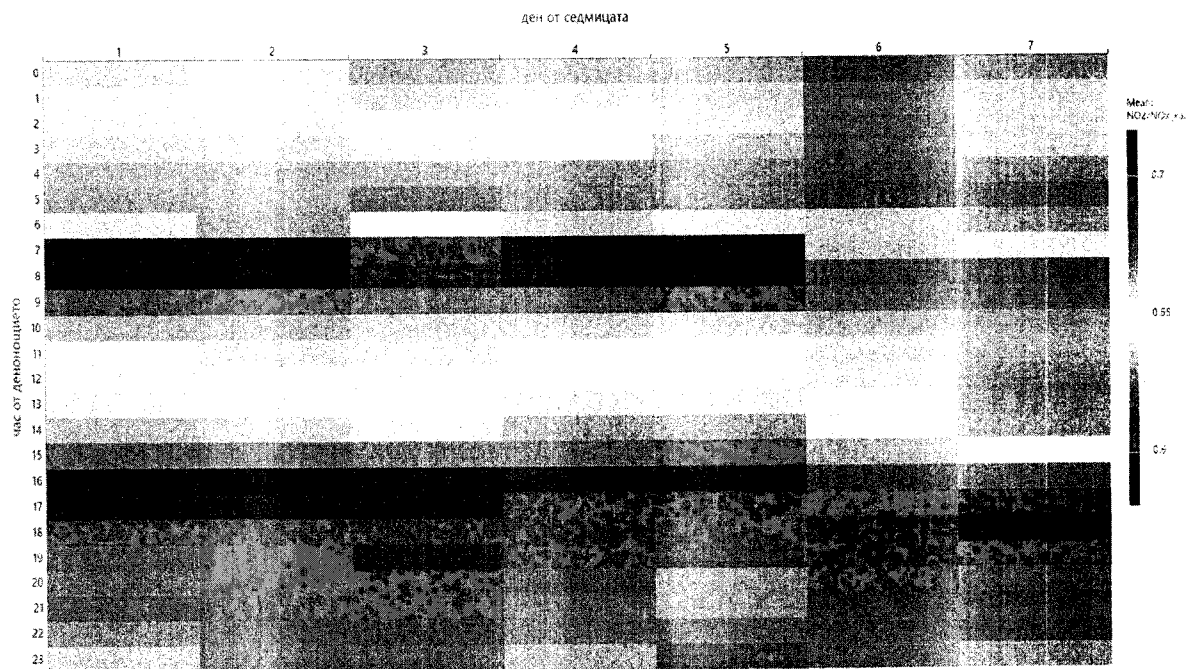


Фигура 6.27 Карта на обобщеното средночасово съотношение на NO_2/NO_x по месец и час от денонощието в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021



Обобщено средночасово съотношение NO₂/NO_x по ден от седмицата в АИС "Каменица"

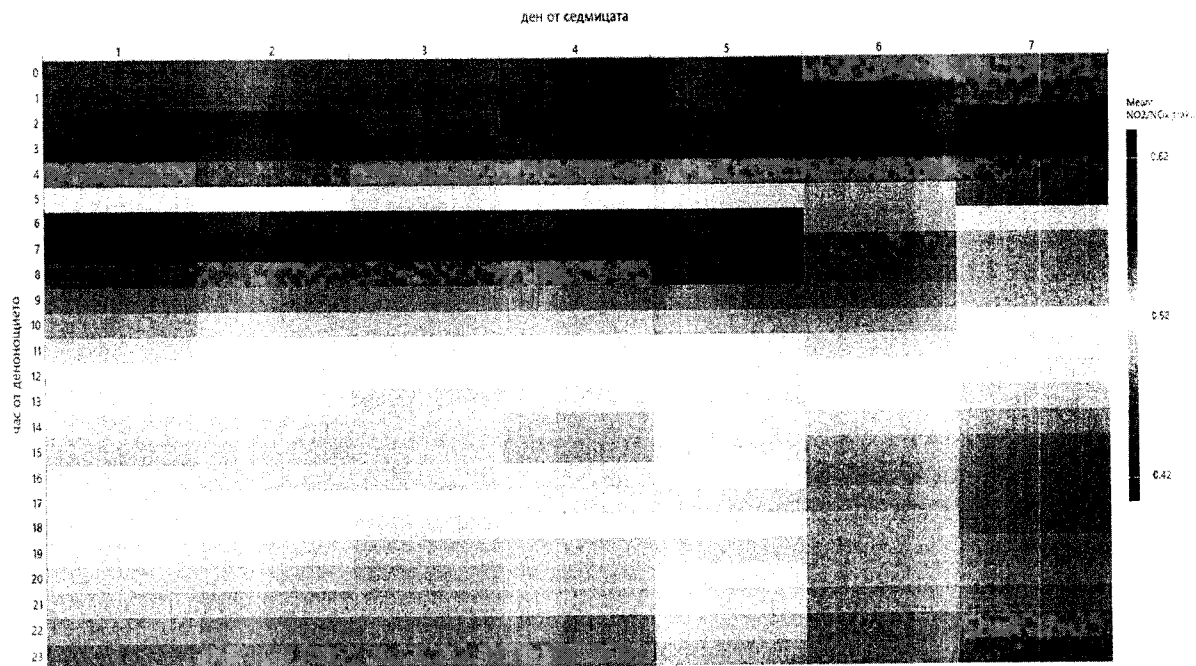
период 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59



Фигура 6.28 Карта на обобщеното средночасово съотношение на NO₂/NO_x по ден от седмицата и час от денонощието в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

Обобщено средночасово съотношение NO₂/NO_x по ден от седмицата в АИС "Тракия"

период 01.01.2016 00:00 - 31.12.2021 23:59

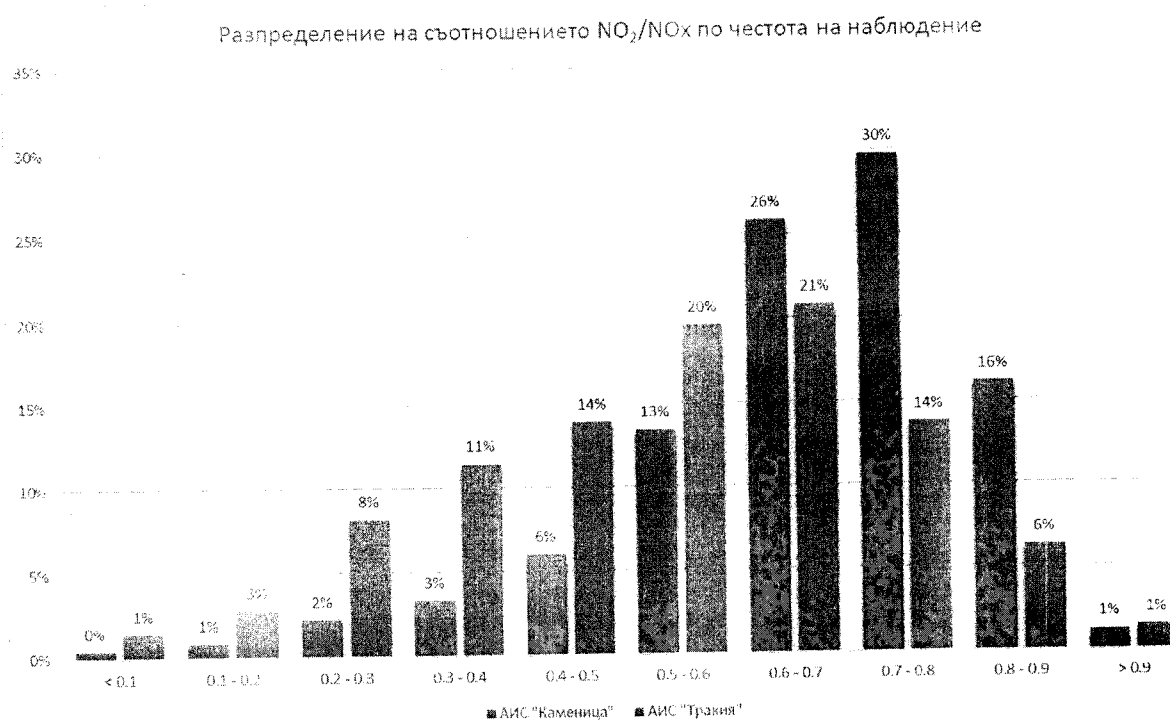


Фигура 6.29 Карта на обобщеното средночасово съотношение на NO₂/NO_x по ден от седмицата и час от денонощието в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021



При седмичните карти на разпределението на стойностите на отношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ (Фигура 6.28 и Фигура 6.29) не се отбелязват сериозни различия между отделните дни на седмицата, но затова пък съотношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ в сутрешните часове най-вече между 7 и 8 е определено по-ниско.

На Фигура 6.30 е представена хистограма на честотата на наблюдаваните стойности на отношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ за пунктовете „Каменица“ и „Тракия“. От нея се вижда, че за пункт „Каменица“ най-голяма е вероятността стойността на отношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ да попадне в интервала 0.7-0.8. За пункт „Тракия“ интервалът с най голяма вероятност е малко по ниско – 0.6 – 0.7, т.е. потвърждава се предположението, направено при коментара на Фигура 6.26 и Фигура 6.27.

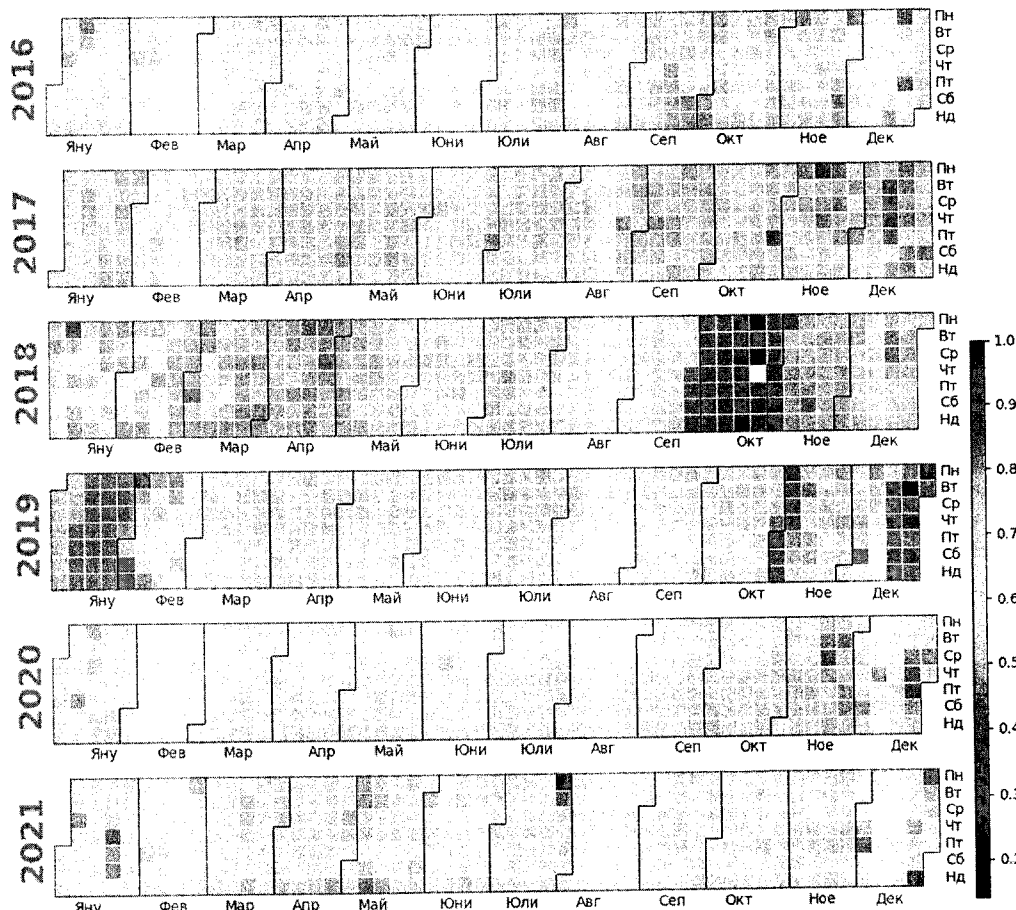
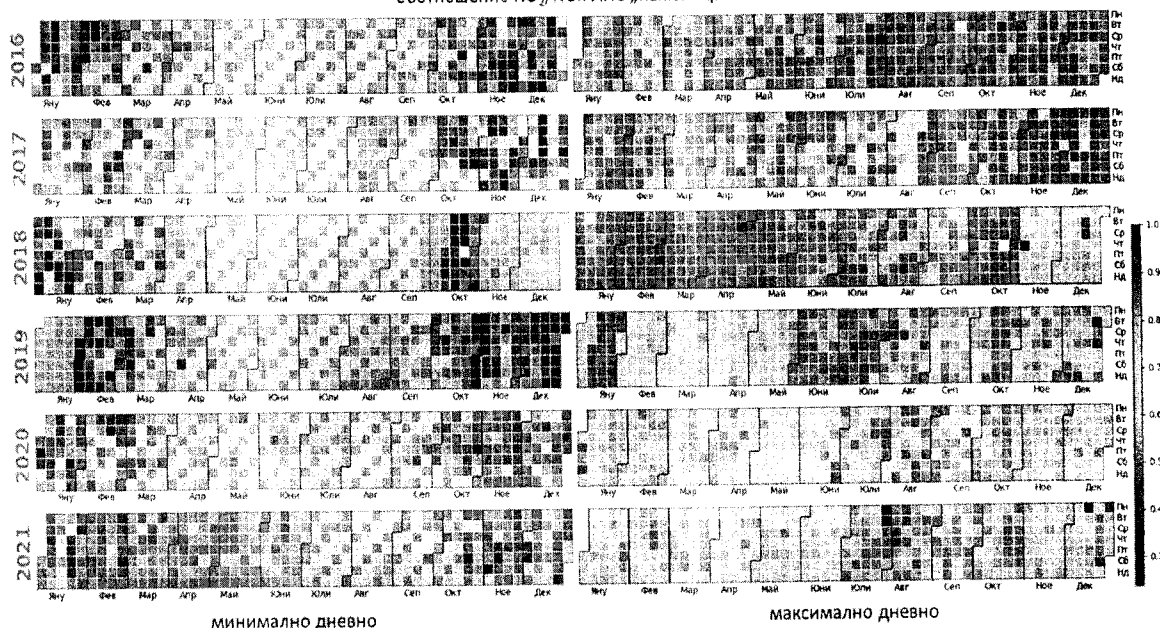


Фигура 6.30 Разпределение на съотношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ по честота на наблюдение в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

Минималните и максималните дневни стойности на съотношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$ за пункт „Каменица“ по дни, месеци и години са представени на две съседни карти в горната част на Фигура 6.31. В долната част на същата фигура е представено разпределението на среднодневните стойности на съотношението $\text{NO}_2 / \text{NO}_x$. Фигура 6.32 представя информация, аналогична на тази от Фигура 6.31, но за пункт „Тракия“.



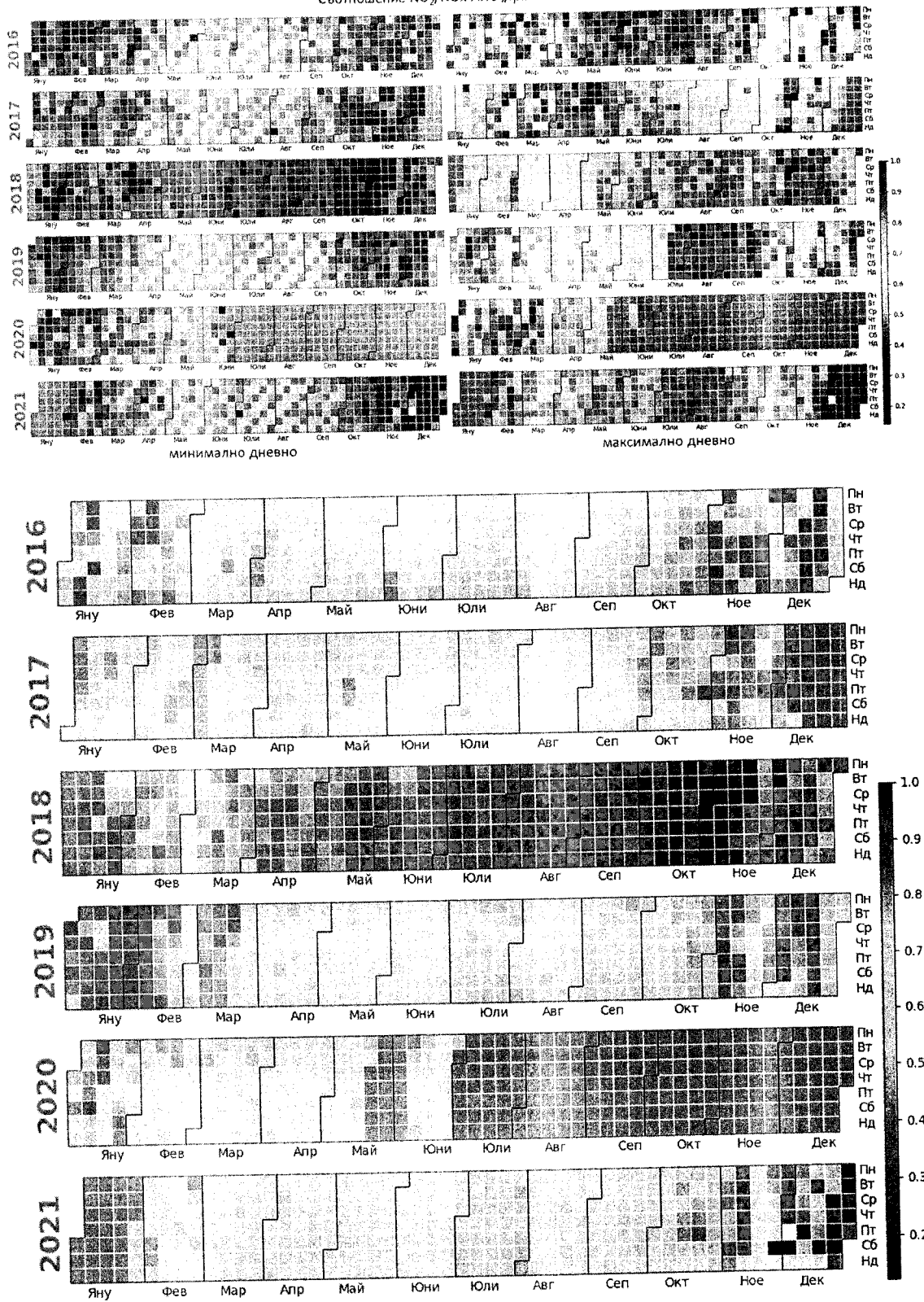
Съотношение NO_2/NO_x АИС „Каменица“



Фигура 6.31 - Карта на измерените минимални, максимални и среднодневни съотношения NO_2/NO_x в АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021



Съотношение NO₂/NO_x АИС „Тракия“

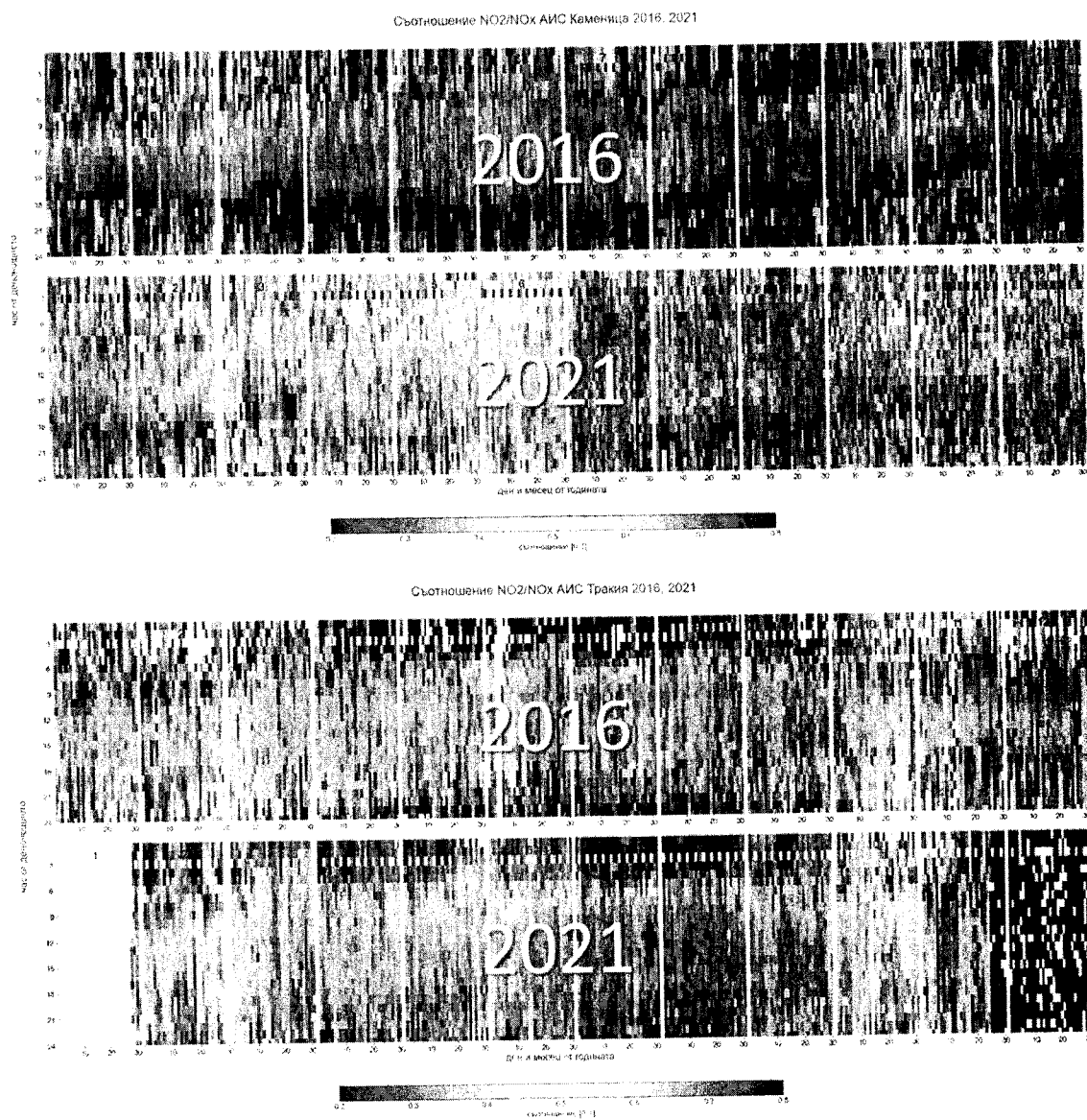


Фигура 6.32 Карта на измерените минимални, максимални и среднодневни съотношения NO₂/NO_x в АИС „Тракия“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021



На Фигура 6.33 е представено разпределението на средночасовото отношение за двойката години 2016 и 2021, за двата пункта за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“. За пункт „Каменица“ червеният цвят на фигурата намалява значително от 2016 към 2021 година. С други думи, за сметка на азотния оксид се увеличава частта на азотния диоксид в общото съдържание на NO_x .

За пункт „Тракия“ същата промяна е много по-слабо изразена. Трябва да се отбележи, че за същия пункт, за 2021 година липсват данни за месец януари, и за голяма част от последните 40 дни от 2021 година.



Фигура 6.33 Карта на изменението на средночасовото съотношение NO_2/NO_x по дни и месеци, измерено в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ през 2016 и през 2021 година

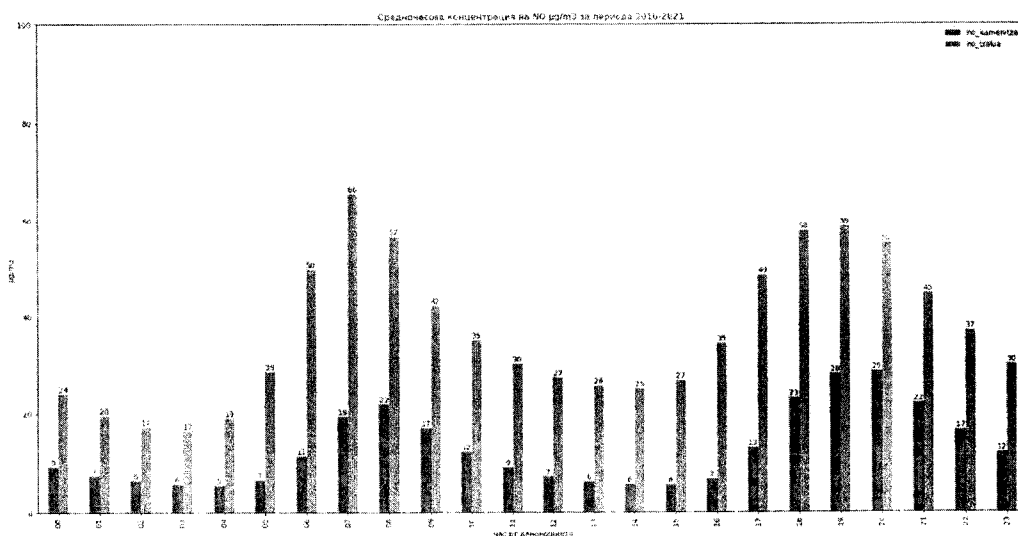
* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



В АИС се измерват нивата на NO_2 и NO . NO не е включен в групата на замърсителите на въздуха. Двигателите с вътрешно горене, особено дизеловите, поради високата степен на сгъстяване и оттук висока температура в цилиндрите, емитират NO . Окислението му във въздушна среда води до генериране на азотен диоксид NO_2 . По този начин ДВГ представляват източници на емисии на NO_2 . Предвид казаното, съотношението на двата газа има важно значение при формирането и оценката на КАВ.

На Фигура 6.34 е представено сравнение между усреднените средночасови концентрации на NO $\mu g/m^3$ от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година. Разбира се, не е изненада значителната разлика между стойностите на концентрацията на азотен оксид в двата пункта. Интересен факт обаче е, че има два ясно изразени периода от 6 до 8 и от 17 до 21 часа с високи стойности на концентрацията. Това са пиковите периоди на автомобилния трафик и естествено – на повишаване на емисиите на азотен оксид.

Може също така да се забележи, че профилът на концентрацията на NO за пункт „Каменица“ е изместен с около час от този за пункт „Тракия“. Казано с други думи, ефектът от промяната на емисиите в района на пункт „Тракия“ се „усеща“ с известно закъснение в пункт „Каменица“.

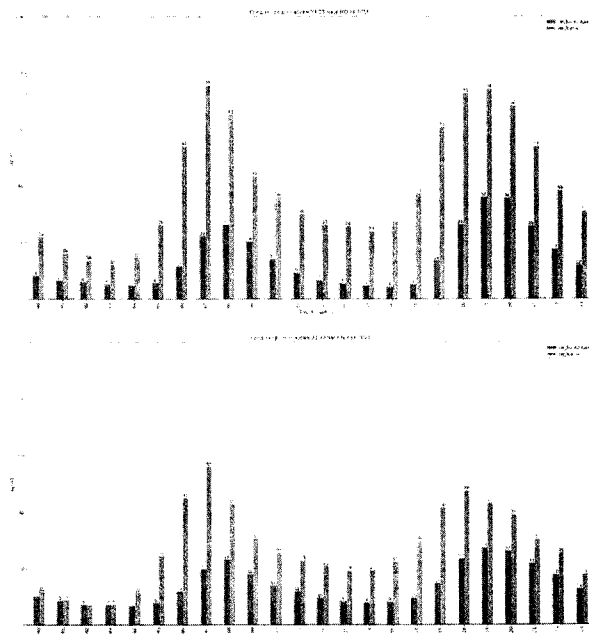


Фигура 6.34 – Сравнение между усреднените средночасови концентрации на NO $\mu g/m^3$ от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година

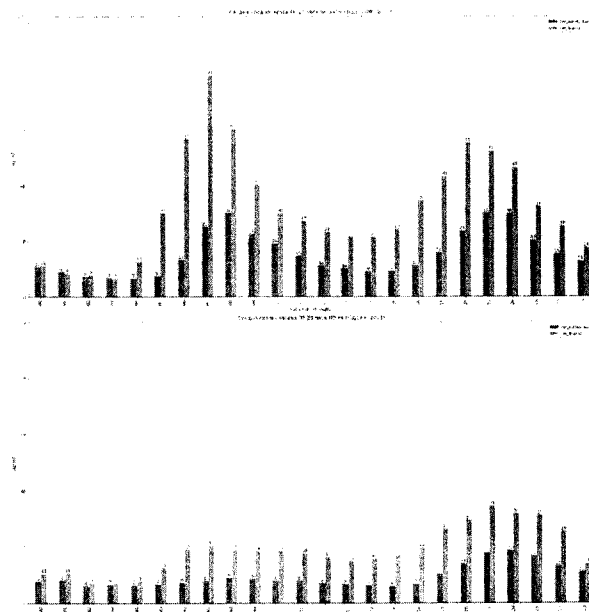
На Фигура 6.35 са сравнени усреднените средночасови концентрации на NO от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за 2016 година (вляво) и 2021 година (вдясно). Двете графики са конструирани при еднаква скала и диапазон за ординатната ос. Следователно най-важният резултат от сравнението може да бъде установен от пръв поглед – значително намаление на концентрацията за 2021 година, а това означава *значително подобряване на управлението на транспортната инфраструктура на града* *относно*



пропускателни възможности. Нека отбележим още, че при всички случаи, за 5 години броят на регистрираните и движещите се в Пловдив автомобили е нараснал значително.



Фигура 6.35 Сравнение между усреднените средночасови концентрации на $\text{NO } \mu\text{g}/\text{m}^3$ от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за 2016 година (вляво) и 2021 година (вдясно)



Фигура 6.36 Сравнение между усреднените средночасови концентрации на $\text{NO } \mu\text{g}/\text{m}^3$ от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за 2021 година – понеделник (вляво) и неделя (вдясно)

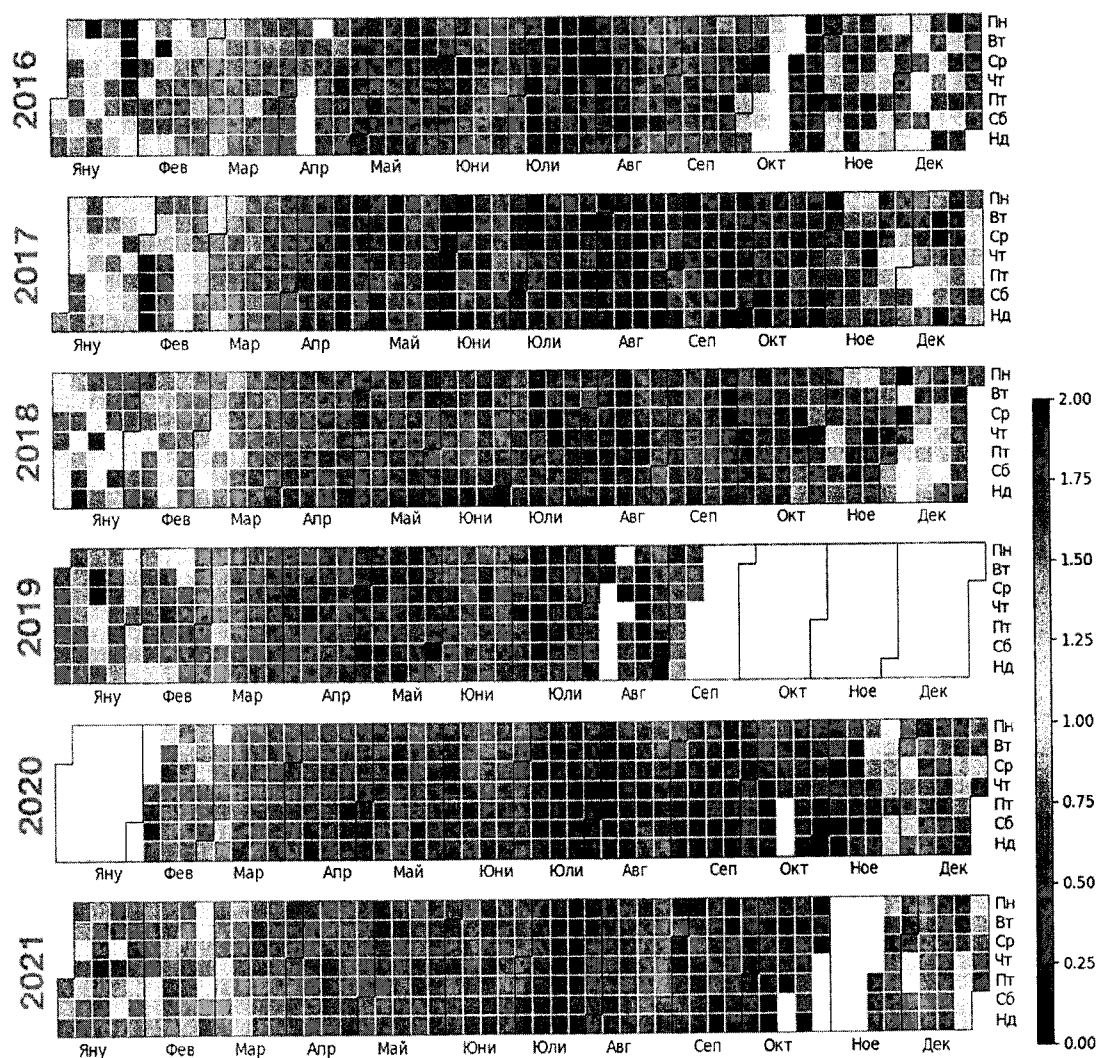
Абсолютно аналогично сравнение е показано и на Фигура 6.36, но между дните понеделник и неделя.



6.3 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ВЪГЛЕРОДЕН ОКСИД СО

Въглеродният оксид е може би най безпроблемният замърсител при оценяване на КАВ. Това се дължи най-вече на много високата пределно допустима концентрация във въздуха. Нормативната уредба постановява изискване средната концентрация на въглероден оксид през 8 последователни часа да не превишава – 10 mg/m^3 . Както се вижда, на Фигура 6.37 диапазонът, обхванат от легендата, е до 2 mg/m^3 , което е 20 % от осемчасовата норма.

Анализът на разпределението на СДК на СО показва, че червени елементи на картата не са характерни, а се срещат само през зимните месеци и то главно за 2016 и 2017 година. Най-вероятно това се дължи на непълно горене в битовите отоплителни устройства. През летните месеци автомобилният транспорт обуславя стойности на СДК на СО от порядъка $0.0 - 0.5 \text{ mg/m}^3$.

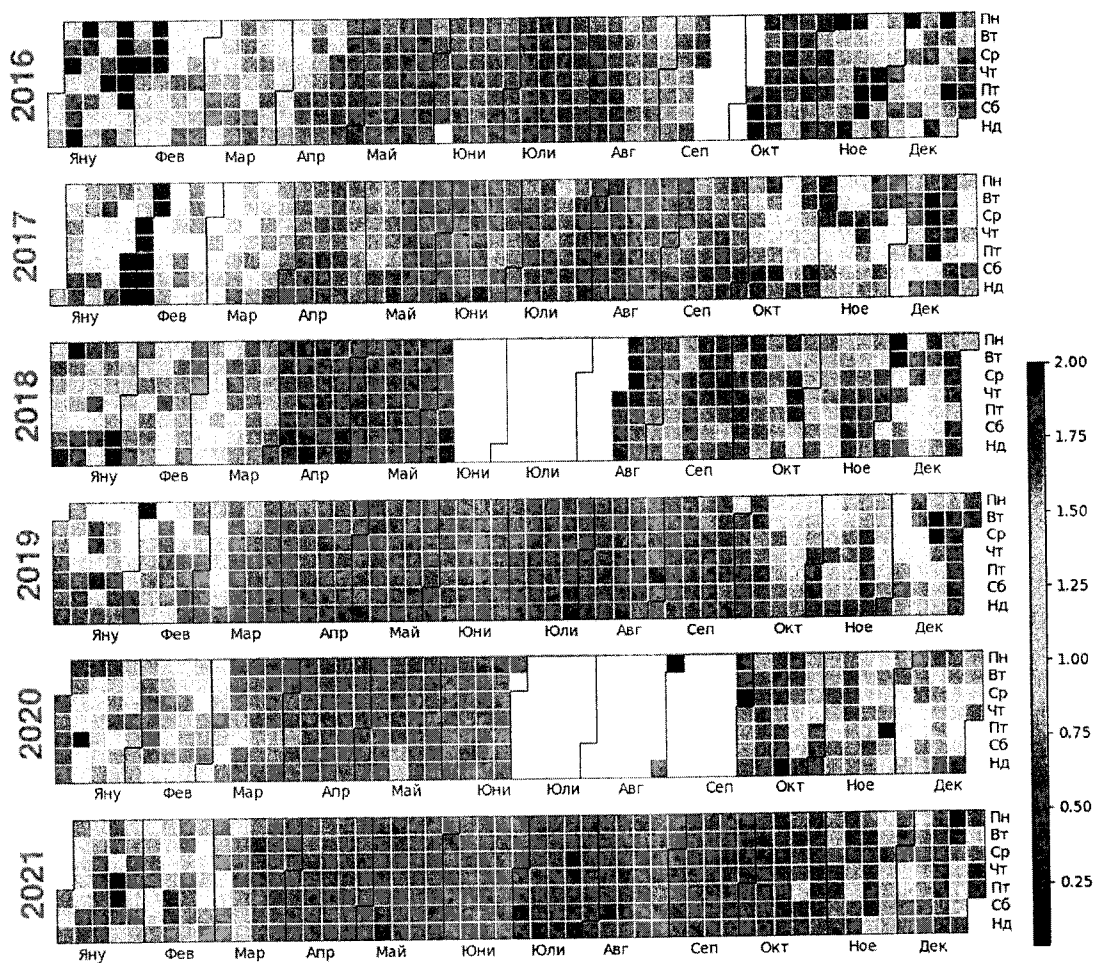


Фигура 6.37 Карта на измерените среднодневни стойности на концентрацията на СО, mg/m^3 , в АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация



Същата по характер и съдържание информация предоставя Фигура 6.38, но за пункт „Тракия“. Тук червени квадратчета (стойности до 2.00 mg/m^3) се срещат в почти всички зимни месеци на годината. „Помощ“ в тази посока, разбира се, са оказали и автомобилите, преминаващи покрай транспортно ориентирания пункт за мониторинг. Трябва също така да бъде отбелязана липсата на измерени стойности периодите:

- от средата на септември до средата на октомври 2016;
- от средата на юни до средата на август 2018;
- и края на юни до края на септември 2020 година.



Фигура 6.38 Карта на измерените среднодневни концентрации на CO mg/m^3 във АИС „Тракия“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

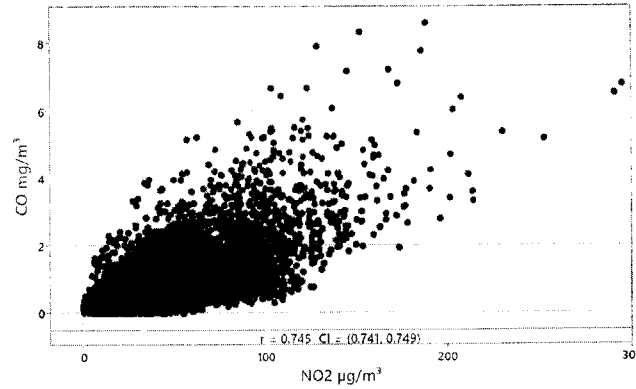
Резултатите от проверка за наличие на линейна корелация между концентрацията на азотен диоксид и въглероден оксид в двата пункта за мониторинг са показани на Фигура 6.39. Може да се приеме макар и не строга линейна зависимост между двете величини, Това не е изненада, доколкото и ДВГ и битовите отоплителни устройства са източници и на двата замърсителя.

Сравнение между качеството на въздуха по отношение на въглеродния диоксид за 2016 и 2021 година е направено на Фигура 6.40 и Фигура 6.41. На тях са представени карти

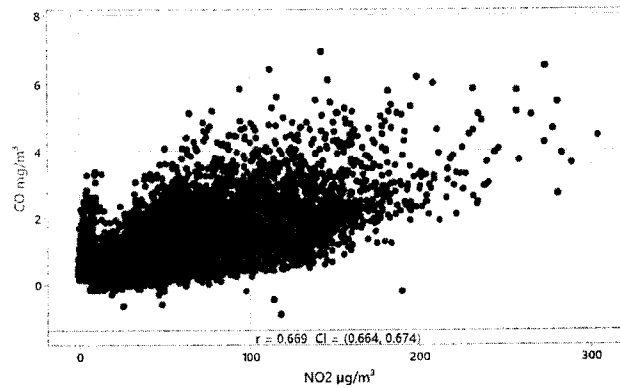


на изменението на средночасовата концентрация на CO, mg/m^3 по дни и месеци, измерена в АИС „Каменица“ през 2016 и през 2021 година.

Диаграма на разсейване - NO₂ Каменица $\mu g/m^3$ vs. CO Каменица mg/m^3
95% CI for Pearson Correlation

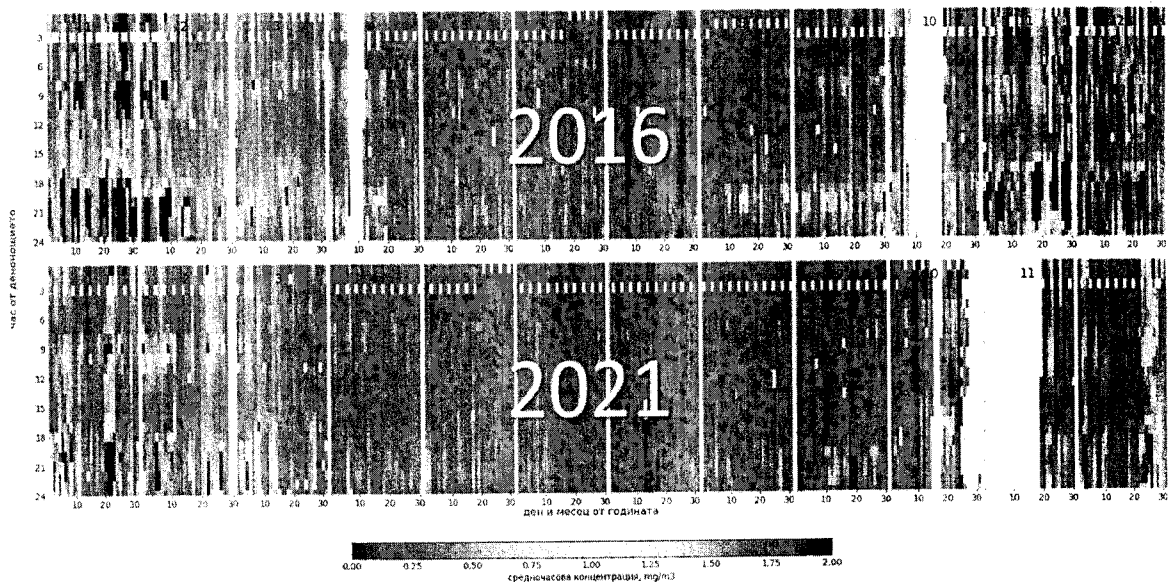


Диаграма на разсейване - NO₂ Тракия $\mu g/m^3$ vs. CO Тракия mg/m^3
95% CI for Pearson Correlation

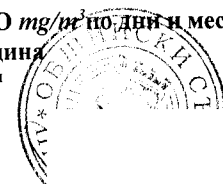


Фигура 6.39 Диаграма на разсейване на измерените стойности на концентрацията на NO₂ $\mu g/m^3$ и CO mg/m^3 от АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021

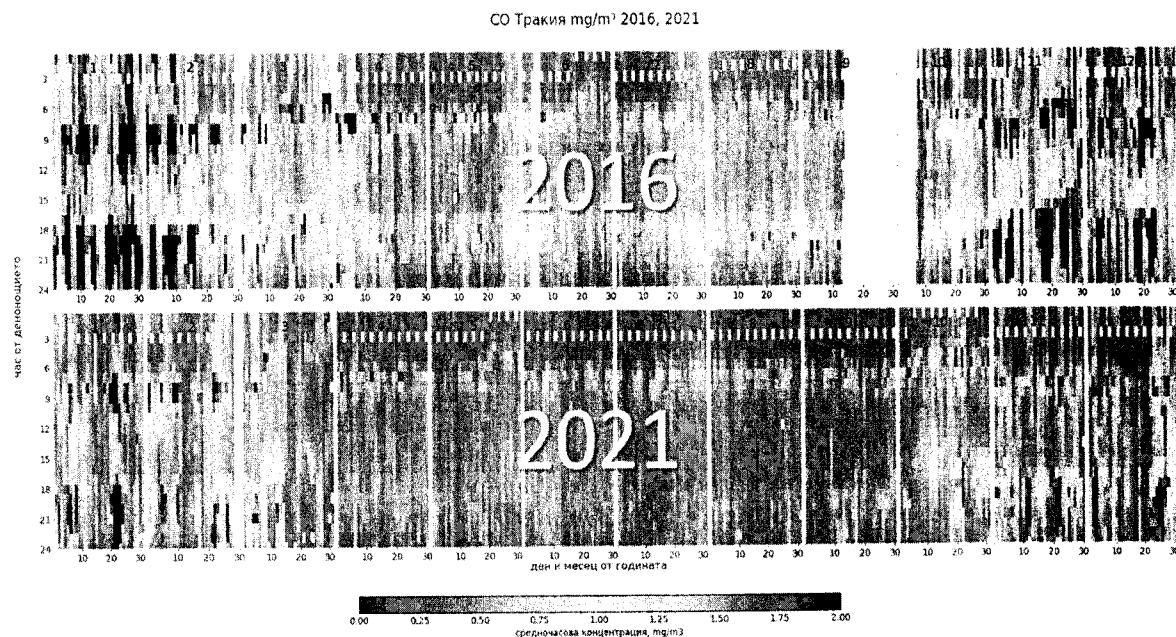
CO Каменица mg/m^3 2016, 2021



Фигура 6.40 Карта на изменението на средночасовата концентрация на CO mg/m^3 по дни и месеци, измерена в АИС „Каменица“ през 2016 и през 2021 година
* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



Диапазонът на легендата е от 0.0 до 2.0 mg/m^3 и е общ за двете карти. При това положение сравнението става много лесно, предвид видимото намаляване на количеството червени елементи на картата за 2021 година.



Фигура 6.41 Карта на изменението на СЧК на СО mg/m^3 , по дни и месеци измерена в АИС „Тракия“, през 2016 и през 2021 година
* белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация

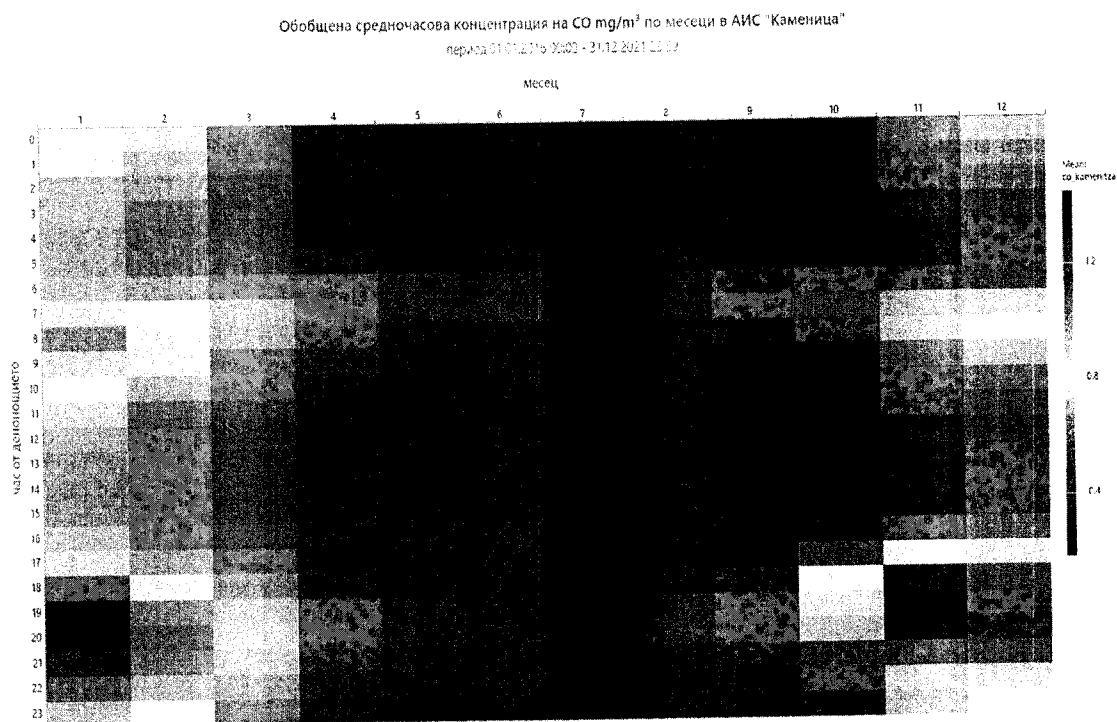
Същата по характер, обем и съдържание информация (Фигура 6.41) предоставят картите за пункт „Тракия“. И тук за 2021 година елементите от картата, обозначаващи концентрация над 1.75 mg/m^3 намаляват в значителна степен.

На Фигура 6.42 е показана обобщената средночасова измерена концентрация на СО, mg/m^3 , по месеци и часове от денонощието, в АИС „Каменица“, за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021 година. Диапазонът обхванат от легендата е от 0.3 до 1.3 mg/m^3 . Червените елементи отговарят на стойности на концентрацията над 1.2 mg/m^3 . Такива стойности са измерени през зимните месеци, следователно с преобладаващ принос на битовото отопление.

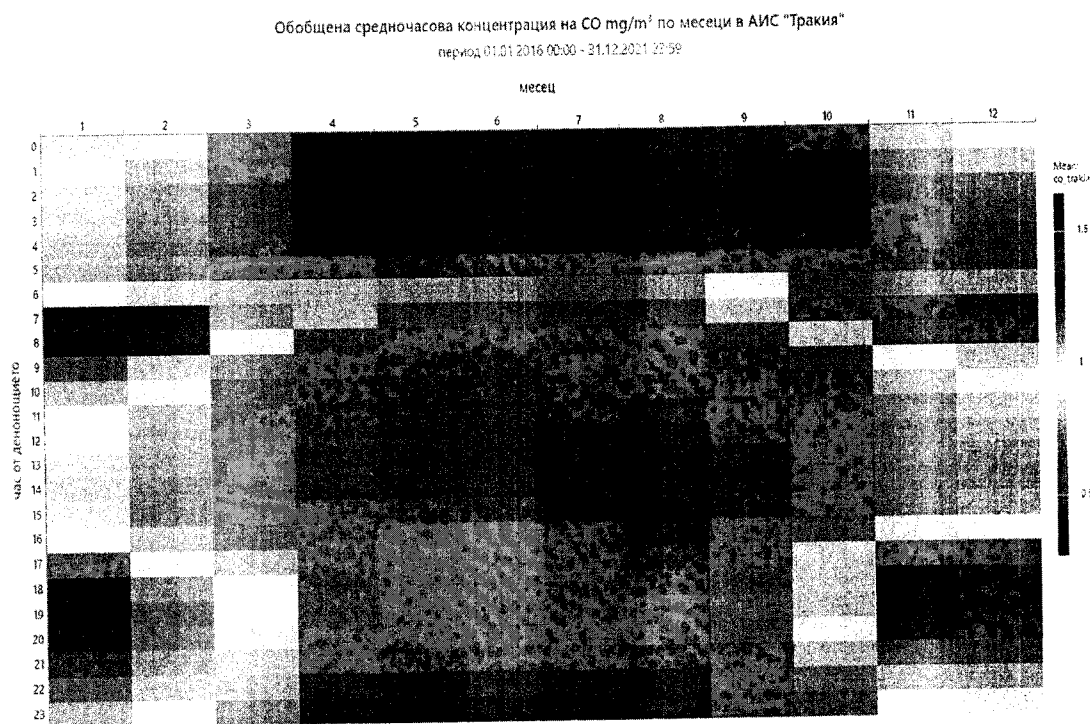
Разбира се, по-светлите тонове на розово и синьо в часовете 7-9 и 17-20 индикират въздействие и на автомобилния транспорт. Тук трябва да се отбележи, че в интервала 17-20 часа и двата сектора имат засилено въздействие. По тази причина за посочения часови интервал се появяват и червени елементи на картата.

Аналогична е картината и на Фигура 6.43. Тук обаче ясно се забелязва по-силното въздействие на автомобилния транспорт.





Фигура 6.42 Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на CO mg/m³ в АИС „Каменица“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021



Фигура 6.43 Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на CO mg/m³ в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021



6.4 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО СЕРЕН ДИОКСИД SO₂

По отношение на SO₂ в Наредба 12 са постановени средночасова и средноденонощна норма за опазване на човешкото здраве от 350 и 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно, като броят на превишенията на СЧН не може да надхвърля 24, а средноденонощната концентрация на замърсителя не бива да бъде над СДН повече от 3 пъти за една календарна година.

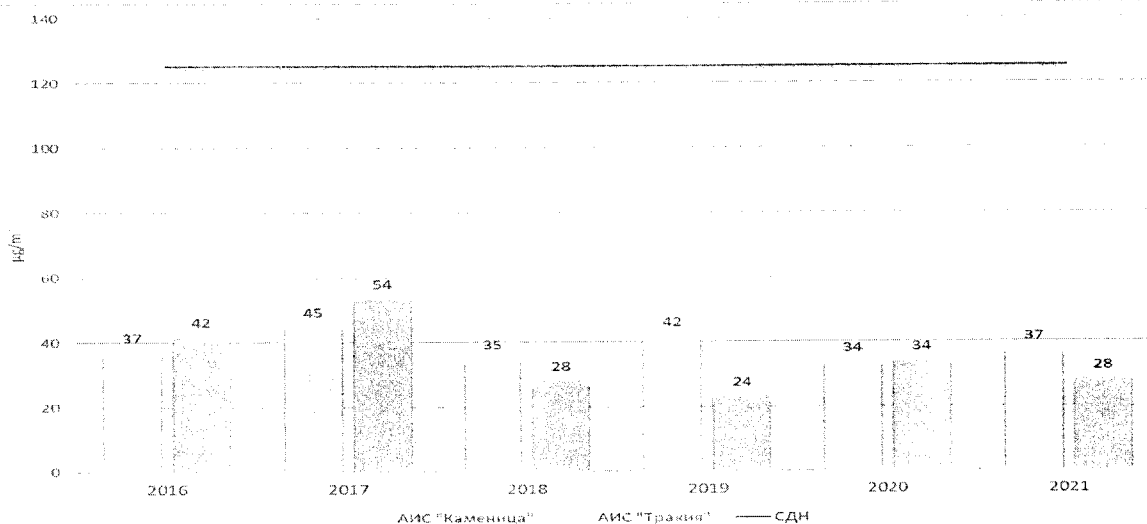
В Таблица 6.1 са представени стойности на различни показатели за качеството на атмосферния въздух по отношение на съдържанието на серен диоксид на територията на град Пловдив за периода 2016-2021 г.

Таблица 6.1 Измерени концентрации на SO₂

Източник	АИС		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Данни от НАСККАВ	„Каменица“	брой превишения на СДН	0	0	0	0	0	0
		средногодишна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.34	15.29	19.12	17.37	9.46	9.33
		максимална средноденонощна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37.11	45.08	35.10	42.02	33.93	37.28
		99.18 перцентил от СДК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.69	21.91	22.98	23.29	11.28	12.12
		брой превишения на СЧН	0	0	0	0	0	0
		максимална средночасова концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	197.54	126.43	95.90	111.00	155.75	150.07
		99.7 перцентил от СЧК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.32	39.93	33.72	31.34	32.79	29.23
	„Тракия“	брой превишения на СДН	0	0	0	0	0	0
		средногодишна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8.25	7.97	5.39	6.70	6.49	5.63
		максимална средноденонощна концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41.99	53.69	28.40	23.50	34.37	28.30
		99.18 перцентил от СДК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.79	19.87	9.35	13.06	8.79	7.62
		брой превишения на СЧН	0	0	0	0	0	0
		максимална средночасова концентрация, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	207.23	176.18	74.95	95.81	128.78	110.28
		99.7 перцентил от СЧК $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39.56	50.86	25.74	21.33	29.90	21.59

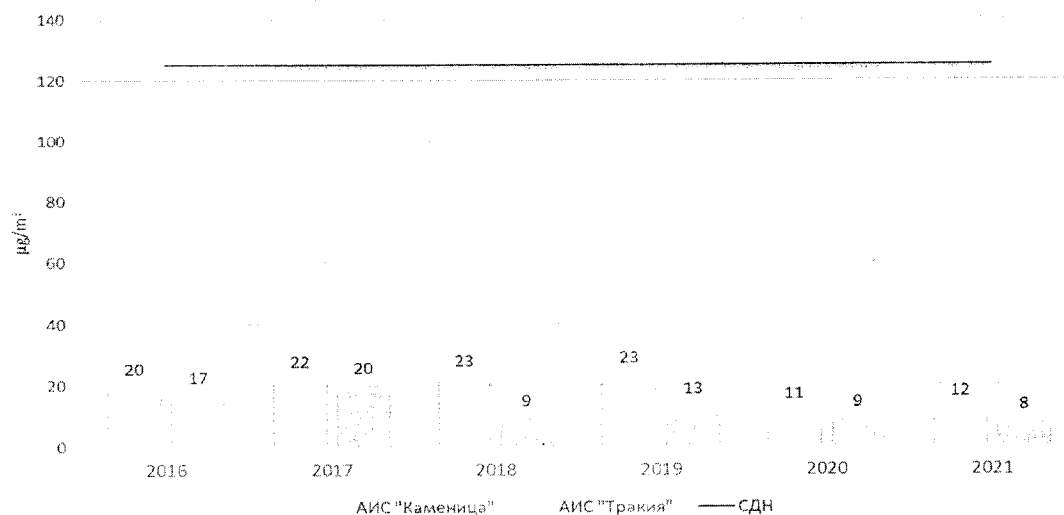
Както е известно, показателите за КАВ, чийто период на осредняване е по-малък от 1 година, имат определено множество от стойности за всяка точка от изследваната област. Важна характеристика за всеки такъв показател е максималната му стойност в различните точки на територията, за която се оценява КАВ. Най-голямата от максималните за отделните точки в областта е глобалният максимум на конкретния показател за КАВ. Ако глобалният максимум е по-малък от съответната норма, може да се направи изводът, че по този показател КАВ е спазено за цялата област. От Фигура 6.44 се вижда, че за всичките 6

години от периода на наблюдение в никой от двата пункта за мониторинг не са превишавани нито СДН, нито СЧН за серен диоксид. Средногодишната концентрация на SO₂ не е нормирана, но като най-устойчива оценка на качеството на атмосферния въздух, нейната стойност е изчислена и представена в Таблица 6.1. В графичен вид максималните стойности на СДК на SO₂ за периода 2016–2021 година са представени на Фигура 6.44.



Фигура 6.44 Максимални стойности на СДК на SO₂ µg/m³ за периода 2016–2021 година

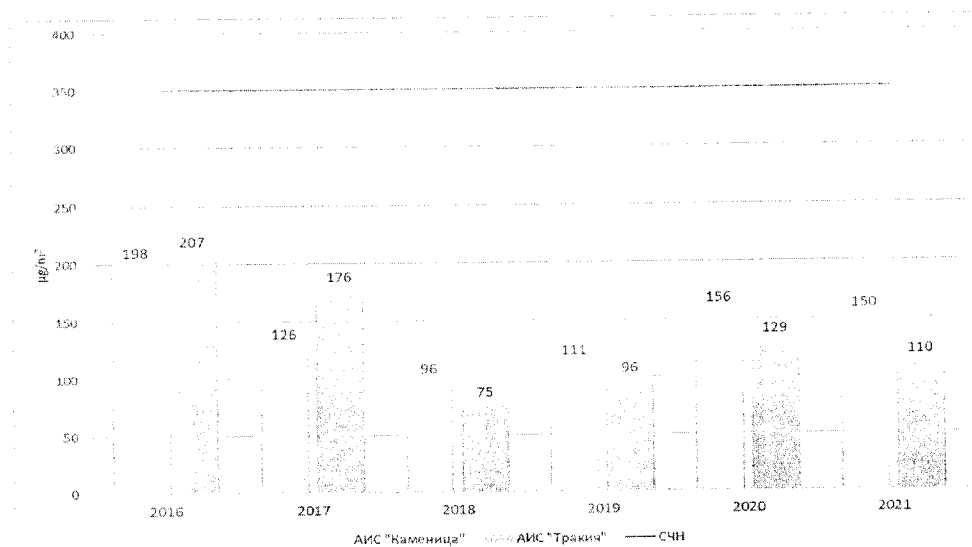
Стойностите на 99.18-тия перцентил на СДК на SO₂ са представени на Фигура 6.45. Това са четвъртите по големина стойности от измерените в двата пункта за всяка от годините на наблюдение 2016 -20-21.



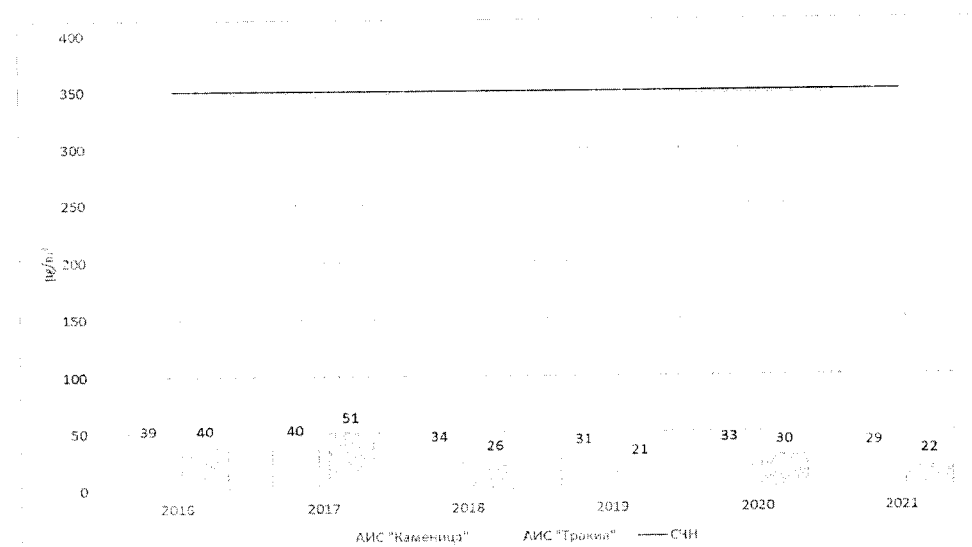
Фигура 6.45 Стойности на 99.18-тия перцентил на средnodневната концентрация на SO₂ µg/m³ за периода 2016–2021 година



От фигурата се вижда, че четвъртите по големина стойности на СДК на SO₂ за целия период 2016 -2021 година са под 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Каменица“ и под 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Тракия“. Както се вижда от Фигура 6.46, максималните стойности на СЧК на SO₂ в двата пункта за мониторинг и за шестте години на измерване са между 75 и 207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Това представлява от 21.43 до 59.14 % от СЧН.



