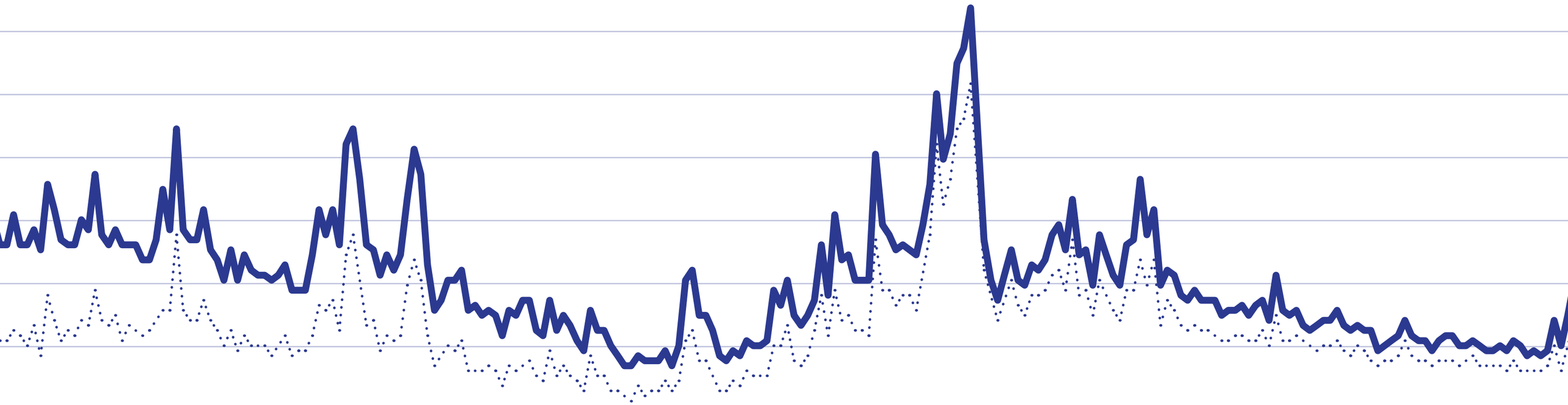
За Земята



Замърсяване на въздуха в дома при отопление с дървесина

Февруари 2023

Автори на доклада и изследването:

Ивайло Попов
Ивайло Хлебаров

Тази публикация и измерванията са осъществени с финансовата подкрепа на Clean Air Fund. Съдържанието ѝ е отговорност единствено на Екологично Сдружение „За Земята".

Дизайн:
Магдалена Кирчева

www.zazemiata.org
info@zazemiata.org

За Земята

CLEAN AIR FUND

1

Въведение:

Добре известно е, че отоплението с твърди горива причинява сериозно замърсяване на въздуха в населените места в България. Отоплението с дърва е най-големият източник на фини прахови частици с размер до 2.5 микрона (ФПЧ$_{2.5}$) и с размер до 10 микрона (ФПЧ$_{10}$) в страната[1] и допринася сериозно за заболеваемостта и преждевременната смъртност.

В същото време замърсяването на въздуха в помещенията, където се използват уреди за изгаряне на дървесина е тема, която не се засяга сериозно нито в експертните среди, нито в обществото. Значителна част от печките и камините в България са поставени в жилищните помещения и така отделят замърсяване директно в тях. Освен това печките на дърва се използват предимно в сезони, когато вентилацията е ограничена и в моменти, когато семействата са у дома. Така хората биха могли да бъдат изложени на високи нива на замърсяване на въздуха в продължение на много часове в домовете им, ако техните печки изпускат замърсяване, което е изключително висок здравен риск.

Замърсяването може да се получи при запалването на печката, при добавяне на дърва през отворената врата на печката, през кюнците и/или печката, които не са херметически затворени, както и от праха, който се е натрупал върху горещите повърхности на печката.

Съществуват редица изследвания по света и в Европейския съюз (ЕС), които показват, че замърсяването в домовете при употреба на дървесина за отопление е високо. Дори и при употреба на нови и по-модерни уреди, включително такива, които са с екомаркировка съгласно регламентите на ЕС е установено значително замърсяване.

В България няма норми за замърсяването на въздуха на закрито, няма и регулация, която да урежда измерването на емисиите от комините на домакинствата. Също така няма изисквания към старите уреди, използвани от домакинствата, а само за новите, които се пускат на пазара. Макар че Законът за чистотата на атмосферния въздух предоставя възможност общините, в които е установено наднормено замърсяване да въвеждат ограничения за типовете уреди и/или горива, такива засега не са приложени никъде. В София бяха гласувани зони с ниски емисии, в които да се въведе забрана за употреба на твърдо гориво (с изключение на пелети), която обаче ще се приложи след години.

За Земята измерихме замърсяването с утрафини частици (УФЧ) и фини прахови частици (ФПЧ) в четири домакинства, които се отопляват с дървесина. Три от тях използват различни печки на дърва (в гр. Банкя, с. Табан и с. Ковачевци), а едно - пелетна камина разположена във всекидневната (в гр. София). Целта ни беше да проверим какво е нивото на замърсяване в тези конкретни домове.

1 МОСВ и ИАОС, Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда, 2022 г.

