МЕЃУНАРОДЕН СЛАВЈАНСКИ УНИВЕРЗИТЕТ

ФАКУЛТЕТ ЗА ТЕХНИЧКИ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА
НАСОКА: **Софтверски технологии**

МАГИСТЕРСКА РАБОТА

Современи сензорски и биосензорски системи – примена во невро маркетинг и заштита на животната средина

Ментор:
Проф. Д-р. Сашо Манасов

Изработил:
Ален Јашаровски

Мај, 2024
Св. Николе

СОДРЖИНА

Вовед ---------- 2

1. Десет најштетни загадувачи што ги вдишуваме секој ден ---------- (5)

2. Како загадувањето на надворешниот воздух влијае на квалитетот на внатрешниот воздух ---------- (13)

3. Како да се минимизира изложеност на загадување? ---------- (18)

4. Јаглерод диоксид во затворени простории ---------- (19)

5. PM2.5 честички ---------- (30)

6. Во непроветрен простор CO2 и PM честички може да се насоберат до опасни нивои ---------- (38)

7. Јаглерод моноксид ---------- (40)

8. Азот диоксид ---------- (46)

9. Сулфур диоксид ---------- (53)

10. Устрафини честички ---------- (57)

11. Испарливи органски соединенија ---------- (69)

12. Практично истражување ---------- (73)

13. Анализа на добиените резултати ---------- (73)

Заклучно согледување ---------- (95)

Користена литература ---------- (97)

Вовед

Кога зборуваме за ефекти од загадувањето на воздухот во затворени простории, се мисли на ефекти од загадувањетна воздухот во затворени простории врз здравјето на човекот, вклучувајќи ги возрасните и децата.

Возрасните и децата се погодени различно од загадување на воздухот во затворените простории. Зоната за дишење на детето, дефинирана како област до еден метар од подот, е местото каде што децата го поминуваат поголемиот дел од своето време во затворени простории. Ова значи дека наизглед безопасните задачи во домаќинството, како што се поставување теписи или бојадисување соби, може да им наштетат на децата, што резултира со големи здравствени проблеми. Тековните системи за вентилација претпоставуваат дека загадувачите се распределуваат рамномерно.

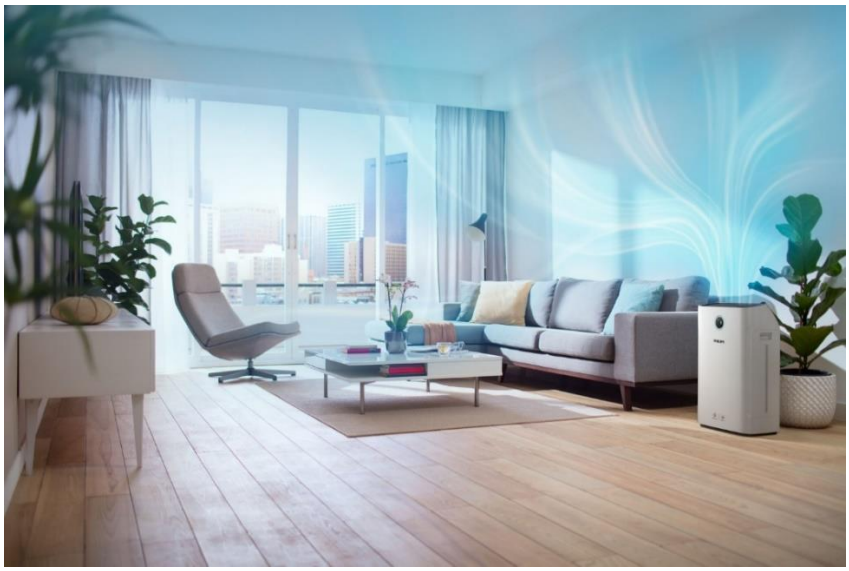
Различни загадувачи можат да се појават во различни слоеви во воздухот во затворен простор. Загадувањето на воздухот во затворените простории предизвикува сериозни здравствени проблеми кои може да се избегнат.



Според **Светска здравствена организација**[1]: Загадувањето на воздухот во домаќинството предизвикува незаразни болести, вклучувајќи мозочен удар, исхе-

[1] Puthumana JS, Ngaage LM, “Risk factors for cooking-related burn injuries in children”, WHO Global Burn Registry, 2022

мична срцева болест, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ) и рак на белите дробови. Скоро половина од смртните случаи поради пневмонија кај децата под 5-годишна возраст се предизвикани од честички (саќи) вдишени од загадување на воздухот во домаќинствата. Правилната вентилација е една од најефикасните мерки за превенција. Кога се комбинираат со зголемена свест и разбирање за ризикот, овие едноставни стратегии можат да помогнат да се намали ризикот од изложеност на загаден воздух во затворени простории и за децата и за возрасните.



Многу гасови и испарувања во нашиот дом се извор на загадување на воздухот во затворени простории и тие се и безбојни и без мирис. Тие можат да му наштетат на здравјето на луѓето, затоа треба да избегнуваме да внесуваме дополнителни агенси кои можат да произведат токсични испарувања доколку е можно. Испарливи органски соединенија (VOCs) се штетни дури и на собна температура, предизвикувајќи главоболки, гадење, астма, па дури и рак.

Според OECD[2], загадувањето на воздухот во затворени простории се однесува на хемиска, биолошка и физичка контаминација на воздухот во затворени простории. Тоа може да резултира со негативни здравствени ефекти. Во земјите во развој, главниот извор на загадување на воздухот во затворените простории е чадот од биомаса кој содржи суспендирани честички (PM), азот диоксид (NO_2), сулфур

[2] OECD, “INDOOR AIR POLLUTION”, 2003

диоксид (SO_2), јаглерод моноксид (CO), формалдехид и полициклични ароматични јаглеводороди (PAHs).

Како последица на загадениот воздух, по еден Македонец умира на секои 4-5 часа. Популацијата во Македонија е веќе истрошена. Не живеат тука нови луѓе кои до вчера биле на чист воздух, туку граѓани, на кои кризата им се повторува секоја зима. Белодробниот и циркулаторниот систем се на тест секоја сезона. Сите сме со ослабени организми. **Ова е многу сериозна ситуација**. Граѓаните коментираат дека здравјето им се влошува, дека тераат едноподруго настинки и не можат да оздравуваат. Концентрацијата и расположението им се намалени, ги мачат главоболки. Животот им го нема вообичаениот тек зашто многумина си го ограничуваат движењето надвор.

Во нашето тешко време на стрес, тешки товари, постојано влошена еколошка состојба, квалитетот на воздухот што го дишеме е од особено значење. Квалитетот на воздухот, неговото влијание врз нашето здравје директно зависи од количината на кислород во него. Но, постојано се менува.

Не можеме да видиме ако не можеме да го контролираме она што може да нé убие. Потребно е да правиме три работи:

- Да го анализираме воздухот за да можеме да видиме каде е загадувањето.
- Го чистиме воздухот за да имаме контрола.
- Доставуваме чист воздух каде што е потребно за да не нé убие.

Најдобар начин за да обезбедиме чист воздух е да се ослободиме од автомобилите кои загадуваат, од фабриките и електраните, и секој друг извор на загадување на воздухот. Тоа е достојна цел и тоа не е нешто што ќе се случи преку ноќ. Ќе биде потребно малку време и додека чекаме сите овие извори на загадување да престанат. Мислиме би било многу добра идеја да потрошиме колку што можеме повеќе пари за да обезбедиме чист воздух за дишење. Истите пари што ги трошиме за безбедност во сообраќајот, за борба против современи болести. Зошто, воздухот во градовите, во училиштата, на работните места, во домовите, нé убива.

1. Десет најштетни загадувачи што ги вдишуваме секој ден

Еве еден вознемирувачки факт - **9 од 10 луѓе во светот дишат воздух контаминиран со високи нивои на загадувачи**.

Сите ние **несовесно** го прифаќаме загадувањето на воздухот како аспект на модерниот живот кој е неизбежен како даноци, но:

- **Што точно дишеме секој ден?**
- **Како тоа влијае на нашето здравје?**
- **И што можеме да направиме за тоа?**

Загадувачите се неверојатно различни во однос на составот, здравствените ефекти и изворите, почнувајќи од густ кафеав чад издигнат од монолитни мега-фабрики до невидливи и подмолни закани за нашето здравје и благосостојба.

Значајно е да знаеме:

- **Кои се 10 најштетни загадувачи во воздухот.**
- **Како тие влијаат на нашето здравје.**
- **Што можеме да направиме за да се заштитиме себе и нашите најблиски.**

Најчести и најопасни загадувачи на воздухот со кои веројатно ќе се сретнеме:

1.1 Честички (загадување со честички)

Загадениот воздух има пловечки честички, кои предизвикуваат многу проблеми. Честичките (исто така наречени честички во воздухот, загадување со честички или PM) вклучуваат **нечистотија**, **прашина**, **чад** и **ситни капки течност**. Воздушните честички доаѓаат во три големини: **PM10**, **PM2.5** и **ултрафини** (ultrafine).