Фигура 6.46 Максимални стойности на СЧК на SO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016–2021 година



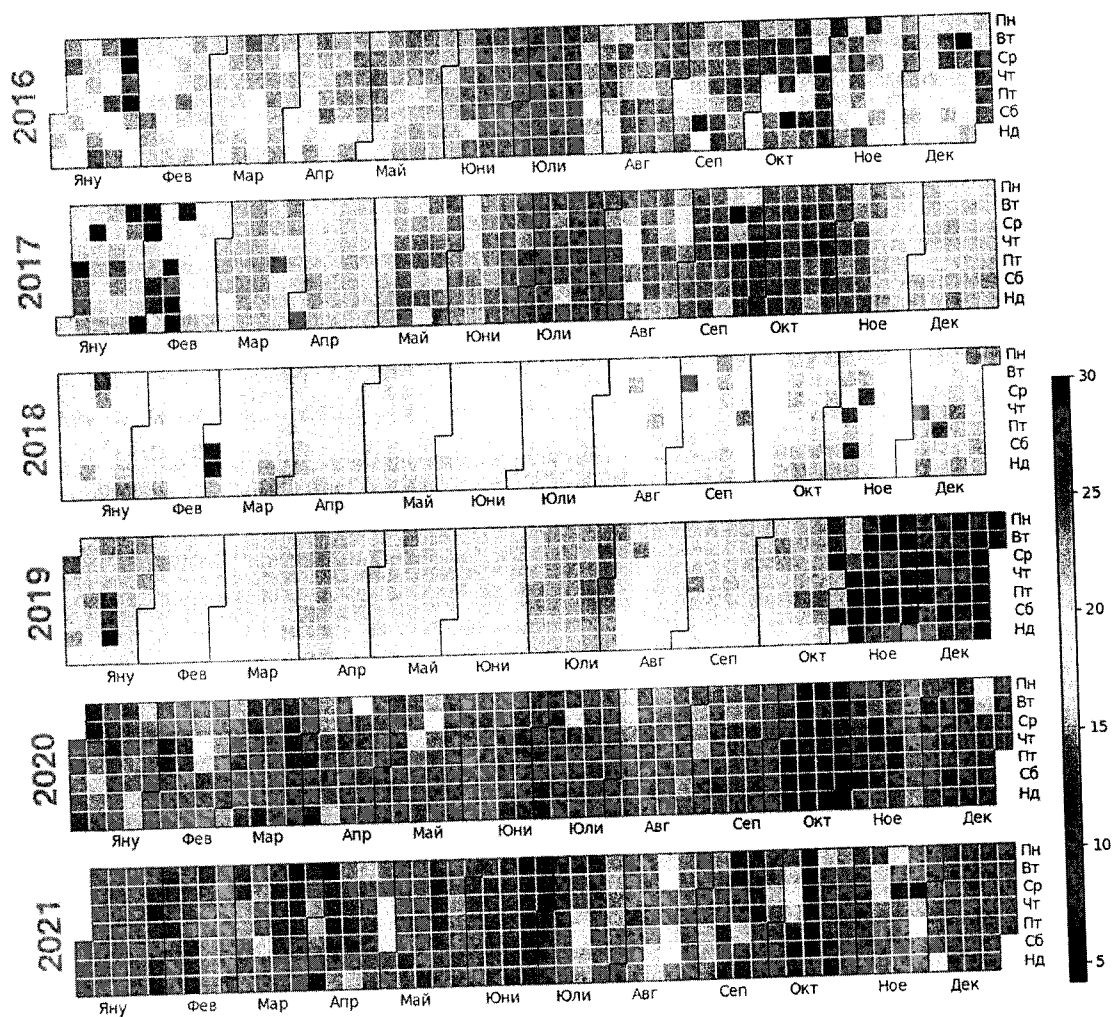
Фигура 6.47 Стойности на 99.8 перцентил на СЧК на SO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016–2021 година

Стойностите на 99.8 перцентил (Фигура 6.47) на средночасовата концентрация на SO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016–2021 година (деветнадесетите по големина стойности на СЧК на SO₂) варират между 21 и 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, което отговаря на 6 – 14.57 % от СЧН.



От казаното дотук може да се заключи, че серният диоксид не е проблемен замърсител за община Пловдив и не би трябвало да бъде цел при въвеждане на ЗНЕ.

Независимо от горното заключение, изследване на изменението на степента на замърсяване на въздуха в община Пловдив със серен диоксид, източници на замърсяване на въздуха със серен диоксид взаимовръзки между концентрацията на SO₂ във въздуха и фактори, които го определят, са не само уместни но и абсолютно необходими.



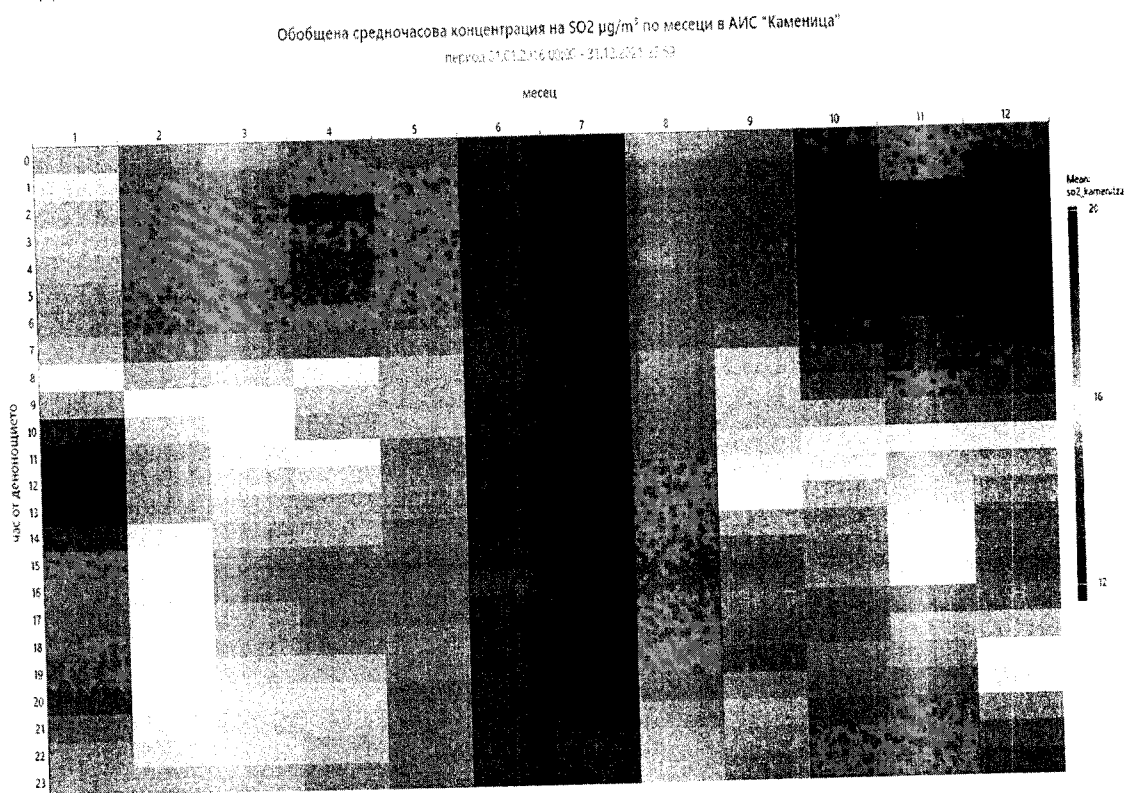
Фигура 6.48 Карта на измерените среднодневни концентрации на SO₂ µg/m³ във АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденонощна концентрация

На Фигура 6.48 е представена карта на разпределението на измерените стойности на СДК на SO₂ в АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021 година. Асоциираните с цветовете на елементите от картата стойности на СДК на SO₂ (по приложената легенда) варират между 5 и 30 µg/m³. Елементите от картата са разпределени по години, месеци и дни от седмицата.



Откровено казано трудно може да бъде намерено логично обяснение на факта, че през 2016 и 2017 година изменението на стойностите на концентрацията изглежда логично и нормално, през 2018 концентрацията видимо се повишава, това повишение се задържа през първите десет месеца на 2019 година, след което спада рязко за последните два месеца на годината и последните 2 години на периода на наблюдение.

Добре е, че всичко това се случва при сравнително ниски стойности на концентрацията, но нелогичното поведение на СДК на SO₂ си остава въпрос, който изисква отговор. Възможно е през 2018 и 2019 година да са се появили сериозни предпоставки за общомащабна промяна на степента на замърсяване, но за проверка и изясняване на действителните причини за това, са необходими историческа справка и допълнителни изследвания.



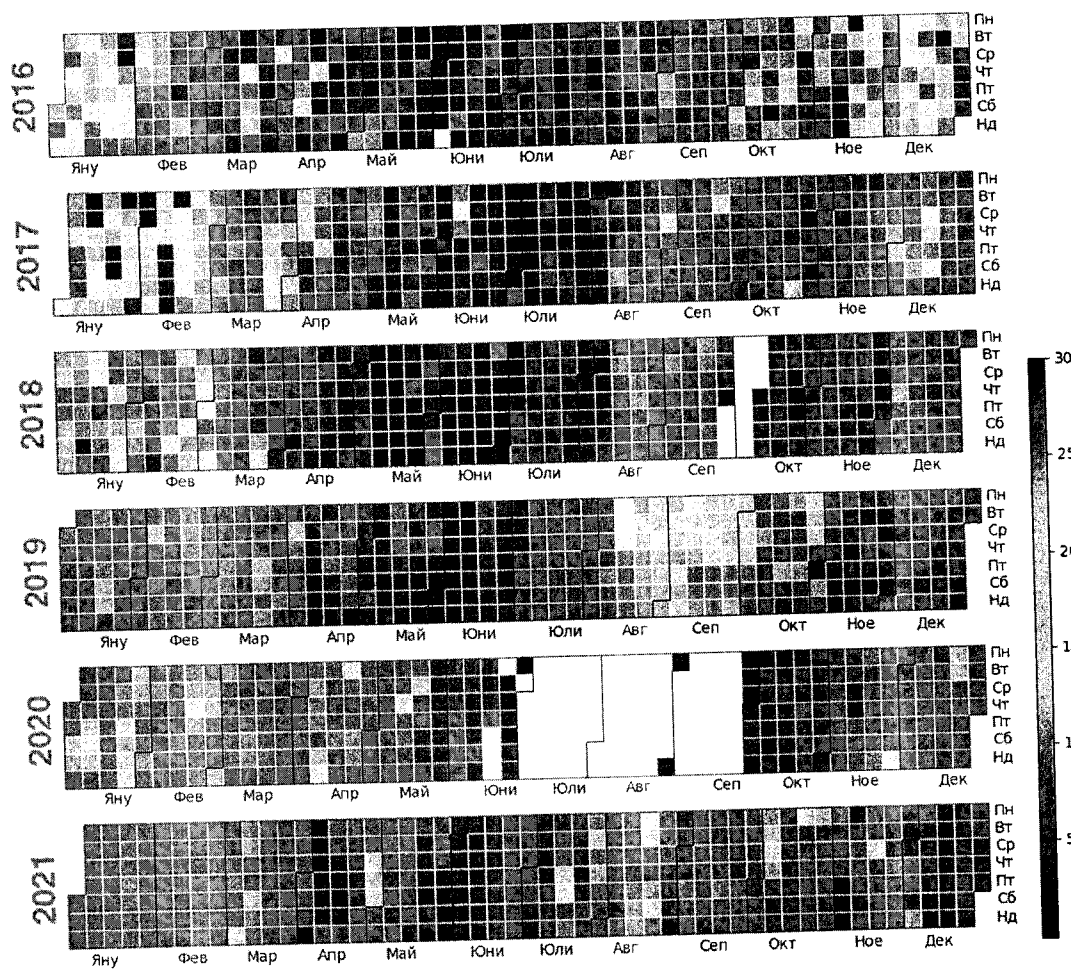
Фигура 6.49 Карта на обобщената измерени стойности на СЧК на SO₂, µg/m³, в АИС „Каменица“ по месеци и часове от денонощието за периода от 01.01.2016 - 31.12.2021

На Фигура 6.49 е представено разпределението на измерените стойности на СЧК на SO₂, µg/m³, в АИС „Каменица“, по месеци и часове от денонощието, за периода от 01.01.2016 - 31.12.2021. Аномалията е налице и тук. Месец януари се характеризира със сравнително по-високи стойности на СЧК докато това не е така за декември. В сутрешните часове се появяват по-високи стойности през април, когато не се използва битово горене



Без да се позоваваме на реални данни относно работата на промишлени източници в района можем да кажем, че най-вероятно замяната на горивната база при някой от тях в разглеждания период би могла да причини коментираните по-горе изменения в степента на замърсяване на въздуха със SO₂. Накрая следва да отбележим и факт като този, че малък сервиз за автомобили или друго подобно предприятие в близост до пункт „Каменица“, са в състояние поне през зимата да повишат концентрацията на серен диоксид с 5 или 10 µg/m³, ако например практикуват изгаряне на нерегламентирани материали.

Отново следва да припомним, че всъщност има аномалия, но няма проблем с КАВ по отношение на серния диоксид в община Пловдив

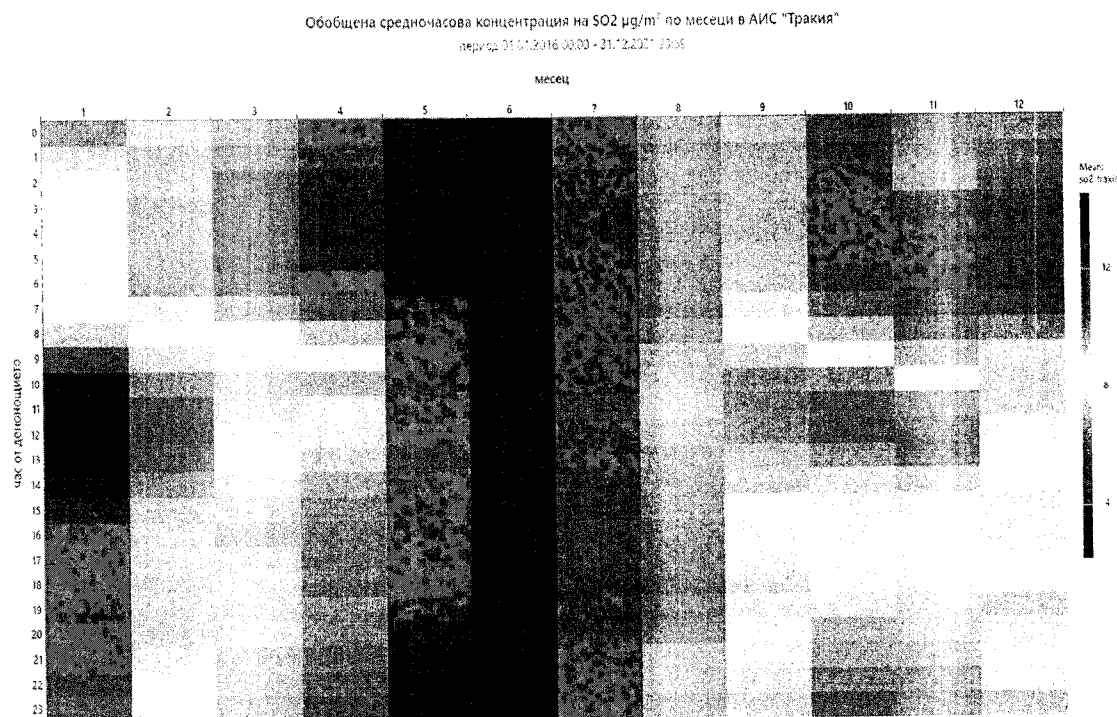


Фигура 6.50 Карта на измерените среднодневни концентрации на SO₂ µg/m³ в АИС „Тракия“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

Информацията, която предоставя Фигура 6.50, повтаря Фигура 6.48, но за пункт „Тракия“. Измерените стойности на СЧК на SO₂ в АИС „Тракия“ се вменват в диапазона до 30 µg/m³. Всъщност малко на брой стойности над 25 µg/m³ са установени през 2016 и 2017 година, след което те представляват (само 5) по-скоро изключения. Навярно по



няккви важни причини, не са провеждани измервания през първата половина на октомври 2018 и през трите месеца юли, август и септември 2020 година.



Фигура 6.51 Карта на обобщената средночасова измерена концентрация месец и час от денонощието на SO₂ µg/m³ в АИС „Тракия“ за периода от 01.01.2016 до 31.12.2021

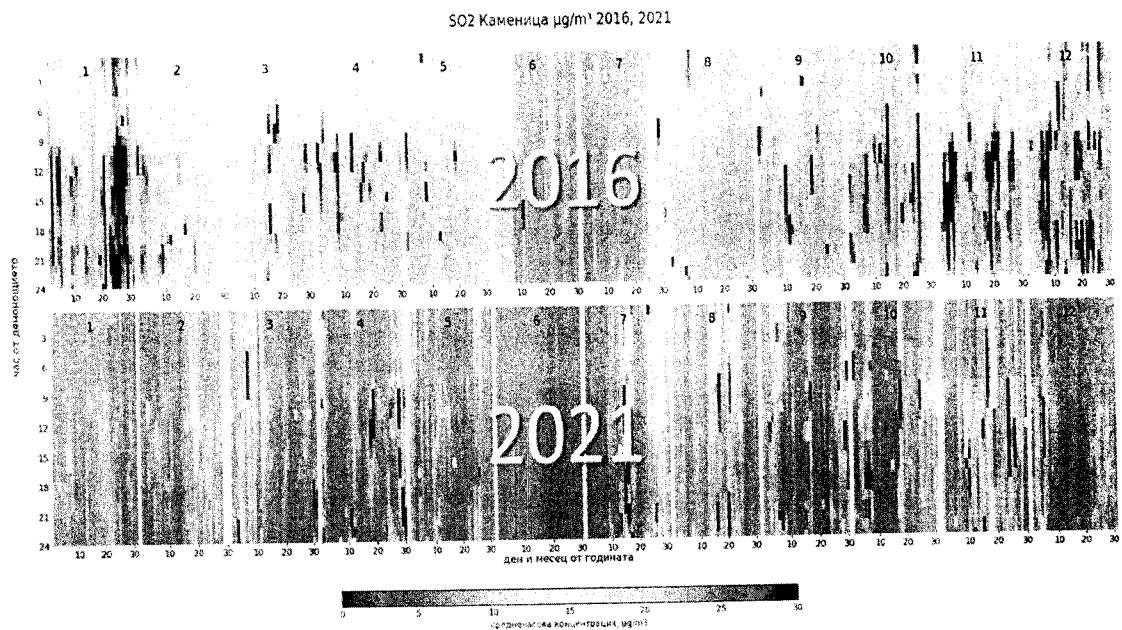
Разпределението на измерените средночасови стойности на концентрацията на SO₂ в пункт „Тракия“ по месеци и часове от денонощието е показано на Фигура 6.51. Сравнително по-високи стойности могат да бъдат отбелязани през месеците януари, обедните часове на месеците от февруари до април, както и от септември до декември. Макар, наречени сравнително по-високи, всъщност измерените средночасови стойности са между 8 и 15 mg/m³.

Сравнения между КАВ по отношение на СЧК на серен диоксид, за 2016 и 2021 година, в двата пункта за мониторинг са представени на Фигура 6.52 и Фигура 6.53. Предвид намалелите като брой червени елементи може да се каже, че и в двата пункта за мониторинг КАВ през 2021 е по-добро в сравнение с 2016 година.

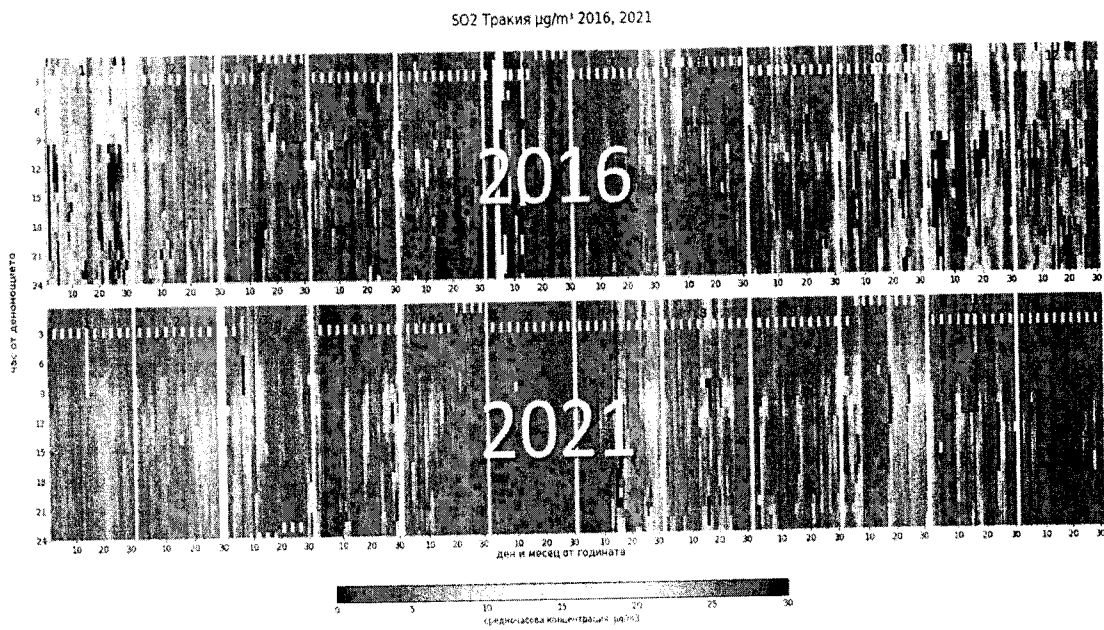
На Фигура 6.54 е показана диаграма на разсейването между измерените средночасови стойности на азотен диоксид и серен диоксид. Слабата линейна корелация между тях показва, че автомобилния транспорт (значим източник на замърсяване с азотен диоксид) в общи линии не предизвиква замърсяване и със серен диоксид най-вероятно поради строгите напоследък изисквания към качеството на дизелово гориво (ниско съдържание на сяра. Освен това, редно е да се обърне внимание на това, че силно



разпръснатите точки в лявата част на фигурата вероятно представляват така наречените outliers (груби грешки).



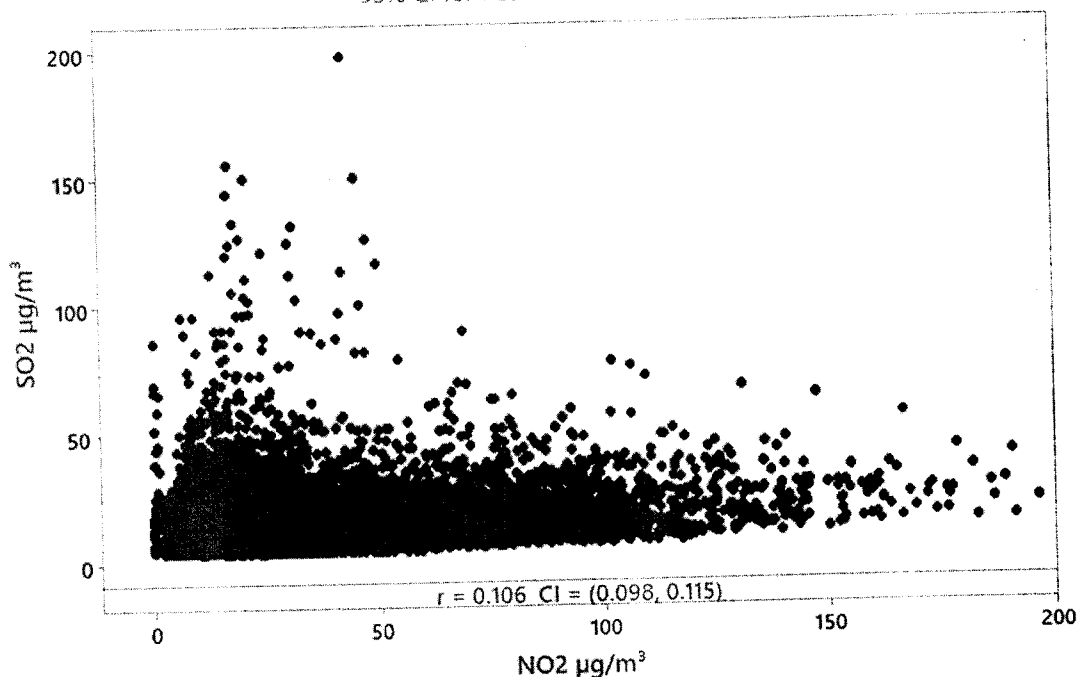
Фигура 6.52 Карта на изменението на средночасовата концентрация по дни и месеци на $SO_2 \mu g/m^3$, измерена в АИС „Каменица“ през 2016 и през 2021 година
 * белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



Фигура 6.53 Карта на изменението на средночасовата концентрация по дни и месеци на $SO_2 \mu g/m^3$, измерена в АИС „Тракия“ през 2016 и през 2021 година
 * белите полета указват липсващи данни за средночасова концентрация



Диаграма на разсейване - NO₂ Каменица $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vs. SO₂ Каменица $\mu\text{g}/\text{m}^3$
95% CI for Pearson Correlation



Фигура 6.54 Диаграма на разсейване на измерените стойности на концентрацията на NO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и SO₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

6.5 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ОЗОН O₃

За озон нормативната уредба определя норма по отношение на максимална осемчасова средна стойност в рамките на денонощието. Краткосрочната целева норма (според Наредба 12 от 15.07.2010 година) е $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Тази стойност не бива да бъде превишавана за повече от 25 денонощия в календарна година. Броят на превишенията се определя като среден за тригодишен период.

Нивата на озон на територията на Пловдив се измерват само в пункт „Каменица“. Максималните 8-часови концентрации на озон, броят на превишенията на нормата $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, броят на денонощията с превишения, както и средният тригодишен брой превишения през периода 2016 - 2021 година са дадени в Таблица 6.2. В нея тригодишните периоди са 2016-2018, 2017- 2019, 2018-2020 и 2019-2021.

Максималните измерени осемчасови концентрации за 2016, 2020 и 2021 година са по-високи от нормата $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, което означава, че през тези години има поне по 1 превишение. Точният им брой е посочен в по-долния ред на таблицата.



Таблица 6.2 Максимални 8-часови средни стойности, годишен брой превишения, брой денонощия с превишения и среден тригодишен брой превишения на концентрацията на озон $\mu\text{g}/\text{m}^3$, измерени в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

АИС		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Каменица	максимална 8-часова концентрация $\mu\text{g}/\text{m}^3$	137.29	114.42	118.99	116.29	124.57	146.18	
	брой превишения на нормата $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	31	0	0	0	4	54	
	брой денонощия с превишения	8	0	0	0	2	14	
	среден тригодишен брой превишения	2.7						
				0				
				0.7				
					5.3			

Веднага става ясно, че не е възможно който и да е от тригодишните периоди през обхванатите в изследването години да има повече от 25 превишения. За пълнота на изследването обаче, средните стойности на броя превишения за отделните тригодишни периоди са дадени в таблицата.

Вече бе споменато, че целта на анализа на данните от мониторинга не включва само оценката на КАВ по отношение на отделните замърсители, а по-скоро установяване на нивата на замърсителите и статистически оценки на извадките от стойности на концентрациите им за шестгодишния период 2016 – 2021. Това, което е дори по-важно – установяване на взаимовръзки между измерваните величини и анализ на разпределението на нивата на замърсителите по сезони, месеци, дни от седмицата и часове от денонощието.

В Таблица 6.3 са дадени определените средногодишни стойности на концентрацията на озон във въздуха на град Пловдив. Средногодишната концентрация е най-устойчивата оценка за степента на замърсяване на въздуха с определен замърсител, независимо от това дали такава норма е постановена. В графичен вид нейното изменение в периода 2016 – 2021 е представено на Фигура 6.55.

Таблица 6.3 Средногодишна концентрация на озон $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за периода 2016-2021г.

Източник	АИС	2016	2017	2018	2019	2020	2021
НАСККАВ	„Каменица“	44.44	43.16	41.72	45.25	47.18	44.72
	„Тракия“	-	-	-	-	-	-



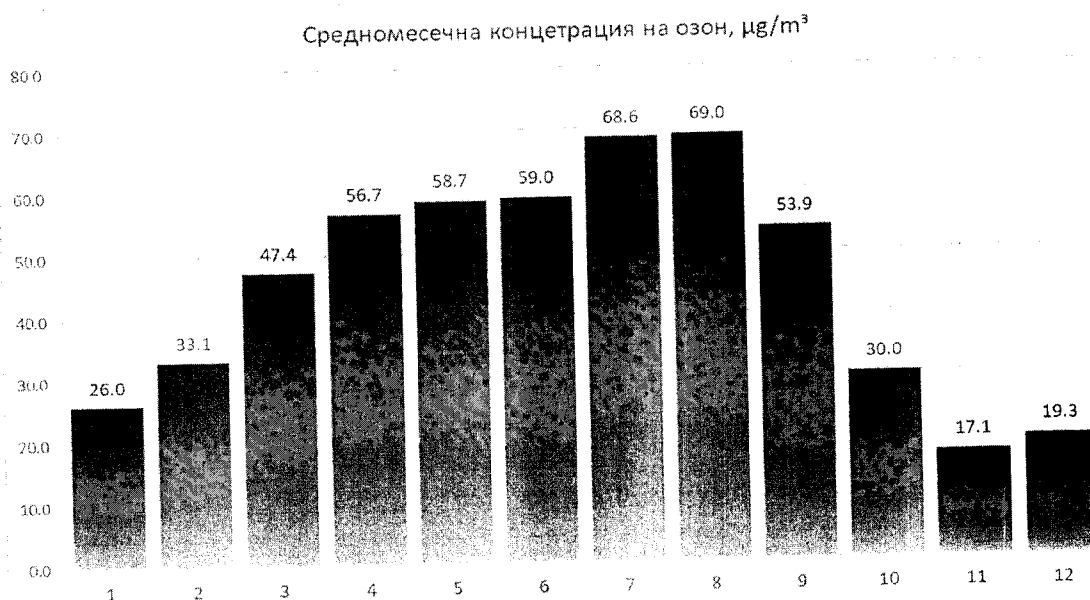


Фигура 6.55 Средногодишна концентрация на озон в пункт „Каменица“

Със сигурност концентрацията на озон във въздуха има сезонен характер, но интерес представлява колко ясно изразена е тази зависимост. В Таблица 6.4 е представена средномесечната концентрация (СМК) на O_3 , $\mu g/m^3$, измерена в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021 година. Тук трябва да поясним, че стойността за конкретен месец е определена посредством осредняване на измерените стойности за същия месец през шестгодишния период. В графичен вид осреднената за шестте години средномесечна концентрация на O_3 е представена на Фигура 6.56.

Таблица 6.4 СМК на озон $\mu g/m^3$, измерена в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СМК	26.0	33.1	47.4	56.7	58.7	59.0	68.6	69.0	53.9	30.0	17.1	19.3



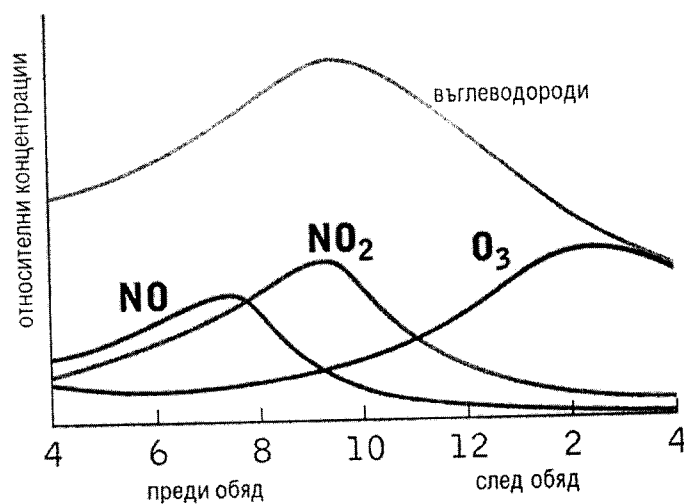
Фигура 6.56 Средномесечна концентрация на O_3 $\mu g/m^3$, измерена в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.



Интерпретацията на промяната на съотношението NO_2/NO_x за условия на ниско съдържание на O_3 може да се усложни при наличие на достатъчно количество на O_3 или NO_x (и NO), които да стимулират превръщането на NO в NO_2 .

Каква част от NO се превръща в NO_2 зависи от наличното количество на O_3 . В този смисъл озонът е лимитиращ фактор. При ниска концентрация на NO , сравнително малко количество O_3 може да се окаже достатъчно за окисляване на наличния NO до NO_2 . Обратно, при висока концентрация на NO , вероятност за непълно окисление на NO нараства.

По-високи концентрации на NO_2 се наблюдават в часовете, когато интензивността на трафика е висока – сутрешният и вечерният пиков интервал. По този начин времето от деня оказва влияние върху съотношението NO_2/NO_x .



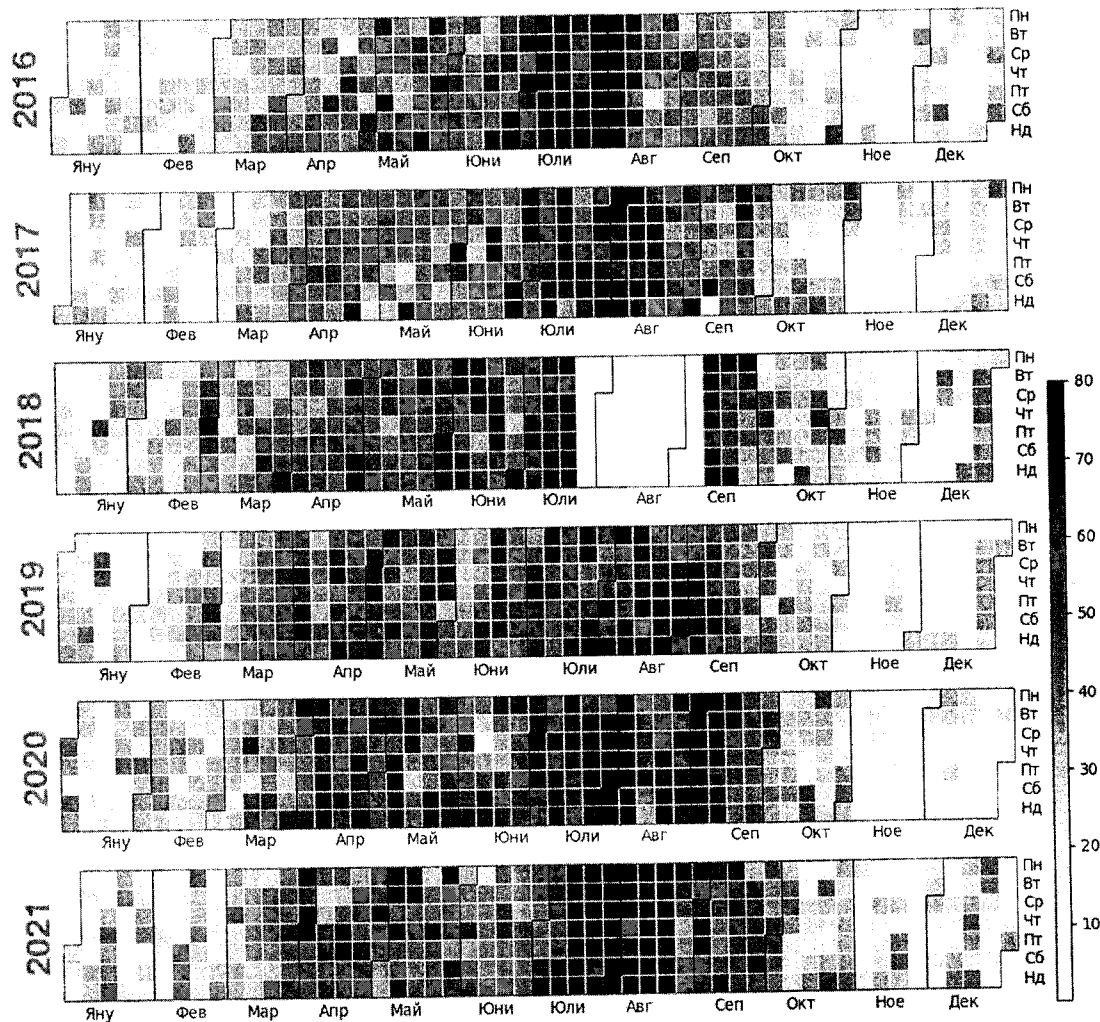
Фигура 6.58 Очакван денонощен ход на концентрацията на NO , NO_2 и O_3

Без дисперсионно моделиране на разпространението на замърсителите, приносът на транспорта към формираните стойности на концентрацията на NO_2 не може да бъде определен. Дяловото разпределение на отделните сектори на човешката дейност като принос към концентрацията на конкретен замърсител ще бъде оценено именно чрез дисперсионно моделиране.

На Фигура 6.59 е представена карта на разпределението на измерените в АИС „Каменица“ среднодневни концентрации на O_3 за периода 2016 – 2021 година. Диапазонът на изменение е в граници $0 - 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Около месец август липсват измервания за около 50 дни. Може да се отбележи плавното покачване на стойностите на концентрацията на озон от януари до септември – най-вероятно свързано с нарастващата слънчева радиация.



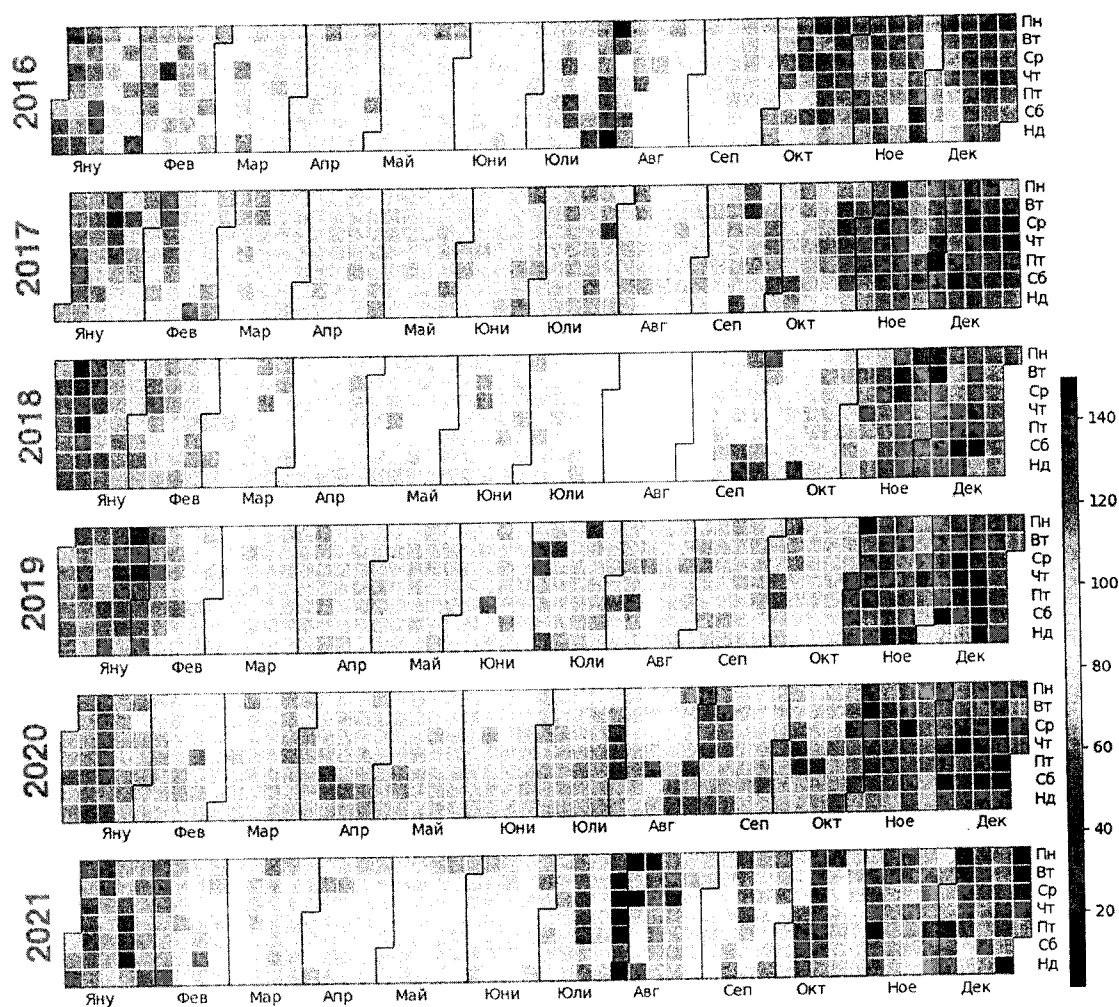
През периода октомври-декември концентрацията на озон спада почти изведнъж, като не може да се предполага такъв спад в слънчевата радиация. Вероятна причина за отчетената особеност е засенчване на пункта от околната дървесна растителност при намалялата височина на слънцето.



Фигура 6.59 Карта на измерените среднодневни концентрации на O_3 , $\mu g/m^3$, в АИС „Каменица“ за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
* белите полета указват липсващи данни за средноденонощна концентрация

Максималните измерени стойности на СЧК на O_3 , $\mu g/m^3$, в АИС „Каменица“, за периода 2016 – 2021 година са представени на Фигура 6.60. Както бе отбелязано, норми за средночасова, средноденонощна или средно годишна концентрация не са определени, но те са информативни показатели и подлежат на съответен анализ. Логично, най-високи стойности на СЧК на озон (при около $130-140 W/m^2$) са характерни за месеците юли и август.





Фигура 6.60 Карта на измерените максимални стойности на СЧК на O_3 , $\mu g/m^3$, в АИС „Каменица“, за периода 01.01.2016 – 31.12.2021
 * белите полета указват липсващи данни за средноденоношна концентрация

6.6 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ФПЧ_{2.5}

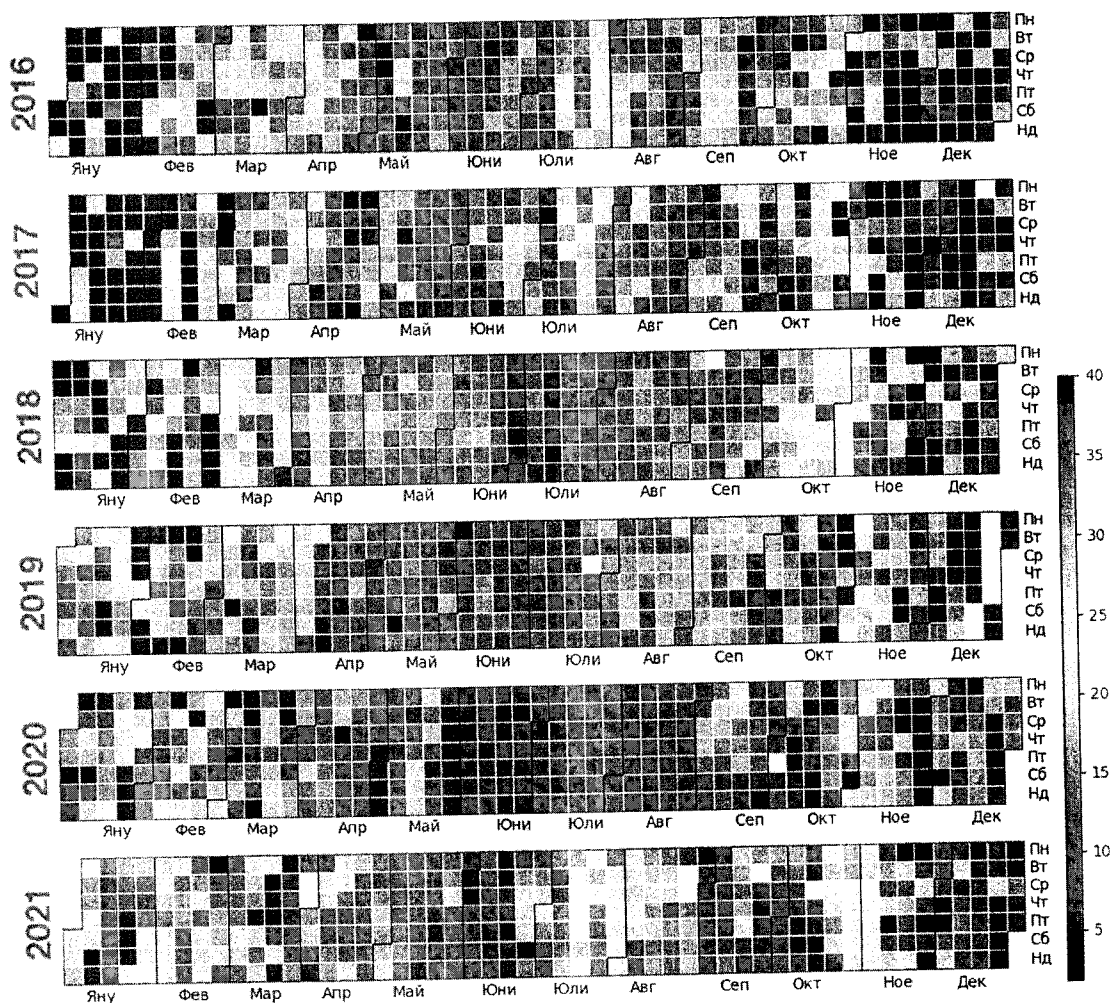
Като карта (heatmap), стойностите на средноденоношната концентрация на ФПЧ_{2.5}, $\mu g/m^3$, са представени на Фигура 6.61.

Съотношението ФПЧ_{2.5}/ФПЧ₁₀ може да предостави информация за разпределението на частиците на аерозола по размер. Въз основа на това, чрез определяне на прагови стойности биха могли да се класифицират видовете аерозоли. Една от променливите, която намира приложение, е вероятностната функция на разпределението на съотношенията ФПЧ_{2.5}/ФПЧ₁₀ (Markonis et al., 2019), а конкретната формула е следната:

$$P(a \leq x \leq b) = \int_a^b f_x(x) dx,$$



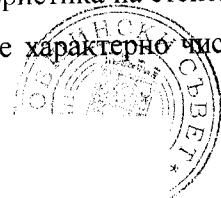
където $P(a \leq x \leq b)$ е вероятността за поява на съотношенията $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ със стойности между a и b , а $f_x(x)$ е честотата на поява на съотношенията $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ при стойности на x между a и b .



Фигура 6.61 Карта на измерената среднонощна концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5} \mu\text{g}/\text{m}^3$, в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

Това съотношение е особено важен показател, тъй като по-фината фракция обикновено се дължи на горивни процеси, поради което стойностите, клонящи към 1, говорят за преобладаващо влияние на антропогенни и природни (горски пожари например) горивни процеси. Ето защо това съотношение много често се използва при определяне на произхода на частиците без химичен анализ и подпомага вземането на логични решения.

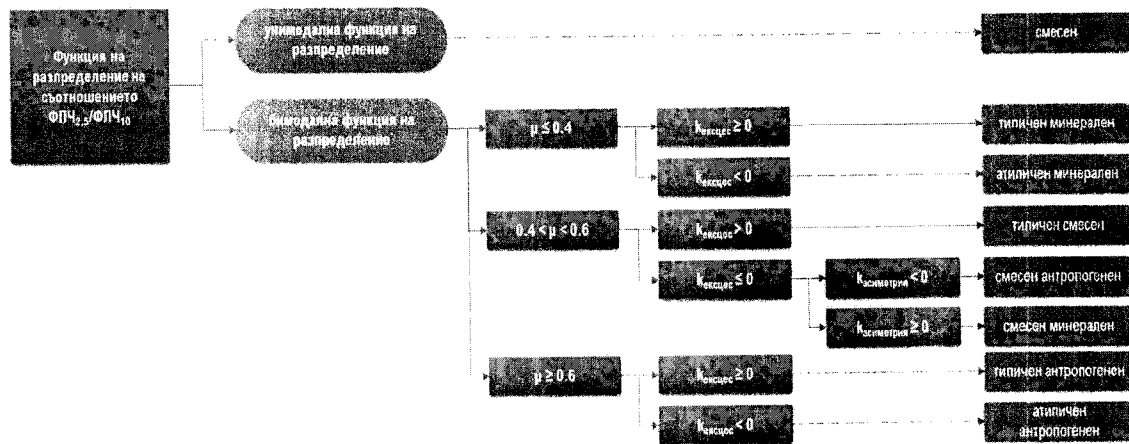
Освен функцията на разпределение (унимодална, бимодална или мултимодална), други два ключови параметъра са коефициентът на асиметрия (skewness) и коефициентът на ексцес (kurtosis). Коефициентът на асиметрия е мярка за посоката и степента на изкривяване на разпределението на статистическите данни и е характеристика на степента на асиметрия на разпределението. Коефициентът на ексцес ($k_{kurtosis}$) е характерно число,



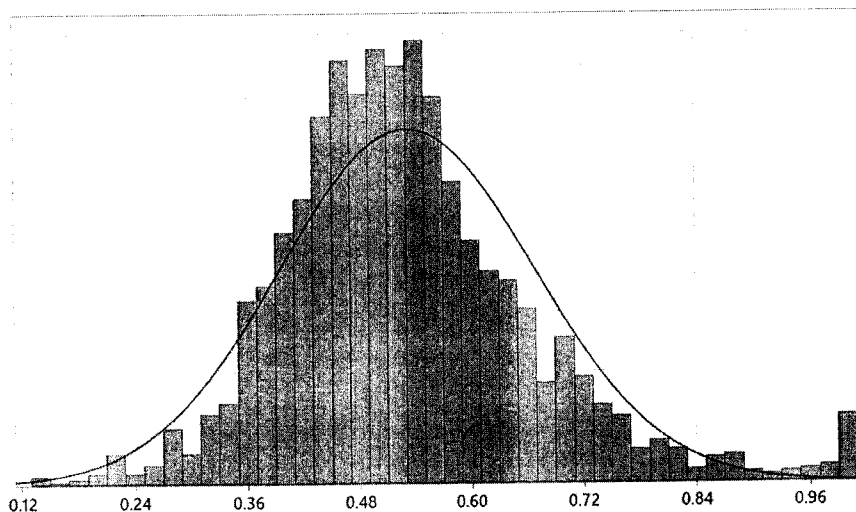
което представлява максималната стойност на функцията на разпределение при средната стойност на аргумента.

Най-общо казано, $k_{kurtosis} > 0$ представлява разпределение с ясно изразен връх, докато $k_{kurtosis} < 0$ показва плоско разпределение без ясно изразени преобладаващи стойности (Fu and Pawlowski, 2016; Cain et al., 2017; Mei et al., 2017).

Според метода за анализ на съотношението ФПЧ_{2.5}/ФПЧ₁₀ (Zhao C., Yang Y. et al. 2021), представен на Фигура 6.62, комбинираният анализ на параметрите на статистическото разпределение позволява еднозначно да се определи произходът на замърсяването на атмосферния въздух с ФПЧ_{2.5}, дори и при непълни данни или такива с недостатъчна разделителна способност по време (средноденонощни вместо средночасови данни).



Фигура 6.62 Метод за определяне на състава на фините прахови частици по съотношението ФПЧ_{2.5}/ФПЧ₁₀



Фигура 6.63 Хистограма на разпределение на измереното съотношение ФПЧ_{2.5}/ФПЧ₁₀ в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.



На Фигура 6.63 е представена хистограма на разпределението на съотношението $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$, изчислено чрез СДК за целия изследван период (2152 двойки данни за периода 2016-2021 година). Параметрите на разпределението са както следва: средна стойност 0.53 с 95% доверителен интервал (0.526 - 0.537), коефициент на асиметрия ($k_{skewness}$) 0.767 и коефициент на ексцес ($k_{kurtosis}$) 1.44.

За да бъде приложен описаният по-горе метод е необходимо първоначално да се определи видът на функцията на разпределение. За целия изследван период тя може да се приеме като бимодална поради наслагането на влиянието на редуващи се зимни и летни периоди, както и смесването на ефектите през различните години. Тук трябва да бъде отбелязано, че двете фракции се измерват по различни методи (гравиметричен и бета-абсорбция), което води до натрупване на комбинирани грешки на измерване от двата метода и това от своя страна води до стойности на съотношението $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ над 1. Това, разбира се, е физически невъзможно. Всички стойности в извадката над 1.0 са приравнени към максималната възможна стойност, а това се проявява като втора гърбица на функцията на разпределение.

Като по-нататък се вземат предвид математическото очакване и коефициентите на ексцес и асиметрия, методът предполага *типичен смесен състав на фините прахови частици*. Този резултат не е неочакван, предвид разположението и класификацията на пункта АИС „Каменица“ като фонен градски и потвърждава очакванията, че в него се отразяват влиянията на всички източници на фини прахови частици – в това число с природен и антропогенен произход.

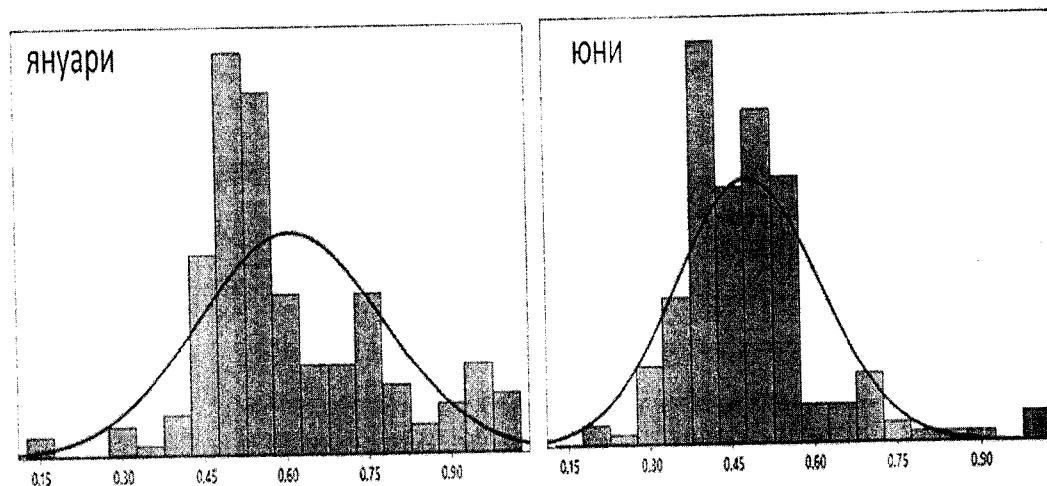
Интерес представлява изменението на параметрите на функцията на разпределение по месеци, представено в Таблица 6.5 и Фигура 6.64. Тук съставът на частиците е определен за всеки месец по предложения метод в зависимост от получените параметри. Както се вижда от Фигура 6.64, това разпределение е твърде различно за месеците януари и юни, обобщени за годините от 2016 до 2021.

Таблица 6.5 Изменение на параметрите на функцията на разпределение на измерените стойности на отношението СДК $\text{ФПЧ}_{2.5}$ / СДК на ФПЧ_{10} в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021 г.

Месец	Средна стойност	Коефициент на ексцес $k_{kurtosis}$	Коефициент на асиметрия $k_{skewness}$	Състав на частиците
Януари	0.61	0.3	0.6	типичен антропогенен
Февруари	0.59	0.7	0.6	типичен смесен
Март	0.53	1.1	0.3	типичен смесен
Април	0.49	2.9	1.0	типичен смесен
Май	0.48	3.6	0.9	типичен смесен
Юни	0.48	3.5	1.4	типичен смесен
Юли	0.55	1.7	1.3	типичен смесен

Месец	Средна стойност	Коефициент на ексцес $k_{kurtosis}$	Коефициент на асиметрия $k_{skewness}$	Състав на частиците
Август	0.52	0.0	0.4	смесен минерален
Септември	0.52	0.7	0.6	типичен смесен
Октомври	0.49	1.7	0.3	типичен смесен
Ноември	0.57	0.9	0.1	типичен смесен
Декември	0.57	0.5	0.5	типичен смесен

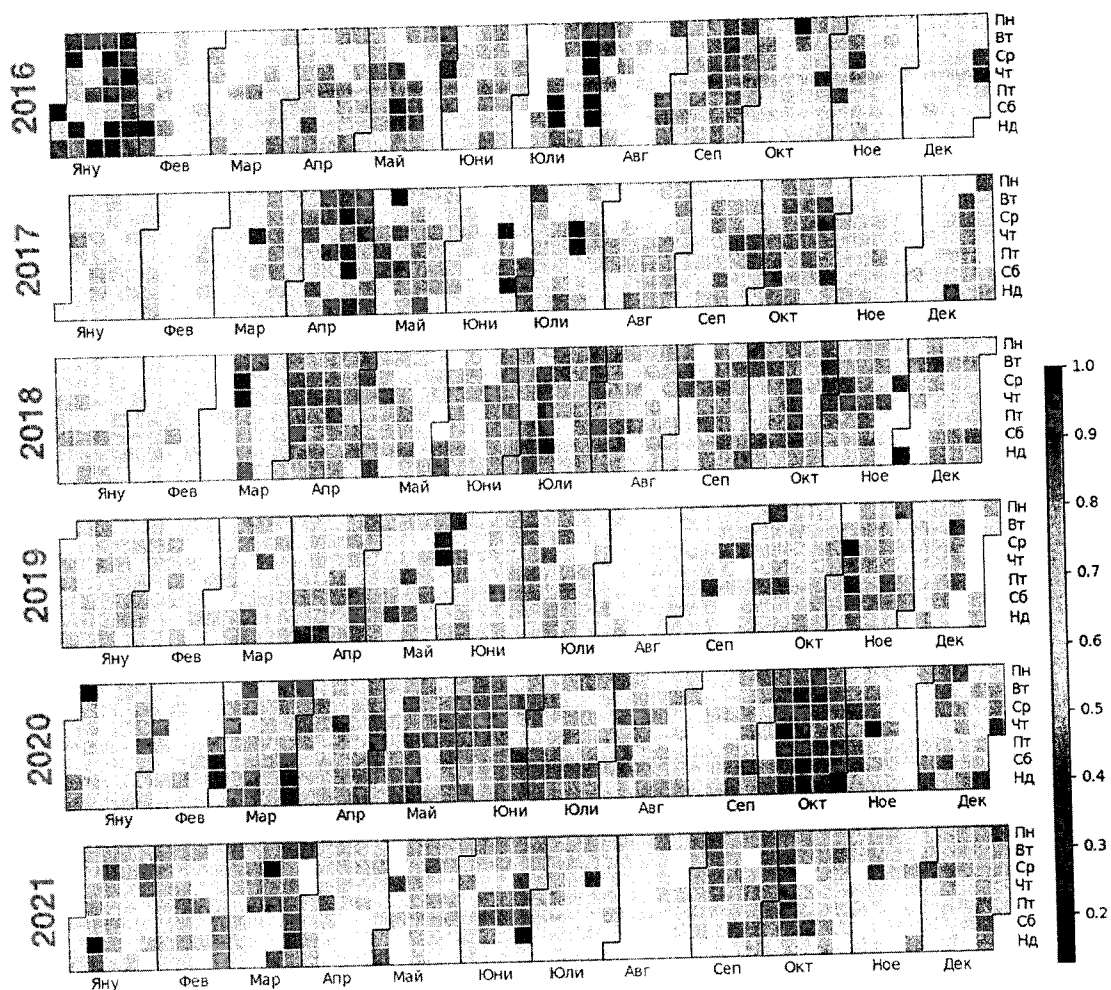
Както се вижда от последната колона на таблицата, през месец януари преобладава антропогенното влияние, през август частиците са с преобладаващ смесен минерален произход, а през останалите месеци от годината този състав се класифицира като типичен смесен. Тези наблюдения са в синхрон с очакванията предвид процесите, генериращи фини прахови частици на територията на града. През най-студените периоди от годината, измежду антропогенните източници, най-сериозно влияние оказва изгарянето на твърди горива за отопление.



Фигура 6.64 Хистограми на разпределение на измереното съотношение $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ за месеците януари и юни в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

На Фигура 6.65 е представена карта на измереното съотношение $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ на средноденонощните концентрации в АИС „Каменица“, за периода 2016-2021 г. При сравнение на графиките на фигури Фигура 6.61 и Фигура 6.65 се забелязва съвпадение на периодите с високи стойности на концентрацията на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ и съотношението $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$.

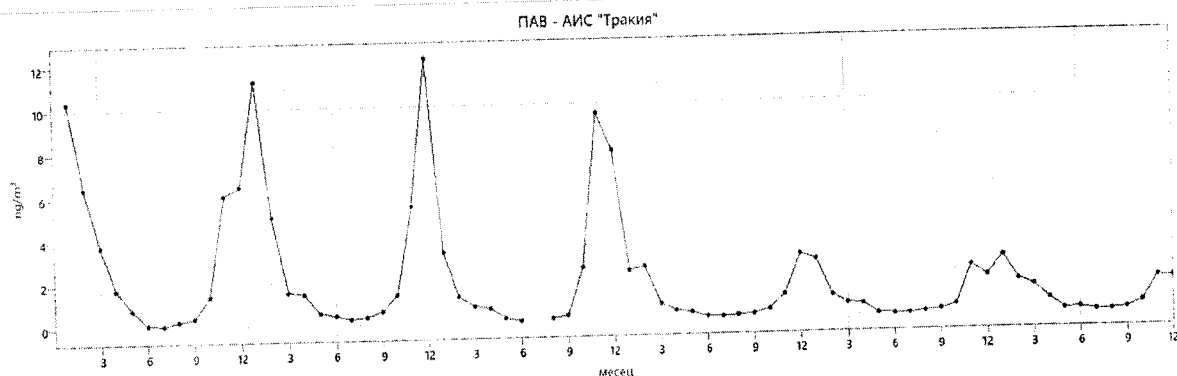




Фигура 6.65 Карта на измереното съотношение $\text{ФПЧ}_{2.5}/\text{ФПЧ}_{10}$ на средноденоношните концентрации в АИС „Каменица“

6.7 АНАЛИЗ НА ДАННИТЕ ОТНОСНО ПОЛИЦИКЛИЧНИ АРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ

Като маркер за канцерогенния риск на полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ) се използва концентрацията на бензо(а)пирен във въздуха.



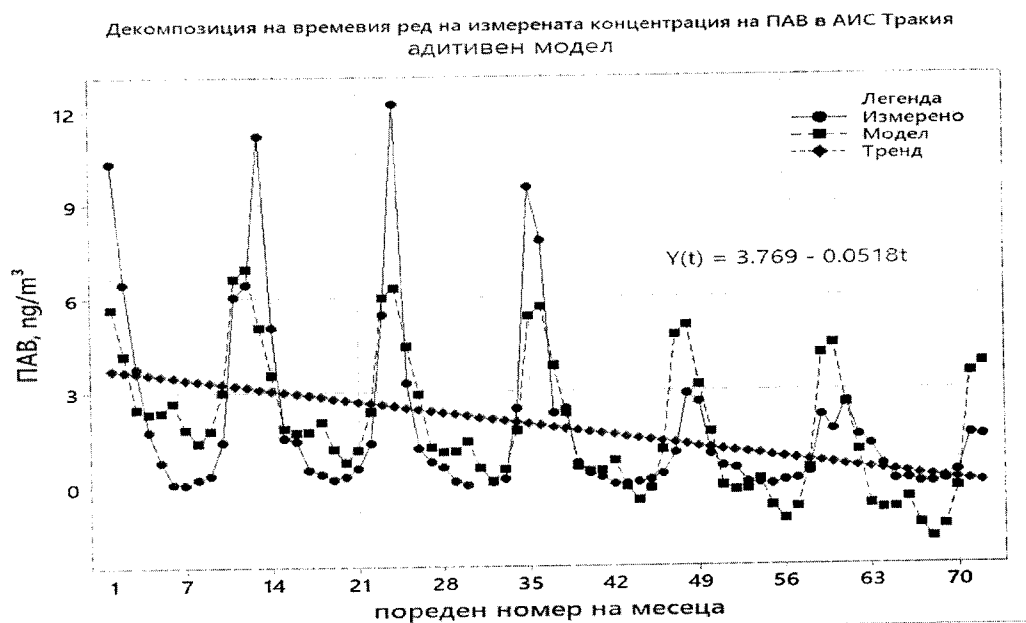
Фигура 6.66 Изменение на средномесечната концентрация на ПАВ ng/m^3 , в АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година



За него нормативната уредба е постановила средногодишна норма от 1 ng/m^3 . На Фигура 6.66 е представено изменението на измерените средномесечни стойности на концентрация на бензо(а)пирен, ng/m^3 , в АИС „Тракия“, за периода 2016-2021г. На абсцисата са нанесени месеците за периода 2016 – 2021 година. Ясно се забелязват значителни пикове през зимните месеци, особено високи в началото на периода, и с цикличен характер за всички години.

Прави сериозно впечатление и това, че през първите три години от наблюденията период пиковите стойности на средномесечната концентрация на бензо(а)пирен (зимните месеци) достигат $10 - 12 \text{ ng/m}^3$, докато за втория тригодишен период съответните пикове спадат на $2 - 2.5 \text{ ng/m}^3$. Освен това, дъната на циклите запазват характерните за тях твърде ниски стойности през целия шестгодишен период на измерване.

С използване на софтуерен пакет MINITAB е изведен адитивен математичен модел на времевия ред, описващ изменението на средномесечната концентрацията (СМК) на бензо(а)пирен през шестгодишния период на изследване. *От тенденцията на изменение (тренда) ясно се вижда трайно и постепенно намаляване на концентрацията на бензо(а)пирен през 72 месечния период.* Освен това може да се каже, че изведеният с помощта на MINITAB модел повтаря характера на изменение на измерените стойности.

