

## АНАЛИЗ НА ДАННИ ПОЛУЧЕНИ С ПРИЛОЖЕНИЕ „Navzikaq“ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАМЪРСЕН ВЪЗДУХ В ГРАД СОФИЯ

Павлина Б. Николова

Министерство на отбраната  
София, България  
Email [nikolova.pavlina87@abv.bg](mailto:nikolova.pavlina87@abv.bg)

---

**РЕЗЮМЕ** — В статията са изследвани компонентите на замърсяване на атмосферния въздух: прах, серен диоксид, въглероден оксид, въглероден диоксид, азотен диоксид, озон, сероводород и други антропогенни компоненти. За целта е използвано приложение „Navzikaq“ за изследване на замърсен въздух в град София. Проведен е статистически анализ на получените данни от датчик в определен район. Прахът е основния причинител за много вредни въздействия върху здравето. Фините прахови частици са отговорни за засилването на алергиите, асматични пристъпи, дихателни смущения, рак на белия дроб, както и увеличен риск от възпаление на средното ухо при децата. Предполага, че същите оказват въздействие върху заболяванията на сърцето и кръвообръщението (например сърдечен инфаркт). Размера на въздействието на частиците върху дихателните пътища зависи, наред с токсичността на частиците като например олово, ванадий, берилий, алуминий, живак, въглеродородни съединения, така и от големината на самите частици: колкото са по-малки са, толкова по-дълбоко проникват те в белите дробове на човека. Приложението „Navzikaq“ предоставя възможност за проследяване на замърсяването в даден район на страната. В тази връзка резултатите, се получават могат да бъдат значима част към бъдещи екологични програми с национален обхват.

**Ключови думи** : прахови частици, математически модел на реални обекти, X евектор навходящите променливи, Y евектор на изходящите променливи, Z евектор на външните въздействия

---

# ANALYSIS OF DATA OBTAINED WITH THE APPLICATION “Navzikaq” FOR INVESTIGATION OF AIR POPUTION IN SOFIA

Pavlina B. Nikolova

Ministry of Defence, Sofia, Bulgaria  
e-mail: nikolova\_pavlina87@abv.bg

---

**ABSTRACT**— *The article investigates the components of atmospheric air pollution: dust, sulfur dioxide, carbon monoxide, carbon dioxide, nitrogen dioxide, ozone, hydrogen sulphide and other anthropogenic components. For this purpose the application "Navzikaq" for the study of foggy air in Sofia was used. A statistical analysis of the data obtained from a sensor in a given area was carried out. Dust is the main cause of many harmful health effects. Fine dust particles are responsible for increasing allergies, asthmatic attacks, respiratory disturbances, lung cancer, and an increased risk of inflammation in the middle ear in children. It assumes that they affect the heart and blood circulation (eg heart attack). The magnitude of particle impact on the respiratory tract depends, along with particle toxicity such as lead, vanadium, beryllium, aluminum, mercury, hydrocarbon compounds, and particle size: the smaller the particles, the deeper they penetrate into the the lungs of the human being. The Navzikaq application can track the pollution in a given area on the page.*

**Keywords:** particulate matter, mathematical model of real objects, X evector input variables, Output variables Y, Output effects vector

---

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Един от факторите, които имат изключително важно значение за съществуването на живота на Земята е нейната газова обвивка, наречена атмосфера. Тя взема участие в изолирането и разпределението на земната топлина, без което температурните колебания през деня и нощта биха били в граници несъвместими с живота. Играе ролята на щит, който намалява силата на метеоритния поток и смъртоносната радиация от Слънцето. Проводник е на звуковите трептения, без които Земята би била едно от тихите места във Вселената. Източник е на жизненоважния за дишането кислород. Тази поредица от изброявания може да бъде продължена с още много примери, доказващи изключителната важност на атмосферата за всички живи същества на планетата. Съществуват множество разнообразни методи за анализ на масиви от данни, в основата на които са инструменти, взаимствани от статистиката и информатиката. Данните съдържат описание на изследваните обекти.

В настоящото изследване са събрани и анализирани данни, в резултат на което е направена оценка на качеството на атмосферния въздух за територията на град София.

## 2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Съществуват множество разнообразни методи за анализ на масиви от данни, в основата на които са инструменти, взаимствани от статистиката и информатиката. Данните съдържат описание на изследваните обекти.

В общия случай математическият модел на реален обект, процес или системасе представя във видана система от функционали

$$\Phi_i(X, Y, Z, t) = 0,$$

където  $X$  е вектор на входящите променливи,  $X = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_N]t$ ,

$Y$  е вектор на изходящите променливи,  $Y = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_N]t$ ,

$Z$  е вектор на външните въздействия,  $Z = [z_1, z_2, z_3, \dots, z_N]t$ ,

$t$  е координата на времето.

В повечето случаи обектът се определя с  $n$  - мерен вектор от характеристики

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)t,$$

където  $x_j$  отговаря на  $j$  – тата характеристика върху които сме провели  $p$  наблюдения. Те образуват една матрица  $X$  от тип  $n \times p$ , чийто редове и стълбове са независими.

Създава се матрицата с данни или матрицата на изследването чийто редовете са наблюденията на характеристиките на изследването, а колоните са променливите от изследването. Матрицата е тип визуализация, която е подобна на таблицата по това, че е съставена от редове и колони.

## 3. РЕЗУЛТАТИ

Задачите на анализа са измерването на статистическата значимост на различията между отделни категории и установяването на отношенията на зависимост и взаимозависимост между променливите.

Изследването се базира на данни от Станция Младост (град София) – генерирани от датчик с номер 5878. Идентични данни могат да се свалят от всеки един датчик на територията на София. Данните отразяват 4033 наблюдения през 8 часа. Същите са представени в Таблица 5, съдържаща 4 променливи (характеристики):

- $x_1$  –сензор, номер;
- $x_2$  – дата и час;
- $x_3$  - PM 10; прахови частици с размер 10 микрона.
- $x_4$  –PM 2.5 прахови частици с размер 2,5 микрона.