PM10 (крупни честички)

Груби честички или PM10 се честички за вдишување со дијаметар од **2,5 до 10 микрони**.

Целата таа прашина што лебди околу нашето поткровје или застрашувачки чад што извира од шумски пожар се одлични примери за PM10 честички што можеме да ги видиме. Овие загадувачи на воздухот можат да влијаат на нашето грло, очи и нос и може да предизвикаат сериозни здравствени ефекти.

PM2.5 (ситни честички)

Ситни честички или PM2.5 се честички за вдишување со дијаметар помал од 2,5 микрони, што значи дека можат да се видат само под микроскоп. Вообичаени извори на вакви честички вклучуваат **првут од домашни миленици**, **грини од прашина**, **бактерии** и **прашина од градилишта** за изградба и уривање. PM2.5 честичките се доволно мали за потенцијално да се сместат во ткивото на белите дробови, предизвикувајќи респираторни заболувања како **астма**, **бронхитис** и **емфизем**.

Долготрајна изложеност на овие загадувачи во воздухот, исто така, може да ја намали функцијата на белите дробови и очекуваниот животен век.

Ултрафини честички (UFP)

Ултрафини честички (UFP) се со дијаметар помал од 0,1 микрон и сочинуваат приближно **90%** од сите загадувачи во воздухот.

Но, **кој загадувач е најопасен - PM10, PM2.5 или UFPs?**

UFP се најопасни честички бидејќи нивната мала големина ги прави исклучително вдишливи. Откако ќе се вдишат, тие се таложат во нашите бели дробови и се апсорбираат директно во нашиот крвоток - обезбедувајќи брза патека до кој било орган во нашето тело.

Здравствени ефекти од овие загадувачи во воздухот се особено сериозни, зголемувајќи го ризикот од **срцеви** и **мозочни удари** и **намалувајќи го нашиот животен век**.

1.2 Првут од миленичиња

Сите ги сакаме нашите крзнени пријатели, но за милиони кои страдаат од алергии на домашни миленици, тоа може да биде стресно (и загушливо) пријателство.

Виновник? Животински првут, микроскопски флеки од кожа што ги фрлаат птици, мачки, кучиња, глодари и други миленичиња со крзно или пердуви.

Првут од домашните миленици лесно се шири низ домот и надвор до училишта, болници и други јавни места - дури и ако нема присутни животни. Изложеност

на овој загадувач во воздухот може да предизвика алергии на домашни миленици, што може да предизвика симптоми како:

- Кивање,
- течење на нос,
- чешање, црвенило или насолзени очи,
- назална конгестија.

Дополнително, ако некое лице има астма, изложеност на првут од домашно миленичe може да ги влоши симптоми.



Ако сакаме да чуваме наше домашно миленичe, постојат начини да коегзистираме со домашно миленичe со контролирање на неговиот првут, користење на прочистувач на воздух во целата куќа, чистење на нашето домашно миленичe и домот и други мерки.

1.3 Полен

Полен е еден од најпознати предизвикувачи на сезонски алергии.

Секоја пролет, лето и есен, растенијата испуштаат ситни полен зрна за да ги оплодат другите растенија од ист вид. Откако ќе се пренесат во воздухот, овие досадни зрна полен можат да се инфилтрираат во нашиот респираторен систем, каде што нашето тело ги идентификува како напаѓачи и ослободува антитела за да ги нападне.

Повеќе видови на полен кои поттикнуваат алергиски реакции потекнуваат од дрвја, треви и плевел, како што е ајдучката трева. Луѓе со алергии на полен доживуваат симптоми кои се слични на алергии на домашни миленици, вклучувајќи кивање, течење на нос и назална конгестија.

1.4 Мувла

Едноставно кажано, мувлите се габи.

Повеќе луѓе ја поврзуваат мувлата со луто зелено замаглување на расипан леб, но има повеќе од 100.000 идентификувани видови мувла.

Постојат три типа на мувла: **алергени**, **патогени** и **токсигени**. Алергенските мувли може да ги влошат благите алергии, а патогените мувли може да поттикнат инфекција кај луѓе со компромитиран имунолошки систем. Токсигените мувли, како што е Stachybotrus charatrum или црнат мувла, предизвикуваат токсичен одговор кај луѓето и животните.

Вообичаени извори на овие загадувачи во воздухот во домови, деловни активности и училишта вклучуваат:

- Протекување низ покриви, ѕидови и подруми.
- кондензација на прозорци и во бањи.
- стоечка вода во одводи, на подови и во опрема за одвлажнување.
- влажни подови и теписи.

1.5 Олово

Откако оловниот бензин беше исфрлен, концентрациите на олово во воздухот се намалија во САД за 94% помеѓу 1980 и 2007 година. Сепак, индустриски процеси како што е производство на оловно-киселински батерии станаа значаен извор на олово во воздухот.

Изложеност на олово има кумулативен ефект врз нашето долгорочно здравје, што значи дека колку повеќе сме изложени на олово со текот на времето, толку е поголема веројатноста дека ќе доживееме сериозни здравствени проблеми подоцна во нашиот живот. Хронична изложеност на овој загадувач во воздухот може да резултира со:

- Сериозно оштетување на нашиот крвоток, нервен, уринарен и репродуктивен систем.
- сериозно оштетување на нашиот централен нервен систем и мозок.
- болест на бубрезите.
- смрт од труење со олово.

1.6 Испарливи органски соединенија (VOCs - Volatile Organic Compounds)

Испарливи органски соединенија (VOCs) се гасови од затворен простор што се испуштаат од цврсти материи или течности, кои значително придонесуваат за загадување на воздухот во затворени простории.

VOCs се емитуваат од многу предмети пронајдени во нашиот дом, вклучувајќи:

- Градежни материјали и покуќнина.
- бои и други растворувачи.
- средства за чистење и дезинфекција.
- освежувачи на воздух и аеросолни спрејови.
- пестициди.
- облека која била на хемиско чистење.

Изложеност на овие загадувачи во воздухот може да има низа краткорочни и долгорочни здравствени ефекти, како што се:

- иритација на очи, нос и грло.
- главоболки, губење на координација и гадење.
- оштетување на црн дроб, бубрези и централен нервен систем.
- замор.
- алергиска реакција на кожата.
- рак (VOC формалдехид е познат човечки канцероген).

1.7 Јаглерод моноксид (CO)

Јаглерод моноксид (CO), познат како “**невидлив убиец**“, е гас без мирис и боја, кој често останува неоткриен, убивајќи повеќе од 400 луѓе во САД секоја година.

Јаглерод моноксид обично се создава од процеси на согорување, како што се согорување на дрво, нафта, јаглен, природен гас и пропан, но може да се најде и во затворени простории од:

- Непроветрени греалки со керозин и гас.
- протекување на оџаци и камини.
- влечење назад од печки и бојлери.

Лесно до умерено труење со јаглерод моноксид се карактеризира со:

- Главоболки,
- замор,
- отежнато дишење,
- гадење,
- вртоглавица.

Тешко труење со јаглерод моноксид резултира со:

- Ментална конфузија,
- повраќање,
- губење на мускулна координација,
- губење на свест,
- смрт.

Бидејќи не можеме да го видиме или мирисаме овој опасен загадувач на воздухот, од клучно значење е **да инсталираме детектор за јаглерод моноксид** во ходникот во близина на секој посебен простор за спиење во нашиот дом.

Да ги провериме или замениме батериите кога го менуваме времето на часовниците секоја пролет и есен и да ги замениме детекторите на секои пет години.

Центри за контрола и превенција на болести (CDC - The Centers for Disease Control and Prevention) исто така ги обезбедуваат овие совети:

- Да се проверува и да се чисти оџакот секоја година и да се проверува дали амортизерот на огништето е отворен пред да се запали оган и добро да се затвори откако ќе се изгасне.
- Печката, бојлерот и сите други апарати за согорување на гас или јаглен нека ги сервисира квалификуван техничар секоја година.
- Да не се користат преносни хемиски грејачи без пламен во затворен простор.
- Никогаш да не се користи печка на гас за загревање на домот.
- Никогаш да не користиме генератор во нашиот дом, подрум или гаража, или на помалку од 20 метри од кој било прозорец, врата или отвор за вентилација. Фатално ниво на јаглерод моноксид може да се произведе за само неколку минути, посебно ако вратите и прозорците се отворени.
- Никогаш да не работи мотор на автомобил во гаража која е прикачена (во склоп) на куќа, дури и со отворена врата од гаражата. Секогаш да биде отворена вратата на одвоена гаража за да пропушти свеж воздух кога работи мотор на автомобил внатре.

1.8 Озон (O_3)

Озон (О3) е природен гас кој се наоѓа во горната атмосфера на Земјата, каде што помага да се блокира штетната ултравиолетова светлина од сонцето. Меѓутоа, кога озонот се наоѓа на ниво на земја (приземен озон), тој е токсичен за човекот.

Озонот на ниво на земја (приземен озон) се формира кога загадувачи што се испуштаат од автомобили, електрани, рафинерии и други извори хемиски реагираат во присуство на сончева светлина. Дали некогаш сме се запрашале зошто има повеќе смог во жешки летни денови? Тоа е затоа што **колку е потопол денот и колку е посилно сонцето, толку повеќе се формира озон**.

