

ТИПОВЕ АИС ЗА ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ В БЪЛГАРИЯ – СРАВНИТЕЛНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ, БРОЙ И РАЗПОЛОЖЕНИЕ

Мария Димитрова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: maria@space.bas.bg*

Ключови думи: атмосферно замърсяване, ФПЧ, PM1, PM2.5, PM10, АИС

Резюме: В работата са представени различните типове автоматични измервателни станции за фини прахови частици PM1, PM2.5 и PM10 на територията на България, които са достъпни за получаване на свободни данни. Показани са карти на местоположението им, техния брой и сайтове за сваляне на данни.

Направено е сравнение на техните основни характеристики. Направен е анализ на териториалното разпределение и препоръки за по-добро покритие на измерванията.

Представени са два примера за използване на данни от различните източници и липсата на такива – взривът в склад за фейерверки в Елин Пелин и пожарът на сметището в Цалапица.

TYPES OF AIS FOR FINE DUST PARTICLES IN BULGARIA – COMPARATIVE CHARACTERISTICS, NUMBER AND LOCATION

Maria Dimirova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: maria@space.bas.bg*

Keywords: atmospheric pollution, fine dust particles, PM1, PM2.5, PM10, AMS

Abstract: The work presents the different types of automatic measuring stations for fine dust particles PM1, PM2.5 and PM10 on the territory of Bulgaria, which are available for obtaining free data. Maps of their locations, numbers and download sites are shown.

A comparison of their main characteristics is made. An analysis of the territorial distribution and recommendations for better coverage of the measurements were made.

Two examples of the use of data from different sources and the lack thereof are presented – the explosion in a fireworks warehouse in Elin Pelin and the fire at the landfill in Tsalapitsa.

Въведение

Атмосферното замърсяване е от основно значение за здравето и живота както на човека, така и на селскостопанските и диви животни, културната и естествена растителност, климатичните промени.

Официалните данни за качеството на атмосферния въздух в България се дават от - Националната автоматизирана система за контрол качеството на въздуха се състои от 50 стационарни пункта, в т.ч. 34 автоматични измервателни станции (АИС), 9 пункта с ръчно пробонабиране и последващ лабораторен анализ и 7 автоматични ДОАС системи.

Пунктовете за контрол качеството на атмосферния въздух (КАВ) са разположени в 34 населени места. Данните постъпват в реално време в Националната база данни и са предварителни. След проверка за достоверност и верифицирането им, окончателните данни се публикуват в тримесечните бюлетини, издавани от ИАОС.

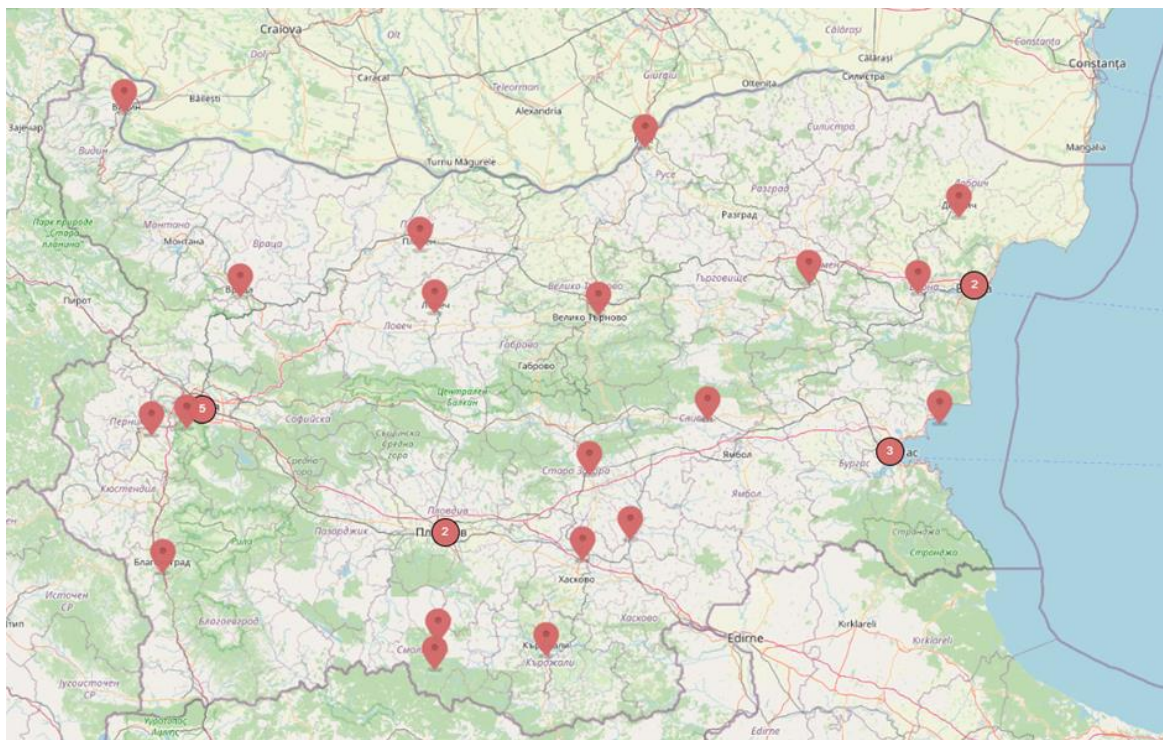
Информацията за състоянието на атмосферния въздух от всички пунктове за мониторинг постъпва в централен диспечерски пункт в ИАОС.