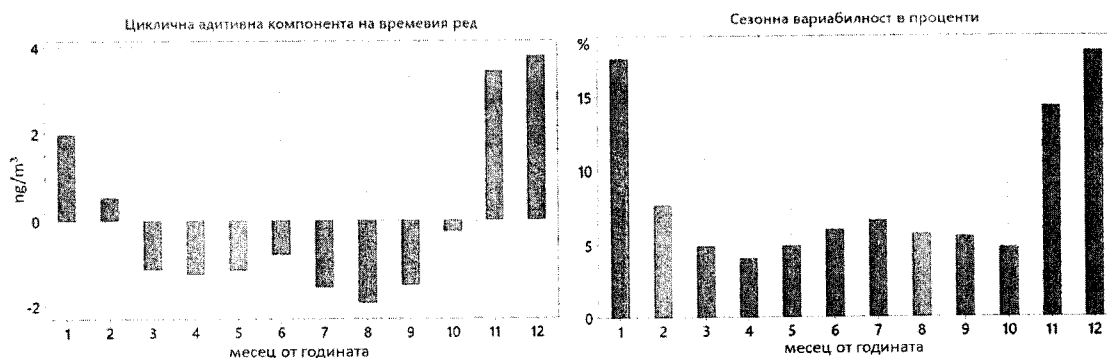


Фигура 6.67 Тренд на изменение, измерени стойности на концентрацията на ПАВ ng/m^3 , в АИС „Тракия“ за 2016-2021 година, моделирани стойности на нивата на ПАВ

За по-задълбочено изследване на сезонния характер на изменение на концентрацията на ПАВ е направена *декомпозиция* на времевия ред в съответствие с *адитивен модел от вида* $y(t) = T(t) + S(t) + R(t)$. В него t в граници от 1 до 72] е поредният месец от разглеждания

шестгодишен период. Адитивният модел описва зависимостта между измерените стойности $y(t)$, тренда $T(t) = 3.769 - 0.0518 \times t$, цикличните наслагващи се върху тренда колебания $S(t)$, и остатъците $R(t)$. Последните свидетелстват за големи колебания на нивата на бензо(а)пирен, които изведеният модел не успява да обхване. Измерени и предсказани по модела нива на бензо(а)пирен, ng/m^3 , както и трендът на изменение на стойностите в АИС „Тракия“ за 2016-2021 година са представени на Фигура 6.67.

В лявата част на фигурата, през първата половина на изследвания период цикличността в изменението на нивата на бензо(а)пирен е по-силно изразена. Остатъците $R(t)$ са по-големи, в началото и края на годината, където моделът подценява, а в междинните месеци надценява нивата на замърсителя. Флуктуациите при измерените, както и изчислените по модела стойности на концентрацията на бензо(а)пирен затихват постепенно през втората половина на изследвания период. Съставките на адитивния модел $S(t)$ и $R(t)$ (Фигура 6.68) оценяват съответно цикличния характер на изменение на концентрацията на ПАВ $S(t)$ и влиянието на случайни смущения $R(t)$. Заедно с тренда те дават информация както за общата тенденция, така и за амплитудата на изменение по месеци.

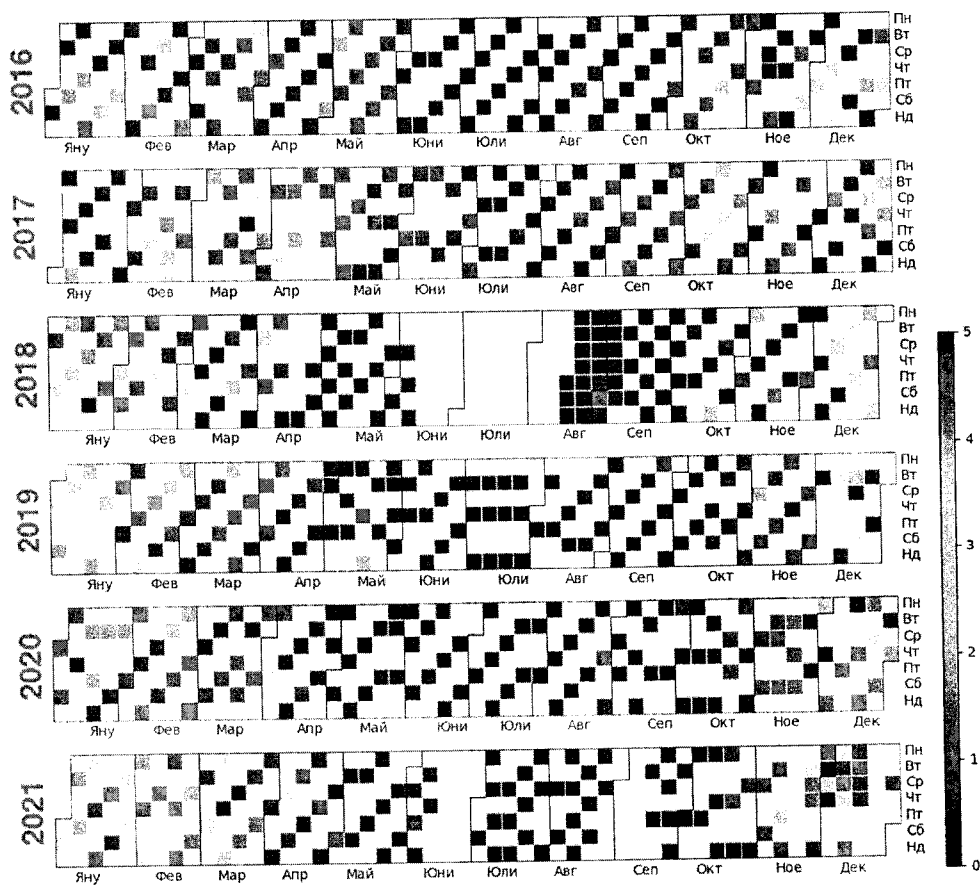


Фигура 6.68 Циклична компонента и сезонна вариабилност на времевия ред на ПАВ, в АИС „Тракия“, за периода 2016-2021 година

Представените на Фигура 6.68 графики ясно показват тенденцията на нарастване през месеците ноември, декември и януари, и намаляване през останалите месеци на годината. Увеличена амплитуда на изменението означава по-широк диапазон на изменение на концентрацията на бензо(а)пирен – пак през зимните месеци. Дължи се на увеличените емисии с периодичен характер и обуславя предприемането на подходящи мерки през този период от годината.

Като карта (heatmap) стойностите на средноденоношната концентрация на бензо(а)пирен, ng/m^3 , са представени на Фигура 6.69. Цветовото изображение на измерените в пункт „Тракия“ стойности на средноденоношната концентрация на замърсителя обхваща диапазона от 0 до 5 ng/m^3 . Веднага може да се забележи по-високата степен на замърсяване

на въздуха в околността на пункта, през месеците на активно използване на твърди горива (предимно дърва) за отопление. Също така ясно се вижда, че през втората половина на изследвания период (2019 – 2021) степента на замърсяване на въздуха с бензо(а)пирен отчетливо намалява.

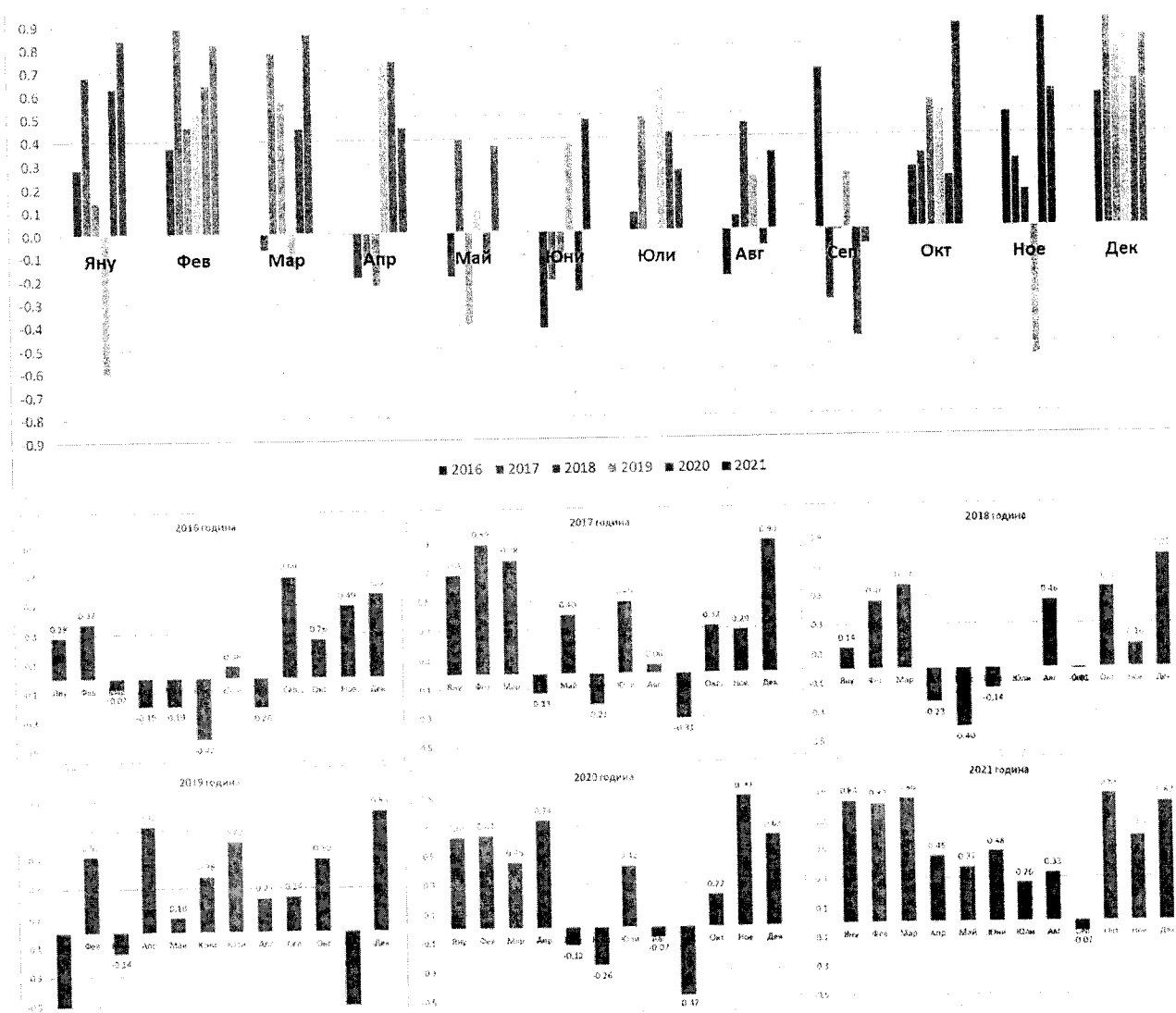


Фигура 6.69 Карта на измерената средноденоношна концентрация на ПАВ ng/m^3 , в АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

Горивните процеси са източник на фини прахови частици и полиароматни въглеводороди. Докато фините прахови частици се генерират от множество други източници (антропогенни и природни), *наличието на бензо(а)пирен във въздуха на град Пловдив представлява своеобразен индикатор за изгаряне на твърди горива*. Непълното изгаряне на органична маса се смята за основен източник на ПАВ. Предвид казаното, особен интерес представляват корелационните зависимости между измерените концентрации на отделните фракции фини прахови частици (ФПЧ_{2.5} и ФПЧ_{1.0}) и бензо(а)пирен.

На Фигура 6.70 са представени изчислените стойности на месечните коефициенти на корелация между ФПЧ_{2.5} по данни от АИС „Каменица“ и ПАВ по данни от АИС „Тракия“. Тази оценка на корелацията би трябвало бъде направена по данни от един и същи пункт, но такава възможност за град Пловдив няма. От друга страна, предвид близостта на двата пункта „Каменица“ и „Тракия“ и доказаната вече корелация между нивата на ФПЧ от

двата пункта, наличните данни са използвани, за изчисляване на корелационните коефициенти между месечните стойности на концентрациите на ПАВ и ФПЧ_{2.5}, а оценката на тези коефициенти може да се приеме за статистически достоверна.



Фигура 6.70 Месечен коефициент на корелация \hat{r}_{xy} между ПАВ и ФПЧ_{2.5} за периода 2016-2021г.

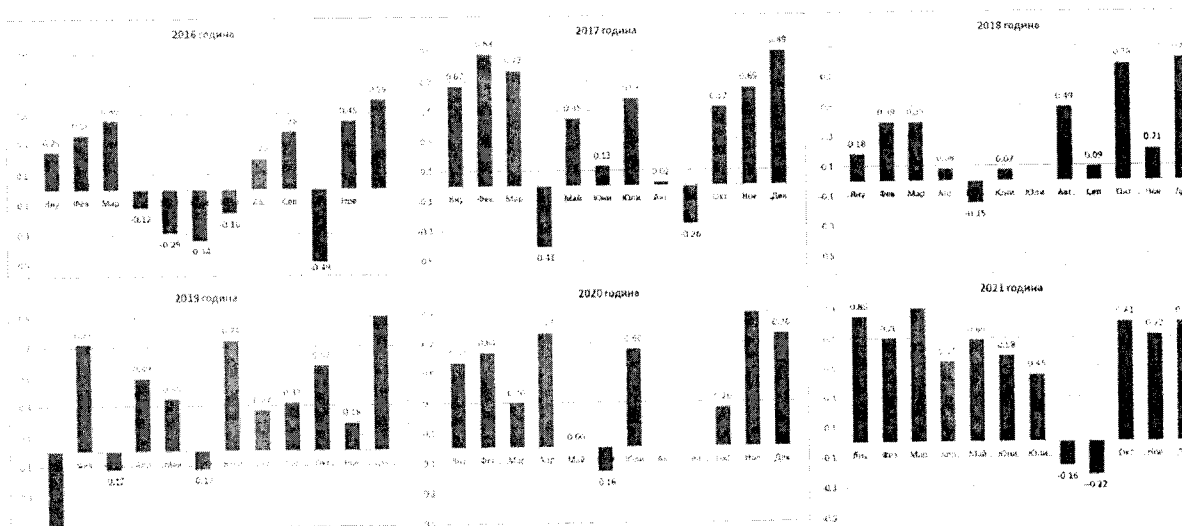
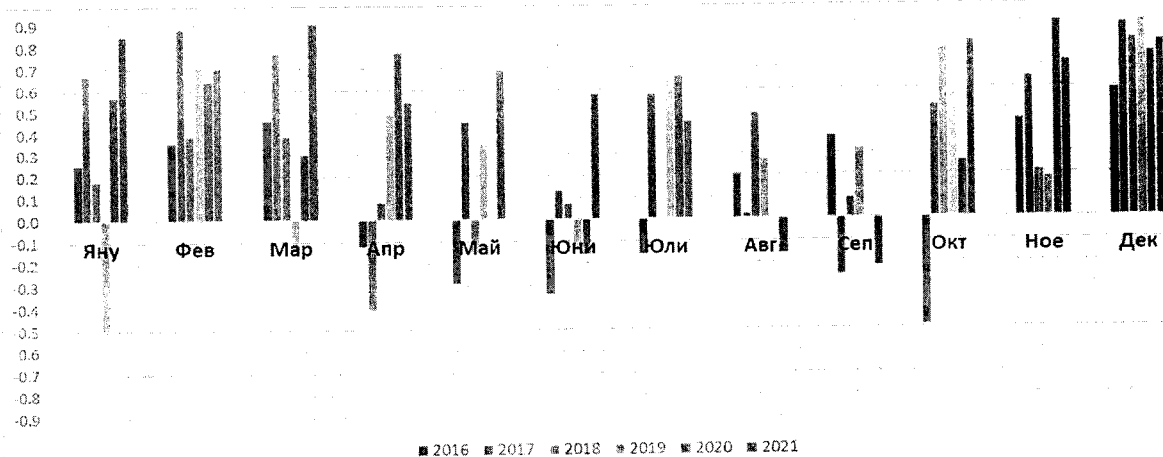
В горната част на Фигура 6.70 са представени изчислени стойности на коефициента на корелация \hat{r}_{xy} между измерените нива на бензо(а)пирен и ФПЧ_{2.5} за отделните календарни месеци в периода 2016-2021г. За целия изследван период се наблюдава силна положителна корелация между концентрацията на ФПЧ_{2.5} и концентрацията на бензо(а)пирен през зимните месеци, с изключение на януари и ноември 2019 година, когато е регистрирана *необичайно силна отрицателна корелация*. През останалите месеци от отоплителния период високите стойности на \hat{r}_{xy} означават преобладаващо влияние на изгарянето на твърди горива в бита и други горивни процеси върху формирането



на концентрацията на ФЧП_{2.5}. В Таблица 6.6 са представени изчислените стойности на \hat{r}_{xy} за периода от 2016 до 2021 година.

Таблица 6.6 Месечни стойности на коефициента на корелация между бензо(а)пирен и ФЧП_{2.5} за периода 2016-2021

Година	Месец												средно
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2016	0.28	0.37	-0.07	-0.19	-0.19	-0.42	0.08	-0.20	0.69	0.26	0.49	0.57	0.14
2017	0.68	0.89	0.78	-0.13	0.40	-0.21	0.49	0.06	-0.31	0.32	0.29	0.90	0.35
2018	0.14	0.46	0.57	-0.23	-0.40	-0.14		0.46	-0.01	0.55	0.16	0.77	0.21
2019	-0.60	0.52	-0.14	0.73	0.10	0.38	0.62	0.23	0.24	0.50	-0.56	0.83	0.24
2020	0.63	0.64	0.45	0.74	-0.12	-0.26	0.42	-0.07	-0.47	0.22	0.90	0.63	0.31
2021	0.84	0.82	0.86	0.45	0.37	0.48	0.26	0.33	-0.07	0.88	0.59	0.82	0.55
средно	0.33	0.62	0.41	0.23	0.03	-0.03	0.37	0.14	0.01	0.46	0.31	0.75	0.30



Фигура 6.71 Месечни стойности на коефициента на корелация между бензо(а)пирен и ФЧП₁₀ за периода 2016-2021г.

На Фигура 6.71 са представени изчислените месечни стойности на коефициента на корелация между ФЧП₁₀ и бензо(а)пирен по данни от АИС "Тракия". Следва да се



отбележи, че те се определят по два различни референтни метода, а именно бета-абсорбция за ФПЧ₁₀ и гравиметричен с ръчен пробонабор за бензо(а)пирен.

За целия изследван период се наблюдава силна положителна корелация между концентрацията на ФПЧ₁₀ и концентрацията на бензо(а)пирен. Тук трябва да бъде отбелязано, че полицикличните ароматни въглеводороди са част от фракцията ФПЧ₁₀ и при обикновени условия бензо(а)пиренът е твърдо вещество, т.е. той се утаява с праха. Поради тези причини положителната корелация е очаквана. Силна положителна корелация в този случай означава еднакъв произход на двата замърсителя, но все пак трябва да се подчертае, че стойностите на коефициента на корелация не означават наднормено замърсяване по отношение на някой от двата замърсителя, а характеризират линейната взаимовръзка между измерените стойности.

В Таблица 6.7 са представени изчислените стойности на \hat{r}_{xy} за периода от 2016 до 2021 година.

Таблица 6.7 Месечни стойности на коефициента на корелация между бензо(а)пирен и ФПЧ₁₀ за периода 2016-2021 година

Година	Месец												средно
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2016	0.25	0.36	0.46	-0.12	-0.29	-0.34	-0.16	0.20	0.38	-0.49	0.45	0.59	0.11
2017	0.67	0.88	0.77	-0.41	0.45	0.13	0.58	0.02	-0.26	0.52	0.65	0.89	0.41
2018	0.18	0.39	0.39	0.08	-0.15	0.07		0.49	0.09	0.78	0.21	0.82	0.30
2019	-0.51	0.72	-0.12	0.49	0.35	-0.12	0.74	0.27	0.32	0.57	0.18	0.91	0.32
2020	0.57	0.64	0.30	0.77	0.00	-0.16	0.66			0.26	0.91	0.76	0.47
2021	0.85	0.70	0.94	0.54	0.69	0.58	0.45	-0.16	-0.22	0.81	0.72	0.81	0.56
средно	0.34	0.62	0.46	0.23	0.18	0.03	0.45	0.16	0.06	0.41	0.52	0.80	0.35

Както бе отбелязано по-горе, отрицателни стойности на коефициента на корелация между ПАВ и ФПЧ (Таблица 6.6 и Таблица 6.7) за месеците януари и ноември 2019 е факт, който буди учудване и недоумение. Това означава, че през тези месеци повишаването на концентрацията на ФПЧ във въздуха е съпроводено от намаляване на концентрацията на бензо(а)пирен. Такова поведение на средномесечната концентрация на този замърсител е изключително интересно и наистина изисква допълнителен анализ. Като нормална би могла да бъде приета промяна на високите нива на бензо(а)пирен през зимните месеци, която е плавна и се случва в сравнително продължителен период от време.

Намаляване на СМК на бензо(а)пирен при повишаване на концентрацията на ФПЧ е напълно възможно през месеците в които отсъства битово горене за отопление. През тези месеци емисиите на ФПЧ могат да нараснат предвид многото разнообразни източници на емисии. В същото време обаче, отсъстват емисиите на бензо(а)пирен от основния източник



– битовото горене за отопление. Рязък спад на пиковите стойности на СМК на бензо(а)пирен за втория тригодишен период предполага спад в емисиите на замърсителя. Такова предположение обаче, трудно може да бъде прието предвид общата тенденция за България броят на домакинствата, използващи твърди горива за отопление, да нараства предвид цените на електроенергията, природния газ и централното отопление. Други причини за измерени много по-ниски стойности на СМК на бензо(а)пирен биха могли да бъдат:

- използване на някакъв неудачен корекционен коефициент;
- промяна на метода за измерване, въпреки, че измерването на нивата на различните замърсители във въздуха по принцип се извършват в съответствие с конкретни стандарти;
- повреда в измервателната апаратура;
- смяна на измервателната лаборатория или лабораторен персонал през периода 15.12.2018 – началото на януари 2019;
- преустановяване на дейността на някаква, разположена в близост, горивна инсталация и др.

Веднага следва да се отбележи, че ако някое от изброените обстоятелства е било налице, това би могло да бъде проверено и установено от оторизираните органи.



7 АНАЛИЗ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНАТА

Метеорологичните условия са измежду най-значимите фактори, влияещи върху качеството на въздуха. Подробният и задълбочен анализ, представен по-долу, има за цел да установи корелационните зависимости между отделните метеорологични параметри и концентрациите на замърсителите на въздуха, характерни за гр. Пловдив.

Регионалните асоциации на Световната метеорологична организация (WMO) определят регионалните базови синоптични мрежи (RBSN – Regional Base Synoptic Network), състоящи се от синоптични станции с определена наблюдателна програма, отговаряща на минималните регионални изисквания, които дават възможност на членовете да изпълняват задълженията си в рамките на Световната метеорологична служба (WMO) и в областта на приложението на метеорологията за приземния въздушен слой и високите слоеве на атмосферата.

Регионалните асоциации на WMO определят също така Регионални основни климатологични мрежи, необходими за осигуряване на добро представяне на климата в регионален мащаб, в допълнение към глобалния. На територията на България има три сертифицирани (June 2018/EC-70) дългосрочни столетни метеорологични станции – Кнежа (WMO 15520), Сливен (WMO 15640) и Образцов Чифлик.

В изследваната област има регистрирани две RBSN метеорологични станции с WMO идентификатори съответно 15625 и 15626. Регистрационните данни за станциите са достъпни в OSCAR/Surface, официалното хранилище на Световната метеорологична организация за метаданни на всички станции и платформи за наблюдение на повърхността:

- WMO 15625 (Plovdiv – Krumovo) с координати 42.06667°N, 24.8500°E, н. в. 154m,
<https://oscar.wmo.int/surface//index.html#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-15625>;
- WMO 15626 (Plovdiv) с координати 42.1333°N, 24.7500°E, н.в. 179m,
<https://oscar.wmo.int/surface//index.html#/search/station/stationReportDetails/0-20000-0-15626>

Стандартизираните методи и инструменти за събиране на метеорологични данни са описани в Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8) ISBN 978-92-63-10008-5, в раздели:





Фигура 7.1 Разположение на пунктовете за мониторинг в района на град Пловдив

Volume I: Measurement of Meteorological Variables, Volume III: Observing, Volume V: Quality Assurance and Management of Observing Systems, както и в Manual on the WMO Integrated Global Observing System (WMO-No. 1160): Annex VIII to the WMO Technical Regulations ISBN 978-92-63-11160-9.

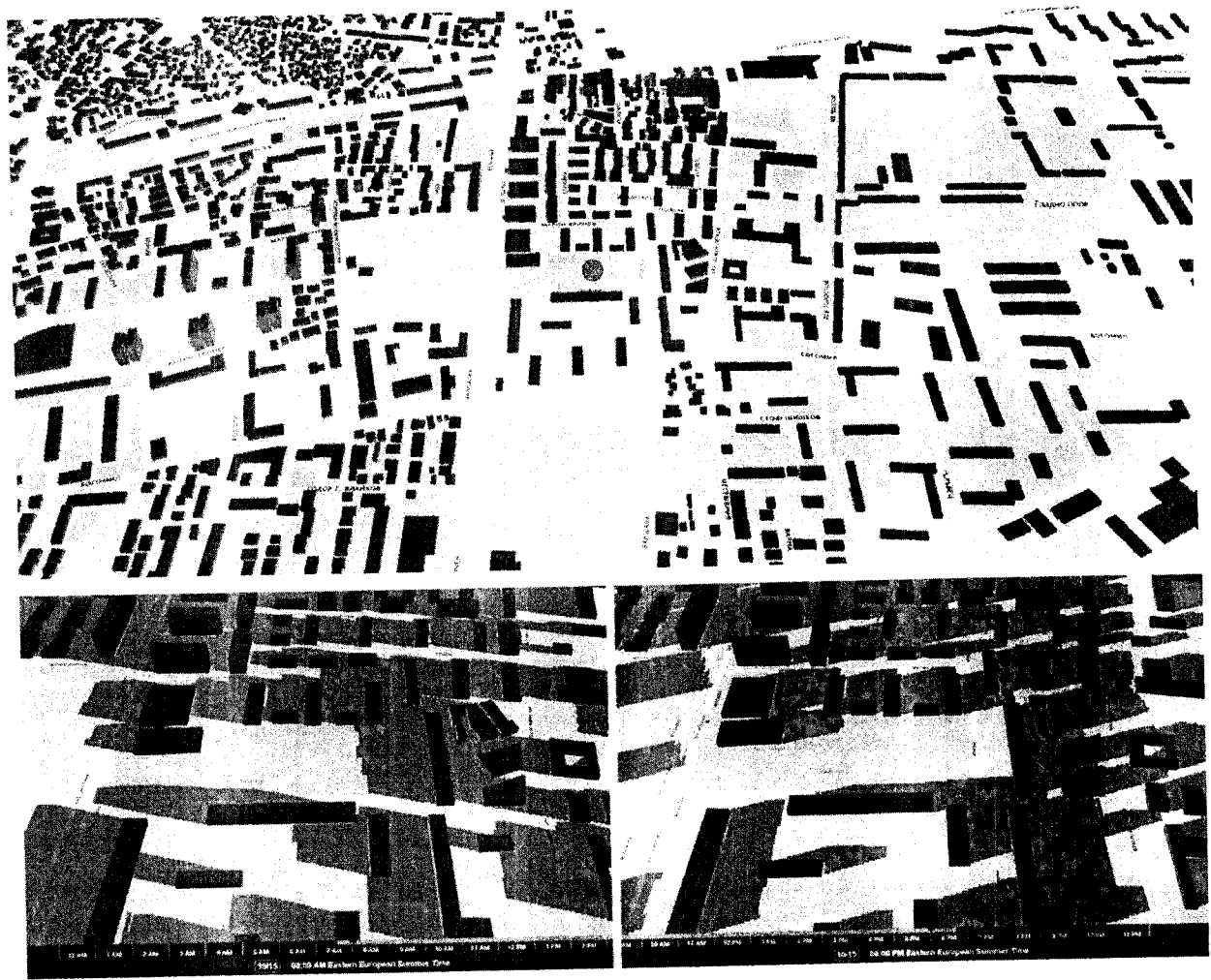
Метеостанция Пловдив на НИМХ (WMO: Plovdiv, код 15626) не е включена като източник на данни, тъй като последните докладвани измервания са от 6 часа на 01.11.2013 г. и не включват изследвания времеви период от 1 януари 2016 до 31 декември 2021 година.

Таблица 7.1 Пунктове за мониторинг на КАВ на територията на град Пловдив

Пункт	Характеристики
АИС „Каменица“	Автоматичен – градски фонов пункт. Разположен е в централна градска част на Пловдив, в зона запълнена предимно с жилищни сгради и средно натоварен автомобилен трафик. Обслужва се от РЛ – Пловдив (МОСВ/ ИАОС)
АИС „Тракия“	Автоматичен транспортно ориентиран пункт. Разположен е в зона с натоварен автомобилен трафик. Обслужва се от РЛ – Пловдив (МОСВ/ ИАОС)

Разположението на пунктовете за мониторинг е показано на Фигура 7.1. Основните характеристики на двете автоматични измервателни станции на територията на град Пловдив – АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ са представени в Таблица 7.2 и Таблица 7.3. Разстоянието между двата пункта за мониторинг е приблизително 1870 метра





Фигура 7.2 Разположение на АИС „Каменица“ спрямо околните сгради, сутрешно (08:00) и вечерно (18:00) засенчване на 15 октомври (по данни от ShadeMap Pro)

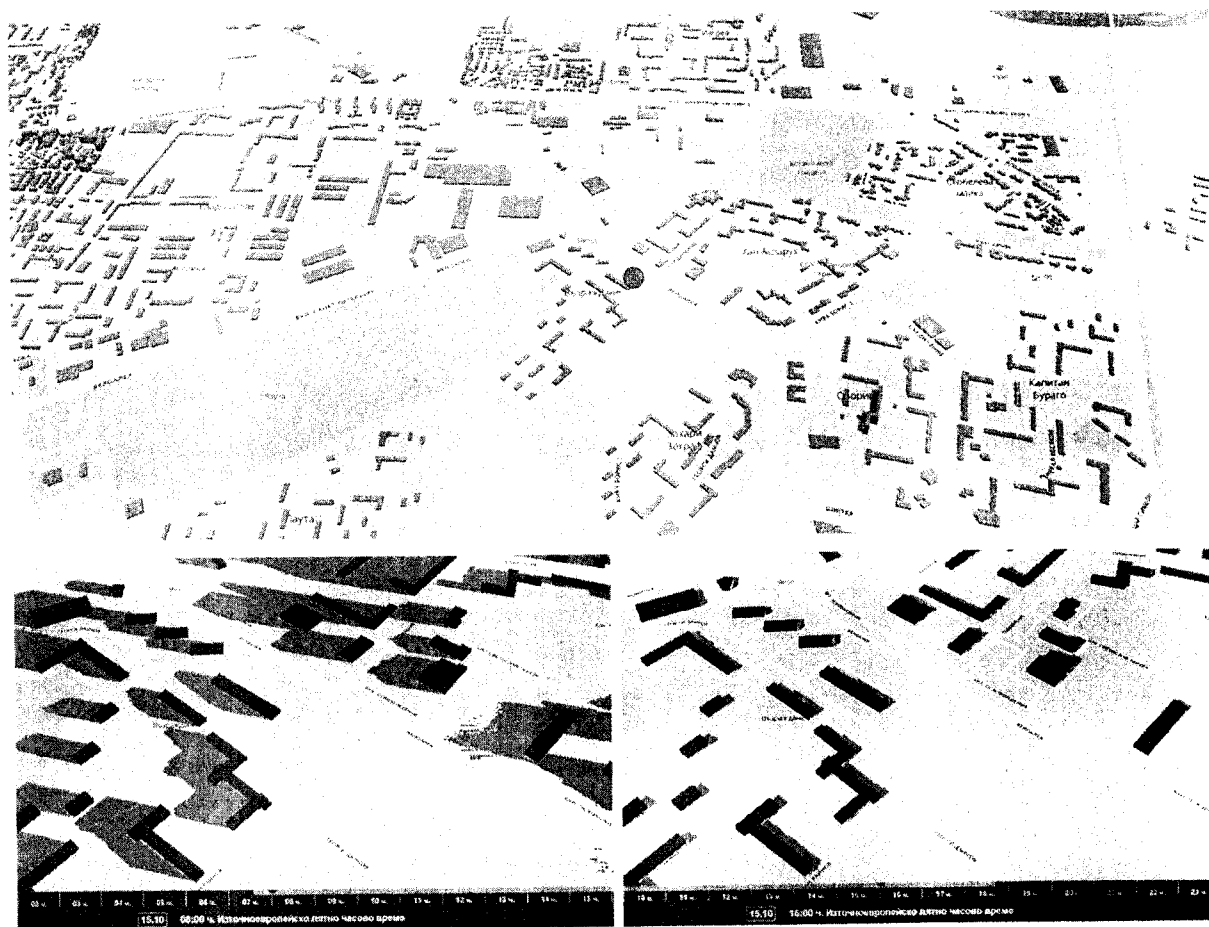
Таблица 7.2 Характеристика на ПМ АИС „Каменица“ (Pld2) код BG0051A

Местоположение	гр. Пловдив, кв. Каменица в градинката между ул. Ралица, Зефир, Марин Дринов и бул. Източен
Класификация по Приложение №1 от Наредба №7/1999г.	градски фонов
Обхват на пункта	от 100 до 2500 m
Надморска височина	166 m
Географски координати	42.142846° N, 24.765218° E UTM зона 35N, 315330.42 m E, 4668053.61 m N
Година на въвеждане в експлоатация	1997
Контролирани показатели на КАВ	O ₃ , NO, NO ₂ , SO ₂ , ФПЧ ₁₀ , ФПЧ _{2.5} , C ₆ H ₆
Стандартен набор метеорологични параметри	WS m/s, WD deg, P mBar, T °C, Rhum %, GR W/m ²

На Фигура 7.2 и Фигура 7.3 са представени позициите на АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ спрямо околните сгради, както и засенчването през на съответните им околности



за 8.00 и 18.00 часа на 15 октомври. Разположение на метеостанция Летище Пловдив е представено на Фигура 7.4.



Фигура 7.3 Разположение на АИС „Тракия“ спрямо околните сгради, сутрешно (08:00) и вечерно (18:00) засенчване на 15 октомври (по данни от ShadeMap Pro)

Таблица 7.3 Характеристика на ПМ АИС „ж.к. Тракия“ (Pv5) код BG0072A

Местоположение	гр. Пловдив, разположен на територията на район Тракия на кръстовището на бул. „Освобождение“ и ул. „Съединение“
Класификация по Приложение №1 от Наредба №7/1999г.	транспортно ориентиран
Обхват на пункта	< 10 -15 m
Надморска височина	166 m
Географски координати	42.141061° N, 24.787729° E UTM зона 35N, 317185.60 m E, 4667806.89 m N
Година на въвеждане в експлоатация	2009
Контролирани показатели на КАВ	NO, NO ₂ , SO ₂ , ФПЧ ₁₀ , Cd, бензен, ксилен, толуен, бензо(α)пирен
Стандартен набор метеорологични параметри	WS m/s, WD deg, P mBar, T °C, Rhum %, GR W/m ²





Фигура 7.4 Разположение на метеостанция Летище Пловдив спрямо околните сгради
(по данни от ShadeMap Pro)

Анализирани са почасови данни от МС Летище Пловдив (ICAO: LBPД, WMO: Plovdiv-Krumovo 15625) за периода 2016-2021 г., както и наборът от метеорологични параметри, измервани в пунктовете за мониторинг на територията на града – АИС „Каменица“ BG0051A и АИС „Тракия“ BG0072A.

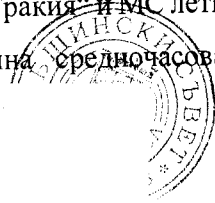
7.1 ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА

Температурата на въздуха е важна характеристика доколкото определя до голяма степен неговите физически свойства и има пряко влияние върху условията по отношение на количество и вид на валежите, образуването на мъгла и др.

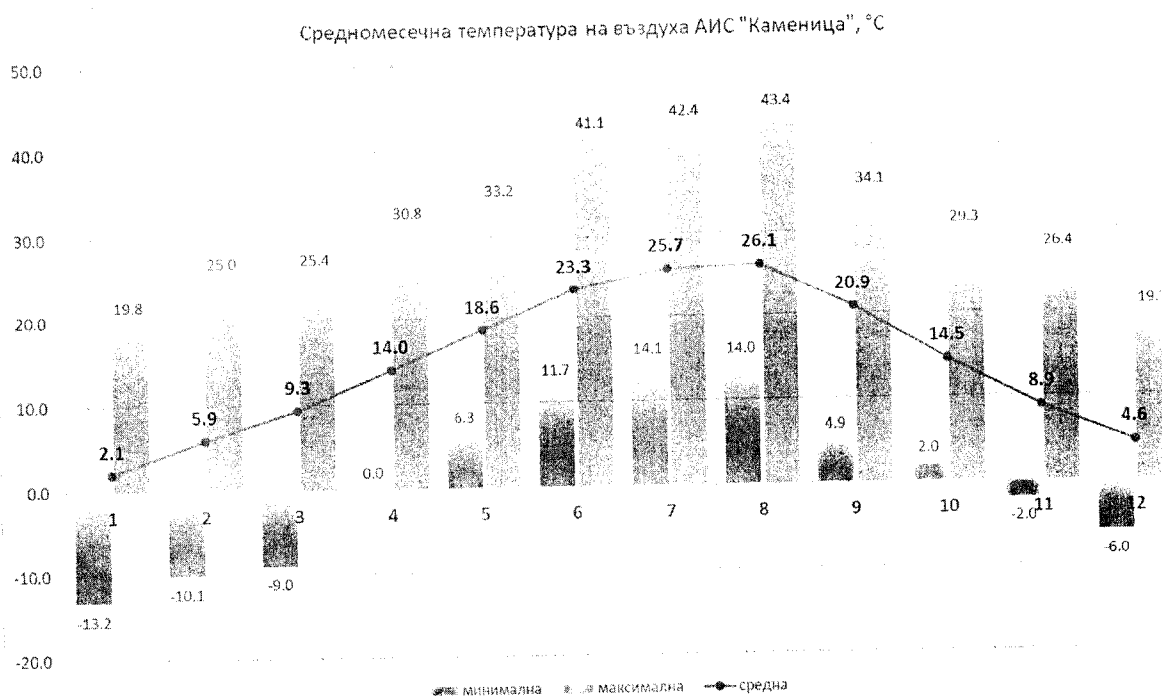
Таблица 7.4 Средномесечна и минимална/максимална средночасова температура на въздуха °С за периода 2016-2021г.

АИС	температура °С	месец от годината											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каменица	минимална средночасова	-13.2	-10.1	-9.0	0.0	6.3	11.7	14.1	14.0	4.9	2.0	-2.0	-6.0
	средна месечна	2.1	5.9	9.3	14.0	18.6	23.3	25.7	26.1	20.9	14.5	8.9	4.6
	максимална средночасова	19.8	25.0	25.4	30.8	33.2	41.1	42.4	43.4	34.1	29.3	26.4	19.3
Тракия	минимална средночасова	-14.9	-12.7	-9.4	-0.6	5.1	10.9	13.6	13.0	3.4	0.4	-3.1	-7.7
	средна месечна	1.4	5.2	8.6	12.9	17.5	22.2	24.4	24.8	19.8	13.5	8.0	3.8
	максимална средночасова	18.6	23.4	24.3	29.0	30.4	38.3	38.8	40.3	32.8	28.9	25.6	18.8
Летище Пловдив (LBPД)	минимална средночасова	-18.0	-13.0	-14.0	-2.0	2.0	9.0	13.0	11.0	2.0	1.0	-5.0	-9.0
	средна месечна	1.4	5.3	8.7	13.1	17.7	22.4	24.9	25.2	20.3	13.9	8.2	4.0
	максимална средночасова	20.0	24.0	25.0	30.0	31.0	41.0	41.0	41.0	35.0	29.0	27.0	20.0

В Таблица 7.4 са представени средномесечни стойности на температурата на въздуха по данни от три метеорологични станции - пункт „Каменица“, пункт „Тракия“ и МС летище Пловдив. Данните включват минимална средночасова, максимална средночасова и



средномесечна температура на въздуха. Средномесечните стойности са определени посредством осредняване на данните за конкретния месец за шестгодишния период от 2016 до 2021 година.

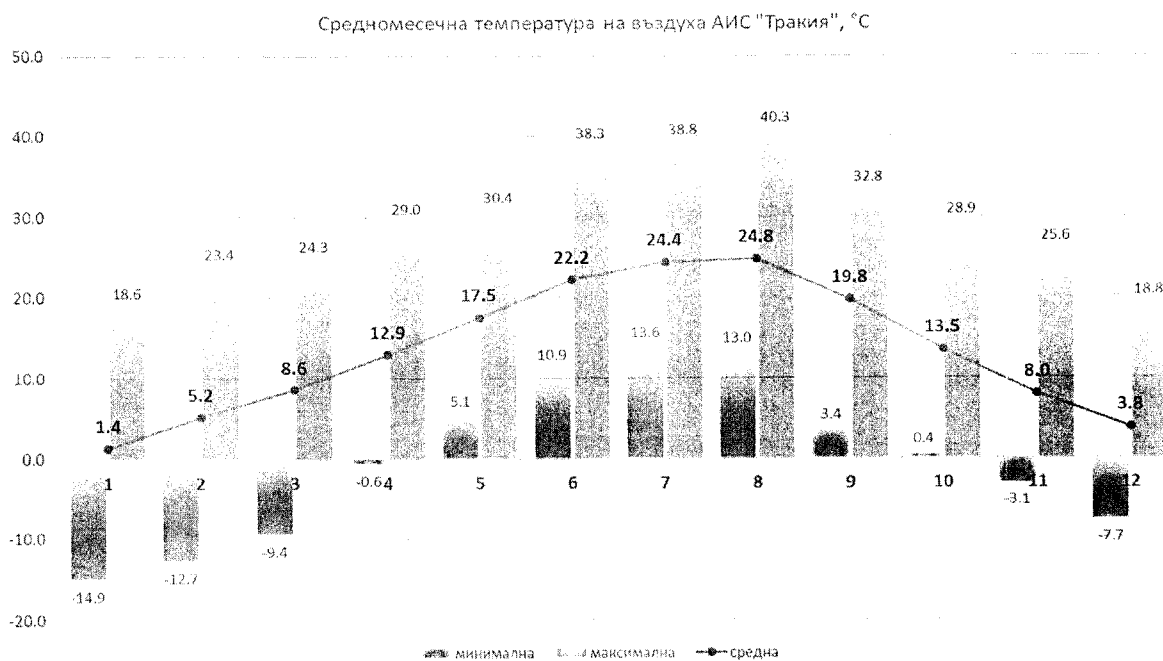


Фигура 7.5 Средномесечната и абсолютна минимална/максимална средночасова температура °C в АИС „Каменица“ за периода 2016-2021г.

В графичен вид данните от Таблица 7.4 са представени на Фигура 7.5, Фигура 7.6 и Фигура 7.7. Най-горещи са месеците юли и август, а най-ниската средночасова температура (-18 °C) е измерена през януари от МС Летище Пловдив. Както минималните, така и максималните средночасови стойности на температурата се повишават и понижават плавно, без резки изменения. Като цяло, стойностите на температурата в пункт „Каменица“ превишава тези в пункт „Тракия“ с 1 до 3 градуса. Това вероятно се дължи на факта, че като сравнително нов комплекс, район „Тракия“ се характеризира с по-малка гъстота на застрояване и по-широки булеварди и междублокови пространства.

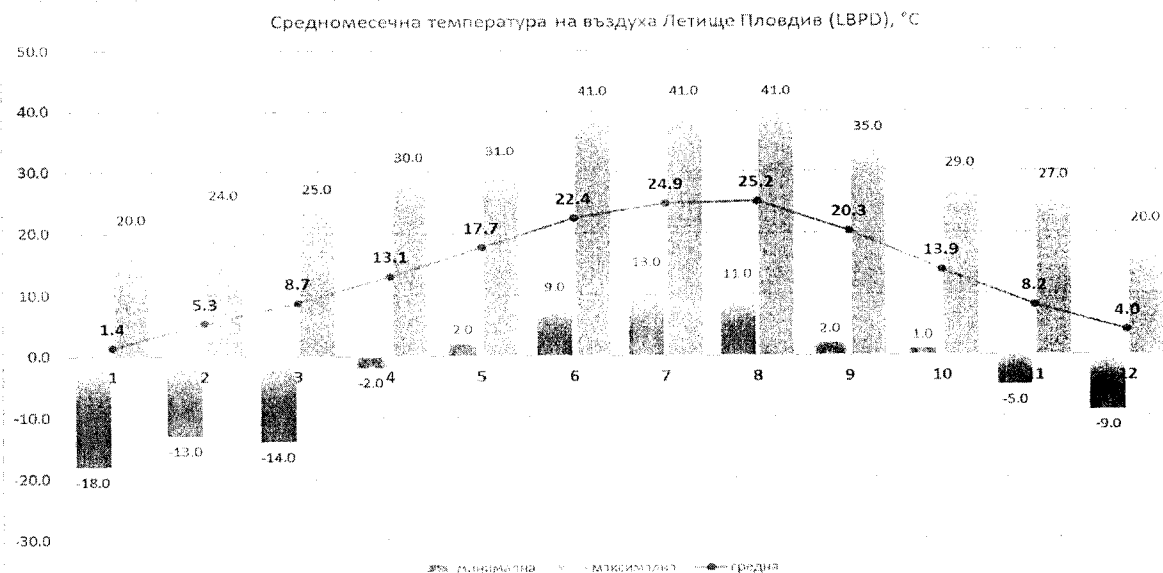
Важна характеристика на атмосферата е температурният градиент, т. е. скоростта на намаляване на температурата във височина. Той определя интензивността на вертикалните движения на въздушни маси, при което атмосферата се пречиства, разсейвайки емитираните замърсители във вертикално направление. От температурния градиент се определя и височината на слоя на смесване.



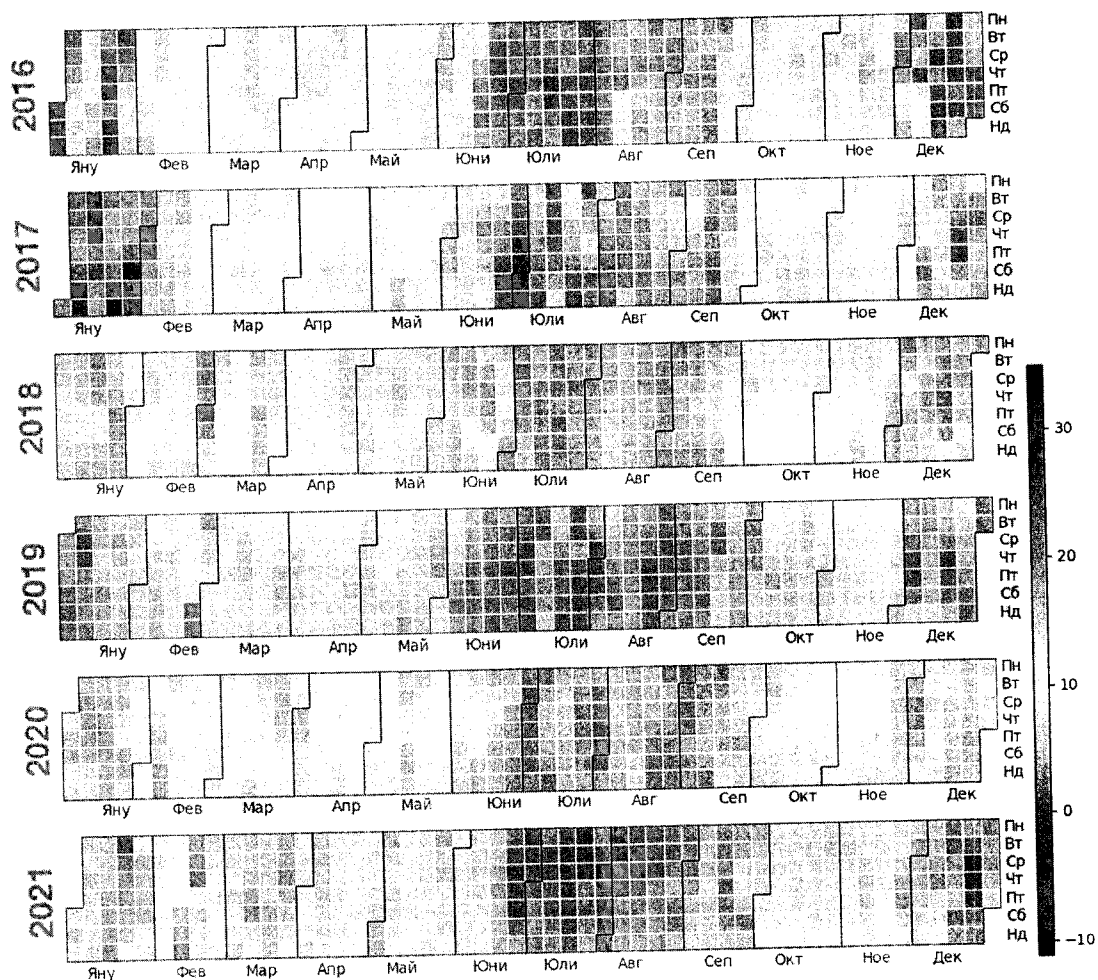


Фигура 7.6 Средномесечната и абсолютна минимална/максимална средночасова температура, °C, в АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

Неутралната атмосфера намалява своята температура по височина с приблизително 9.76 градуса на 1000 метра. При по-малък температурен градиент атмосферата е по-стабилна. Обратно, при по-голям от 9.76 °C/1000 m температурен градиент, атмосферата е нестабилна. Колкото по-нестабилна е атмосферата, толкова по-интензивни са вертикалните въздушни потоци.



Фигура 7.7 Средномесечната и абсолютна минимална/максимална средночасова температура °C в Летище Пловдив (LBDP) за периода 2016-2021г.



**Фигура 7.8 – Карта на среднодневната температура, °С,
измерена на Летище Пловдив (LVPD) за периода 2016-2021 година**

Тук трябва да се отбележи, че влажният въздух има по-малък температурен градиент. Неговата температура намалява с по-малко от 9.76 градуса на 1000 метра. През късна есен и през зимния период река Марица определя висока степен на овлажняване на въздуха и образуване на мъгла, което от своя страна намалява разсейването на замърсителите във вертикално направление и води до повишаване на концентрацията им в приземния слой на атмосферата.

Температурна карта на измерените средноденонощни стойности на летище Пловдив е представена на Фигура 7.8. От показаното на нея може да се приеме, че изменението на температурата на въздуха през шестгодишния период на наблюдение е практически еднакво. Тя варира в интервала от -10 до и малко над 30 °С. Горещи са месеците юни, юли, август и първата половина на септември, а с най-ниски стойности на температурата се отличава месец януари на 2016 и 2017 година.

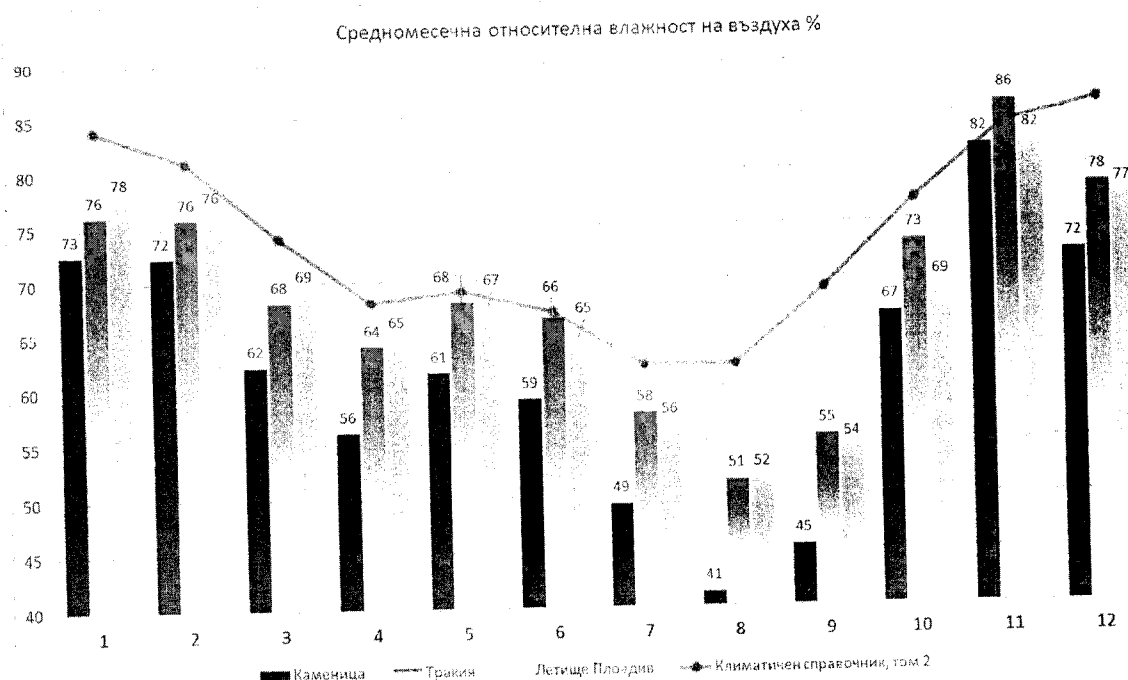


7.2 ОТНОСИТЕЛНА ВЛАЖНОСТ

Значението на влажността на въздуха и специалната роля на река Марица, преминаваща през града, бе коментирано по-горе, но висока влажност на атмосферата може да бъде резултат и от въздействието на други атмосферни процеси като мащабен пренос на влажен океански въздух, например. Таблица 7.5 представя измерени стойности на средномесечната, минималната и максималната средночасова относителна влажност на въздуха, %, за периода 2016-2021г.

Таблица 7.5 Средномесечна и минимална/максимална средночасова относителна влажност на въздуха, %, за периода 2016-2021г.

АИС	относителна влажност %	месец от годината											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каменница	минимална средночасова	7	11	8	6	9	8	8	6	3	12	21	8
	средна месечна	73	72	62	56	61	59	49	41	45	67	82	72
	максимална средночасова	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Тракия	минимална средночасова	15	15	16	13	18	16	15	12	11	22	27	18
	средна месечна	76	76	68	64	68	66	58	51	55	73	86	78
	максимална средночасова	99	99	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Летище Пловдив (LBPD)	минимална средночасова	15	16	19	15	22	15	16	13	10	23	26	19
	средна месечна	78	76	69	65	67	65	56	52	54	69	82	77
	максимална средночасова	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Фигура 7.9 Средномесечната относителна влажност % за периода 2016-2021г. (исторически данни: Климатичен справочник за НР България, Том 2, БАН, 1979)



В графичен вид, средномесечната относителна влажност в трите пункта с измерване на метеорологични параметри е представена на Фигура 7.9. Прави впечатление, че средномесечната относителна влажност на въздуха, през 6-годишния период е най-ниска в пункт „Каменица“. Това е съвсем логично предвид факта, че пунктът се намира в градска среда в която абсорбционната способност по отношение на слънчевата радиация е по-висока, отколкото при горски или затревени терени, през зимата оперират множество източници на топлина, включително градският транспорт.

Повишаването на температурата в градската среда води до повишаване на способността на въздуха да поглъща по-големи количества водни пари, а оттук спада относителната влажност.

7.3 ТОЧКА НА ОРОСЯВАНЕ

Точката на оросяване е температурата, до която въздухът трябва да се охлади при определени условия, за да се насити с водна пара. За целите на настоящото изследване от наличните почасови данни за точката на оросяване (Dew Point) от метеостанцията на Летище Пловдив (LBPD) са изчислени разликите:

$$\Delta T = (T_{dp} - T_{air}) [^{\circ}\text{C}]$$

с използване на общоприетата апроксимация на Magnus за температура на въздуха T $^{\circ}\text{C}$ и относителна влажност RH %, където:

$$\gamma(T, RH) = \ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{bT}{c + T}$$

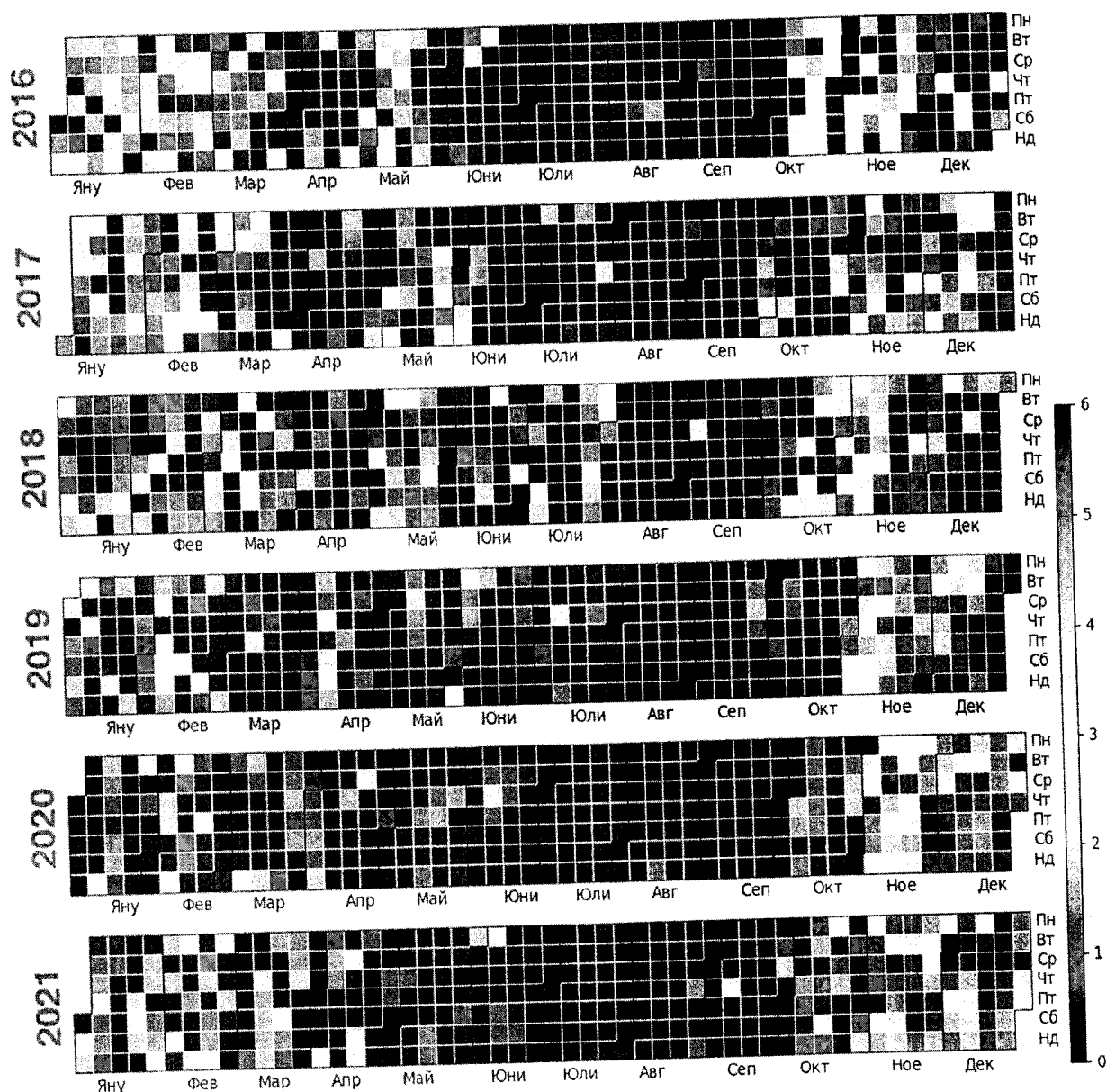
$$T_{dp} = \frac{c\gamma(T, RH)}{b - \gamma(T, RH)}$$

Емпиричните коефициенти b и c имат стойности 17.62 и 243.12, съответно. T_{dp} $^{\circ}\text{C}$ се определя с грешка на изчисление ± 0.35 $^{\circ}\text{C}$ за интервал на изменение на входните променливи $-45^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$ (Bruck, 1981).

При постоянни стойности на факторите, влияещи върху влажността на нивото на земната повърхност, относителната влажност се покачва с намаляване на температурата - по-малко водна пара е нужна, за да се насити въздуха и водните пари кондензират с падане на температурата.

При нормални условия, точката на оросяване не е по-висока от температурата на въздуха, тъй като относителната влажност не може да надхвърли 100%.





Фигура 7.10 Карта на средnodневните разлики $\Delta T = (T_{dp} - T_{air})$, измерени в Летище Пловдив (LBPD) за периода 2016-2021г.

Високата относителна влажност предполага, че точката на оросяване е близо до температурата на въздуха, а разликата ΔT , особено в комбинация със скоростта на вятъра, може да служи като надежден индикатор за силно повишена опасност за образуване на кондензационни ядра и мъгла в приземния слой на атмосферата.

По-горе бе коментиран ефектът от повишаване на влажността на въздуха върху температурния градиент и оттук върху способността на атмосферата да се пречиства посредством вертикално разсейване на замърсителите. При ниска скорост на вятъра в областта на изследване притокът на свеж въздух е слаб, а също така е слаб и износът на замърсители през срещуположната страна на областта. От друга страна, ниската скорост на



вятъра позволява задържане и сгъстяване на мъглата, оттук допълнително увеличаване на влажността и свързаното с това потискане на вертикалните въздушни потоци.

На Фигура 7.10 е представена карта на среднодневните разлики $\Delta T = (T_{dp} - T_{air})$, измерени в Летище Пловдив (LBPD) за периода 2016-2021 година. В оранжево-червената гама на нея са оцветени елементите на картата, които съответстват на малка разлика между точката на оросяване и околната температура на въздуха. В този случай логиката за сравнение на елементите е, че малката температурна разлика е индикатор за повишена опасност от образуване на мъгла и повишаване на степента на замърсяване на въздуха.

Предвид казаното, с много малки изключения оранжево-червените елементи са разположени главно в месеците януари, февруари, ноември и декември.

7.4 СЛЪНЧЕВА РАДИАЦИЯ

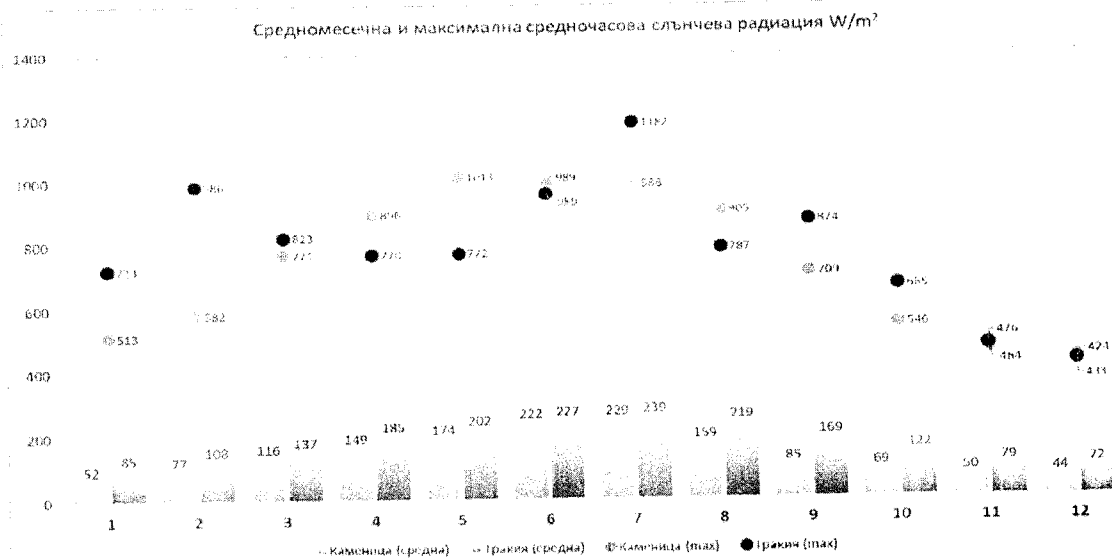
Таблица 7.6 Средномесечна и максимална средночасова слънчева радиация, W/m^2 , за 2016-2021

АИС	W/m ²	месец от годината											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каменица	средна месечна	52	77	116	149	174	222	229	159	85	69	50	44
	максимална средночасова	513	582	771	896	1013	989	988	905	709	546	464	433
Тракия	средна месечна	85	108	137	185	202	227	239	219	169	122	79	72
	максимална средночасова	723	986	823	770	772	959	1182	787	874	665	476	424

Слънчевата радиация е важен фактор, определящ до голяма степен температурния режим в изследваната област. Благодарение на слънчевата радиация се разрушават така наречените радиационни температурни инверсии в сутрешните часове на деня. На територията на град Пловдив слънчевата радиация се измерва в пункт „Каменица“ и пункт „Тракия“ (Таблица 7.6).

