

# Качество на въздуха в затворени помещения

## Общ преглед

Терминът „качество на въздуха в затворени помещения (КВЗ)“ се отнася до качество на въздуха в сгради и помещения, като е свързан най-вече със здравето и удобството на обитателите на тези сгради<sup>1</sup>. Качеството на въздуха в затворени помещения се влияе от температурата, влажността, химически или биологически замърсители, както и от човешко присъствие и дейности. Качеството на въздуха в затворена помещения се определя от няколко фактора, един от които е наличието на замърсяващи вещества. Познаването и контролът на често срещаните замърсители на въздуха в затворени помещения може да намали риска за здравето.

Основните източници на замърсяване на въздуха на закрито са атмосферният въздух, емисиите от строителните материали, мебелировката, оборудването и обзавеждането, отоплителните и вентилационни системи, обитателите, дейности вътре в помещението (готвене, почистване и др.), а ако в помещението се пуши към замърсителите се добавя и тютюневият дим (наричан още вторичен дим).

Според Световната здравна организация (СЗО): „Вторичният дим се генерира при горене на цигари. Той се състои предимно от страничната димна струя, т.е. димът, който се отделя от горящия край на цигарата между дърпанятия, и от издишаната основна димна струя (димът, който пушачът издиша)“<sup>2</sup>.

Здравните власти, в т.ч. СЗО, са установили, че вторичният дим причинява заболявания, включително рак на белия дроб и сърдечни болести при непушачи, както и води до развитието на астма, дихателни инфекции, кашлица, задух, отити и синдром на внезапна детска смърт. Експертите по обществено здраве допълват, че вторичният дим може да влоши симптомите на астма при възрастните и да причини дразнене на очите, гърлото и лигавицата на носа.

Следвайки принципите за *намаляване на вредата от тютюна*, ФМИ разработва и оценява гама от продукти с потенциал за значително намаление на индивидуалния риск в сравнение с пушенето на цигари, които са удовлетворителни за пушачите и осигуряват сходен вкус, удоволствие и ритуал, като тези при цигарите.

Един подход за значително намаляване на концентрациите на токсини включва нагряване на тютюна до температура по-ниска от тази, при която протича горене (т.е. 400°C). На този принцип системата

за нагряване на тютюн (СНТ) на ФМИ нагрява чрез механизъм с електронен контрол, специално разработени тютюневи стикове до температура от 350 °C, като през по-голямата част от времето температурата на тютюна не надвишава 250°C.

Важно е да се отбележи, че целта на проведените от ФМИ проучвания за влиянието на СНТ върху качеството на въздуха в затворени помещения е да характеризира напълно влиянието при ползване на СНТ върху околната среда и пасивно изложените, както и да предостави научни доказателства, които да подкрепят създаването и прилагането на политики, основани на научните доказателства за новите, по-малко вредни технологии, като СНТ. Намерението ни не е да предоставим доказателства, които да са в подкрепа на съществуващите ограничения за пушене в различни държави.

## Система за нагряване на тютюн: оценка на качеството на въздуха в затворени помещения

Парата отделяна при ползване на СНТ е различна по вид и състав от тютюневия дим отделян от горящия край на цигарата. В допълнение към това, нивата на вредни и потенциално вредни вещества (ВПВВ) са намалени средно с повече от 90% в първичния аерозол от СНТ в сравнение с първичната димна струя на стандартна референтна цигата 3R4F. Използването на СНТ очаквано има значително по-малко влияние върху КВЗ в сравнение с цигарения дим.

Извършването на сравнителни изследвания на състава на вторичния дим, образуван при пушене на цигари, и аерозола, отделен в околната среда при ползване на СНТ би било трудно в „реалния свят“, поради липсата на специфични, свързани с пушенето и качество на въздуха маркери<sup>3</sup>. Затова с цел да се съберат повече данни за аерозола, отделен в околната среда при ползване на СНТ, ние проведехме проучвания за оценка на ефектите от употребата на СНТ върху КВЗ чрез симулацията на условията от „реалния свят“ в специална стая с контрол на околната среда, наречена КВЗ стая<sup>4</sup>.

На изображението по-долу е представена стаята по време на провеждане на проучването (напр. симулация на офис помещение с двама потребители на СНТ и един координатор на проучването).



Фигура 1. Подредба на стая за измерване на КВЗ

Тестваната вентилация симулира „офис среда“, „жилищна среда“ или „заведение или хотел“ съгласно европейска норма EN 15251:2007. Освен това се оценяват различни категории за един и същ вид среда според степента на контрол (напр. жилищна среда I, II; III). Ефектът на СНТ върху КВЗ се оценява чрез използване на пълнолетни пушачи или потребители на СНТ и сравняване на условията с такива, при които не се използва никакъв продукт.

Измерени са концентрациите на 23 вещества, представители на седем категории - стандарти за измерване на вторичен дим по ISO, стандарти по ISO за измерване на общо количество летливи органични съединения (ОЛОС), карбонили, летливи органични съединения (ЛОС), специфични за тютюна нитрозамини, специфични за продукта вещества (формиращи аерозола) и газове<sup>a</sup>. Всички методи на изпитване, както и самата стая, са валидирани и акредитирани по ISO 17025.