На локално ниво информацията постъпва в регионални диспечерски пунктове, разположени в съответните РИОСВ [1].

Стойности на наблюдаваните показатели Азотен двуокис – NO₂, Азотен окис – NO, Атмосферно налягане, Бензен, Въглероден окис – CO, Озон – O₃, Относителна влажност, Серен диоксид – SO₂, Скорост на вятъра, Слънчева радиация, Температура, Фини пр. частици

Фините прахови частици се измерват в няколко основни показателя, като КАВ покрива 2 от тях, а именно PM_{2.5} и PM₁₀.

На Фиг. 1 е показано разпределението на АИС, чиито данни са достъпни в КАВ на територията на страната..



Фиг. 1. Разположение ма АИС на територията на България

Не всички станции, обаче измерват свата показателя за ФПЧ. Особено зле е положението с PM_{2.5} [3]. Такива са само 3 АИС за PM_{2.5} и 29 за PM₁₀, като данни има едва от 2015 година насам.

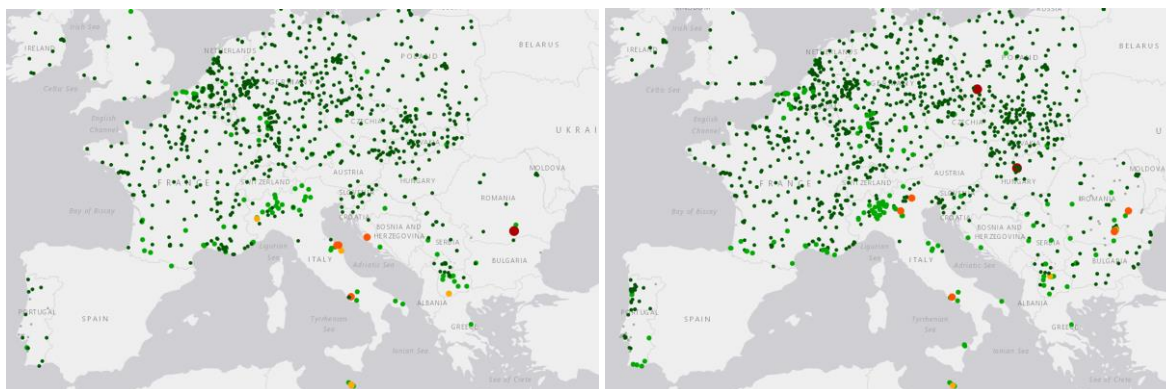
Като се има предвид още, че пет от описаните АИС са на територията на град София, а 6-тата е в близост до него, всички останали с изключение на АИС Рожен са в големите населени места, наличното количество данни е крайно недостатъчно за проследяване на състоянието на атмосферния въздух над България.

Цел на настоящата работа е да се представят наличните свободно достъпни данни за ФПЧ на територията на България и да се анализират възможностите за тяхното използване.

Налични източници на данни за фини прахови частици в България

Вторият основен и напълно официален източник за данни за ФПЧ от 2013 година насам е Европейския портал – European Air Quality Portal [3, 4]. По негови данни можем да работим с 41 АИС за PM₁₀ и 9 за PM_{2.5}, като данни са налични единствено за всяка една година за всеки един замърсител и всяка една станция по отделно на интернет адрес [5], като данните са или почасови, или дневни и за някои станции постъпват с голямо закъснение – понякога повече от година.

На Фиг. 2 е представено разпределението на наличните данни в реално време за АИС от този източник по отделно за PM_{2.5} и PM₁₀ за Европа



Фиг. 2. Налични в реално време данни за PM2.5 и PM10 в Европейския портал за качество на въздуха

Както се вижда от фигурата, в България, както и в другите южни Европейски страни, подложени в това число и на нахлувания на Сахарски прах, наличните АИС за ФПЧ, са много малко.

Отделните общини притежават и други източници на информация за ФПЧ.