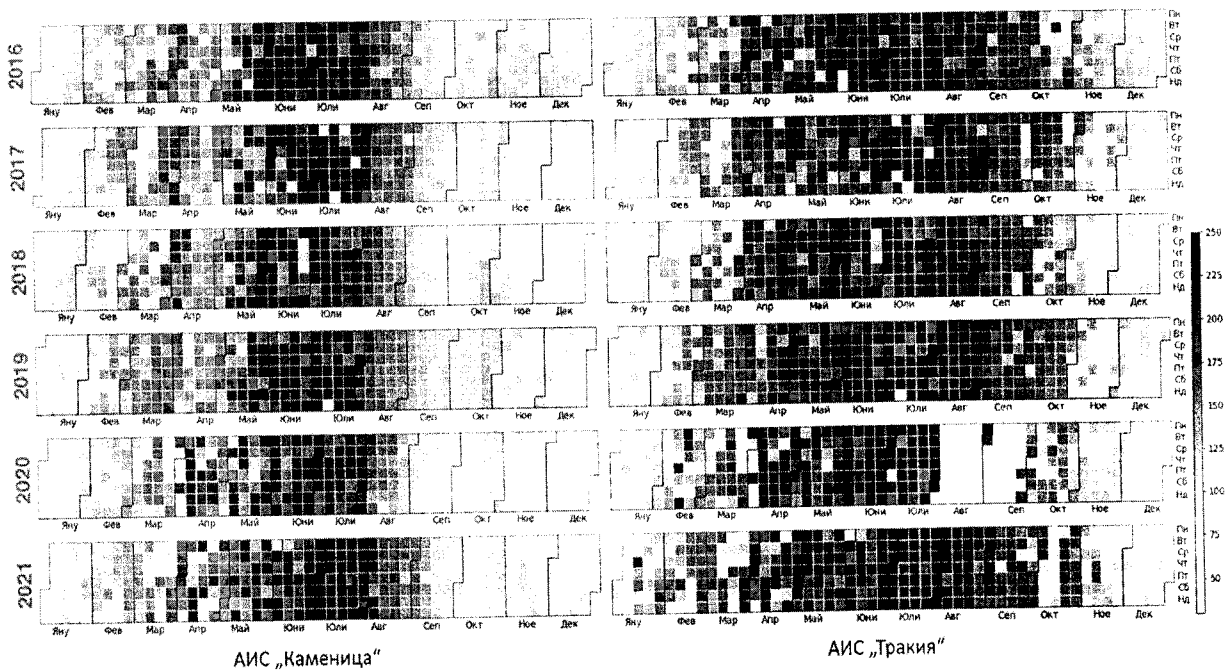
В графичен вид данните от таблицата са представени на Фигура 7.11. Веднага се забелязва, че стойностите на средномесечната радиация в двата пункта се различават видимо от месец август до месец декември. Рязко спада радиацията в пункт „Каменица“ в сравнение с пункт „Тракия“. „Изоставането“ на пункт „Каменица“ не е логично предвид близостта на двата пункта, както бе отбелязани по-рано. Най-вероятно причината за побързия спад на радиацията в пункт „Каменица“ може да бъде засенчване на пункта от изток и от юг от сравнително високи сгради на улиците „Ралица“ и „Зефир“.





Фигура 7.11 Средномесечна и максимална средночасова слънчева радиация, W/m^2 , измерена в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

На Фигура 7.12 може да се анализира разпределението на стойностите на среднодневната слънчева радиация във W/m^2 , измерена в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ през периода от 2016 до 2021 година. Разположението на двете карти една до друга улеснява сравнението им. Установеното на Фигура 7.11. спадане на радиацията в пункт „Каменица“, ясно се забелязва и на Фигура 7.12. Изсветляване (по-ниска радиация) на елементите от картата започва доста по-рано отколкото в пункт „Тракия“.



Фигура 7.12 Карта на среднодневната слънчева радиация W/m^2 , измерена в АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година



Диапазонът на показаните на Фигура 7.12 стойности на слънчевата радиация обхваща от 0 до 250 W/m^2 , което означава, че максималните средночасови стойности на слънчевата радиация превишават средноденонощните между 2 и 4 пъти. Тук трябва да се отбележи липсата на измервания за месеците август и септември 2020 година в пункт „Тракия“.

7.5 СКОРОСТ НА ВЯТЪРА

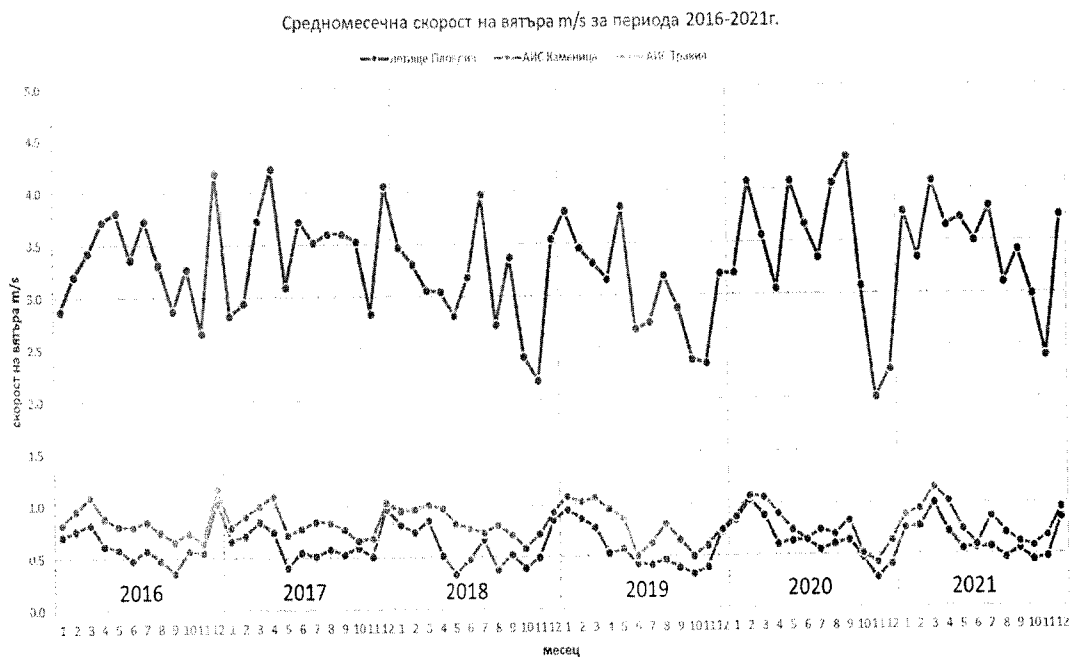
Хоризонталното движение на въздушни маси се нарича адвекция. В ежедневието се използва понятието вятър. Той се обуславя от хоризонталния баричен градиент. Обикновено, градиентът на налягането при земната повърхност е в границите от 100 до 300 $\text{Pa}/100 \text{ km}$. Посоката на вятъра е от зона с по-високо към зона с по-ниско налягане.

Таблица 7.7 Измерена средномесечна скорост на вятъра, m/s , за периода 2016-2021г.

Година	измервателен пункт	месец											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	Летище Пловдив	2.9	3.2	3.4	3.7	3.8	3.4	3.7	3.3	2.9	3.3	2.7	4.2
	Каменица	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	1.0
	Тракия	0.8	1.0	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	1.2
2017	Летище Пловдив	2.8	2.9	3.7	4.2	3.1	3.7	3.5	3.6	3.6	3.5	2.8	4.1
	Каменица	0.7	0.7	0.8	0.7	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	1.0
	Тракия	0.8	0.9	1.0	1.1	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	1.0
2018	Летище Пловдив	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	3.2	4.0	2.7	3.4	2.4	2.2	3.5
	Каменица	0.8	0.7	0.9	0.5	0.3	0.5	0.7	0.4	0.5	0.4	0.5	0.8
	Тракия	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.9
2019	Летище Пловдив	3.8	3.5	3.3	3.2	3.8	2.7	2.7	3.2	2.9	2.4	2.3	3.2
	Каменица	1.0	0.9	0.8	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7
	Тракия	1.1	1.0	1.1	1.0	0.9	0.5	0.6	0.8	0.7	0.5	0.6	0.7
2020	Летище Пловдив	3.2	4.1	3.6	3.1	4.1	3.7	3.3	4.1	4.3	3.1	2.0	2.3
	Каменица	0.8	1.0	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4
	Тракия	0.9	1.1	1.1	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.5	0.4	0.6
2021	Летище Пловдив	3.8	3.3	4.1	3.6	3.7	3.5	3.8	3.1	3.4	3.0	2.4	3.7
	Каменица	0.8	0.8	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.8
	Тракия	0.9	0.9	1.1	1.0	0.7	0.6	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	0.9

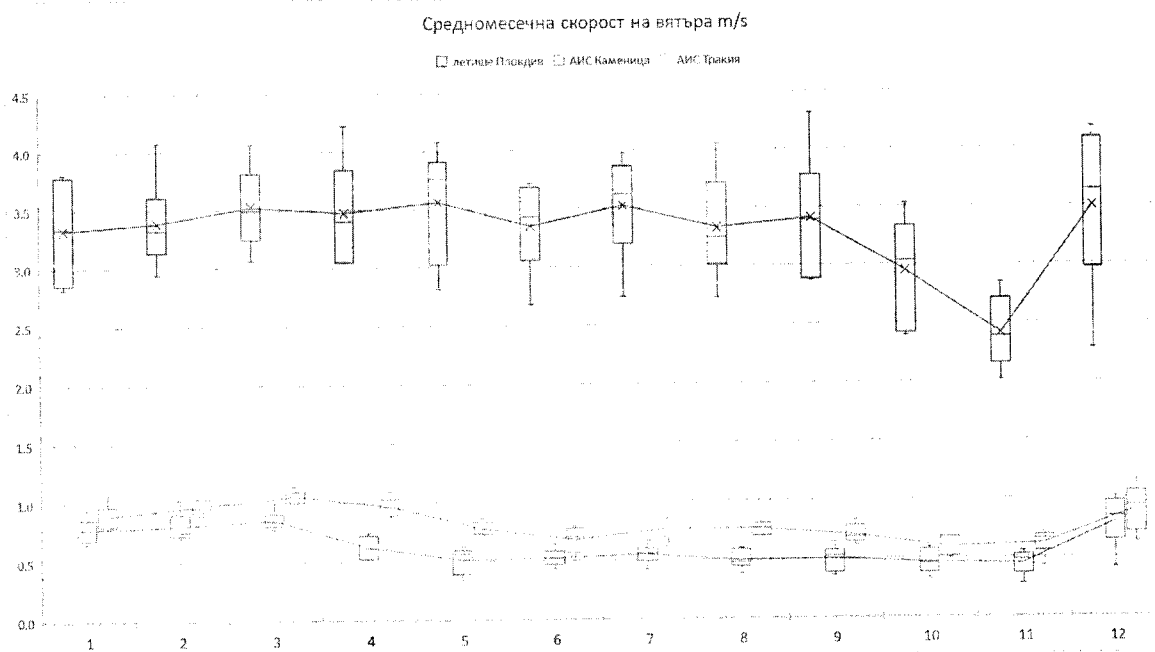
Вятърът е може би най-важният фактор както за замърсяването, така и за пречистването на атмосферния въздух.





Фигура 7.13 Средномесечни скорости на вятъра, m/s , за периода 2016-2021 година

Измерени стойности на средномесечната скорост на вятъра, m/s , за периода 2016-2021 година са показани в Таблица 7.7. Данните са получени от метеорологичните станции в пунктовете „Тракия“, „Каменица“ и Летище Пловдив. В графичен вид данните от таблицата са представени на Фигура 7.13.



Фигура 7.14 Статистическо разпределение на измерените средномесечни скорости на вятъра, m/s , от трите пункта – летище Пловдив, АИС „Каменица“ и АИС „Тракия“ за периода 2016-2021г.

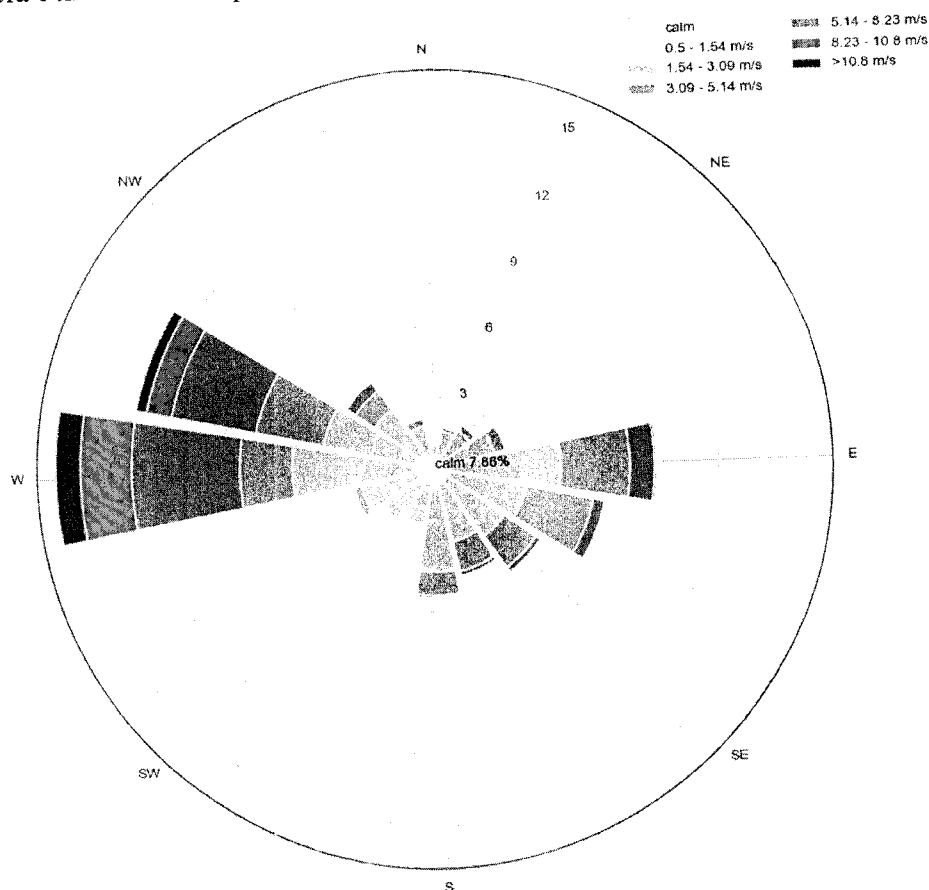


Вятърът е в състояние да транспортира големи количества замърсители от източника им до далечни области, както на сушата, така и в световния океан. От друга страна вятърът предизвиква разреждане на замърсителите и по-този начин – до пречистване на въздуха над замърсени зони. Най-важните характеристики на вятъра са неговата посока и скорост.

Тук трябва да се обърне внимание, че *посоката на вятъра е тази от която идва въздушният поток*, а не тази, към която въздухът се движи. Вятърът с по-висока скорост обуславя по висок дебит на въздушна маса през единица площ, перпендикулярна на посоката на движение.

7.6 РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ЧЕСТОТАТА НА ПОСОКИТЕ И НА СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА ПО ОТДЕЛНИТЕ ПОСОКИ (РОЗА НА ВЯТЪРА)

Най-информативна характеристика е розата на вятъра. Тя дава информация както за честотата на повторение на различните посоки, така и за разпределението на стойностите на скоростта на вятъра по посоки в градация. Розата на вятъра дава информация и за частта от годината с липса на вятър или наличие на вятър, но с много ниска скорост.



Фигура 7.15 – Роза на вятъра по данни от летище Пловдив за периода 2016-2021 година

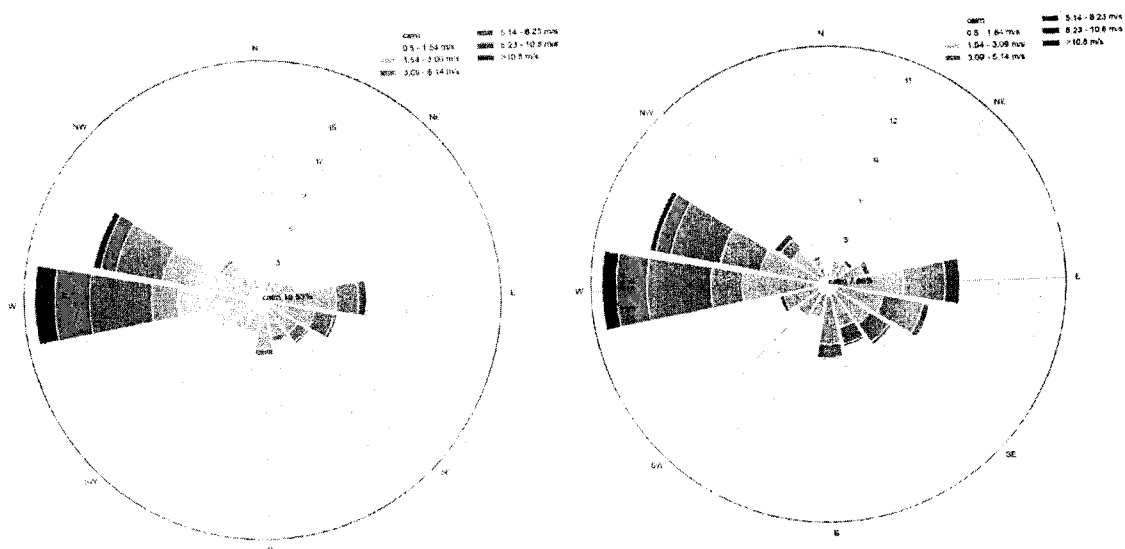


На Фигура 7.15 е представена розата на вятъра по данни от летище Пловдив за периода 2016-2021 година. С най-голяма честота във времето се характеризират посоките запад, с честота над 15 %, следвана от запад-северозапад (над 12 %) и изток (9 %). Останалите посоки се характеризират със сравнително малка честота.

Скоростта на вятъра в градуация, по посоки е представена посредством цветова легенда, покриваща 6 класа по отношение на скоростта – от вятър със скорост до 1.54 до такъв със скорост над 10.8 m/s. Според розата на вятъра тихото време на летище Пловдив е с честота 7.86 %.

Пропорцията на тихото време е изключително важна характеристика на вятъра по причина на това, че тя съответства на твърде опасна, по отношение на КАВ, ситуация.

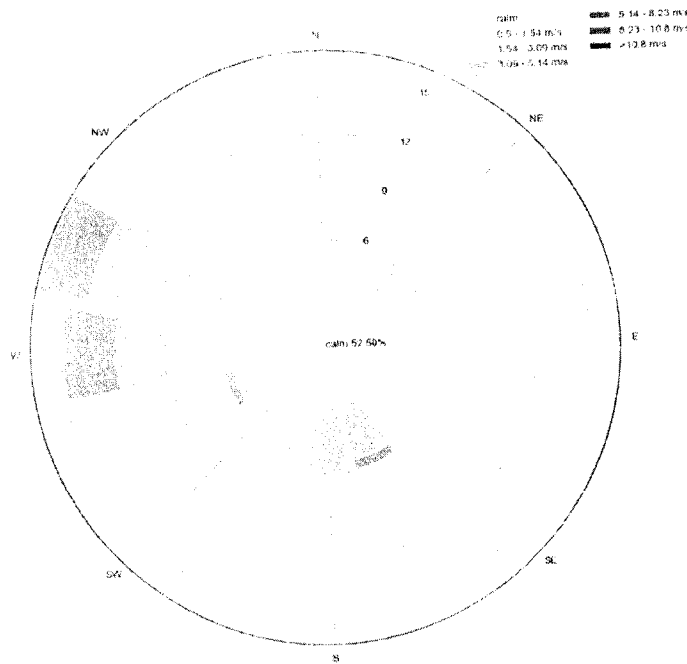
На Фигура 7.16 са представени две рози на вятъра. Лявата от тях характеризира вятъра според данните от летище Пловдив за шестгодишен период 2016 – 2021, за зимните месеци, от ноември до февруари. Дясната представя същата по характер информация, но за летните, месеци - от март до октомври.



Фигура 7.16 Роза на вятъра от летище Пловдив за месеците от ноември до февруари (ляво) и от март до октомври (вдясно) за периода 2016-2021 година

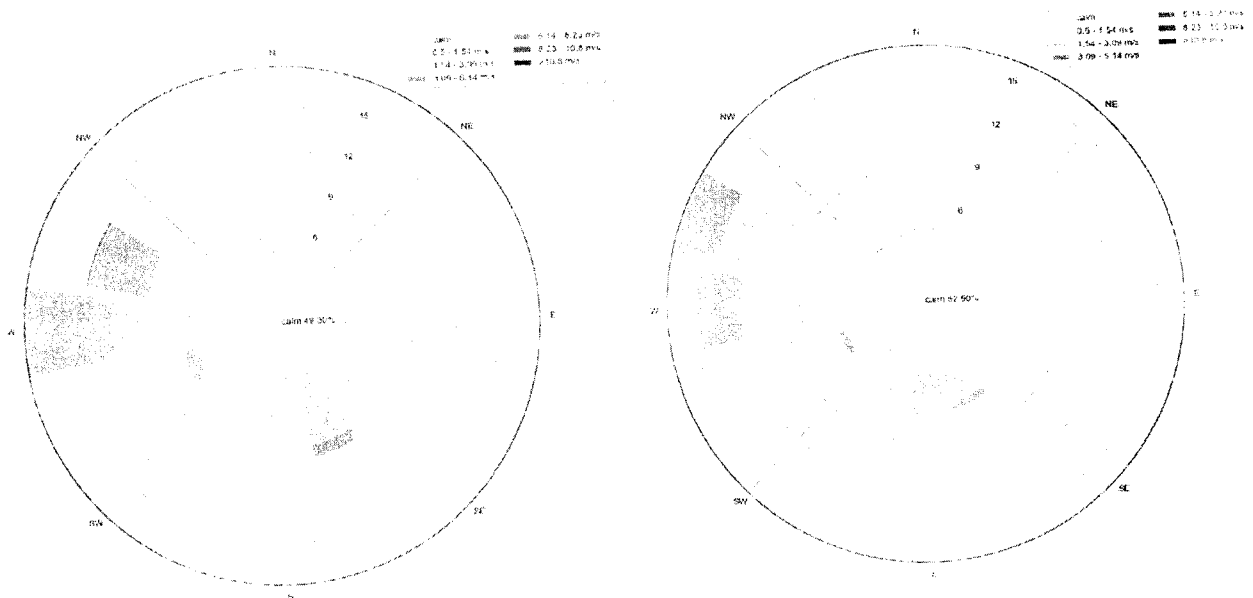
Като разпределение на честотите за отделните посоки, между двете рози на практика не съществува различие. Що се отнася до скоростите на вятъра обаче, зимната роза се характеризира с по-силни ветрове. Едновременно с това, през зимния период и делът на тихото време е по-голям. Последното не е благоприятен факт от гледна точка опазването на чистотата на въздуха, защото наред с другите източници на замърсяване, през зимата се добавя и може би най-сериозният източник на замърсители – битовото горене за отопление.





Фигура 7.17 Роза на вятъра по данни от АИС „Каменица“ за периода 2016-2021 година

Розата на вятъра в пункт „Каменица“ (Фигура 7.17) за периода 2016-2021 година прилича до голяма степен на тази за летище Пловдив, но могат да се посочат две разлики. С най-голяма честота се характеризира посоката запад-северозапад, следвана от посока запад. Освен това скоростите на вятъра са по-ниски. Тази конфигурация се запазва за месеците март – октомври. За зимните месеци обаче, (Фигура 7.18) с най-висока честота отново е западната посока.



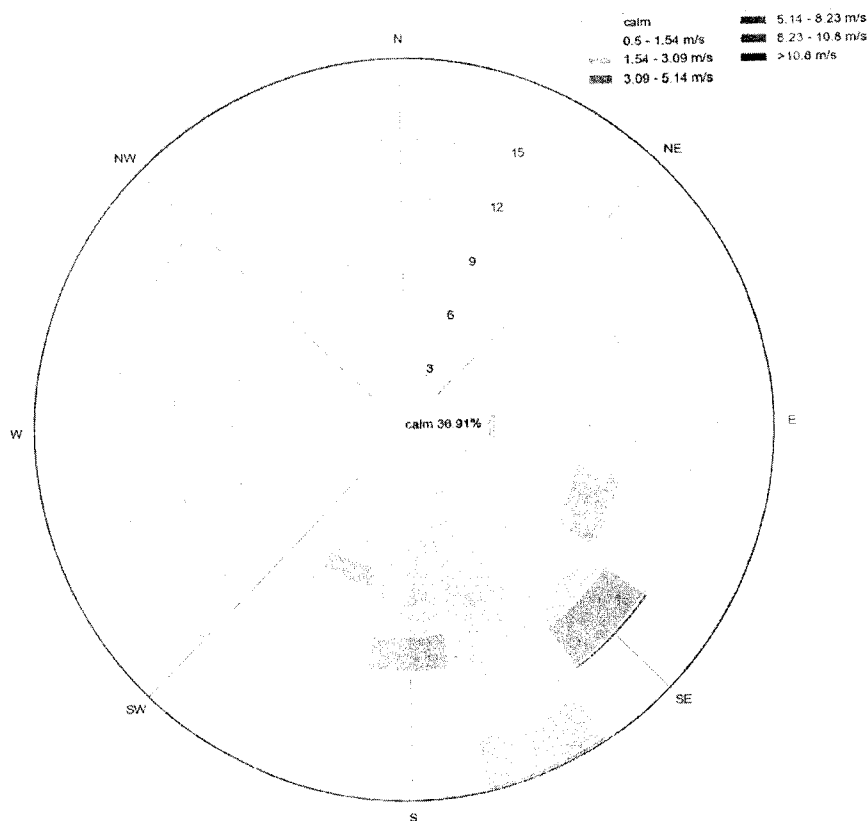
Фигура 7.18 Роза на вятъра от АИС „Каменица“ за месеците от ноември до февруари (ляво) и от март до октомври (вдясно) за периода 2016-2021 година



Твърде интересна (Фигура 7.19) е розата на вятъра за пункт „Тракия“ за периода 2016-2021 година. Посоката на вятъра е съсредоточена в сектора от 78.75 до 246.25°, (0° означава вятър от север, А 90° - от изток). Пунктът е засенчен от запад и запад-северозапад, които на предишните фигури бяха определени за основни посоки на вятъра. И за летните, и за зимните месеци (Фигура 7.20), конфигурацията на розата относно честотата на посоките остава същата.

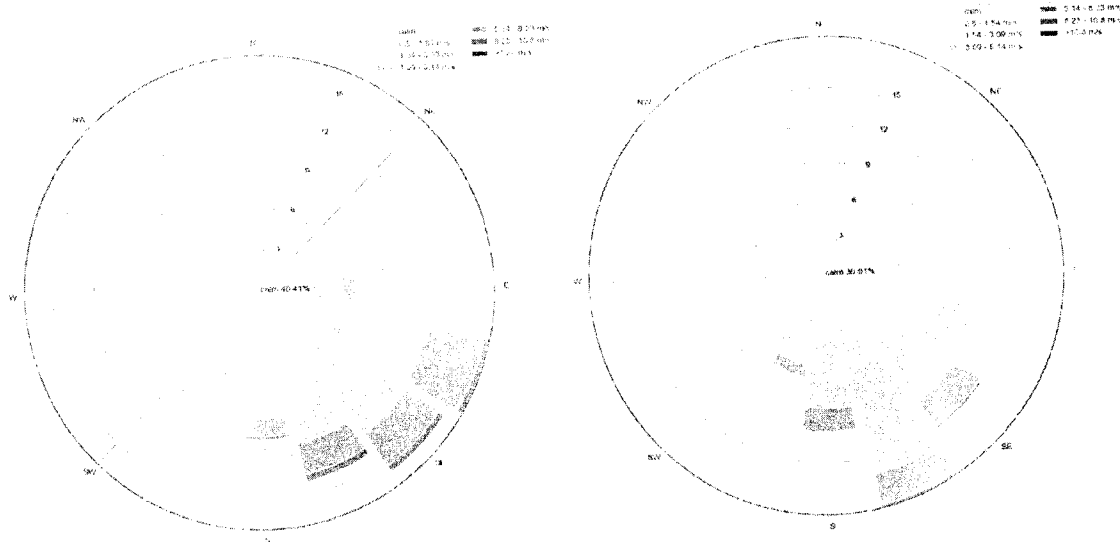
Като ефект, засенчване има по същество и при пункт „Каменица“, но то се изразява като значително намаление на скоростта на вятъра от двете основни посоки – запад и запад-северозапад, докато за пункт „Тракия“ тези посоки на практика имат нулева честота.

Казаното по-горе обяснява това, че и в двата пункта, „Каменица“ и „Тракия“, делът на тихото време е впечатляващ – 49.30 - 52.55 за пункт „Каменица“ и 36.91 - 40.41 за пункт „Тракия“. Вече бе нееднократно посочено, че липсата на вятър или твърде ниска скорост на вятъра са предпоставка за сериозно замърсяване на въздуха.



Фигура 7.19 Роза на вятъра по данни от АИС „Тракия“ за периода 2016-2021 година

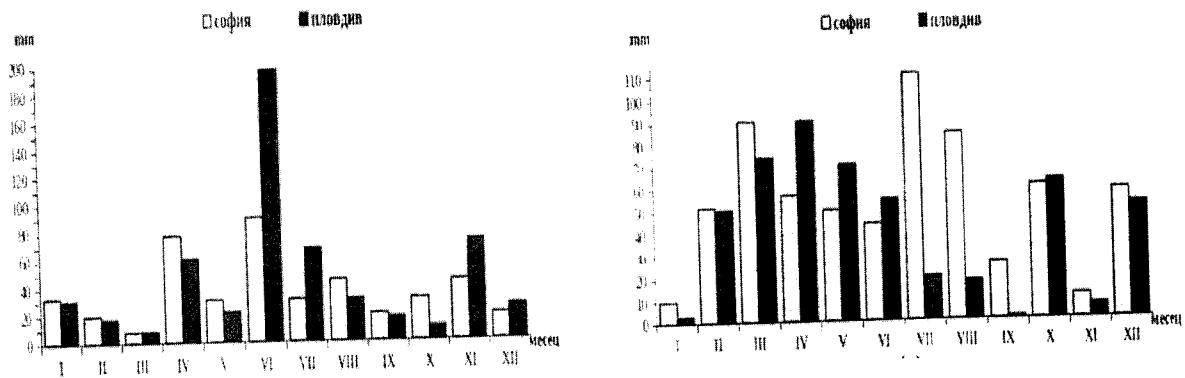




Фигура 7.20 Роза на вятъра от АИС „Тракия“ за месеците от ноември до февруари (ляво) и от март до октомври (вдясно) за периода 2016-2021 година

7.7 ВАЛЕЖИ И МЪГЛИ

Валежите – дъжд и сняг имат двустранно въздействие върху качеството на въздуха. По отношение на фините прахови частици дъждът и снегът „измиват“ атмосферата, като свалят частиците на земната повърхност. Умокрянето на растителността също улавя фини прахови частици и при по-продължителен дъжд ги транспортират към повърхностни води. Умокрянето на земната повърхност възпрепятства повторното суспендиране на праховите частици обратно във въздуха при вятърна ерозия или движението на МПС.



Фигура 7.21 Месечна сума на валежите за 2019 година (ляво) и 2020 година (вдясно) по данни от годишния хидрометеорологичен бюлетин на НИМХ

Обобщена месечна информация в графичен вид за валежите по данни от НИМХ е достъпна само за 2019 и 2020 година и е публикувана в „Годишен хидрометеорологичен бюлетин“ ISSN 2815-2735 (<https://bulletins.cfd.meteo.bg/>) (НИМХ, 2021).



Почасови и средноденощни данни за количеството валежи, *mm*, от метеостанция WMO 15625 (ICAO LBPD) – летище Пловдив са достъпни от юли 2018 година, като целогодишни данни за изследвания период 2016-2021 година са налични само за годините 2019, 2020, 2021г. Те са представени в Таблица 7.8, а в графичен вид и сравнени с исторически данни от БАН и от Climatebase (<http://climatebase.ru/station/15625>) на Фигура 7.22.

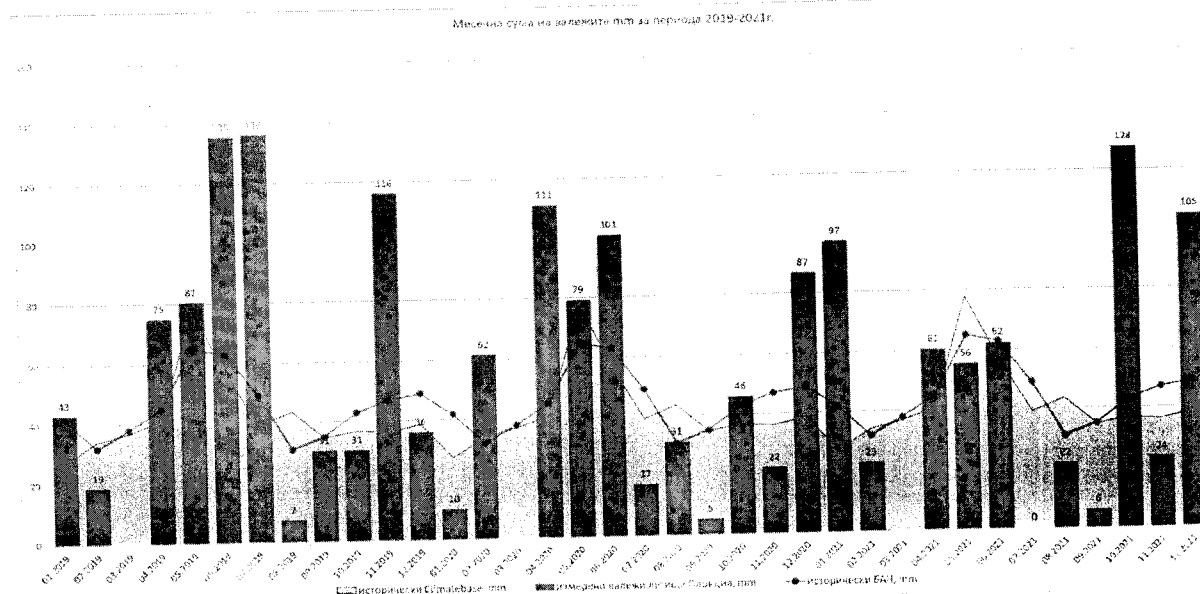
Таблица 7.8 Месечна сума на валежите *mm* за метеостанция WMO 12625 за периода 2019-2021 година

година	месец											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	43	19	-	75	81	136	136	7	31	31	116	36
2020	10	62	-	111	79	101	17	31	5	46	22	87
2021	97	23	-	61	56	62	0	22	6	128	24	105
исторически средномесечни ¹	28	34	37	41	78	57	39	44	35	37	36	39
исторически средномесечни ²	42	32	38	45	65	63	49	31	35	43	47	49

¹източник: Climatebase (<http://climatebase.ru/station/15625>)

²източник: Колева Е., Пенева Р., Климатичен справочник, Валежи в България, стр.36, БАН 1990г. (Колева & Р.,

1990)



Фигура 7.22 Месечна сума на валежите *mm* за периода 2019-2021 година по почасови данни от метеостанция WMO 15625 (LBPD, летище Пловдив) (исторически средномесечни валежи по данни на Climatebase и от Климатичен справочник, том „Валежи в България“)

Прави впечатление значително по-високите количества на валежите за определени месеци на летище Пловдив, в сравнение с данните на БАН и Climatebase, които в общи линии са в съзвучие. Тук разбира се трябва да се отчете фактът, че става дума за кратък времеви обхват на сравнението.



В по-големи подробности, данните от летище Пловдив са дадени в Таблица 7.9 и Таблица 7.10. В първата от тях за различните години от периода 2016-2021 са дадени общият брой часове на ръмеж, дъжд, сняг, мъгла с видимост под 1 km и мъгла с видимост от 1 до 5 km. Освен общия брой часове е даден и броят на денонощието, в които са се случили валежите.

Във втората (таблица 7.10) валежните явления като брой часове са разпределени по месеците на календарната година.

Таблица 7.9 Обобщение на часовете и броя дни с мъгла и валежни явления по METAR данните от летище Пловдив за периода 2016-2021 година

Преобладаващо време		2016	2017	2018	2019	2020	2021
РЪМЕЖ (DZ)	общо часове	10	13	67	14	13	29
	в брой дни	8	11	27	8	6	15
ДЪЖД (RA)	общо часове	511	574	607	520	636	705
	в брой дни	124	120	138	121	115	137
СНЯГ (SN)	общо часове	106	184	115	48	46	83
	в брой дни	18	25	24	10	8	18
МЪГЛА видимост под 1 км (FG)	общо часове	135	282	148	186	124	116
	в брой дни	26	44	39	28	20	25
МЪГЛА видимост от 1 до 5 км (BR)	общо часове	517	602	607	415	257	315
	в брой дни	89	97	101	71	57	63

Таблица 7.10 Месечно разпределение на броя на часовете с мъгла и валежи по METAR данните от летище Пловдив за периода 2016-2021 година

Преобладаващо време (брой часове)	месец											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
РЪМЕЖ (DZ)	14	40	29	6	0	0	0	0	3	16	25	13
ДЪЖД (RA)	316	308	525	404	353	241	139	88	150	328	357	344
СНЯГ (SN)	285	127	29	19	0	0	0	0	0	0	52	60
МЪГЛА видимост под 1 км (FG)	285	197	28	7	5	4	0	0	1	16	152	247
МЪГЛА видимост от 1 до 5 км (BR)	709	537	171	72	36	13	0	0	5	85	582	503

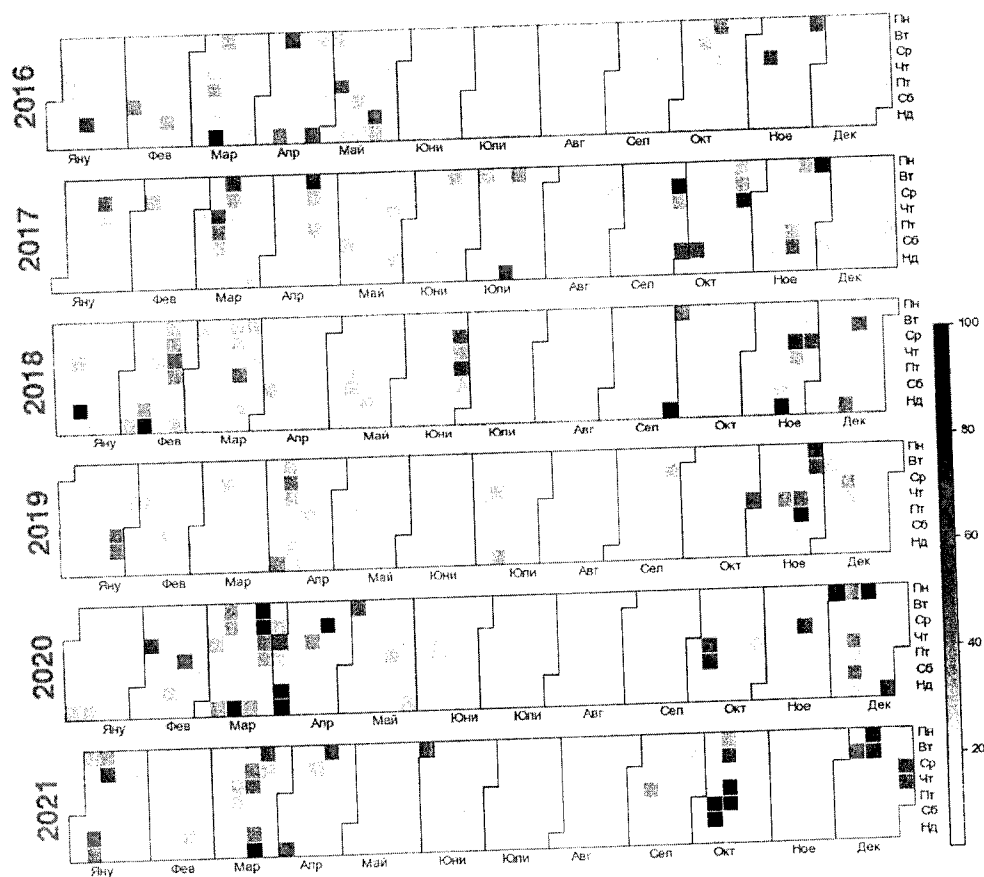


Фигура 7.23 и Фигура 7.24 илюстрират валежната обстановка в района на летище Пловдив. Първата от тях се отнася до дните с валеж от дъжд. Скалата от приложената легенда обхваща интервала от 0 до 100 % като се изчислява по следния начин:

- всеки час ръмеж се оценява като 50 %, а всеки час дъжд – като 100%;
- сумират се оценките за всички часове в денонощието;
- сумата се дели на 24, което определя и изведения цвят за денонощието.

Втората фигура (7.24) се отнася до оценка на снеговалежна обстановка. Оценката на отделните денонощия относно наличие или отсъствие на снеговалеж се реализира по следния начин:

- всеки час снеговалеж се оценява като 100;
- сумират се оценките за всички часове в денонощието;
- сумата се дели на 24 и получената стойност определя общата оценка за денонощието чрез цвета на елемента от картата.



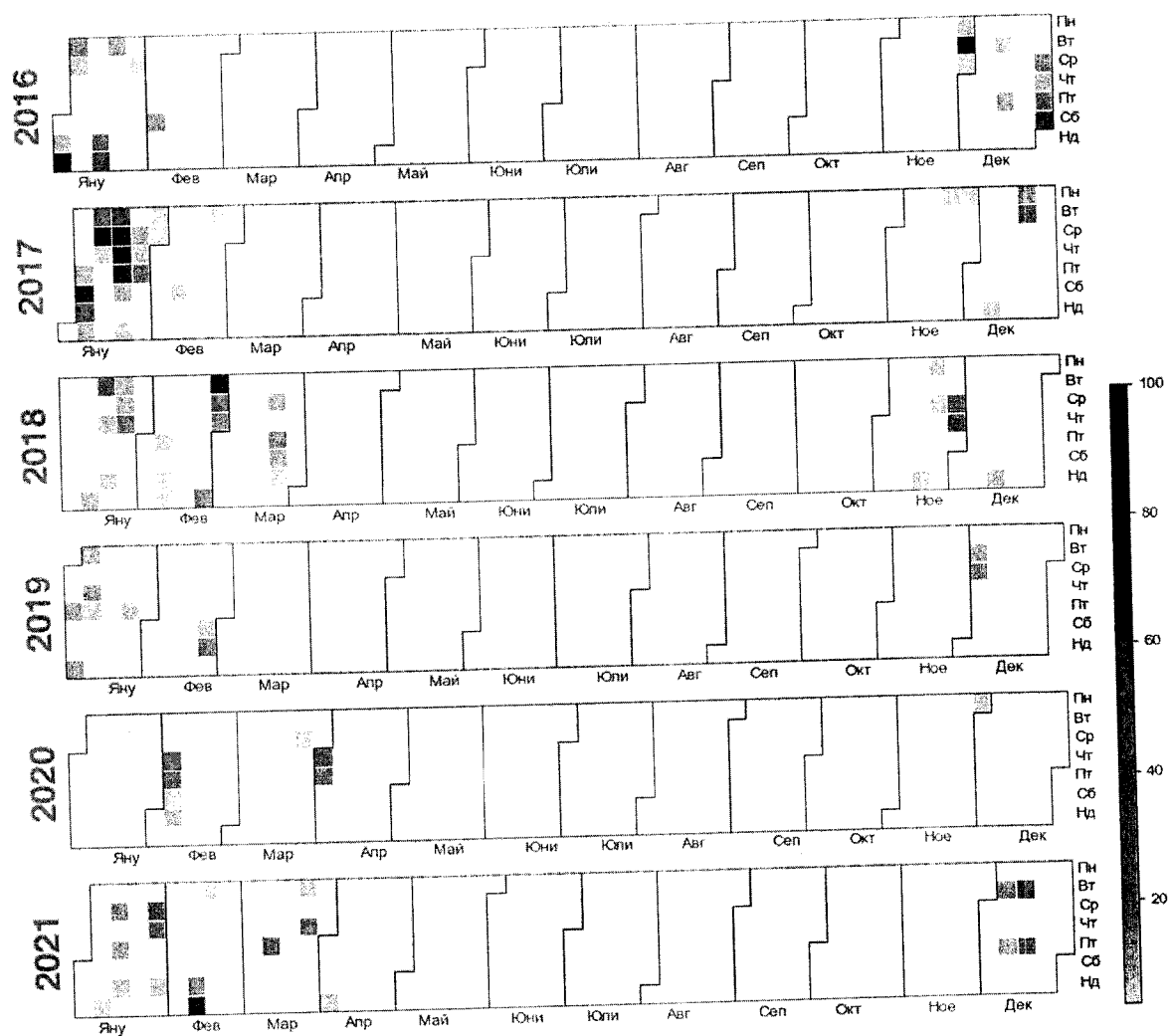
Фигура 7.23 Карта на дните с валежи от дъжд по данни от летище Пловдив за периода 01.01.2016 – 31.12.2021

Сравнението на двете фигури показва по-високата честота и (разбира се) по-равномерното разпределение на дъждовете през годината в сравнение със снеговалежите. Дните със снеговалеж са съсредоточени в месеците януари - март и ноември-декември.



Като обща оценка на валежната обстановка в района може да се каже, че като южен град, Пловдив не се отличава с твърде обилни валежи от сняг. Периодите на задържане на снежна покривка след валеж също не са дълги.

В Таблица 7.11 и на Фигура 7.25 се предоставя информация относно честотата и гъстотата на мъглите в района. Данните са взети от „Климатичен справочник на България“, том 2, БАН, 1979. В Таблица 7.11 са показани средният и максималният брой на дните с мъгла по месеците в годината. Средният брой дни с мъгла за месец януари например, е 6.7, но през периода на наблюдение са били регистрирани и случаи, при които през 14 дни от месец януари мъглата е била важна характеристика на метеорологичното време в района.



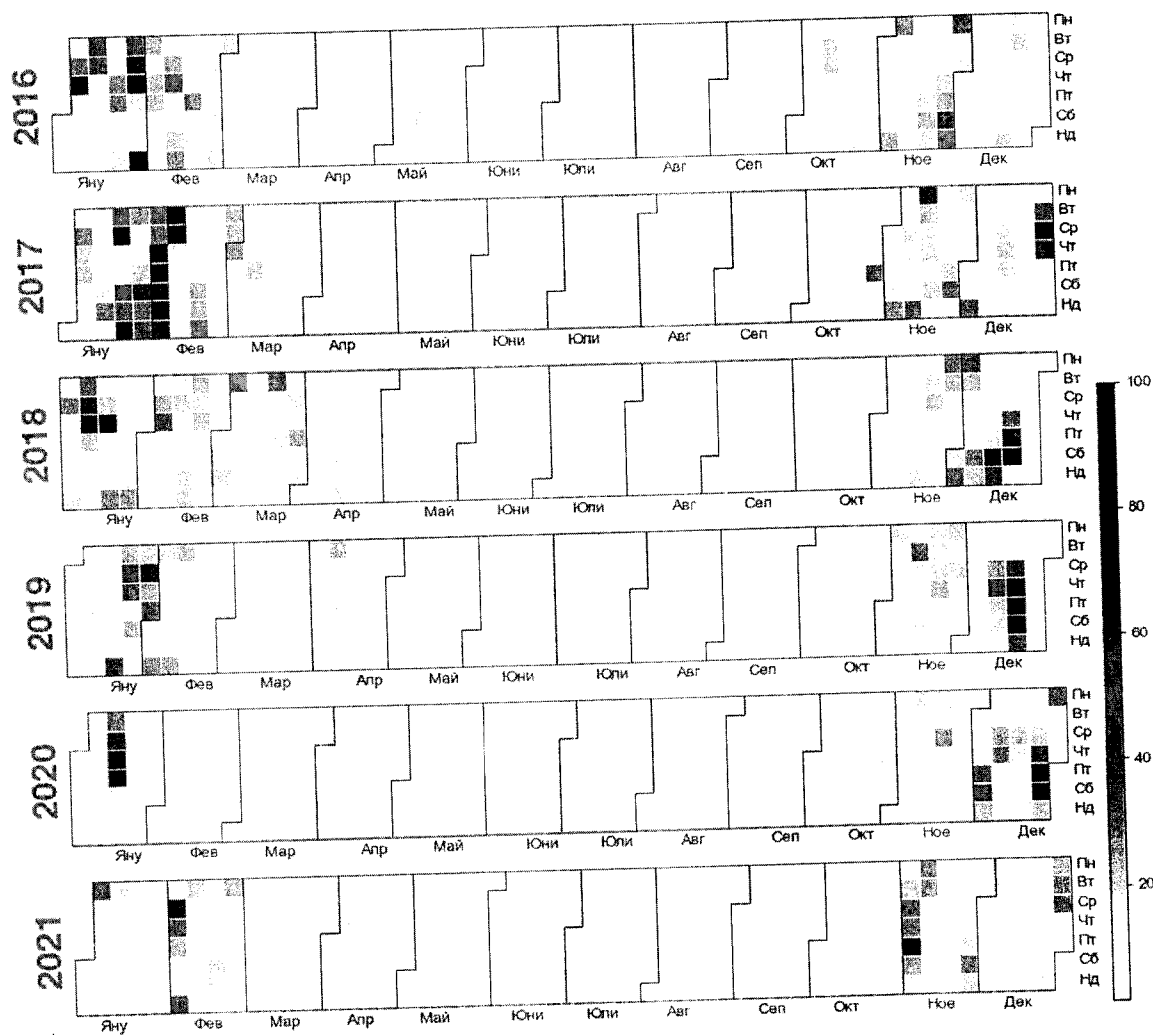
Фигура 7.24 Карта на дните с валежи от сняг по данни от летище Пловдив за периода 01.01.2016 – 31.12.2021

Месеците януари, февруари, ноември и декември са характеризират както с висок среден брой на дните с мъгла, така и с висок максимален брой на дните с мъгла.



Таблица 7.11 Брой на дни с мъгла по месеци за град Пловдив, по данни от „Климатичен справочник на България“, том 2, БАН, 1979 (Институт по хидрология и метеорология, 1979)

	месец											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
среден брой дни с мъгла	6.7	4.3	2.5	0.7	0.5	0.2	0	0.2	0.6	3.1	6.1	8.3
максимален брой дни с мъгла	14	11	9	4	3	2	0	2	4	13	15	15



Фигура 7.25 Карта на дните с мъгли по данни от летище Пловдив за периода 01.01.2016 – 31.12.2021

Оценката на дните с мъгла се определят както следва:

Скалата на приложената легенда обхваща диапазона от 0 до 100 %. Оценката за всеки от дните в годината (осреднена) за периода 2016 – 2021 се определя като:



- всеки час с мъгла (с видимост от 1 до 5 *km*) се оценява с 50;
- всеки час с мъгла (с видимост под 1 км) се оценява със 100;
- сумират се оценките за всички часове в денонощието;
- сумата се дели на 24 и получената стойност определя цвета на елемента от картата.



8 ИЗВОДИ ОТ АНАЛИЗА НА ДАННИТЕ ОТ МОНИТОРИНГА НА КАВ И МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ В ОБЩИНА ПЛОВДИВ

От анализа на мониторинга на КАВ и метеорологичните условия на територията на община Пловдив могат да бъдат направени следните изводи:

8.1 ОТНОСНО КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ В РАЙОНА НА ГРАД ПЛОВДИВ

- Средногодишната концентрация на фини прахови частици ФПЧ₁₀ в пункт „Тракия“ превишава значително (от 10.7 - 38.3 %) средногодишната норма за 5 години – 2016-2020. За последната година от периода на изследване 2021, средногодишната норма е спазена, но практически с нулев запас 38.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- След превишаване на СГН за ФПЧ₁₀ за 2016 и 2017 година, КАВ относно СГК в пункт „Каменица“ е в норма, но със сравнително малък запас - от 2.7 до 22.3 %.
- Средноденонощната норма за концентрацията на ФПЧ₁₀ от 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ е превишена и в двата пункта за мониторинг за всичките шест години на проведеното изследване. Превишенията на СДН за една календарна година варират между 47 и 127, т.е. от 12 до 92 превишения над допустимия брой 35.
- Относно средногодишната концентрация на азотен диоксид, докато пункт „Каменица“ е в норма за всичките 6 години на периода на изследване, в пункт „Тракия“ СГК на NO₂ продължава да бъде сериозен проблем. За 5 от шестте години превишенията на СГН варират от 3.2 до 24.6 %.
- По отношение на останалите пет от обхванатите в изследването замърсители – SO₂, CO и O₃ ФПЧ_{2.5} и ПАВ поне според измерените данни в пунктовете за мониторинг, община Пловдив няма проблеми с качеството на атмосферния въздух.
- Установена е ясно изразена сезонност на средномесечната концентрация на ФПЧ₁₀ за целия изследван период. Месеците януари, февруари, ноември и декември са с най-високи концентрации в сравнение с останалите месеци, като в началото на изследвания период (2016-2017 година) тези разлики са значително по-големи.
- Установени са дни от седмицата с изразени високи средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀, като най-характерен се откроява петък, дължащ се най-вероятно на по-интензивен трафик в навечерието на уикенда.
- Установени са и характерни часови диапазони с по-високи средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀, ясно отчетливи през отоплителния сезон като също се наблюдава намаляване на продължителността на часовете с висока концентрация в края на изследвания период.
- Диаграмите на разсейване показват ясна и категорична линейна корелация между нивата на ФПЧ₁₀, регистрирани от двата пункта, въпреки че те се класифицират съответно



като градски фонен и транспортно ориентиран. Това означава, че най-вероятно концентрациите на ФПЧ_{10} измерени в тези пунктове се формират от едни и същи източници и процеси.

- Корелирани са и данните за концентрациите на ФПЧ_{10} в двата пункта със стойностите на температурата, и както може да се очаква, тази корелация е отрицателна.

- Установена е периодична колебателна характеристика на изменението на концентрацията с период около 28 дни на ФПЧ_{10} във всеки един от пунктовете за целия изследван период.

- Подобно на поведението на ФПЧ_{10} , концентрацията на NO_2 има ясно изразена сезонност, но без да се наблюдава определена тенденция за намаляване на разликата зимен/летен период в последните години от изследвания период.

- Средночасовата концентрация на NO_2 има ясно изразен вечерен пик според данните от АИС „Тракия“, както и вечерен петъчен максимум и съботно-неделен сутрешен минимум, което се обуславя от поведението на трафика в района на пункта.

- Анализът на измерените стойности на средночасовата концентрация на азотен монооксид (NO) в АИС „Тракия“ ясно показва пиковите часове с натоварен трафик около 7 и 19 часа, както и намаляването и изглаждането на максимумите в началото (2016 година) и в края (2021 година) на изследвания период, дължащо се на адекватното управление на трафика от страна на транспортния отдел на община Пловдив.

- Значителна корелация между стойностите на средночасовите концентрации на CO и NO_2 се наблюдава при данните от АИС „Каменица“, докато диаграмата на разсейване от АИС „Тракия“ показва по-слаба корелация, което е свързано с по-голямото влияние на битовото отопление в АИС „Каменица“.

- CO не е проблемен замърсител сам по себе си, но е изключително полезен индикатор за оценка на приноса на битовото отопление към замърсяването на въздуха. Стойностите на неговата среднодневна концентрация през зимните месеци в началото на периода са значително по-високи, което може да се дължи както на намалено потребление на горива в бита в края на периода, така и на по-благоприятните метеорологични условия.

- Установена е рязка промяна в среднодневната концентрация на SO_2 , като за последните два месеца от 2019 година тя намалява съществено и запазва ниски нива до края на изследвания период.

- Сезонност се наблюдава и при средномесечната концентрация на озон, но за разлика от другите замърсители при озона високите концентрации се наблюдават през летните месеци – юли и август, тъй като формирането му е непосредствено свързано с количеството слънчева радиация.



- За периода 2018 -2021 година средногодишните стойности на концентрацията на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ са под $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. С други думи нормата, която влиза в сила от 2020 година, е спазена с две години по-рано. В този смисъл, $\text{ФПЧ}_{2.5}$ не е проблемен замърсител за община Пловдив.

- Рязкото спадане на средногодишната концентрация на ПАВ под нормата $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, за три последователни години - 2019, 2020 и 2021 означава, че според измерените данни този замърсител не е проблемен за община Пловдив.

- Направен е подробен анализ на метеорологичните параметри от АИС „Каменица“, АИС „Тракия“ и летище Пловдив за изследвания период, като някои от данните са сравнени с дългогодишни наблюдения на съответния параметър от климатичния справочник на България.

- Розите на вятъра, построени по данни от трите източника на информация, показват, че поради разположението си в ПМ „Каменица“ се измерват скорости на вятъра около $1 \text{ m}/\text{s}$ през по-голямата част от времето, а ПМ „Тракия“ е засенчен от запад – северозапад, от където се наблюдават най-честите ветрове за района.

- Честите мъгли са характерни за град Пловдив, поради влиянието на р. Марица и особеностите на релефа, но по-интензивни и продължителни определено се наблюдават през месеците януари, февруари, ноември и декември.

- Проведените анализи и направените изводи позволяват да се дефинират критичните за замърсяването на въздуха часови, дневни, седмични и месечни периоди с необходимост от въвеждане на специални мерки за намаляване на емисиите на замърсители.

8.2 ОТНОСНО ОПЕРАТИВНИ МЕРКИ И ДЕЙСТВИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ И АЗОТНИ ОКСИДИ В АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ ОТ АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ

- Направеният анализ на въздействието на автомобилния транспорт върху качеството на въздуха в общината налага въвеждане на зона с ниски емисии от този сектор.

- Границите на зоната с ниски емисии от транспорт следва да бъдат определени на базата на дисперсионно моделиране, което да установи ефекта от въвеждане на зоната.

- Зоната с ниски емисии следва да обхване централната част на града, за която да се въведат рестрикции относно навлизането и движението на автомобили от нисък технологичен клас във вътрешността ѝ.

- Възможните мерки за намаляване на емисиите от втория основен източник на замърсяване – битовото отопление са трудно реализуеми. Налагане на рестрикции в това направление е трудно и като организация, и като управление. Затова зоната с ниски емисии от транспорт трябва да обхване активния период за битовото горене. Ползвателите на лични



автомобили имат алтернативи, докато за голяма част социално слаби граждани това не е така.

- Неправомерно навлизане в ЗНЕ на автомобили, за които се прилагат рестрикции следва да бъде установявано чрез системата от камери по границите на зоната и санкционирано по административен ред.

8.3 ОТНОСНО ОПЕРАТИВНИ МЕРКИ И ДЕЙСТВИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ И АЗОТНИ ОКСИДИ В АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ

- Намаляването на емисиите от битово горене за отопление може да дойде от подпомагане на домакинствата да преминат към по-ефективни отоплителни устройства – печки на пелети, термопомпи, използване на термални води и др. Общината следва да бъде активна в това направление.

- Рестрикциите и административни наказания по линия на изгаряне на отпадъци, отработени масла и други нерегламентирани материали могат да изиграят поне отчасти роля на зона с ниски емисии от битово отопление.



9 АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА ВАРИАНТИ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ

Главна цел на въвеждането на зони с ниски емисии е подобряване на качеството на атмосферния въздух в населени места, райони и области, в които то не е задоволително. Разбира се, единственият начин тази цел да бъде постигната е *намаляване на емисиите на проблемни за съответната зона замърсители* докато КАВ се подобри до степен, отговаряща на изискванията на нормативната база. Както бе отбелязано, все по-важен инструмент в това отношение представляват зоните с ниски емисии.

Зоните с ниски емисии на замърсители на въздуха представляват съвкупност от:

- територия;
- мерки за намаляване на емисиите на проблемните за зоната замърсители на атмосферния въздух;
- алгоритъм за въвеждане в действие или прекратяване на действието на зони с ниски емисии от тип 2;
- система за информиране на обществеността относно териториалния обхват и периода на действие на зоната с ниски емисии;
- система за контрол върху изпълнението на наложените рестрикции;
- система за налагане на санкции.

Предвижда се за община Пловдив да бъдат разработени и внедрени две зони за ниски емисии – *от автомобилния транспорт и от битовото горене за отопление.*

Европейският опит показва, че и като организация, и като управлението ЗНЕ от сектора битово горене за отопление са трудни за реализация. Трудно реализуем е и контролът по изпълнение на утвърдените мерки за намаляване на емисиите в сектора.

По тези причини не могат да се очакват значими и най-вече бързи резултати, свързани с кратковременни действия (мерки), от прилагане на ЗНЕ от тип 2 за този сектор. Ето защо е целесъобразно, необходимото намаление на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди да бъде постигнато, разбира се доколкото това е възможно, посредством въвеждане на дългосрочна (около 5 месеца) ЗНЕ от автомобилния транспорт.

Мерките за намаляване на емисиите от битовото горене следва да бъдат методични и дългосрочни (ЗНЕ от тип 1), Те по-скоро трябва да осигурят въвеждането на постоянно действащи стандарти по отношение на използваните твърди горива, както и по отношение на използваните горивни устройства.

Освен това, трябва активно да се подпомага въвеждането на алтернативни, високо ефективни и екологосъобразни начини за получаване на енергия, като газови устройства, климатици и термопомпи. Предвид казаното, предлагаме въвеждането на ЗНЕ за секторите



автомобилен транспорт и битово отопление да се реализира по схемата на Фигура 9.1.



Фигура 9.1 ЗНЕ от сектори автомобилен транспорт и битово отопление в община Пловдив

На нея са представени две ЗНЕ от тип 1 – за автомобилния транспорт (по време на отоплителния период) и за всички мерки, насочени към намаляване на емисиите на замърсители от битовото горене за отопление. За сектора автомобилен транспорт е предвидена и ЗНЕ от типа 2. Тя обхваща централната част на града, където към настоящия момент действат синя и зелена зона за паркиране. Предвижда се при прогноза за очаквани опасни метеорологични ситуации цената за едночасово паркиране, за дните с неблагоприятни метеорологични условия, да нарасне (по решение на общинските власти значително).

9.1 ВАРИАНТИ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ ТРАНСПОРТ

Обект на въздействие за зоната с ниски емисии от транспорт са леки автомобили от различни еко-групи, определени в съответствие с Таблица 9.1.