2

Изводи и препоръки

Замърсяване на въздуха при отопление с печки на дърва, дори когато са сухи, е значително и създава нездравословна среда в дома;

Начинът на запалване на печката и добавянето на дърва впоследствие са основни моменти при които се замърсява значително въздуха в дома;

Промяна в начина на запалване и добавяне на дърва биха могли да намалят нивото на замърсяване;

Замърсяването отчетено при пелетната печка е най-ниско, но въпреки това не може да се счита за здравословно ниско;

При всички уреди измерената масова концентрация на ФПЧ$_{10}$, вероятно би била над средноденонощната норма от 50 µg/m3 , ако отоплението се използва през цялото време;

При всички уреди измерената масова концентрация на ФПЧ$_{2.5}$, вероятно би била над препоръчаното от Световната здравна организация (СЗО) средноденонощно ниво от 15 µg/m3, ако отоплението се използва през цялото време;

Нужни са повече измервания и внимание/регулации на проблема.

3

Методология

При измерването на замърсяването на въздуха сме приложили следния подход. Печките в помещенията не са работили в часовете преди започване на измерването, не е готвено, не са палени свещи. Това е направено с цел да се установи фоновото замърсяване в домовете преди запалването на уредите. В три от къщите отоплението не е ползвано със седмици, при пелетите не е палено от предния ден. Това са в известна степен идеализирани условия, тъй като през зимата отоплението се ползва редовно, което реално ще повиши фоновата концентрация, на която постоянно са изложени хората.

Използвана апаратура

Аерозолен монитор TSI DustTrak™ DRX 8533[2] за прахови частици, който измерва едновременно масовата концентрация и размера на частиците с възможност за вземане на гравиметрична проба. Измерва ФПЧ1, ФПЧ$_{2.5}$, вдишвана фракция, ФПЧ$_{10}$ и общата фракция. Измерва концентрации от 0.001 mg/m^3 до 150 mg/m^3 и размер на частиците от 0.1 µm до 15 µm;

Брояч на ултра фини прахови частици (УФЧ) TSI P-Trak Ultrafine Particle Counter 8525[3]. Диапазон от 0 до 5 x 10^5 pt/cm^3 (500 000 бр.частици/см^3) и размер на частиците от 0.02 до 1 µm (до 1 микрон);

Влагомер Laserliner DampCheck за дървесина и строителни материали с диапазон за дървесина 6-60% относителна влажност и точност ± 2 %.

Уредите са калибрани от производителя и са използвани настройки за измерване в затворени помещения. Измерванията стават на всяка минута и продължават между 2.5 и 4 часа. Максималната 60-минутна стойност на броя частици е пресметната като средна пълзяща стойност.

Преди запалването на печката уредите работят 5-10 минути, за да установим фоновата концентрация. Използваното гориво е дърва с максимална измерена влажност 15 % и пелети с обявена от производителя влажност <=6 %.

2 https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-drx-aerosol-monitor-8533

3 https://tsi.com/products/indoor-air-quality-meters-instruments/indoor-air-quality-meters/p-trak-ultrafine-particle-counter-8525/

Ултрафини частици (УФЧ)

„Утрафините частици (УФЧ) са аерозоли с аеродинамичен диаметър от 0,1 µm (100 nm) или по-малко. Налице е нарастваща загриженост сред занимаващите се с общественото здраве относно приноса на УФЧ за човешкото здраве. Въпреки скромната си маса и размер, те доминират по отношение на броя на частиците в атмосферния въздух. Особено безпокойство относно УФЧ е способността им да достигат до най-отдалечените белодробни региони (алвеоли) и да заобикалят първичната защита на дихателните пътища. Освен това, УФЧ имат голяма повърхностна площ и капацитет да абсорбират значително количество токсични органични съединения."[4]

УФЧ частиците под 190 nm съставляват:
Около 50% от масата на частиците, но
Около 92% от броя им[5].

Класическите методи на измерване на масова концентрация не са подходящи за регистрирането им, тъй като те ще отчетат тежестта на $ФПЧ_{2.5}$ и $ФПЧ_{10}$. Това е видно и от нашите резултатите по-долу. Затова е по-удачно те да се измерват като брой частици за даден обем или концентрация на брой частици (КБЧ).

За да се разграничи кога концентрацията на брой частици е висока според СЗО могат да се използват следните параметри. **За ниска КБЧ се приемат стойности по-малки от 1000 частици/см³ (средно за 24 часа). За висока КБЧ се приемат повече от 10 000 частици на см³ (средно за 24 часа) или повече от 20 000 частици/см³ (средно за 1 час)**[6]. Следва да уточним, че към момента СЗО не предлага нива, които биха могли да бъдат въведени като законови норми за разлика от такива за ФПЧ, азотен диоксид или други. Това се дължи на все още недостатъчните научни данни за здравните ефекти на УФЧ и евентуалните нива. Очакванията са, че ще се натрупат такива данни, тъй като все повече започва да се обръща внимание на УФЧ.

Препоръчителните нива на $ФПЧ_{2.5}$ и $ФПЧ_{10}$ според СЗО

В **Таблица 1** сме представили препоръчителните нива на СЗО за $ФПЧ_{2.5}$ и $ФПЧ_{10}$, които бяха обявени през 2021г. Те са значително по-ниски от приетите в европейското и българското законодателство и са резултат от новите и задълбочени научни изследвания за влиянието на ФПЧ върху здравето на хората. Ние ги ползваме, защото следва да се стремим към тях, когато говорим за чист въздух и здраве. Редно е да споменем, че за $ФПЧ_{2.5}$ няма нива, при които да няма негативен ефект върху здравето и това е отразено и от СЗО в техните доклади.

