

TRENDS IN TROPOSPHERIC OZONE LEVELS IN ATMOSPHERIC AIR⁴

Emiliya Stoyneva, MSc

Department of Combustion Engines, Automobiles and Transport,

Technical University of Sofia, Bulgaria

E-mail: emili_sto@yahoo.com

Abstract: This paper examines the trend in ground-level Ozone (O_3) levels over a period of 10 years. Ozone is not emitted directly into the atmosphere. It is formed by the interaction of nitrogen oxides and volatile organic compounds under the influence of high temperatures and sunlight. It is one of the ingredients of atmospheric "smog". Ozone is a powerful and aggressive oxidizing agent that can have harmful effects on human health, ecosystems, people, and the environment. The conducted studies are based on officially available data from the National Air Quality Monitoring System of the Ministry of Environment and Water.

There is a tendency to reduce the number of registered exceedances of the threshold for informing the population of 180 mg/m^3 and to maintain the number of registered exceedances of the short-term target norm of ozone protection for human health protection of 120 mg/m^3 .

Keywords: Ground-level Ozone, Tendencies in O_3 ground-level, Atmospheric smog.

ВЪВЕДЕНИЕ

Озонът не се емитира директно в атмосферата. Той е естествена съставка на атмосферата и играе жизненоважна роля в много атмосферни процеси. Образуването на озон се дължи на голям брой фотохимични реакции, протичащи в атмосферата, зависи от високите температури, влажността на въздуха и слънчевата радиация, както и от емисиите на азотни оксиди и летливи органични съединения.

Концентрациите на озон варират значително в различните региони, в зависимост от времето през годината и часовете на деня. Озонът има специфичен годишен и денонощен ход на концентрациите, което е резултат от начина му на образуване. Най-активно, тропосферният озон се образува през лятото, вследствие на значително активиране на фотохимичните реакции, включващи азотни оксиди, въглероден оксид и летливи органични съединения. Концентрациите му са най-високи от средния до късния следобед, като процесът се поддържа от повишеното присъствие на въглеводороди в атмосферата, които водят до нарастване на отношението азотен диоксид/азотен оксид (Percy et al. 2003, Krupa, 1997).

Характерно за по-топлите, слънчеви дни с ясно небе и безветрие е появата на озонови епизоди, представляващи кратки периоди с много високи концентрации на озон. Такива епизоди се срещат през пролетта и лятото, при слънчево време, с високо атмосферно налягане, ниска скорост на вятъра и замърсени въздушни маси с прекурсори на озона. Те могат да доведат до неблагоприятни ефекти върху околната среда, като въздействие върху човешкото здраве, селскостопански култури, горите и материалите. Поради това националните органи и международните организации са определили прагови нива за озон. В рамките на ЕС те се наричат „целева стойност“, „дългосрочна цел“. Стойностите определени за опазване на човешкото здраве, обикновено се основават на концентрацията ($\mu\text{g/m}^3$), докато тези, свързани с растителността, се основават на съотношението на смесване (ppb). Нормите за озон са регламентирани в европейското законодателство (Директива 2008/50/ЕС) и българското (Наредба №12/2010). Определени са краткосрочни целеви норми (КЦН) и Дългосрочни целеви норми (ДКЦ) за опазване на човешкото здраве и алармени прагове.

⁴ Докладът е представен на пленарната сесия на 25 октомври 2024г. с оригинално заглавие на български език: ТЕНДЕНЦИИ В НИВАТА НА ОЗОН

ИЗЛОЖЕНИЕ

Настоящата работа представя анализ на данните за съдържанието на Оз в приземните слоеве на атмосферата, докладвани от Националната система за мониторинг на качеството на атмосферния въздух (НСМКАВ) на МОСВ ()

Нормите за озон, имащи отношение към човешкото здраве са представени в Таблица 1, 2 и 3.