Софтуерът за визуализация на данни улеснява потребителите да изследват големи набори от данни в търсене на интересни взаимовръзки и нови открития. Тази лекота на използване дава възможност да се задават серия от въпроси само с няколко кликания на мишката.

Могат да се филтрират данни, като се изключват ненужни колони и да създава отчет за измененията на показателите през 8 часа. В този отчет може да се анализира динамика на промяната на поведенческите показатели. Наред с това съществува възможност за филтриране на отчета по мобилна или пълна версия на данните от системата, по PM 10 и по PM 2.5.

Най-интензивно експлоатирания от човечеството компонент на атмосферата е атмосферният въздух. Той осигурява кислорода за всички живи организми. Чистият въздух е с еднороден състав. Благодарение на непрекъснатия естествен обмен той представлява смес от газове с почти постоянен състав. Основната му част е азотът (78,09 %). Особено значение има кислородът (20,93 %). Останалите компоненти са инертни газове (около 0,95 %) – аргон, хелий, неон, криптон, ксенон и 0,03 % въглероден диоксид. Данните за състоянието на въздуха в България вече се отразяват и в интерактивната карта за качеството на въздуха в Европа. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index> С нейна помощ в реално време можем да следим какво е нивото на замърсяване на въздуха.

За изследване за замърсяването на въздуха в град София е използвано компютърно приложение „Navzikaq”. Същото е разработено на базата на програмен език Delphi и може да следи едновременно нивото на прахови частици, влажността и температура в даден район на страната. Операционните системи, с които може да се ползва са Windows, Windows 7, Windows 10, ако се направи мобилна версия може и с Android. Може да се направи предварителна прогноза за дни или месеци напред или назад.

#### Класификация на атмосферните замърсители

Присъствието на различни газове, пари, микроскопични частици, твърди и течни вещества, в атмосферата над определени граници води до отрицателно въздействие върху живите организми, както и до влошаване на условията им на живот. Замърсяването на атмосферата и изменението на качествения ѝ състав е глобален проблем, предизвикан предимно от антропогенната дейност. До голяма степен въпросите, свързани със замърсяването на атмосферата, при изучаване опазването на околната среда се свеждат до изследване замърсяването на атмосферния въздух.

Основни замърсители на атмосферния въздух са: прахът, серния диоксид, въглеродния оксид, въглеродния диоксид, азотния диоксид, озона, сероводорода и антропогенните източници.

Фините прахови частици са част от атмосферния прах. Актуалната дефиниция идва от въведеният през 1987 година от Американската агенция за опазване на околната среда (United States Environmental Protection Agency): „National Air Quality“ стандарт за Particulate Matter (накратко означен като PM-стандарт) [2]. Първоначалната дефиниция за фини прахови частици се базира на Конвенцията от Йоханесбург от 1959 и година и приема за гранична стойност диаметъра на частиците 5  $\mu\text{m}$  [4].

Фините прахови частици са твърди или течни вещества, суспендирани в земната атмосфера. Източниците на прахови частици могат да бъдат естествени (които се срещат в природата) или изкуствени.

Основни източници са цветя (източници на полени), пожари, дизелови двигатели, минното дело, строителството (пясък и метали) и естествени пясъчни бури.

#### Категоризиране

В първата версия на американския стандарт се дефинира PM<sub>10</sub>, който и в ЕС от 2005 година е определен за гранична стойност.

През 1997 година американският стандарт е допълнен с PM<sub>2.5</sub>, който отговаря на финият прах проникващ в алвеолите на белите дробове. Освен това съществува и дефиниция за ултрафин прах (UP или съответно UFP, „Ултрафин прах“), 100 nm (0,1 µm).

Наред със стандарта за размера на частиците, фините прахови частици могат да се разделят в зависимост от вида си, произхода и други критерии.

Повече за това от един доклад на Die Zeit на основание на изказванията [7] на експерта Йоахим Хейдър (до края на 2005 година ръководител на института за инхалационна биология към Helmholtz Zentrum München|GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit)

- Не е добра идея характеризирането на тези частици само с теглото. Така например „една частица с диаметър 8 микрона тежи точно толкова, колкото 512 милиона частици с диаметър 0,01 микрона“.

- Колкото са по-малки частиците, толкова са те по-опасни за хората. При оценката на частиците трябва да се вземе предвид и тяхната повърхност, а тя при малките частици и многократно по-голяма. Има предположение, че ултрафините частици проникват директно в кръвоносната система и влияят на кръвно налягане и други параметри на кръвта. Освен това се дискутира въпроса за директното проникване на наночастиците в мозъка.

- Теглото на отделните частици не дава информация за тяхната токсичност. За това колко са опасни те, има значение тяхното съдържание, тяхната химия и физика, а не тяхната големина.

Изясняването на проблемите за вредното влияние на частиците е въпрос, чието решение може да даде и отговор за начина, по-който трябва да се отстраняват тези частици.

#### Въздействие върху здравето

Прахът е основния причинител за много вредни въздействия върху здравето. Фините прахови частици са отговорни за засилването на алергиите, асматици пристъпи, дихателни смущения, рак на белия дроб, както и увеличен риск от възпаление на средното ухо на децата. Освен това се предполага, че същите имат въздействие върху заболяванията на сърцето и кръвообръщението (например сърдечен инфаркт). Финият прах с размер PM<sub>10</sub> достига частично дробовите, тъй като филтрирането от страна на носовата кухина не е достатъчно за частици с размер под 10 микрона. Но по този начин ултрафини частици с размери под 0,1 µm достигат до алвеолите на белите дробове и се отстраняват от там много бавно или не се отстраняват.

Замърсяването на въздуха носи много рискове за здравето и околната среда. Чрез намаляване нивата на замърсяване на въздуха, в развитите страни могат да намалееят заболяванията от инсулт, сърдечни заболявания, рак на белия дроб, хронични и остри респираторни заболявания, включително и астма.

Колкото по-ниски са нивата на замърсяване на въздуха, толкова по-добре се отразява това на сърдечно-съдовата и дихателната система, здравето на населението ще бъде по-добре в по-дълъг период.