Столична община, например, разполага с още 2 АИС – в Бусманци и Требич, които подават данни за PM2.5 и PM10 от средата на 2022-ра година [6], както и с мобилна станция от началото на 2021-ра. Данните от останалите налични станции са достъпни от началото на 2007 година, като има и архивни данни за от станцията на Орлов мост, която функционираше до края на 2015-та. Данните и от трите източника са достъпни за целия период на тяхното функциониране на интернет адрес [6].

Община Бургас също разполага с данни от 3 допълнителни АИС и от 1 мобилна станция [7]. Достъпни за минал период са само данните от мобилната станция и 1 от 3-те АИС.

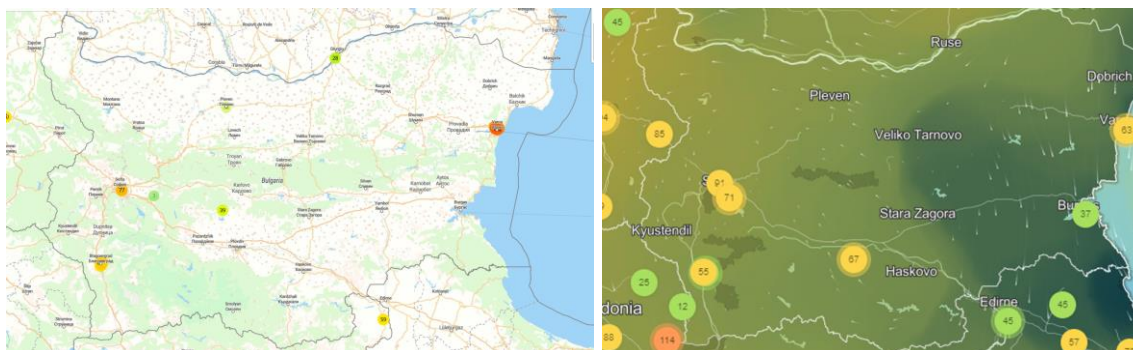
В последното десетилетие се появиха множество производители на сензори за качеството на атмосферния въздух, които са свободно достъпни за закупуване, лесни за инсталиране и получаване на данни от широк кръг потребители, както от частни лица, така и от организации от всякакъв тип. Някои от тях предоставят интерактивни уеб базирани платформи за данни. Освен PM2.5 и PM10, тези датчици измерват още един показател за наличие на ФПЧ – PM1. Тук ще представя 2 такива, чиито сензори работят и продължават да се разполагат на територията на България.

Първият производител е Purple air [8]. На територията на България са разположени датчици както следва:

- Варна – 5 станции;
- Благоевград – 12-тина, които работят непостоянно, около 7 надеждни
- София – 1 на адрес Елемаг 32 – от 2020
- Огняново – от 2022
- Русе и Старосел и Плевен – от тази година

Вторият производител е IQAir [9]. Наличните станции са както следва:

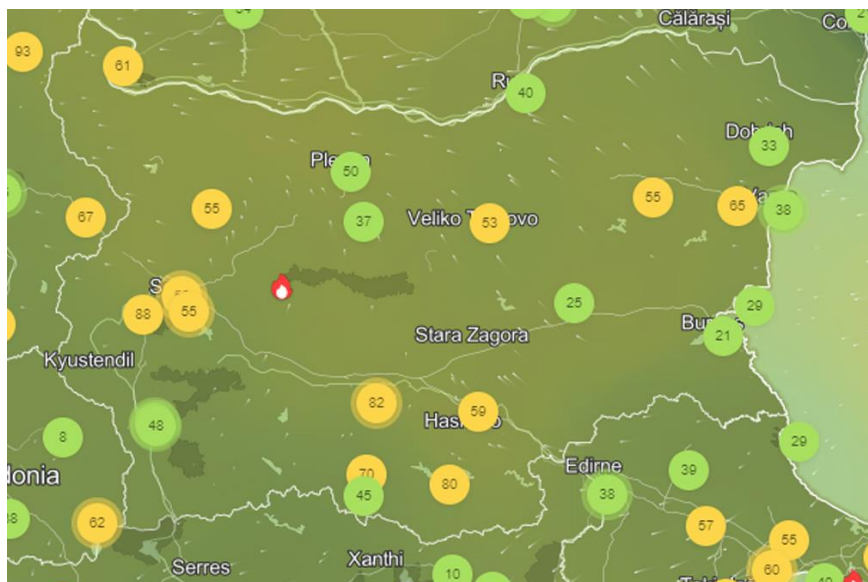
- Бургас – 2 работещи и 6 потенциални датчика
- София – 3
- Пловдив – 2.



Фиг. 3. Териториално разпределение на датчиците на Purple air и IQAir

На Фиг. 3 е представено териториалното разпределение на наличните датчици от двата типа. На фигурата отдясно са представени и наличните от първата фигура датчици, т.к. техните данни са налични в сайта на IQAir [9].

