

4. ЗАМЪРСЯВАНЕ С АЗОТЕН ДИОКСИД

Азотният монооксид (NO) и азотният диоксид (NO₂) са двата основни азотни оксиди, свързани с източници и процеси на горене. Атмосферните им концентрации се променят.

Общата им концентрация (NO и NO₂) в гъсто населените градски райони може да се окаже по-висока от 500 µg/m³.

Азотната киселина (HONO) е замърсител на атмосферния въздух на открито в околната среда и на закрито, в помещения. Получава се от взаимодействие на азотен диоксид с вода.

Азотният монооксид се окислява на въздуха, за да се образува азотен диоксид.

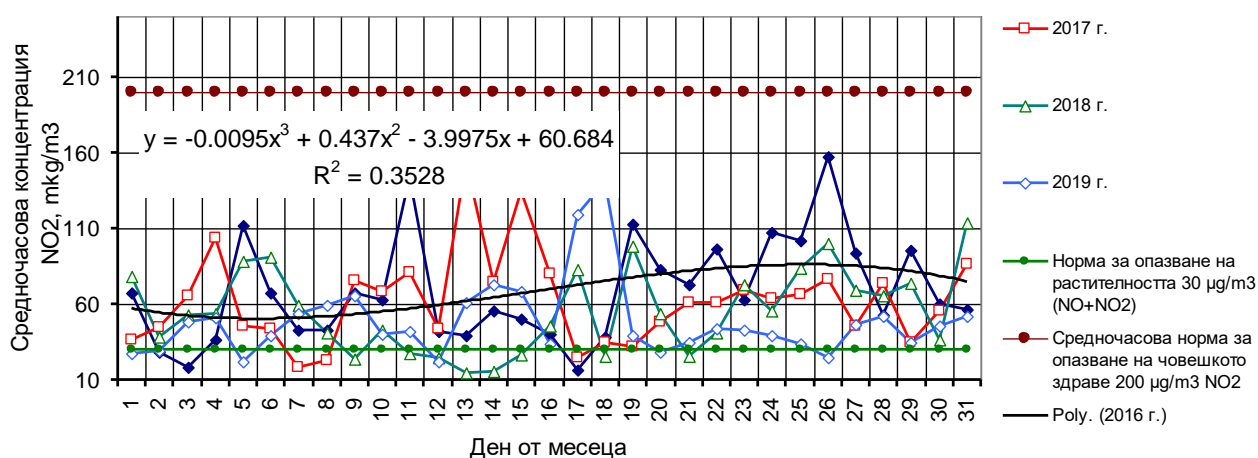
Азотният диоксид съществува във въздуха в газообразна форма. Той е летлив, червеникаво - кафяв на цвят и по-тежък от въздуха. Има специфична остра миризма. Забелязва се при концентрация от 188 µg/m³.

Азотният диоксид е силен окислител, с корозивно действие и е слабо разтворим във вода.

4.1. ДИНАМИЧНИ РЕДОВЕ

Построените линейни графики за изменение на концентрациите на серния диоксид показват характера на съдържанието на азотен диоксид в атмосферния въздух. За посочените месеци графиката е показана на фиг. 4.1 и 4.2.

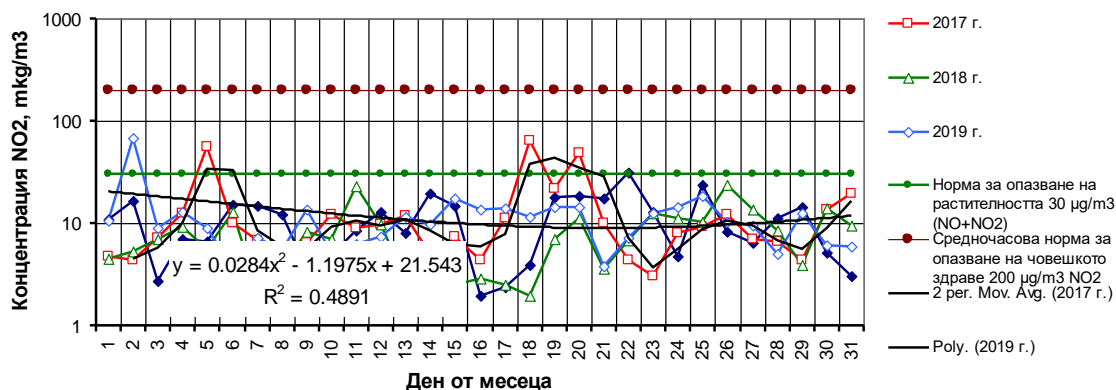
Средночасови концентрации на азотен диоксид през януари 2016-2019 г. при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 µg/m³ NO₂