"Насоки на СЗО за качеството на въздуха" [9], осигурява оценка на последиците за здравето от замърсяването на въздуха и показва праговете на допустимите нива на замърсен въздух.

През 2014 г. 92% от населението на света живее в места, където измерванията за допустими нива на замърсяване на въздуха не се спазват.

Околната среда (замърсяването на въздуха в открито море) в градовете и селските райони се очаква да доведе до 3 милиона преждевременни смъртни случая в световен мащаб през 2012 г.

Около 88% от тези преждевременни смъртни случаи са настъпили в страни с нисък и среден доход, а най-голям брой са в регионите на СЗО за Западния Пасифик и Югоизточна Азия.

Политиците и инвеститорите, подкрепящи по-чистия транспорт, енергийно ефективните жилища, производството на електроенергия, промишлеността и по-доброто управление на битовите отпадъци биха намалили ключовите източници на замърсяване на въздуха в градовете.

Намаляването на външните емисии от енергийните системи за битови въглища и биомаса, изгарянето на селскостопански отпадъци, горските пожари и някои агролесовъдни дейности (например производството на дървени въглища) ще намали ключовите източници на замърсяване на въздуха в развиващите се райони.

Намаляването на замърсяването на въздуха на открито също намалява емисиите на CO<sub>2</sub> и краткотрайни замърсители на климата като черни въглеродни частици и метан, като по този начин допринася за близко и дългосрочно смекчаване на изменението на климата.

В допълнение към замърсяването на въздуха на открито, димът е сериозен риск за здравето на около 3 милиарда души, които готвят и затоплят домовете си с горива от биомаса и въглища.

СЗО оценява, че през 2012 г. около 72% от преждевременната смъртност [9], свързана със замърсяването на въздуха, се дължи на исхемична болест на сърцето и удари, докато 14% от смъртните случаи са причинени от хронична обструктивна белодробна болест или остри инфекции на долните дихателни а 14% от смъртните случаи се дължат на рак на белия дроб.

Някои смъртни случаи могат да бъдат приписани на повече от един рисков фактор по едно и също време. Например замърсяването на околната среда и рак на белия дроб, биха могли да бъдат избегнати чрез подобряване на качеството на атмосферния въздух или чрез намаляване на тютюнопушенето.

Оценката от Международната агенция за изследване на рака на СЗО от 2013 г. (IARC) [8] заключава, че замърсяването на въздуха на открито се свързва с канцерогенността при хората, като праховите частици са най-тясно свързани с рак на белите дробове. Също така се наблюдава връзка между замърсяването на въздуха и увеличаването на рака на пикочния мехур / пикочния мехур.

Замърсяването на въздуха в градовете и в селските райони се очаква да доведе до 3 милиона преждевременни смъртни случая в световен мащаб годишно през 2012 г. [9]

Тази смъртност се дължи на излагане на малки частици с диаметър от 10 микрона или по-малко (ПЧ10), които причиняват сърдечно-съдови и респираторни заболявания и рак.

Последните проверки от замърсяването на въздуха играят важна роля, при сърдечно-съдовите заболявания и преждевременните смъртни случаи - много повече, отколкото преди това е било считано от учените.[6]

Повечето източници на външно замърсяване на въздуха далеч надхвърлят контрола на хората и изискват действия от страна на градовете, както и от национални и международни политики в сектори като транспорта, управлението на енергийните отпадъци, сградите и селското стопанство.

Има много примери за успешни политики в областта на транспорта, градоустройството, производството на електроенергия и промишлеността, които намаляват замърсяването на въздуха:

за промишлеността: чисти технологии, които намаляват емисиите на промишлени отпадъци; подобро управление на градските и селскостопански отпадъци, включително улавяне на метан, отделен от местата за отпадъци, като алтернатива на изгарянето (за използване като биогаз);

за транспорт: пренасочване към чисти режими на производство на електроенергия; приоритизиране на бързите градски транзитни, ходещи и колоездачни мрежи в градовете, както и железопътната междуградска товарна и пътническа пътувания; пренасочване към по-чисти дизелови превозни средства с тежкотоварни автомобили и превозни средства и горива с ниски емисии, включително горива с намалено съдържание на сяра;

за градоустройствено планиране: подобряване на енергийната ефективност на сградите и създаване на по-компактни градове и по този начин енергийна ефективност;

за производство на електроенергия: увеличено използване на горива с ниски емисии и възобновяеми източници на енергия без гориво (като слънчева, вятърна или водна енергия); когенерация на топлина и енергия; и разпределено генериране на енергия (например мини-мрежи и генериране на слънчева енергия на покрива);

за управление на битовите и селскостопански отпадъци: стратегии за намаляване на отпадъците, разделяне на отпадъците, рециклиране и повторно използване или преработване на отпадъци; както и подобрени методи за управление на както и подобрени методи за управление на биологичните отпадъци, като например разлагане на анаеробни отпадъци за производството на биогаз, са възможни алтернативи на открито изгаряне на твърди отпадъци. В случаите, когато изгарянето е неизбежно, то технологиите за горене със строг контрол на емисиите са критични.

Според националния статистически институт количеството на вредните вещества в атмосферата е представен в таблица 1.



Таблица 1. Емисии на вредни вещества в атмосферата (НСИ)[12].

Замърсители	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Серни окиси (SO <sub>x</sub> )	514	329	194	187	140	103
Азотни окиси (NO <sub>x</sub> )	142	129	111	118	121	119
Неметанови летливи органични съединения (NMVOC)	80	81	75	74	74	77
Метан (CH <sub>4</sub> )	713	696	700	678	660	680
Въглероден окис (CO)	322	317	294	287	286	253
Въглероден двуокис (CO <sub>2</sub> )	53850	47518	40535	43586	45461	40975
Двуазотен окис (N <sub>2</sub> O)	20	20	20	22	23	23
Амоняк (NH <sub>3</sub> )	51	51	50	47	48	49
Поради извършени закръглени някои числа превишават или не изчерпват съставните им.						
Емисиите са изчислени съгласно последното издание на методиката CORINAIR.[12]						

Около 4,3 милиона преждевременни смъртни случая се дължат на замърсяването на въздуха в домакинствата през 2012 г. [9] В най-голяма степен това се дължи на ниските средни доходи, което е причина за масово използване на тези горива.