Изложеност на загадување со озон може да предизвика мноштво алармантни здравствени ефекти, вклучувајќи:

- Отежнато дишење и кашлање,
- напади на астма,

- зголемен ризик од респираторни инфекции,
- зголемен ризик од мозочен удар,
- зголемен ризик од прерана смрт.

1.9 Азот диоксид (NO_2)

Азот диоксид (NO2) е гас со остар мирис кој се формира како резултат на патнички сообраќај и други процеси на согорување на фосилни горива.

Азот диоксид е исто така претходник на:

- Озон,
- честички и
- игра улога во формирање на кисел дожд.

Ќе се сретнеме со овој загадувач на воздухот во затворен простор ако нашиот грејач или шпорет на гас не се вентилирани (исто како и јаглерод моноксид). Азот диоксид може да предизвика здравствени ефекти како што се:

- Иритација на белите дробови,
- помала отпорност на респираторни инфекции.

1.10 Сулфур диоксид (SO_2)

Сулфур диоксид (SO2) е безбоен гас или течност со силен, лут мирис.

За жал, присуството на сулфур диоксид во воздухот е речиси исклучиво вештачко. Сулфур диоксид се произведува кога фосилни горива како што се јаглен и нафта се согоруваат во индустриски процеси и кога се топат минералните руди како алуминиум.

Овој штетен гас е исто така често одговорен за предизвикување слаба видливост и кисели дождови. **Краткорочни** здравствени ефекти од изложеност на сулфур диоксид вклучуваат:

- иритација на носот и грлото.
- отежнато дишење.
- смрт (краткорочна изложеност на високи нивои на SO2).

Долгорочни здравствени ефекти од изложеноста на сулфур диоксид вклучуваат:

- трајни промени во функцијата на белите дробови.
- акутни респираторни заболувања.

2. Како загадувањето на надворешниот воздух влијае на квалитетот на внатрешниот воздух?

Загадувањето на воздухот на отворено обично е главна причина за главни наслови за квалитетот на воздухот.

Речиси 7 милиони луѓе умираат во светот од загаден воздух секоја година поради срцеви заболувања и респира-торни состојби поврзани со загадувањето на воздухот. Само во 2020 година, над 160.000 луѓе умреле од загаден воздух во само пет од најнаселените градови во светот.

За споредба, разликата помеѓу загадувањето на воздухот внатре и надвор не изгледа толку сериозна. Но, истражувањата сугерираат дека **загадувањето на воздухот внатре и надвор се тесно поврзани**.

Разбирањето на врската помеѓу квалитетот на воздухот внатре и надвор е **наше најсилно оружје против ефектите на загадувачите врз нашето здравје**.

Влијанието на нашето однесување

Нашето однесување и животна средина влијаат на интеракцијата помеѓу внатрешните и надворешните загадувачи, така што менувањето на нашите навики и на нашиот дом е од клучно значење за минимизирање на ефектот на загадувањето на надворешниот воздух врз воздухот во затворени простории.

Дали квалитетот на воздухот во затворени простории е подобар од надвор?

Квалитетот на воздухот во затворени простории може да биде посмртоносен наспроти загадувањето на надворешниот воздух бидејќи тоа влијае на нас на места каде што поминуваме **80%** или повеќе од нашето време секој ден – а загадувањето на надворешниот воздух што доаѓа во затворен простор може да се зголеми до екстремно високи концентрации.

Двегодишното истражување на речиси 10.000 учесници, спроведено од Националната лабораторија Лоренс Беркли (Lawrence Berkeley National Laboratory), покажа дека луѓето поминуваат околу **87%** од денот во домови или згради, а уште **6%** во затворени возила.

Неколку извештаи на Американската агенција за заштита на животната средина (EPA) покажаа дека нивои на загаденост на воздухот во домови, работните места и училишни училници обично се **2-5 пати повисоки** од нивои на загадување на отворено и можат брзо да станат до **100** пати полоши од загадувањето на надворешниот воздух.

Што го прави квалитетот на воздухот во затворени простории многу посмртоносен наспроти загадувањето на надворешниот воздух?

Прво, треба да се знае дека загадувањето на надворешниот воздух (генерално ги содржи следниве загадувачи:

- **PM10**: честички помали од 10 микрони, како што се прашина, полен и мувла (за референца, човечкото влакно е со големина од 50-70 микрони). Многу честички PM10 на отворено имаат природни извори, како што се градежништво и земјоделски активности.
- **PM2.5**: честички помали од 2,5 микрони. Повеќето PM2.5 на отворено се произведуваат од човечка активност, како што се **издувни гасови од возилата, емисии на фабрики** и **чад од согорувањето на дрво и горива од биомаса**. PM2.5 е исто така главна компонента на **чад од шумски пожари**.
- **Ултрафини честички**: Ултрафините честички: (UFP-Ultrafine particles) се помали од 0,1 микрон во дијаметар. Овие ситни честички можат да навлезат преку ткивото на белите дробови во крвотокот и речиси во секој орган во телото.
- **Приземен Озон**: Честопати само наречен **смог**, тропосферскиот (на ниво на земја) озон (O3) произлегува од **реакција на топлина** со **загадувачи ниско во атмосферата**. Гасови од возила и индустриски процеси, како што се **азотниот оксид** (NOx) и **испарливите органски соединенија** (VOCs) се **најчестите извори на озон**.

Концентрациите на овие надворешни загадувачи постојано се зголемуваат и опаѓаат поради промените во времето, климата и човековата активност.

На пример, надворешните загадувачи може да се наталожат во долниот дел на атмосферата поради **температурни инверзии**. Ова се случува за време на **периоди на студено време** кога топол воздух се издигнува во горниот дел од атмосферата и го заробува студениот воздух под него, предизвикувајќи загадувачи да се наталожат на мала надморска височина.

Загадувачи на надворешен воздух може да се наталожат поради температурни инверзии - за време на периоди на студено време, топол воздух се крева во горниот дел на атмосферата, заробувајќи ладен воздух и загадувачи под него

Концентрациите, исто така, може брзо да се зголемат наутро за време на сообраќајот во сообраќаен шпиц, но се намалуваат штом сообраќајот се намали, а ветерот и топлината ќе го исчистат воздухот од вишокот загадувачи со тоа што ќе ги растераат на струите на ветерот и ќе им дозволат да се издигнат повисоко во атмосферата.

Во оваа смисла, Земјата има своја природна технологија за прочистување на воздухот која ги распрснува надворешните загадувачи надалеку и нашироко, помагајќи да се задржат концентрациите на загадениот воздух на релативно безбедно ниво во поголемиот дел од светот.

Но, загадувачите на воздухот **во затворени простории** не се секогаш изложени на слични процеси за да се минимизираат нивните концентрации. Вентилацијата може да внесе свеж надворешен воздух за да ги разреди внатрешните загадувачи, но исто така може да внесе уште повеќе загадувачи во нашиот внатрешен воздух од загадениот надворешен воздух, особено за време на настани со екстремно загадување на воздухот, како што се шумски пожари.

Загадувачи од надворешниот воздух се инфилтрираат во нашиот внатрешен воздух на начини кои можеби не се веднаш очигледни - најчесто, преку отворени прозорци и врати, како и преку пукнатини во ѕидовите, вратите и заптивките на прозорците.

Отворање прозорци и врати

Кога нашиот дом или зграда се чувствуваат затнати (застоен воздух), нашиот прв инстинкт можеби е да ги отвориме прозорците и вратите за да влезе "**свеж воздух**".

Но, кога нивото на надворешни загадувачи и индексот на квалитетот на воздухот е висок, проветрувањето на внатрешните простории со надворешен воздух може да го влоши загадувањето на нашиот внатрешен воздух. Во такви случаи, квалитетот на воздухот во затворен простор наспроти надворешен квалитет може да биде подобар со затворени прозорци.

Општо земено, се препорачува редовно да се пропушта многу надворешен воздух за да се намалат концентрациите на внатрешните загадувачи и токсични гасови, како што се **ултрафини честички** и **јаглерод диоксид** (CO_2).

Но, нашата изложеност на надворешни PM10 и PM2.5 значително се зголемува кога загадениот надворешен воздух ќе се инфилтрира во нашиот дом или канцеларија во толку големи количини.

Извештај од 2016 година од Одборот за здравје на населението и практика на јавно здравје (the Board on Population Health and Public Health Practice) покажа дека некаде од **10 до 100 проценти од загадувањето на воздухот во затворени простории** се состои од загадување на надворешниот воздух што се инфилтрирало во внатрешниот воздух.

Озонот и други надворешни гасови на отворено може да навлезат во дом или зграда преку процеси на вентилација, па дури и да реагираат со хемикалии во нашите градежни материјали за да создадат штетни хемиски нуспроизводи.

Истражувањата покажуваат дека озонот во затворен простор од надворешни извори, дури и на ниски нивои, може да предизвика симптоми на астма и да доведе до респираторни проблеми.