Таблица 9.1 Определяне на Еко групата на автомобилите

	Еко-група	Евро Стандарт	Първа регистрация
бензин	1	Без / I, II	Преди 01.07.1992 / Преди 01.01.1996
	2	I, II, III	01.01.1996 - 01.01.1998
	3	III, IV, V, VI	01.01.1998 - 01.09.2009
	4	V, VI	след 01.09.2009
дизел	1	Без / I, II, III	Преди 01.01.2002
	2	IV, V	от 01.01.2002 - 01.01.2007
	3	IV, V, VI	01.01.2007 - 01.09.2009
	4	V, VI	след 01.09.2009



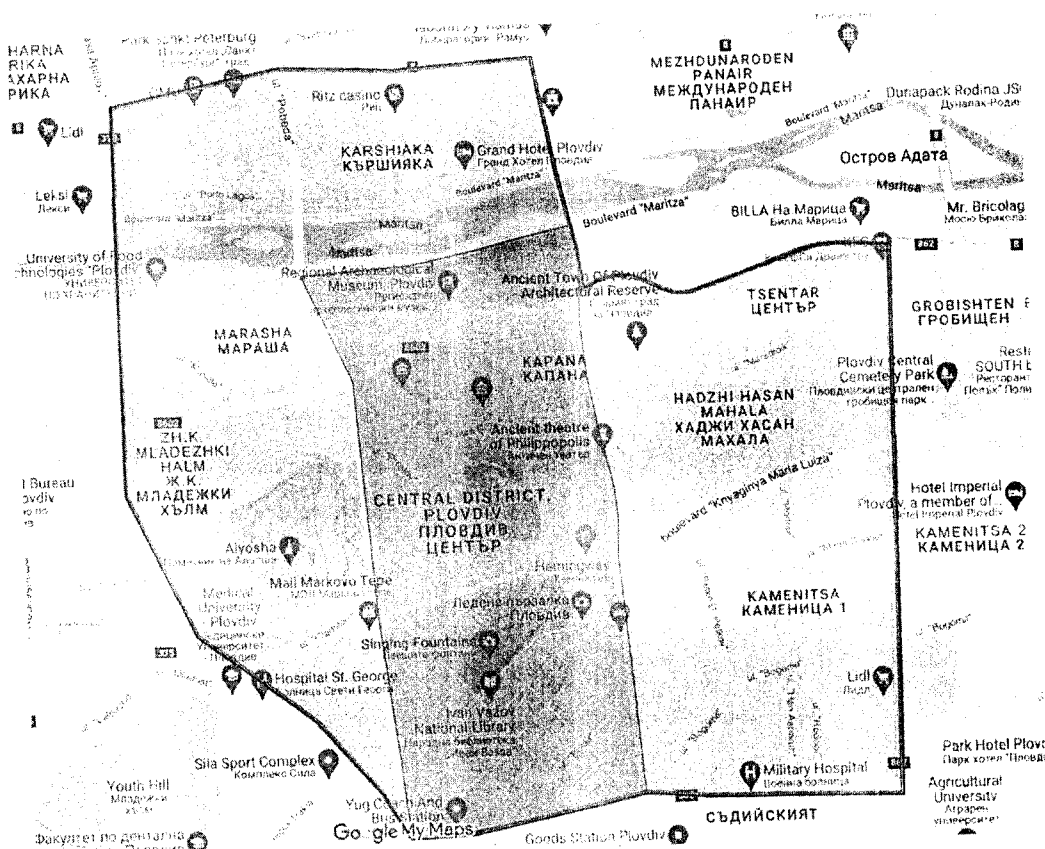
9.1.1 Варианти на териториалния обхват на ЗНЕ

9.1.1.1 Териториален обхват - вариант 1

Карта на териториален вариант 1 е представена на Фигура 9.2. Нейните граници се очертават от: бул. „България“; бул. „Цар Борис III обединител“; бул. „6-ти септември“; бул. „Източен“; бул. „Христо Ботев“; и бул. „Васил Априлов“.

Площта на зоната е около 5.51 km^2 , а дължината на обхода ѝ е около 10600 m . В първоначалния план бе предвидено във вътрешността на описаната територия, (голям ринг) да бъде обособена по-малка, вътрешна част (малък ринг), който се очертава от: бул. „Марица“; малка част от бул. „Цар Борис III обединител“; бул. „6-ти септември“; бул. „Източен“; бул. „Христо Ботев“; и бул. „Руски“. На картата малкият ринг е показан в светлосин цвят. Той има площ около 1.66 km^2 , а дължината на обхода му е около 5730 m .

По предварителни изчисления обаче бе установено, че вътрешната зона е твърде малка по територия, а оттук има и твърде малък ефект относно подобряване на КАВ на територията на общината. По тази причина тя отпадна като обособена зона. Могат да бъдат въведени различни варианти на рестрикция, а именно забрана за навлизане и движение на автомобили от еко-група 1 или към тях да бъдат добавени и автомобили от еко-група 2.



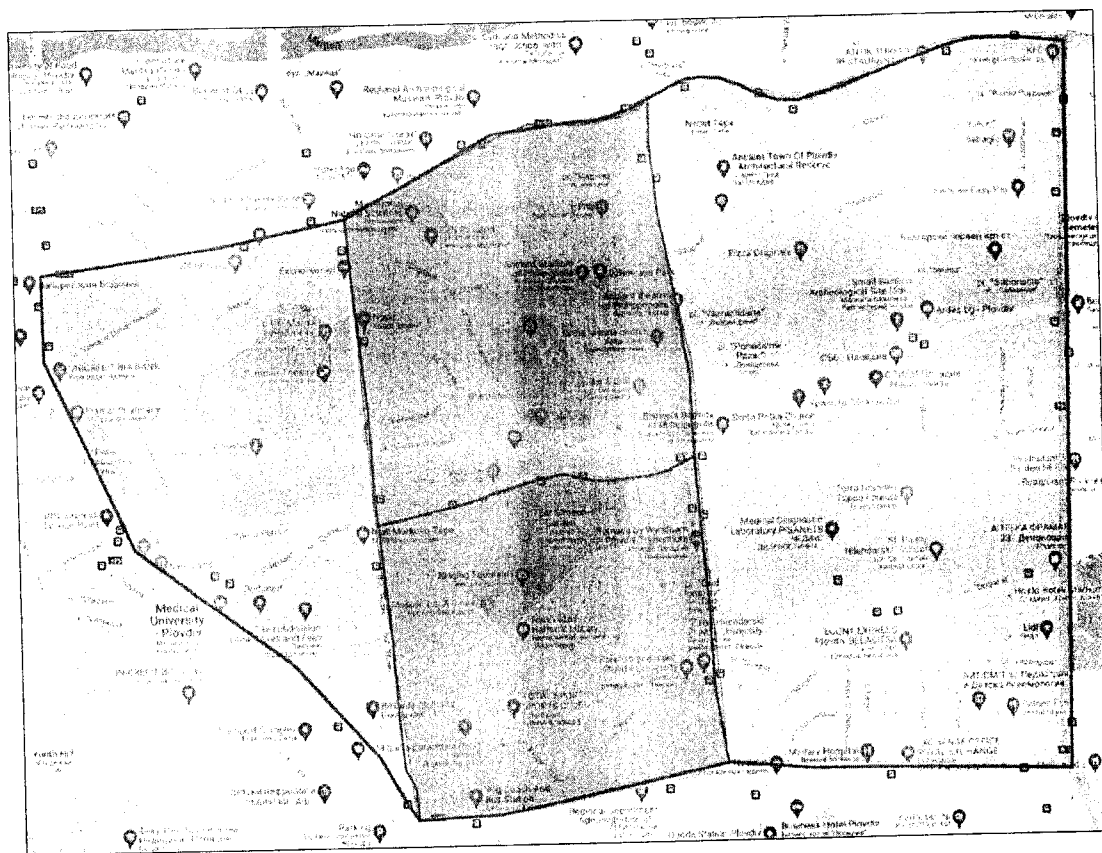
Фигура 9.2 Териториален обхват на ЗНЕ за вариант 1



9.1.1.2 Териториален обхват - вариант 2

Инфраструктурата на град Пловдив се характеризира с определени особености, които затрудняват избора на териториалния обхват на ЗНЕ. Една от тези особености е тази, че градът се разделя на две части от преминаващата през него река Марица. Самата река обуславя метеорологични условия, които са неблагоприятни за КАВ, особено през късната есен и зимата. От друга страна обаче, за преминаване от единия бряг на реката към другия автомобилният трафик има на разположение само четири моста – на бул. „Северен“, бул. „Цар Борис III Обединител“, ул. „Победа“ и бул. „Васил Априлов“. Този факт предполага значим интензитет на автомобилния трафик по бул. „Марица“ от южната и бул. „България“ от северната страна на реката, а при териториален вариант 1 (Фигура 9.2) последният ще би бил северен обход на ЗНЕ.

Карта на ЗНЕ при териториален обхват вариант 2 е представена на Фигура 9.3. При този вариант северната граница (северният обход на зоната) се измества на бул. „6-ти септември“. По принцип такова териториално решение намалява територията на ЗНЕ, което следва да доведе до определено повишаване на нивата на замърсителите в самата зона, но от друга страна, евентуални сериозни задръствания биха имали по-опасен ефект върху КАВ на територията на общината.



Фигура 9.3 Териториален обхват на ЗНЕ за вариант 2



Предвид горните съображения е избран териториален обхват на зоната да бъде показаният на Фигура 9.3.

9.1.2 Варианти на наложени рестрикции за навлизане и движение в ЗНЕ

Известно е, че всяко ограничение е свързано с недоволство и съпротива от страна на гражданите. Ето защо, логично е въвеждането на ЗНЕ от транспорт да започне от най-силно замърсяващите въздуха автомобили и ако е наложително, да се добавят рестрикции за навлизане и движение на следваща еко-група или на част от нея. Възможни са различни варианти на рестрикции (забранено навлизане и движение) на:

- автомобили от еко-група 1;
- автомобили от еко-група 1 и 2;

Известно е, че автомобилите в България се характеризират със сравнително голяма възраст. Това ги определя като превозни средства със значителен принос към замърсяването на въздуха в приземния слой. Около 24 % от използваните автомобили са категоризирани в екологична група 1. От тук следва, че е твърде възможно и вероятно рестрикциите за навлизане и движение на територията на ЗНЕ да засегнат само автомобили от еко-група 1.

Дали това ще се окаже вярно предположение ще бъде установено след математично моделиране на разпространението на замърсителите и определяне на приземните им нива. Описаният по-горе подход за определяне на ограниченията е напълно приложим и за други териториални решения за ЗНЕ.

В допълнение трябва да се отбележи, че когато е необходимо и се въведе зоната с ниски емисии от транспорт от типа 2 (Фигура 9.1), тя всъщност ще има обект за въздействие именно автомобили от групите с по-висок екологичен клас.

9.1.3 Технически показатели

От техническа гледна точка трябва да бъде изградена необходимата инфраструктура за обозначение и сигнализация, както и за регистриране на нарушителите и налагане на административни наказания. Освен за техническите средства, отбелязани току що, въвеждането на зона с ниски емисии от транспорта вероятно ще изисква и допълнителни средства, но тук трябва да отбележим, че предложената (на Фигура 9.1) мярка за повишаване на цената на синя и зелена зона при опасни метеорологични ситуации ще осигурява допълнителни приходи за Общината. Анализът на КАВ сочи, че най-ефективното действие на зоната би бил в периодът от 15 октомври до 15 март на следващата година.

9.1.4 Екологични показатели

Оценка на намалението на емисиите от транспорт може бъде направена при осигуряване на данни относно автомобилния парк в общината и разпределението на



автомобилите по екологични групи и технологичен стандарт. За тази оценка е наложително община Пловдив да предостави информация относно регистрираните в общината автомобили, техния технологичен стандарт, възраст и среден годишен пробег на автомобилите по категории, дата на първоначалната регистрация и принадлежност към една от определените екологични групи.

Очаква се замяната на печки, използващи дърва, с екологично-ефективни горивни устройства по линия на ОПОС да доведе до значителна редукция на емисиите на ФПЧ от сектор битово отопление.

9.1.5 Социални показатели и ефекти

Социалният ефект от въвеждане на зона с ниски емисии от транспорт е неоспорим предвид това, че автомобилният транспорт е един от главните източници на замърсяване на въздуха с азотни оксиди и фини прахови частици. При това емисиите от транспорта се реализират на твърде малка височина над пътната настилка.

Освен това, характерните за Пловдив тепета и преминаващата през целия град река Марица определят особена улична инфраструктура. Основният трафик преминава в преобладаващата си част по четирите моста на реката. Това са мостовете на бул. „Васил Априлов“, ул. „Победа“, бул. „Цар Борис III Обединител“ и бул. „Северен“.

Струпването на голям брой автомобили, особено в пиковите часове, на подходите на споменатите по-горе мостове определя и висока степен на замърсяване на въздуха в централната част на града с фини прахови частици и азотни оксиди.

Много от булевардите на град Пловдив са по направлението на преобладаващите ветрове – с най-голяма честота от запад и от запад-северозапад. При сравнително слаб вятър по преобладаващите направления, концентрациите на фини прахови частици и азотни оксиди, емитирани от транспорта, нарастват по посока на движението на въздушния поток поради ефекта на кумулативно натрупване на замърсителите.

Казано с други думи, намаляването на броя на движещите се в централната част на града автомобили, които замърсяват въздуха в най-голяма степен, във всички случаи ще има положителен екологичен ефект.

Нашият опит при идентична разработка (Зони с ниски емисии от транспорт в град София) показва, че въвеждането на ЗНЕ в централната част на града (малкият ринг) води до „изтласкване“ на емисиите към периферията на зоната – обходните пътни артерии. Това логично води до известно повишаване на концентрациите на замърсителите по границите на зоната, но това повишение е незначително поради разсейването на фините прахови частици и азотните оксиди в много по-голям обем от въздух.



Намаляването на степента на замърсяване на атмосферния въздух ще доведе до намаляване на заболяемостта у населението на общината и оттук до по-добро качество на живота. Разбира се това ще допринесе и за намаляване на разходите за лечение. За определена част от населението това ще причини определени неудобства, но те не могат да бъдат аргумент за отказ от въвеждане на зоната с ниски емисии.

9.1.6 Финансови показатели

При настоящата икономическа и геополитическа обстановка точни финансови показатели относно реализацията на проект за разработване и въвеждане на зона с ниски емисии от транспорт трудно могат да бъдат определени. Трудностите в това направление произтичат от динамичната обстановка на финансовите пазари и стоковите борси, както и от преустановените доставки на природен газ, постоянното поскъпване на електроенергията нарастващата инфлация и т.н. Приблизителен финансов разчет при финансовите условия към настоящия момент е представен в Таблица 9.2. С включен данък добавена стойност общата сума за инвестиции и поддръжка възлиза на 3 949 637 лв. Накрая, намираме за необходимо изградената техническа система, необходима за функционирането на ЗНЕ, да бъде застрахована срещу природни явления, престъпни посегателства, пътни инциденти и други застрахователни събития.



Таблица 9.2 Приблизителен финансов разчет за остойността на въвеждането на ЗНЕ от транспорт

Наименование	Марка	Количество	Ед. цена лв. без ДДС	Сума лв. без ДДС
ANPR камера с включена инфраструктура за монтаж и СМР	бр.	23	11 000.00	253 000
Управляем пътен знак В1+Т1; В21+Т1 с включена инфраструктура за монтаж и СМР	бр.	15	2 500.00	37 500
Информационни табла с променливо съдържание на информацията с включена инфраструктура и СМР	бр.	5	45 000.00	225 000
Оборудване (шкаф, компютър, UPS, ODF, медия конвертори)	бр.	15	5 000.00	75 000
ANPR камера с включена инфраструктура за монтаж и СМР	бр.	55	11 000.00	605 000
Управляем пътен знак В1+Т1; В21+Т1 с включена инфраструктура за монтаж и СМР	бр.	60	2 500	150 000
Информационни табла с променливо съдържание на информацията с включена инфраструктура и СМР	бр.	4	45 000	180 000
Оборудване (шкаф, компютър, UPS, ODF, медия конвертори)	бр.	40	5 000	200 000
Изграждане на оптична комуникационна свързаност	бр.	80	2 500	200 000
Наем на услуга MAN за осигуряване на комуникационна свързаност за една година	бр.	20	1 560	31 200
Сървъри за осигуряване на обработка на данни от ANPR	бр.	4	15 000	60 000
Запазване на информация за осигуряване на обработка на данни от ANPR	бр.	1	55 000	55 000
Сървъри за осигуряване на обработка на данни за нарушения	бр.	2	15 000	30 000
Запазване на информация за осигуряване на обработка на данни от нарушения	бр.	1	55 000	55 000
Сървър за управление на система за УПЗ	бр.	1	15 000	15 000
Сървър за управление на система за VMS	бр.	1	14 000	14 000
Софтуерна платформа за обработка на данни от ANPR	бр.	1	300 000	300 000
Софтуерна платформа за обработка на данни от нарушения	бр.	1	450 000	450 000
Софтуерна платформа за обработка на система за VMS	бр.	1	25 000	25 000
Служители за обработка на данни, управление и мониторинг на системата (год. разход)	бр.	2	24 000	48 000
Консумирана електро енергия (годишно)	бр.	1	171 389	171 389
Следгаранционна поддръжка за хардуер(годишно)	бр.	1	86 275	86 275
Следгаранционна поддръжка за СМР(годишно)	бр.	1	25 000	25 000
Общо разход за инвестиции:				2 929 500
Общо годишен разход за поддръжка на системата:				361 864

*В остойността на въвеждането не са включени разходи за изготвяне на проектна документация и нейното съгласуване



9.2 ВАРИАНТИ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ

В съответствие с чл. 28а на ЗЧАВ, в сила от 22.12.2015 г., общинските съвети могат да:

- ограничават употребата на определени видове горива или уреди за отопление;
- ограничават движението на моторни превозни средства, определени категории моторни превозни средства и/или на определени екологични групи моторни превозни средства на територията на съответната община

Общинските власти могат да комбинират всичките дейности в дясната част на Фигура 9.1. Особено ефективно може да бъде въвеждането на ограничения и забрана за продажба и използване на влажна дървесина (Наредба №6 от 7.октомври 2019 г. за изисквания и контрол върху дървесината, която се използва за битово отопление). Освен това може да се въведе и Наредба за минимална изискуема калоричност и максимално допустимо съдържание на пепел и сира във въглищата, предлагани за закупуване от населението.

Както е известно, Общината разполага с финансиране по програма „Околна среда“ за безвъзмездна замяна на стари, неефективни горивни устройства с печки, използващи пелети и други отоплителни устройства.

9.2.1 Технически показатели

Генерално решение на проблема, свързан със замърсяване на въздуха в много населени места на България е централното топлоснабдяване. Топлоцентралите и електроцентралите, които предлагат топлинна енергия за битови нужди, представляват промишлени предприятия с големи горивни инсталации. При това, повечето от тях използват като гориво природен газ.

Това на първо място предполага липса на емисии от твърди частици т.е. фини прахови частици. Газовите замърсители са преди всичко въглероден оксид и предвид високотемпературния горивен процес – азотни оксиди. Отпадъчните газове се изпускат през високи комини, което означава, че те не застрашават КАВ в приземния слой на атмосферата. Проблем представлява обстоятелството, че значителен дял от гражданите отказват да ползват услугите на централното отопление поради високите, непосилни за тях, цени. Използването на природен газ като гориво, климатици или термопомпи също не е по силите на голяма част от населението поради високите цени на газа и електроенергията от една страна и началната инвестиция за термопомпа - от друга.



9.2.2 Екологични показатели

В последните години, в редица общини в България започна процес на замяна на стари и неефективни горивни устройства на дърва и въглища (Интегриран проект „Българските общини работят заедно за подобряване на качеството на атмосферния въздух“) с нови, съвременни и екологично ефективни горивни устройства, които използват като гориво дървесни пелети.

Община Пловдив не е бенефициент по този проект, но също е намерила възможности (по линия на програма ОПОС) за подпомагане на гражданите да заменят старите си устройства с печки, използващи пелети. Ефектът от това върху КАВ се дължи на факта, че за 1 GJ енергия емисията на фини прахови частици от изгаряне на пелети е 60, а ако се изгарят дърва - 760 g. Тогава замяната на всяко неефективно устройство на твърдо гориво с печка, използваща пелети, ще редуцира емисиите на ФПЧ₁₀ от едно домакинство с около 27 kg/y, а доколкото към момента в Общината са подадени около 1900 заявления общата редукция на емисиите на ФПЧ₁₀ възлиза на около 51 тона годишно

9.2.3 Социални показатели и ефекти

По своята същност, реализацията на проект с предмет замяна на екологично неефективни горивни устройства със съвременни печки, използващи пелети, фактически представлява въвеждане на ЗНЕ от битово горене за отопление. По аналогия с подпомагането на гражданите със средства за закупуване на дърва и въглища, Общината предлага възможности за подпомагане и гражданите, които желаят да преминат на отопление с пелети. Драстичната разлика между емисионните фактори от 760 на 60 g/GJ топлинна енергия намалява значително емисиите на ФПЧ₁₀, сравнено с горенето на дърва. От съществено за гражданите значение е и несравнимо по-голямото удобство при използването на пелети.

9.2.4 Финансови показатели

По-горе бе споменато, че към настоящия момент е почти невъзможно да бъде направен прецизен финансов анализ на реализацията на зони с ниски емисии на територията на община Пловдив. Все пак финансирането на дейностите по замяна на стари горивни устройства към момента възлиза на 13 млн. лева.

По тези причини зоната с ниски емисии от битово горене за отопление предвижда постоянни по своя характер мерки свързани с въвеждане на отоплителни устройства без никакви или с много ниски емисии на фини прахови частици, азотни оксиди и ПАВ. Такива са:



- отоплителни устройства, използващи за гориво пелети;
- климатици;
- термопомпи;
- газови горивни устройства;
- централно топлоснабдяване.

За въвеждане на изброените начини на отопление са осигурени средства по линия на

Оперативна програма „ОКОЛНА СРЕДА“.

Изброените по-горе мерки за намаляване на емисиите на замърсители са в процес на прилагане и финансовите разчети във връзка с реализацията им са налични за бенефициента.

9.2.5 Начини за информиране на обществеността и обсъждане на въвеждането на зона с ниски емисии

Една от най-важните предпоставки за успешното въвеждане на зони с ниски емисии е гражданството да бъде спечелено за каузата. За целта следва да се извършат следните дейности:

1. Разгръщане на подходяща разяснителна информационна кампания за необходимостта от приемане на мерки за решително подобряване на качеството на атмосферния въздух, която да предостави на обществеността информация относно:
 - качеството на атмосферния въздух на територията на общината;
 - проблемните за общината замърсители на въздуха;
 - главните източници на замърсяване;
 - вредите на замърсителите върху човешкото здраве и икономиката на общината.
2. Разяснителните дейности следва да бъдат реализирани по всички канали – радио, телевизия, преса, печатни материали, билбордове и организиране на граждански обсъждания.
3. Информационните материали трябва да доведат до съзнанието на гражданите всички дейности на общината, които биха насърчили гражданите да използват градския транспорт вместо личния си автомобил или да изберат екологичния начин на отопление.

9.2.6 Начини за оценка на ефектите от прилагане на зоните с ниски емисии

Единственият възможен подход за оценка на ефектите от прилагане на зоните с ниски емисии преди въвеждането им е да бъде изчислено намалението на емисиите на замърсители и след това, посредством математично моделиране на разпространението на замърсителите и определяне на концентрациите им в приземния слой на атмосферата да се оцени подобряването на КАВ на територията на общината.



10 ОЦЕНКА НА ЕФЕКТА ОТ ВЪВЕЖДАНЕТО НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ ТРАНСПОРТ И БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ ВЪРХУ КАВ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ

Ефектът от реализацията на какъвто и да е проект може да бъде оценен само и единствено посредством математично моделиране. Когато става дума за проект, свързан с качеството на атмосферния въздух, основното изискване към математичния модел е да може да изчислява приземните концентрации на обхванатите замърсители на въздуха с достатъчна точност и оттук – да предостави възможности за оценка на КАВ на територията на изследваната област при различни емисии и различни метеорологични условия.

В настоящото изследване за оценяване на КАВ ще бъде приложен софтуерният пакет **BREEZE AERMOD/ISC**. Този пакет ще бъде използван за математично моделиране на разпространението на замърсителите и изчисляване на нивата им в приземния слой на атмосферата. Софтуерният пакет не налага ограничение на броя източници на замърсяване, отчита спецификите за градски/извънградски условия, дава възможност за извличане на данни и осреднени концентрации за различни периоди от време, включително и за краткосрочно осредняване – за 1 час и 24 часа; предлаганият софтуер е с възможности за представяне на максималните приземни концентрации при най-неблагоприятни метеорологични условия; дава възможност за коректно представяне на замърсяването с частици с неизвестен дисперсен състав; позволява изчисляване и представяне на концентрации на замърсяващи вещества по височина на слоя въздух.

Пакетът използва система от модели на Американската агенция за опазване на околната среда (US EPA), в това число:

- AERMOD/ISC (Industrial Source Complex) – предпочитан и препоръчван дисперсионен модел на EPA;
- AERMAP – предпроцесор за обработка на географски височинни данни;
- AERMET – за подготовка и обработка на необходимите метеорологични данни.

Освен отбелязаните, системата включва и допълнително приложение BPIP (Building Profile Input Program) за отчитане на влиянието на съществуващи сгради.

AERMOD представлява Гаусов модел за оценка на разсейването от комплексни източници за краткосрочни и дългосрочни, включително многогодишни периоди. Крайните резултати се представят като стойности на концентрацията на замърсителя, изчислени в мрежа от рецептори или чрез изчисляване на отлаганията (сухи, мокри или общо сухи и мокри).

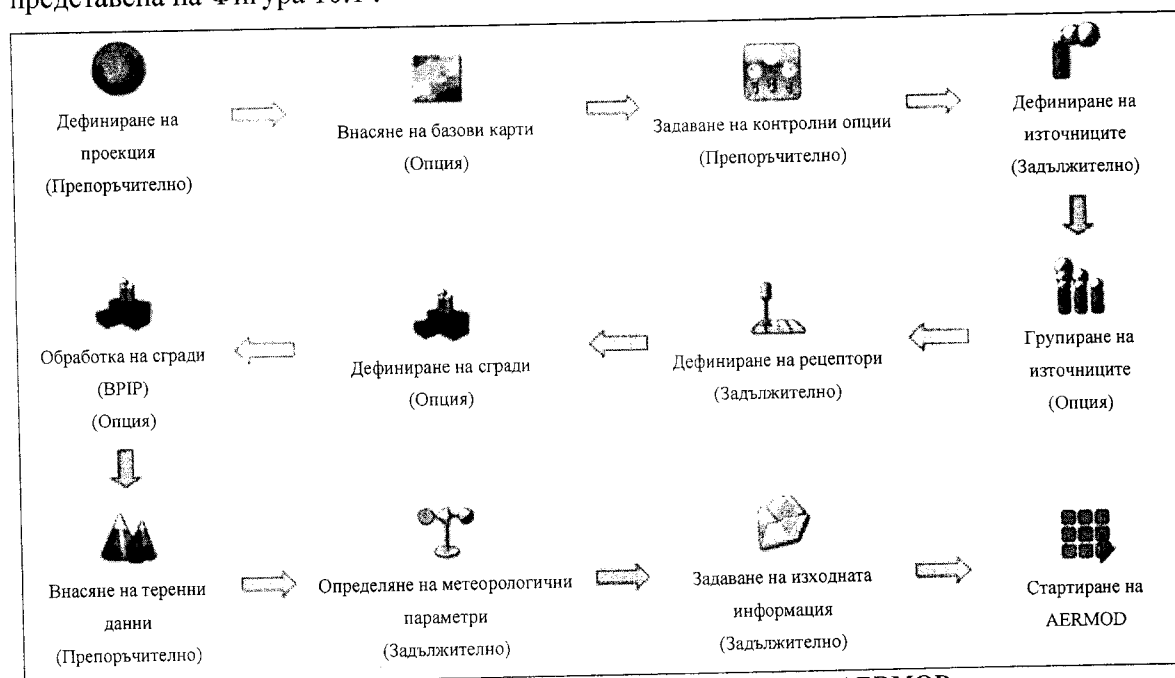
В изчислителните процедури са използвани множество модификации на формулата



на Гаус, включително с отчитане на релефа на терена (равнинен и пресечен) и обтичането на сгради. Осредняването на резултатите (стойностите на концентрациите) може да се осъществява за различни периоди от време - за 1, 2, 3, 6, 8, 12 и 24 часа. Осредняване за дълги периоди от време може да извършва за месец, година или за няколко години.

Всеки източник може да бъде дефиниран като точков, открита площ с неправилен периметър (полигонален), площ с форма на кръг или правоъгълник, обемен, факел или линеен източник. В допълнение, за описание на замърсяването на въздуха от транспорт е разработен специален тип източник – Roadway, достъпен в професионалния пакет.

Броят на едновременно изследваните източници от всички типове е практически неограничен и зависи от възможностите на използваната компютърна система. Те могат да се групират по определени признаци и по този начин да се оценява въздействието на отделни групи (сектори) източници. Последователността на работа с модела AERMOD е представена на Фигура 10.1 .



Фигура 10.1 Последователност на работа с модела AERMOD

За дефиниране на определен източник трябва да бъдат зададени неговите координати, надморската височина (автоматизирано, посредством AERMAP), височина, над земната повърхност, на която се емитират замърсителите, масовата емисия на отделните замърсители, температура на отпадъчните газове (за точковите и масивите от източници) и други, в зависимост от типа на източника.

За отделните замърсители от конкретен източник се дефинират масовите емисии, отразяващи максималното натоварване на източника по време на изследвания период. За дефиниране на променливи емисии се използва система от коефициенти – за часовете от денонощието, за дните от седмицата, за месеците от годината, за отделните сезони и за



отделните години в период по-дълъг от една година. Разбира се, за такива случаи трябва изследователят да разполага с детайлна информация относно интензивността на работа на съответния обект или интензивността на трафика по отделни улици и булеварди и т.н. Релефните данни са изключително важни, тъй като релефът на изследваната област влияе силно върху посоката и скоростта на вятъра в различните точки на изследваната област. За описание на релефа ще бъдат използвани данни, закупени от Trinity Consultants, Dallas, Texas.

Метеорологичните данни, необходими за математичното моделиране ще бъдат набавени от измерванията на летище Пловдив. Необходимата информация се предоставя в два файла - параметри на повърхностния слой и профилиращ файл. Данните в двата файла са готови за използване от модела AERMOD. Записите във файла за повърхностния слой на атмосферата (за всеки от часовете в годината) включват 20 на брой метеорологични величини, в това число:

- параметър на Боуен;
- приземна скорост на триене;
- повърхностния поток топлина;
- дължина на Монин - Обухов;
- височина на слоя на смесване, през деня и през нощта и др.

Моделът AERMOD с интерфейс на софтуерна компания на Trinity Consultants Dallas USA - Breeze AERMOD представлява затворен пакет. Това означава, че потребителят не участва по никакъв начин в конструирането на математичния модел и не може да извършва промени в неговата структура или да променя стойностите на определени параметри. Той има възможност и задължение само да въведе изискуемата информация и да специфицира желанния обем и структура на изходната информация.

Предвид казаното, при зададени метеорологични условия и теренни данни, точността на изчисленията се определя *единствено от точността на дефинираните емисии*. Получените различия между изчислени с модела и измерени стойности на показателите за качество на атмосферния въздух се дължат на непълно или неточно дефиниране на емисиите на съответния замърсител от източниците на замърсяване.

Изследването на КАВ е насочено към двата проблемни (вж. раздел 5) за община Пловдив замърсителя - азотни оксиди, изразени като азотен диоксид и фини прахови частици FP_{10} . По задание, разработката трябва да предложи методика за въвеждане на ЗНЕ от автомобилния транспорт и от битовото горене за отопление. Предвид казаното, математичното моделиране обхваща посочените по-горе замърсители и сектори. С други думи, получените от моделирането резултати ще представят нетното въздействие на



автомобилния транспорт и на битовото горене върху приземните нива на азотен диоксид и ФПЧ₁₀. Ефектът от въвеждане на зоните с намалени емисии ще бъде оценяван посредством оценка на КАВ преди и след въвеждане на съответната ЗНЕ.

10.1 Зона с ниски емисии от автомобилен транспорт

10.1.1 Оценка на КАВ при етап 0 (базово състояние)

Проблемът с качеството на въздуха в община Пловдив е най-сериозен през зимния период на годината. Тогава замърсяването на въздуха е в най-висока степен, защото към въздействието на автомобилния транспорт и другите източници на замърсяване се прибавя и битовото горене на дърва и въглища за отопление. В раздел 4 бе отбелязано, че организацията и управлението на зона с ниски емисии от битово горене от тип 2 е сложна и трудна задача и сериозни успехи в това направление не следва да се очакват.

Също така бе отбелязано, че необходимото намаление на концентрацията на ФПЧ може много по-лесно и с по-голям успех да се осигури от въвеждане на ЗНЕ от автомобилен транспорт по време на отоплителния сезон.

По своята същност зоната с ниски емисии от транспорт представлява реорганизация на автомобилния транспорт, която цели елиминиране на част от емисиите на замърсители, ако това е възможно или както е в повечето случаи – „преместване“ на част от емисиите в зони, където нивата на замърсителите са достатъчно ниски и не би се получило „преместване“ на проблема. Логично и доказано е, че разпределението на общите емисии върху по-голяма територия (разбирай в по-голям обем от въздух) задължително обуславя спад в концентрациите на замърсителите в приземния слой.

При обсъждането на вариантите за ЗНЕ от транспорт бяха отбелязани 2 варианта по отношение на териториалния обхват на зоната и рестрикциите, налагани върху автомобилите от група 1. Разбира се, преди всичко трябва да бъде направен анализ на качеството на въздуха при базовата ситуация – съществуващото към момента положение.

10.1.1.1 Инвентаризация на емисиите

За определяне на емисиите на различните замърсители се използват емисионни фактори, които зависят от технологичния стандарт на автомобила и използваното гориво. Емисионните фактори имат мерна единица *g/km*. За ДВГ стойностите им, в съответствие с АР-42, *Compilation of Air Pollutant Emissions Factors*, са дадени в Таблица 10.1. В нея са дадени емисионните фактори за азотни оксиди NO_x, фини прахови частици с размер до 10 микрона ФПЧ₁₀ и до 2.5 микрона за ФПЧ_{2.5}, както и за бензо(а)пирен C₂₀H₁₂, който се използва като измерител на токсичността на полициклични ароматни въглеводороди.

Освен от двигателите с вътрешно горене, фини прахови частици се емитират и от



износването на гуми, фрикционен материал и пътна настилка. Съответните емисионни фактори са дадени в Таблица 10.2. Емисиите на замърсители се определят по броя на преминаващите автомобили за денонощие по линейните източници (участъци), като се вземат предвид данните от камерите на вход и изход от съответните участъци.

Съвсем в реда на нещата, между броя на автомобилите на вход и изход се установяват разлики, които се дължат на факта, че определен брой автомобили се отклоняват от даден участък към зони, които са в съседство с него.

Таблица 10.1 Емисионни фактори за ДВГ за леки автомобили

Гориво	Технологичен стандарт	ЕФ за NO _x	ЕФ за ФПЧ ₁₀	ЕФ за ФПЧ _{2.5}	ЕФ за C ₂₀ H ₁₂
		g/km	g/km	g/km	g/km
Бензин	Евро 1	0.485	0.0022	0.0022	3.2E-07
	Евро 2	0.255	0.0022	0.0022	3.2E-07
	Евро 3	0.097	0.0011	0.0011	3.2E-07
	Евро 4	0.061	0.0011	0.0011	3.2E-07
	Евро 5	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 5A	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 5B	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 6	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 6A	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 6B	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 6C	0.061	0.0014	0.0014	3.2E-07
	Евро 6D	0.061	0.0016	0.0016	3.2E-07
Дизел	Евро 1	0.69	0.0842	0.0842	1.7E-06
	Евро 2	0.716	0.0548	0.0548	1.7E-06
	Евро 3	0.773	0.0391	0.0391	1.7E-06
	Евро 4	0.58	0.0314	0.0314	1.7E-06
	Евро 5	0.55	0.0021	0.0021	1.7E-06
	Евро 5A	0.55	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 5B	0.55	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 6	0.45	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 6A	0.45	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 6B	0.45	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 6C	0.17	0.0015	0.0015	1.7E-06
	Евро 6D	0.17	0.0015	0.0015	1.7E-06



Газ	Евро 1	0.414	0.0022	0.0022	1.0E-08
	Евро 2	0.18	0.0022	0.0022	1.0E-08
	Евро 3	0.09	0.0011	0.0011	1.0E-08
	Евро 4	0.056	0.0011	0.0011	1.0E-08
	Евро 5	0.056	-	-	-
	Евро 5A	0.056	-	-	-
	Евро 5B	0.056	-	-	-
	Евро 6	0.056	-	-	-
	Евро 6A	0.056	-	-	-
	Евро 6B	0.056	-	-	-
	Евро 6C	0.056	-	-	-
	Евро 6D	0.056	-	-	-

Таблица 10.2 Емисионни фактори за износване на гуми, спирачки и пътна настилка

Гуми и фрикционен материал		Пътна настилка	
ЕФ за ФПЧ ₁₀	ЕФ за ФПЧ _{2.5}	ЕФ за ФПЧ ₁₀	ЕФ за ФПЧ _{2.5}
<i>g/(v.km)</i>			
0.0138	0.0074	0.0075	0.0041



Фигура 10.2 Линейни източници на емисии преди въвеждане на ЗНЕ от автомобилния транспорт

На определени точки от дължината на конкретен участък се случва обратното – включване на автомобили от междинните зони към линейния участък. Емисиите от автомобилите, описани по-горе, се разпределят пропорционално на площите на прилежащите към съответен линеен участък зони. Обхванатите в изследването булеварди



(линейни източници на замърсяване) и прилежащите им зони (площни източници на замърсяване) са представени на Фигура 10.2 и Фигура 10.3, съответно.

Интензитетът на трафика е променлив по време на денонощието. Могат да се отбележат пикови часове - сутрешни и вечерни, както и часове с практически нулев трафик. Логично е, емисиите на замърсители да отразяват тези изменения. Това се постига с прилагане на принципа на най-лошия сценарий. Определят се максималните за денонощието емисии и след това се разпределят по часове посредством използване на коригиращ коефициент, отразяващ интензивността на трафика.



Фигура 10.3 Площни източници на емисии преди въвеждане на ЗНЕ от автомобилния транспорт

Естествено, стойността на коефициента е 1 за пиковия час и е твърде малка за часовете през нощта. Примерно разпределение на стойностите на коригиращия коефициент са представени в Таблица 10.3.

Таблица 10.3 Разпределение на автомобилния трафик в денонощието

Ситуация	Часов интервал	Дял, %
Сутрешен пик	7 - 9	13.32
Дневен трафик	6 - 7; 9 - 17; 19 - 24	65.28
Вечерен пик	17 - 19	17.4
Нощен трафик	0 - 6	4.0

Данни от преброятелните камери при максимално интензивен трафик по линейните участъци са дадени в Таблица 10.4 а броят на автомобилите на територията на площните участъци преди въвеждането на ЗНЕ – в Таблица 10.5



Таблица 10.4 Максимален брой (пиков час) преминали автомобили по линейните участъци в ЗНЕ преди въвеждане на ЗНЕ

Участък	Начало	На вход	Край	На изход	Общ брой	Дължина, <i>км</i>	Гориво	Евро-стандарт									
								1	2	3	4	5A	5B	6B	6C	0	6D
1	Освобождение / Менделеев	2270	Христо Ботев / Цар Борис / Найчо Цанов	2050	2050	2.03	Бензин	133	276	261	159	22	24	28	0	89	5
							Дизел	48	168	378	272	49	53	49	0	28	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Христо Ботев / Цар Борис / Найчо Цанов	2050	Христо Ботев / Гаров площад	2150	2050	0.89	Бензин	133	276	261	159	22	24	28	0	89	5
							Дизел	48	168	378	272	49	53	49	0	28	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Христо Ботев / Източен	2290	Мария Луиза / Източен	2200	2200	1.88	Бензин	143	296	280	171	23	26	30	0	96	5
							Дизел	52	181	405	292	52	57	52	0	30	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Христо Ботев / Гаров площад	2150	6-ти септември / Васил Априлов	1990	1990	1.78	Бензин	129	268	254	154	21	24	27	0	87	4
							Дизел	47	164	366	264	47	52	47	0	27	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6-ти септември / Васил Априлов	1990	България / Васил Априлов	2540	1990	1.13	Бензин	129	268	254	154	21	24	27	0	87	4
							Дизел	47	164	366	264	47	52	47	0	27	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Цар Борис / 6-ти септември	2530	България / Васил Априлов	2540	2530	2.29	Бензин	165	341	322	196	27	30	34	0	110	6
							Дизел	59	208	466	336	60	66	60	0	34	7
							Газ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	6-ти септември / Цариградско шосе	1330	Цар Борис / 6-ти септември	2530	1330	2.44	Бензин	87	179	169	103	14	16	18	0	58	3
							Дизел	31	109	245	177	32	35	32	0	18	4
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6-ти септември / Цариградско шосе	1980	Мария Луиза / Източен	2200	1980	1.18	Бензин	129	267	252	154	21	24	27	0	86	4
							Дизел	47	163	365	263	47	52	47	0	27	6
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Мария Луиза / Източен	2200	Мария Луиза / Петко Петков	1766	1766	1.03	Бензин	115	238	225	137	19	21	24	0	77	4
							Дизел	41	145	325	235	42	46	42	0	24	5
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



10	Мария Луиза / Петко Петков	1766	Гладстон / Руски	1240	1240	0.846	81	167	158	96	13	15	17	0	54	3
							Бензин	29	102	228	165	32	30	0	17	4
							Дизел	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Газ	81	167	158	96	13	15	17	0	54
11	Гладстон / Руски	1240	Васил Априлов / Пещерско шосе	1550	1240	0.712	29	102	228	165	29	32	30	0	17	4
							Бензин	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Дизел	80	165	156	95	13	15	17	0	53
							Газ	29	101	226	163	29	32	29	0	17
12	Цар Борис / 6-ти септември	2530	6-ти септември / Руски	1228	1228	0.878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Бензин	80	165	156	95	13	15	17	0	53
							Дизел	29	101	226	163	29	32	29	0	17
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	6-ти септември / Руски	1228	6-ти септември / Васил Априлов	1990	1228	0.79	80	165	156	95	13	15	17	0	53	3
							Бензин	29	101	226	163	29	32	29	0	17
							Дизел	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Газ	133	276	261	159	22	24	28	0	89
14	Христо Ботев / Цар Борис / Найчо Цанов	2050	Цар Борис / 6-ти септември	2530	2050	1.75	48	168	378	272	49	53	49	0	28	6
							Бензин	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Дизел	80	165	156	95	13	15	17	0	53
							Газ	29	101	226	163	29	32	29	0	17
15	Христо Ботев / Гаров площад	2150	6-ти септември / Руски	1228	1228	1.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Бензин	80	165	156	95	13	15	17	0	53
							Дизел	29	101	226	163	29	32	29	0	17
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	6-ти септември / Руски	1228	България / Победа	2130	1228	1.12	80	165	156	95	13	15	17	0	53	3
							Бензин	29	101	226	163	29	32	29	0	17
							Дизел	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Газ	215	445	421	256	35	39	45	0	144
17	Цариградско шосе	3305	Мария Луиза	0	3305	2.4	78	272	609	439	78	86	79	0	45	9
							Бензин	0	0	0	1	1	1	1	0	0
							Дизел	148	306	289	176	24	27	31	0	99
							Газ	53	187	418	302	54	59	54	0	31
18	Освобождение / Цариградско	2380	Освобождение / Менделеев	2270	2270	3.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Бензин	155	321	304	185	25	28	32	0	104
							Дизел	56	196	439	317	57	62	57	0	32
							Газ	0	0	0	0	0	0	1	0	0
19	Освобождение / Съединение	2384	Санкт Петербург / Менделеев	3725	2384	2.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Бензин	0	0	0	0	0	0	1	0	0
							Дизел	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Таблица 10.5 Брой автомобили, на територията на площните участъци преди въвеждането на ЗНЕ

Участък	Брой коли	Гориво	Евро 0	Евро 1	Евро 2	Евро 3	Евро 4	Евро 5А	Евро 5В	Евро 6В	Евро 6С	Евро 6D
1	512	Бензин	22	33	69	65	40	5	6	7	0	1
		Дизел	7	12	42	94	68	12	13	12	0	1
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	145	Бензин	6	9	20	18	11	2	2	2	0	0
		Дизел	2	3	12	27	19	3	4	3	0	0
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1186	Бензин	52	77	160	151	92	12	14	16	0	3
		Дизел	16	28	97	218	158	28	31	28	0	3
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	563	Бензин	25	37	76	72	44	6	7	8	0	1
		Дизел	8	13	46	104	75	13	15	13	0	2
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	76	Бензин	3	5	10	10	6	1	1	1	0	0
		Дизел	1	2	6	14	10	2	2	2	0	0
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	202	Бензин	9	13	27	26	16	2	2	3	0	0
		Дизел	3	5	17	37	27	5	5	5	0	1
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1300	Бензин	57	85	175	166	101	14	15	18	0	3
		Дизел	18	31	107	239	173	31	34	31	0	4
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	874	Бензин	38	57	118	111	68	9	10	12	0	2
		Дизел	12	21	72	161	116	21	23	21	0	3
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	233	Бензин	10	15	31	30	18	2	3	3	0	1
		Дизел	3	5	19	43	31	6	6	6	0	1
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	979	Бензин	43	64	132	125	76	10	12	13	0	2
		Дизел	13	23	80	180	130	23	25	23	0	3
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	707	Бензин	31	46	95	90	55	7	8	10	0	2
		Дизел	10	17	58	130	94	17	18	17	0	2
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	676	Бензин	29	44	91	86	52	7	8	9	0	1
		Дизел	9	16	56	124	90	16	18	16	0	2
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



13	898	Бензин	39	58	121	114	70	9	11	12	0	2
		Дизел	12	21	74	165	119	21	23	21	0	3
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	403	Бензин	18	26	54	51	31	4	5	5	0	1
		Дизел	5	9	33	74	54	10	10	10	0	1
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	574	Бензин	25	37	77	73	45	6	7	8	0	1
		Дизел	8	13	47	106	76	14	15	14	0	2
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	320	Бензин	14	21	43	41	25	3	4	4	0	1
		Дизел	4	8	26	59	43	8	8	8	0	1
		Газ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сумарните емисии от линейните и площните източници на замърсяване са дадени в Таблица 10.7. Така описаните източници са заложи в модела AERMOD за изчисляване на приземните нива на замърсителите преди въвеждането на ЗНЕ от транспорта.

Таблица 10.6 Сумарни емисии от линейните участъци преди въвеждане на ЗНЕ

Участък	Замърсител, g/s		
	NOx	ФПЧ10	ФПЧ2.5
1	4.92E-01	4.86E-02	3.78E-02
2	2.16E-01	2.13E-02	1.66E-02
3	4.89E-01	4.83E-02	3.76E-02
4	4.19E-01	4.14E-02	3.22E-02
5	2.66E-01	2.63E-02	2.04E-02
6	6.85E-01	6.76E-02	5.25E-02
7	3.84E-01	3.79E-02	2.94E-02
8	2.77E-01	2.73E-02	2.13E-02
9	2.15E-01	2.12E-02	1.65E-02
10	1.24E-01	1.23E-02	9.53E-03
11	1.04E-01	1.03E-02	8.02E-03
12	1.28E-01	1.26E-02	9.81E-03
13	1.15E-01	1.13E-02	8.82E-03
14	4.24E-01	4.19E-02	3.26E-02
15	2.29E-01	2.27E-02	1.76E-02
16	1.63E-01	1.61E-02	1.25E-02
17	9.39E-01	9.27E-02	7.21E-02
18	1.04E+00	1.03E-01	7.98E-02
19	5.67E-01	5.60E-02	4.35E-02



Таблица 10.7 Сумарни емисии от площните източници преди въвеждане на ЗНЕ

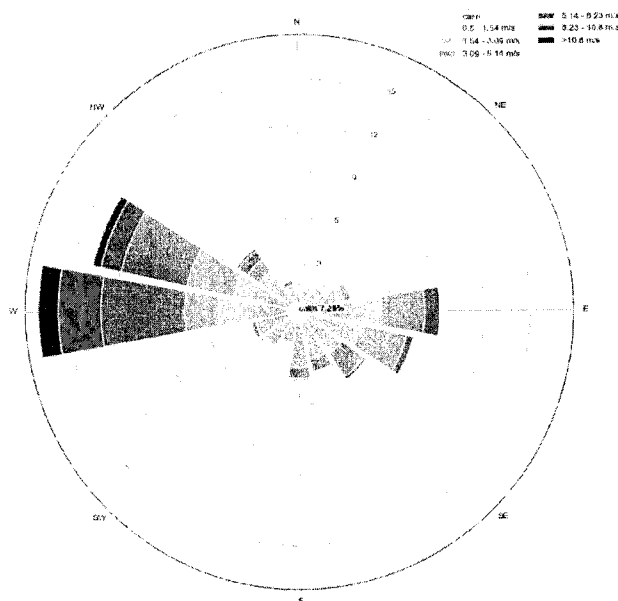
Участък	Замърсител, g/s.m ²		
	NOx	ФПЧ10	ФПЧ2.5
1	1.35E-08	1.34E-09	1.04E-09
2	5.48E-09	5.43E-10	4.23E-10
3	1.98E-08	1.96E-09	1.52E-09
4	1.23E-08	1.23E-09	9.53E-10
5	9.84E-09	9.72E-10	7.55E-10
6	1.44E-08	1.44E-09	1.12E-09
7	3.26E-08	3.24E-09	2.52E-09
8	3.26E-08	3.23E-09	2.51E-09
9	1.69E-08	1.66E-09	1.29E-09
10	5.87E-08	5.81E-09	4.51E-09
11	3.53E-08	3.51E-09	2.73E-09
12	2.79E-08	2.75E-09	2.14E-09
13	3.44E-08	3.41E-09	2.65E-09
14	2.26E-08	2.22E-09	1.72E-09
15	3.06E-08	3.03E-09	2.36E-09
16	1.14E-08	1.12E-09	8.69E-10

Данните за броя на автомобилите по категории (евростандарт) за линейните и площните източници, както и изчисленията и сумарните емисии за **Варианти 1,2 и 3** на ЗНЕ по транспорта за град Пловдив са представени в приложените екселски файлове. Представянето им в приложения, от една страна цели намаляване на обема на окончателния отчет, а от друга дава възможност за последваща употреба на данните предвид електронния формат в който се представят.

10.1.1.2 Условия на моделиране

Математичното моделиране на разпространението на замърсителите, както за базовото състояние, така и за различните варианти на ЗНЕ от транспорт се извършва при метеорологични условия за 2021 година. Розата на вятъра е представена на Фигура 10.4.





Фигура 10.4 Роза на вятъра от летище Пловдив за 2021 година

За базовото състояние се предвижда еднократно математично моделиране. В зависимост от получаваните резултати за КАВ обаче, е възможно и вероятно да бъдат разгледани и оценени различни варианти. В този случай ще бъдат реализирани няколко моделирания.

Математичното моделиране обхваща област с размери $8000 \times 8000 \text{ m}$ по направленията запад - изток и юг - север. Областта е представена на Фигура 10.5. UTM-координатите на югозападния ъгъл на областта са 310186E и 4664556N. В областта са дефинирани 1681 рецептора (точки, за които се изчисляват стойностите на концентрациите) в нормална Декартова мрежа. Разстоянието между рецепторите е 200 m и по двете направления.

Освен рецепторите на Декартовата мрежа са дефинирани и два допълнителни - в точките на разположение на пунктовете за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“.





Фигура 10.5 Област на моделиране

10.1.1.3 Резултати от математичното моделиране

В Таблица 10.8 са представени най-високите 10 стойности на СГК на азотен диоксид, обусловена от въздействието на автомобилния транспорт преди въвеждане на ЗНЕ. В таблицата са дадени и UTM-координатите на точките, за които съответните стойности са изчислени.



Таблица 10.8 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на азотен диоксид, от автомобилния транспорт преди въвеждане на ЗНЕ

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	UTM-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	25.43	316664	4668785
	2	24.38	316660	4668756
	3	23.27	316586	4668756
	4	22.53	317186	4668756
	5	22.19	316986	4668756
	6	20.38	316786	4668756
	7	18.57	316971	4668752
	8	18.28	316968	4668722
	9	17.62	316186	4667756
	10	17.37	315786	4667556
Линейни източници	1	23.88	316664	4668785
	2	22.77	316660	4668756
	3	21.65	316586	4668756
	4	21.30	317186	4668756
	5	20.82	316986	4668756
	6	18.85	316786	4668756
	7	17.17	316971	4668752
	8	16.79	316968	4668722
	9	16.34	317550	4668699
	10	16.23	317469	4668706
Площни източници	1	0.47	313586	4668156
	2	0.45	313586	4668356
	3	0.45	313786	4668756
	4	0.43	313986	4668956
	5	0.42	313786	4668956
	6	0.41	313986	4668756
	7	0.41	313786	4668156
	8	0.41	313586	4668756
	9	0.41	313386	4668156
	10	0.40	313986	4668156

Най-високите стойности на СГК от всичките и от линейните източници се получават в една и съща точка, а разликата между тях е твърда малка $2.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Точката е разположена в близост до кръстовището на булевардите „Цариградско шосе“ и „Освобождение“.

Сравнително ниските стойности на СГК на NO_2 , свързани с площните източници, показват, че движението на автомобилите по вътрешнокварталните улици не оказва сериозно въздействие върху замърсяването на въздуха с NO_2 .



Таблица 10.9. Максимални стойности на СЧК на NO₂, µg/m³ от всички, от линейни и от площни източници

Групи източници	№ поред	Средночасова концентрация	УТМ-координати	
			Изток, m	Север, m
Всички източници	1	876.96	315186	4669156
	2	801.28	315186	4669356
	3	763.47	315186	4668756
	4	716.36	315186	4668956
	5	702.14	315186	4668556
	6	575.55	315186	4668356
	7	566.63	315186	4669756
	8	531.46	315186	4668156
	9	484.35	315186	4669556
	10	468.12	315186	4667356
Линейни източници	1	860.53	315186	4669156
	2	784.45	315186	4669356
	3	746.89	315186	4668756
	4	703.43	315186	4668956
	5	685.37	315186	4668556
	6	563.78	315186	4668356
	7	551.68	315186	4669756
	8	516.86	315186	4668156
	9	474.52	315186	4669556
	10	458.70	315186	4667756
Площни източници	1	7.10	312586	4668956
	2	6.54	315586	4667356
	3	6.25	312786	4668756
	4	6.19	312786	4669156
	5	6.14	312586	4668756
	6	5.68	312786	4668956
	7	5.62	312786	4669556
	8	5.18	312986	4668956
	9	5.16	312786	4669756
	10	5.12	316586	4667356

В рецепторите, съответстващи на пунктовете за мониторинг, са изчислени следните показатели за КАВ:

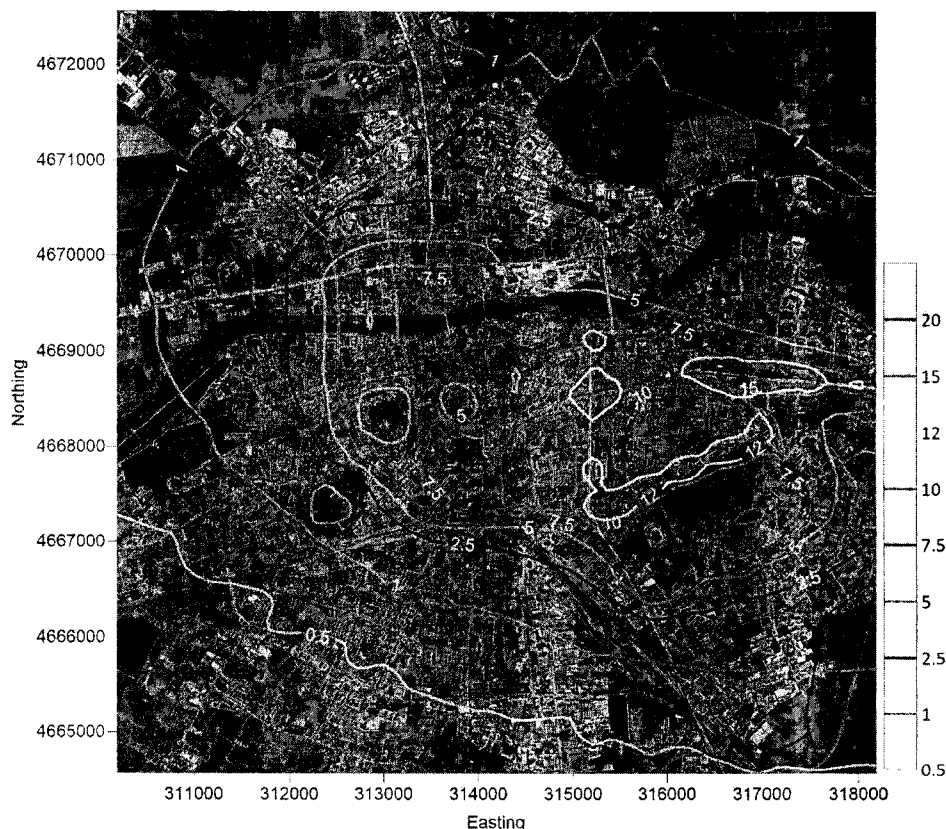
Пункт „Тракия“:

- СГК на NO₂ 10.38 µg/m³;
- СГК на ФПЧ₁₀ 1.10 µg/m³;
- Максимална СЧК на NO₂ 160.08 µg/m³;
- Максимална СДК на ФПЧ₁₀ 2.23 µg/m³.



Пункт „Каменица“:

- СГК на NO_2 $10.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- СГК на ФПЧ_{10} $1.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Максимална СЧК на NO_2 $146.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Максимална СДК на ФПЧ_{10} $2.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.6 Разпределение на стойностите на СГК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ преди въвеждане на ЗНЕ

В Таблица 10.9 са дадени първите 10 най-високи стойности на средночасовата концентрация на NO_2 от всички и от двете групи източници. Най-високата стойност 876.96 надхвърля средночасовата норма над 4 пъти. Това се отнася до точка с UTM-координати 315186E и 4669156N – на кръстовището между булевардите „Източен“ и „6-ти септември“. Дължи се практически изцяло на линейните източници от автомобилния транспорт.

На пръв поглед изчислените високи стойности на средночасовата концентрация будят смущение и тревога. Веднага обаче трябва да се отбележи, че става дума за индивидуални стойности в различни, макар и близки точки от изследваната област. Точките, в които са изчислени всичките 10 средночасови стойности на концентрацията на NO_2 имат еднаква координата по направлението запад-изток. Различни за тях са само координатите по направлението юг-север (отсечка от 800 m по трасето на бул. „Източен“).

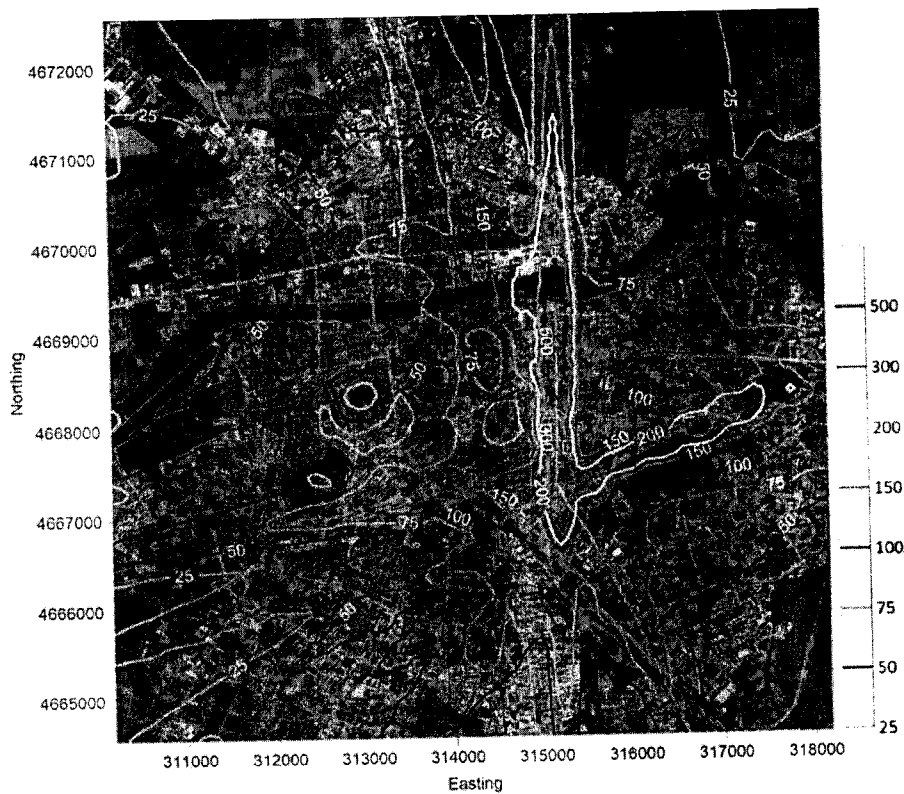


Важно да се отбележи е, че според нормативната уредба, проблем с КАВ по отношение на СЧК на NO_2 има, когато в дадена точка от областта, СЧК на NO_2 е по-висока от $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ повече от 18 пъти през календарната година. Разбира се, ако има много такива точки проблемът съществува за всяка от тях. Това по принцип е възможно, но отговор на въпроса може да се получи след допълнително изследване по отношение броя превишения на СЧН за NO_2 . В пунктовете за мониторинг изчислените по модела стойности на СГК на NO_2 са 10.38 и 10.98, а максималните стойности на СЧК са 160.08 и $146.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за „Тракия“ и „Каменица“, съответно.

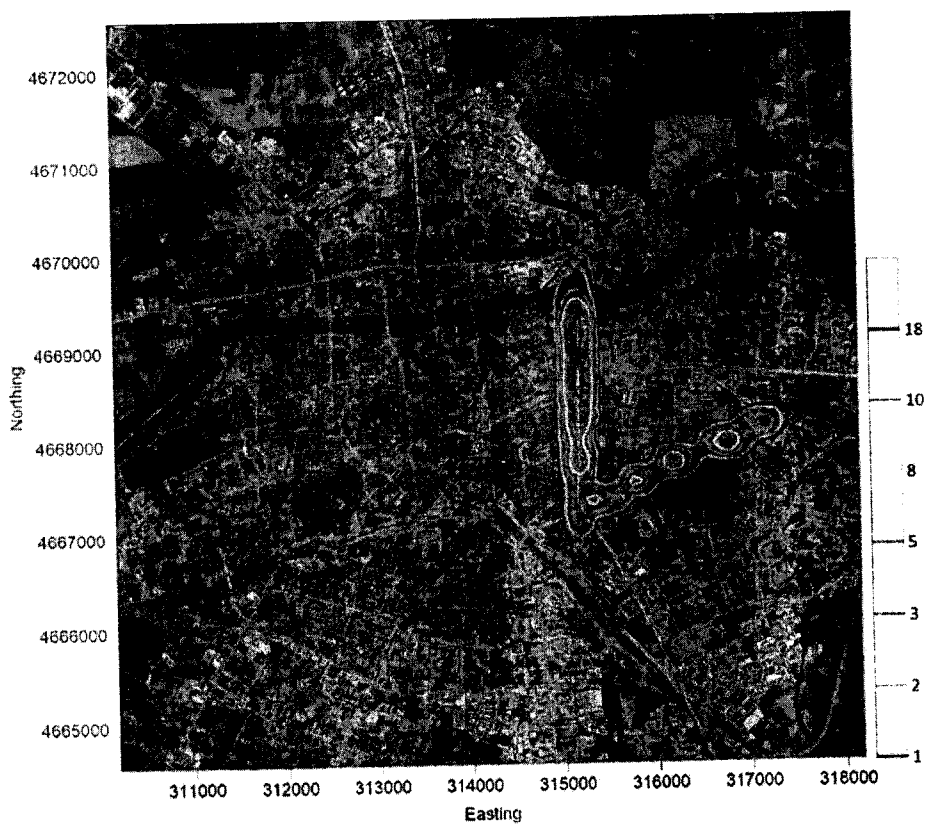
На Фигура 10.6 е представено разпределението на стойностите на СГК на NO_2 преди въвеждане на зоната с ниски емисии. Върху карта на Град Пловдив са начертани изолинии за СГК в диапазона $0.5 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. В зоните, оградени от червена изолиния, стойностите на СГК са между 20 и $25.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Сравнително по-високи стойности на СДК могат да се отбележат по протежението на булевардите „Княгиня Мария Луиза“, „Източен“ и „Санкт Петербург“. Важно е да се отбележи, че максималната стойност от Таблица 10.8 $25.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е под (63.6 %) от СГН, но при настоящото изследване тя се обуславя единствено от автомобилния транспорт. На фигурата ясно се виждат по-ниските стойности на концентрацията над „Сахат Тепе“, Хълм „Бунарджика“ и „Младежки хълм“. Причина за това е релефът земната повърхност.

На Фигура 10.7 е показано разпределението на максималните, за отделните точки в областта, СЧК на NO_2 преди въвеждане на ЗНЕ. Диапазонът, обхванат от изолиниите, е от 25 до $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Във вътрешността на червената изолиния максималната СЧК е между 500 и (Таблица 10.9) $876.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Отново високи стойности на максималната СЧК на NO_2 могат да се отбележат по трасетата на булевардите „Източен“ и „Санкт Петербург“. Тук трябва да се припомни, че показаните стойности са максималните от изчислените 8760 стойности за всеки рецептор (точка) от изследваната област. При положение, че са установени средночасови стойности над нормата $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, задължително трябва да се направи проверка по отношение на броя превишения на СЧН в отделните точки. Разпределението на величината брой на превишенията на СЧН е показано на Фигура 10.8.





