

STATUS AND FORECAST OF PM POLLUTION - A KEY ELEMENT FOR ATMOSPHERIC AIR QUALITY AND POPULATION HEALTH¹⁸

Assoc. Prof. Margaritka Filipova, PhD

Department of Heat, Hydraulic and Environmental Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 82 888 418
E-mail: mfilipova@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Evelina Veleva, PhD

Natural sciences and education faculty
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 82 888 606
E-mail: eveleva@uni-ruse.bg

***Abstract:** Air pollution is a local, pan-European and intercontinental problem. Air pollutants released in one country can be transported into the atmosphere, which degrades air quality elsewhere. Atmospheric pollution with PM₁₀ is a long-standing problem in Bulgaria. Atmospheric air pollution with PM has both a social and an economic aspect. High levels of air pollutants PM₁₀ are a problem of great importance for human health. For nearly 30 years, the EU has been creating legislation to protect clean air, which sets limits on the concentration of pollutants. However, polluted air is still common in most EU Member States and in many European cities. This article discusses the measures taken and the future prospects for lowering the levels of PM₁₀ in Bulgaria.*

***Keywords:** air pollution, morbidity, PM₁₀*

ВЪВЕДЕНИЕ

Замърсяването с фини прахови частици (ФПЧ) е основен проблем за качеството на атмосферния въздух в България от десетилетия. Основните причини за наднормено замърсяване с тях са отоплението с твърди горива и нафта през зимния сезон, опесъчаването и осоявяването на улиците и пътищата, както и емисиите от автомобилния и обществен транспорт, високият процент стари автомобили. Допълнителен принос към замърсяването на атмосферния въздух с ФПЧ оказват и неблагоприятните климатични условия като дълги периоди с ниска скорост на вятъра, температурна инверсия, наличие на мъгла и продължителни засушавания (<https://www.eea.europa.eu/bg/themes/air/intro>). Остава твърде висок процентът на населението, живеещо при нива на замърсяване с ФПЧ над допустимите норми – 87,2 % от 3,5 млн. население, живеещо в населени места, в които се контролира този замърсител.

Изчисленията са извършени съгласно методика на Европейската агенция по околна среда (ЕАОС), която изчислява възможния максимален размер на евентуално засегнатото население при допускане, че във всяко населено място, с регистрирано превишение на допустимата норма, цялото население е подложено на негативното въздействие на съдържанието на прахови частици.

Порди това може да се предположи, че извършените изчисления по тази Методика на ЕАОС дават завишени стойности. Въпреки това проблемът е твърде сериозен, включително и в трансграничен аспект.

¹⁸ Докладът е представен на онлайн сесията на секция „Екология и опазване на околната среда“ на 29 октомври 2021 г. с оригинално заглавие на български език: СЪСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО С ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ - КЛЮЧОВ ЕЛЕМЕНТ ЗА КАЧЕСТВО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ И ЗДРАВЕ НА НАСЕЛЕНИЕТО

ИЗЛОЖЕНИЕ

Замърсяването с ФПЧ₁₀ има ясно изразен сезонен характер. Това е доказано в наши предишни публикации за градовете Русе, Силистра, Разград и Видин (Tsvetanova, I., 2018, Tsvetanova, I., 2019, Veleva, E., 2020, Veleva, E., 2021). Превишенията на нормата за ФПЧ₁₀ се наблюдават предимно през зимния период, поради използване на твърди горива в битовото отопление и влиянието на метеорологичните фактори. Автотранспортът обаче се явява непрекъснат източник на ФПЧ. Неговата интензивност е пропорционална на автомобилния трафик и следва неговите сезонни и денонощни колебания. В големите населени места с интензивен градски трафик максималната концентрация на ФПЧ в атмосферния въздух обикновено съвпада с пиковите му часове. През нощта неговото влияние върху качеството на атмосферния (КАВ) силно намалява до пренебрежимо ниски нива. Независимо от това, в градските зони с интензивен трафик автотранспортът обикновено поддържа високи средноденонощни концентрации на ФПЧ. Принос има и изгарянето на вносни отпадъци.