Фиг. 4.1. Максимални средночасови концентрации на азотен диоксид през януари 2016-2019 г.

На графиките са дадени нивата на средночасовата норма за опазване на човешкото здраве и нормата за опазване на растителността. Лесно може да се направи оценка на съответствието спрямо нормите.

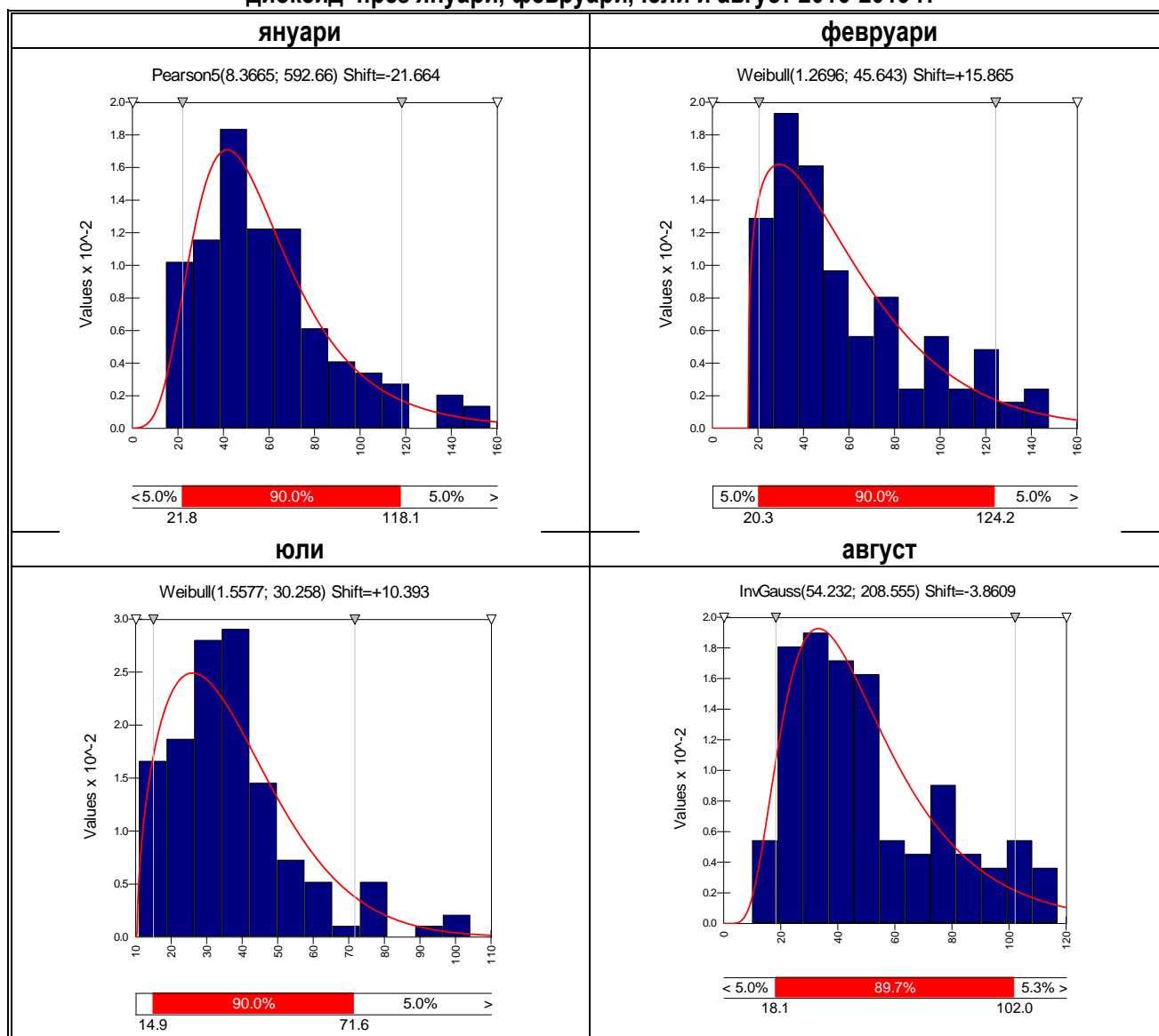
Средночасови концентрации на азотен диоксид през юли 2016-2019 г. при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 µg/m³ NO₂