Таблица 1: Препоръчителни нива и междинни цели според насоки за качество на въздуха на СЗО

Замърсител	Период на осредняване	Междинни цели				Нива - насоки за качество на въздуха СЗО
		1	2	3	4	
$ФПЧ_{2.5}$, µg/m³	Година	35	25	15	10	**5**
	24-часа	75	50	37,5	25	**15**
$ФПЧ_{10}$, µg/m³	Година	70	50	30	20	**15**
	24-часа	150	100	75	50	**45**

4 Kwon, HS., Ryu, M.H. & Carlsten, C. Ultrafine particles: unique physicochemical properties relevant to health and disease. Exp Mol Med 52, 318-328 (2020). https://doi.org/10.1038/s12276-020-0405-1 p.1#

5 State of the art ambient ultrafine particle monitoring: the blind spot of current methods Tiwari, A.J., Schmitt, S.H., Tritscher, T., Koczak, J.S., Wright, T. P. National Ambient Air Monitoring Conference 2022

6 Източник: WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM 2.5 and PM 10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary, p. 7

4 Резулати

За Земята измерихме замърсяването с утрафини частици (УФЧ) и фини прахови частици (ФПЧ) в четири домакинства, които се отопляват с дървесина. Три от тях използват различни печки на дърва (в гр. Банкя, с. Табан и с. Ковачевци), а едно - пелетна камина разположена във всекидневната (в гр. София). Целта ни беше да проверим какво е нивото на замърсяване в тези конкретни домове.

В **Таблица 2** са представени обобщените резултати от измерванията на УФЧ в домовете на 4 семейства, както и вида, и влажността на горивото. Показани са фоновите стойности преди разпалването на уредите, средната стойност за времето на цялото измерване, както и максималната 60-минутна стойност за всеки дом по отделно. За сравнение е добавена и стойността според СЗО, която се счита за висока в рамките на 1 час. Тази стойност все още не е препоръчана за норма, както бе отбелязано по-горе.

Измерените стойности на УФЧ в Банкя и с. Ковачевци са над тези, които СЗО счита за високи. В Банкя средната стойност за цялото измерване е над 2.5 пъти над това ниво. Средните стойности в София и с. Табан не са високи. Подобна е картината и по отношение на максимално измерената 60-минутна стойност, с разликата, че по отношение на нея в с. Табан. почти се достига прага, който да ги определи като високи.За Банкя тази стойност е почти 3.7 пъти по-висока, докато за Ковачевци е почти 2.7 по-висока.

Вероятната причина за по-ниското ниво на замърсяване в София е, че там се използва пелетна камина, чието изгаряне е ефективно и най-вече технологията е с автоматично добавяне на горивото, без отваряне при горивната камера и с уплътнени газоводи (кюнци). В с. Табан домакинът, поддържащ печката я използваше по време на измерването и я използва по принцип по начин, който да води до минимално отделяне на замърсяване в дома, който очевидно имаше резултат. При разпалването поставя по-дебелите дърва отдолу, а дребните и разпалките - отгоре, където и пали печката. Преди да я презареди изчаква да няма вече никакъв пламък в нея и зарежда максимално количество дърва. Въпреки това и при тези по-добри начини на разпалване и добавяне на гориво, се наблюдава замърсяване, което при нормално ползване на печката може да се натрупа. Също така и при моментите на зареждане имаше покачване на стойностите на УФЧ (виж по-долу на графиката) и това обяснява, че максималната 60-минутна стойност е близо до границата от 20000 брой частици/см^3.

Таблица 2: Брой УФЧ измерени при отопление с различна дървесина

			Отстояние от печката 1-3 м			
			Стойност (брой частици/см^3)			
				Печката работи		
	Гориво	Относителна влажност %	Фон в дома (средна стойност)	Средна стойност	Макси-мална 60 минутна стойност	Средночасова ст-ст считана за висока според СЗО
Банкя	дърва	13-15	2622	52585	74453	**20000**
с. Ковачевци	дърва	11-15	693*	21514	53012	
София	пелети**	<=6	6033	9744	14433	
с. Табан	дърва	11-14	1196	9331	19787	

* стойността на фона е неочаквано ниска и не може да бъде напълно обяснена (отдалечена от източници, липса на обитатели, вилна зона). Типични стойности за чист въздух в дома се считат 2000 - 4000 бр./см3

** дървени пелети клас А1 - ISO 17225-2

В **Таблица 3** са представени обобщените резултати от измерванията в четирите домове на ФПЧ$_{2.5}$. Показани са отново фоновите стойности преди разпалването на уредите, средната стойност за времето на цялото измерване, както и максималната измерена стойност за всеки дом по отделно. Параметърът, който измерваме е масовата концентрация на ФПЧ, а не броят на частиците. Масовата концентрация към момента е основният параметър, който е залегнал в законовите норми и препоръките на СЗО.

Измерените средни концентрации на ФПЧ$_{2.5}$ и в четирите дома за периода на измерването надвишават препоръчителните 24-часови нива според препоръките на СЗО. Поради големите разлики можем да допуснем, че ако измерването беше продължило поне 24 часа при работещ отоплителен уред, препоръчителната норма на СЗО би била нарушена значително. От една страна ще се получи натрупване от постоянното използване на отоплението, а от друга самият фон, от който започва изследването, е над тази стойност, като в тези дни нямаше изявено замърсяване на въздуха отвън.

Прави впечатление, че както при УФЧ, така и при ФПЧ$_{2.5}$ замърсяването в Банкя е значително по-голямо от останалите.Това вероятно се дължи на уреда - наличие на процепи на вратата, изпускане от кюнци и др. Използваното гориво е с близка с останалите стойност на влажността. За сметка на това по отношение на средно измерените стойности няма толкова големи разлики между останалите три места, особено между с. Ковачевци и с. Табан.