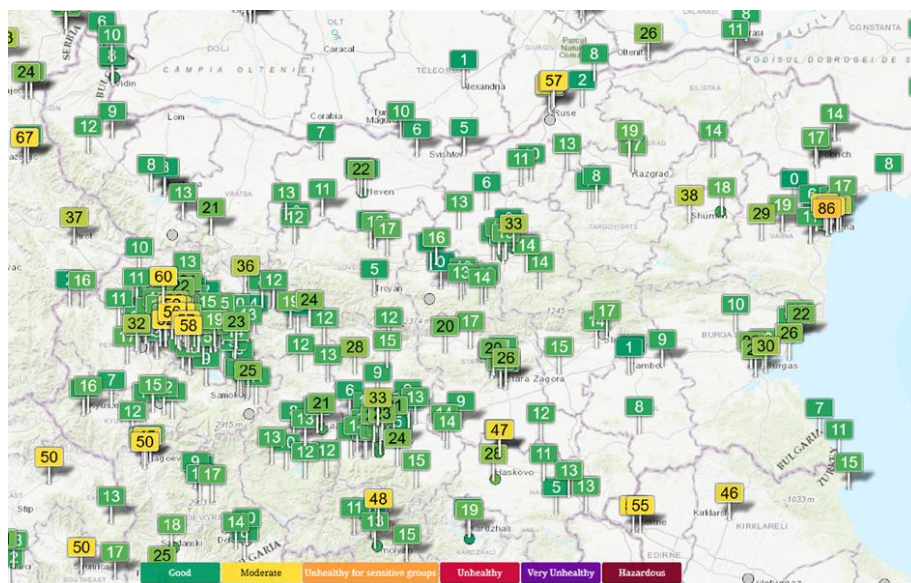
Интересното при сайта на втория производител е, че там са достъпни данни за месец назад както на собствените му датчици, така и на тези на Purple air. От пролетта на тази година се представят и данни някои от наличните АИС на територията на страната, както е показано на Фиг. 4. Предоставят са данни и за налични пожари по данни от NASA – FIRM [10], прахови бури и топли вълни.



Фиг. 4. Териториално разпределение на датчиците с достъпни данни на сайта на IQAir [9]

Основният източник на данни за ФПЧ, който е изграден изцяло от евтини любителски сензори с много добро покритие в големите градове на Европа е Sensor.Comuniti [11, 12]. Той представлява управлявана от сътрудници глобална сензорна мрежа, която създава отворени данни за околната среда. “Неговата мисия е да вдъхновяваме и обогатяваме живота на хората, като предлагаме платформа за колективното любопитство в природата, което е истинско, радостно и позитивно” [11].

На Фиг. 5 е представено покритието на сензорите му в България по данни от сайта [12]. Данните за ФПЧ PM1, PM2.5 и PM10 са достъпни в .csv формат от декември 2019-та.



Фиг. 5. Териториално разпределение на датчиците от Sensor.Comuniti [11, 12]

Датчиците от този източник са на порядък повече от останалите изброени. Включва данни основно от Sensor.Comuniti [11], но също така и от всички датчици на Purple air за всички замърсители и целия период, които не са достъпни на собствения им сайт. Включва и наличните официални АИС и техните данни, които, обаче, не винаги могат да бъдат свалени. Само на територията на гр, София съществуват почти 300 сензора, а в близката ѝ околност – между 50 и 100. На останалата територия на страната ни, обаче, разпределението е много по-рехаво.

Случаят Елин Пелин

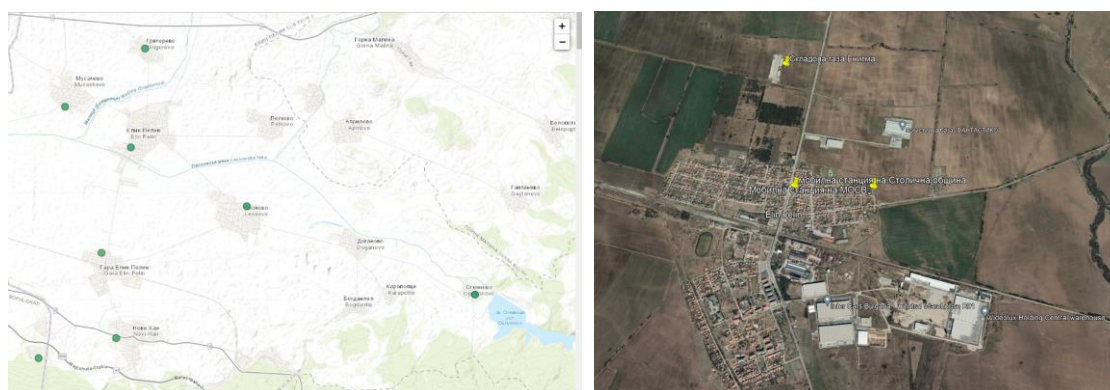
На 25.07.2024 г. около 18:30 часа в склад за фейерверки в близост до село гара Елин Пелин възниква пожар с няколко последователни експлозии. На Фиг. 6 е представен изглед на района.