Измерените съставни вещества са:

- Суспендирани прахови частици (RSP) < 2.5 µm в диаметър (офлайн и/или измерване в реално време)
- Свързани с тютюневия дим маркери за горене (ултравиолетови прахови частици (UVPM), флуоресцентни прахови частици (FPM), соланезол)
- Специфични за тютюна маркери в газова фаза: (3-етенилпиридин, никотин)
- Летливи органични съединения (ЛОС) (1,3-бутадиен, акрилонитрил, бензен, изопрен, толуен)
- Карбонили с ниско молекулярно тегло (ацеталдехид, акролеин, кротоналдехид, формалдехид)

<sup>a</sup> Летливи органични съединения, специфични за тютюна нитрозамини, вещества, формиращи аерозола на втори етап. Феноли (хидрохинон, катехол) в процес на разработка до достигане на пълния списък от 25 вещества във въздуха в затворени помещения.

- Специфични за тютюна нитрозамини (TSNAs) (N-нитрозонорникотин (NNN), никотин-произведен нитрозамин кетон (NNK))
- Специфични за продукта маркери (глицерин, пропилен гликол)
- Газове (въглероден оксид, азотен оксид, комбинирани окиси на азота).

Фоновите концентрации на всички вещества са измерени, когато участниците са в стаята при еквивалентни условия, но не пушат и не употребяват СНТ.

Резултатите от измерванията са представени в обобщен вид по-долу в Таблица 1<sup>b</sup>. Влиянието на СНТ е пресметнато, като разлика в средните концентрации между сесиите, в които продуктът се ползва и тези с фонов въздух.

µg/m <sup>3</sup>	Analyte [unit]	TBS vs Background (difference in units)					Cigarette vs Background (difference in units)				
		Residential I	Residential II	Residential III	Office	Hospitality	Residential I	Residential II	Residential III	Office	Hospitality
0	RSP gravimetric [µg/m <sup>3</sup> ]						236	268	657	204	147
1	UVPM-TMSP [µg/m <sup>3</sup> ]						39.6	40.8	92.1	38.5	18.4
5	FPM-scopoletin [µg/m <sup>3</sup> ]						8.05	8.5	20.4	7.88	4.04
10	Solaneseol [µg/m <sup>3</sup> ]						10.2	9.84	23.8	10.2	4.68
15	3-Ethenylpyridine [µg/m <sup>3</sup> ]						6.02	7.61	10.5	6.39	3.94
20	Nicotine [µg/m <sup>3</sup> ]	0.69	1.81	0.70	1.10	0.66	29.7	29.1	49.8	34.7	34.6
25	Acetaldehyde [µg/m <sup>3</sup> ]	2.66	5.09	3.26	3.65	1.40	70.2	83.8	123	58.8	33.1
30	Acrolein [µg/m <sup>3</sup> ]						6.94	5.65	11.6	6.42	3.03
35	Crotonaldehyde [µg/m <sup>3</sup> ]						2.19	2.11	3.54	2.04	0.99
40	Formaldehyde [µg/m <sup>3</sup> ]						27.1	35.5	58.4	28.9	17.5
50	Acrylonitrile [µg/m <sup>3</sup> ]						2.53	3.61	5.26	2.61	1.36
60	Benzene [µg/m <sup>3</sup> ]						7.09	9.24	14.4	6.58	3.5
70	1,3-Butadiene [µg/m <sup>3</sup> ]						13	16.8	17.4	12.6	5.79
80	Isoprene [µg/m <sup>3</sup> ]						71.5	99.4	164	75.9	37
90	Toluene [µg/m <sup>3</sup> ]						11.1	26.1	25	14.9	8.76
100	TVOC [µg/m <sup>3</sup> ]	n/m			n/m	n/m	n/m	144	451	n/m	n/m
150	NNN [ng/m <sup>3</sup> ]	n/m	n/m		n/m	n/m	n/m	n/m	8.89	n/m	n/m
200	NNK [ng/m <sup>3</sup> ]	n/m	n/m		n/m	n/m	n/m	n/m	1.49	n/m	n/m
400	Glycerin [µg/m <sup>3</sup> ]	n/m	n/m	12.1	n/m	n/m	n/m	n/m	10.3	n/m	n/m
650	Propylene glycol [µg/m <sup>3</sup> ]	n/m	n/m		n/m	n/m	n/m	n/m	60.5	n/m	n/m
	CO (ppm)						1.63	2.17	2.66	1.58	0.92
	NO (ppb)						26.2	35.6	59.4	27	14.8
	NO <sub>2</sub> (ppb)				0.52		29.4	39.7	62.8	29.4	15.3

Таблица 1. Влияние при ползването на СНТ и пушенето на цигари Marlboro Gold върху КВЗ, измерени в специална стая при контролирани условия

Има качествени и количествени разлики между аерозола, отделен в околната среда при употреба на продукт с нагряване без горене със СНТ и вторичния дим от пушене на цигара, а именно липса на маркери за горене и на емисии вторичен дим при ползване на СНТ. От всички измерени съставни вещества само три – никотин, ацеталдехид и глицерин – се установяват във всички измерени проби, но в много ниски концентрации, които могат да се дължат на употребата на СНТ<sup>c</sup>. Тези концентрации обаче са под

<sup>b</sup> Изследванията на жилищна среда I и II, офис среда, и заведения са проведени през 2014-2015 г.. Изследването на жилищна среда III е проведено през 2016 г.