Следва да отбележим, че по време на измерването в София и по отношение на УФЧ, и на ФПЧ$_{2.5}$ бяха измерени пикови стойности, които съвпаднаха с момент, в който беше подгрят обяда на семейството и вероятно се дължи на отделените частици при неговото загаряне. Това оказва значително влияние на максималните стойности и не толкова големи на средните стойности.

Таблица 3: Измерено замърсяване на въздуха с ФПЧ$_{2.5}$ в дома (масова концентрация)

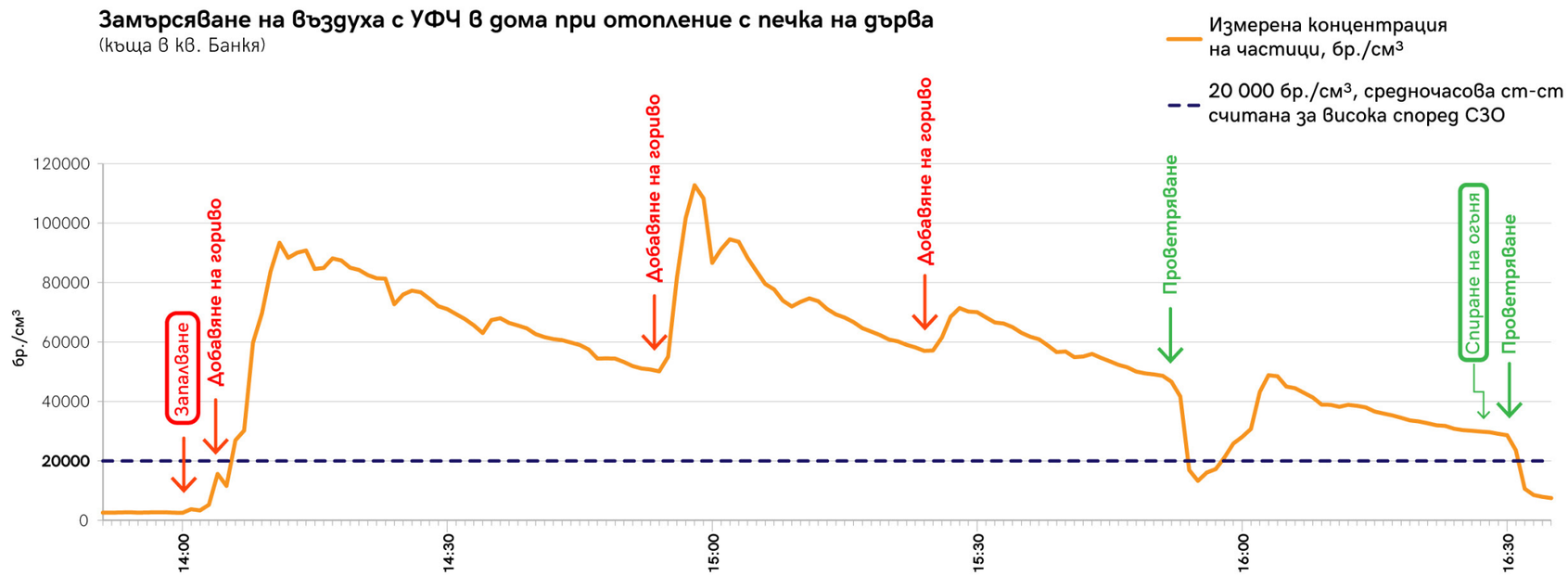
			Отстояние от печката 1-3 м			
			Стойност (μm/m^3)			
				Печката работи		
	Гориво	Относителна влажност %	Фон в дома (средна стойност)	Средна стойност*	Максимална стойност	24 часова стойност според СЗО
Банкя	дърва	13-15	17,7	401	848	**15**
с. Ковачевци	дърва	11-15	19,9	59	235	
София	пелети	<=6	41,68	41	90	
с. Табан	дърва	11-14	50,17	54	124	