Фиг. 4.2. Максимални средночасови концентрации на азотен диоксид през юли 2016-2019 г.

Текущите стойности са по-малки от нормата за човешкото здраве. През януари, който е месец от отоплителния период, концентрацията е по-висока в сравнение с юли. Това важи и за останалите месеци през периода ноември - март, когато интензивно се използват отоплителни уреди.

Емпирични и теоретични разпределения на максималната средночасова концентрация на азотен диоксид през януари, февруари, юли и август 2016-2019 г.



4.2. ТРЕНД

През зимните месеци концентрациите на азотен диоксид превишават непрекъснато нормата за опазване на растителността.

Изведеното уравнение на тренда за 2018 г. през януари е:

$$y = -0.0095x^3 + 0.437x^2 - 3.9975x + 60.684; R^2 = 0.3528;$$

а през юли

$$y = 0.0284x^2 - 1.1975x + 21.543; R^2 = 0.4891.$$

Получени са математичните модели за тренда на концентрациите през останалите месеци на периода 2016-2019 г.

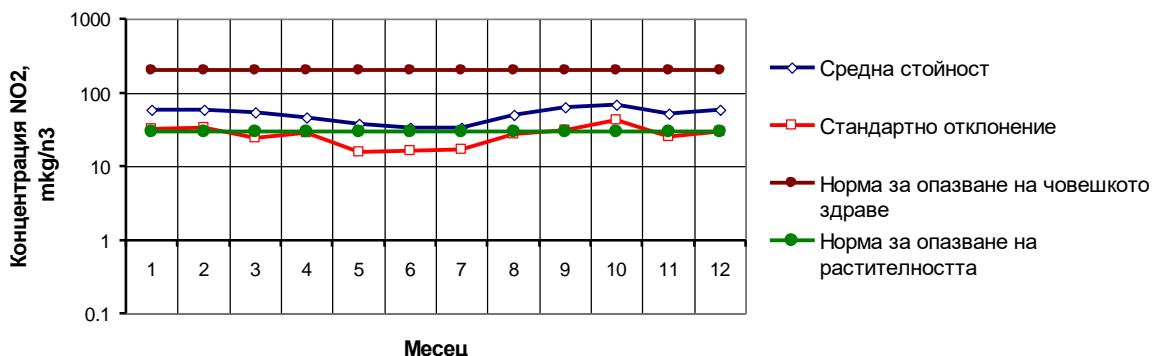
4.3. ЕМПИРИЧНИ И ТЕОРЕТИЧНИ РАЗПРЕДЕЛЕНИЯ

Сравнявайки числените значения на характеристики на максималните средночасови концентрации през януари и февруари (таблица 24) се стига да следните изводи:

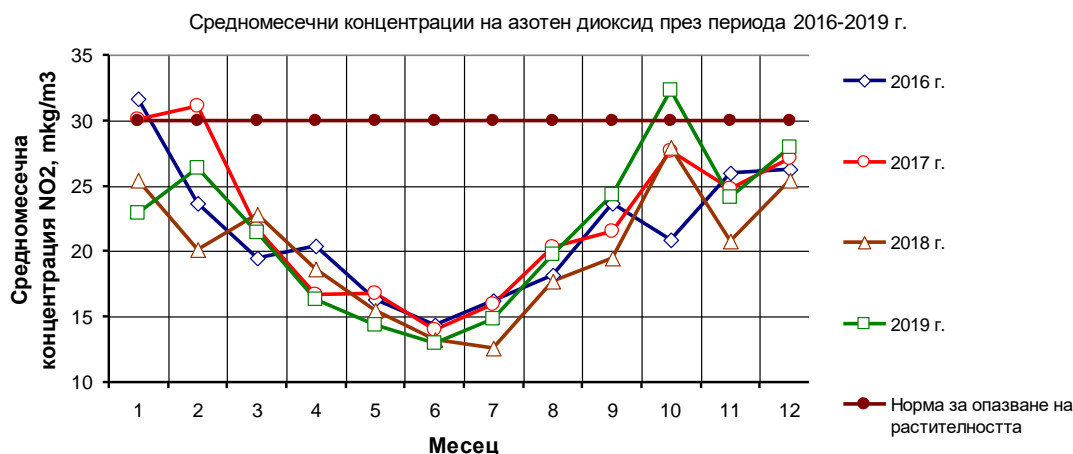
- абсолютните леви и абсолютните десни граници, Left X и Right X, са много близки - 21.8 µg/m³ през януари и 20.3 µg/m³ през февруари;
- абсолютният размах Diff. X е голям 96.24 µg/m³ през януари и 103.91 µg/m³ през февруари. Следователно е обхванат широк диапазон, който отговаря на нормата за опазване на човешкото здраве;
- минималните стойности Minimum на концентрациите на азотен диоксид през разглежданите два зимни месеца са с близки стойности - съответно 14.93 µg/m³ и 16.09 µg/m³;

- максималните стойности Maximum също не се различават съществено. През януари максимума е 157.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а през февруари - 148.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

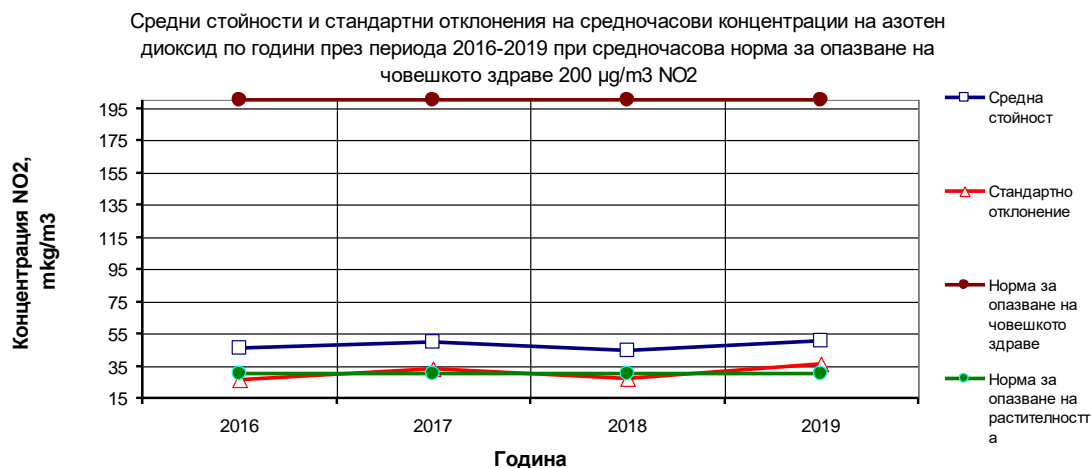
Средни стойности и стандартно отклонение на максималните средночасови концентрации на азотен диоксид 2016-2019 г. при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂



Фиг. 4.3. Средни стойности и стандартни отклонения на максималните средночасови концентрации на азотен диоксид по месеци през периода 2016-2019 при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂

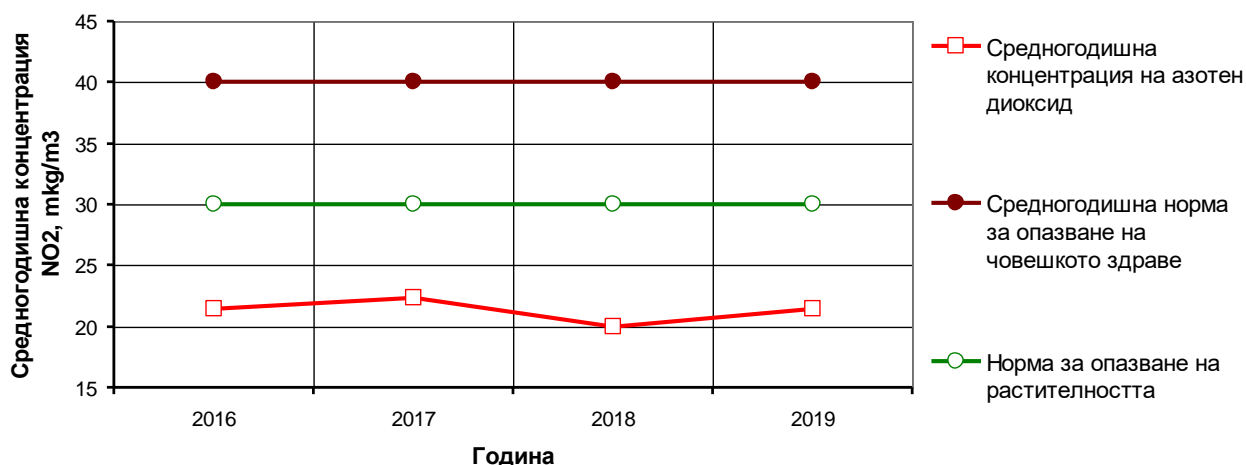


Фиг. 4.5. Средномесечни концентрации на азотен диоксид през периода 2016-2019 г.



Фиг. 4.4.. Средни стойности и стандартни отклонения на максималните средночасови концентрации на азотен диоксид по години през периода 2016-2019 при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂

Средногодишна концентрация на азотен диоксид



Фиг. 4.6. Средногодишна концентрация на азотен диоксид

- средните стойности Mean на емпиричните разпределения са еднакви - 58.62 и 58.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Тези стойности и стойностите на размаха, минималните и максималните стойности на концентрациите на азотен диоксид показват приблизително еднакво разсейване и положение по оста на концентрациите. Модата Mode и медианата Median са сродни по големина -42.82 и 46.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за модата и 52.87 и 46.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за медианата;

- разсейването на стойностите на концентрациите, оценено по стандартното отклонение Std. Deviation е малко. През януари е 30.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а през февруари 33.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

- асиметрията Skewness през януари е много близка до единица - 1.09 и разпределението е с дясна асиметрия. През февруари е с лява асиметрия, тъй като стойността на асиметрията е по-малка от единица - 0.9678. Въпреки това отклонението от симетричността на емпиричните разпределения са много ограничени;

- ексцесът Kurtosis през януари 4.1019 е по-голям от февруари - 2.99, което показва, че изостреността е по-забележима.