Фиг. 6. Складова база Енигма – Елин Пелин и прилежащите ѝ територии

В района няма инсталирана АИС. Съществуват само няколко любителски датчика от Sensor.Comuniti, които са разположени както следва – Елин Пелин, Гара Елин Пелин, Мусачево, Нови хан, Лесново. Положението им е представено на Фиг. 7. Те, обаче дават среднодневни данни за PM2.5 и PM10, както и максимални измерени за деня стойности.

През нощта на 25-ти на място пристигат 2 мобилни станции – станцията на Столична община [6] и мобилна станция на МОСВ [13], които се разполагат както е показано на Фиг. 6. Първите измервания и от двете са от 1 часа на 26.07 – 6 часа след началото на събитието. Станцията на столична община предоставя публични данни за всички измерени показатели за периода 1 до 24 часа на 26.07.2024, след което се мести на ново местоположение, показано на Фиг. 7 и възобновява измерванията си от 16 часа на 27.07.2024.



Фиг. 7. Разположение на измервателните станции Sensor.Comuniti и на мобилните станции след на 27.07.2024 г.

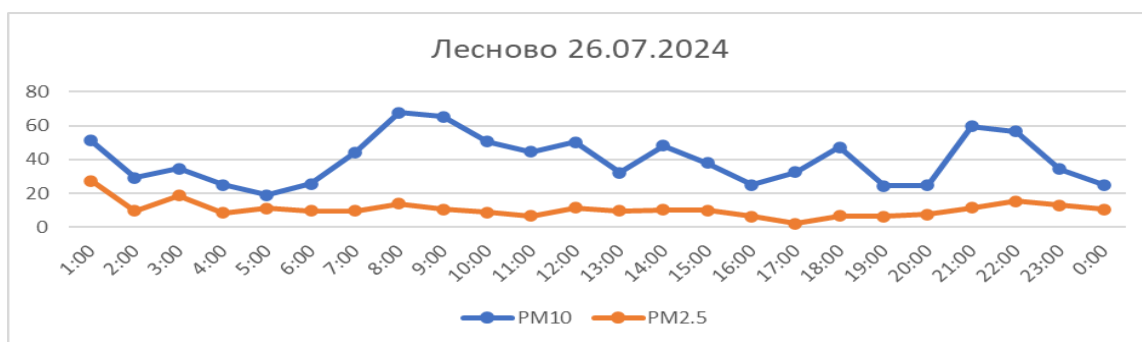
МОСВ предоставя само частични данни от мобилната си станция, която е с постоянно местоположение, показано на Фиг. 6. Данните са следните:

1. Предварителните данни от мобилната лаборатория, събрани през последните часове, показват следното: Отчетени са повишени стойности на фини прахови частици (ФПЧ₁₀). При средноденонощна норма от 50 микрограма/м³, в 1:00 часа след полунощ часовата концентрация е била 55 микрограма/м³, в 3:00 часа – съответно 85 mg/m³, в 4:00 часа – 128 mg/m³ (максималната измерена стойност), докато в 12 часа днес вече са отчетени 12 mg/m³. Предстои да бъдат събрани достатъчно данни за 24-часовия период, за се извърши окончателна оценка. Няма регистрирани превишения на средночасовите норми за серен диоксид, азотен диоксид и озон. Няма регистрирани превишения на осемчасовата норма за въглероден диоксид. Мобилната станция ще продължи да следи качеството на въздуха в района и да предоставя информация за актуалното състояние. [14]

2. По предварителни данни в първите часове след възникването на пожара бяха отчетени повишени стойности на фини прахови частици (ФПЧ₁₀). Максимално измерената стойност е в 4:00 часа след полунощ – 128 микрограма/м³, като до 12 часа днес стойностите бяха нормализирани до 12 mg/m³. Данните, събрани през следобедните часове днес за часова концентрация на фини прахови частици (ФПЧ₁₀) показват тенденция за нормализиране: в 13 часа – 13 mg/m³, в 14 часа - 12 mg/m³, в 15 часа – 12 mg/m³, в 16 часа – 13 mg/m³, в 17 часа – 11 mg/m³. [15].

3. Независимо че в първите часове след възникването на пожара бяха отчетени повишени стойности на фини прахови частици (ФПЧ₁₀), вече има достатъчно данни да бъде генерирана средноденонощната стойност за изминалото денонощие на 26 юли. Тя е 39 микрограма/м³, което не превишава регламентираната норма от 50 микрограма/м³. [16]

Графиката на почасовите стойности по данни от мобилната станция на Столична община за 26.07.2024 [6] са представени на Фиг. 8.