Фигура 10.7 Разпределение на максималните стойности на СЧК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 преди въвеждане на ЗНЕ



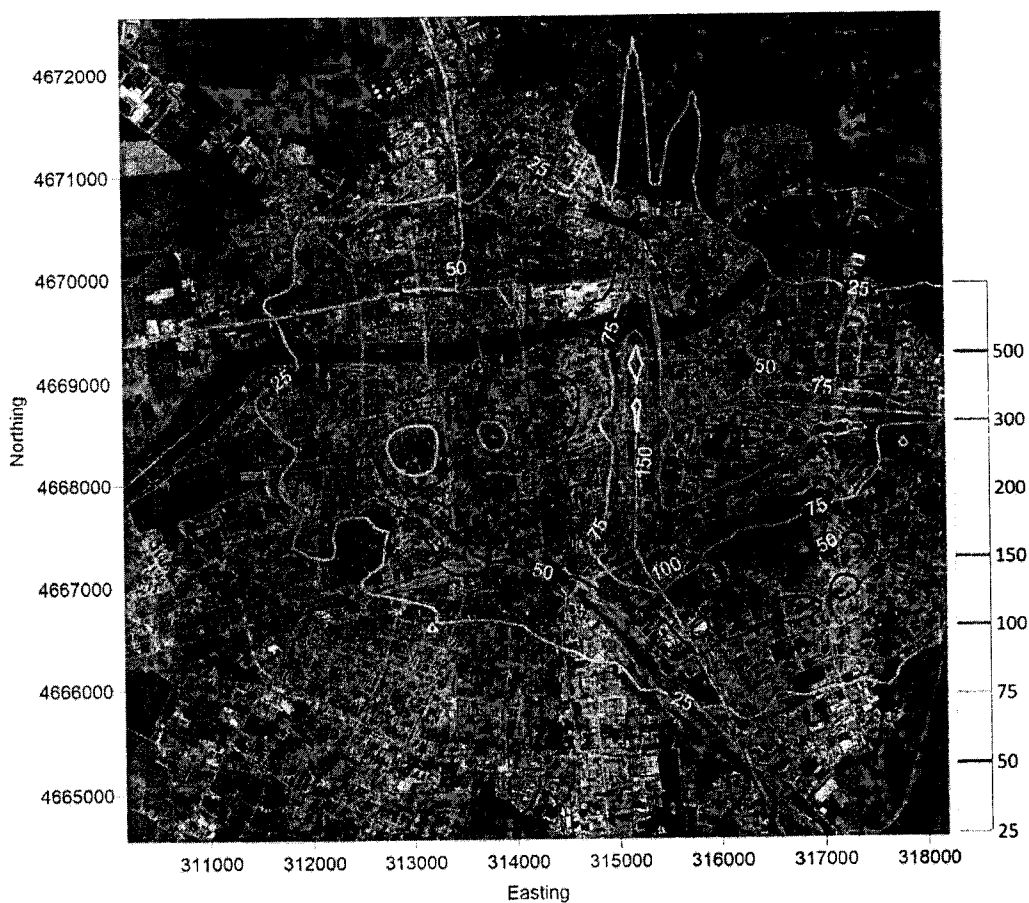
Фигура 10.8 Брой превишения на СЧН в изследваната област преди въвеждане на ЗНЕ

С над 18 превишения се характеризира северната част на бул. „Източен“, но трябва



да се подчертае, че превишенията за в точките, разположени буквално по трасето на булеварда. Броят на превишенията на СЧН по трасето на бул. „Санкт Петербург“ са по-малко от 18 (отсъства червена изолиния).

В разгледания по-горе случай, както допустимият брой превишения не е голям, така и изменението на концентрацията на NO_2 спада твърде бързо с отдалечаване в напречно направление от булеварда. Тези две особености определят сгъстени изолинии, които дават информация за твърде малка област от изследваната територия. В този случай е полезно, по отношение на СЧК на NO_2 да бъде представено разпределението (Фигура 10.9) на стойностите на 99.8-мия перцентил. Тук трябва да се поясни, че перцентилните стойности дават границата, до която се побират 99.8 % от изчислените стойности на СЧК на NO_2 . Така за зоната извън жълтите изолинии, най-малко 99.8 % от изчислените стойности са между 0.0 и СЧН $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Между розовата и синята изолиния, 99.8 % от изчислените стойности на СЧК на NO_2 са в диапазона между 25 и $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.9 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, преди въвеждане на ЗНЕ

В Таблица 10.10 са дадени максималните 10 от изчислени стойности на СГК на FPЧ_{10} обусловени от всички източници, от линейните и от площните източници, свързани с автомобилния транспорт.



Таблица 10.10 Максимални 10 стойности на СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички и от групите източници

Групи източници	№ поред	СГК	УТМ-координати, <i>m</i>	
			Изток	Север
Всички	1	4.68	316664	4668785
	2	4.68	316664	4668785
	3	4.41	316660	4668756
	4	4.41	316660	4668756
	5	4.25	317186	4668756
	6	4.18	316586	4668756
	7	4.14	316986	4668756
	8	3.65	316786	4668756
	9	3.37	316971	4668752
	10	3.37	316971	4668752
Линейни	1	4.67	316664	4668785
	2	4.67	316664	4668785
	3	4.40	316660	4668756
	4	4.40	316660	4668756
	5	4.24	317186	4668756
	6	4.17	316586	4668756
	7	4.13	316986	4668756
	8	3.64	316786	4668756
	9	3.36	316971	4668752
	10	3.36	316971	4668752
Площни	1	0.05	313186	4668756
	2	0.05	314586	4668756
	3	0.05	314586	4668956
	4	0.05	314586	4668556
	5	0.05	313986	4668956
	6	0.04	314786	4668756
	7	0.04	312986	4668756
	8	0.04	314986	4668756
	9	0.04	314986	4668956
	10	0.04	313786	4668756

Най-висока СГК на ФПЧ₁₀ е получена в точка с УТМ-координати 316664E и 4668785N. Тя се намира на около 150 *m* от кръстовището на бул. „Цариградско шосе“ с бул. „Освобождение“ в посока изток-североизток. Стойността ѝ възлиза на $4.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11.7 % от СГН). Обуславя се на практика от линейните източници на замърсяване – в най-голяма степен от споменатите по-горе булеварди. Приносът на площните източници е незначителен.

Освен средногодишна, нормативната уредба определя за ФПЧ₁₀ и средноденоношна норма от $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Допуска се тя да бъде превишавана, но не повече от 35 пъти в една календарна година. Моделът изчислява по 365 средноденоношни стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ за всяка точка от изследваната област. Важна характеристика на тези 365 стойности е техният максимум.

В Таблица 10.11 са дадени максималните изчислени средноденоношни стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀. Дадени, освен това, са координатите на точката и датата, за която



е изчислена максималната СДК. От данните може да се заключи, че приносът на автомобилния транспорт към формиране на максималната СДК е малък – около $9.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ изцяло от линейните източници.

Таблица 10.11 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ_{10} от автомобилен транспорт преди въвеждане на ЗНЕ

Източници	Стойност	Дата	UTM-координати, <i>m</i>	
		YYMMDD	Изток	Север
Всички	9.85	210110	316660	4668756
Линейни	9.84	210110	316660	4668756
Площни	0.097	211117	312586	4668556

В Таблица 10.12 и Таблица 10.13 са представени резултати, изчислени за точките на разположение на пунктовете за мониторинг в град Пловдив.

Таблица 10.12 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия преди въвеждане на ЗНЕ

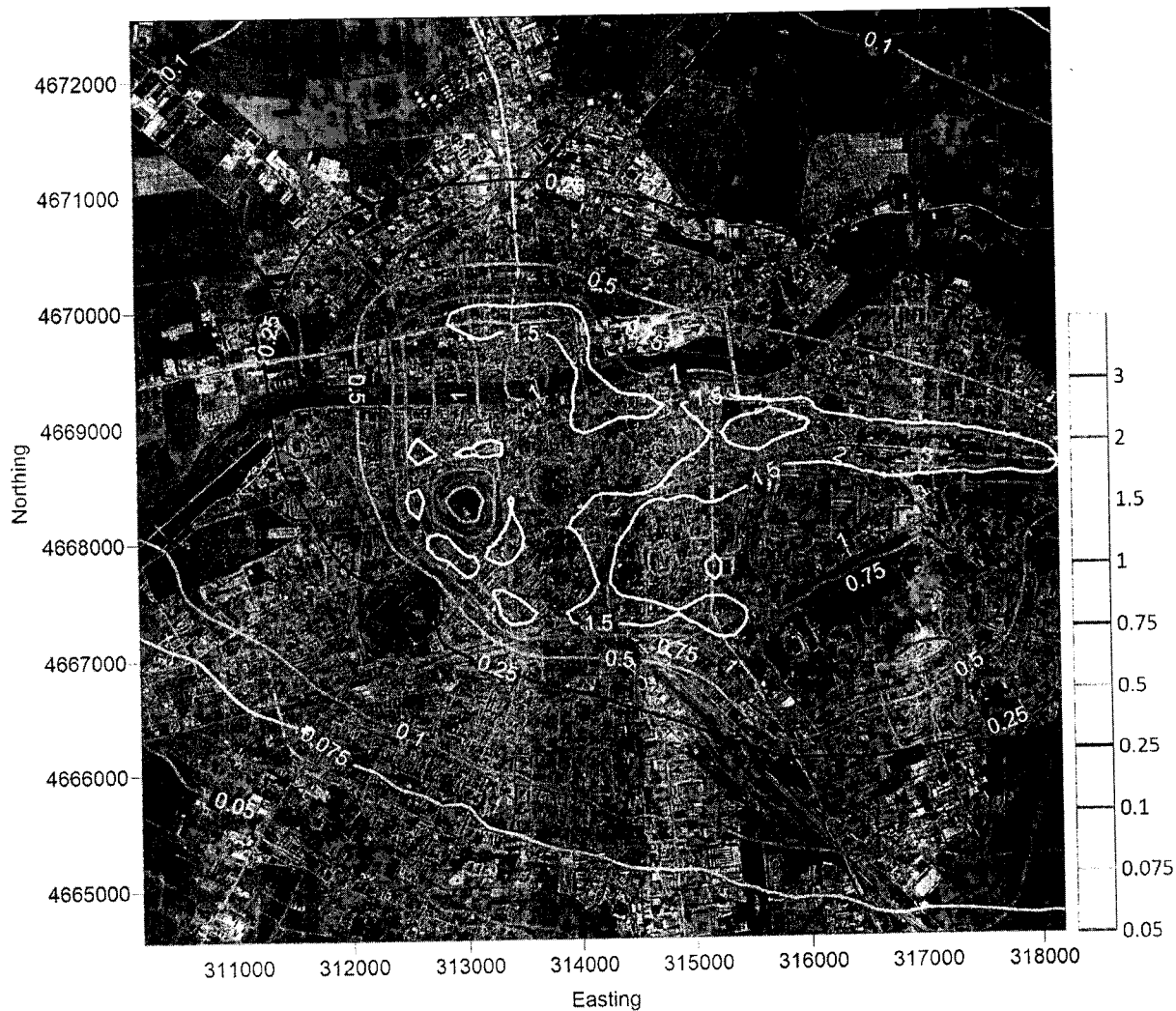
Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	315331	4668056	1.26
Тракия	317224	4667877	1.10
СГК от линейни източници			
Каменица	315331	4668056	1.23
Тракия	317224	4667877	1.09
СГК от площни източници			
Каменица	315331	4668056	0.03
Тракия	317224	4667877	0.01

Таблица 10.13 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия преди въвеждане на ЗНЕ

Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност	Дата
	Изток	Север		YYMMDD
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ_{10} от всички източници от транспорт				
Каменица	315331	4668056	2.69	210108
Тракия	317224	4667877	2.23	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ_{10} от линейни източници				
Каменица	315331	4668056	2.63	210108
Тракия	317224	4667877	2.22	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ_{10} от площни източници				
Каменица	315331	4668056	0.05	210108
Тракия	317224	4667877	0.03	210108

От тях е видно, че автомобилният транспорт оказва твърде слабо влияние върху замърсяването на въздуха в пунктовете за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“ с ФПЧ_{10} .



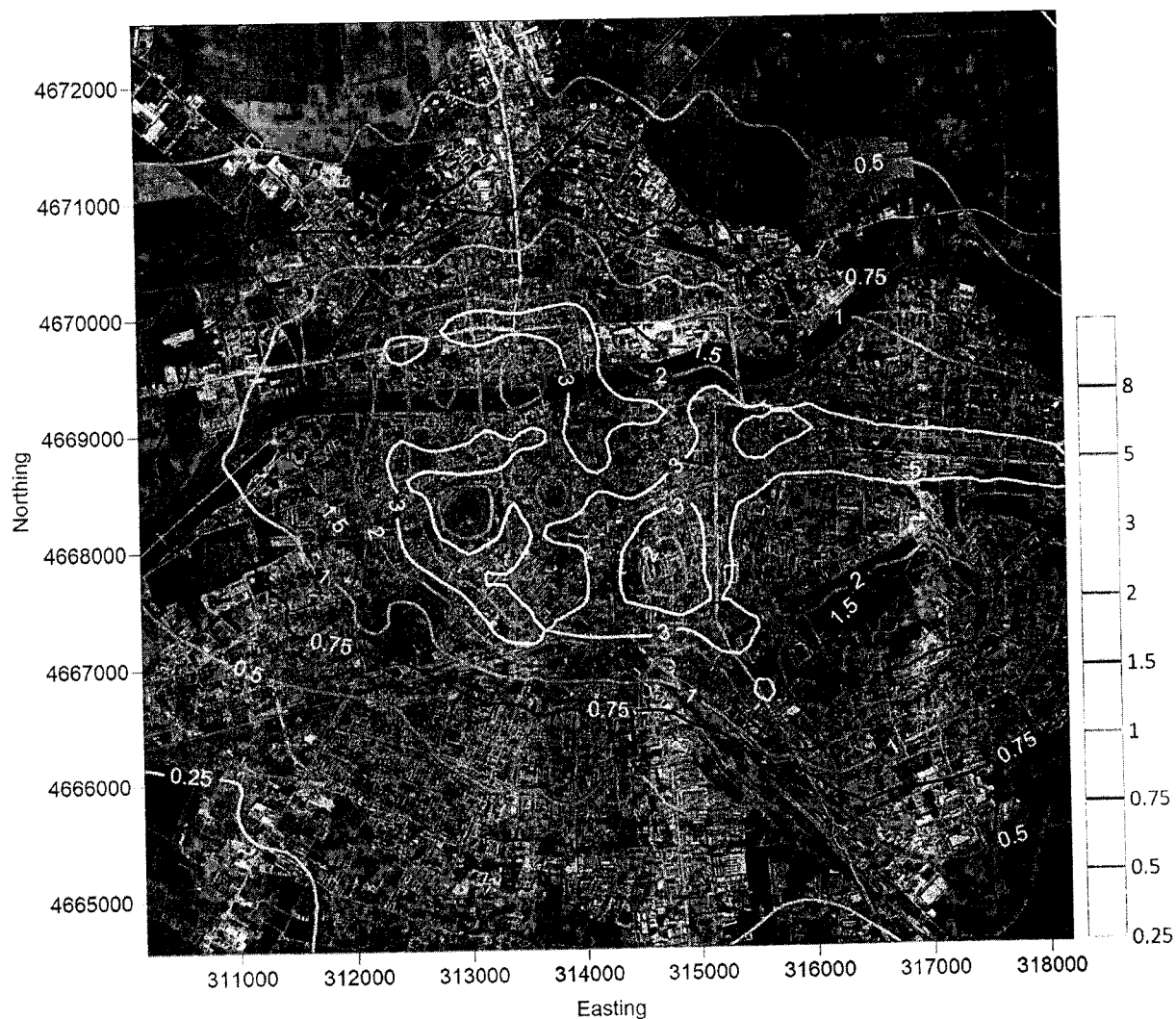


Фигура 10.10 Разпределение на стойностите на SGK на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от автомобилния транспорт за базовото състояние (преди въвеждане на ЗНЕ)

Изчислени по модела стойности на SGK на ФПЧ₁₀ на територията на град Пловдив за базовото състояние, са представени на Фигура 10.10. Стойностите са твърде малки - от 0.0 до $4.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Веднага може да се забележи, че концентрация над $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е изчислена на трасето на „Цариградско шосе“. На няколко кръстовища SGK едва надхвърля $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ само в района на съответното кръстовище. С други думи автомобилният транспорт има изключително слабо въздействие върху замърсяването на въздуха с ФПЧ₁₀.

Както бе отбелязано, нормативната база определя СДН за ФПЧ₁₀ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, която не трябва да се превишава повече от 35 пъти за една календарна година. На Фигура 10.11 Максимални 24-часови стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от автомобилен транспорт. От нея се вижда, че за нито една точка от областта не е изчислена стойност, по-висока от $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Зоните, оградени от червена изолиния отговарят на максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀ между 8 и $9.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$.





Фигура 10.11 Максимални 24-часови стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от автомобилен транспорт

При базовото състояние е установено замърсяване на въздуха с азотен диоксид до степен 63.6 % от СГН и пикови стойности на СЧК до 4.38 пъти над СЧН

Изводи относно КАВ преди въвеждане на ЗНЕ от транспорт

1. Автомобилният транспорт причинява, значително замърсяване на въздуха с азотни оксиди. В определени зони от града той обуславя стойности на СГК над 50 % от СГН и освен това - значителни (над 4 пъти) превишения на средночасовата норма.
2. Поради по-ниската температура на горивния процес при битовото отопление, неговият принос към замърсяването въздуха с азотни оксиди би трябвало са бъде значително по-малък.
3. Резултатите от математичното моделиране показват, че замърсяването на въздуха с ФПЧ₁₀ от транспорт е незначително, а това ще рече, че въвеждането на ЗНЕ от автомобилен транспорт не би имало ефект. Веднага трябва да се



отбележи и подчертае, че основният принос на автомобилния транспорт към замърсяването на въздуха с ФПЧ_{10} се дължи на многократното ресуспендиране на фини прахови частици от пътната настилка обратно във въздуха. По изследване на НИМХ през 2020 година 25 % от фините прахови частици във въздуха на София имат произход ресуспендиране на ФПЧ (кал/прах).

4. Предвид казаното, при сухо време, дори и през зимните месеци автомобилният транспорт има значително въздействие върху КАВ по отношение на фините прахови частици.
5. Дори всички автомобили в града да бъдат заменени с електрически, ресуспендирането на фини прахови частици ще остане проблем, ако пътната настилка не се поддържа в изправност и чиста.
6. Не на последно място трябва да се изтъкне, че между количествата на фините прахови частици, намиращи се върху пътната настилка, има и такива, които са генерирани от промишленост, строителство, автобуси, товарни МПС и други видове транспорт.

10.1.2 Оценка на КАВ при вариант 1

Вариант 1 се характеризира със сравнително меки ограничения за автомобилите и използване на обход (движение по булеварди и улици – граници на зоната). Налага се забрана за навлизане и движение в ЗНЕ на автомобили от еко-група 1 по дата на първоначална регистрация, което включва технологични стандарти:

- бензинови автомобили с технологичен стандарт ЕВРО 0 и част от тези с ЕВРО 1;
- дизелови автомобили с технологичен стандарт ЕВРО 0, 1, 2 и част от тези с ЕВРО 3.

Детайлна информация за броя на ограничените автомобили по източници (линейни и площни) е представена в приложените екселски таблици.

10.1.2.1 Резултати от математичното моделиране

В Таблица 10.14 са представени най-високите 10 стойности на СГК на азотен диоксид, обусловена от въздействието на автомобилния транспорт при вариант 1. В таблицата са дадени и UTM-координатите на точката, за която максималната стойност е изчислена.



Таблица 10.14 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 , от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	УТМ-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	25.68	316664	4668785
	2	24.63	316660	4668756
	3	23.55	316586	4668756
	4	22.64	317186	4668756
	5	22.33	316986	4668756
	6	20.58	316786	4668756
	7	18.71	316971	4668752
	8	18.42	316968	4668722
	9	17.65	316186	4667756
	10	17.42	315786	4667556
Линейни източници	1	24.14	316664	4668785
	2	23.02	316660	4668756
	3	21.93	316586	4668756
	4	21.41	317186	4668756
	5	20.96	316986	4668756
	6	19.05	316786	4668756
	7	17.32	316971	4668752
	8	16.94	316968	4668722
	9	16.42	317550	4668699
	10	16.32	317469	4668706
Площни източници	1	0.41	313586	4668156
	2	0.39	313786	4668756
	3	0.39	313586	4668356
	4	0.38	313986	4668956
	5	0.38	312986	4669556
	6	0.37	313786	4668956
	7	0.37	313386	4669556
	8	0.37	313386	4669756
	9	0.36	313986	4668756
	10	0.36	313586	4668756

Точката на максимума е разположена в близост до кръстовището на булевардите „Цариградско шосе“ и „Освобождение“, на около 75 метра северно от трасето на „Цариградско шосе“. Сравнително ниските стойности на СГК на NO_2 , свързани с площните източници, показват, че движението на автомобилите по вътрешнокварталните улици не оказва сериозно въздействие върху замърсяването на въздуха с NO_2 , докато линейните



източници са в състояние да „осигурят“ до 64.2 % от СГН.

Таблица 10.15. Максимални стойности на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички, от линейни и от площни източници при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Групи източници	№ поред	Средночасова концентрация	УТМ-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	933.55	315186	4669156
	2	861.65	315186	4669356
	3	809.13	315186	4668756
	4	768.59	315186	4668956
	5	749.10	315186	4668556
	6	617.56	315186	4669756
	7	613.34	315186	4668356
	8	561.39	315186	4668156
	9	528.48	315186	4669556
	10	509.36	315186	4667356
Линейни източници	1	917.15	315186	4669156
	2	844.83	315186	4669356
	3	792.57	315186	4668756
	4	755.67	315186	4668956
	5	732.33	315186	4668556
	6	602.62	315186	4669756
	7	601.56	315186	4668356
	8	546.80	315186	4668156
	9	518.68	315186	4669556
	10	500.40	315186	4667756
Площни източници	1	6.54	315586	4667356
	2	6.16	312586	4668956
	3	5.43	312786	4668756
	4	5.37	312786	4669156
	5	5.33	312586	4668756
	6	5.12	316586	4667356
	7	5.02	312786	4669556
	8	5.00	315586	4667556
	9	4.94	315786	4667556
	10	4.93	315186	4667156

В Таблица 10.15 са дадени първите 10 най-високи стойности на средночасовата концентрация на NO₂ от всички и от двете групи източници. Най-високата стойност 933.55 надхвърля средночасовата норма над 4.67 пъти. Това се отнася до точка с УТМ-координати 315186E и 4669156N – на кръстовището между булевардите „Източен“ и „6-ти септември“.



Дължи се практически изцяло на линейните източници от автомобилния транспорт.

На пръв поглед изчислените стойности на средночасовата концентрация са тревожно високи. Веднага обаче трябва да се отбележи, че става дума за индивидуални стойности в различни, макар и близки точки от изследваната област. Тези точки, в които за изчислени всичките 10 средночасови стойности на концентрацията на NO₂ са разположени по протежение на бул. „Източен“ в отсечка от 800 м. В Таблица 10.16 и Таблица 10.17 са представени резултати, изчислени за точките на пунктовете за мониторинг в Пловдив.

Таблица 10.16 Изчислени стойности на СГК на NO₂, μg/m³, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Рецептор	УТМ-координати, m		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	11.31
Тракия	315331	46680566	10.40
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	9.23
Тракия	315331	46680566	7.47
СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.13
Тракия	315331	46680566	0.07

Таблица 10.17 Изчислени максимални стойности на СЧК на NO₂, μg/m³, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Рецептор	УТМ-координати, m		Стойност
	Изток	Север	
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от всички източници от транспорт			
Каменица	315331	4668056	155.23
Тракия	317224	4667877	162.63
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от линейни източници			
Каменица	315331	4668056	134.29
Тракия	317224	4667877	76.68
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от площни източници			
Каменица	315331	4668056	3.24
Тракия	317224	4667877	1.74



Таблица 10.19и

Таблица 10.19 представят данни относно най-високите стойности на СГК и СДК на ФПЧ₁₀ в условията на ЗНЕ от транспорт – вариант 1.

Таблица 10.18 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на ФПЧ₁₀, от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	UTM-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	4.74	316664	4668785
	2	4.74	316664	4668785
	3	4.46	316660	4668756
	4	4.46	316660	4668756
	5	4.27	317186	4668756
	6	4.24	316586	4668756
	7	4.17	316986	4668756
	8	3.69	316786	4668756
	9	3.40	316971	4668752
	10	3.40	316971	4668752
Линейни източници	1	4.73	316664	4668785
	2	4.73	316664	4668785
	3	4.45	316660	4668756
	4	4.45	316660	4668756
	5	4.27	317186	4668756
	6	4.22	316586	4668756
	7	4.16	316986	4668756
	8	3.68	316786	4668756
	9	3.39	316971	4668752
	10	3.39	316971	4668752
Площни източници	1	0.05	313186	4668756
	2	0.04	314586	4668756
	3	0.04	314586	4668956
	4	0.04	314586	4668556
	5	0.04	312986	4669156
	6	0.04	312986	4668956
	7	0.04	312786	4668956
	8	0.04	313986	4668956



	9	0.04	313186	4668956
	10	0.04	312986	4668756

Таблица 10.19 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Групи източници	Стойност	Дата		УТМ-координати, <i>m</i>	
		УУММДД	Изток	Север	
Всички	9.91	210110	316660	4668756	
Линейни	9.90	210110	316660	4668756	
Площни	0.09	211117	312586	4669156	

Информация относно изчисленията за пунктовете за мониторинг стойности на нивата на ФПЧ₁₀ е дадена в Таблица 10.20 и Таблица 10.21. От тях е видно, че автомобилният транспорт оказва твърде слабо влияние върху замърсяването на въздуха с ФПЧ₁₀ в пунктовете за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“.

Таблица 10.20 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

Рецептор	УТМ-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	1.27
Тракия	315331	46680566	1.10
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	1.24
Тракия	315331	46680566	1.09
СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.03
Тракия	315331	46680566	0.01

Таблица 10.21 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

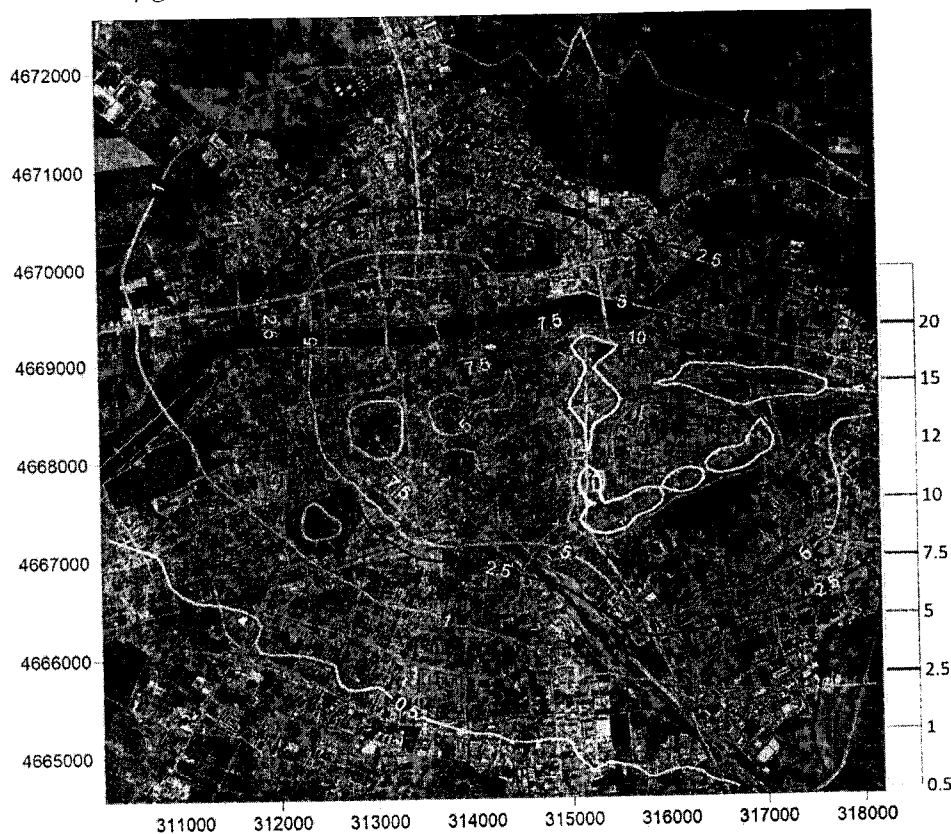
Рецептор	УТМ-координати, <i>m</i>		Стойност	Дата
	Изток	Север		УУММДД
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от всички източници от транспорт				
Каменица	315331	4668056	2.69	210108
Тракия	317224	4667877	2.23	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от линейни източници				



Каменица	315331	4668056	2.64	210108
Тракия	317224	4667877	2.23	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от площни източници				
Каменица	315331	4668056	0.05	211209
Тракия	317224	4667877	0.03	210108

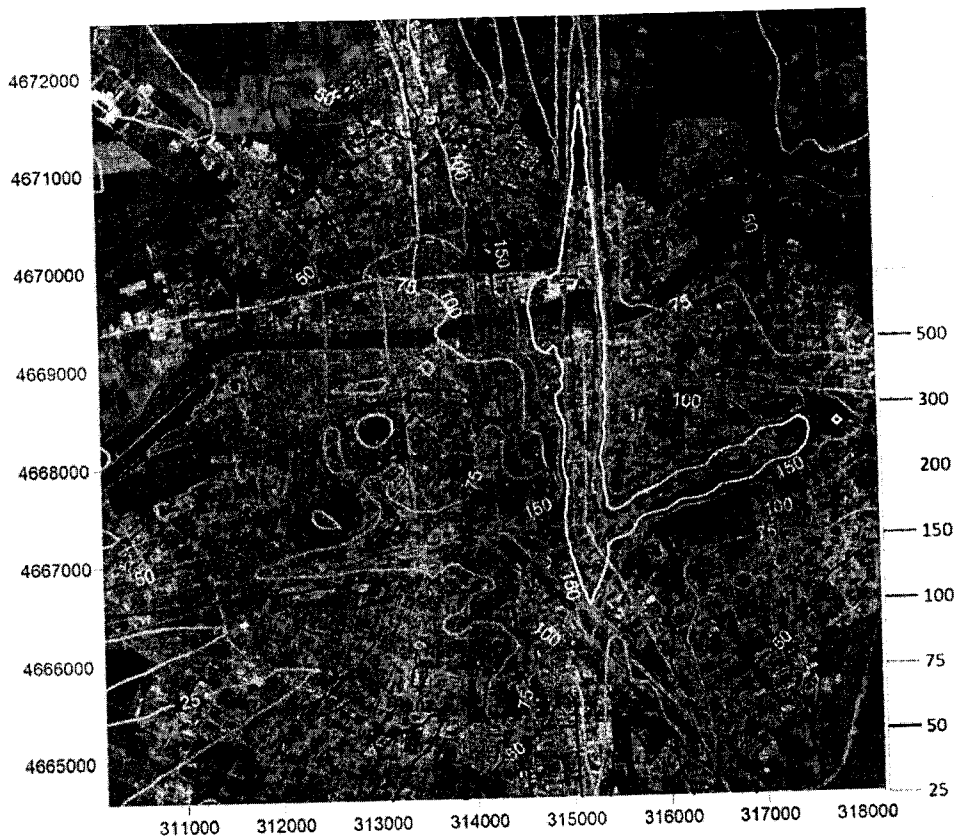
Фигура 10.12 показва, че в условията на вариант 1 на зоната с ниски емисии с най-голяма степен на замърсяване на въздуха с NO₂ се отличават булевардите „Цариградско шосе“ и „Санкт Петербург“.

В зоните, оградени с червена линия самостоятелното въздействие на автомобилния транспорт обуславя замърсяване на въздуха над половината на средногодишната норма за NO₂. В централните части на града СГК на NO₂ се изменя в диапазона от 2.5 до 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. По обхода бул. „Източен“ СГК е между 12 и 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. В малка зона в близост от кръстовището между булевардите „Цар Борис III Обединител“ и „6-ти септември“ СГК на NO₂ превишава 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.12 Средногодишна концентрация на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1



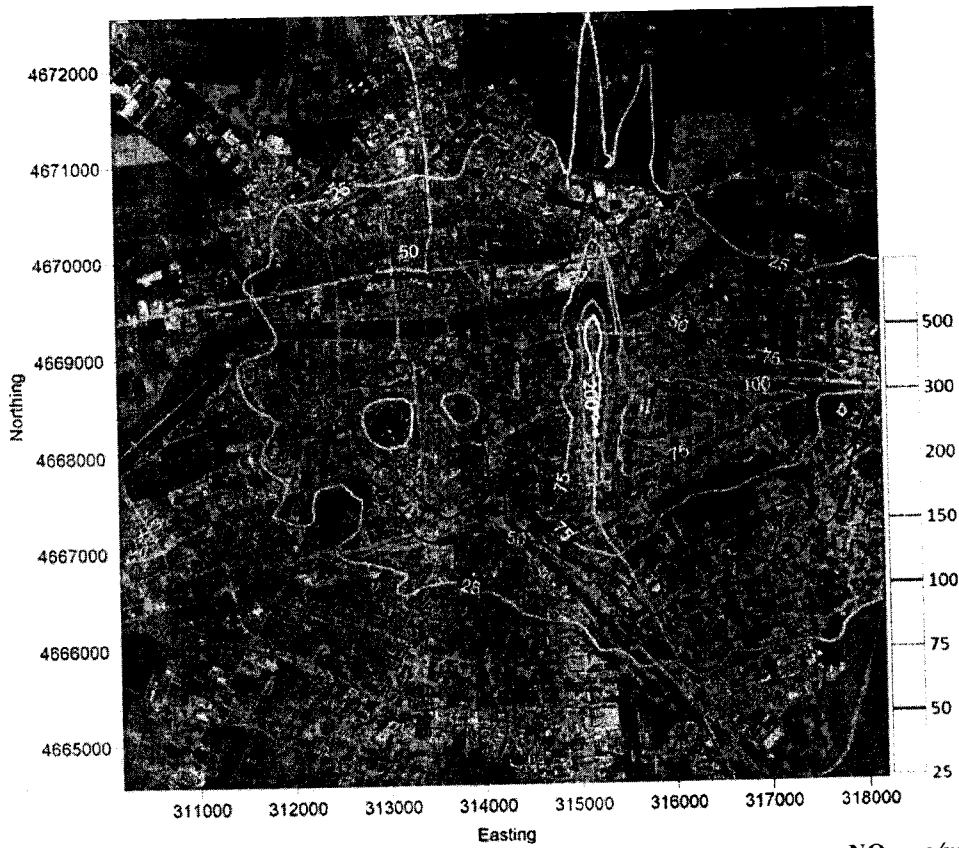


Фигура 10.13 Максимални средночасови стойности на концентрацията на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1

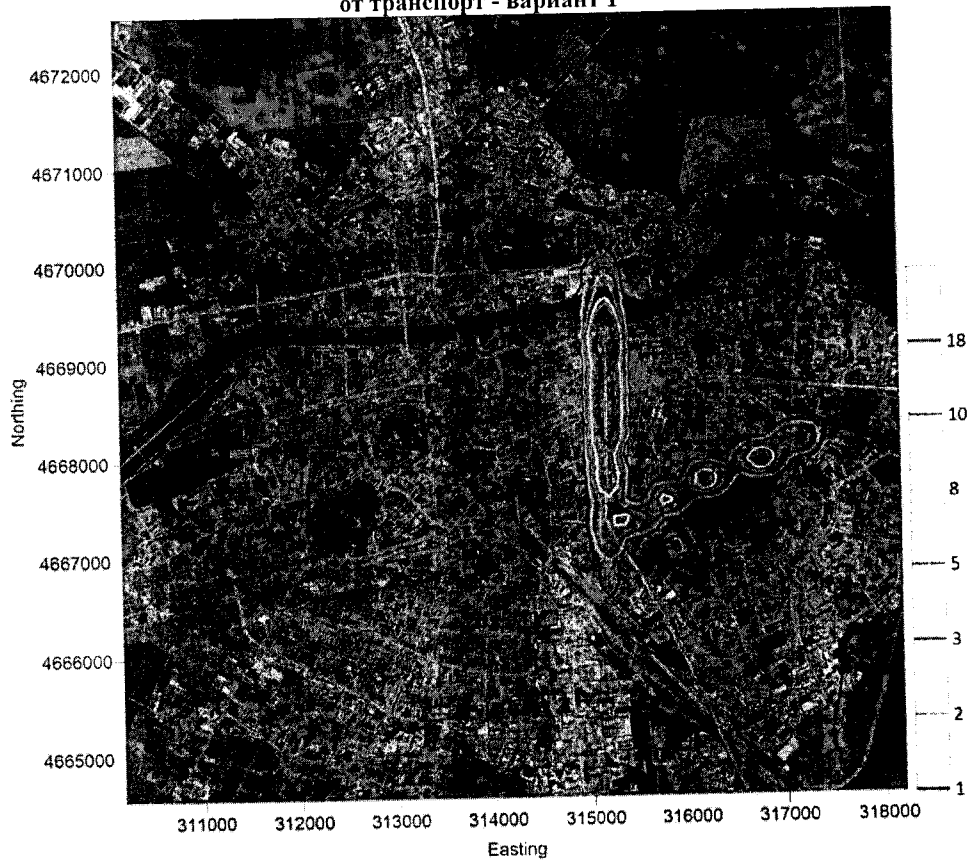
По-сериозен анализ изисква Фигура 10.13. На нея са представени изолинии на максималните стойности на средночасова концентрация на NO_2 . Диапазонът, обхванат от изолиниите е от 25 до 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Това, че червената изолиния обхваща определена зона означава, че около северната част на бул. „Източен“ максималните средночасови стойности на концентрацията на NO_2 попадат в интервала от 500 до (Таблица 10.15) 933 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при норма от 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. На фона на сравнително слабо понижение на максималните стойности на СЧК на NO_2 в централната и западната част от града, площите на зоните със стойности над 200, 300 и 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. се увеличават, т.е. степента за замърсяване на въздуха около източния обход видимо се увеличава. Забелязва се (Фигура 10.14) и определено нарастване на площта на зоната, оградена от изолинията за 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ на 99.8-мия перцентил.

В допълнение към казаното дотук, трябва да се отбележи, че при вариант 1 на зоната с ниски емисии областта с повече от 18 превишения на СЧК за NO_2 на Фигура 10.15 се разширява. В заключение, вариант 1 на зоната за ниски емисии от автомобилен транспорт се характеризира със слабо подобрене на КАВ в централната и западната част на града и отчетливо повишаване на максималните стойности на средночасовата концентрация на NO_2 по трасето на обходния за зоната булевард „Източен“.





Фигура 10.14 Стойности на 99.8-мия перцентил на среднoчасовата концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1



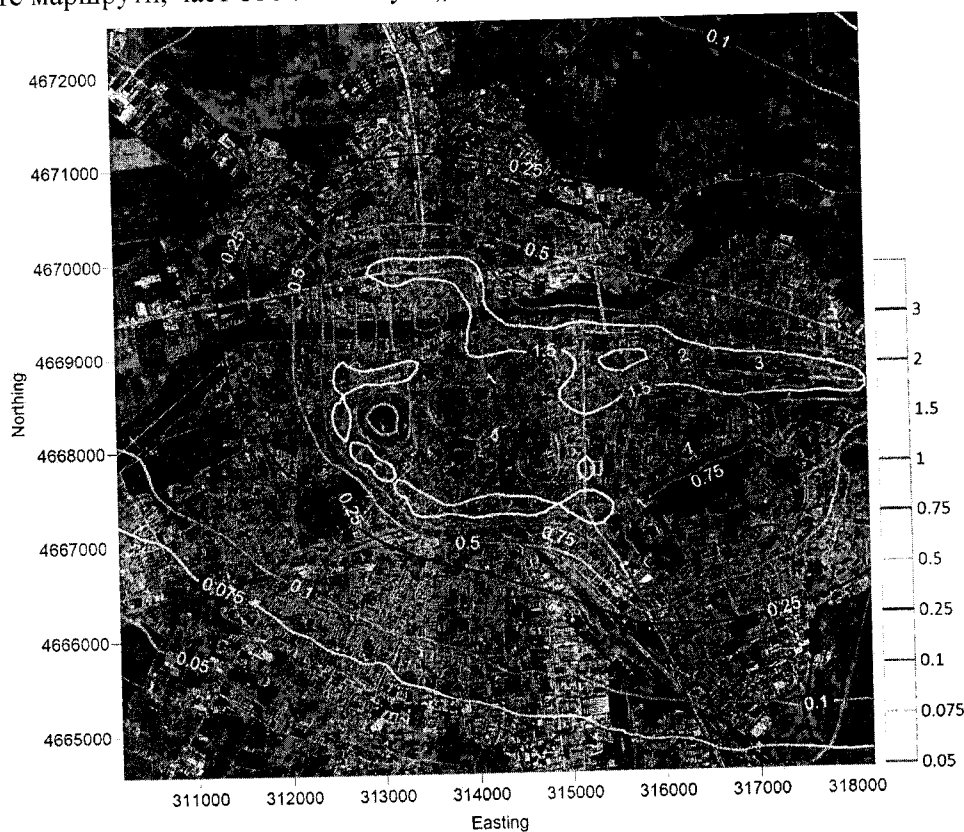
Фигура 10.15 Брой превишения на СЧН за NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 1



На Фигура 10.16 са представени изолинии на СДК на ФПЧ₁₀ за вариант 1 на ЗНЕ. От нея се вижда, че нетният принос на транспорта към формиране на СДК на ФПЧ₁₀ е малък, между 0.0 и 4.74 (Таблица 10.18). Най-високите изчислени стойности са получени за трасето на „Цариградско шосе“ – между 3.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и отбелязания току що максимум. Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀ около 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (оранжева линия) се забелязват около някои по-натоварени кръстовища. В общи линии, замърсителят ФПЧ₁₀, генериран от ДВГ и износване на пътна настилка, гуми и фрикционен материал не е проблем за град Пловдив.

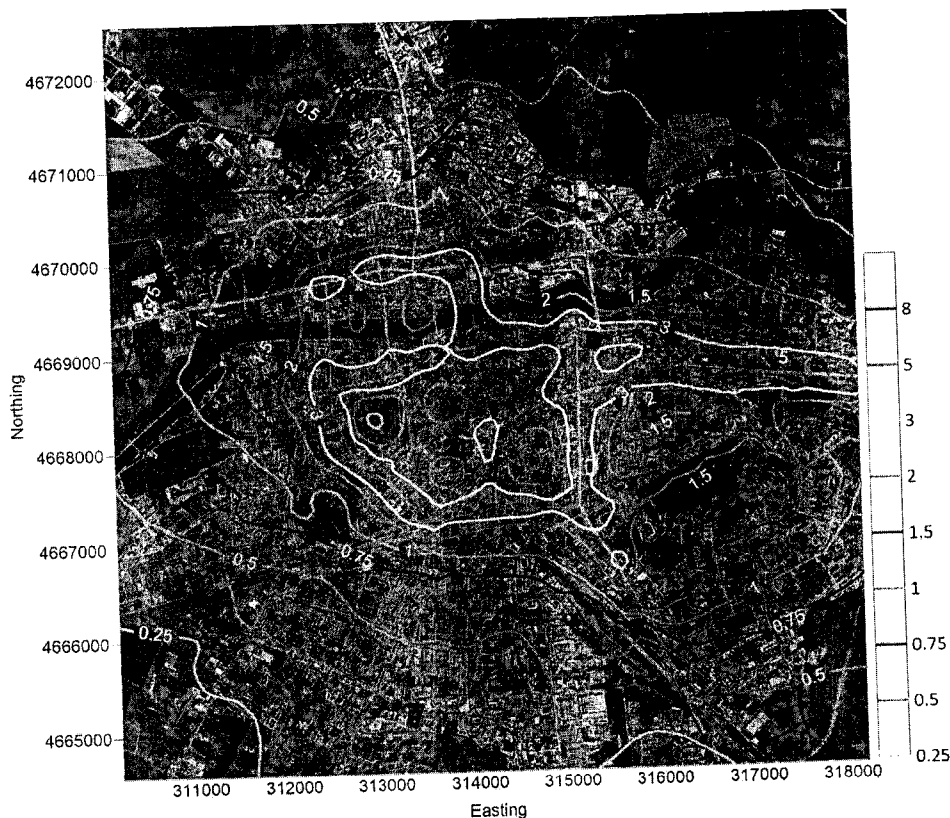
Що се отнася до максималната СДК на ФПЧ₁₀ (Фигура 10.17), тя варира от 0.0 до 9.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, като в почти целия град възлиза на няколко $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Автомобилният транспорт е далеч от СДН и още повече от многократното ѝ превишаване.

Направеният анализ на резултатите от въвеждане на вариант 1 на зона с ниски емисии от транспорт показва, че *те са незадоволителни от гледна на качеството на атмосферния въздух в Пловдив*. Постига се сравнително малък положителен ефект във вътрешността на зоната за сметка на чувствително влошаване на показателите за КАВ по обходните маршрути, част от които е бул. „Източен“.



Фигура 10.16 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при условията на вариант 1 на ЗНЕ от транспорт





Фигура 10.17 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при условията на вариант 1 на ЗНЕ от автомобилен транспорт

Както бе споменато по-рано, Пловдив се характеризира с особена инфраструктура предвид река Марица, малкия брой транспортни мостове над нея и усложнения релеф на земната повърхност поради наличието на шестте тепета. По посочените причини, няколко булеварда в града се оказват предпочитани (по-скоро неотменими) маршрути за автомобилния трафик. При затварянето на зоната за най-замърсяващите въздуха автомобили, бул. „Източен“ е предпочитан маршрут за тези от тях, които се движат между южните и северните квартали в източната част на град Пловдив.

10.1.3 Оценка на КАВ при вариант 2

Вариант 2 се характеризира с по-твърди ограничения за автомобилите и запазване на възможността да се използват обходните пътни артерии. Налага се забрана за навлизане и движение в ЗНЕ на автомобили от еко група 1 и част от еко група 2, което включва технологични стандарти:

- ЕВРО 1 и ЕВРО 2 за бензинови автомобили;
- ЕВРО 3 за дизелови автомобили.

Детайлна информация за броя на ограничените автомобили по източници (линейни и площни) е представена в приложените екселски таблици.

Предварителният анализ на резултатите от математичното моделиране на разпространението на емисиите показва, че и вариант 2 не води до съществено подобряване



на КАВ в Пловдив. По тази причина, детайлен анализ на показателите за качество на атмосферния въздух не би довел до важни и решаващи изводи и заключения, относно по-нататъшно втвърдяване на ограниченията за навлизане и движение в зоната с ниски емисии. Ето защо, тук са представени *съответните таблици и фигури както за вариант 1 но само за сравнение и без подробно описание на самите резултати.*

10.1.4 Сравнение на КАВ при варианти 1 и 2

Таблиците 10.14, 10.15, 10.18 и 10.19 (вариант 1) съответстват на 10.22, 10.23, 10.26 и 10.27 (вариант 2). Най важните разлики между тях са представени в Таблица 10.30.

Таблица 10.22 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 , от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

			УТМ-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	26.17	316664	4668785
	2	25.09	316660	4668756
	3	24.06	316586	4668756
	4	22.88	317186	4668756
	5	22.63	316986	4668756
	6	20.97	316786	4668756
	7	19.02	316971	4668752
	8	18.72	316968	4668722
	9	18.00	315186	4669156
	10	17.89	316186	4667756
Линейни източници	1	24.63	316664	4668785
	2	23.48	316660	4668756
	3	22.45	316586	4668756
	4	21.65	317186	4668756
	5	21.27	316986	4668756
	6	19.44	316786	4668756
	7	17.63	316971	4668752
	8	17.24	316968	4668722
	9	17.18	315186	4669156
	10	16.60	317550	4668699
Площни източници	1	0.37	312986	4669556
	2	0.36	313386	4669756
	3	0.36	313386	4669556
	4	0.34	313586	4669756
	5	0.33	313786	4669756
	6	0.33	312786	4669556
	7	0.32	313586	4668156
	8	0.32	313986	4668956
	9	0.32	316186	4666956
	10	0.31	313186	4669756

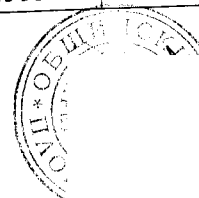


Таблица 10.23. Максимални стойности на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички, от линейни и от площни източници при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Групи източници	№ поред	Средночасова концентрация	UTM-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	1088.94	315186	4669156
	2	1037.64	315186	4669356
	3	944.75	315186	4668756
	4	917.62	315186	4668956
	5	861.34	315186	4668556
	6	777.83	315186	4669756
	7	707.73	315186	4668356
	8	665.50	315186	4669556
	9	650.62	315186	4668156
	10	640.91	315186	4667356
Линейни източници	1	1072.56	315186	4669156
	2	1020.85	315186	4669356
	3	928.22	315186	4668756
	4	904.73	315186	4668956
	5	844.57	315186	4668556
	6	762.91	315186	4669756
	7	695.95	315186	4668356
	8	655.71	315186	4669556
	9	636.03	315186	4668156
	10	633.50	315186	4667756
Площни източници	1	6.54	315586	4667356
	2	5.12	316586	4667356
	3	5.00	315586	4667556
	4	4.94	315786	4667556
	5	4.93	315186	4667156
	6	4.85	315586	4667156
	7	4.83	315786	4666956
	8	4.81	312586	4668956
	9	4.81	315386	4666956
	10	4.80	316586	4667156

Таблица 10.24 Изчислени стойности на СГК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойнос г
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	12.80
Тракия	315331	46680566	10.53
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	10.73
Тракия	315331	46680566	7.61



СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.13
Тракия	315331	46680566	0.06

Таблица 10.25 Изчислени максимални стойности на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Рецептор	УТМ-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от всички източници от транспорт			
Каменица	315331	4668056	184.33
Тракия	317224	4667877	170.21
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от линейни източници			
Каменица	315331	4668056	168.25
Тракия	317224	4667877	76.73
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от площни източници			
Каменица	315331	4668056	3.25
Тракия	317224	4667877	1.74

Таблица 10.26 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на ФПЧ₁₀, от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	УТМ-координати, <i>m</i>	
			Изток	Север
Всички	1	4.79	316664	4668785
	2	4.79	316664	4668785
	3	4.51	316660	4668756
	4	4.51	316660	4668756
	5	4.29	317186	4668756
	6	4.29	316586	4668756
	7	4.20	316986	4668756
	8	3.73	316786	4668756
	9	3.43	316971	4668752
	10	3.43	316971	4668752
Линейни	1	4.78	316664	4668785
	2	4.78	316664	4668785
	3	4.50	316660	4668756
	4	4.50	316660	4668756
	5	4.29	317186	4668756
	6	4.28	316586	4668756
	7	4.19	316986	4668756
	8	3.73	316786	4668756



	9	3.42	316971	4668752
	10	3.42	316971	4668752
Площни	1	0.04	312986	4669156
	2	0.04	313186	4668756
	3	0.04	312786	4668956
	4	0.04	312986	4668956
	5	0.04	313186	4668956
	6	0.04	314586	4668756
	7	0.04	314586	4668956
	8	0.03	313386	4669156
	9	0.03	314586	4668556
	10	0.03	312786	4668756

Таблица 10.27 Максимални СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Групи източници	СДК	Дата	UTM-координати, <i>m</i>	
		YYMMDD	Изток	Север
Всички	9.97	210110	316660	4668756
Линейни	9.96	210110	316660	4668756
Площни	0.09	211117	312586	4669156

Таблица 10.28 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	1.3698
Тракия	315331	46680566	1.1087
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	1.3433
Тракия	315331	46680566	1.0992
СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.0265
Тракия	315331	46680566	0.0095

Таблица 10.29 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 2

Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от всички източници от транспорт			
Каменица	315331	4668056	2.8964
Тракия	317224	4667877	2.2394
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от линейни източници			

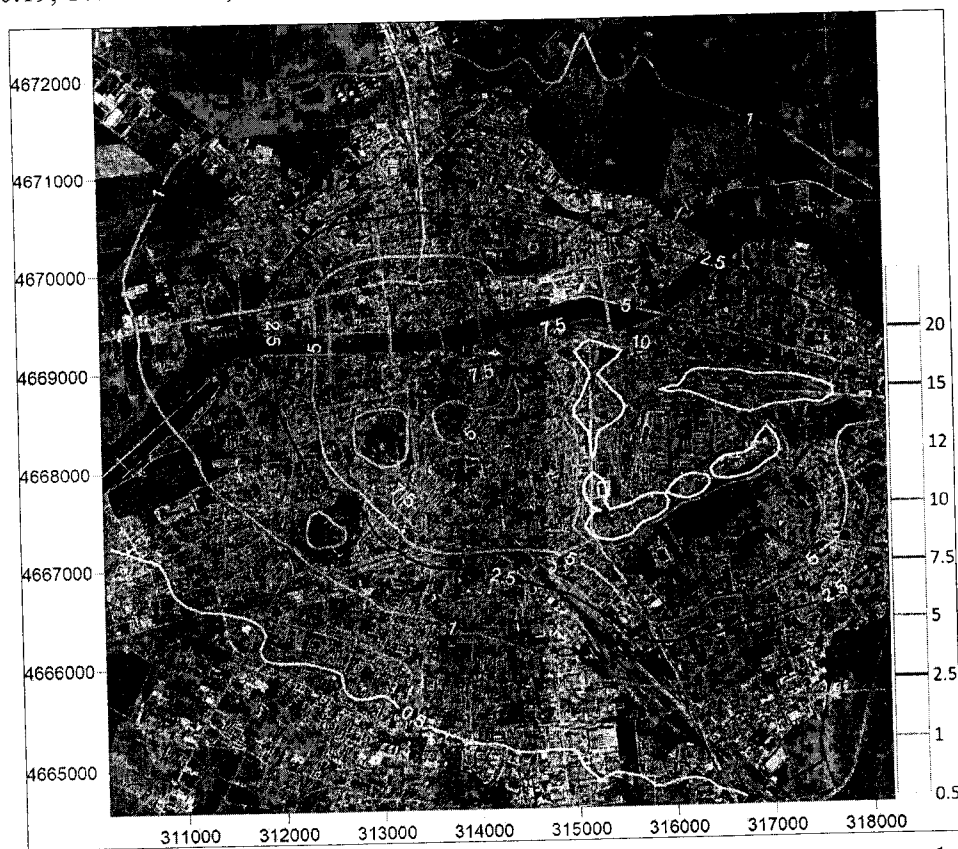
КОМУНИКАЦИИ
 КОМУНИКАЦИИ
 КОМУНИКАЦИИ

Каменица	315331	4668056	2.8542
Тракия	317224	4667877	2.2363
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от площни източници			
Каменица	315331	4668056	0.0450
Тракия	317224	4667877	0.0305

Всички изчисления до момента показват, че приносът на автомобилния транспорт към замърсяването на въздуха в Пловдив с ФПЧ₁₀ е малък и не е проблем за общината. По отношение на азотния диоксид обаче, това не е така. По трасетата на редица булеварди концентрацията на NO₂ достига стойности, които представляват около 50 % от средногодишната норма, а максималната средночасова концентрация на NO₂ в определени участъци надхвърля средночасовата норма 4 до 5 пъти.

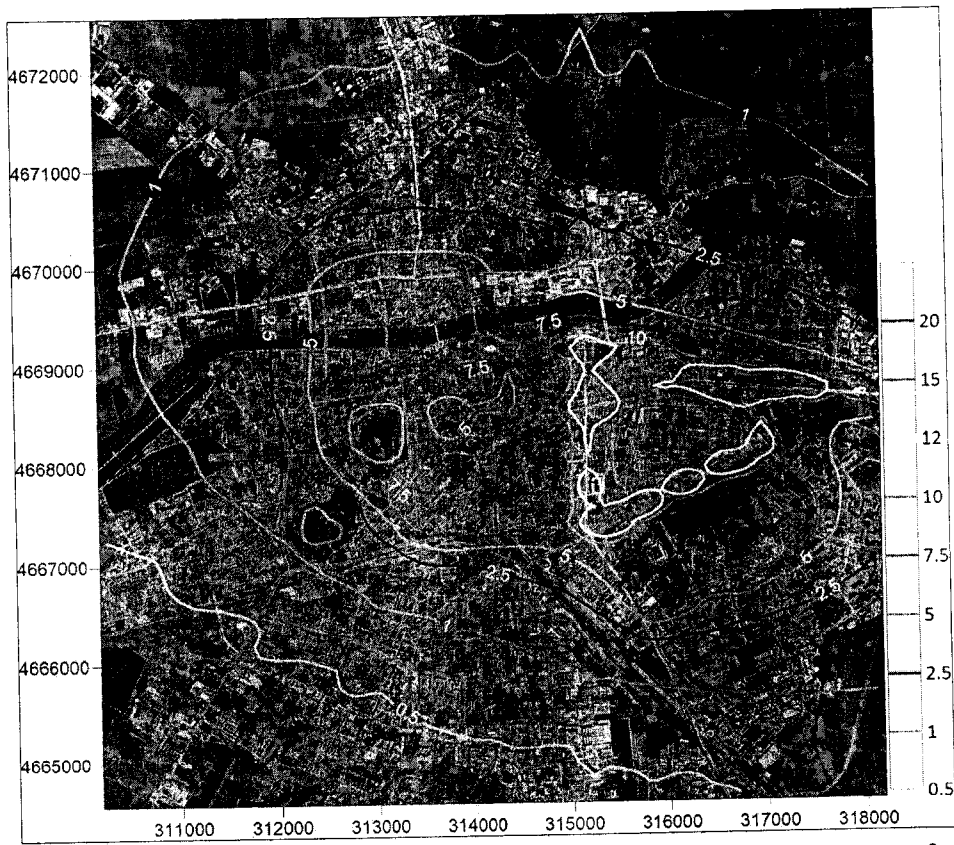
Булевард „Източен“ е важна пътна артерия, която освен нормалния трафик поема в пиковите часове два основни потока - от „Цариградско шосе“ и от „Асеновградско шосе“ по бул. „Менделеев“ към северна и източна промишлена зона, а това обуславя пиково замърсяване на въздуха в сутрешните и вечерните часове.

Въвеждането на ЗНЕ във варианти 1 и 2 не решава проблема, свързан със СГК и най-вече със СЧК на NO₂. Това особено ясно се вижда при сравняване на двойките фигури 10.18 - 10.19, 10.20 - 10.21, 10.22 - 10.23 и 10.24 - 10.25.