Насоките за качеството на въздуха на СЗО от 2005 г. [9] предлагат глобални праговете и ограничения за основните замърсители на въздуха, които представляват риск за здравето. Насоките показват, че намаляването на замърсяването с прахови частици (PM<sub>10</sub>) от 70 до 20 микрограма на кубичен метър (µg / m) може да намали смъртността, свързана със замърсяването на въздуха, с около 15%.

Насоките се прилагат в световен мащаб и се основават на експертна оценка на актуалните научни доказателства за:

Прахови частици (PM)

озон (O<sub>3</sub>)

азотен диоксид (NO<sub>2</sub>)

серен диоксид (SO<sub>2</sub>), във всички региони на СЗО.

Прахови частици

Определение и основни източници

PM засяга повече хора, отколкото всеки друг замърсител. Основните компоненти на PM са сулфат, нитрати, амоняк, натриев хлорид, черен въглерод, минерален прах и вода. Състои се от сложна смес от твърди и течни частици от органични и неорганични вещества, суспендирани във въздуха. Най-вредните за здравето частици са тези с диаметър от 10 микрона или по-малко ( $\leq$  PM<sub>10</sub>), които могат да проникнат и да се полагат дълбоко в белите дробове. Хроничното излагане на частици допринася за риска от развитие на сърдечно-съдови и респираторни заболявания, както и на рак на белите дробове



Измерванията за качеството на въздуха обикновено се отчитат като дневни или годишни средни концентрации на частици от PM10 на кубичен метър въздушен обем ( $m^3$ ). Рутинните измервания на качеството на въздуха обикновено описват такива концентрации на PM в микрограма на кубичен метър ( $\mu g / m^3$ ). Когато са налице достатъчно чувствителни измервателни инструменти, се съобщават и концентрации на фини частици (PM2,5 или по-малки).

#### Ефекти върху здравето

Съществува тясна, количествена връзка между излагането на високи концентрации на малки частици (PM10 и PM2.5) и повишената смъртност или заболяемост, както дневно, така и с течение на времето. Обратно, когато се намаляват концентрациите на малки и фини частици, свързаната с тях смъртност също ще намалее - предполага се, че останалите фактори остават същите. Това позволява на създателите на политики да прогнозираят подобренията в здравето на населението, които биха могли да се очакват, ако се намали замърсяването на въздуха.

Малкото замърсяване с частици има въздействия върху здравето дори при много ниски концентрации - всъщност не е определен праг, под който не се наблюдават увреждания на здравето. Следователно, ограниченията на насоките на СЗО за 2005 г. са насочени към възможно най-ниски концентрации на ПМ.

#### Ръководни стойности

PM2.5	PM10
10 $\mu g/m^3$ годишна средна стойност	20 $\mu g/m^3$ годишна средна стойност
25 $\mu g/m^3$ 24-часова средна стойност	50 $\mu g/m^3$ 24-часова средна стойност

В допълнение към насочващите стойности, насоките за качество на въздуха предвиждат междинни цели за концентрации на ФПЧ10 и ФПЧ2.5, насочени към насърчаване на постепенното преминаване от високи към по-ниски концентрации.

Ако тези междинни цели бъдат постигнати, може да се очаква значително намаляване на рисковете за остри и хронични последици за здравето от замърсяването на въздуха. Напредъкът към насочващите стойности обаче следва да бъде крайната цел.

Ефектите на PM върху здравето се проявяват при нива на експозиция, които понастоящем изпитват много хора както в градските, така и в селските райони и в развитите и развиващите се страни - въпреки че експозициите в много бързо развиващи се градове днес са много по-високи, отколкото в развитите градове с подобен размер

Насоките на СЗО за качество на въздуха изчисляват [9], че намаляването на концентрациите на средни годишни прахови частици (PM10) от 70  $\mu g / m^3$ , често срещани в много развиващи се градове, към насоките на СЗО от 20  $\mu g / m^3$ , биха могли да намалят смъртните случаи, около 15%. В развиващите се страни експозицията в затворени помещения на замърсители от домакинското изгаряне на твърди горива при открити пожари или традиционни печки увеличава риска от остри инфекции на долните дихателни пътища, и увеличава смъртността сред малките деца. Замърсяването на въздуха в затворени помещения от употреба на твърдо гориво също е основен рисков фактор за сърдечно-съдовите заболявания, хроничната обструктивна белодробна болест и рака на белия дроб сред възрастните.

Има сериозни рискове за здравето не само от излагане на РМ, но също и от излагане на озон ( $O_3$ ), азотен диоксид ( $NO_2$ ) и серен диоксид ( $SO_2$ ). Както и при РМ, концентрациите често са най-високи в градските райони на страните с ниски и средни доходи. Озонът е основен фактор за болест като астма и смъртност, също и азотен диоксид и серен диоксид играят роля при това заболяване, както и бронхиални симптоми, възпаление на белите дробове и намаляване на тяхната функция.

#### Озон ( $O_3$ )

Ориентировъчни стойности -  $100 \mu\text{g} / \text{m}^3$  8-часова средна

Препоръчителната граница в указанията за качеството на въздуха от 2005 г. е намален от предишното ниво от  $120 \mu\text{g} / \text{m}^3$  и в предишните издания на "Насоки на СЗО Качество на въздуха" на базират на последните окончателни наблюдения между ежедневна смъртност и по-ниски концентрации на озон.

#### Определение и основни източници

Озонът на нивото на земята - не трябва да се бърка с озоновия слой в горната част на атмосферата - е една от основните съставки на фотохимичен смог. Той е образуван от реакцията с слънчева светлина (фотохимична реакция) на замърсители като азотни окиси ( $NO_x$ ) от емисиите от превозни средства и промишлеността и летливи органични съединения (ЛОС), излъчвани от превозни средства, разтворители и промишленост. В резултат на това се появяват най-високите нива на замърсяване с озон са на слънчево време.