Фиг. 8. Времево поведение на атмосферното съдържание на ФПЧ на 26.07.2024

Както се вижда от графиката, периодични превишавания на ПДН за денонощие от 50 µg/m³ се наблюдават периодично. Станцията, обаче, е разположена далеч от местоположението на събитието (на повече от 10 km), позиционирана е зад сградата на Община Лесново, под високи дървета и се намира практически на пътя на интензивен трафик.

Снимките на мобилните станции, показани на Фиг. 6 са от следобедните часове на 26.07.2024 и са на автора на настоящата работа.



Фиг. 9. Времево поведение на атмосферното съдържание на ФПЧ на 26.07.2024 по данни от мобилната станция на МОСВ.

На Фиг. 9 са представени наличните измервания за PM10 от мобилната станция на МОСВ [14, 15]. Станцията е позиционирана сравнително подходящо, на по-малко от километър от събитието, отново на пътя гара Елин Пелин – Лесново, но с почти пряка видимост към мястото му.

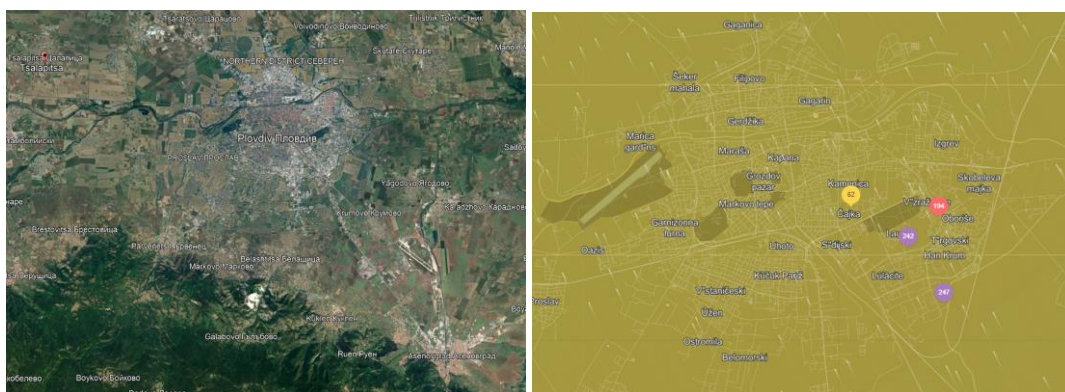
Данните от мобилната станция на Столична община след 16 часа на 27.07 от позицията на по-малко от 1 km от събитието, не показват превишаване на ПДН по нито един от измерваните показатели.

Четири сензора на Sensor.Comuniti, които могат да отчетат влияние на събитието са тези в гара Елин Пелин, град Елин Пелин, Мусачево и Лесново. Данните от тях, обаче са среднодневни и максимални измерени стойности. Нито един от тях не показва отклонение от обичайните такива.

Замърсяването на въздуха в района на Пловдив поради пожар на сметището в Цалапица

В следобедните часове на 1.08.2024 възниква пожар на сметището край Цалапица. В сутрешните часове на 2.08 над град Пловдив е обявен, издава се предупреждение за опасна концентрация на ФПЧ и препоръки за населението.

На Фиг. 10 е представен района на град Пловдив, местоположението на сметището, както и разположението на двете действащи в град Пловдив АИС [2], както и двата налични AQAir [9] датчика.



Фиг. 10. Район около Пловдив и разположение на АИС и IQAir датчиците

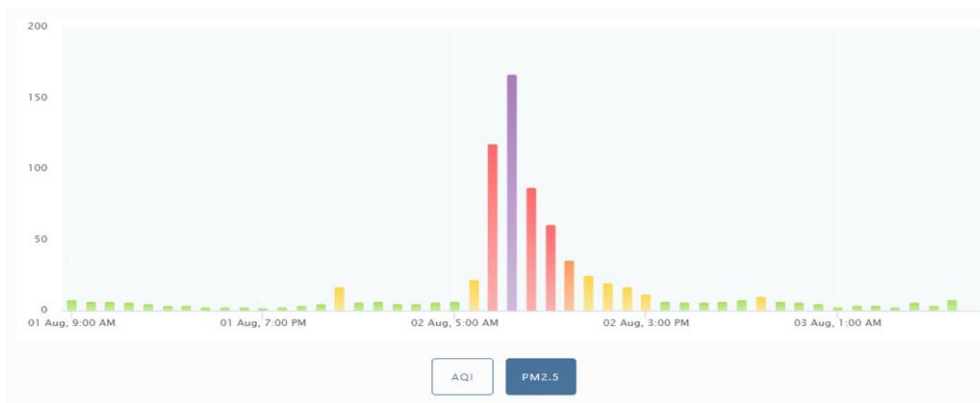
И двете АИС дават данни в реално време само за PM10, като АИС Каменица предоставя данни и за PM2.5, но не и в реално време.