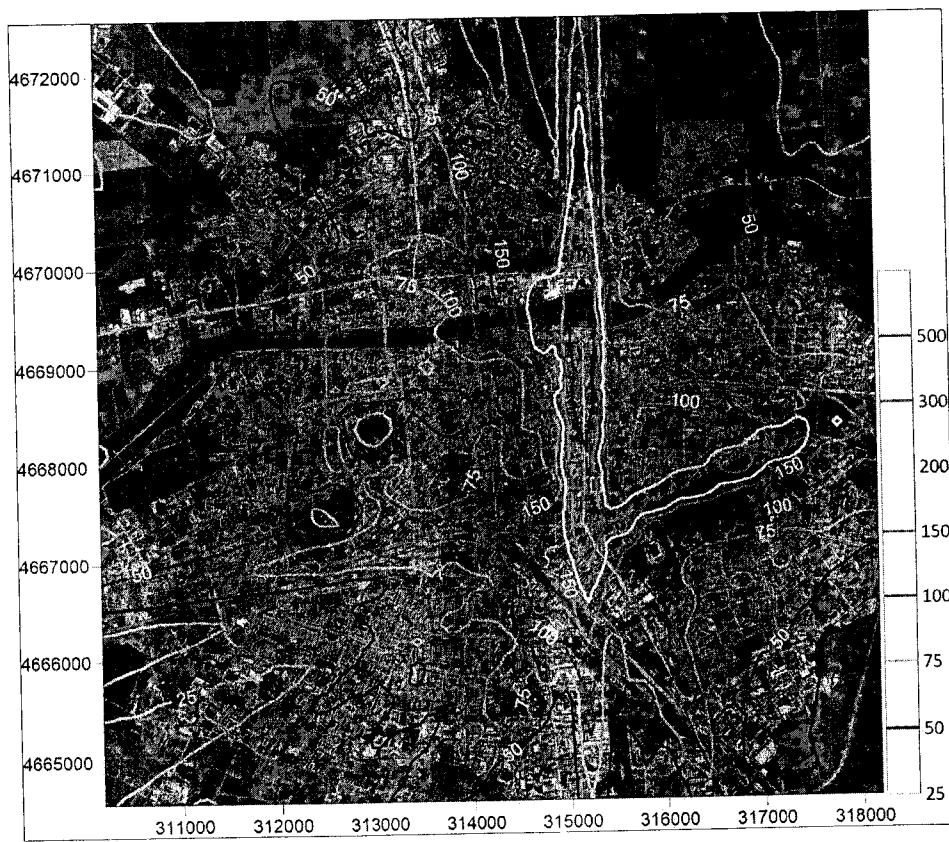


Фигура 10.18 Стойности на СГК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1



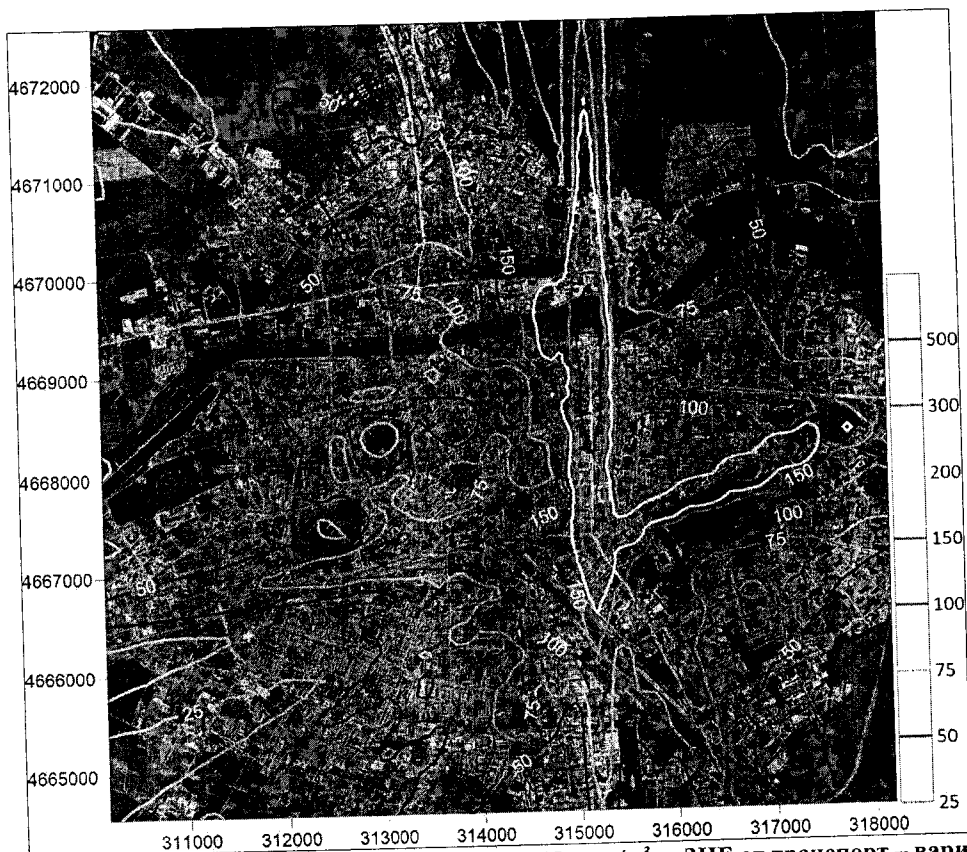


Фигура 10.19 Стойности на СГК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2

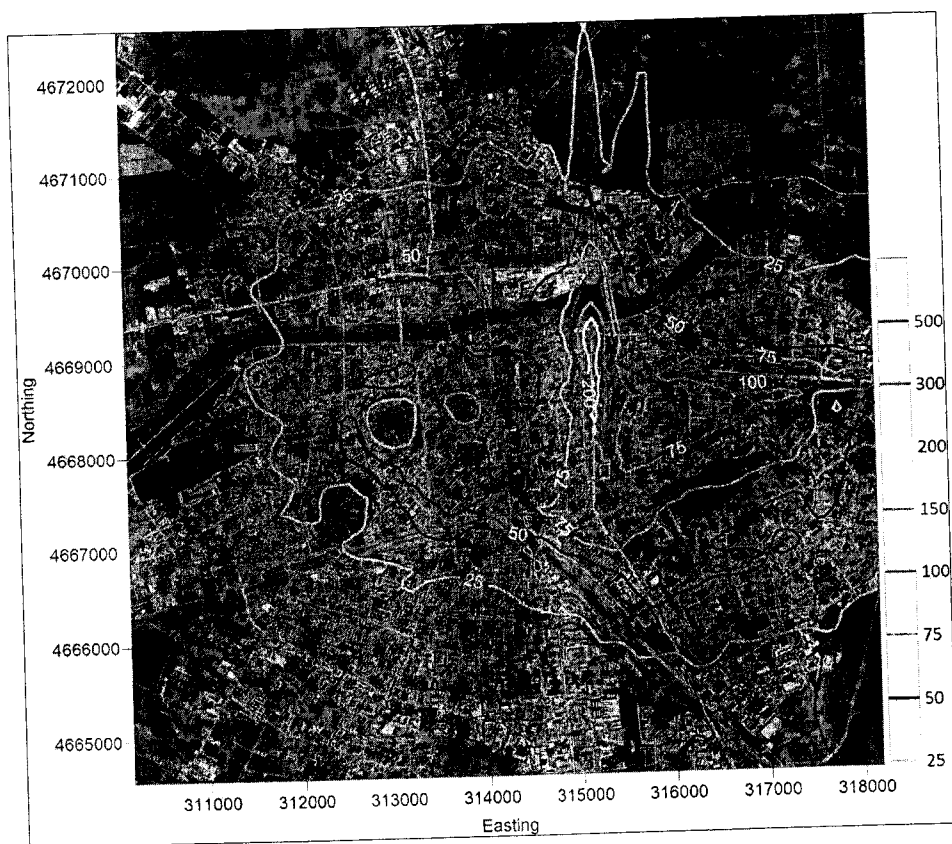


Фигура 10.20 Максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1



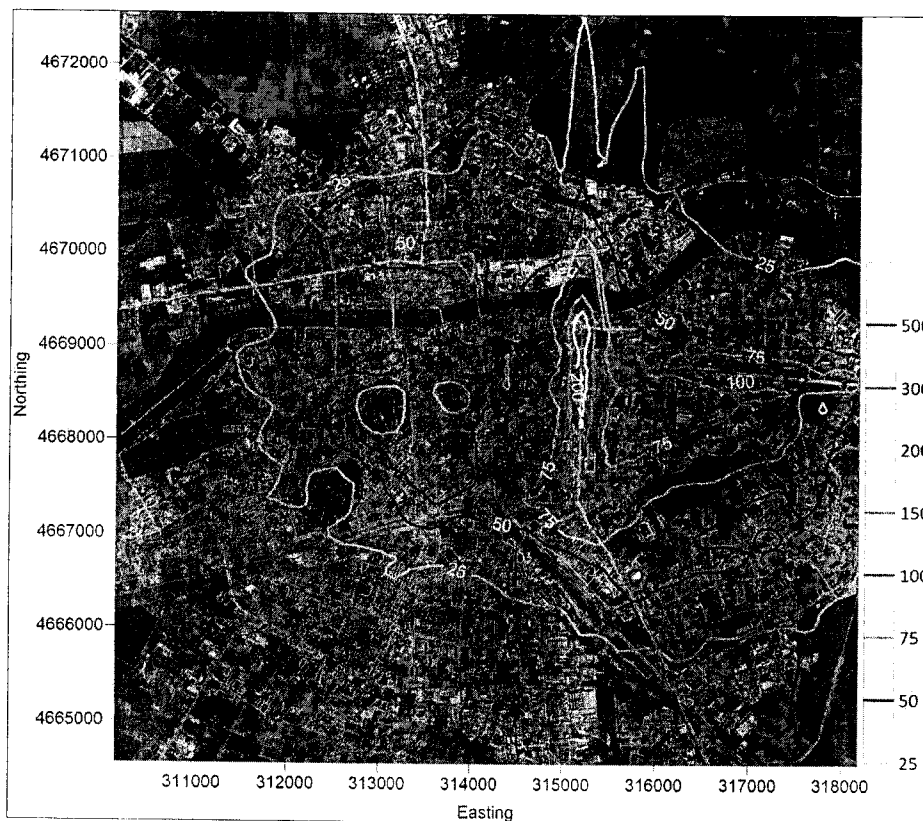


Фигура 10.21 Максимални стойности на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2

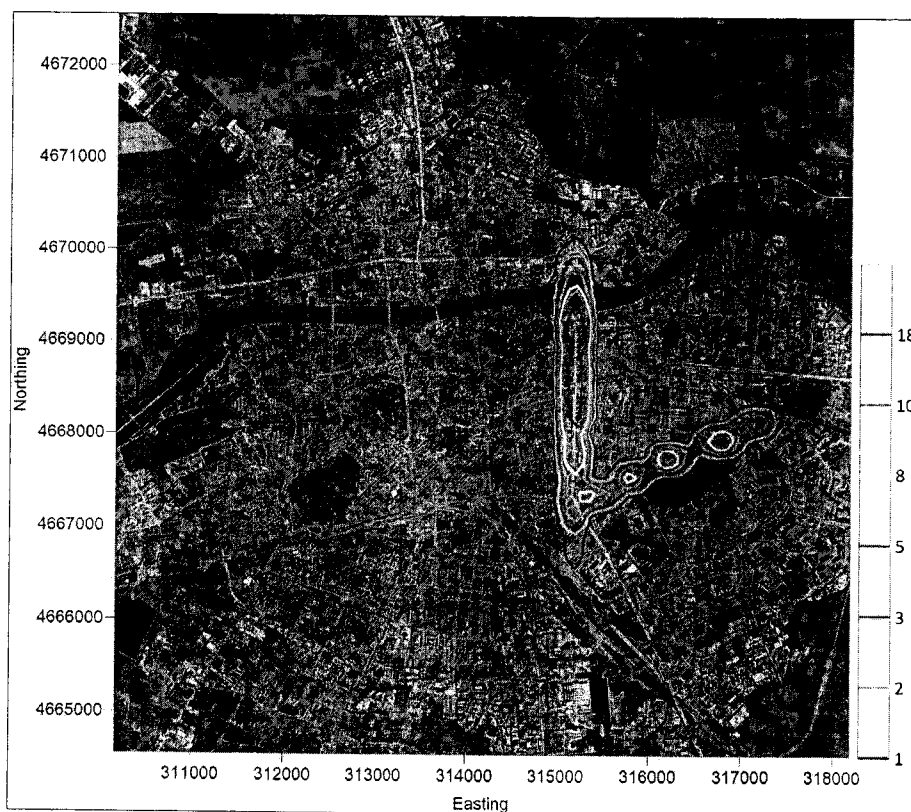


Фигура 10.22 Стойности на 99.8-тия перцентил на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1



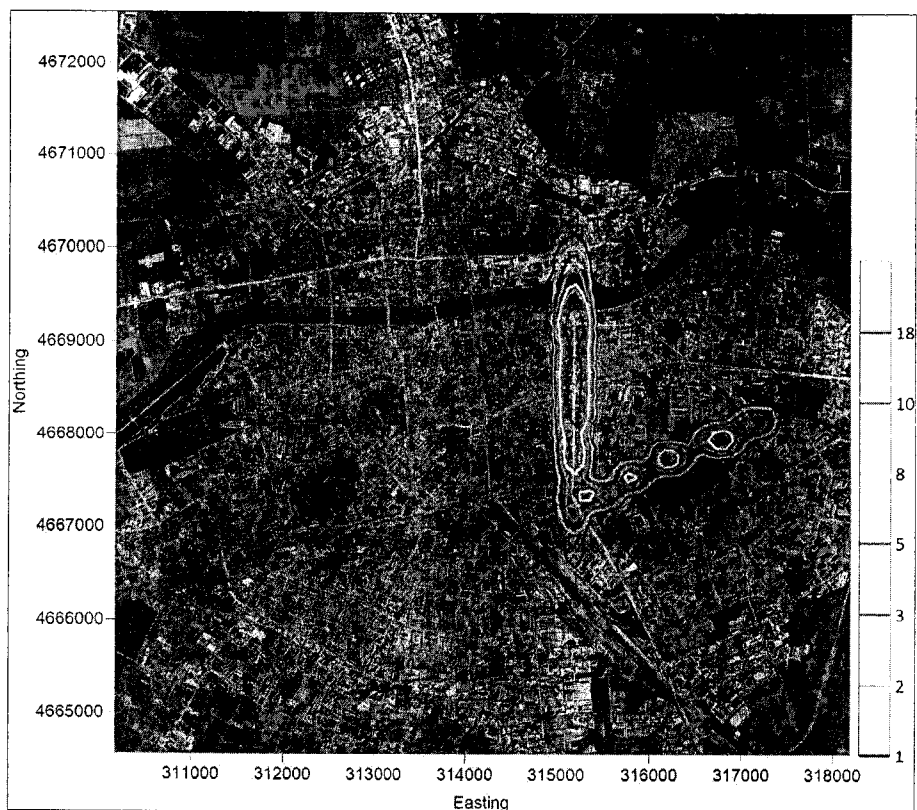


Фигура 10.23 Стойности на 99.8^{-мия} перцентил на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2



Фигура 10.24 Брой превишения на СЧК за NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 1





Фигура 10.25 Брой превишения на СЧН за NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за ЗНЕ от транспорт – вариант 2

В общи линии, при вариант 2 може да се отбележи слабо повишение на максималните концентрации NO_2 и ФПЧ_{10} , както следва

Таблица 10.30 Повишение на екстремалните показатели за КАВ

Показател, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Вариант 1	Вариант 2
Максимална СГК на NO_2	25.68	26.17
Максимална СЧК на NO_2	933.55	1088.94
Максимална СГК на ФПЧ_{10}	4.74	4.79
Максимална СДК на ФПЧ_{10}	9.91	9.97

10.1.5 Оценка на КАВ при вариант 3

Вариант 3 на зоната с ниски емисии предвижда твърди ограничения за навлизане и движение в зоната с ниски емисии и *забрана на движение по улици и булеварди, които във вариантите 1 и 2 бяха обходни за ЗНЕ от транспорт.*

Предвижда се ограничение за еко-група 1 и част от еко-група 2, което включва:

всички бензинови автомобили с технологичен стандарт ЕВРО 1 и ЕВРО 2;

всички дизелови автомобили с технологичен стандарт до ЕВРО 3.

Детайлна информация за броя на ограничените автомобили по източници (линейни и площни) е представена в приложените екселски таблици.



Резултати от математичното моделиране

В Таблица 10.31 са дадени най-високите 10 стойности на СГК на азотен диоксид, обусловени от въздействието на автомобилния транспорт при вариант 3. В таблицата са дадени и UTM-координатите на точката, за която максималната стойност е изчислена.

Таблица 10.31 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на NO_2 от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	UTM-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	24.05	316664	4668785
	2	23.04	316660	4668756
	3	21.80	316586	4668756
	4	21.71	317186	4668756
	5	21.23	316986	4668756
	6	19.21	316786	4668756
	7	17.60	316971	4668752
	8	17.31	316968	4668722
	9	16.66	317550	4668699
	10	16.59	317469	4668706
Линейни източници	1	22.52	316664	4668785
	2	21.43	316660	4668756
	3	20.49	317186	4668756
	4	20.19	316586	4668756
	5	19.87	316986	4668756
	6	17.69	316786	4668756
	7	16.21	316971	4668752
	8	15.83	316968	4668722
	9	15.71	317550	4668699
	10	15.56	317469	4668706
Площни източници	1	0.37	312986	4669556
	2	0.36	313386	4669756
	3	0.36	313386	4669556
	4	0.34	313586	4669756
	5	0.33	313786	4669756
	6	0.33	312786	4669556
	7	0.32	313586	4668156
	8	0.32	313986	4668956
	9	0.32	316186	4666956
	10	0.31	313186	4669756

Най-високата стойност 24.05 (60.1% от СГН) се получава в точка с UTM-координати 316664E и 4668785N. Тя е разположена на около 200 *m* в посока изток-североизток от кръстовището между бул. „Цариградско шосе“ и бул. „Освобождение“. От таблицата се вижда, че десетте най-високи стойности на СГК на NO_2 се обуславят изцяло от линейните източници на замърсяване.



Таблица 10.32. Максимални стойности на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ от всички, от линейни и от площни източници при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Групи източници	№ поред	Средночасова концентрация	UTM-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	449.90	316786	4667956
	2	376.95	317186	4668156
	3	329.73	316586	4667956
	4	328.20	316186	4667756
	5	322.67	316386	4667756
	6	318.00	315186	4669156
	7	296.80	315186	4667156
	8	289.84	316986	4668156
	9	284.64	315386	4667356
	10	281.63	315186	4669356
Линейни източници	1	301.61	315186	4669156
	2	264.84	315186	4669356
	3	260.83	315186	4668756
	4	238.52	315186	4668556
	5	237.12	315186	4668956
	6	200.58	315186	4668356
	7	194.39	316664	4668785
	8	189.02	317997	4668628
	9	184.32	315186	4668156
	10	183.06	316660	4668756
Площни източници	1	6.54	315586	4667356
	2	5.12	316586	4667356
	3	5.00	315586	4667556
	4	4.94	315786	4667556
	5	4.93	315186	4667156
	6	4.85	315586	4667156
	7	4.83	315786	4666956
	8	4.81	312586	4668956
	9	4.81	315386	4666956
	10	4.80	316586	4667156

В Таблица 10.32 са дадени първите 10 най-високи стойности на средночасовата концентрация на NO₂ от всички и от двете групи източници. Най-високата стойност 449.90, на практика е наполовина по-ниска в сравнение с вариантите на ЗНЕ 1 и 2. Получава се в точка с UTM-координати 316786E и 4667956N, на трасето на бул. „Санкт Петербург“ на около 250 метра от кръстовището с бул. „Освобождение“. Дължи се изцяло на линейните източници от автомобилния транспорт. В Таблица 10.33 и Таблица 10.34 са представени резултати, изчислени за точките на разположение на пунктовете за мониторинг в град Пловдив.



Таблица 10.33 Изчислени стойности на СГК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Рецептор	УТМ-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	5.85
Тракия	315331	46680566	9.65
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	3.78
Тракия	315331	46680566	6.72
СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.13
Тракия	315331	46680566	0.06

Таблица 10.34 Изчислени максимални стойности на СЧК на NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Рецептор	УТМ-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от всички източници от транспорт			
Каменица	315331	4668056	85.59
Тракия	317224	4667877	140.63
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от линейни източници			
Каменица	315331	4668056	42.73
Тракия	317224	4667877	76.40
Най-високи стойности на СЧК на NO₂ от площни източници			
Каменица	315331	4668056	3.256
Тракия	317224	4667877	1.74

Таблица 10.35 и Таблица 10.36 представят данни относно най-високите стойности на СГК и СДК на ФПЧ₁₀ в условията на ЗНЕ от транспорт – вариант 3.

Таблица 10.35 Най-високи 10 стойности на СГК, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, на ФПЧ₁₀, от автомобилния транспорт при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Групи източници	№ поред	Средногодишна концентрация	УТМ-координати	
			Изток, <i>m</i>	Север, <i>m</i>
Всички източници	1	4.48	316664	4668785
	2	4.48	316664	4668785
	3	4.21	316660	4668756
	4	4.21	316660	4668756
	5	4.13	317186	4668756
	6	4.00	316986	4668756
	7	3.96	316586	4668756
	8	3.48	316786	4668756
	9	3.23	316971	4668752



	10	3.23	316971	4668752
Линейни източници	1	4.47	316664	4668785
	2	4.47	316664	4668785
	3	4.20	316660	4668756
	4	4.20	316660	4668756
	5	4.13	317186	4668756
	6	3.99	316986	4668756
	7	3.95	316586	4668756
	8	3.47	316786	4668756
	9	3.22	316971	4668752
	10	3.22	316971	4668752
Площни източници	1	0.04	312986	4669156
	2	0.04	313186	4668756
	3	0.04	312786	4668956
	4	0.04	312986	4668956
	5	0.04	313186	4668956
	6	0.04	314586	4668756
	7	0.04	314586	4668956
	8	0.03	313386	4669156
	9	0.03	314586	4668556
	10	0.03	312786	4668756

Таблица 10.36 Максимални изчислени стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Групи източници	Стойност	Дата	UTM-координати, <i>m</i>	
		YYMMDD	Изток	Север
Всички	9.64	210110	316660	4668756
Линейни	9.63	210110	316660	4668756
Площни	0.09	211117	312586	4669156

Таблица 10.37 Изчислени стойности на СГК на ФПЧ₁₀,
за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност
	Изток	Север	
СГК от всички източници			
Каменица	317224	4667877	0.66737
Тракия	315331	46680566	0.99758
СГК от линейни източници			
Каменица	317224	4667877	0.64086
Тракия	315331	46680566	0.98804
СГК от площни източници			
Каменица	317224	4667877	0.02651
Тракия	315331	46680566	0.00954



Таблица 10.38 Изчислени максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀, за пунктове Каменица и Тракия при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

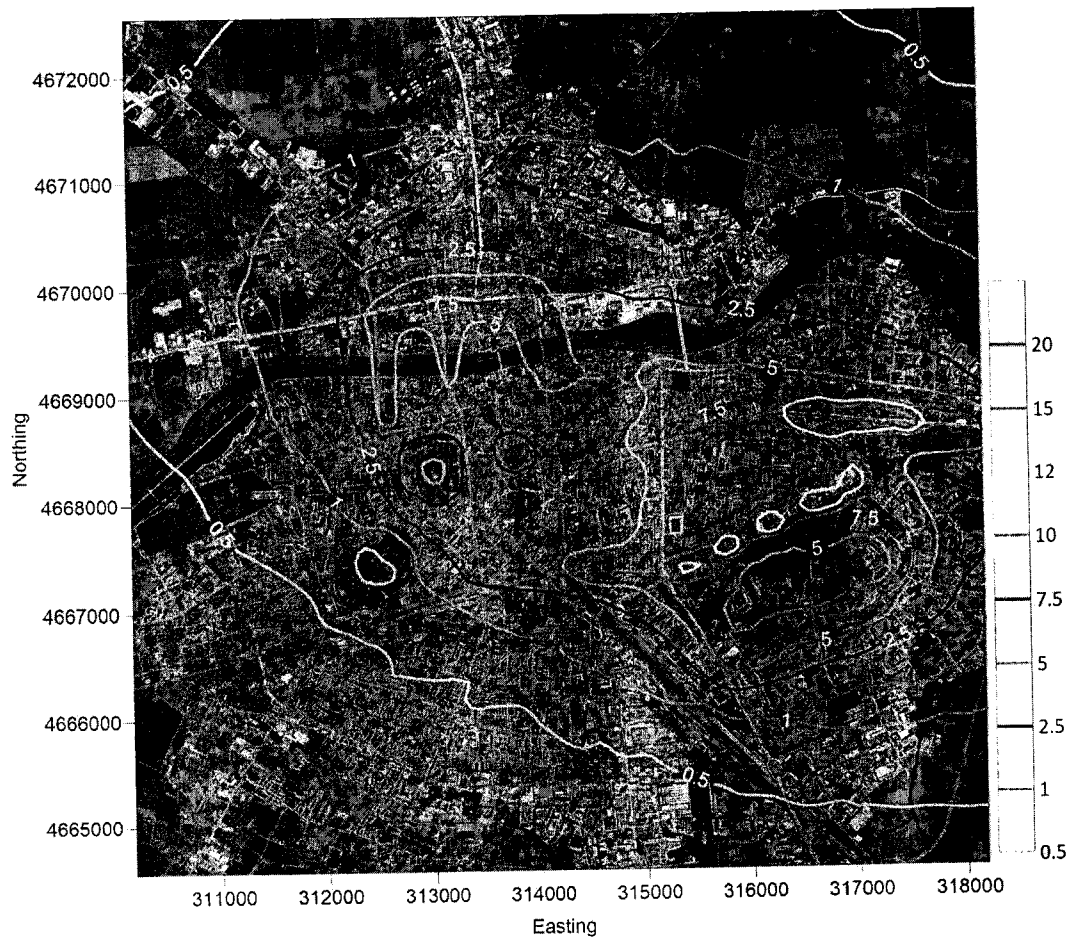
Рецептор	UTM-координати, <i>m</i>		Стойност	Дата
	Изток	Север		YYMMDD
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от всички източници от транспорт				
Каменица	315331	4668056	1.23782	210103
Тракия	317224	4667877	2.15774	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от линейни източници				
Каменица	315331	4668056	1.20073	210103
Тракия	317224	4667877	2.15461	211205
Най-високи стойности на СДК на ФПЧ₁₀ от площни източници				
Каменица	315331	4668056	0.04501	211209
Тракия	317224	4667877	0.03047	210108

Информация относно изчисленията за пунктовете за мониторинг стойности на нивата на ФПЧ₁₀ е дадена в Таблица 10.37 и

Таблица 10.38. От тях е видно, че автомобилният транспорт оказва твърде слабо влияние върху замърсяването на въздуха с ФПЧ₁₀ в пунктовете за мониторинг „Каменица“ и „Тракия“.

На Фигура 10.26 е представено разпределението на стойностите на СГК на NO₂ при условията на вариант 3 на ЗНЕ от транспорт. Точката с максимална стойност на СГК се намира върху трасето на бул. „Цариградско шосе“. В малката зона, оградена с червена изолиния, стойностите на СГК на NO₂ са между 20 и 24.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. В централната градска част средногодишната концентрация на азотен диоксид е под 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а по трасето на бул. „Санкт Петербург“ има 4 сравнително малки области със стойности между 12 и 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





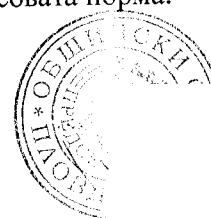
Фигура 10.26 Средногодишна концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

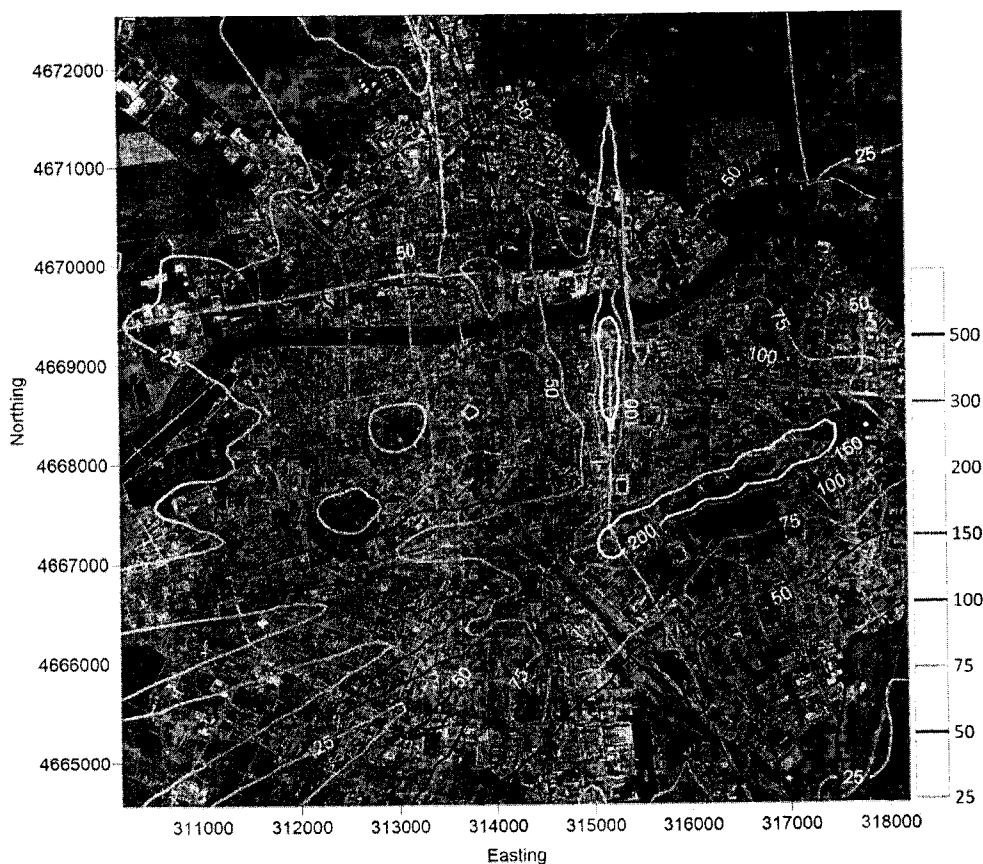
Забраната на обход по граничните булеварди е довела до „изчистване“ на въздуха от бул. „Източен“, където СГК е паднала до стойности, между 5 и 10 (небесно синя и светлозелена изолиния) $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Твърде ниски за стойностите на СГК на NO_2 и по булевардите „Васил Априлов“, „Руски“ и „Цар Борис III Обединител“, както и около ул. „Гладстон“, бул. „Княгиня Мария Луиза“ и бул. „6-ти септември“.

Между 5 и 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ са стойностите на СГК северно от ЗНЕ с ясно изразено въздействие на трафика по трите транспортни моста.

На Фигура 10.27 са представени максималните средночасови стойности на концентрацията на NO_2 (максимумите на изчислените 8760 за всеки от рецепторите). Легендата на фигурата има същия обхват както за другите варианти, но както веднага може да се забележи, червена изолиния на фигурата липсва, защото глобалният максимум от изчислените стойности (Таблица 10.32) е $449.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Зоните, очертани с жълта изолиния ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), се характеризират с максимална средночасова стойност на концентрацията на NO_2 над средночасовата норма.

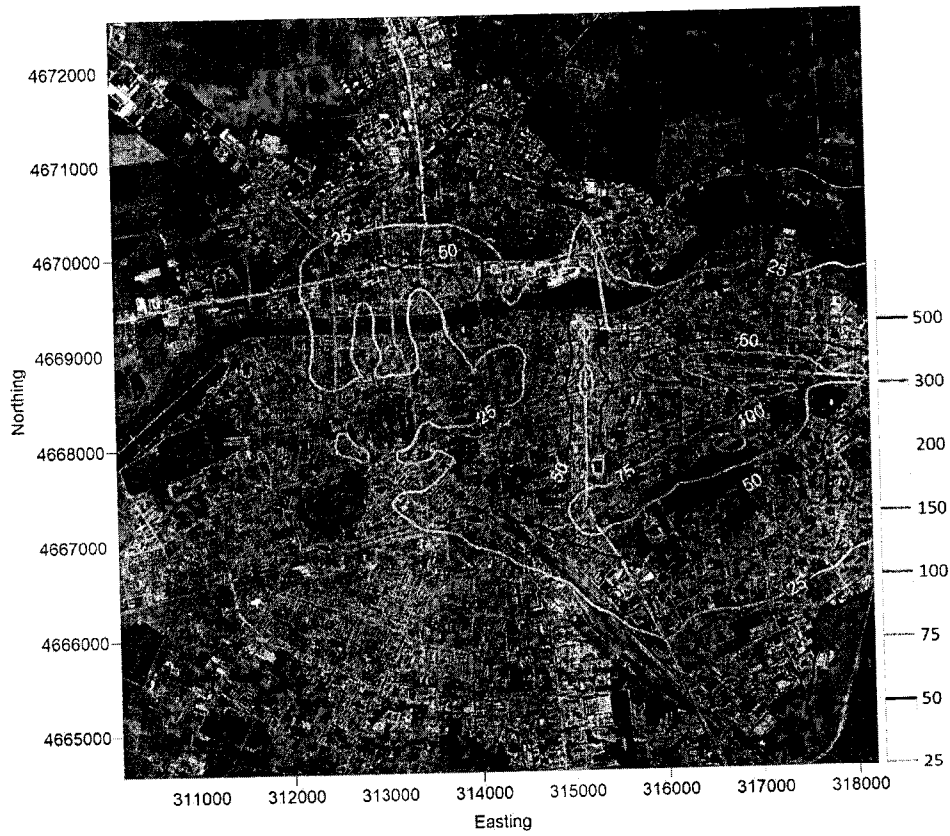




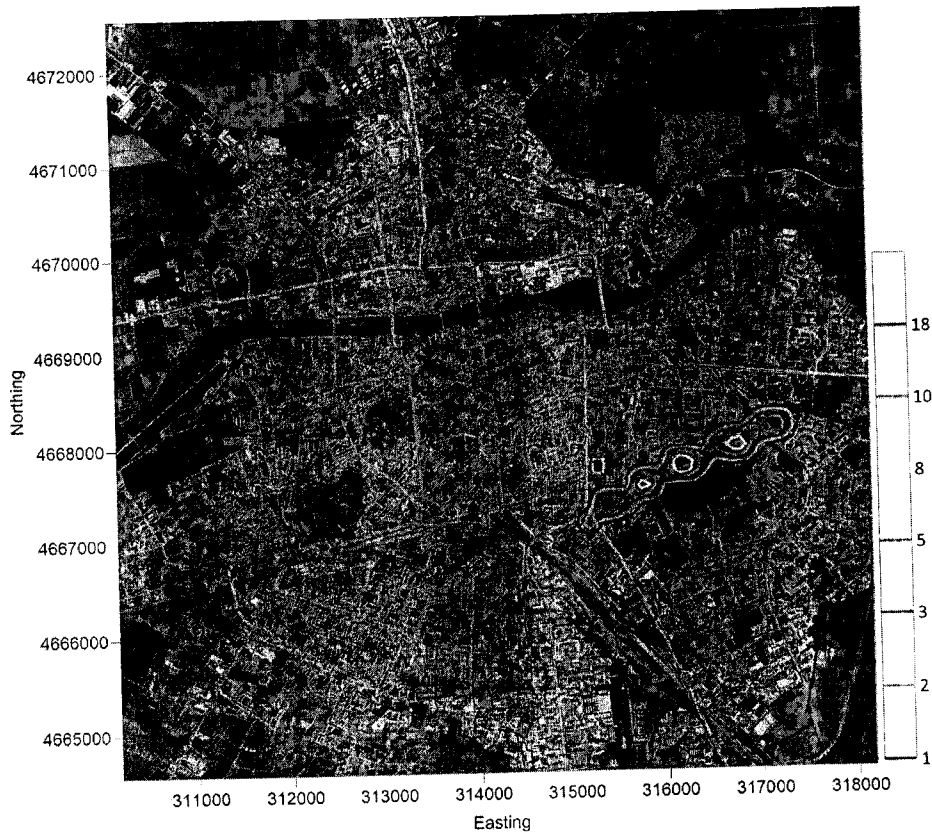
Фигура 10.27 Максимални стойности на СЧК на NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт - вариант 3

В такъв случай е необходимо да се направи проверка дали в тези зони има точки, в които броят на средночасовите стойности, по-високи от нормата $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ са повече от 18. За целта трябва да се определят стойностите на 99.8-мия перцентил на средночасовата концентрация. Разпределението им е представено на Фигура 10.28. Ако перцентилната стойност в дадена точка е по-висока от нормата $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, в същата точка превишенията на СЧН са повече от допустимите по нормативна уредба - 18. На Фигура 10.28 могат да се отбележат 3 малки зони по линията на бул. „Санкт Петербург“, които са оградени със затворена зелена линия. В тези зони стойностите на 99.8-мия перцентил са над 150, но със сигурност под $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ в техните вътрешности. Никъде в изследваната област няма затворена жълта изолиния, което означава се ограничението относно броя на превишенията е спазено. За нагледност, броят на превишенията на средночасовата норма $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ са представени на Фигура 10.29.





Фигура 10.28 Стойности на 99.8-мия перцентил на СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт – вариант 3



Фигура 10.29 Брой превишения на СЧН за NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при ЗНЕ от транспорт – вариант 3



Както през цялото изследване, така и при вариант 3 на ЗНЕ от транспорт, изчислените стойности на средногодишната и средноденонощната концентрация на ФПЧ_{10} в Таблица 10.35 и Таблица 10.36 запазват ниските си нива. Това означава, че самостоятелният принос на автомобилния транспорт (в частта му, свързана с ДВГ, и износване на пътна настилка, гуми и фрикционен материал) към замърсяване на въздуха в град Пловдив с ФПЧ_{10} не представлява проблем за здравето на населението.

Казаното съвсем не означава, че автомобилният транспорт не допринася, макар и косвено, (чрез ресуспендиране) за замърсяването на въздуха с фини прахови частици. Както бе казано при коментара на резултатите от моделирането при нулевия вариант на зоната, делът на фините частици във въздуха с произход от ресуспендиране е значителен. При това нека отбележим отново, че ресуспендирането на фини прахови частици от настилката в приземния слой на въздуха (поради вятър или движението на самите автомобили) може да бъде и е многократен процес.

10.2 ЗОНА С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ

По аналогия с раздел “ЗОНА С НИСКИ ЕМИСИИ ОТ АВТОМОБИЛЕН ТРАНСПОРТ” оценката на ефекта от въвеждане на ЗНЕ от битово отопление може да бъде направена чрез математично моделиране на КАВ преди и след въвеждане на зоната. За разлика от зоната с ЗНЕ от транспорт в този случай се дефинират само площни източници замърсители.

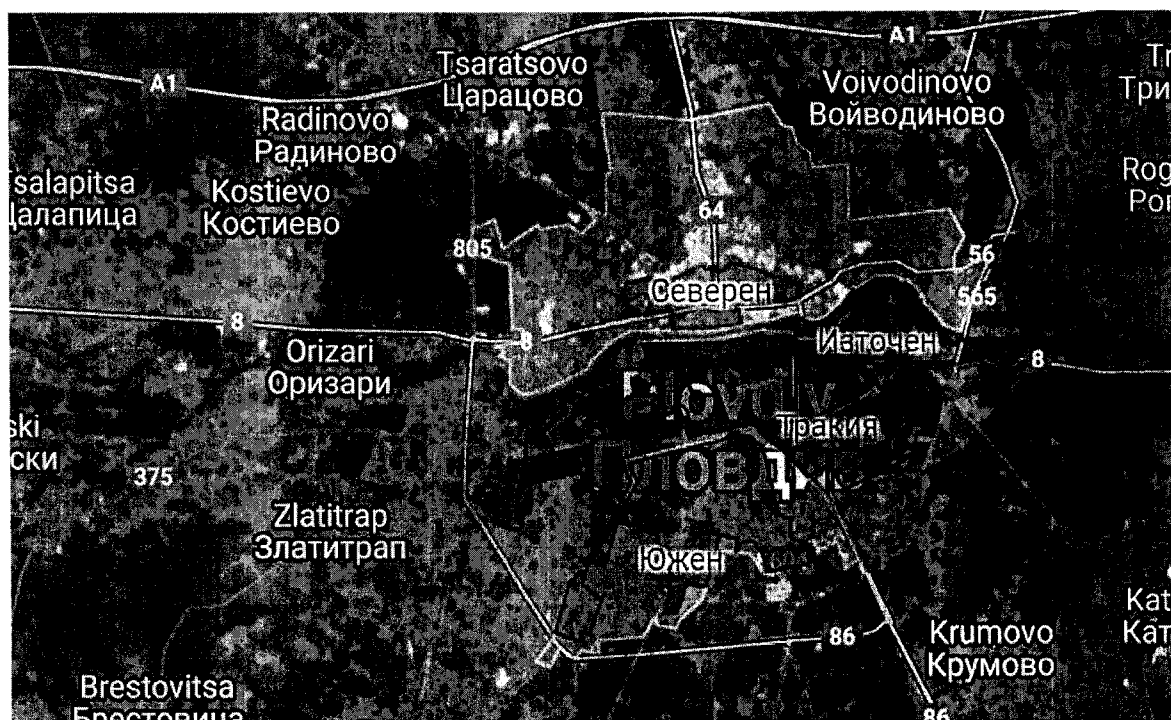
Както бе казано по-горе, управлението и контролът на зона с ниски емисии от битово горене за отопление е сложна и трудна задача. Тук нито видовете и качествата на използваните горива, нито протичането на горивните процеси, нито режимът на разпалване и гасене на отделните горивни устройства могат да бъдат стриктно контролирани и управлявани от общинските власти. Ето защо, за този сектор се (Фигура 9.1) предвижда само зона от типа 1. Както бе отбелязано, в раздел 4, тук се разчита на въвеждането на определени, целенасочени стандарти за суровини, материали, оборудване, горива, и други.

Битовото горене за отопление представлява множество от горивни устройства, разпределени в зони от населеното място, където този начин на отопление преобладава. По тази причина тези зони се дефинират като площни източници на присъщите на процеса замърсители. Заедно с отделните райони на град Пловдив, площните източници на замърсители от битово горене са представени на Фигура 10.30. Последните са изобразени в черен цвят.

Общ подход за изследователски разработки, свързани с математически моделиране и оценка на КАВ, определено от въздействието на битово горене за отопление, се заключава в следните задачи:



1. Определяне на необходимата топлинна енергия за отделните домакинства и общностите в отделните райони на населеното място.
2. Определяне на необходимите количества горива.
3. Изчисляване на емитираните от горивния процес замърсители.
4. Дефиниране на площните източници на замърсяване на въздуха и математично моделиране на качеството на въздуха в приземния слой на атмосферата.



Фигура 10.30 Райони на Пловдив и площни източници на замърсители от битово горене

10.2.1 Оценка на КАВ при етап 0 (базово състояние)

10.2.1.1 Инвентаризация на емисиите

Доколкото емисиите от отопление с използване на дърва са свързани с броя на домакинствата, а оттук с броя на жителите, емисиите на замърсители от битово горене са различни за отделните райони на града. По данни от Общината, числеността на населението към 2022 година е представена в Таблица 10.39.

Таблица 10.39 Брой жители по райони в град Пловдив

Район	Брой жители
Централен	81625
Източен	61149
Западен	40533
Северен	55914
Южен	83518
Тракия	60162

Очаква се, в най-голяма степен целите на въвеждането на ЗНЕ от битово отопление



да бъде свързана с безвъзмездната подмяна на печки, използващи дърва, с такива, които използват пелети. За изчисляване на емисиите и по-скоро на намалението им при поетапната подмяна на старите отоплителни устройства се използват емисионните фактори, представени в Таблица 10.40.

Таблица 10.40 Емисионни фактори за ФПЧ₁₀, ФПЧ_{2.5}, NO_x и ПАВ

Замърсител	ФПЧ ₁₀	ФПЧ _{2.5}	NO _x	ПАВ
	g/GJ			
Печки, използващи дърва	760	740	50	0.121
Печки, използващи пелети	60	60	80	0.010

За математичното моделиране на замърсяването на въздуха преди въвеждане на ЗНЕ от битово отопление (базово състояние) с фини прахови частици, азотни оксиди и ПАВ са използвани емисиите, заложи в действащата към момента *Програма за подобряване на качеството на атмосферния въздух на територията на община Пловдив за периода 2018 – 2023 година*. Тези емисии се използват за моделиране на КАВ за базовото състояние (преди въвеждане на ЗНЕ от битово горене за отопление). Като годишни емисии те са дадени в Таблица 10.41.

Таблица 10.41 Емисии на замърсители от битово горене за отопление при базовото състояние – етап 0

Площен източник (район)	Емисии		
	ФПЧ	NO ₂	ПАВ
	kg/y		
Централен	58150	13796	2.3536
Източен	40348	11496	1.5742
Западен	44072	10598	1.7792
Северен	34845	9940	1.36
Южен	53542	14981	2.0976
Тракия	15068	4215	0.5902
Общо	246025	65026	9.7548

10.2.1.2 Условия на моделиране

Условията на моделиране бяха описани по-горе. Същите се запазват и за етапи 1, 2 и 3 за ЗНЕ от битово горене за отопление. Различия съществуват само по отношение на мрежата от рецептори. За ЗНЕ от битово горене тя е по-голяма 12000x12000 m с координати на югозападния ъгъл 310186E и 4664556N. Увеличен е броят на рецепторите – 3721 със стъпка 200 метра в двете направления.

10.2.1.3 Резултати от математичното моделиране при етап 0

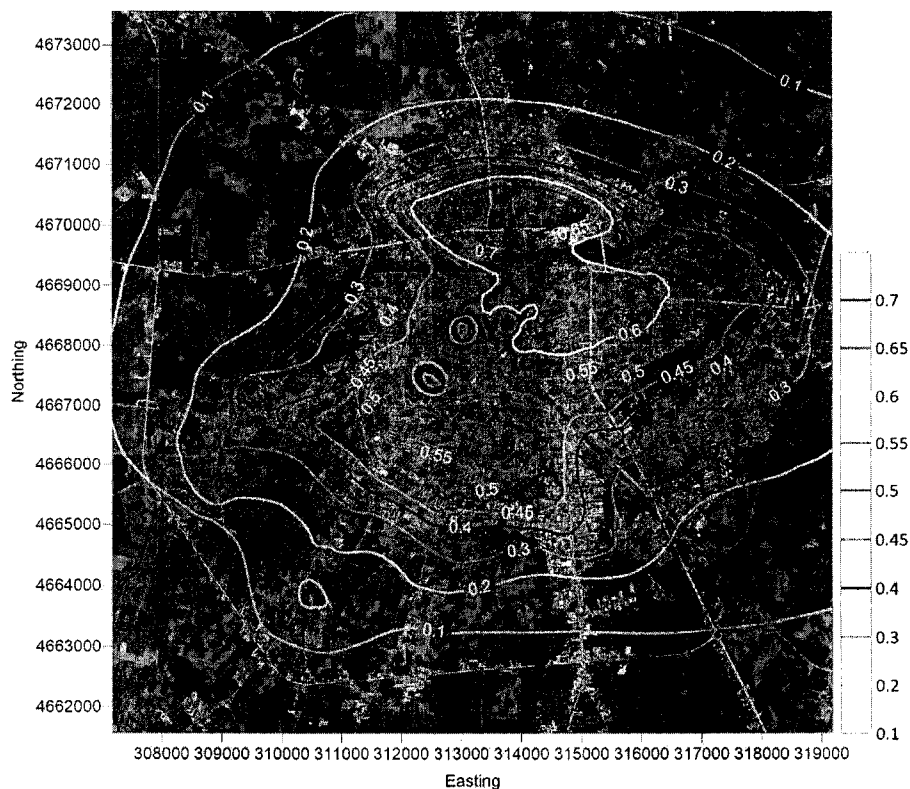
Числените резултати СГК на NO₂, обусловени от всички източници и от битовото горене показват изключително ниски стойности – под 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Максималните 10 средночасови стойности на концентрацията на NO₂ причинени от битово горене са в



интервала между 8.56 и $9.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ при СЧН $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. От това следва, че битовото горене е незначителен фактор, що се отнася до замърсяване на въздуха с NO_2 . Още по-ниски са нивата на NO_2 в точките на разположение на пунктовете за мониторинг.

Много малки отклонения от $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 % от СГН) показват най-високите 10 стойности на СГК на ФПЧ_{10} , а максималната средноденонощна стойност на концентрацията на ФПЧ_{10} е $16.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, което е 33.3 % от СДН. Максималните стойности на СДК на ФПЧ_{10} в пунктовете за мониторинг около 2 за пункт „Тракия“ и около $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Каменица“. Максималните стойности на СДК за двата пункта са 9.5 и $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно. Най-високите 10 стойности на СГК на ПАВ се побират в интервал с дължина $0.0029 \text{ng}/\text{m}^3$. Тези стойности варират около $0.1284 \text{ng}/\text{m}^3$. Степента на замърсяване на въздуха с ПАВ възлиза на около 13 % от СГН.

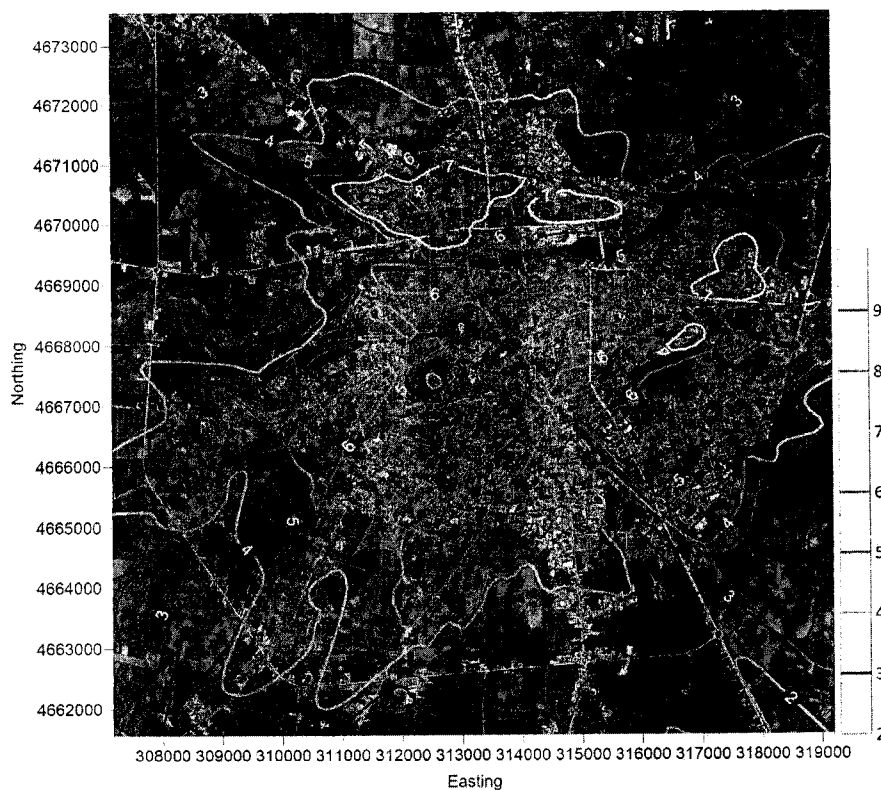
На Фигура 10.31 е представено разпределението на стойностите на СГК на NO_2 от битово горене при етап 0. Начертаните изолинии обхващат диапазона от 0.1 до $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.31 Средногодишна концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при базовото състояние – етап 0

Най-високите стойности на СГК на NO_2 се получават в район „Северен“. В зоната, очертана с червена изолиния, стойностите се изменят от 0.7 до $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, т.е. на годишна база степента на замърсяване на въздуха в Общината с NO_2 от битово горене е незначително.



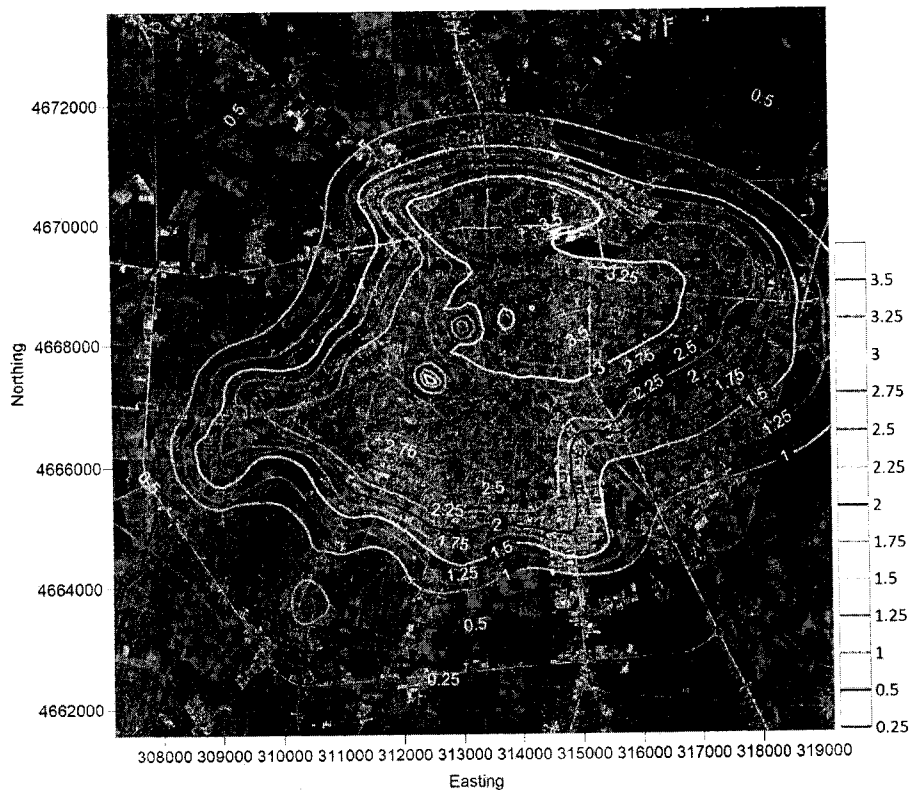


Фигура 10.32 Максимална СЧК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене – етап 0

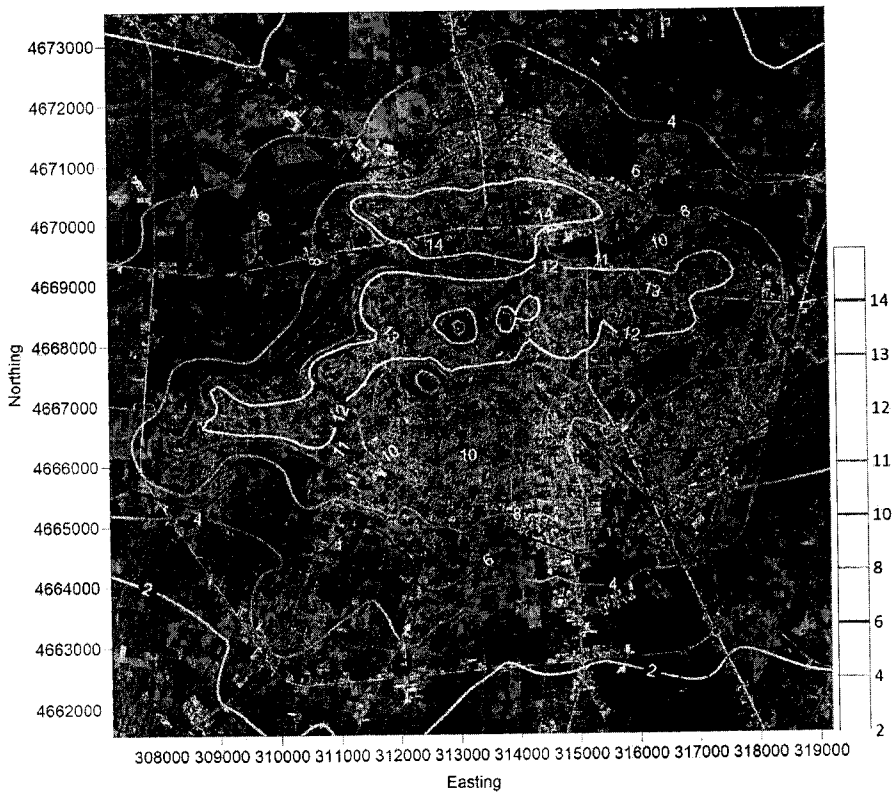
В район „Северен“ се получават и най-високите средночасови стойности концентрацията на NO_2 от битово горене (Фигура 10.32). В зоните, очертани от оранжева линия те се изменят от 8 до своя максимум $9.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Над $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ са максималните средночасови стойности на концентрацията на NO_2 в източните покрайнини на града – кварталите „Столипиново“ и „Изгрев“. Предвид средночасовата норма $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ изчислените стойности не представляват проблем относно КАВ. Най-високите стойности на СГК на ФПЧ_{10} от битово горене (Фигура 10.33) се получават в район „Северен“, в северните части на Стария град и в района на „Хаджи Хасан махала“. СГК в тези зони варира между 3.5 и $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. За площите извън жълтата изолиния битовото горене обуславя СГК на ФПЧ_{10} под $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Това означава под 7.5 % от средногодишната норма за ФПЧ_{10} .

Разпределението на максималните стойности на СДК на ФПЧ_{10} е представено на Фигура 10.34. Може да се каже, че в по-висока степен, по този показател за КАВ е засегната северната половина от града. Най-високите максимални средноденонощни стойности на концентрацията на ФПЧ_{10} са изчислени за две области, оградени с червена изолиния, в район „Северен“. Тук максималната СДК варира между 14 и $16.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Това означава от 28 до 33.3 % от СДН за ФПЧ_{10} . Тези максимални стойности са обусловени от самостоятелното въздействие на битовото горене, а това означава, че вероятността броят на превишенията на СДН за надхвърлят 35 е реална.



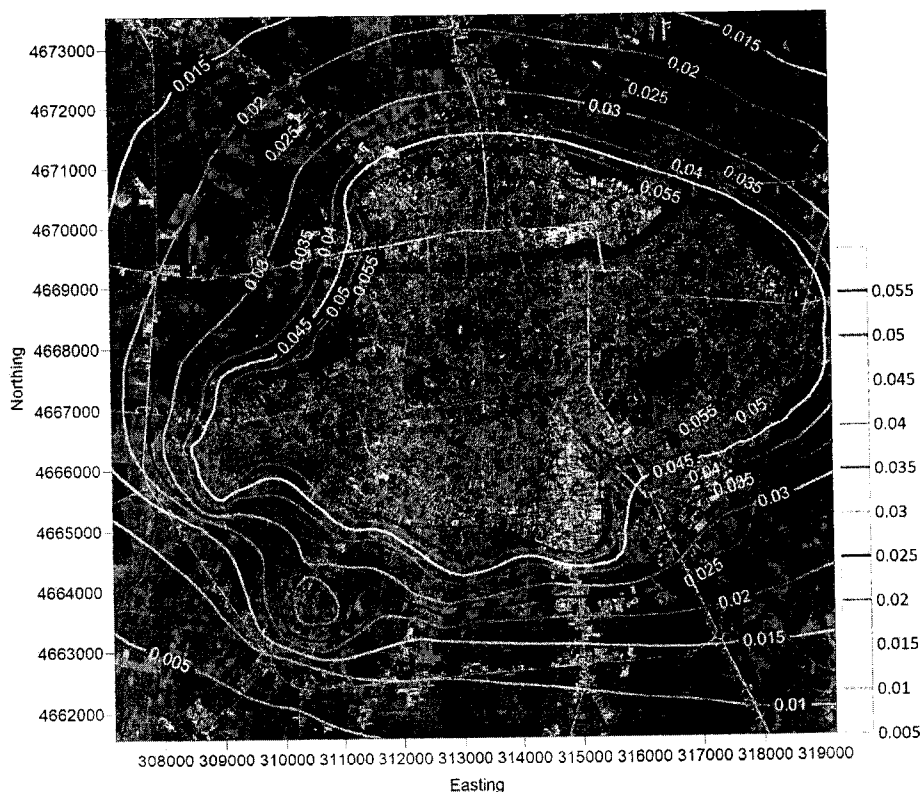


Фигура 10.33 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово отопление, етап 0



Фигура 10.34 Максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене, етап 0





Фигура 10.35 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m^3 , от битово горене, за етап 0

На Фигура 10.35 е представено разпределение на стойностите на SGK на ПАВ. Както бе отбелязано по-горе, максималната стойност на SGK на ПАВ е $0.1284 ng/m^3$. Първите 10 по големина стойности на SGK на ПАВ се получават върху сравнително малка площ разположена северозападно от Международния панаир. В близост до нея SGK на ПАВ спада твърде бързо. По тази причина, изчертаването на изолинии за равномерно намаляващи стойности би обхванало една твърде малка зона от територията на Пловдив, което намалява информативността на фигурата. Ето защо е избран диапазон за изолиниите между 0.005 и $0.055 ng/m^3$. Така се вижда добре, че на територията, оградена с червената изолиния (практически целият град) SGK на ПАВ варира от 0.055 до $0.1284 ng/m^3$.

От получените при математичното моделиране резултати могат да се направят следните изводи относно КАВ при базовото състояние (вариант 0):

1. По отношение на средногодишната концентрация на всеки от разгледаните дотук замърсители, КАВ на територията на община Пловдив е добро, с максимални стойности на SGK за NO_2 , $ФПЧ_{10}$, и ПАВ 2.0, 10.2, и 13 % от съответната средногодишна норма.
2. Изразени като проценти от съответната норма, максималните СДК на $ФПЧ_{10}$ и СЧК на NO_2 са сравнително по-високи - 33.3 % и 4.73 % от съответните норми.
3. Максималната SGK на ПАВ представлява 12.84 % от СГН за този замърсител.



10.2.2 Оценка на КАВ при етап 1

10.2.2.1 Инвентаризация на емисиите при етап 1

За етап 1 се предвижда замяна на 1888 печки, използващи дърва, с други ефективни и екологични отоплителни устройства. Това са печки, използващи пелети, климатици и газови котли. Тяхното разпределение по райони от града и по типа на новите устройства е представено в Таблица 10.42. Емисии на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ към края на 2022 година са представени в Таблица 10.43. В резултат от замяната на стари отоплителни устройства през етап 1 емисиите на ФПЧ₁₀ и ПАВ намаляват с около 11 и 45 % съответно, докато емисията на NO₂ остава на практика същата.

Таблица 10.42 Заменени стари отоплителни устройства за етап 1 -до 2022 година

Район	Заменени печки на дърва	Печки, използващи пелети	Климатици	Газови котли
Централен	362	138	206	18
Източен	296	112	169	15
Западен	304	116	173	15
Северен	176	67	100	9
Южен	568	216	324	28
Тракия	182	69	104	9
Общо	1888	717	1076	94

Таблица 10.43 Емисии на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ от битово горене в резултат от мерките през етап 1

Площ източник (район)	Емисии		
	ФПЧ	NO ₂	ПАВ
	kg/y		
Централен	52823.35	13654.38	1.51
Източен	35992.50	11380.20	0.88
Западен	39598.79	10479.07	1.07
Северен	32255.25	9871.15	0.95
Южен	45184.16	14758.79	0.77
Тракия	12389.96	4143.80	0.16
Общо	218244.00	64287.38	5.34

Предприетите мерки за периода до края на 2022 година предвиждат намаление на емисиите на замърсителите ФПЧ₁₀, NO₂, ПАВ, в сравнение с базовото състояние, както следва:

- ФПЧ₁₀ с 27781 kg/y;
- NO_x със 739 kg/y;
- ПАВ с 4.415 kg/y.

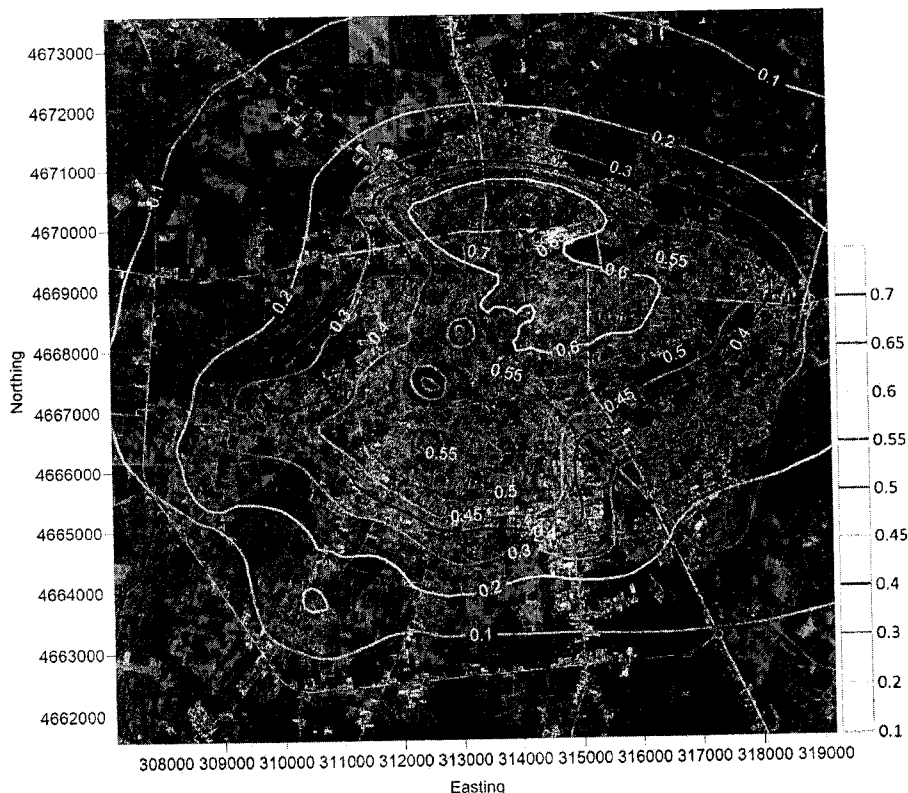


10.2.2.2 Резултати от математичното моделиране при етап 1

Числените резултати за СГК на NO_2 , обусловени от битовото горене показват изключително ниски стойности – под $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Максималните 10 средночасови стойности на концентрацията на NO_2 причинени от битово горене са в интервала между 8.487 и 9.378 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при СЧН $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Измененията на тези показатели в сравнение с вариант 0 са изключително малки. От това следва, че битовото горене е незначителен фактор, що се отнася до замърсяване на въздуха с NO_2 . Още по-ниски са нивата на NO_2 в точките на разположение на пунктовете за мониторинг.

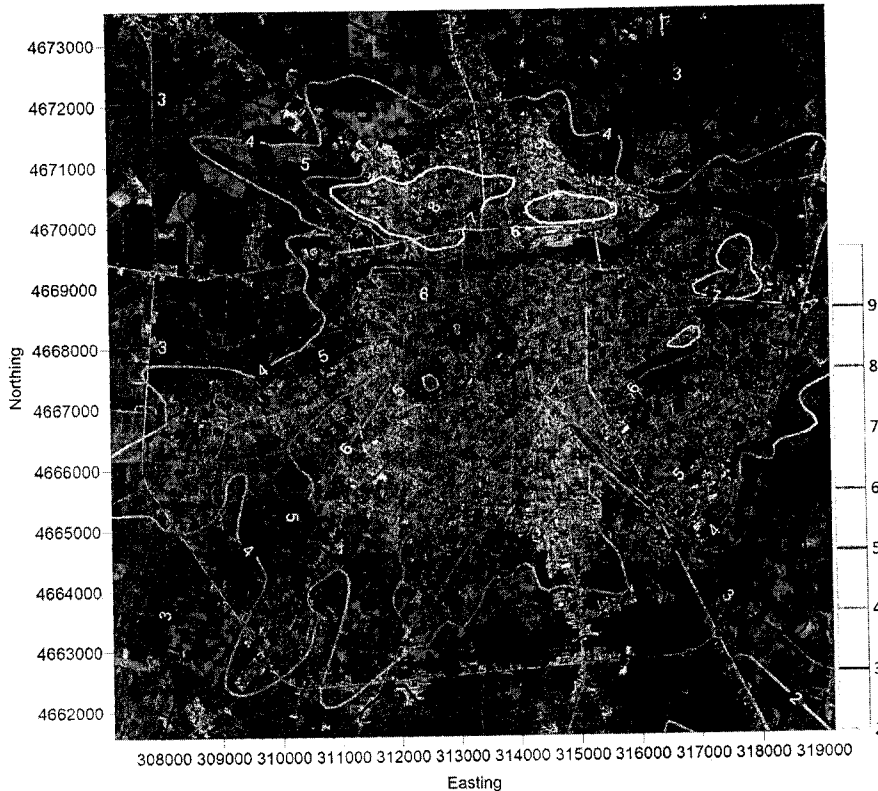
Максималната СГК на ФПЧ_{10} намалява незначително в сравнение с етап 0. Тя възлиза на $3.7275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.3 % от СГН). Максималната средноденонощна стойност на концентрацията на ФПЧ_{10} е $15.277 \mu\text{g}/\text{m}^3$, което е 39.6 % от СДН. Максималните стойности на СДК на ФПЧ_{10} в пунктовете за мониторинг около 2 за пункт „Тракия“ и около $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Каменица“. Максималните стойности на СДК за двата пункта са 8.47 и $10.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно. Най-високите 10 стойности на СГК на ПАВ се побират в интервал с дължина $0.00215 \text{ng}/\text{m}^3$. Тези стойности варират около $0.084 \text{ng}/\text{m}^3$. Степента на замърсяване на въздуха с ПАВ възлиза на 8.4 % от СГН.

На Фигура 10.36 е показано разпределението на стойностите на СГК на NO_2 при условията на етап 1.



Фигура 10.36 Средногодишна концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 1

Най-високите стойности на СГК на NO_2 се получават в район „Северен“. В зоната, очертана с червена изолиния, стойностите се изменят от 0.7 до $0.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, т.е. на годишна база степента на замърсяване на въздуха в Общината с NO_2 от битово горене е незначително.