#### Здравните ефекти

Прекомерният озон във въздуха може да има значително въздействие върху човешкото здраве. Това може да доведе до проблеми с дишането, астматичен пристъп, намаляване на белодробната функция и да причини белодробни заболявания. В Европа до момента това е един от най-значимите замърсители на въздуха. Няколко европейски изследвания са докладвали, че дневната смъртност нараства с 0.3% и за сърдечни заболявания с 0.4%, на  $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$  увеличение при излагането на озон.[9]

#### Азотен диоксид ( $NO_2$ )

ориентировъчни стойности  $NO_2$  -  $40 \mu\text{g} / \text{m}^3$  средногодишна;  $200 \mu\text{g} / \text{m}^3$  1 час средна

СЗО препоръчителната норма от  $40 \mu\text{g} / \text{m}^3$  (средногодишна) в газообразно състояние беше определен за защита на населението от последиците за здравето.

#### Определение и основни източници

Като замърсител на въздуха,  $NO_2$  има няколко взаимосвързани дейности.

В малки концентрации над  $200 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , е токсичен газ, който причинява значително възпаление на дихателните пътища.

Основните източници на антропогенни емисии на  $NO_2$  са процесите на горене (отопление, производство на електроенергия и двигатели в превозни средства и кораби).

#### Ефекти върху здравето

Епидемиологичните проучвания показват, че симптомите на бронхит при астматични деца се увеличават вследствие на дългосрочно излагане на  $NO_2$ . Намаленият растеж на

белодробната функция също е свързан с  $\text{NO}_2$  при концентрации, които понастоящем се измерват (или наблюдават) в градовете на Европа и Северна Америка.

#### Серен диоксид ( $\text{SO}_2$ )

Ръководни стойности  $\text{SO}_2$  -  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  24 - средно за час;  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  10 - средно за минута

Концентрация на  $\text{SO}_2$  от  $500 \mu\text{g} / \text{m}^3$  не трябва да се надвишава средно за период от 10 минути. Проучванията показват, че процент от хората, страдащи от астма, променят белодробната функция и респираторните симптоми след излагане на  $\text{SO}_2$  за 10 минути.[9]

Ревизията (от 2005 г.) на 24-часовата насока за концентрациите на  $\text{SO}_2$  от 125 до  $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$  се основава на следните съображения.

По настоящем е известно, че въздействията върху здравето са свързани с много по-ниски нива на  $\text{SO}_2$ , отколкото се предполагаше преди това.

Необходима е по-голяма степен на защита.

Въпреки че причинно-следствената връзка между въздействието на ниските концентрации на  $\text{SO}_2$  все още е несигурна, намаляването на концентрациите на  $\text{SO}_2$  вероятно ще намали експозицията на съпътстващи замърсители.

#### Определение и основни източници

$\text{SO}_2$  е безцветен газ с остър мирис. Произвежда се от изгарянето на изкопаеми горива (въглища и масла) и топенето на минерални руди, съдържащи сяра. Основният антропогенен източник на  $\text{SO}_2$  е изгарянето на сяра съдържащи изкопаеми горива за битово отопление, производство на електроенергия и моторни превозни средства.

#### Ефекти върху здравето

$\text{SO}_2$  може да повлияе на дихателната система и функциите на белите дробове и да причини дразнене на очите. Възпалението на дихателните пътища причинява кашлица, секречия на слуз, влошаване на астма и хроничен бронхит, и прави хората по-податливи на инфекции на дихателните пътища. Болни от сърдечни заболявания и смъртност се увеличават в дни с по-високи нива на  $\text{SO}_2$ . Когато  $\text{SO}_2$  се комбинира с вода, той образува сярна киселина; това е основният компонент на киселинния дъжд, който е причина за обезлесяването.

#### Отговор на СЗО

Държавите-членки на СЗО неотдавна приеха резолюция и пътна карта за засилен глобален отговор на неблагоприятните последици за здравето от замърсяването на въздуха [9].

СЗО разработва и изработва "Насоки за качеството на въздуха", препоръчващи граници на експлоатация на основните замърсители на въздуха [9].

СЗО създава подробни оценки, свързани със здравето, на различни видове замърсители на въздуха, включително частици и черни въглеродни частици, озон и др.

СЗО предоставя доказателства за връзката на замърсяването на въздуха със специфични заболявания като сърдечно-съдови и респираторни заболявания и ракови заболявания,

както и тежестта на оценките за заболяването от съществуващи експлоатация на замърсения въздух на национално, регионално и световно равнище [9].

Световната здравна секция "Здраве в зелената икономика" на СЗО оценява ползите за

здравето от мерки за смекчаване на последиците от изменението на климата и мерки за енергийна ефективност, които намаляват замърсяването на въздуха от жилища, транспорт и други ключови икономически сектори.

Работата на СЗО по "Измерване на ползите за здравето от устойчиво развитие" предложи индикатори за замърсяването на въздуха като показател за напредъка по отношение на целите за развитие, свързани с устойчивото развитие в градовете и енергийния сектор.

СЗО подпомага държавите-членки да обменят информация за успешни подходи, методи за оценка на експлоатация и мониторинг на последиците от замърсяването върху здравето.

СЗО е вносител "Паневропейска програма ТРАНСПОРТ здраве и околна среда (ПИП)", е построен модел на регионално, национално и мулти-секторното сътрудничество за смекчаване на последиците от замърсяването на въздуха и други въздействия върху здравето в транспортния сектор, както и като инструменти за оценка на ползите за здравето и мерки за намаляването им [9].

#### Източници на прах

Фините прахови частици могат да имат различен произход. На мястото на измерване е важно да се определи произхода им.

Главните източници на естественото прахово натоварване са:

- Ерозия на почвата и минералите – главно от вятъра и водата. Пример за това е прах от Сахара носен от въздушните течения.

- Микроорганизми например спори
- Растителен произход –напримен цветен пращец.
- Морска сол
- Вулкани
- Горски пожари
- Космически частици

Главни причинители на прах от дейността на хората:

- Стопанска дейност

Според националния статистически институт количеството на вредните вещества в атмосферата от селското стопанство е представен в таблица 2.