Студијата од 2009 година во списанието за астма (the Journal of Asthma) покажа дека **зголемени нивои на озон во затворен простор**, особено за време на топлите летни месеци, се тесно поврзани со опструкција на дишните патишта, зголемени нивои на бели крвни зрнца поврзани со воспаление и намален квалитет на живот кај луѓето со астма и алергии.

Студијата од 2019 година во Frontiers in Immunology, исто така, откри врска помеѓу **озонот на ниво на земја** и долгорочните здравствени ефекти како симптоми на итна респираторна болест, нарушена функција на белите дробови и повисоки ризици од смрт од срцеви и белодробни заболувања.

Ако се прашуваме "**на кое AQI треба да ги затворам прозорците**", според упатствата на Светската здравствена организација (СЗО), најдобро е да избегнува изложеност на просечен час на **PM2,5 над 15 µg/m3**. Тоа во превод значи **AQI** на САД од **57 (AQI > 57)**. Сепак, подеднакво е важно да се запамети дека **ниту една количина на изложеност на загадување на воздухот не е безбедна**.

Пукнатини во ѕидови и прозорци

Најзлобни точки за влез на надворешни загадувачи на воздухот се ситни, често незабележливи пукнатини, отвори и празнини во нашите ѕидови и прозорци.

Постари, помалку енергетски ефикасни домови се особено подложни на истекување на надворешни загадувачи во затворени простории, бидејќи тие се помалку херметички од поновите, енергетски ефикасни домови **специјално дизајнирани да ја ограничат стапката на размена помеѓу внатрешниот и надворешниот воздух**.

Постарите домови, исто така, имаат тенденција да бидат повеќе оштетени од возраста и временските услови. Ова предизвикува да се расипат пломбите и временските осигурачи околу вратите, прозорците и другите отвори, што прави малку за да се спречи навлегување на загаден надворешен воздух.

Студијата од 2015 година во Science and Technology in the Built Environment покажа дека домовите што протекуваат резултирале со највисоки нивои на човечка изложеност на PM2.5 и UFPs. Во некои случаи, дури и домови што користат филтрација на воздухот MERV 5 не можеа да го филтрираат доволно загадувањето на воздухот во затворени простории за да спречат изложеност.

Но, поновите, херметички домови имаат и свои лоши страни. Бидејќи размената помеѓу внатрешниот и надворешниот воздух во овие домови е низок, загадувачите кои влегуваат внатре побрзо се собираат (зголемуваат).

Некои од овие загадувачи, како што се озон и азот диоксид кои се наоѓаат во **издувните гасови од возилата**, реагираат со ис-пуштање гасови од градежни

материјали и мебел, како и со хемикалии во средс-твата за чистење и други предмети за домаќинството, создавајќи нови соединенија како **формалдехид** кои го прават воздухот во затворените простории уште повеќе токсичен.

3. Како да се минимизира изложеност на загадување?

Без разлика дали сме загрижени за квалитетот на воздухот внатре наспроти квалитетот на воздухот надвор, секогаш сме изложени на ризик од изложеност на загадувачи во воздухот и од внатрешни и од надворешни извори. Следни совети кои ќе ни помогнат да ја намалиме изложеноста на надворешни и внатрешни загадувачи на воздухот:

- **Да се следи квалитетот на воздухот во затворените простории**. Податоци за квалитетот на воздухот во реално време (во живо) можат да нé информираат кога воздухот ни станува премногу загаден и да укажат кога треба да ги ублажиме изворите и ефектите на загадувањето на воздухот. **Да се користи монитор за квалитетот на воздухот што користи ласерски и инфрацрвени сензори за мерење на нивои на загаденост на воздухот во реално време**, особено **PM2.5** и **CO2** кои можат да се зголемат до опасни нивои во затворен простор.
- Да ги контролираме изворите на загадување во затворен простор. **Мувла**, **прашински грини**, **гасови од готвење и загревање** и **чад од тутун** се најзначајни извори на загадување на воздухот во затворени простории. За да ги ограничиме овие извори:
    - Да го одржуваме нивото на влажност во затворен простор околу **40%** за да спречиме појава на мувла.
    - Да се користи аспиратор над шпоретот за да ги фатиме токсичните хемикалии произведени при готвење.
    - Никогаш да не пушиме во затворен простор. Тутунот содржи над **4.000 хемикалии**, вклучително и **60 канцерогени**, кои оставаат остатоци од чад од трета рака на нашиот тепих, ѕидови, па дури и прашина.

- **Мудро да го проветруваме домот**. Да ги отвораме прозорците и редовно да користиме вентилатори за да ги растераме загадувачите во затворен простор. Но, ако загадувањето на отворено се искачи на нездраво ниво, треба да ги држиме вратите и прозорците затворени додека не се подобри квалитетот на воздухот. Во меѓувреме, **прочистувач на воздух со високи перформанси со филтер за гас и мирис** може да ги филтрира и честичките и гасовите во нашиот внатрешен воздух.

4. Јаглерод диоксид (CO_2) во затворени простории

Јаглерод диоксидот (CO2) е невидлив гас без мирис што го забележуваат човечките сетила.

Составен од атом на јаглерод и два атоми на кислород, CO2 во затворен простор е многу чест и главно безопасен во мали количини. Но, при високи концентрации, CO2 може да го смени кислородот и да предизвика штета, па дури и смрт.



Слика. Сензорски уред кој мери загадување на воздухот во затворен простор

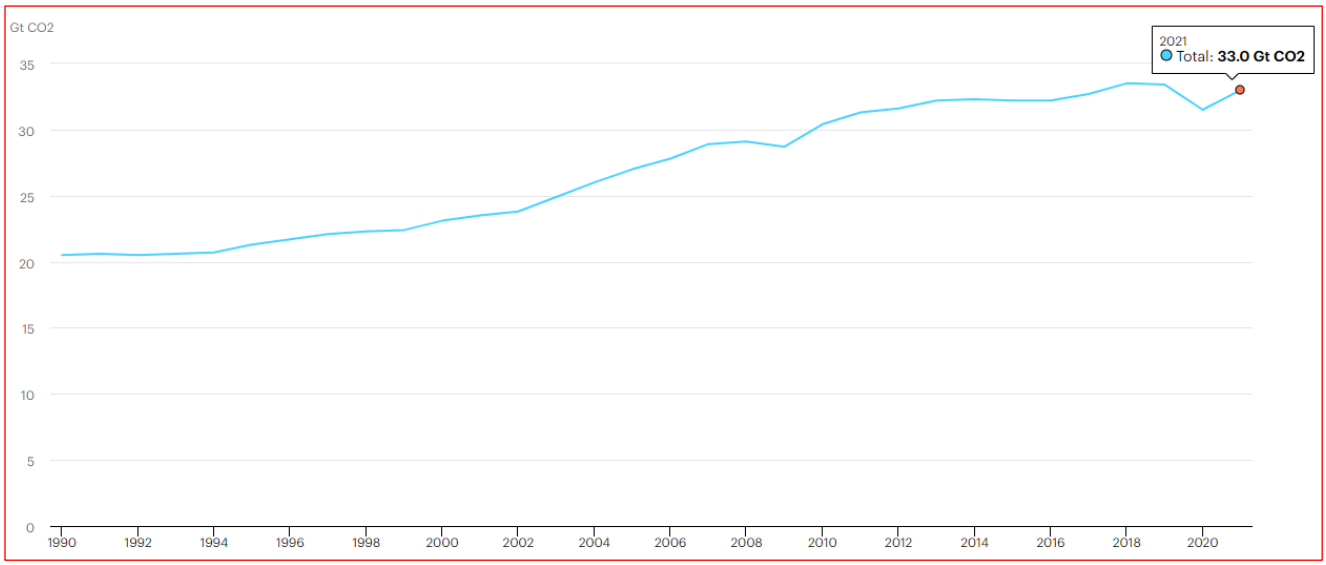
Вентилацијата со свеж воздух е примарен метод за намалување на концентрациите на CO2 во затворени простории. Составувањето на CO2 во затворените простории може да биде особено проблематично во многу простори поради не-

достатокот на вентилација кога прозорците и вратите се затворени во топли или загадени денови.

Зголемени емисии на CO2 ширум светот, исто така, претставуваат закана за нивои на CO2 во затворени простории, бидејќи надворешниот атмосферски CO2 (стаклен ички гас) може да навлезе во затворени простории. Од 1990 година, емисиите на CO2 се зголемија за речиси 61 отсто, од околу 20 гигатони на речиси 35 гигатони во 2021 година (Слика 1).

Од 1990 година, емисиите на CO2 се зголемија за речиси 61% од нешто над 20 гигатони на скоро 35 гигатони во 2021 година.

Иако емисиите на CO2 се намалија за речиси 6 проценти во 2020 година од намалените човечки активности поради пандемијата COVID-19, нивоата на CO2 во голема мера се вратија на нивните нивоа пред пандемијата и се очекува да се зголемат за уште најмалку 5 проценти во текот на 2021 година.



Слика: Глобални емисии на CO2 1990-2021 година (во гигатони), со вкупен пораст од скоро 61% од 1990 година. Извор: Меѓународна агенција за енергија (IEA - International Energy Agency)

Отворањето на прозорците и вратите може да помогне привремено да се намали CO2 во затворен простор.