Таблица 1. Краткосрочни целеви норми (КЦН) и горни оценъчни прагове (ГОП)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Дата, към която КЦН следва да бъде спазена ⁽¹⁾
КЦН/ГОП за опазване на човешкото здраве	Максимална 8-часова средна стойност в рамките на денонощието ⁽²⁾	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, да не се превишава в повече от 25 дни на календарна година, осреднено за тригодишен период ⁽³⁾	1.01.2010 г.

⁽¹⁾ Съответствието с КЦН се оценява от 1.01.2010 г., т.е. 2010 г. е първата календарна година, данните за която се използват за изчисляване на съответствието за следващите три или пет календарни години.

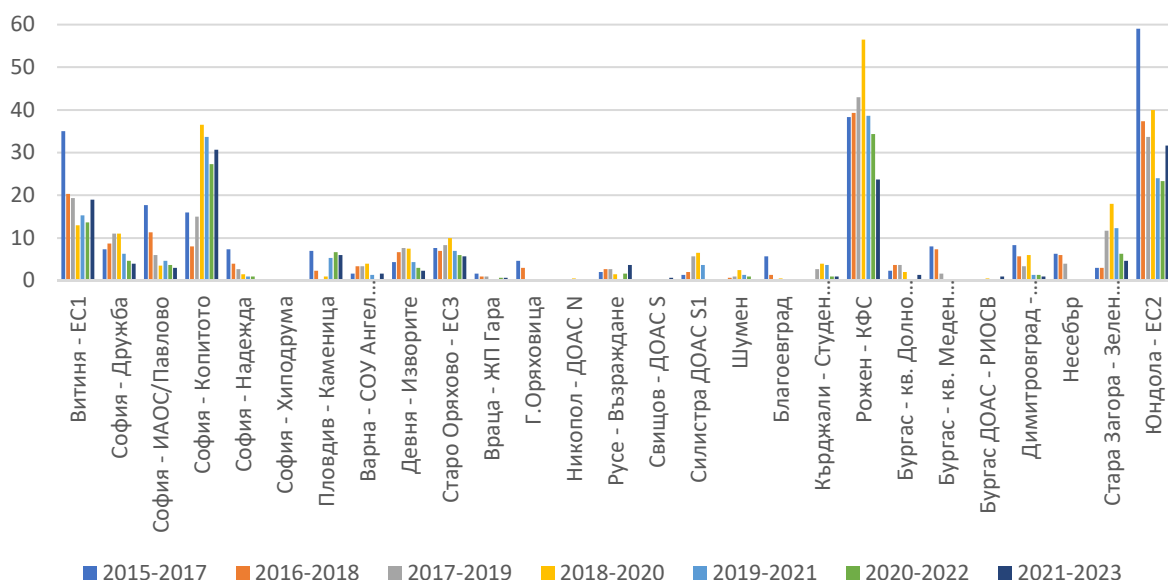
⁽²⁾ Максималната 8-часова средна стойност на концентрацията в рамките на денонощието се избира след проверка на 24-те текущи 8-часови средни стойности, определени въз основа на съответните средночасови стойности и измерени на всеки час. Всяка 8-часова средна стойност, изчислена по този начин, се отнася за денонощието, в което приключва обхванатият времеви период, т.е. първият изчислителен период за определено денонощие започва в 17 ч. предходния ден и свършва в 1 ч. същия ден; последният изчислителен период за определено денонощие започва в 16 ч. и завършва в 24 ч. същия ден.

⁽³⁾ В случаите, когато осреднените стойности за три или пет години не могат да бъдат определени въз основа на наличен цялостен и последователен набор от данни за съответните годишни периоди, проверката за съответствието с целевите стойности се извършва въз основа на валидни данни за едногодишен период - за КЦН/ГОП за опазване на човешкото здраве.

Направен е анализ на данните за 8-часовите стойности на озон, измерени от автоматичните измервателни станции на Изпълнителна агенция по околна среда към МОСВ, разположени на територията на страната, за периода от 2015 до 2023 година. За да се оцени съответствието с Краткосрочната целева норма (КЦН = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 2015 г. е първата календарна година, данните за която се използват за изчисляване на съответствието за следващите три календарни години. Изчисленият брой дни с превишения на КЦН, осреднен за три годишен период е представен на Фиг. 1.