На територията на град Пловдив се разположени 25 датчика за ФПЧ от типа Sensor.Comuniti, 4 датчика от същия тип има в Асеновград и множество такива работят в населените места непосредствено около Пловдив.

На Фиг. 11 и 12 е представена динамиката на замърсяването с ФПЧ – PM2.5 от двете IQAir станции



Фиг. 11. PM2.5 за периода 1-3.08.2024 по данни от Bittel



Фиг. 12. PM2.5 за периода 1-3.08.2024 по данни от EnterCRM

Както се вижда от двете фигури, максимални стойности се наблюдават преди обяд на 2.08.2024, като превишаването на ПДН продължава над 5 часа и в максималната си стойност е около $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – седем пъти над нея.

На Фиг. 13 и 14 са представени данните за PM10 от двете АИС по данни от [2].



Фиг. 13. PM10 за периода 1-3.08.2024 по данни от АИС Каменица



Фиг. 14. PM10 за периода 1-3.08.2024 по данни от АИС Тракия

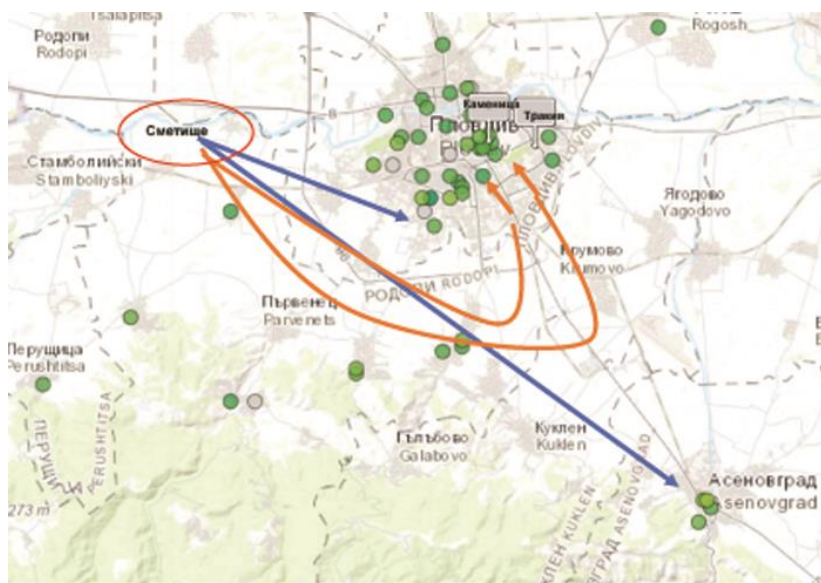
Най-интересно в случая е изобилието на данни от датчиците Sensor.Comuniti, т.к. те ни дават възможност да проследим и пространственото разпределение на замърсяването.

Наблюдава се следното:

- превишаването на ПДЧ е по-силно за PM2.5 отколкото за PM10
- по-силно е замърсяването в южните и югоизточни части на града. В северните то е няколко пъти по-слабо

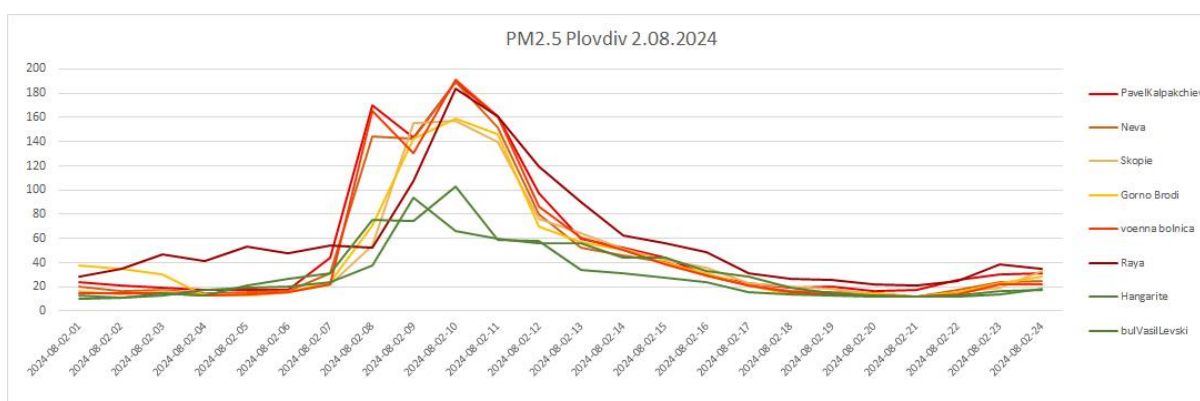
- силно превишаване на ПДН се наблюдава по една дъга от запад към юг, югоизток около града.
- Замърсяване, макар и слабо се наблюдава по същото време и в Асеновград.