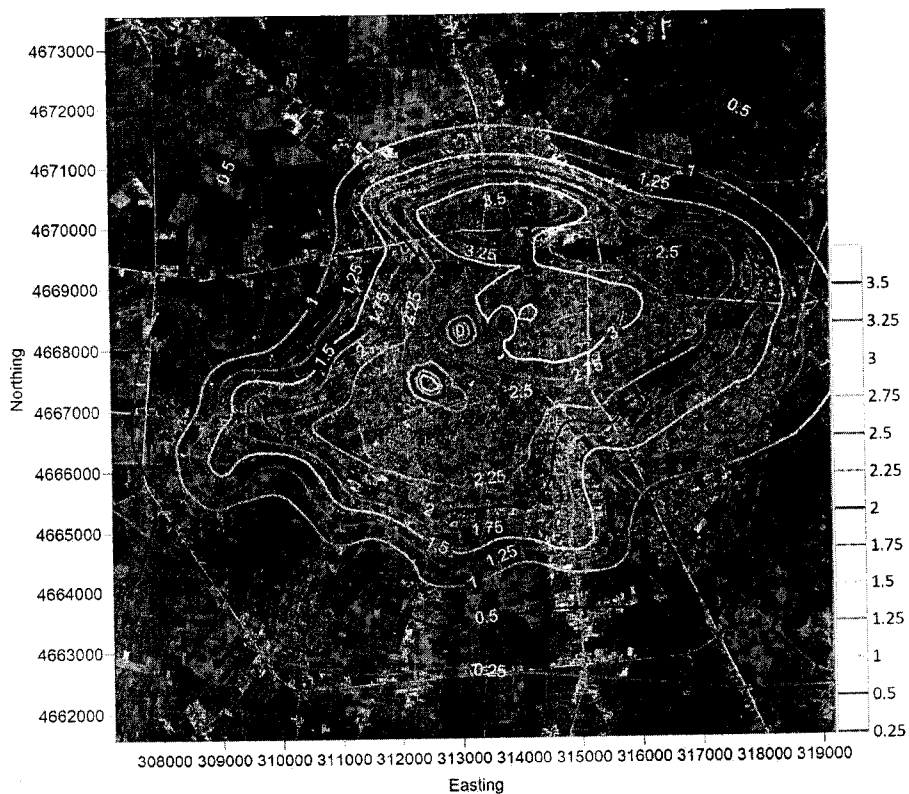
Фигура 10.37 Максимална СГК на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене – етап 1

Конфигурацията на изолиниите на средночасовата концентрация на NO_2 (Фигура 10.37) на практика е същата, като на Фигура 10.32. Много малко е и понижението на максималната СГК и най-високата СЧК на NO_2 .

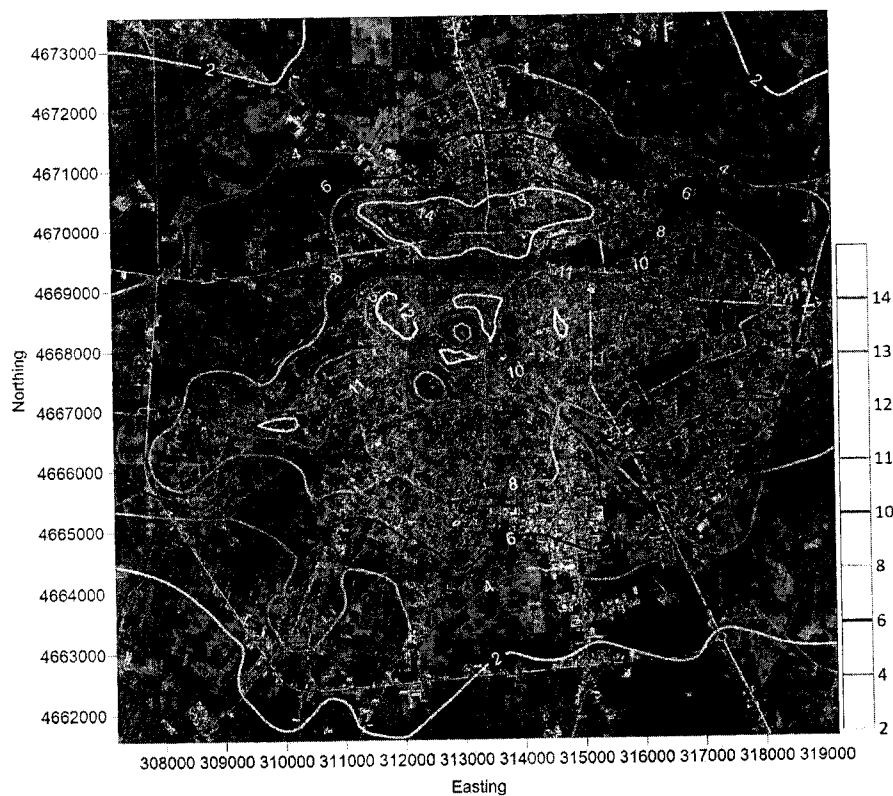
Най-високите средночасови стойности концентрацията на NO_2 от битово горене се получават отново в район „Северен“. В зоните, очертани от оранжева линия те се изменят от 8 до своя максимум $9.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Над $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ са максималните средночасови стойности на концентрацията на NO_2 в източните покрайнини на града – кварталите „Столипиново“ и „Изгрев“. Сравнението на изчислените максимални стойности със СЧН норма $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ изчислените стойности не представляват проблем относно КАВ.

Най-високите стойности на СГК на FPCH_{10} от битово горене (Фигура 10.38) се получават в район „Северен“, в северните части на Стария град и в района на „Хаджи Хасан махала“. СГК в тези зони превишава 3.25, но е под $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. За площите извън жълтата изолиния битовото горене обуславя СГК на FPCH_{10} под $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Това означава под 7.5 % от средногодишната норма за FPCH_{10} .





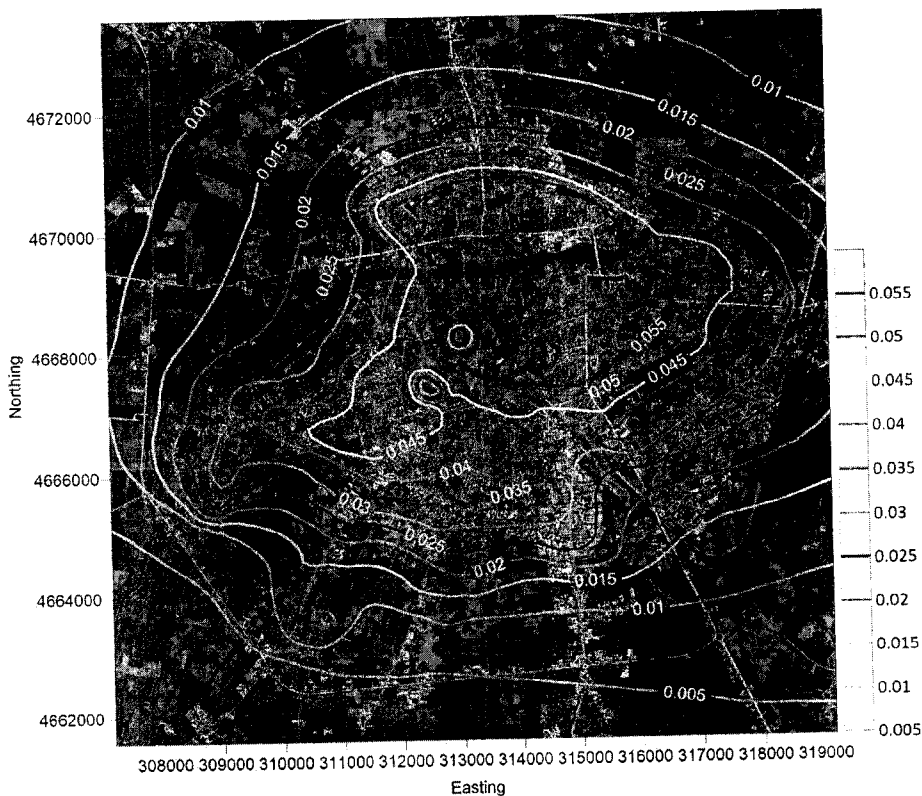
Фигура 10.38 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово отопление, етап 1



Фигура 10.39 Максимални стойности на СДК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене, вариант 1

Разпределението на максималните стойности на СДК на ФПЧ₁₀ е представено на Фигура 10.39. По подобие на Фигура 10.34 може да се каже, че в по-висока степен, по този

показател за КАВ е засегната северната половина от града. Най-високите максимални средноденонощни стойности на концентрацията на ФПЧ₁₀ са изчислени за две области, в район „Северен“. В източната от тях максималните стойности на СДК са по-високи от 13, но под 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. В западната зона, оградена с червена изолиния, максималните стойности на СДК на ФПЧ₁₀ остават между 14 и 15.28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Това означава от 28 до 30.6 % от СДН за ФПЧ₁₀. Тези максимални стойности са обусловени от самостоятелното въздействие на битовото горене, а това означава, че вероятността броят на превишенията на СДН за надхвърлят 35 е реална.



Фигура 10.40 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m^3 , от битово горене, за етап 1

На Фигура 10.40 е представено разпределение на стойностите на СГК на ПАВ. Както бе отбелязано по-горе, максималната стойност на СГК на ПАВ е $0.084 \text{ ng}/\text{m}^3$. Първите 10 по големина стойности на СГК на ПАВ се получават върху сравнително малка площ разположена северозападно от Международния панаир. В близост до нея СГК на ПАВ спада твърде бързо. По причина, коментирана при разглеждането на Фигура 10.35, диапазонът, обхванат от изолиниите се запазва от 0.005 до 0.055. Това дава възможност ефектът при етап 1 да бъде оценен по новото разположение на изолиниите. Ясно се вижда например, че зоната със СГК на ПАВ над $0.055 \text{ ng}/\text{m}^3$ видимо е намаляла като площ. В нея СГК се изменя от 0.055 до максимума си $0.084 \text{ ng}/\text{m}^3$.



10.2.3 Оценка на КАВ при етап 2

10.2.3.1 Инвентаризация на емисиите при етап 2

През етап 2 се очаква заменените стари печки, с изгаряне на дърва да достигнат 3000 броя т.е., да бъдат заменени допълнително 1112 броя. В резултат от това се очаква емисиите на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ да намалее допълнително, както може да се види в Таблица 10.44

Таблица 10.44 Емисии на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ от битово горене до края на етап 2 (2024 година)

Площен източник (район)	Емисии		
	ФПЧ	NO ₂	ПАВ
	kg/y		
Централен	49689.25	13571.18	1.0085
Източен	33432.33	11312.33	0.4747
Западен	36964.91	10409.07	0.6493
Северен	30724.78	9830.25	0.7050
Южен	40254.59	14627.45	0.0000
Тракия	10815.59	4102.06	0.0000
Общо	201881.46	63852.35	2.8375

Разпределението на допълнителните 1112 нови отоплителни устройства ще доведе до това, заменените стари печки в отделните райони да достигнат дадените в колона 2 на Таблица 10.45 бройки.

Таблица 10.45 Заменени стари отоплителни устройства за етап 2 (до края на 2024 година)

Район	Заменени печки на дърва	Печки, използващи пелети	Климатизици	Газови котли
Централен	575	219	328	29
Източен	470	179	268	24
Западен	483	184	275	24
Северен	280	106	159	14
Южен	903	343	514	45
Тракия	289	110	165	14
Общо	3000	1140	1710	150

За двата етапа на замяна на печки, използващи дърва, емисиите на трите основни замърсителя ще бъдат редуцирани, както следва от данните в Таблица 10.46

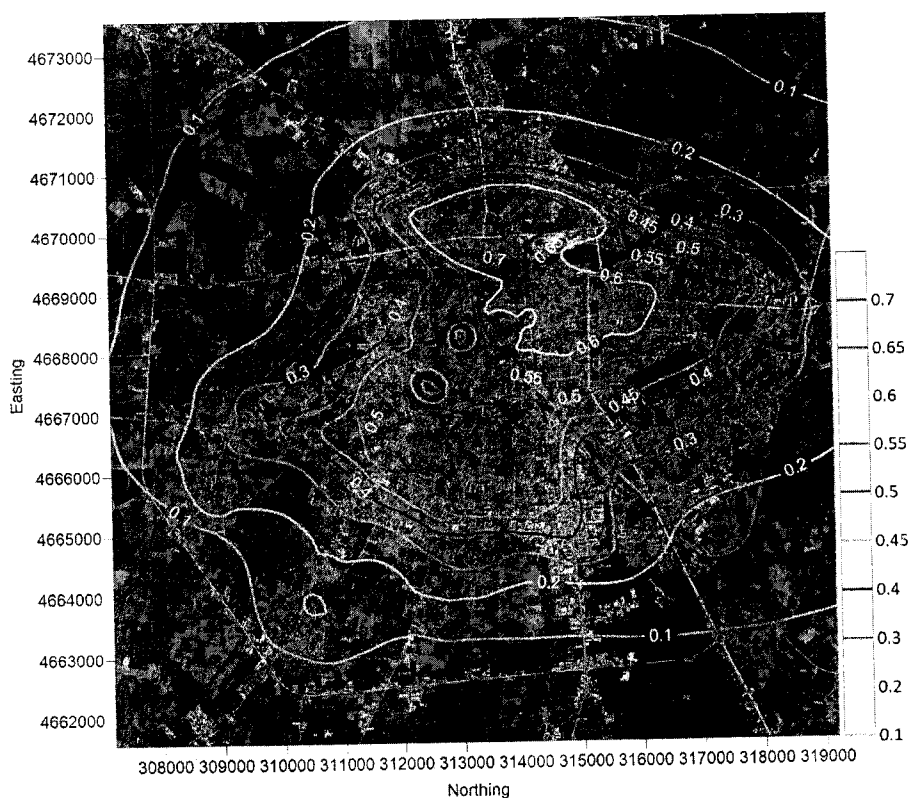
Таблица 10.46 Спестени емисии на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ за периода 2018 – 2024 година

Замърсител	Емисии през периода 2018 -2024 година, kg/y			Спестени емисии 2018-2024, t
	2018	2022	2024	
ФПЧ ₁₀	246 025	218244.00	201881.46	44.14000
NO _x	65 026	64287.38	63852.35	1.17000
ПАВ	9.7548	5.34	2.84	0.00692

10.2.3.2 Резултати от математичното моделиране при етап 2

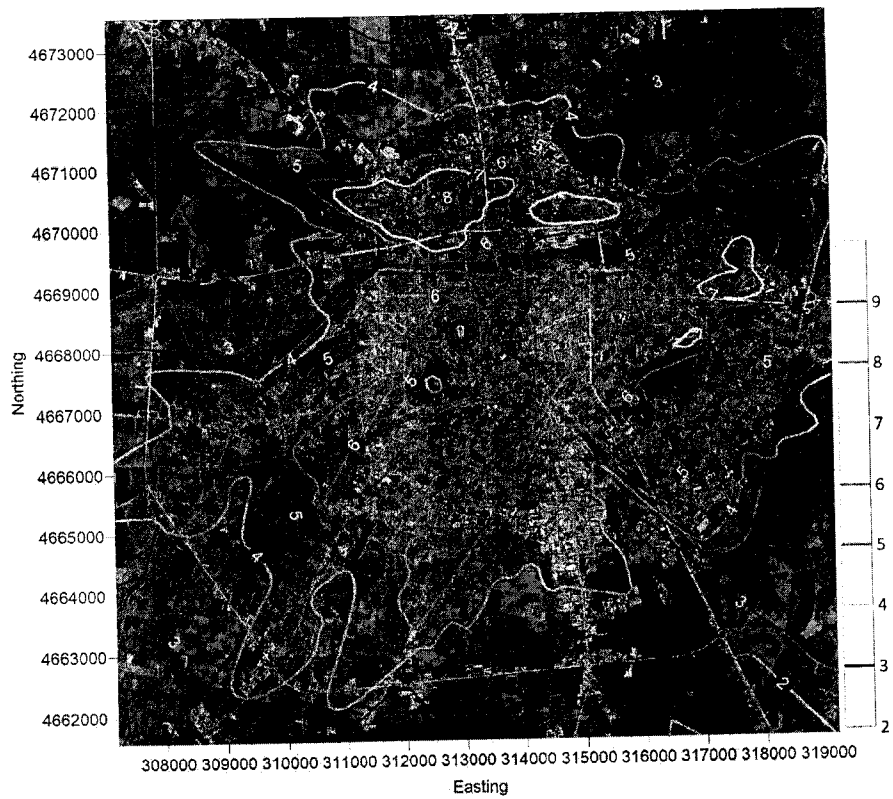
Числените резултати за СГК на NO_2 , обусловени от битовото горене, показват твърде ниски стойности – между 0.77441 и $0.79454 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Максималните 10 средночасови стойности на концентрацията на NO_2 , причинени от битово горене, са в интервала между 8.44 и $9.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ при СЧН $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Измененията на тези показатели в сравнение с етапи 0 и 1 за изключително малки. От това следва, че битовото горене е незначителен фактор, що се отнася до замърсяване на въздуха с NO_2 . Още по-ниски са нивата на NO_2 в точките на разположение на пунктовете за мониторинг.

Максималната СГК на ФПЧ_{10} намалява незначително в сравнение с етап 1. Тя възлиза на $3.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8.8 % от СГН). Максималната средноденонощна стойност на концентрацията на ФПЧ_{10} е $14.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, което е 29.0 % от СДН. Максималните стойности на СДК на ФПЧ_{10} в пунктовете за мониторинг около 2 за пункт „Тракия“ и около $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Каменица“. Максималните стойности на СДК за двата пункта са 7.87 и $10.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно. Най-високите 10 стойности на СГК на ПАВ се побират в интервал с дължина $0.00188 \text{ng}/\text{m}^3$, при средна стойност $0.058 \text{ng}/\text{m}^3$. Степента на замърсяване на въздуха с ПАВ възлиза на 5.8 % от СГН.

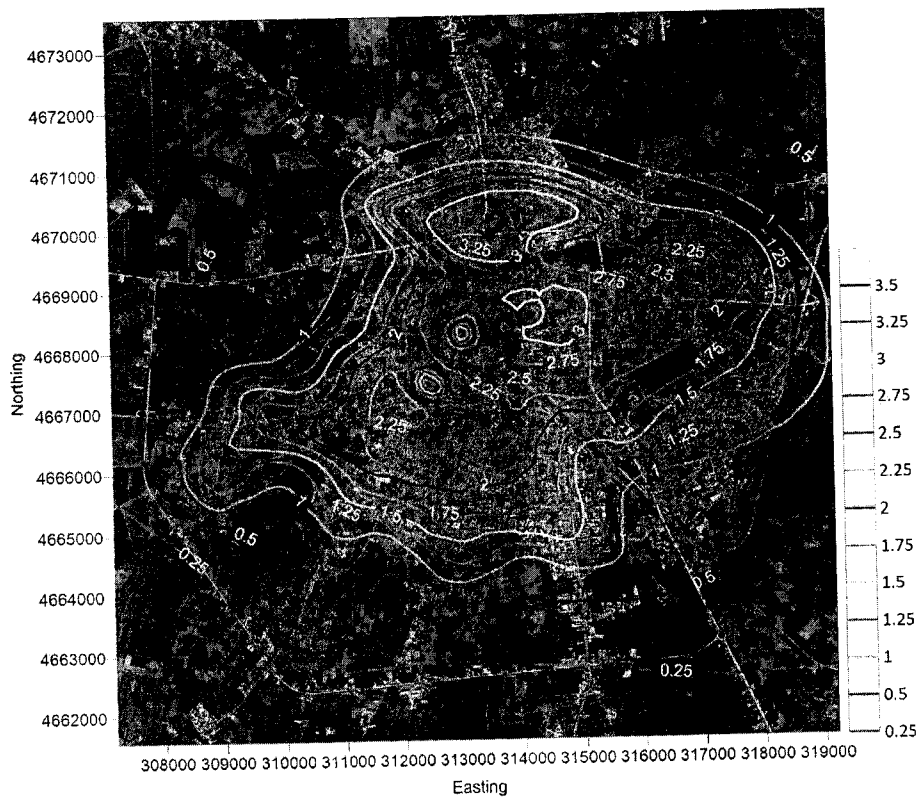


Фигура 10.41 Средногодишна концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 2





Фигура 10.42 Максимални средночасови стойности на концентрацията на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене – етап 2



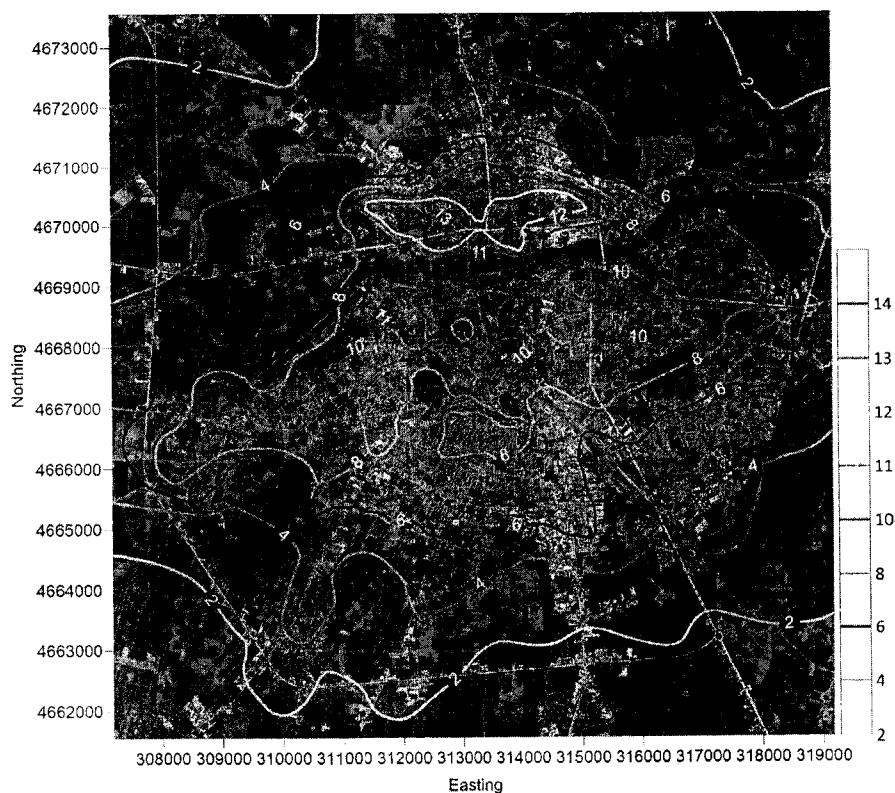
Фигура 10.43 Средногодишна концентрация на PM_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 2



На Фигура 10.41 са представени изолинии на СГК на NO_2 от битово горене при условията на етап 2. Те покриват диапазона от 0.1 до $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. По-високите стойности на СГК се получават в район „Северен“, за който червената изолиния обгражда зона със стойности на СГК на NO_2 между 0.7 и $0.795 \mu\text{g}/\text{m}^3$. В централната част на града СГК на NO_2 е в граници $0.45 - 0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Фигура 10.42 илюстрира максималните стойности на СЧК на NO_2 при етап 2. Цялата част от града от страна на десния бряг на река Марица се характеризира с максимални средночасови нива на NO_2 между 0.0 и $8.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Отново най-високи са стойностите на концентрацията на NO_2 в район „Северен“, между 4 и $9.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Максималната стойност на СЧК се получава в точка с UTM-координати 311586E и 4670356N, в западната част на „Шекер Махала“.

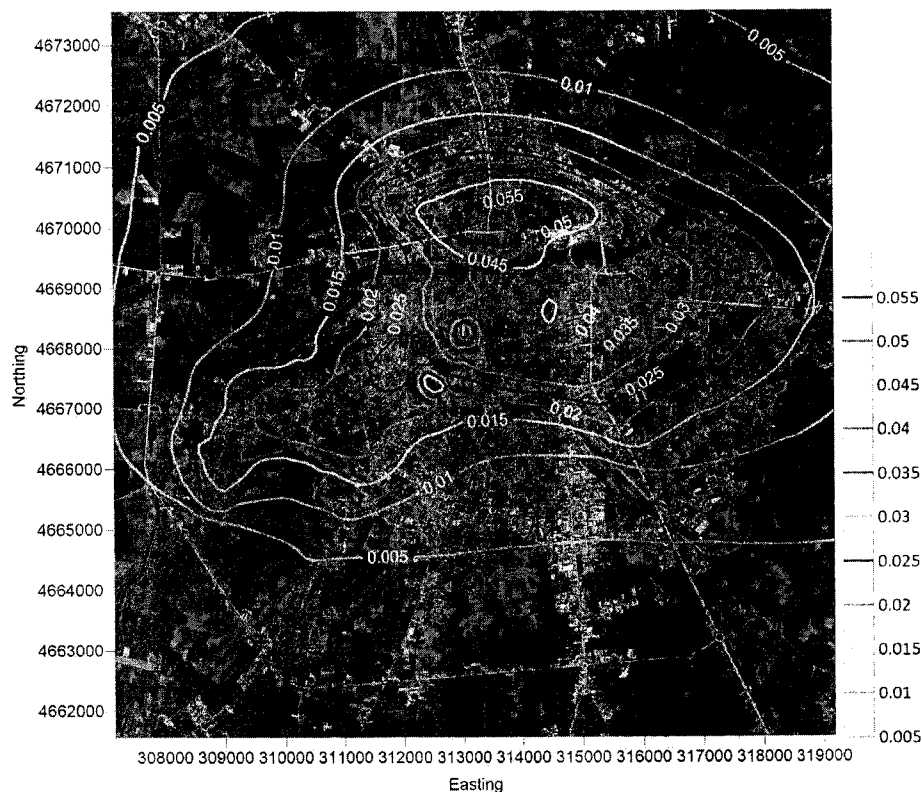
Разпределението на стойностите на СГК на FPCH_{10} е показано на Фигура 10.43. Най-висока стойност на СГК на FPCH_{10} се получава в точка с UTM-координати 313586E и 4670156N на около 150 m в посока юг-югоизток от кръстовището между бул. „Дунав“ и ул. „Васил Левски“. Зона със стойности над $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ може да се отбележи между булевардите „Цар Борис III Обединител“ и „Източен“. В централната част на града стойностите на СГК на FPCH_{10} са под $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.44 Максимални стойности на СДК на FPCH_{10} , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 2



Най-високи максимални средноденонощни стойности на ФПЧ₁₀ до $14.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ са получени отново за район „Северен“, (Фигура 10.44) в западната част на „Шекер Махала“. Максималната стойност възлиза на 29 % от СДН за ФПЧ₁₀. В централната част стойностите варират между 8 и $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Фигура 10.45 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m^3 , от битово горене при етап 2

На Фигура 10.45 е показано разпределението на стойностите на СГК на ПАВ. Съвсем логично, по-високите стойности на концентрацията на ПАВ са отново в район „Северен“, предвид това, че ПАВ се образуват от непълното изгаряне на органична маса. Максималната стойност на СГК $0.05926 \mu\text{g}/\text{m}^3$ се получава в точка с UTM-координати 313986E и 4670356N, която е разположена в близост до кръстовището на булевардите „Цар Борис III Обединител“ и „Дунав“

10.2.4 Оценка на КАВ при етап 3

10.2.4.1 Инвентаризация на емисиите при етап 3

Етап 3 предвижда след 2027 година, за районите „Северен“ и „Тракия“, където са осигурени възможности за централно отопление, при необходимост да бъде въведена забрана за употребата на горивни устройства, използващи дърва и въглища. В резултат от това се очаква емисиите на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ да бъдат намалени с 41 t/y , 13.9 t/y и 0.7 kg/y , съответно. Емисиите на обхванатите в изследването замърсители са дадени в Таблица 10.47.

Таблица 10.47 Емисии на ФПЧ₁₀, NO₂ и ПАВ от битово горене за етап 3

Район	Емисия, kg/y		
	ФПЧ	NO _x	ПАВ
Централен	49689	13571	1.01
Източен	33432	11312	0.47
Западен	36965	10409	0.65
Северен	0	0	0.00
Южен	40255	14627	0.00
Тракия	0	0	0.00

10.2.4.2 Резултати от математичното моделиране при етап 3

Числените резултати по отношение на СГК на NO₂, обусловени от битовото горене, показват твърде ниски стойности. Първите десет най-високи стойности са между 0.57 и 0.619 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Най-високите 10 средночасови стойности на концентрацията на NO₂, причинени от битово горене, са в интервала между 7.15 и 7.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ при СЧН 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Измененията на тези показатели в сравнение с етапи 0 и 1 и 2 са твърде малки. Малки са стойностите, получени в пунктовете за мониторинг – под 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за СГК и под 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за СЧК. От това следва, че битовото горене е незначителен фактор, що се отнася до замърсяване на въздуха с NO₂.

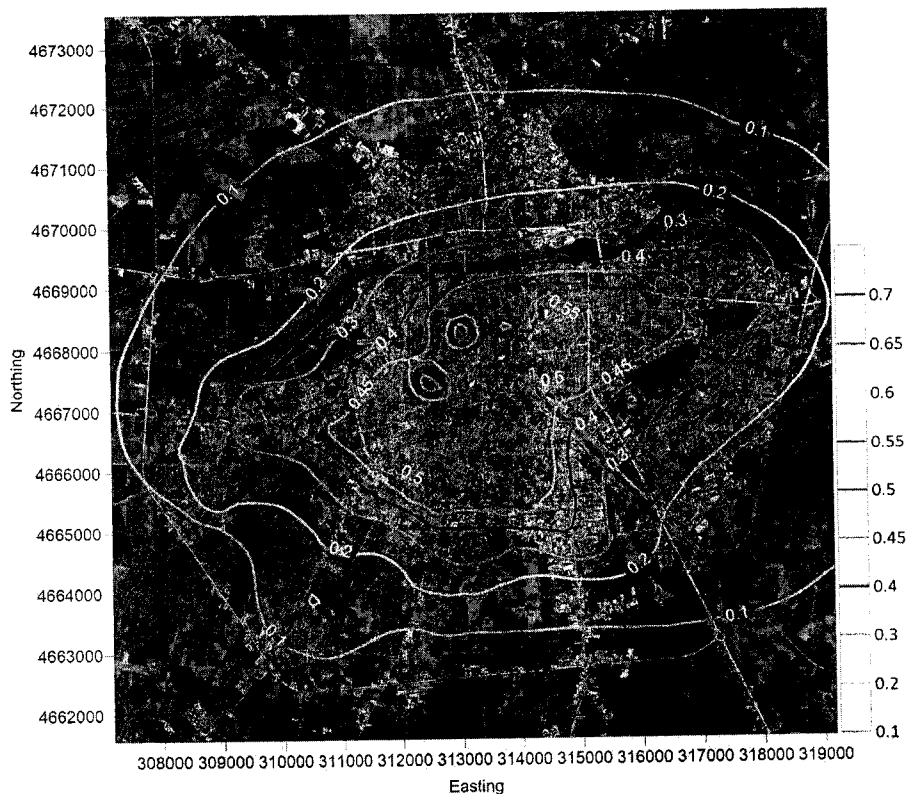
Максималната СГК на ФПЧ₁₀ намалява незначително в сравнение с етап 2. Тя възлиза на 2.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.35 % от СГН). Максималната средноденонощна стойност на концентрацията на ФПЧ₁₀ е 11.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, което е 22.84 % от СДН. СГК на ФПЧ₁₀ в пунктовете за мониторинг са 1.41 за пункт „Тракия“ и 2.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за пункт „Каменица“. Максималните стойности на СДК за двата пункта са 7.10 и 9.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ съответно. Най-високите 10 стойности на СГК на ПАВ се побират в интервала от 0.039 до 0.045

На Фигура 10.46 са представени стойностите на СГК на NO₂ в условията на етап 3. За по-лесно сравнение, диапазонът, покрит от изолините се запазва – от 0.1 до 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Както може да се види от фигурата, на нея липсват оранжева и червена изолиния, т.е. няма стойности над 0.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Най-високата стойност 0.61877 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ се получава в точка с UTM-координати 314386E и 4668556N. Тя е ситуирана на около 200 метра североизточно от площад „Понеделник пазар“. В очертаванията на град Пловдив СГК на NO₂ спада до 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

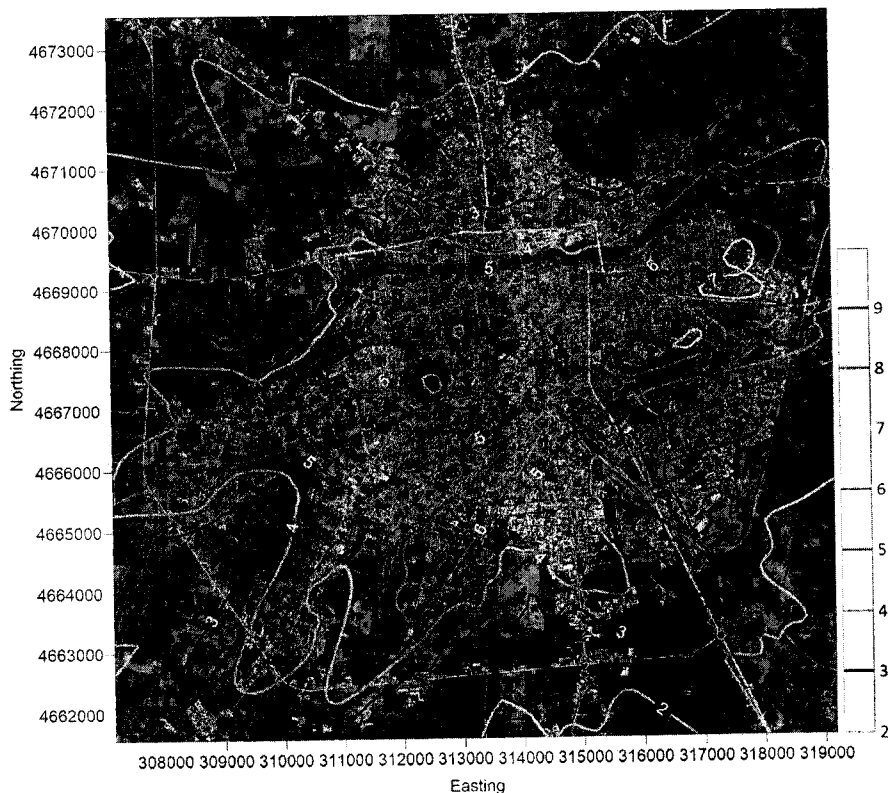
Разпределението на максималните средночасови стойности на концентрацията на NO₂, за условията на етап 3 е представено на Фигура 10.47. Липсват червена и оранжева изолиния, което означава че всички максимални средночасови стойности са по-ниски от 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Най-високата максимална средночасова стойност 7.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ се получава в точка с UTM-координати 317786E и 4668956N, която е разположена на територията на „Шром“



ЕООД в промишлена зона Изгрев.



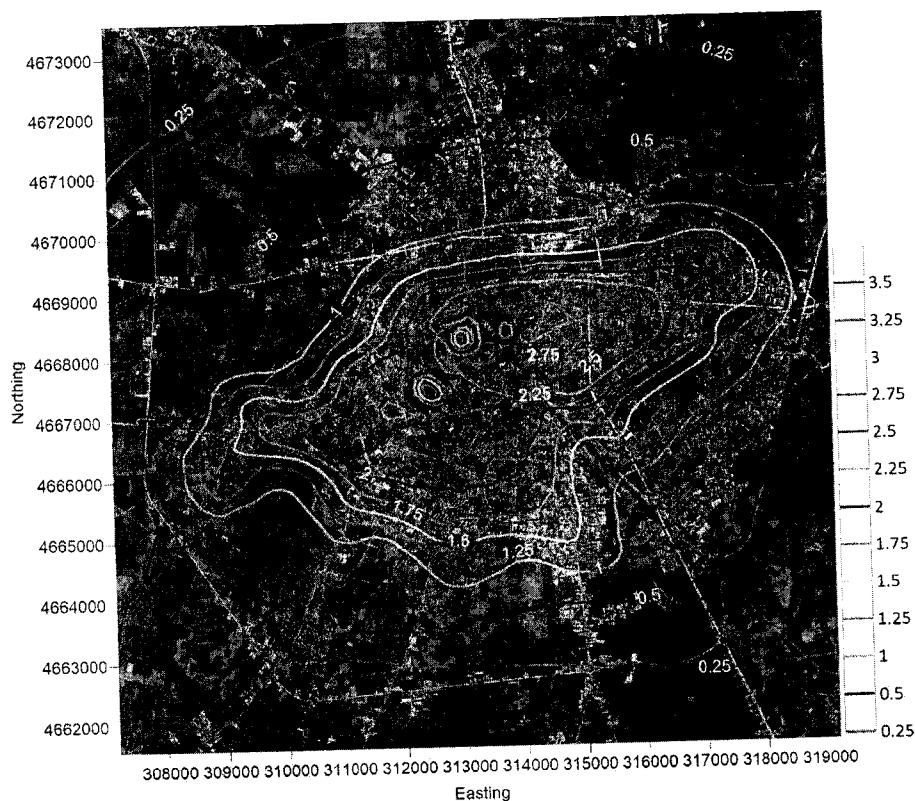
Фигура 10.46 Средногодишна концентрация на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 3



Фигура 10.47 Максимални средночасови стойности на концентрацията на NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене – етап 3

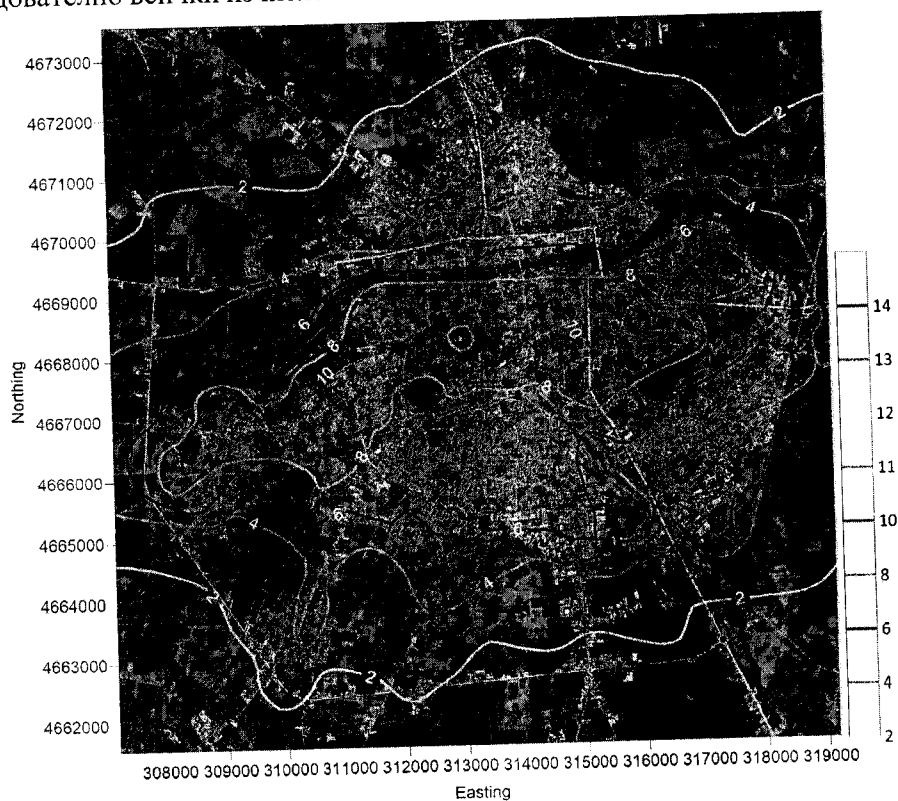
На Фигура 10.48 отсъстват три изолинии – жълта, оранжева и червена.





Фигура 10.48 Средногодишна концентрация на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 3

Следователно всички изчислени стойности на СГК на ФПЧ₁₀ са по-малки от $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



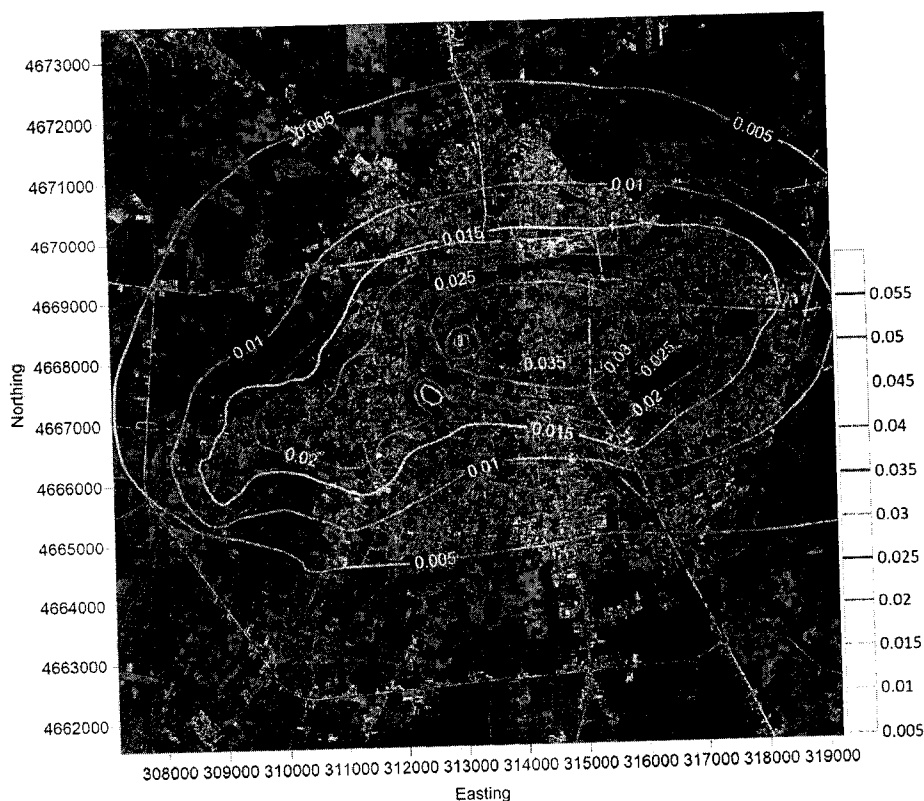
Фигура 10.49 Максимални стойности на СГК на ФПЧ₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, от битово горене при етап 3

Най-високата стойност на СГК на ФПЧ₁₀ $2.94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ се получава в точка с УТМ-



координати 314386E и 4668356N на площад „Понеделник пазар“.

Що се отнася до максималната средноденонощна концентрация, тя възлиза на 11.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и се асоциира с точка, чиито UTM-координати са 313386.1E и 4668556.36N. Разположена е на около 50 m южно от пл. „Цар Освободител“. Разпределението на максималните стойности на СДК (за отделните точки в областта) на ФПЧ₁₀ е показано на Фигура 10.49. Отсъствието на жълта, оранжева и червена изолиния означава, че максималната за 365 денонощия стойност на СДК е по-ниска от 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Нещо повече, светло зелената изолиния, съответстваща на стойност 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ очертава 4 твърде малки зони от територията на град Пловдив.



Фигура 10.50 Средногодишна концентрация на ПАВ, ng/m^3 , от битово горене при етап 3

Стойностите на СГК на ПАВ за третия етап на ЗНЕ от битово горене са представени на Фигура 10.50. Максималната СГК на ПАВ 0.0445 ng/m^3 се получава в зоната, очертана от светло зелена линия, в Стария Град. Максималната СГК представлява 4.5 % от СГН за ПАВ. В границите на застроената част на града тя спада до 0.5 % от нормата.



11 СИСТЕМА ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА СТЕПЕНТА НА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГР. ПЛОВДИВ

При краткосрочно прогнозиране за период до +72 часа на концентрацията на определен замърсител на атмосферния въздух могат да бъдат приложени различни методи за математично моделиране, отличаващи се с конкретни предимства и недостатъци – изчислителна сложност, изисквания към качеството на входните данни, статистически параметри на прогнозираната стойност и др.

Методите могат да бъдат разделени в две големи групи:

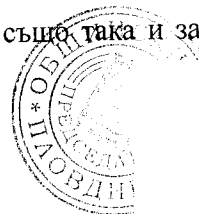
- с пряко участие на историческите стойности на концентрацията на замърсителя (напр. времеви редове);
- с използване на измерими фактори, влияещи върху концентрацията на замърсителя (напр. регресионни уравнения).

Въпреки, че споменатите два примерни метода и други методи от двете групи дават добри резултати при определени условия и спадат към така наречените класически методи за прогнозиране, те не могат да се справят ефективно със сложни големи обекти и комплексното взаимосвързано влияние на много фактори. Значителен спад в точността на предсказване се наблюдава при наличие на големи неопределености или вариации при входните фактори, както и при нестационарни обекти – с променящи се във времето параметри.

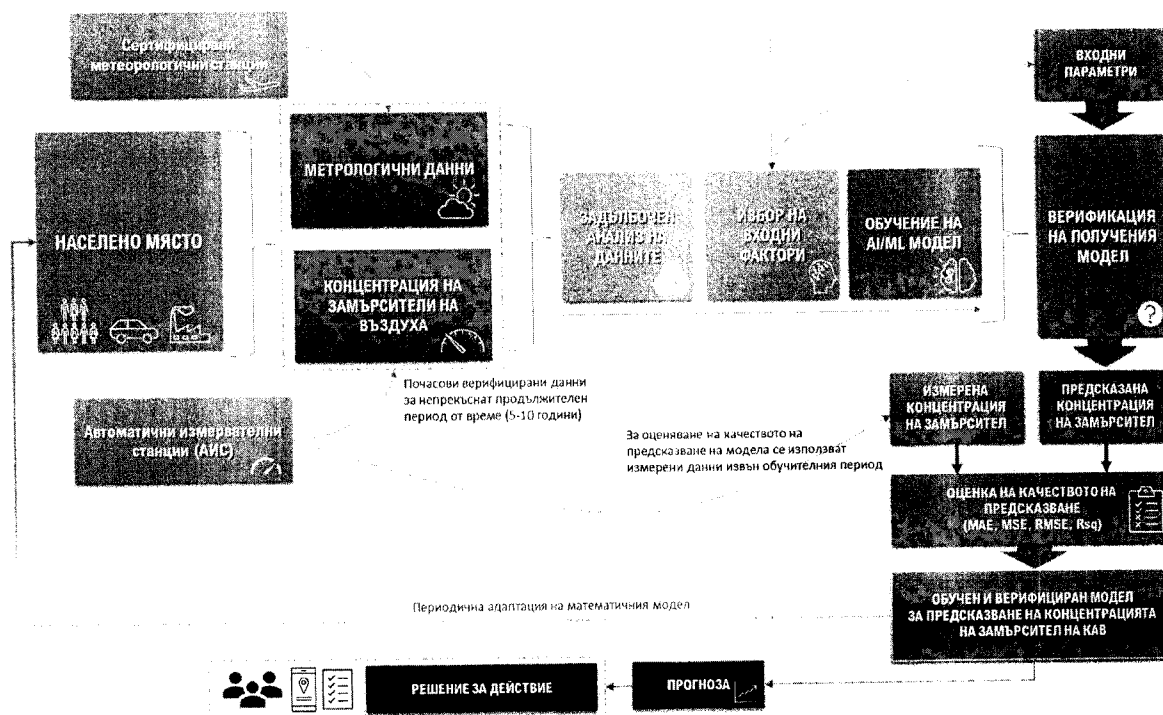
От гледна точка на теорията на информацията и управлението, един голям град би могъл да се разглежда като сложен многосвързан нестационарен обект и в този смисъл класическите методи за прогнозиране биха работили само в тесни области на изменение на параметрите, или с ниска точност на предсказване.

Прилагането на съвременни алгоритми и методи от областта на анализа на данни (data analytics), извличането на знания от данни (data mining), машинното обучение (ML) и изкуствения интелект (AI) позволява комбинирането на предимствата на двата подхода и значително повишаване на качеството на прогнозирането, както и динамична адаптация към променящ се обект - краткосрочна и дългосрочна промяна на климата, промяна на профила на използвания автомобилен транспорт, промяна в профила на битовото отопление и други природни и антропогенни фактори.

Конкретно за град Пловдив е разработена и тествана система за прогнозиране на концентрациите на NO_2 и ФПЧ_{10} , която би могла да се използва от компетентните органи за взимане на решения за въвеждане в действие на допълнителни ограничения в зоните за ниски емисии, както времево, така и пространствено, а също така и за прекратяване на



действащи мерки и премахване на ограничения. Принципна схема на работата на системата е представена на Фигура 11.1.



Фигура 11.1 Принципна схема на работата на системата за прогнозиране на КАВ

Системата използва единствено почасови метеорологични данни като входни параметри, налични от световните мрежи за метеорологични прогнози (напр. OpenWeatherMap). Създадена е на базата на алгоритми за машинно обучение с обучителен набор от почасови данни (метеорологични данни и данни за концентрацията на замърсителите на въздуха), събрани на територията на град Пловдив от официални сертифицирани източници за период от 6 години. Тук трябва да се отбележи, че една такава система изисква задължително *периодично преобучение* за поддържане на високото качество на предсказване на модела.

Системата би могла да бъде конфигурирана да работи на уеб сървър като онлайн система с ограничен контролиран достъп и може да се използва като допълнителен инструмент за обосновка и вземане на решения относно действието на зоните с ниски емисии. Така например при получаване на прогноза за наднормена или близка до нормата концентрация на определен замърсител биха могли да се въведат допълнителни краткосрочни ограничения, касаещи движението на замърсяващи автомобили в НЕЗ, както и прекратяване на действието на ограничения в следствие на прогноза за ниски нива на замърсителите.



12 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат от проведените изследвания и анализи могат да бъдат направени следните изводи:

12.1 ОТНОСНО КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ В РАЙОНА НА ГРАД ПЛОВДИВ.

1. Средногодишната концентрация на фини прахови частици ФПЧ_{10} в пункт „Тракия“ превишава значително (от 10.7 - 38.3 %) средногодишната норма за 5 години – 2016-2020. За последната (2021) година от периода на изследване, средногодишната норма е спазена, но практически с нулев запас $38.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. След превишаване на СГН за ФПЧ_{10} за 2016 и 2017 година, КАВ относно СГК в пункт „Каменица“ е в норма, но със сравнително малък запас - от 2.7 до 22.3 %.
3. Средноденонощната норма за концентрацията на ФПЧ_{10} от $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е превишена и в двата пункта за мониторинг за всичките шест години на проведеното изследване. Превишенията на СДН за една календарна година варират между 47 и 127, т.е. от 12 до 92 превишения над допустимия брой 35.
4. Относно средногодишната концентрация на азотен диоксид, докато в пункт „Каменица“ тя е в норма за всичките 6 години на периода на изследване, в пункт „Тракия“ СГК на NO_2 продължава да бъде сериозен проблем. За 5 от шестте години превишенията на СГН варират от 3.2 до 24.6 %.
5. По отношение на замърсителите SO_2 , CO , O_3 , $\text{ФПЧ}_{2.5}$ и ПАВ община Пловдив няма проблеми с качеството на атмосферния въздух.
6. След 2017 година средногодишната концентрация на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ е в норма за четиригодишен период.
7. След рязък спад средногодишната норма за бензо(а)пирен е спазена за периода 2019-2021 година.
8. Установена е ясно изразена сезонност на средномесечната концентрация на ФПЧ_{10} за целия изследван период. Месеците януари, февруари, ноември и декември са с най-високи концентрации в сравнение с останалите месеци, като в началото на изследвания период (2016-2017 година) тези разлики са значително по-големи.
9. Установени са дни от седмицата с изразени високи средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ_{10} , като най-характерен се откроява ден петък, дължащ се най-вероятно на по-интензивен трафик в навечерието на уикенда.
10. Установени са и характерни часови диапазони с по-високи средночасови стойности на концентрацията на ФПЧ_{10} , ясно отчетливи през отоплителния сезон, като се наблюдава и намаляване на продължителността на часовете с висока концентрация в края на изследвания период.



11. Диаграмите на разсейване показват ясна и категорична линейна корелация между нивата на ФПЧ_{10} , регистрирани от двата пункта, въпреки че те се класифицират съответно като градски фонОВ и транспортно ориентиран. Това означава, че най-вероятно концентрациите на ФПЧ_{10} , измерени в тези пунктове, се формират от едни и същи източници и процеси.

12. Корелирани са и данните за концентрациите на ФПЧ_{10} в двата пункта със стойностите на температурата. Както може да се очаква, тази корелация е отрицателна.

13. Установена е периодична колебателна характеристика на изменението на концентрацията на ФПЧ_{10} с период около 28 дни за двата пункта и за целия период на изследване.

14. Подобно на поведението на ФПЧ_{10} , концентрацията на NO_2 има ясно изразена сезонност, но без да се наблюдава определена тенденция за намаляване на разликата зимен/летен период в последните години от изследвания период.

15. Средночасовата концентрация на NO_2 има ясно изразен вечерен пик според данните от АИС „Тракия“, както и вечерен петъчен максимум и съботно-неделен сутрешен минимум, което се обуславя от поведението на трафика в района на пункта.

16. Анализът на измерените стойности на средночасовата концентрация на азотен монооксид (NO) в АИС „Тракия“ ясно показва пиковите часове с натоварен трафик около 7 и 19 часа, както и намаляването и изглаждането на максимумите в началото (2016 година) и в края (2021 година) на изследвания период, дължащо се на адекватно управление на трафика от страна на отдел управление на транспорта на община Пловдив.

17. Значителна корелация между стойностите на средночасовите концентрации на CO и NO_2 се наблюдава при данните от АИС „Каменица“, докато диаграмата на разсейване от АИС „Тракия“ показва по-слаба корелация. Това е свързано с по-голямото влияние на битовото отопление в АИС „Каменица“.

18. CO не е проблемен замърсител сам по себе си, но е изключително полезен индикатор за оценка на приноса на битовото отопление към замърсяването на въздуха. Стойностите на неговата среднодневна концентрация през зимните месеци в началото на периода са значително по-високи, което може да се дължи както на намалено потребление на горива в бита в края на периода, така и на по-благоприятните метеорологични условия.

19. Установена е рязка промяна в среднодневната концентрация на SO_2 , като за последните два месеца от 2019 година тя намалява съществено и запазва ниски нива до края на изследвания период.

20. Сезонност се наблюдава и при средномесечната концентрация на озон, но за разлика от другите замърсители при озона високите концентрации се наблюдават през



летните месеци – юли и август, тъй като формирането му е непосредствено свързано с количеството слънчева радиация.

21. За периода 2018-2021 година средногодишните стойности на концентрацията на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ са под $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. С други думи нормата, която влиза в сила от началото на 2020 година, е спазена с две години по-рано. В този смисъл, $\text{ФПЧ}_{2.5}$ не е проблемен замърсител за община Пловдив.

22. Рязкото спадане на СГК на ПАВ под нормата $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, за три последователни години - 2019, 2020 и 2021 означава, че според измерените нива този замърсител не е проблемен за община Пловдив.

23. Направен е подробен анализ на метеорологичните параметри от АИС „Каменица“, АИС „Тракия“ и летище Пловдив за изследвания период, като някои от данните са сравнени с дългогодишни наблюдения на съответния параметър от климатичния справочник на България.

24. Розите на вятъра, построени по данни от трите източника на информация, показват, че поради разположението му, в ПМ „Каменица“ се измерват скорости на вятъра около $1 \text{ m}/\text{s}$ през по-голямата част от времето, а ПМ „Тракия“ е засенчен от запад – северозапад, от където всъщност са най-честите ветрове за района.

25. Честите мъгли са характерни за град Пловдив, поради влиянието на р. Марица и особеностите на релефа, но по-интензивни и продължителни определено се наблюдават през месеците януари, февруари, ноември и декември.

26. Проведените анализи и направените изводи позволяват да се дефинират критичните за замърсяването на въздуха часови, дневни, седмични и месечни периоди с необходимост от въвеждане на специални мерки за намаляване на емисиите на замърсители.

12.2 Относно оперативни мерки и действия за намаляване на емисиите на фини прахови частици и азотни оксиди в атмосферния въздух на община Пловдив от автомобилния транспорт.

27. Предвид направения анализ на въздействието на автомобилния транспорт върху качеството на въздуха в общината се налага въвеждане на зона с ниски емисии от този сектор.

28. Окончателните граници на зоната с ниски емисии от транспорт следва да бъдат определени на базата на дисперсионно моделиране, което да установи ефекта от въвеждане на зоната.



29. Зоната с ниски емисии следва да обхване централната част на града, за която да се въведат рестрикции относно навлизането и движението на автомобили от нисък технологичен клас във вътрешността ѝ.

30. Битовото горене е основен фактор за замърсяване на въздуха с фини прахови частици през отоплителния период. Възможните мерки за намаляване на емисиите от този източник на замърсяване обаче, са трудно реализуеми. Налагане на рестрикции в това направление е трудно и като организация, и като управление.

31. Предвид казаното, идеята да се намали степента на замърсяване на въздуха с фини прахови частици през зимния период чрез прилагане на ЗНЕ от транспорт през целия зимен период заслужава внимание. Още повече, предвид факта, че поради замърсяване на пътните артерии с инертни материали и пясък транспортът засилва своето въздействие върху замърсяването на въздуха с ФПЧ.

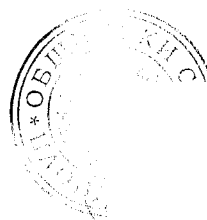
32. Налагане на рестрикции, свързани с ограничения в придвижването с лични МПС е оправдано и поради това, че ползвателите на лични автомобили имат определени алтернативи, докато за голяма част социално слабите граждани не е възможно изгарянето на твърди горива да бъде заменено с друг начин на отоплението.

33. Нарушенията на рестрикциите, свързани с въвеждането на ЗНЕ от транспорт, следва да бъдат установявани посредством системата от камери по границите на зоната, а санкционирането им да се извършва по административен ред.

12.3 ОТНОСНО ОПЕРАТИВНИ МЕРКИ И ДЕЙСТВИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ЕМИСИИТЕ НА ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ И АЗОТНИ ОКСИДИ В АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ ОТ БИТОВО ГОРЕНЕ ЗА ОТОПЛЕНИЕ.

34. Намаляването на емисиите от битово горене за отопление може да дойде от подпомагане на домакинствата да преминат към по-ефективни отоплителни устройства – печки, използващи като гориво пелети, термопомпи, и устройства, използващи природен газ, електроенергия, термални води и др. Общината следва да бъде активна по направление на информация, агитация и разбира се – финансово подпомагане.

35. Рестрикциите и административни наказания по линия на изгаряне на отпадъци, отработени масла и други нерегламентирани материали могат да изиграят поне отчасти роля на зона с ниски емисии от битово отопление.



12.4 ЕФЕКТИ ОТ ВЪВЕЖДАНЕ НА ЗОНИ С НИСКИ ЕМИСИИ ВЪРХУ КАЧЕСТВОТО НА ПРИЗЕМНИЯ СЛОЙ НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЩИНА ПЛОВДИВ

36. Ефектите от въвеждане на ЗНЕ от транспорт по отношение на фините прахови частици и азотни оксиди не са твърде големи, но са еднопосочни – КАВ се подобрява с всеки следващ вариант (етап) на налаганите рестрикции.

37. Ефектите от въвеждане на ЗНЕ от битово горене върху замърсяването на въздуха с NO_x не са големи, но затова пък битовото горене е от основните източници на замърсяване с ФПЧ през зимата. Без съмнение, броят на подменените печки на дърва трябва да бъде много по-голям от планираните 3000 и освен това - значително ускорен във времето.



13 ПРИНОСИ НА РАЗРАБОТКАТА

1. Налагането на забрани и ограничения във всички случаи предизвиква съпротива у членовете на обществото. Внезапни и значителни рестрикции не са добър подход при управлението на какъвто и да е обществен процес, без значение колко полезен всъщност за самото общество той е. В тази посока са критиките и на различните НПО. Настоящата разработка на Методика за въвеждане на ЗНЕ от автомобилен транспорт и от битово горене предвижда поетапно и постепенно въвеждане на мерките за подобряване на КАВ както по отношение на транспорта, така и по отношение на битовото горене за отопление.

2. Задълбоченият анализ на КАВ и метеорологичните условия ясно дефинира характерните за град Пловдив месеци, които, според принципа Парето, са най-подходящи за въздействие, целящо подобряване на качеството на атмосферния въздух както по отношение на транспорта, така и по отношение на битовото горене за отопление.

3. Изчислените етапи ясно показват, че поради специфичната транспортна структура на Пловдив съществено подобрене на КАВ би могло да се постигне посредством осигуряване на обходни маршрути (нови или подобряване на съществуващи), които да изведат трафика от обичайните пътни артерии на града.

4. Разработен е обучаем математичен модел, който осигурява възможности за краткосрочни прогнози относно очаквани концентрации на определени проблемни замърсители. Това би подпомогнало вземането на управленски решения, за въвеждане или отмяна на мерки, свързани с към управлението на КАВ на територията на община Пловдив.



14 ПРЕПОРЪКИ

С оглед на повишаване възможността за европейско финансиране на мерки свързани с осигуряване на КАВ в град Пловдив и предвид очакваното санкциониране на Р. България по отношение на неспазване на нормите за КАВ, е необходимо да се преразгледа действащата програма за управление на КАВ на град Пловдив и към плана за действие да се добавят следните мерки:

- a. Въвеждане на ЗНЕ от тип 1 в сектор транспорт, свързана с въвеждане на рестрикции за движение на автомобили с нисък екологичен клас в централната градска част в съответствие с Вариант 3 разгледан в т. 10.1.5 в настоящата разработка.
- b. Въвеждане на ЗНЕ от тип 2 в сектор транспорт, свързана с разработване на система за предсказване на наднормени средно денонощни концентрации на ФПЧ₁₀ и активиране на зоната (въвеждане на тройно по-високи цени за синя зона за автомобили от нисък екологичен клас).
- c. Разработване на общинска наредба за въвеждане на ЗНЕ от тип 1 и 2 в сектор транспорт за гр. Пловдив.
- d. Изпълнение на проект свързан с определяне на приноса на различните източници на замърсяване с фини прахови частици (ФПЧ₁₀) в гр. Пловдив, базиран на физикохимичен анализ на пробите на ФПЧ₁₀.(например - **Elena Hristova, Blagorodka Veleva, Emilia Georgieva, Hristomir Branzov, Application of Positive Matrix Factorization Receptor Model for Source Identification of PM10 in the City of Sofia, Bulgaria**)
- e. Разработване на общинска наредба за въвеждане на ЗНЕ от тип 1 в сектор битово отопление за гр. Пловдив, с въвеждане на забрана за използване на твърди горива за отопление в топлофицираните райони на града.



15 ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/Air_new/ZChAV/ZAKON%20ZA%20CHISTOTATA%20NA%20ATMOSFERNIA%20VAZDUH_mart%202021.pdf
2. https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/Air_new/Natzionalna_programa_podobriavane_KAV_2018-2024.pdf
3. https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/Air_new/%D0%9D%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0%20%D0%B7%D0%B0%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D1%8A%D1%80%D1%81%D1%8F%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%BE%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B2%D1%8A%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85%D0%B0.pdf
4. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204>
5. <https://bg.urbanaccessregulations.eu/>
6. <https://zerowastesofia.com/lez/>
7. <https://www.trueinitiative.org/media/792100/impacts-of-lez-in-sofia-true-report-bg.pdf>
8. https://www.zazemiata.org/wp-content/uploads/2019/02/ZNE_bitovo_otoplenie_doklad.pdf
9. Bilogur, „Missingno: a missing data visualization suite,“ *Journal of Open Source Software*, p. 547, 2018.
10. S. Kimbrough, C. Owen, Snyder и J. Richmond-Bryant, „NO to NO2 Conversion Rate Analysis and Implications for Dispersion Model Chemistry Methods using Las Vegas, Nevada Near-Road Field Measurements.,“ *Atmospheric environment*, pp. 23-24, 2017.
11. M. Podrez, „An update to the ambient ratio method for 1-h NO2 air quality standards dispersion modeling,“ *Atmospheric Environment*, pp. 163-170, 2015.
12. J. Richmond-Bryant, C. R. Owen, S. Graham, M. Snyder, S. McDow, M. Oakes и S. Kimbrough, „Estimation of on-road NO2 concentrations, NO2/NOX ratios, and related roadway gradients from near-road monitoring data,“ *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2017.
13. A. Bruck, „New Equations for Computing Vapor Pressure and Enhancement Factor,“ *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 1981.
14. НИМХ, Годишен хидрометеорологичен бюлетин за 2020 година, София: Национален институт по метеорология и хидрология, 2021.
15. Е. Колева и П. Р., Климатичен справочник: Валежи в България, БАН, 1990.
16. Институт по хидрология и метеорология, Климатичен справочник за НР България: Влажност на въздуха, мъгла, хоризонтална видимост, облачност, снежна покривка, М. Кючукова, Ред., София: Наука и изкуство, 1979.