Таблица 2. Емисии на вредни вещества в атмосферата от селско стопанство

Замърсители	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Серни окиси (SO <sub>x</sub> )	0	0	0	0	0	0
Азотни окиси (NO <sub>x</sub> )	244	239	230	230	247	235
Неметанови летливи органични съединения (NMVOC)	12648	12252	12191	12313	12189	11979
Метан (CH <sub>4</sub> )	72711	70066	71678	72560	71526	70917
Въглероден окис (CO)	23	25	26	25	26	25
Въглероден двуокис (CO <sub>2</sub> )	26283	31322	37209	30860	31269	35933
Двуазотен окис (N <sub>2</sub> O)	10945	11588	13048	14573	14822	15840
Амоняк (NH <sub>3</sub> )	36300	37124	37927	41274	41932	42282
Емисиите са изчислени съгласно последното издание на методиката CORINAIR. [12]						

Данни за вредните вещества в атмосферата от пътен транспорт са представени в таблица 3.

Те се получават от:

- Бензинови двигатели
- Дизелови двигатели
- Частици от износването на спирачки, катализатори, гуми, улично покритие,

Таблица 3. Емисии на вредни вещества в атмосферата от пътен транспорт.

Замърсители	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Серни окиси (SO <sub>x</sub> )	124	126	99	107	37	38
Азотни окиси (NO <sub>x</sub> )	40145	41645	36002	38833	45407	47196
Неметанови летливи органични съединения (NMVOC)	14884	14922	12889	12822	13468	11522
Метан (CH <sub>4</sub> )	1060	1061	980	1109	1118	1030
Въглероден окис (CO)	82023	76448	65258	70642	72396	67860
Въглероден двуокис (CO <sub>2</sub> )	7492640	7822170	6849525	7899542	8684244	8795963
Двуазотен окис (N <sub>2</sub> O)	211	222	201	231	259	268
Амоняк (NH <sub>3</sub> )	741	739	772	901	959	900
Емисиите са изчислени съгласно последното издание на методиката CORINAIR.[12]						

Данни за вредните вещества в атмосферата от битово горене са представени в таблица 4.

Таблица 4. Емисии на вредни вещества в атмосферата от битово горене

Замърсители	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Серни окиси (SO <sub>x</sub> )	9702	9492	7820	5723	5829	6104
Азотни окиси (NO <sub>x</sub> )	3615	3630	3376	3101	3099	3417
Неметанови летливи органични съединения (NMVOC)	33653	34107	32859	31106	30482	22099
Метан (CH <sub>4</sub> )	12394	12449	11804	10879	10689	11431
Въглероден окис (CO)	210779	212988	202485	188209	184738	156079
Въглероден двуокис (CO <sub>2</sub> )	1166333	1137606	933836	698656	743136	807720
Двуазотен окис (N <sub>2</sub> O)	140	142	138	131	129	137
Амоняк (NH <sub>3</sub> )	2192	2227	2199	2151	2100	2223
Емисиите са изчислени съгласно последното издание на методиката CORINAIR. [12]						

В България основните замърсители в зависимост от района са прах, серен диоксид, азотни оксиди, оловни аерозоли, амоняк, фенол, сероводород и други [5]. Тъй като в столицата София е съсредоточена голяма част от промишлеността, както и 17% от населението, замърсеността на въздуха е твърде висока.

Всеки ден четем по вестниците, слушаеме по радиото за замърсения въздух: статията от „Замърсяването на въздуха в София е на ръба. Стойностите фини прахови частици в атмосферния въздух са около допустимите норми. Към 7.30 часа в София средните стойности бяха около 47 микрограма на куб. метър, при норма от 50 микрограма. [5]

Справка за данните от сензорите, на територията на град София, показва, че стойностите на много места са надминати. На някои места стойностите са в пъти над нормата.

Източник: airtube.info [11]

Улица "Шипка" - 61 микрограма;

Улица "Годор Каблешков" - 254 микрограма;

Булевард "Черни връх" - 58 микрограма;

Бул. "Драган Цанков" - 92 микрограма;

Бул. "Мадрид" - 158 микрограма;

Бул. "Цар Борис III" - от 43 до 82 микрограма;

Бул. "Васил Левски" - 275 микрограма;

Ж.к. "Хаджи Димитър" и "Красна поляна" - 130 микрограма;

Ж.к. "Младост" 1 - 228 микрограма;

Ж.к. "Обеля" 1 - 93 микрограма;

Ж.к. "Гео Милев" - 73 микрограма;

Ж.к. "Христо Смирненски" - 129 микрограма.

Към 8.30 часа средните стойности за София вече са над 74 микрограма за кубичен метър, а към 9.10 часа - 78 микрограма за куб. м.

Замърсяването логично се покачва, защото много хора се топят на твърдо гориво е домовете си. Сутрешните стойности обикновено се покачват, в резултат от засилващият се автомобилен трафик. Към 9.40 часа средните стойности на ФПЧ във въздуха са 81 микрограма за куб. м.

Според информацията от уеб страницата [airbg.info](http://airbg.info) е установено, че въздухът в София е замърсен. В най-голяма степен това се отнася за източните части на града.

В репортаж от дата 28.01.2018г.!, излъчен по „Нова” телевизия директора на Центъра за градска мобилност (ЦГМ) Кристиян Петров заяви, че в столицата са продадени между 17 000 и 20 000 зелени билета. Заради установените в предходните дни превишения на нивата на фини прахови частици и измерени високи стойности в първите часове на деня, столичните управници решиха да пуснат т. нар. зелен билет за градския транспорт, който струва 1 лв. и важи за целия ден и за всички линии, включително метрото. Не е необходимо той да се валидира в превозните средства. Билетът има указана днешна дата и е достатъчно само да се покаже при проверка на контрольорите.[2]

"Има неща, които да надградим следващия път", увери Петров. Според него за всички е важно да дишат чист въздух. Зеленият билет е една от многото мерки за по-чист въздух.