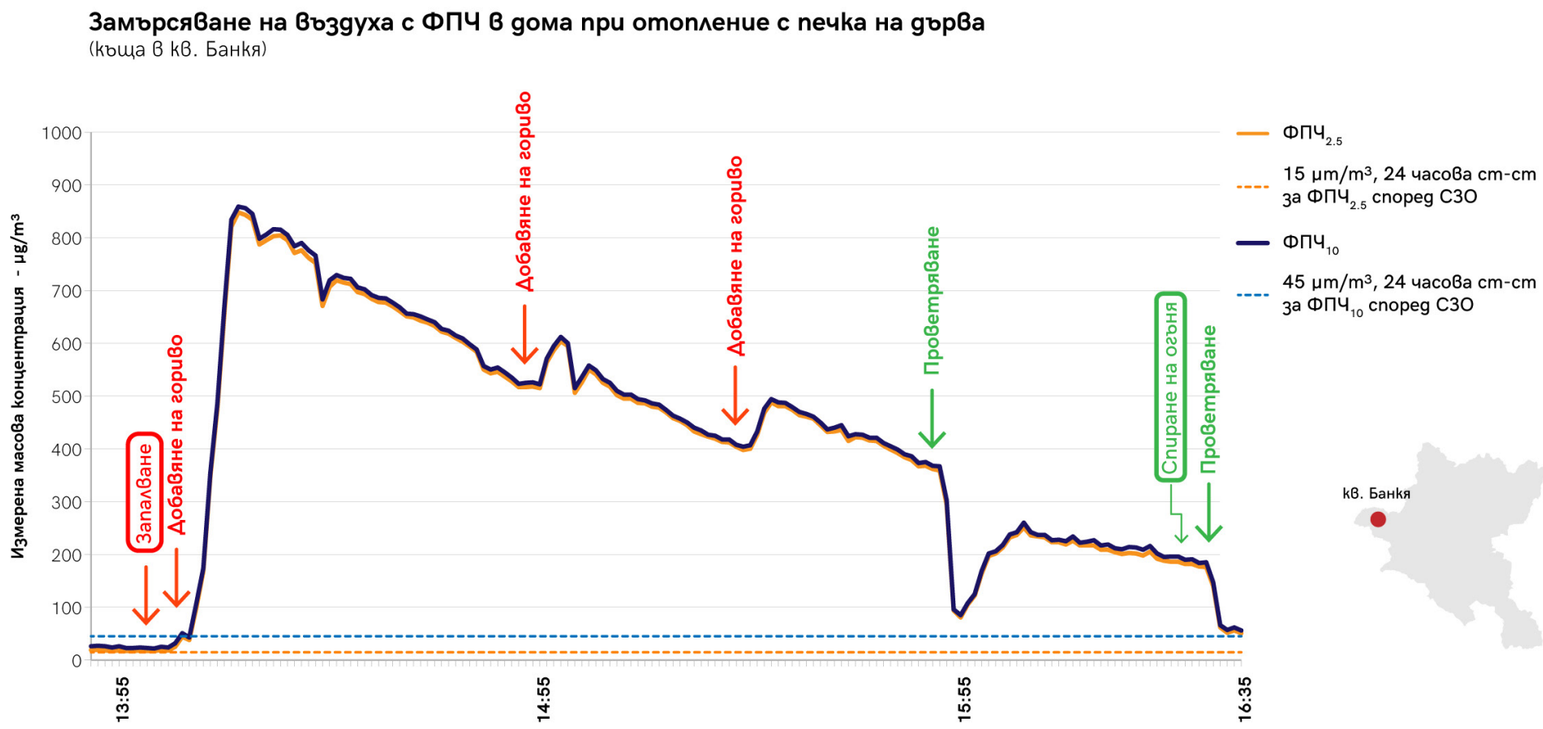
* средната стойност е за целия период на измерването

** максималната измерена стойност е единична стойност в дадена минута. Използвана е за илюстрация и не бива да се сравнява с 24-часовата средна ст-ст

DustTrak-DRX
Mass Concentration PM2.5
0.029 mg/m3
TSI

гр. Банкя

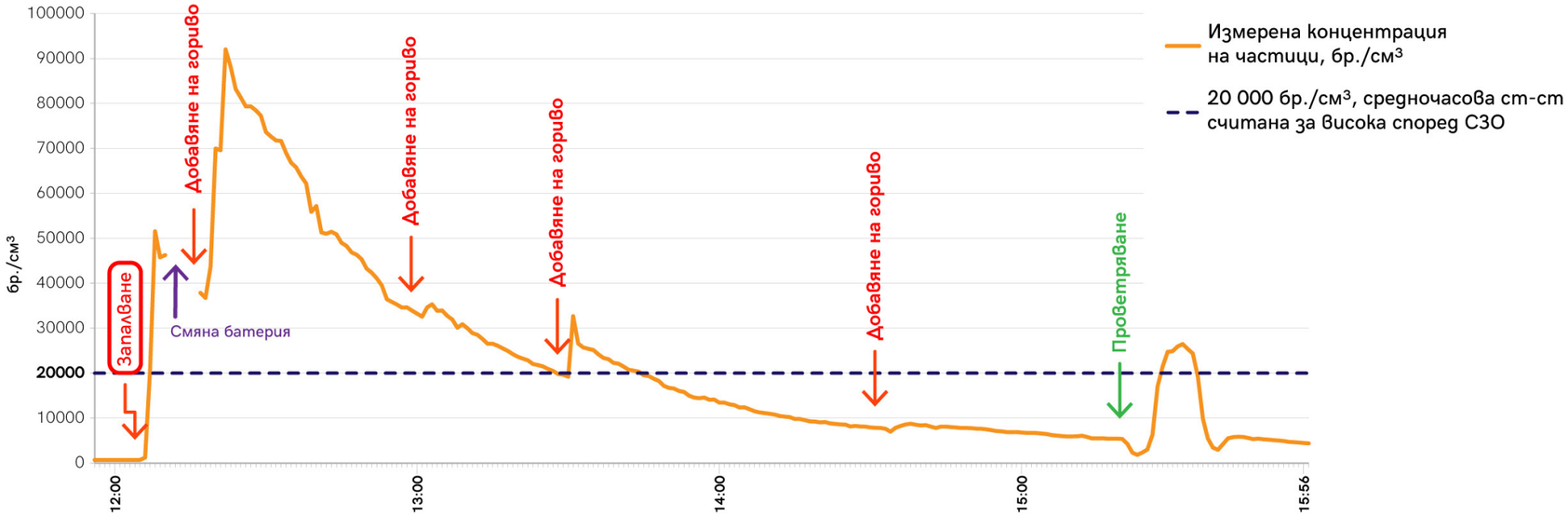

Замърсяване на въздуха с УФЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в кв. Банкя)
Измерена концентрация на частици, бр./см³
20 000 бр./см³, средночасова ст-ст считана за висока според СЗО
бр./см³
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
14:00
14:30
15:00
15:30
16:00
16:30
Запалване
Добавяне на гориво
Добавяне на гориво
Добавяне на гориво
Проветряване
Спиране на огъня
Проветряване