На Фиг. 15 е представено схематично разположението на датчиците и предполагаемо движение на въздушните маси от сметицето към територията на град Пловдив.



Фиг. 15. Схема на движението на ФПЧ

На Фиг. 16 е представено времето поведение на PM2.5 по данни от [11] за няколко от датчиците на територията на град Пловдив.



Фиг. 16. Времево поведение на PM2.5 на 2.08.2024 в град Пловдив

В тъмно зелено са данните от два датчика в северната част на града. Останалите са разположени в южната, западната и централната част на града.

В югоизточната част, където се намират двата датчика от типа IQAir, няма действащи такива от тип Sensor.Comuniti.

Поведението на PM10 не е представено, т.к. в случая то е аналогично, като стойностите на PM10 в този случай са по-ниски от тези на PM2.5.

Дискусии

Интересното тук е, че данни за PM2.5 от двете АИС в Пловдив, от всички АИС в София и от някои други из страната могат да се получат от сайта на IQAir [9], като те са за един месец назад на дневна база, и за период от около 3 дни за средночасовите измервания. След изтичане на този период данните не се предоставят като архив.

На сайта на Sensor.Comuniti [11] единствените архивни данни са за PM2.5 и PM10 на дневна база и то като минимална и максимална измерени стойности и медиана.

В същото време данни за PM2.5 от изброените АИС не са налични в официалните страници [1, 2, 4]. Единствено налични, но със закъснение от повече от година са тези от АИС Каменица от [4].

По този начин, за бързо развиващите се процеси, каквото е едно инцидентно замърсяване, ако данните не се съберат навреме, те се губят и процесите не могат да бъдат изследвани.

Съвместното използване на данните от различни по тип измервателни прибори дава една по-пълна картина на динамиката и ареала на разпространение на дадено събитие. Сравняването на конкретните стойности, обаче, следва да се извършва много внимателно.

Заклучение

В заключение можем да отбележим, следното:

- Официалните АИС в България са малко и дават данни основно за PM10 и то в големите населени места
- Наличната от други източници информация е основно за София и някои големи градове, но не е пълна и следва внимателно да се проверява при използване
- Мобилните измервателни станции са едно добро решение за случаи на извънредни ситуации, стига да пристигат навреме, да се позиционират правилно и да предоставят публични данни.

За да могат да се правят по-качествени анализи и да се изследват извънредни събития, следва да се работи по разширяването на мрежите от измервателни прибори, по-доброто предоставяне на данни от тях и по изграждането на единна система за събиране и по-пълно представяне на данни от различните налични източници.

Литература:

1. Столична община – Качество на атмосферния въздух - <https://airmon.sofia.bg/>
2. КАВ - <https://www.eea.government.bg/kav/>
3. Прегьова, Й., Димитрова, М.. Прахово замърсяване на територията на България по наземни данни. Proceedings SES 2023, Space Research and Technology Institute Bulgarian Academy of Sciences, 2023, ISSN:2603-3313, 174-178
4. European Air Quality Portal - <https://discomap.eea.europa.eu/Map/UTDViewer/UTDViewer/>
5. Данни от European Air Quality Portal - <https://discomap.eea.europa.eu/map/fme/AirQualityExport.htm>
6. Столична община, качество на атмосферния въздух - <https://air2.sofia.bg/airpublic/air/data/forecasts/measures/list/>
7. Качество на атмосферния въздух в община Бургас - <http://87.126.141.158/burgas/>
8. Purple air - <https://www2.purpleair.com/>
9. IQAir - <https://www.iqair.com/>
10. NASA – FIRMS- <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:24hrs;@26.0,42.4,8.2z>
11. Citizen Science project sensor.community – <https://sensor.community/en/>
12. Данни за ФПЧ над България - <https://aqicn.org/map/bulgaria/>
13. МОСВ - <https://www.moew.government.bg/>
14. Информация от мобилната станция на МОСВ от 26.07.2024 - <https://www.moew.government.bg/bg/v-12-chasa-dnes-stojnostite-za-kachestvoto-na-vuzduha-v-selo-gara-elin-pelin-se-normalizirat/>
15. Информация от мобилната станция на МОСВ от 27.07.2024 - <https://www.moew.government.bg/bg/dannite-ot-izmervaniyata-pokazvat-tendenciya-za-normalizirane-na-stojnostite-za-kachestvo-na-vuzduha-v-selo-gara-elin-pelin/>
16. Информация от мобилната станция на МОСВ от 27.07.2024 - <https://www.moew.government.bg/bg/kum-dneshna-data-pokazatelite-za-kachestvoto-na-vuzduha-v-selo-gara-elin-pelin-ne-nadvishavat-reglamentiranite-normi/>