На фигурата са представени брой дни с превишения на КЦН за седем три годишни периода. За целия период от всички 27 станции само в 4 станции са регистрирани повече от 25 дни с превишения. Най-много дни с превишения на КЦН на Озон (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) са регистрирани през периода 2015-2017 в 4 станции – Юндола, Рожен, Витиня и Копитото. През следващите периоди са регистрирани превишения над допустимия минимум от 25 дни - само в 3 станции.

Извод: За посочения период във всички 23 автоматични станции е спазена КЦН/ГОП за опазване на човешкото здраве. В станция Витиня е постигнато съответствие с нормата, при останалите 3 станции се запазва тенденцията в броя на регистрираните превишения на КЦН за озон за опазване на човешкото здраве.



Фиг. 1. Брой дни с превишения на Краткосрочната целева норма за Озон - $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, осреднено за три годишен период

Таблица 2. Дългосрочни целеви норми (ДЦН) и долни оценъчни прагове (ДОП)

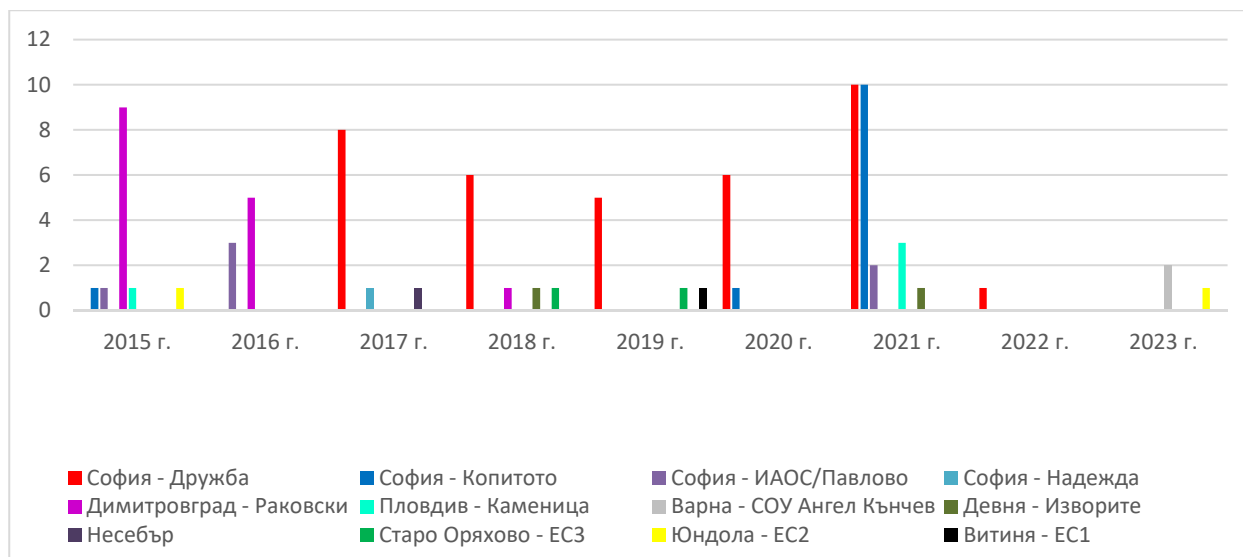
Норма	Период на осредняване	Стойност	Дата, към която ДЦН следва да бъде постигната
ДЦН/ДОП за опазване на човешкото здраве	Максимална 8-часова средна стойност в рамките на денонощието	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Не е определена

За периода 2015-2023 г. най-високи концентрации на 8-часова средна стойност озон са регистрирани в следните четири станции: Димитровград- Раковски - $189\mu\text{g}/\text{m}^3$ и $193\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2015 г. и 2016 г.), в Дружба- $183\mu\text{g}/\text{m}^3$, $185\mu\text{g}/\text{m}^3$, $185\mu\text{g}/\text{m}^3$, $168\mu\text{g}/\text{m}^3$ и $192\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2017 г., 2018 г., 2019 г., 2020 г. и 2021), в Стара Загора –Зелен клин- $152\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2022) и Юндола- 163 (2023).