Замърсяване на въздуха с ФПЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в кв. Банкя)
Измерена масова концентрация - µg/m³
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
13:55
14:55
15:55
16:35
Запалване
Добавяне на гориво
Добавяне на гориво
Добавяне на гориво
Проветряване
Спиране на огъня
Проветряване
ФПЧ2.5
15 µm/m³, 24 часова ст-ст за ФПЧ2.5 според СЗО
ФПЧ10
45 µm/m³, 24 часова ст-ст за ФПЧ10 според СЗО

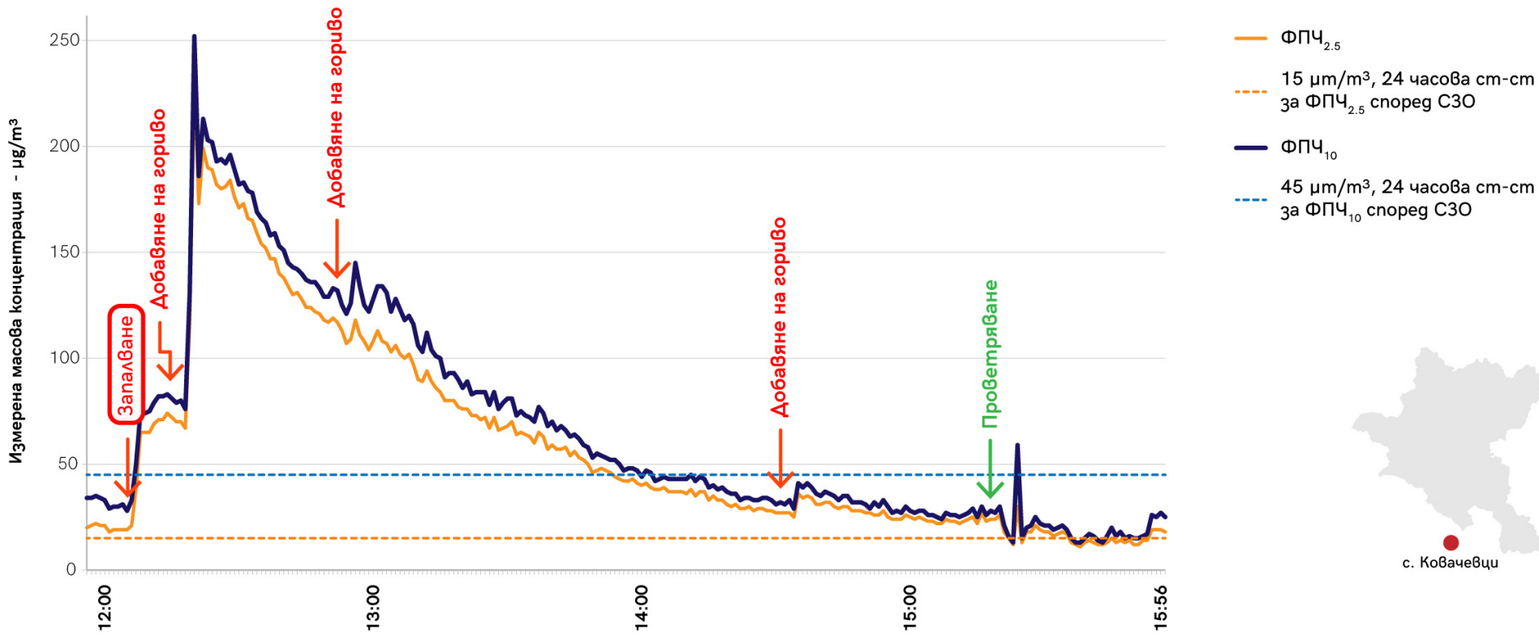
кв. Банкя

с. Ковачевци

Замърсяване на въздуха с УФЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в с. Ковачевци)

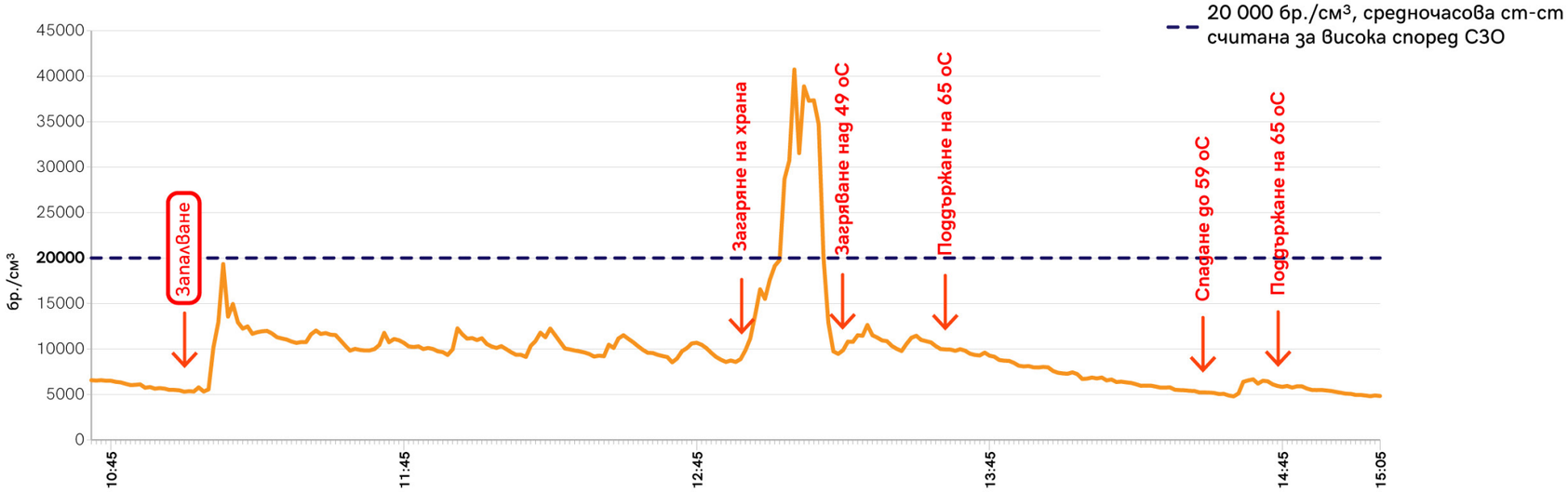


Замърсяване на въздуха с ФПЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в с. Ковачевци)