Дополнително, механичката вентилација може да помогне да се намали CO2 во затворен простор. Ова исто така може да помогне да се намалат другите

вообичаени загадувачи во затворен простор, како што се испарливите органски соединенија (VOCs) честички, вируси и бактерии преку разредување.

Следењето на CO2 во затворен простор е исто така клучно за разбирање на обемот на загадувањето на воздухот со CO2 во просторот, неговата врска со другите загадувачи на воздухот во тој простор и намалувањето на неговите здравствени ефекти.

Извори на CO2 во затворен простор

Дишењето на луѓето - поточно издишувањето - е најчестиот извор на CO2 во затворен простор.

Вдишувањето носи кислород (O2) во белите дробови и крвотокот, каде црвените крвни зрнца го носат низ телото за да ги поддржат телесните клетки. Јаглерод диоксидот се создава како отпаден нуспроизвод на кислород што го користат клетките за да генерираат енергија за метаболизмот. Црвените крвни зрнца потоа носат јаглерод диоксид назад во белите дробови, каде што се издишува назад во воздухот.

Кога издишувањето е главен природен извор, акумулацијата на CO2 во затворен простор првенствено се заснова на два фактори: големината на просторијата и бројот на лица во неа.

Колку е помал просторот и колку повеќе луѓе има во просторот, толку побрзо CO2 може да се акумулира во просторот. Ова е една од причините што воздухот во преполни конференциски сали или училници може да почне да се чувствува застоен и да направи некој да се чувствува **поспано** или **дезориентиран** дури и по кратко време.

Други вообичаени извори на CO2 во затворен простор вклучуваат:

- **испарувања од пламен на шпорет или печки**,
- **чад од камини** или **пушење цигари**,
- издувни гасови од возила од гаражи или блиски патишта и автопати,
- уреди за греење напојувани со гас или керозин,
- органска материја се распаѓа во почва под згради,
- Навлегување на CO2 од надвор во затворени простории, особено од блиски извори на фосилни горива како фабрики.

Што е јаглерод диоксид?

На собна температура, јаглерод диоксид (CO2) е безбоен гас без мирис, формиран од атоми на јаглерод и кислород. Четврти најчест гас пронајден во земјината атмосфера веднаш до азот, кислород и аргон, CO2 може да биде и течен или цврст. Во својата цврста форма, CO2 е познат како сув мраз.

Јаглерод диоксид е природен дел од јаглеродниот циклус на Земјата, кој е циркулација на јаглерод помеѓу атмосферата, растенијата, животните, почвите и океаните. Луѓето, животните, габите и микроорганизмите произведуваат CO2 а растенијата го апсорбираат.

Сепак, човековата активност од индустриската ера значително ги зголеми нивоата на **CO2** и го промени овој циклус, намалувајќи ја способноста на природните јаглеродни текови како шумите, да го отстранат од атмосферата. Јаглеродниот диоксид сега е најдобро познат како примарен стаклени̇чки гас кој се испушта преку човекова активност.



Од каде доаѓа?

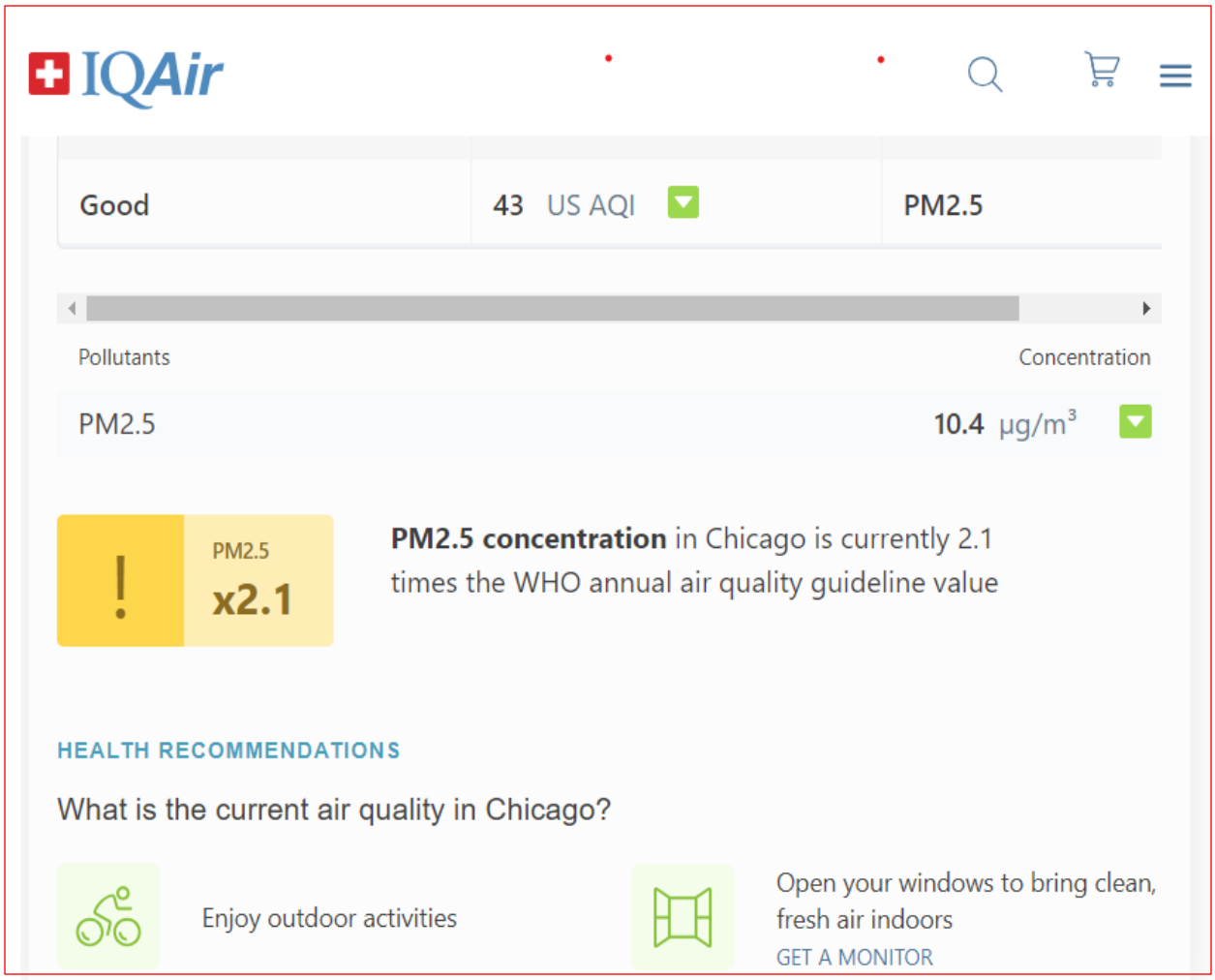
Јаглерод диоксидот создаден од човекот првенствено се произведува преку согорување на **фосилни горива** како **нафта**, **јаглен** и **природен гас** (natural gas) (**многу важно, добро**). Некои главни извори на емисии на глобално ниво вклу-

чуваат транспорт, индустрија и согорување на гориво за електрична енергија и греење.

Јаглерод диоксидот се произведува и преку природни извори како што се животните, вулканите, океаните, почвите и растенија во распаѓање.

Еден модел што го истражува јаглеродниот отпечаток на **13.000** градови покажа дека емисиите се високо концентрирани во ограничен број богати градови и предградија. Во првите десет наведени градови се вклучени:

- Сеул, Јужна Кореја.
- Гуангжу, Кина.
- Њујорк Сити, У.С.
- Хонг Конг SAR, Кина.
- Лос Анџелес, САД.
- Шангај, Кина.
- Сингапур.
- Чикаго, САД.
- Токио / Јокохама Јапонија.
- Ријад, Саудиска Арабија.



Слика. Концентрации на PM2.5 и AQI во Чикаго (19.02.2024, во 09 часот, средноевропско)

Како CO_2 влијае на нашето здравје?

Јаглерод диоксид може да се акумулира во затворени простории ако просториите не се добро проветрени. Иако е релативно нетоксичен и незапалив, CO2 може да предизвика голем број сериозни здравствени проблеми.

Високите концентрации на CO2 во затворен простор може да доведат до:

- чувство на летаргија.
- несмасност.
- емоционална вознемиреност.
- главоболки.

- тешкотии со концентрирање.
- вртоглавица.
- Повраќање, гадење.

Повисоките концентрации (на пример, **>5000 ppm** во текот на неколку часа) може да предизвикаат **зголемен пулс**, **покачен крвен притисок** или, во екстремни случаи, **кома**, **асфиксија** и **конвулзии**. Продолжен недостаток на кислород може трајно да ги оштети органите, вклучувајќи го срцето и мозокот.

Физичката активност може да ги забрза симптомите. Кога вежбаме, нашето тело користи повеќе кислород и го зголемува производството на јаглерод диоксид. Јаглеродниот диоксид циркулира во крвотокот до белите дробови, а таа циркулација се зголемува за време на вежбањето за да испрати кислород до мускулите за да можат да продолжат со движењето.