Анализът на характеристиките на емпиричните разпределения през летните месеци показва сравнително по-големи различия. Така:

- абсолютните леви и абсолютните десни граници (Left X Right X) не са близки. През юли и август разликата между левите граници е по-голяма от 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, а десните граници е около 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Сравнени със зимните месеци - януари и февруари границите са значително по-малки, което показва, че и разнообразието на появяващите се концентрации е по-ограничено;

- абсолютният размах Diff. X през юли и август е от 56.7029 до 83.8709 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и е по-малък от размаха Diff. X през януари и февруари когато е 96.2486 и съответно 103.9125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

- минималните стойности Minimum са малки и приблизително еднакви - 11.037 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ през юли и 10.102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ през август. Сравнени с януари 14.938 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и февруари 16.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ не се установява впечатляваща разлика;

-максималните стойности Maximum през лятото са съответно за юли 104.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и август 117.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. През зимата са 157.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ през януари и 148.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ през февруари;

- средните стойности Mean на емпиричните разпределения през юли и август са 37.598 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и 50.3725 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. За сравнение през зимните месеци са 58.623 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за януари и 58.2319 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за февруари. Това също може да се обясни с повечето горивни процеси;

- стандартното отклонение Std. Deviation е малко 18.101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - юли и 26.452 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - август. През януари максималните средночасови концентрации са със стандартно отклонение 30.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, през февруари 33.269 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Очертава се тенденцията разсейването през зимните месеци от една страна да е по-голямо, а от друга страна да бъде със стойност, която е по-близка до средната стойност;

- асиметрията Skewness през юли е 1.3646 и ориентацията е дясна, докато през август е 0.8352, т.е. лява. През зимните месеци-януари и февруари, съответно е 1.0964 и 0.9678;

- ексцесът Kurtosis на разпределението през юли е 5.3683 и август 2.7637. От същия порядък е и през зимата - 4.1019 и 2.9937.

Теоретичните разпределения са различни сравнени по месеците в един и същи сезон. През зимата са на Пирсон и Вейбул, а през лятото - Вейбул и инвариантно гаусово разпределение - разпределение на Валд.

Сравнявайки резултатите за ноември и декември може да се отбележат напълно идентични съотношения между тези зимни месеци и летните - юли и август.

4.4. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТСТВИЯТА НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА АЗОТЕН ДИОКСИД

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Графично представяне на оценката на съответствието спрямо нормата
Средночасова норма за опазване на човешкото здраве	1 час	200 µg/m ³ NO ₂ (да не бъде превишавана повече от 18 пъти в рамките на една КГ)	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	<p>Средни стойности и стандартно отклонение на максималните средночасови концентрации на азотен диоксид 2016-2019 г. при средночасова норма за опазване на човешкото здраве 200 µg/m³ NO₂</p>
				СРЕДНОЧАСОВАТА НОРМА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ Е СПАЗЕНА
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	40 µg/m ³ NO ₂	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	<p>Средногодишна концентрация на азотен диоксид</p>
				СРЕДНОГОДИШНАТА НОРМА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ Е СПАЗЕНА

<p>Норма за опазване на растителността (не се прилага в непосредствена близост до източниците)</p>	<p>една календарна година</p>	<p>30 µg/m³ (NO+NO₂)</p>	<p>Няма</p>	<p>Средни стойности и стандартни отклонения на среднонощната концентрация на азотен диоксид през периода 2016-2019 г.</p> <table border="1"> <caption>Средни стойности и стандартни отклонения на среднонощната концентрация на азотен диоксид през периода 2016-2019 г.</caption> <thead> <tr> <th>Година</th> <th>Средни стойности (µg/m³)</th> <th>Стандартно отклонение (µg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2016</td> <td>21.5</td> <td>9.5</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>21.5</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>16.5</td> <td>8.5</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>21.5</td> <td>11.5</td> </tr> </tbody> </table>	Година	Средни стойности (µg/m ³)	Стандартно отклонение (µg/m ³)	2016	21.5	9.5	2017	21.5	11.5	2018	16.5	8.5	2019	21.5	11.5
Година	Средни стойности (µg/m ³)	Стандартно отклонение (µg/m ³)																	
2016	21.5	9.5																	
2017	21.5	11.5																	
2018	16.5	8.5																	
2019	21.5	11.5																	
<p>НОРМАТА ЗА ОПАЗВАНЕ НА РАСТИТЕЛНОСТТА Е СПАЗЕНА</p>																			

4.5. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТСТВИЯТА НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА АЗОТЕН МОНООКСИД