Във връзка с повишените стойности на замърсяване Софийска община призовава жителите и гостите на София да ограничат движението на личните си автомобили и да използват градски транспорт. Общината апелира към тези, които използват колите си, да не оставят двигателя включен при престой над 3 минути.

Общината призовава и домакинствата, които се отопляват на дърва и въглища, при възможност да използват електрически уреди за отопление или друго екологично отопление“.

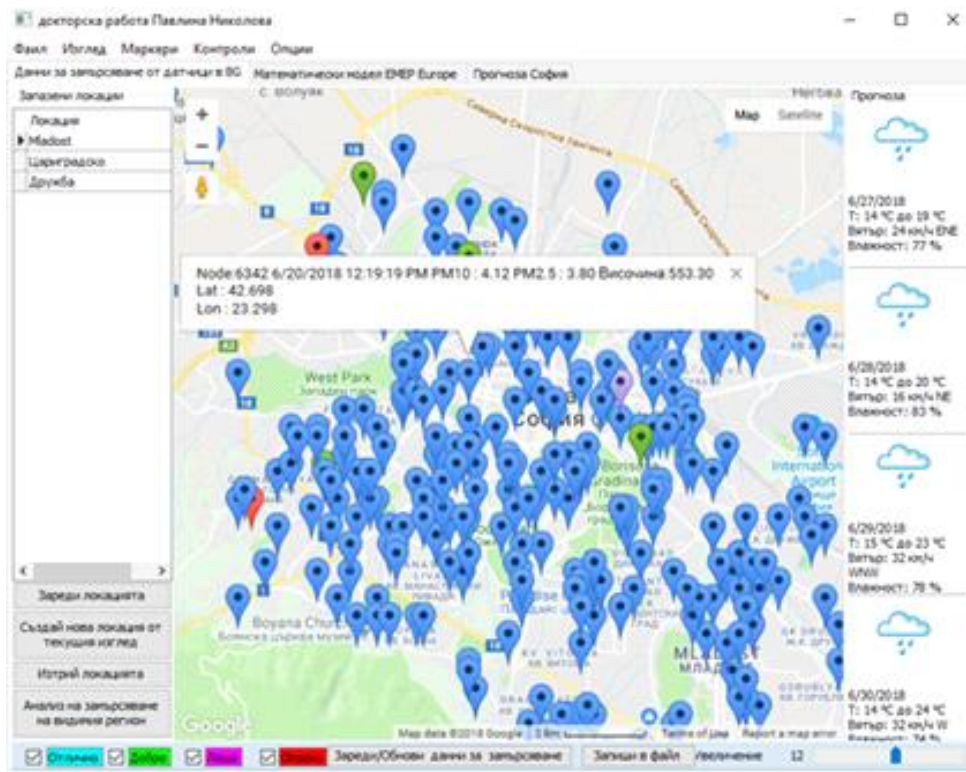
Изграждането на модел има за цел да обобщи, опише и анализира определено количество данни. Моделът позволява класифициране, регресирание, визуализация на данни, намиране на закономерности и идентифициране на общи характеристики на група обекти.

За тази цел се използва вероятностен подход. Наборът от данни е разделен на групи. Въведени са параметри, които осигуряват максимална разлика между групите с вероятностни плътности. Целта е да се създаде модел на желаните свойства, данните за които са получени чрез експериментално измерване.

Визуализация и анализ на данни от номера на датчика

За да могат да се извлекат данни от датчиците на различните места в града, са използвани Node номера на датчика в даденото място. Може да се следи замърсяването в няколко района на град София, както и да се проследи времето за този период, влажността и праховите частици. По този начин може да бъде направено сравнение между няколко района в София в зависимост от сезона и атмосферните влияния. На Фигура 1 е показана локацията, номера и измерените стойности на прахови частици. С помощта на програмата могат да се извадят данни за няколко месеца или година в зависимост от целта на анализа.





Фигура 1. Локация, номер и измерените стойности на прахови частици в района на жк. Младост, град София

Анализът на данните условно може да бъде разделен на две фази: предварителен и същински. Предварителният анализ има за цел да ни ориентира най-общо в данните. За тази цел се използват различни обобщаващи статистически величини - средни, разпределения, разсейвания и т.н. Добро познавателно средство са и многообразните графични средства за представяне на данни [1].

Сензор Номер	Дата и час	PM10	PM 2.5
5878	12.1.2017 8:00:00 AM	53,84355577	26,17558116
5878	12.1.2017 4:00:00 PM	54,31087667	26,39830355
5878	12.2.2017	54,37619849	26,42677913
5878	12.2.2017 8:00:00 AM	54,47347411	26,52429166
5878	12.2.2017 4:00:00 PM	55,55412015	27,01612201
5878	12.3.2017	56,80146283	27,47851263
5878	12.3.2017 8:00:00 AM	57,10729646	27,61654654
5878	12.3.2017 4:00:00 PM	57,94391159	28,00934122
5878	12.4.2017	57,99050477	28,03825229
....	...	...	...

Таблица 5. Извлечените данни в Excel -таблица от датчика за времето от 1.12.2017 г. до 1.05.2018г през 8 часа.

Система за наблюдение се дефинира като подреден 4-мерен вектор  $x = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ , където  $x_j$  ( $j = 1, \dots, 4$ ) съответства на конкретната характеристика.

За всеки елементотанализаможе да се намери общ брой събития, графика на промените на количествата събития по дни, линейна диаграма за две най-интересни събития и таблица с всички събития с възможност за превключване за преглед на всички резултати.