Голяма част от градското население е подложено на нива, превишаващи пределно допустимите стойности за съдържание на ФПЧ, което създава редица здравни проблеми.

Прахът постъпва в човешкия организъм предимно чрез дихателната система, като по-големите частици се задържат от лигавиците на носа и гърлото, а по-фините частици с размери под 10 µm (ФПЧ₁₀) достигат до по-ниските отдели на дихателната система, като водят до увреждане на белодробните тъкани. Това затруднява дишането, затруднява работата на дихателните органи и става причина за хронични заболявания на дихателната система или предизвиква усложнения, ако човек вече страда от такива заболявания (цитиране). По последни данни на Световната здравна организация ФПЧ_{2,5} могат да достигнат до кръвта, до органите и системите на цялото тяло, включително и сърцето и да нанесат сериозни усложнения на сърдечно-съдовата система, причиняват рак на белите дробове (Esposito S., 2014). Ултрафини прахови частици с диаметър по-малък от 0,1 µm или 100 nm са особено опасни. Техният размер приблизително отговаря на размера на един вирус. СЗО настоява за допустима максимална стойност от 10 µg на кубичен метър въздух, докато въведената към момента горна граница от ЕС е доста по-висока – 25 µg. Ултрамалките частици се проявяват като алергени и заразяват с бактерии и гъбички. Най-уязвими са децата, бременните жени, възрастните и хората със съществуващи здравословни проблеми като хронични белодробни заболявания, грип или астма (Pascal M., 2013).

В редица публикации се дават доказателства за връзка между замърсяването с ФПЧ на атмосферата и коронавирусната пандемия. Фините прахови частици причиняват възпаления в белите дробове. Инфекцията с Ковид-19 засяга предимно вътрешния, ендотелен слой на кръвоносните съдове, а точно този слой е атакуван и от праховите частици. След като белите дробове са повредени от тях, те трудно могат да се защитят срещу SARS-CoV-2 (Soric M., 2020).

Хората с ниски доходи са принудени да живеят в близост до оживени пътища или индустриални зони и така са изложени на замърсяване на въздуха. ФПЧ_{2,5} във въздуха намаляват очакваната продължителност на живота в ЕС с повече от 8 месеца.

България попада в категорията страни с по-високи средни нива на ФПЧ в Европа. Особено големи са превишаванията при дневните пределно допустими стойности - те са отбелязани през 90 дни годишно, т.е. над 2,5 пъти повече от разрешеното съгласно европейските правила.

Съгласно обобщената информация от СЗО става ясно, че в рамките на Европейския съюз страната ни заема лидерски позиции в негативната класация за високи нива на ФПЧ. Съдът на Европейския съюз установява, че България не е изпълнила задълженията по европейските директиви за качеството на въздуха и най-вече по посока на нивата на праховите частици. Също така отчита липсата на достатъчно мерки за решаване на проблема. Това неминуемо води до санкции, съгласно европейското законодателство.

Последните данни от 2020 г. показват, че България все още регистрира високи нива на прахови частици. Поради това в края на годината страната за втори път е изправена пред съда заради проблеми с чистотата на въздуха и н изпълнение на съдебното решение от 2017 година.

Предприети мерки и перспективи

През 2019 г. Министерският съвет приема Националната програма за подобряване качеството на атмосферния въздух (2018-2024 г.) Предвижда се на общините да се предоставят около 700 млн. лева за решаване на проблемите със замърсяването с фини прахови частици в големите градове.

По - дългосрочните цели са заложи в Национална програма за контрол на замърсяването на въздуха, България 2020-2030 г. Направени са прогнозни емисии и намаляване на емисиите при сценарий на продължаване на вече приетите политики и мерки (сценарий „при взети мерки“) и при въвеждане на допълнителни ограничения.