Индиректни здравствени ефекти може да се извлечат и од придонесот на CO2 во климатските промени, за што се предвидува дека негативно ќе влијаат на квалитетот на воздухот и на тој начин може да ги влоши негативните здравствени ефекти поврзани со зголемените загадувачи (како што се озон и загадување со честички).

Кои се ефекти на јаглерод диоксид врз животната средина?

Како примарен стаклени̇чки гас кој придонесува за глобалното затоплување и климатските промени, CO2 има значителни влијанија врз животната средина.

CO2 е гас што ја "**заробува топлината**" (**'heat-trapping'**), со тоа што го ограничува топлотното зрачење што допира до Земјата да не се рефлектира назад. CO2 и другите стаклени̇чки гасови придонесуваат за "**ефект на стаклена градина**" ("**greenhouse effect**"), заробувајќи сé повеќе и повеќе топлина во атмосферата на Земјата наместо да ја рефлектира топлината.

Зголемувањето на глобалните температури може да има страшни последици за нашата планета и животната средина. Неколку од последиците вклучуваат:

- зголемување на нивото на морињата.
- зголемена веројатност за суши и шумски пожари.

- губење на видови и оштетување на екосистемот.

Свеста за драматични, негативни еколошки ефекти од зголемени емисии на јаглерод доведе до глобален напор да се обиде да ги намали. Во многу случаи, намалувањето на изворите на емисиите на јаглерод (на пример, согорување на фосилни горива), исто така, ќе помогне да се намалат нивои на загадување на амбиенталниот воздух, бидејќи тие често се произведуваат од исти извори.

Како може да се следи CO2 во домот или канцеларија?

Мониторите за квалитет на воздухот од серијата **IQAir AirVisual** можат да измерат загадување од **PM2,5** и **CO2** кои можат да детектираат концентрации во опсег **400-10.000 ppm** (делови на милион). Двата загадувачи можат да достигнат високи нивои во затворен простор.

Следењето на двата загадувачи ќе ни овозможи да го балансираме одговорот на високи нивои на **PM2,5** и **CO2**. Ако нивото на CO2 во затворен простор е високо, можеби ќе сакаме да ги отвориме прозорците. Надворешниот воздух може да го разреди и да го намали таложењето на загадувачи.

Квалитетот на воздухот во затворени простории може да настрада во зима поради намалената размена на воздух, особено во енергетски ефикасни домови. **Воздухот влегува во домот** преку **инфилтрација** или **вентилација**. Инфилтрација е природен проток на воздух во домот, додека вентилацијата е намерна промена на протокот на воздух. Отворањето прозорец е природно средство за вентилација, но постојат четири механички средства за подобра вентилација на зградата:

- **издувна вентилација**: често еден голем вентилатор кој исфрла воздух од зграда.
- **вентилација за снабдување**: се состои од вентилатор и канали.
- **балансирана вентилација**: системи кои комбинираат вентилација за снабдување и издувни гасови.
- **вентилација за обновување на енергија**: системи кои го загреваат или ладат надворешниот воздух додека тој влегува.

Разбирање на нивои на CO2 во затворен простор

CO2 во затворен простор се мери во делови на милион (ppm). Колку е поголема ppm, толку е поконцентрирано создавањето на CO2.

Типичниот CO2 во затворен простор се движи од околу 400-1.000 ppm, но може да се зголеми и до 40.000 ppm во екстремни случаи.

Малите, привремени зголемувања на CO2 во затворен простор обично не се голема закана за здравјето на луѓето. Овие кратки шила често може да се решат едноставно со проветрување на просторот или со користење на високо-ефикасен HVAC механичка вентилација и систем за прочистување.

На повисоки нивои од 2.000 до 5.000 ppm и погоре, CO2 може да предизвика краткорочни симптоми кои го попречуваат вниманието и спознанието (attention and cognition), како и здравствени ефекти од долготрајната изложеност.

Нормално: 400-1.000 ppm

Нормалните концентрации на CO2 во затворен простор се движат околу 400-1.000 ppm. Ова значи дека просторот е правилно проветрен и има постојана размена на воздух.

Добро проветрениот простор што не е изложен на блиски извори на емисии на CO2, како што е фабрика или фреквентен автопат, генерално ќе доживее CO2 на долниот дел од оваа скала. Просторот на кој му недостига вентилација или лоциран блиску до главен извор на емисија на CO2 може да почне да ја зголемува вредноста на CO2.

Поновите домови, училишта и деловни згради дизајнирани со тесни обвивки на згради за поголема енергетска ефикасност имаат поголема веројатност да искусат висок CO2 поради недостаток на размена на воздух со свеж воздух на отворено. Ова е особено веројатно кога вратите и прозорците се затворени или кога механичката вентилација и технологијата на филтрирање не се доволни.

Благи симптоми: **1.000-2.000 ppm**

Над 1.000 ppm, CO2 почнува да предизвикува забележителни симптоми бидејќи кислородот во воздухот се поместува од молекулите на CO2.

Вообичаени, но благи симптоми кои често произлегуваат од CO2 во овој опсег вклучуваат:

- поспаност,
- чувство на застоеност,
- блага конфузија,
- дезориентација.

Правилната вентилација на CO2 може да помогне да се намалат овие симптоми, како и нивото на други штетни загадувачи на воздухот во затворени простории. Како резултат на тоа, некои законодавни тела наложија просечни дневни цели за CO2 во затворен простор во долниот дел од овој опсег за да се поттикне доследна вентилација.

Во оваа насока, законодавниот дом на државата Калифорнија го усвои AB-841 кон крајот на 2020 година. Меѓу другите барања за вентилација и филтрација на училиштата, овој предлог-закон постави горна граница на CO2 во затворен простор на **1.100 ppm** во училниците во Калифорнија и **бара од училиштата да постават внатрешни монитори за CO2** за да обезбеди почитување на оваа граница.

Умерени симптоми: **2.000-5.000 ppm**

Над 2.000 ppm, CO2 може да предизвика нарушување на здравјето и когнитивни симптоми, вклучувајќи:

- главоболки,
- ми се спие,
- стегање во градите,
- зголемување на отчукувањата на срцето,
- намалено внимание,
- недостаток на концентрација,
- гадење.

Слика 2 илустрира отчитување на CO2 во овој опсег, заедно со отчитувања на загадување со честички во затворен простор (во зелено) и на надворешно загадување со честички (во жолта).



Слика. Нивои на CO2 над 2.000, што укажува на умерено високи нивои на CO2 во затворен простор. Извор: IQAir AirVisual Pro. Високиот CO2 во овој опсег е исто така поврзан со синдром на болна зграда (SBS - sick building syndrome). SBS се однесува на различни симптоми кои го придружуваат лошиот квалитет на воздухот во зграда која не е соодветно вентилирана. Недостатокот на вентилација може да доведе до таложење на загадувачи на воздухот во затворените простории како CO2 и други загадувачи како бактерии, вируси и испарливи органски соединенија (VOCs).

Недостаток на вентилација може да доведе до таложење на загадувачи на воздухот во затворените простории како CO2 и други загадувачи како бактерии, вируси и испарливи органски соединенија (VOCs).

Тешки или опасни по живот симптоми: **5.000-40.000 PPM**

Над 5.000 ppm, поместување на кислород предизвикано од висок CO2 во затворен простор резултира со забележливи и потенцијално опасни по живот симптоми, зголемувајќи го ризикот од:

- губење на свест,
- заматен вид,
- потење,
- тресење,
- висок пулс,
- асфиксија,

- смрт.

При ова високо ниво на изложеност, може да биде потребен респиратор или итен медицински третман за да му се помогне на поединецот да добие доволно кислород за да дише нормално повторно, особено по долги периоди на изложеност.

Многу регулаторни тела, како што е американската Управа за безбедност и здравје при работа (OSHA - the U.S. Occupational Safety and Health Administration), поставија строги ограничувања за да помогнат во спречувањето на CO2 на работно место да надмине 5.000 ppm.

Повеќе регулативи го третираат CO2 како асфиксирачки гас и не дозволуваат 8-часовната изложеност на CO2 на работното место да надмине 5.000 ppm. Неусогласеноста може да резултира со прекршување казниво со парични казни, па дури и затвор, доколку поединците се сериозно повредени или умираат поради изложеност на CO2.

CO_2 и загадувањето на воздухот

Не постои директна корелација помеѓу CO2 во затворени простории и други вообичаени загадувачи на воздухот во затворени простории, како што се честички (PM) или VOCs.

Во некои случаи, CO2 во затворен простор може да покаже однесување спротивно на она на други загадувачи на воздухот во затворени простории. На пример, отворање на прозорец во загаден ден може да го намали CO2 во затворен простор, но да ги зголеми PM10, PM2,5 и други загадувачи на надворешниот воздух што продираат во внатрешниот простор.

Меѓутоа, условите кои водат до високи нивои на CO2 може да ги зголемат и концентрациите на PM или VOC во затворен простор. Во слабо вентилиран или нефилтриран простор, и CO2 и другите загадувачи на воздухот во затворен простор може да се насоберат до опасни нивои и да резултираат со широк спектар на здравствени ефекти.