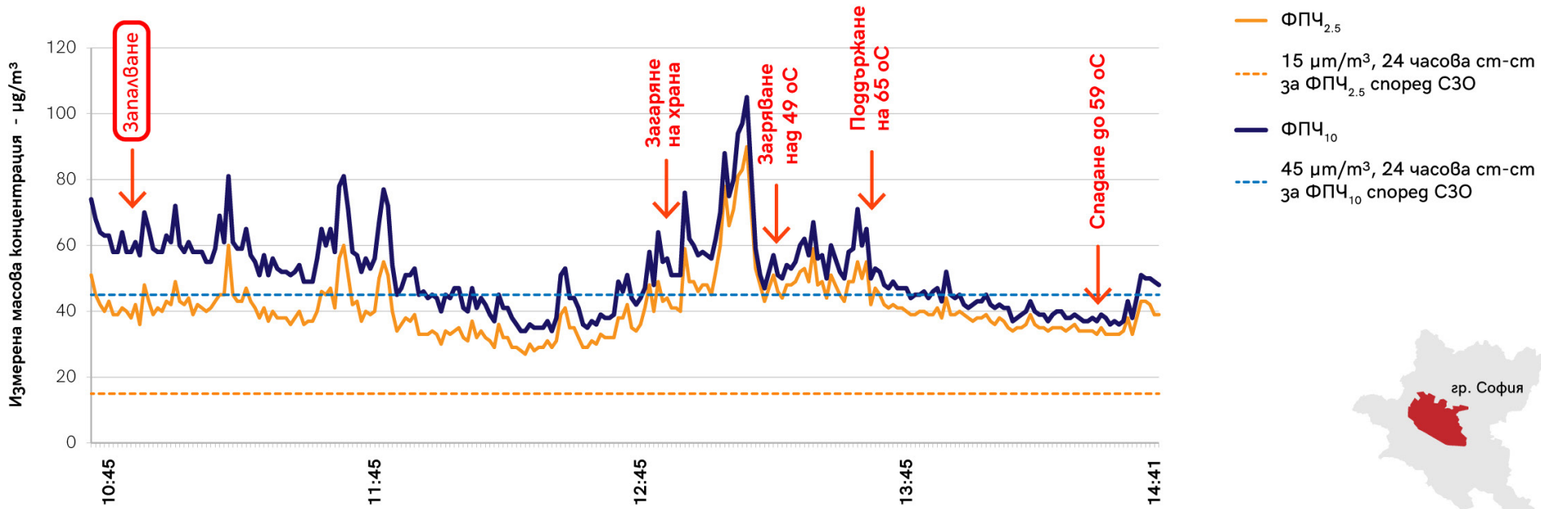


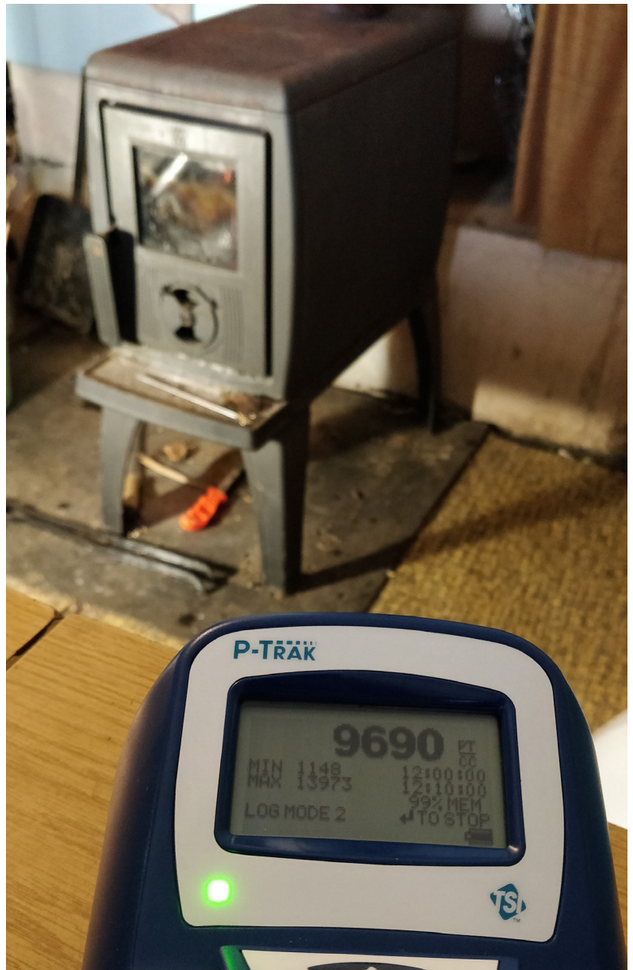
гр. София

Замърсяване на въздуха с УФЧ в дома при отопление с дървени пелети
(къща в гр. София)