Необходими са допълнителни политики и законови мерки, за да може нивата на ФПЧ да отговарят на ангажимент за намаляване на емисиите (АНЕ). В Таблица 1 са показани обобщените прогнозни емисии и очакваното намаляване на емисиите през пет-годишен интервал, съответно за 2020 г., 2025 г. и 2030 г. Клетките, маркирани в зелен цвят, показват съответствие с АНЕ, а клетките, маркирани в жълт цвят показват несъответствие.

Таблица 1. Обобщени прогнозни и намалени емисии на ФПЧ (2020-2030)

Година	Емисии (килотона) според инвентаризацията през 2016 г.	% спад в емисиите спрямо 2005 г.		Ангажименти за намаляване на емисиите, (%) А и Б
		А	Б	
2005	30.9	А	Б	
2020	28.9	6%	28%	
2025	24.5	21%	57%	
2030	18.5	40%	75%	
2020-2029				20 %
2030+				41 %

А- Прогнозни емисии и намаление на емисиите (при запазване на настоящите ограничения)

Б- Прогнозно въздействие върху околната среда (при въвеждане на допълнителни ограничения) (дата на прогнозата 27 януари 2019 г., Източник: <https://www.eufunds.bg/bg>)

Прогнозното намаление при вече приети политики и мерки на общите емисии на ФПЧ₁₀ и ФПЧ_{2.5} от битови и транспортни източници може да е достатъчно за постигане на нормите за КАВ за ФПЧ₁₀ на някои места (2020), но за повечето места съответствие ще се достигне на по-късен етап. Прогнозите са, че ако не бъдат въведени допълнителни законови мерки, районите за оценка и управление на качеството на атмосферния въздух (РОУКАВ) най-вероятно ще продължат да превишават максимално допустимите стойности за ФПЧ₁₀ дори и през 2030г. Тази преценка е базирана на някои обобщаващи предвиждания и емпирично тълкуване на средната годишна концентрация на ФПЧ₁₀ и годишния брой превишения на дневната норма на ФПЧ₁₀ от 50 µg/m³. Използва се такъв подход възприет, поради ограничения капацитет на България за провеждане на широкомащабно моделиране на дисперсията на замърсители и КАВ.

Разглежданите възможни политики за спазване на ангажиментите за намаляване на емисиите на ФПЧ в България са насочени към отраслите: битово отопление, сухопътен транспорт и селско стопанство.

Пакетът с мерки за битовото отопление основно засяга емисиите на ФПЧ и неметанови летливи органични съединения (НМЛОС).

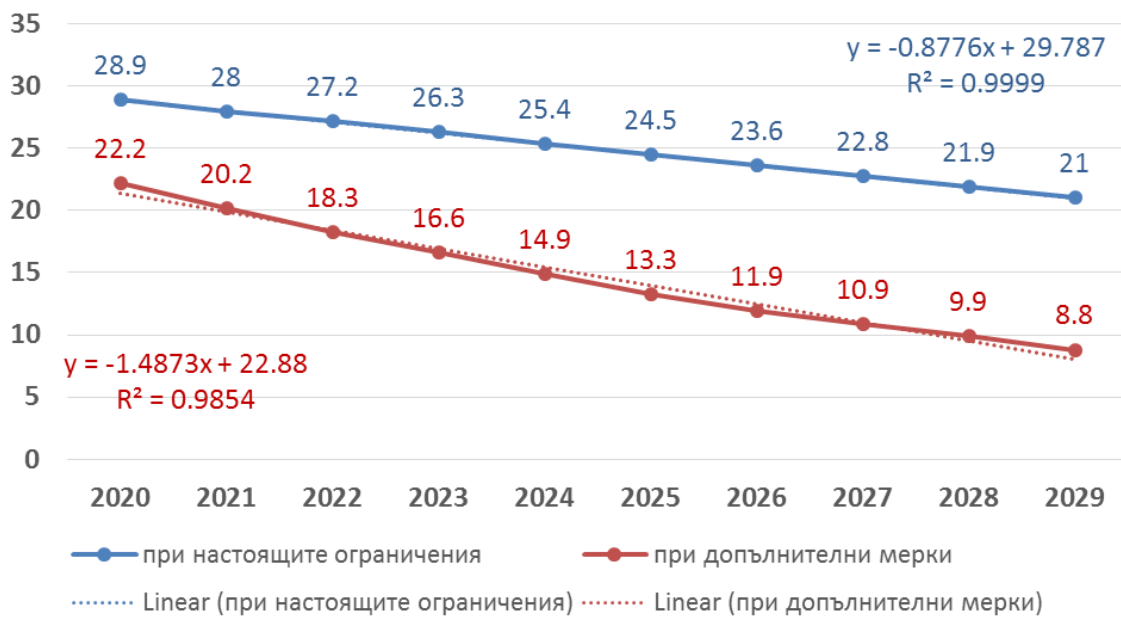
Съгласно Национална програма за подобряване качеството на атмосферния въздух (НППКАВ) в сектор Битово отопление допълнителни политики и законови мерки включват следните аспекти:

1. Въвеждане на национални изисквания за качеството на въглищата, законодателни мерки за намаляване на съдържанието на влага в дървата за отопление, използвани в общини, които към момента превишават нормите за КАВ за ФПЧ₁₀ и евентуално въвеждане на изисквания за максимално съдържание на влага в дървата за отопление в същите региони;

2. По-ранно въвеждане в сила на Регламент (ЕС) 2015/1185 по отношение на изискванията за екопроектиране на локални отоплителни топлоизточници на твърдо гориво и задължително ускорено изваждане от употреба на традиционните отоплителни уреди на твърдо гориво (печки) в общините, където КАВ не отговаря на ПДС на ФПЧ₁₀;

3. Домакинствата, засегнати от задължителното изваждане от употреба на традиционни печки да преминат към отопление на природен газ, централно отопление, електричество или отоплителни уреди, отговарящи на изискванията за екопроектиране.

На Фигура 1 са представени прогнозните данни за емисии на ФПЧ_{2,5} в килотона, по данни на <https://www.eufunds.bg/bg>.



Фиг. 1. Прогнозни данни за емисии на фини прахови частици ФПЧ_{2,5} (в килотона)

От данните става ясно, че прогнозите за емисиите на ФПЧ_{2,5} между 2020 г. и 2029 г., при спазване на настоящите ограничения, следват линеен курс на понижение, с уравнение $y = -0.8776x + 29.7870$, където x е номерът на поредната година, $x=1, 2, \dots, 10$. Ъгловият коефициент показва, че всяка година се предвижда емисиите да спадат с 0,8776 или приблизително с 0,9 килотона, завършвайки през 2029 г. с емисии от 21 килотона. Ако бъдат взети допълнителни мерки, засилващи контрола над излъчваните в атмосферата прахови частици, е възможно емисиите да достигнат до по-ниски нива, показани на Фигура 1 с червен цвят. При такава прогноза се получава отново приблизително линейна отрицателна тенденция. Полученият модел чрез метода на най-малките квадрати (Veleva, E., 2011) има уравнение $y = -1.4873x + 22.8800$, показващо че при такъв сценарий намалението през всяка следваща година ще е с приблизително 1,5 килотона. Коефициентът на детерминация R^2 за всеки от двата прогнозни модела за излъчваните емисии е число близо до единица (Фиг. 1), показващ че прогнозните стойности са разчетени почти изцяло на база на получените уравнения, в зависимост от номера x на поредната година.

Понижаването на емисиите на ФПЧ е от изключително значение не само за КАВ и здравето на населението. През 2019 г. Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) е изчислила, че ако всички държави-членки изпълнят своите национални цели за намаляване на експозицията на ФПЧ, страните ще увеличат своя брутен национален продукт, като за България прогнозата е повишение с 1,7 %.