5. PM2.5 честички

Честички, или **PM**, се однесуваат на честички кои се наоѓаат во воздухот, вклучувајќи прашина, саѓи, нечистотија, чад и капки течност.

PM2.5 честичките имаат дијаметар од 2,5 микрони или помалку. PM2.5 честичките се толку мали што можат да се видат само со електронски микроскоп.

Од сите мерки за загадување на воздухот, загадувањето со PM2.5 претставува најголема закана за здравјето. Поради својата мала големина, PM2.5 може да остане суспендиран во воздухот долги временски периоди и може да се апсорбира длабоко во крвотокот при вдишување.

Кои се извори на загадување со PM2.5?

Честичките може да се испуштаат директно од вештачки или природни извори, при што вештачките извори генерално резултираат со поголема количина на PM2,5.

Некои од најчести **вештачки извори** на загадувач PM2.5 се:

- согорување на мотори,
- согорување во електрана,
- индустриски процеси,
- печки, камини и горење домашно дрво,
- чад од огномет,
- пушење тутун,
- палење замјоделски површини после жетва (стрништа).

Природните извори на PM2.5 може да вклучуваат:

- прашина,
- саќи,
- нечистотија,
- сол од ветер (windblown salt),
- спори на растенија,
- полен,
- чад од шумски пожари.

Доминантни извори на квалитетот на воздухот PM2,5 може да варираат во зависност од сезоната, времето, климата, нивото на урбанизација, земјата и регионот.

Студија од 1994 година во Atmospheric Environment ги разгледа изворите на PM2.5 во Соединетите Американски Држави, утврдувајќи дека **согорувањето на биомаса** е најголем придонес за загадувањето со PM2.5 на северозападот, додека согорување на нафта е доминантен извор на североисток и во поголемите пристанишни градови.

Извори на загадувачи може да вклучуваат емисии кои доаѓаат од соседните земји. Студијата од 2019 година за придонеси на извори во Канада објавена во Environmental Science and Technology покажа дека **33%** од загадувачот PM2.5 во централна Канада потекнува од САД.

Истата студија откри дека **затоплувањето на домовите** е примарен извор на PM2,5 во Централна Канада, додека шумски пожари се одговорни извори за загадување со PM2,5 во Северна и Западна Канада и Атлантикот.

Кои се хемиските компоненти на PM2.5?

PM2.5 може да се создаде од други загадувачи кои хемиски реагираат во атмосферата.

Хемиска реакција помеѓу гасови може да биде извор на PM2.5 загадувачи, вклучувајќи реакции помеѓу:

- сулфур диоксид,
- азотни оксиди,
- амонијак,
- црн јаглерод,
- минерална прашина,
- вода,
- испарливи органски соединенија (VOC - volatile organic compounds).

Како загадување со PM2.5 влијае на нашето здравје?

Микроскопската големина на **PM2.5** го зголемува неговиот потенцијал да се смести длабоко во респираторните патишта. Со 2,5 микрони, PM2,5 е способен да навлезе во циркулаторниот систем, па дури и во мозокот. Краткорочни симптоми на изложеност на високи нивои на честички вклучуваат: **иритација на грлото и дишните патишта**, **кашлање** и **отежнато дишење**.

Посериозни, долгорочни компликации може да вклучуваат:

- болести на срцето и белите дробови,
- бронхитис,
- емфизем,
- нефатални срцеви удари,
- неправилно чукање на срцето,
- астма и поинтензивни епидемии,
- намалена функција на белите дробови,
- рана смрт.

Луѓе со срцеви или белодробни заболувања, децата и постарите возрасни лица најверојатно ќе бидат погодени од изложеност на загадување со честички.

Бројни студии потврдија мноштво сериозни здравствени компликации предизвикани од изложеност на загадувач PM2.5.

На пример, една студија од 2011 година објавена во The American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine следеше 1,2 милиони Американци од 1982 до 2008 година. Секое **зголемување** од **10 микрограми на кубен метар** во концентрациите на PM2,5 беше поврзано со **15-27%** зголемување на смртноста од рак на бели дробови.

Загадување со **PM2.5** е поврзано со **зголемен ризик од астма** кај мали деца во Данска, според студијата од 2020 година објавена во Британскиот медицински журнал (British Medical Journal). Сите деца родени помеѓу 1997 и 2014 година биле следени за појава на астма и постојано отежнато дишење од 1 до 15 години. Студијата покажа дека деца изложени на повисоки нивои на PM2,5 **имаат поголема веројатност да развијат астма и упорно отежнато дишење** отколку деца кои не биле изложени.

Дали има разлика помеѓу PM2.5 и PM10?

PM10 и PM2.5 се две форми на загадувачи со различна големина. PM2.5 честичките се сметаат за фини, а PM10 се поголеми и погруби. PM10 честичките се помеѓу 2,5 и 10 микрограми.

Нашите тела полесно се бранат од PM10 со кивање или кашлање. Тие одбрани не функционираат со помали честички.

PM10 може да се вградат (да навлезат) во белите дробови каде што се поврзани со негативни влијанија врз здравјето, како што се **оштетување на ткивото на белите дробови** и **астма**. Сепак, PM10 не е толку веројатно да влезе во крвотокот како PM2.5 поради неговата големина.

Кои се еколошки ефекти од квалитет на воздух загаден со PM2.5?

PM2.5 предизвикува еколошка штета на неколку начини, како што се:

- оштетување на материјали и згради,
- таложење на киселина,
- зголемено ниво на озон.

Загадувањето со PM2.5 може да патува на долги растојанија преку силни ветрови, до стотици илјади милји од нивниот извор. PM2.5 може да се носи до крајбрежните води и речните сливови, каде што го менува балансот на хранливи материи. Кога загадување со честички се населува на посеви и шуми, може да ја оштети вегетацијата.

Што може да се направи за загадување со PM2.5?

Луѓето со загриженост за PM2.5 во нивната околина можат да се залагаат за:

- **законодавство за чист воздух**, и
- **зони со ниски емисии**.

Намалувањето на загадувањето на воздухот со PM2,5 и PM10 е приоритет за повеќето земји. Индија се приклучи на Коалицијата на Обединетите нации за клима и чист воздух (the United Nation’s Climate and Clean Air Coalition) во 2019 година со цел да се намали националното загадување со честички за 20 до 30% до 2024 година. Во 2019 година, Индија ја започна **Националната програма за чист воздух** (National Clean Air Programme) за да ги исполни тие цели.

Луѓето можат да помогнат во ограничувањето на емисии на честички во нивните сопствени животи. Акции што може да се преземат вклучуваат:

- Да се вози поретко.
- Бавен раст на мувла со контролирање на влажноста.

- Да се користи џогер, влажна крпа и **HEPA** правосмукалка за чистење.
- Никогаш да не се пуши во затворен простор.
- Поретко да се палат свеќи и темјан.
- Подобрување на користење електрична енергија и ефикасност на горивото.
- Да се ограничи согорувањето на дрво или ѓубре.
- Да не се користат котли на дрво на отворено.
- Нашето возило никогаш не треба да работи во гаражи или во близина на врати и прозорци.
- Генератори и скари никогаш не треба да се користат во затворени простории или во гаражи.
- Да се вклучува прочистувач на воздух во простории за да се исчисти воздухот и да се отстрани PM2.5.
- Да се инсталира прочистувач на воздух за цела куќа за да се елиминира PM2.5 од домот.
- Објекти можат да инсталираат високоефикасни филтри за воздух во училишта и деловни згради.
- **Континуирано да се следи** квалитетот на нашиот внатрешен и надворешен воздух.

Дали PM2.5 може да влијае на квалитетот на воздухот во затворени простории?

Надворешни извори на загадувач **PM2.5** можат да влијаат на внатрешни средини со навлегување преку протекување во прозорци и врати, како и во простори во генерално "**пропусни**" згради.