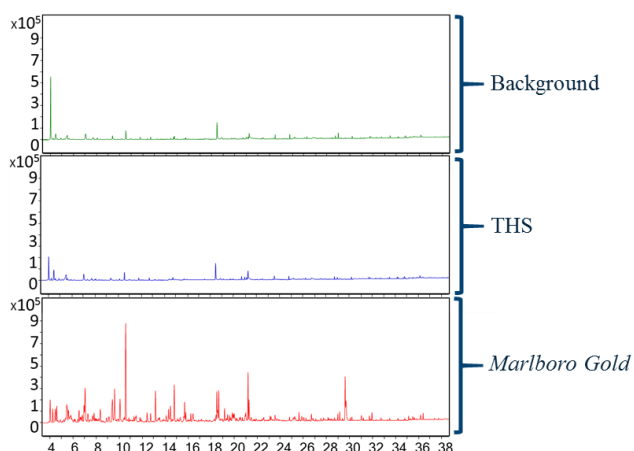
n/m: не е измервано (не имало наличен метод по време на провеждане на експеримента).

<sup>c</sup> NO<sub>x</sub> се измерват в една от две проби за заведения и не се установяват в други условия на средата. Съответно не може да се твърди, че се дължи на употребата на СНТ, а по-вероятно е резултат от външно замърсяване.

максималните нива на излагане, определени в стандартите за качество на въздуха.

Максималните концентрации на ацеталдехид при употреба на СНТ за всички симулирани условия са значително под нивата на хронично излагане, определени от Службата за оценка на здравен риск ( $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>5</sup> и от граничните прагове за ЕС ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>6</sup>. Също така максималната концентрация на никотин при употреба на СНТ е доста под праговете за професионално излагане за ЕС ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>7</sup> и допустимите норми на излагане, определени от Агенцията за професионална безопасност и здравословни условия на труд на САЩ ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>8</sup>.

Концентрациите на глицерин, измерени при употреба на СНТ, също са под референтните стойности, определени от Американската конференция на промишлените хигиенисти ACGIH, 2001 ( $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Освен това химичният състав на фоновия аерозол и аерозолът, отделен в околната среда от СНТ са на практика сходни за разлика от вторичния дим, както се вижда от профила на ЛОС (ЛОС дава количествена стойност на ЛОС и отпечатък на летливи органични съединения с точка на кипене от  $50^\circ\text{C}$  до  $260^\circ\text{C}$ ).



Фигура 2. Профил на ЛОС

В заключение може да се каже, че резултатът от проучванията показва, че употребата на СНТ в затворени помещения няма отрицателен ефект върху качеството на въздуха в рамките на граничните стойности, заложи от различните ръководства за качество на въздуха и когато са използвани в условия, при които се спазват законовите норми за вентилация.

**ВАЖНА ИНФОРМАЦИЯ:** Този бюлетин се издава от Филип Морис Интернешънъл. Той се издава с цел оповестяване и разпространение на научна информация, а не за рекламни или маркетингови цели, свързани с изделия, съдържащи тютюн или никотин. Съдържанието на бюлетина не е и не следва да се тълкува като предложение за продажба или приканване за покупка на който и да е продукт на ФМИ или неговите филиали. Съдържанието на бюлетина не е и не трябва да се тълкува и като ангажимент, гаранция или описание на който и да е продукт на ФМИ или негови филиали.

## Източници

1. United States Environmental Protection Agency (EPA) <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>
2. World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen, Air Quality Guidelines for Europe. Second ed. 2000: WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
3. Guerin, M.R., Jenkins, R.A., Tomkins, B.A., 1992. The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke: Composition and Measurement. Lewis Publishers Inc., Boca Raton.
4. Mitova, M. I., et al. (2016). Comparison of the impact of the Tobacco Heating System 2.2 and a cigarette on indoor air quality. Regul Toxicol Pharmacol 80: 91-101. (@PMI Science) (PMID: 27311683) - doi:10.1016/j.yrtph.2016.06.005
5. Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA) (2008) Acetaldehyde, Number 75-07-0CAS. <https://oehha.ca.gov/chemicals/acetaldehyde>
6. Kotzias D, et al. (2005) The INDEX Project – Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU, INDEX EUR 21590 EN; <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC34304>
7. European Agency for Safety and Health at Work, 2006. Directive 2006/15/EC - Indicative Occupational Exposure Limit Values, Official Journal of the European Union <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/commission-directive2006-15-ec>.
8. Occupational Safety and Health Administration, 1978. Occupational Health Guideline for Nicotine (accessed 06.06.16.). [www.cdc.gov/niosh/docs/81-123/pdfs/0446.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/docs/81-123/pdfs/0446.pdf).

For additional information:

**PMIScience.com**