Към настоящия момент България е предоставила информация, за всички предприети мерки и съобразяване с решението на Съда на ЕС от 2017 г. Това включва задълженията на станата ни съгласно европейското законодателство по отношение на агломерациите София, Пловдив, Северна, Югозападна и Югоизточна. България. Посочено е, че е налице устойчива и

трайна тенденция за постоянно намаляване на броя на превишенията на средноденонощната норма на фини прахови частици (ФПЧ₁₀) и постигането на тази норма на територията на по-голям брой общини. За средногодишната норма на ФПЧ₁₀ са изложени данни, които доказват спазването ѝ за 2020 г. в агломерациите София, Северна, Югозападна и Югоизточна България.

Същественото подобряване на КАВ през последните години по отношение на показателя ФПЧ₁₀ във всички зони на страната доказва, че България прилага ефективни мерки. Това гарантира, възможно най-кратък период на превишаването на пределно допустимите стойности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полаганите усилия до момента за намаляване на нивата на ФПЧ, макар и бавно дават резултат, но поставените цели до 2030 година са амбициозни и са необходими строги мерки и недопускане на нови санкции за България. Това е трудна задача, имайки предвид финансовото състояние на населението и бавните темпове, с които може да се намали употребата на твърди горива и да се обнови остарелият автомобилен парк.

Необходима е актуализация на методологиите за изготвяне на инвентаризация на емисии на ФПЧ, за да могат те да служат за правилно и точно прогнозиране на настоящи и бъдещи емисии и да предоставят по-надеждни методи за проследяването им.

REFERENCES

Esposito S., Galeone C., Lelli M., et al. (2014). Impact of air pollution on respiratory diseases in children with recurrent wheezing or asthma. BMC Pulm Med., 14-130.

National program for improving air quality, 2019 (*Оригинално заглавие: Национална програма за подобряване качеството на атмосферния въздух, приета с Решение № 334 на Министерския съвет от 07.06.2019 г.*)

Pascal M., Corso M., Chanel O., et al. (2013). Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. Sci Total Environ., 449:390-400.

Soric M., Coronavirus: Dirty air increases mortality, 2020, URL: <https://p.dw.com/p/3IV16>.

Tsvetanova, I. Zheleva, M. Filipova, A. Stefanova, Statistical analysis of ambient air PM₁₀ contamination during winter periods for Ruse region, Bulgaria, MATEC Web of Conferences 145, 01007 (2018), NCTAM 2017, <https://doi.org/10.1051/mateccconf/201814501007>.

Tsvetanova, I., Zheleva, I., Filipova, M., Statistical study of the influence of the atmospheric characteristics upon the particulate matter (PM₁₀) air pollutant in the city of Silistra, Bulgaria, AIP Conference Proceedings 2164 DOI: 10.1063/1.5130874.

Veleva, E., Filipova, I. M., Zheleva, I. (2021). "Statistical Study of Particulate Matter (PM₁₀) Air Contamination in the City of Vidin, Bulgaria", Paper presented at the 13th Intern. Conf. AMITANS'2021, 24-29 June 2021, Albena, Bulgaria.

Veleva, E., I. Georgiev, I. Zheleva, M. Filipova. (2020). Markov Chains Modelling of Particulate Matter (PM₁₀) Air Contamination in the City of Ruse, Bulgaria// Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences, AIP Publishing, № 2302, pp. 060018-1-9

Veleva, E., Karakoleva, St., (2011). Numerical methods and statistics - theory and practice with MATLAB. Ruse, Publishing Center of the University of Ruse, ISBN: 954-712-245-2 (*Оригинално заглавие: Велева Е., Караколева, Ст., 2011. Числени методи и статистика - теория и практика с MATLAB. гр.Русе, Издателски център на Русенски университет*).