Таблица 3. Информационен и алармен праг за нивата на озон

Праг	Период на осредняване	Стойност
Праг за информиране на населението (ПИН)	1 час	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Направен е анализ на стойностите на озон над $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, измерени от автоматичните измервателни станции на Изпълнителна агенция по околна среда на МОСВ за периода от 2015 до 2023 година. Изчислен е броя на дните с превишения на Праг за информиране на населението (ПИН) представен на Фиг. 2.



Фиг. 2. Брой дни с превишения на Праг за информиране на населението (ПИН)

Представените на Фиг. 2 дни с превишения на ПИН за озон за периода от 2015 до 2023 г. показва, че за целия период от всички 27 станции само в 12 станции са регистрирани дни с превишения на озон над $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Най-много дни с превишения на ПИН са регистрирани през 2021 г. в 2 от станциите – Дружба и Копитото. През следващите две години рязко намалява броя на станциите с превишения на озон над $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, като през 2022 г. са регистрирани превишения само в 1 станция, а през 2023 г. в 2 станции.

Извод: За посочения период се наблюдава положителна тенденция, изразена в намаляване на броя на станциите, в които е измерено превишения на озон над $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Таблица 4. Праг за предупреждаване на населението (ППН)

Праг	Период на осредняване	Стойност
Праг за предупреждаване на населението (ППН)	1 час	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Извод: Прегледа на достъпната информация показва, че за посочения период 2015-2023 г. няма регистрирано превишение на Прага за предупреждаване на населението (ППН) във всички станциите измерващи озон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съгласно Чл. 39. (1) от Наредба 12 /2010, в случаите, когато в даден РОУ на КАВ съществува риск от превишаване на установените норми и/или алармени прагове при неблагоприятни метеорологични условия и други фактори, компетентните органи изготвят оперативни планове за действие съгласно чл. 30 ЗЧАВ, указващи мерките, които трябва да бъдат предприети в краткосрочен план за ограничаване продължителността на подобни явления и намаляване на посочения риск, целящи защитата и на чувствителните групи от населението, включително деца и (2) Плановите за действие по ал. 1 могат, според конкретния случай, да предвиждат мерки за ограничаване, а при необходимост - и спиране на отделни дейности, които допринасят за превишаването на нормите за КАВ, включително мерки по регулиране движението на автомобилния транспорт, в съответствие с чл. 29 ЗЧАВ.

REFERENCES

K.E. Percy, A.H. Legge, S.V. Krupa, Tropospheric ozone: A continuing threat to global forests? Developments in Environmental Science, 3, 2003, 85-118, ISSN 1474-8177, ISBN 9780080443171, [https://doi.org/10.1016/S1474-8177\(03\)03004-3](https://doi.org/10.1016/S1474-8177(03)03004-3).

KRUPA, S.V. global climate change: processes and products – an overview. Environ Monit Assess 46, 73–88 (1997). <https://doi.org/10.1023/A:1005744103861>.

НАРЕДБА № 12 ОТ 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух.

ДИРЕКТИВА 2008/50/ЕО НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 21 май 2008 година относно качеството на атмосферния въздух и за по-чист въздух за Европа.

Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe-EMEP/CCC Reports 1975-2024, URL: <https://projects.nilu.no/ccc/reports.html>

Националната система за мониторинг на качеството на атмосферния въздух (НСМКАВ) на МОСВ. Изпълнителна агенция по околна среда. URL: <https://eea.government.bg/>.

Администрация на Столична Община, становище за качеството на въздуха в София, URL: <https://www.sofia.bg/components-environment-air>.