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Графично представяне на оценката на съответствието спрямо нормата																																							
<p>Средночасова норма за опазване на човешкото здраве</p>	<p>1 час</p>	<p>200 µg/m³ NO₂ (да не бъде превишавана повече от 18 пъти в рамките на една КГ)</p>	<p>50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.</p>	<p>Средни стойности и стандартно отклонение на максималните средночасови концентрации на азотен оксид по месеци 2016-2019 г.</p> <table border="1"> <caption>Средни стойности и стандартно отклонение на максималните средночасови концентрации на азотен оксид по месеци 2016-2019 г.</caption> <thead> <tr> <th>Месец</th> <th>Средна стойност (µg/m³)</th> <th>Стандартно отклонение (µg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>120</td><td>100</td></tr> <tr><td>2</td><td>80</td><td>150</td></tr> <tr><td>3</td><td>60</td><td>80</td></tr> <tr><td>4</td><td>110</td><td>40</td></tr> <tr><td>5</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>6</td><td>10</td><td>10</td></tr> <tr><td>7</td><td>10</td><td>8</td></tr> <tr><td>8</td><td>20</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>30</td><td>50</td></tr> <tr><td>10</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>11</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>12</td><td>100</td><td>200</td></tr> </tbody> </table>	Месец	Средна стойност (µg/m ³)	Стандартно отклонение (µg/m ³)	1	120	100	2	80	150	3	60	80	4	110	40	5	25	25	6	10	10	7	10	8	8	20	30	9	30	50	10	90	90	11	100	100	12	100	200
Месец	Средна стойност (µg/m ³)	Стандартно отклонение (µg/m ³)																																									
1	120	100																																									
2	80	150																																									
3	60	80																																									
4	110	40																																									
5	25	25																																									
6	10	10																																									
7	10	8																																									
8	20	30																																									
9	30	50																																									
10	90	90																																									
11	100	100																																									
12	100	200																																									
<p>СРЕДНОЧАСОВАТА НОРМА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ ЗА АЗОТЕН ДИОКСИД Е СПАЗЕНА</p>																																											

<p>Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве</p>	<p>една календарна година</p>	<p>$40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$</p>	<p>50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.</p>	<p>Средногодишна концентрация на азотен оксид</p> <p>Концентрация, $\mu\text{kg}/\text{m}^3$</p> <p>Година</p> <p>—○— Средногодишна концентрация</p> <p>—□— Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве $40 \mu\text{kg}/\text{m}^3$</p> <p>—◇— Норма за опазване на растителността</p>
<p>СРЕДНОГОДИШНАТА НОРМА ЗА ОПАЗВАНЕ НА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ ЗА АЗОТЕН ДИОКСИД Е СПАЗЕНА</p>				
<p>Норма за опазване на растителността (не се прилага в непосредствена близост до източниците)</p>	<p>една календарна година</p>	<p>$30 \mu\text{g}/\text{m}^3 (\text{NO}+\text{NO}_2)$</p>	<p>Няма</p>	<p>Максимална средноденонощна концентрация на азотен оксид през периода 2016-2017 г.</p> <p>Максимална средноденонощна концентрация NO_2, $\mu\text{kg}/\text{m}^3$</p> <p>Месец</p> <p>—◇— 2016 г.</p> <p>—□— 2017 г.</p> <p>—△— 2018 г.</p> <p>—◇— 2019 г.</p> <p>—◇— Норма за опазване на растителността $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 (\text{NO}+\text{NO}_2)$</p> <p>—○— Средночасова норма за опазване на човешко здраве NO_2</p>
<p>НОРМАТА ЗА ОПАЗВАНЕ НА РАСТИТЕЛНОСТТА Е СПАЗЕНА ($\text{NO}+\text{NO}_2$) ПРЕЗ ЛЕТНИТЕ МЕСЕЦИ И НЕ Е СПАЗЕНА ПРЕЗ ЕСЕНТА И ЗИМАТА</p>				