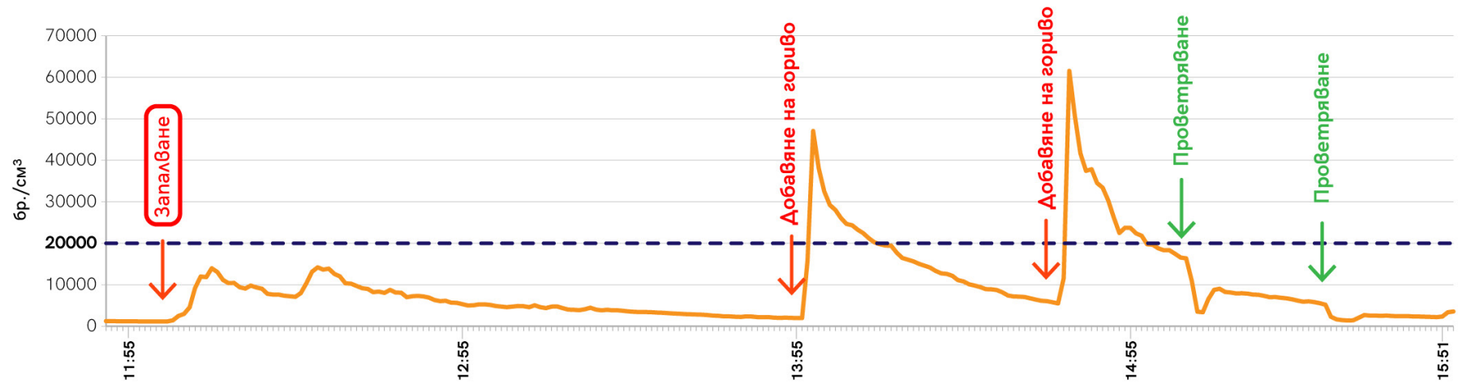
Замърсяване на въздуха с ФПЧ в дома при отопление с дървени пелети
(къща в гр. София)



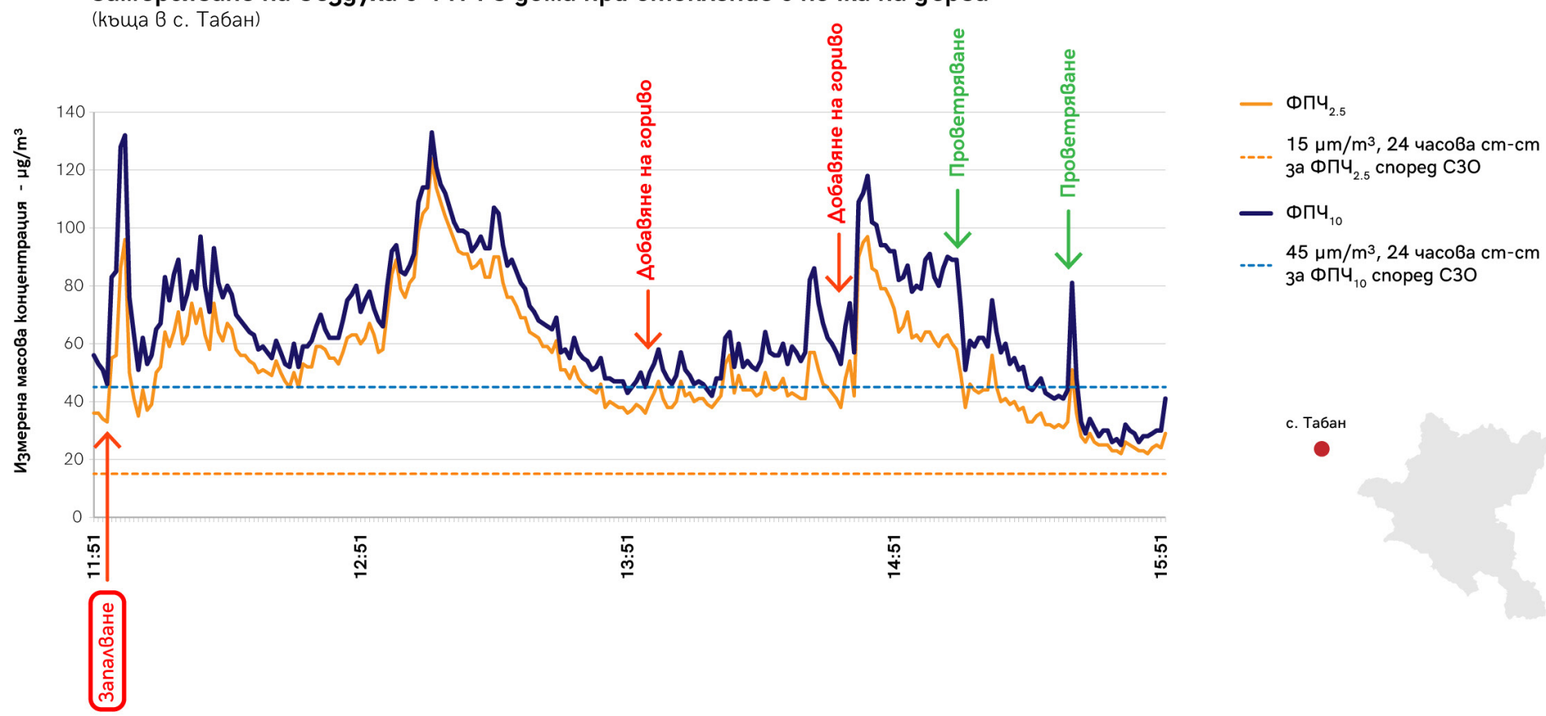


с. Табан

Замърсяване на въздуха с УФЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в с. Табан)



Замърсяване на въздуха с ФПЧ в дома при отопление с печка на дърва
(къща в с. Табан)



За Земята