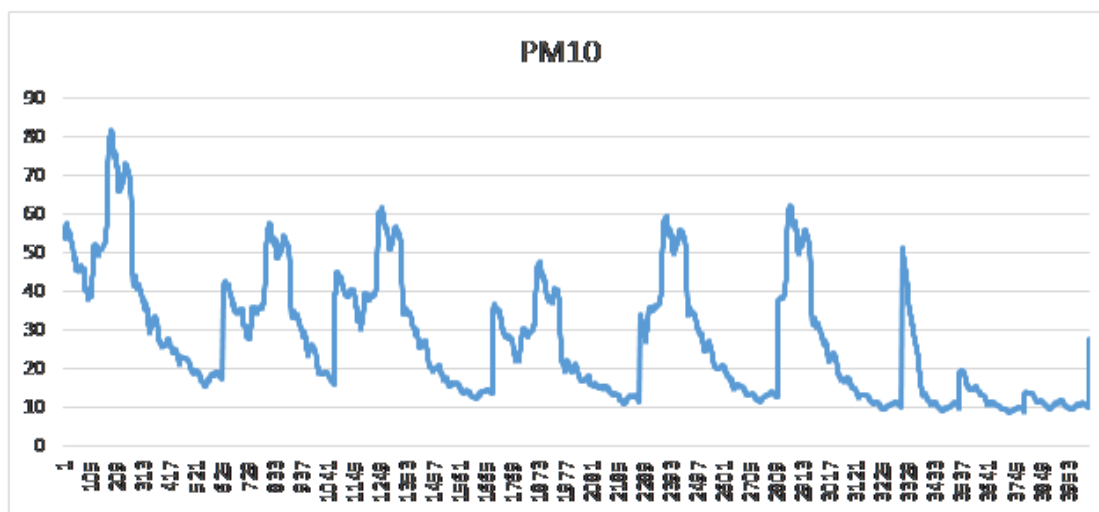
С описанието на данните се занимава дескриптивната статистика, чиято задача е да даде представа за "размера" и "формата" на данните.

За PM 10 (Таблица 6 и Графика 1) са получени следните оценки, чрез прилагане на Descriptive statistics на Excel Analysis Data (Таблица 6). Изчислени са следните числови характеристики (оценки).

<i>PM10</i>	
Mean	27,83629748
Standard Error	0,251600207
Median	23,15134622
Mode	#N/A
Standard Deviation	15,97611785
Sample Variance	255,2363416
Kurtosis	-0,037876414
Skewness	0,864072939
Range	72,87568927
Minimum	8,947339671
Maximum	81,82302894
Sum	112235,9514
Count	4032
Largest(1)	81,82302894
Smallest(1)	8,947339671
Confidence Level(95,0%)	0,493275456

Таблица 6. Представени са оценки за прахови частици с големина 10 микрона при тези стойности взети от таблица 5.

Чрез различните средни стойности се описва най-представителната част от статистическите данни - централна тенденция на данните. Освен поотделното използване на измерителите на централната тенденция често е полезно и разглеждането на отношенията между тях. Те дават ценна информация за формата на разпределение на данните и намаляват възможността да се правят фалшиви открития



Фигура 2. Изнесени данни в графичен вид от таблица 6 за пиковите стойности на прахови частици на 10 микрона

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Присъствието над определени граници в атмосферата на различни газове, пари, микроскопични частици, твърди и течни вещества, които отрицателно действат върху живите организми и влошават условията им на живот, се нарича замърсяване. Замърсяването на атмосферата и изменението на качествения ѝ състав е глобален проблем, предизвикан предимно от повишената концентрация на човешки емисии във въздуха. До голяма степен въпросите, свързани със замърсяването на атмосферата, при изучаване опазването на околната среда се свеждат до изследване замърсяването на атмосферния въздух.

Основни замърсители на атмосферния въздух са: прахът, серния диоксид, въглеродния оксид, въглеродния диоксид, азотния диоксид, озона, сероводорода и антропогенните източници. Има тенденции тези стойности да се намалят, но трябва много съвместна работа с организации и институции. Практическата значимост на разработката, ще е основния критерий за успех, качество и ефективност на изследването. Обосноваването на възможността на приложението Navzikaq за събиране на данни за мръсният въздух в град София и други райони дава възможност за изграждането на модел който има за цел да обобщи, опише и анализира определено количество данни. Внедряване на приложението може да се реализира от Община София за измерване на основните замърсители на въздуха в отделните региони.

## 5. ЛИТЕРАТУРА

### Статия

[1] Г.Панайотова, Г.П.Димитров, „Визуализация и анализ на големи масиви от статистически данни“, Международен семинар на УниБИТ, Рим, 18-23 май 2018.

[2] Н.Дойчинов от 28.01.2018г.

[https://www.capital.bg/politika\\_i\\_ikonomika/bulgaria/2018/01/28/3119992\\_i\\_sus\\_zelen\\_bilet\\_vuzduhut\\_v\\_sofia\\_e\\_opasno\\_mrusen/](https://www.capital.bg/politika_i_ikonomika/bulgaria/2018/01/28/3119992_i_sus_zelen_bilet_vuzduhut_v_sofia_e_opasno_mrusen/)

[3] James H. Vincent: Aerosol Sampling – Science, Standards, Instrumentation and Applications. John Wiley & Sons, Chichester, ISBN 978-0-470-02725-7, S. 321.

[4] Markus Mattenkloft, Norbert Höfert: Stäube an Arbeitsplätzen und in der Umwelt – Vergleich der Begriffsbestimmungen. In: Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft. 69, Nr. 4, 2009, ISSN – 8036 0949 – 8036, S. 127 – 129.

[5] News.bg от 29.01.2018г.

### Е-journal статия

[6] <http://eea.government.bg/bg/soer/2015/air/emisii-na-vredni-veshtestva-vav-vazduha>

[7] Feinstaub: Ignoranz vom Allerfeinsten – Wissen. // ZEIT ONLINE, 2013-01-09.

[8] [http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf)

[9] [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

[10] [https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D0%B8\\_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8\\_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8#cite\\_note-4](https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D0%B8_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B8_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B8#cite_note-4)

### Сайт

[11] [airtube.info](http://airtube.info)

### Други

[12] [www.nsi.bg/sites/default/files/files/data/timeseries/Ecology\\_1.2.xls](http://www.nsi.bg/sites/default/files/files/data/timeseries/Ecology_1.2.xls)

## 6. СЪКРАЩЕНИЯ

СЗО-Световна здравна организация

PM- Прахови частици

ФПЧ-Финни прахови частици