Херметичкиот дом не може да заштити од внатрешни извори на PM2.5, како што се:

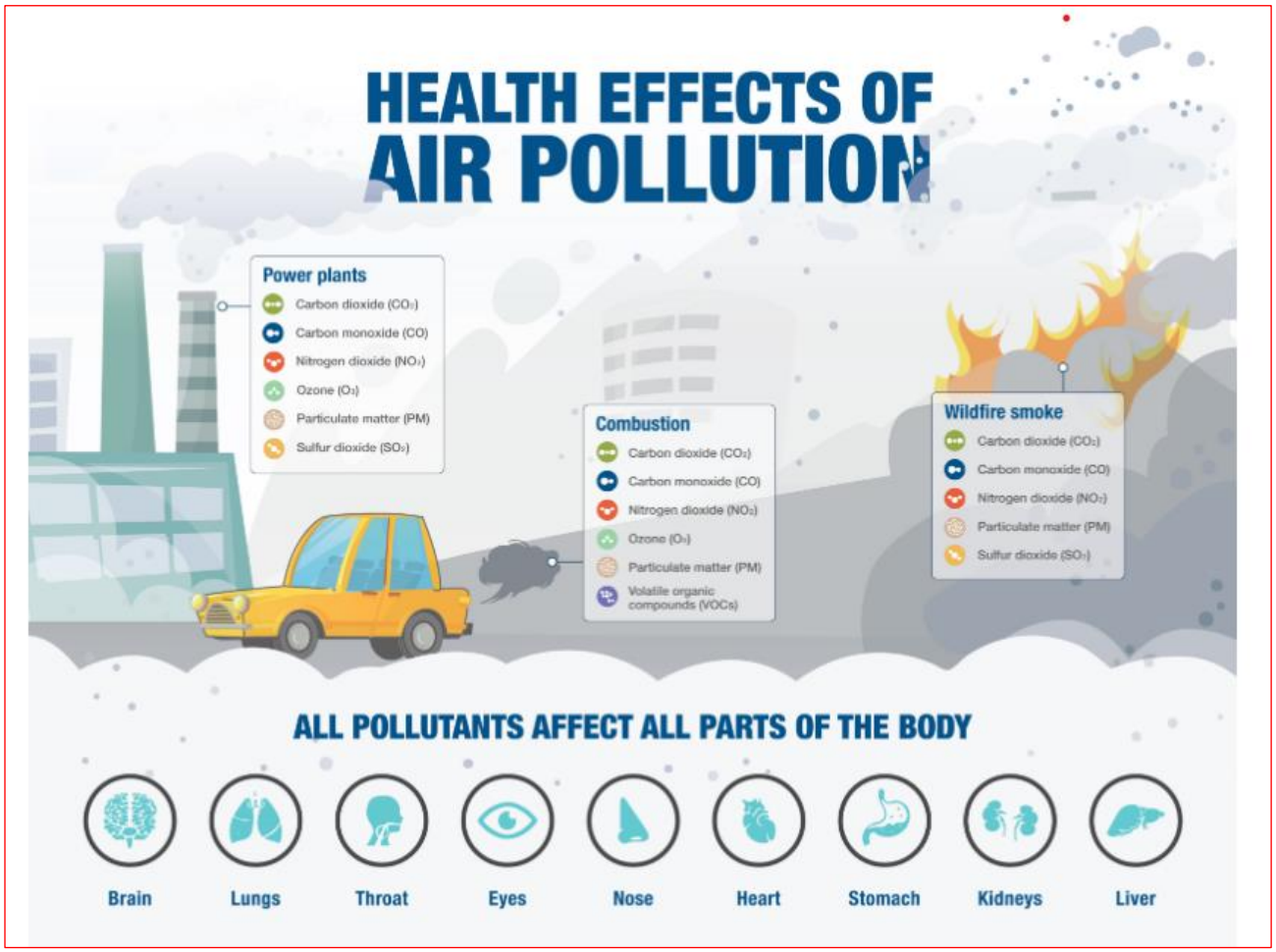
- готвење со дрва,
- свеќи,
- кадилници,
- камини,

- шпорети,
- пушење.

Дури и средства за чистење домаќинства и освежувачи на воздухот можат да создадат гасовити загадувачи преку хемиски реакции, што резултира со загадување со PM2,5 во затворен простор.

Кои други загадувачи на воздухот го загрозуваат квалитетот на воздухот?

Постојат многу форми на загадувачи освен PM10 и PM2.5. Вообичаените загадувачи ширум светот вклучуваат:



- амонијак (**NH3**),
- азбест,
- бензен,
- црн јаглерод,

- јаглерод диоксид,
- јаглерод моноксид,
- олово,
- азот диоксид,
- озон,
- сулфур диоксид,
- испарливи органски соединенија (VOCs).

Постојат шест критериуми за загадувачи на воздухот регулирани во Соединетите држави:

- јаглерод моноксид,
- олово,
- азотни оксиди,
- озон на ниво на земја,
- честички (вклучувајќи PM10 и PM2.5),
- сулфур диоксиди.

Критериумите беа поставени со **Закон за чист воздух**, а Агенцијата за заштита на животната средина на САД ги одредува стандардите за критериумите. Наведените загадувачи беа делумно избрани затоа што вообичаено се наоѓаат низ САД.

Постојат два вида критериуми:

- **Примарни**: стандарди фокусирани на човековото здравје и безбедност.
- **Секундарни**: стандарди фокусирани на индиректна штета на животната средина и на човековата благосостојба.

Иако регулативите помогнаа да се контролира загадувањето на воздухот и да се подобри квалитетот на животот, сè уште има значителни загадувачи кои му штетат на здравјето и финансиската благосостојба на човештвото.

6. Во лошо проветрен или нефилтриран простор, и CO2 и PM од внатрешни извори може да се насоберат до опасни нивои и да резултираат со широк спектар на здравствени ефекти

На пример, во заеднички канцелариски простор или училница, издишувањето може брзо да предизвика CO2 и инфицирани респираторни аеросоли да се насоберат до високи нивои. Употребата на вообичаени апарати како печатачи и копири може исто така да произведе PM2.5 и ултрафини честички (UFP) кои остануваат во воздухот долг временски период во отсуство на вентилација или филтрација.

Инфекции во воздухот поврзани со вируси, бактерии и мувла се исто така поверојатни во нефилтрирани, непроветрени простории. Биоконтаминантни аеросоли од кашлање, кивање, дишење или зборување може да бидат мали до **0,003 микрони** и да останат во воздухот со часови, изложувајќи ги лицата во зградите на инфекција долго откако ќе се создадат аеросоли.

Како да се мониторира (следи) CO2 во затворен простор

CO2 е гас и не може да се следи со типични ласерски сензори за расејување светлина што се користат за мерење на PM.

Наместо тоа, CO2 најдобро **се мери со сензори кои користат инфрацрвена** (IR - infrared) **светлина** за да го проценат бројот на молекули на CO2 во амбиенталниот воздух.

Еве како функционира ова:

- Амбиенталниот воздух поминува низ склоп на сензор за CO2 составен од IR извор на светлина, рефлектирачка гасна ќелија и детектори за инфрацрвена светлина.
- IR светлина сјае на молекули на CO2 кои минуваат низ склопот. Молекулите на CO2 апсорбираат голем дел од оваа светлина.
- Преостаната светлина што не се апсорбира од молекулите на CO2 поминува низ детекторите.
- IR детекторите на светлина ја пресметуваат промената на IR брановите должини од она што е произведено од IR изворот на

светлина до она што останува откако CO2 ќе ја апсорбира IR светлината.

- Промената на брановата должина укажува на концентрација на CO2, која се претвора во отчитување на **ppm**.

Самостоен сензор за CO2 може да укаже на присуство на покачен CO2 во затворен простор и да ги исполни основните барања за следење на CO2 на работните места и училиштата. Студија од 2021 година, објавена од Американското хемиско друштво (the American Chemical Society), сугерира дека **нивои на CO2 во затворени простории може да бидат една алатка која ќе помогне да се покаже релативниот ризик од изложеност на заразни аеросоли во истиот простор**.

Сепак, основните сензори за CO2 не даваат критични податоци за други загадувачи на воздухот кои го загрозуваат здравјето на жителите во зградите.

Монитор за квалитет на воздух што мери PM и CO2

Монитор за квалитет на воздух што ги мери и **PM** и **CO2** ја дава најкорисната слика за квалитетот на воздухот во затворени простории, вклучително и како вентилацијата и филтрацијата влијаат на овие загадувачи. Мерењето на температурата и влажноста, исто така, може да помогне да се подобри разбирањето за тоа како атмосферските услови влијаат на концентрации на PM и CO2 во затворен простор.

Заклучок

Под 1.000 ppm, CO2 во затворен простор не е главен проблем за квалитетот на воздухот.

Сепак, CO2 во затворен простор **над 1.000 ppm** може да ја намали концентрацијата и когнитивните перформанси и да предизвика штета поради сè повисоко ниво. Ова може да има високи трошоци за продуктивноста, академските перформанси и здравјето на работните места и во училниците каде што загадувачи на воздухот како PM2.5 (и инфекции во воздухот) се веќе критични проблеми.

Вентилацијата со свеж надворешен воздух е примарно решение за намалување на CO2 во затворен простор. Кога надворешниот воздух е загаден или времето е екстремно, користењето на **механичка вентилација** и **филтрација** може да

помогне во намалување на CO2 и на други загадувачи на воздухот во затворени простории кои влијаат на здравјето и перформансите на станарите во зградата.

7. Јаглерод моноксид (CO)

Јаглерод моноксидот (CO), познат како “**тивок убиец**“, е гас без мирис, боја и вкус кој се произведува со нецелосно согорување на јаглерод во фосилни горива како што се дрво, пропан, јаглен, нафта, гас или друго гориво.

Студија од 2015 година во The American Journal of Emergency Medicine утврди дека труењето со CO е втора најчеста смрт од немедицинско труење во САД помеѓу 1999 и 2012 година.



Труење со CO се јавува кога апаратот за гас е неправилно наместен, лошо поправен или лошо одржуван, или кога канали за чад, оџаци или отвори се блокирани, што го прекинува протокот на воздух.

Од каде доаѓа?

Јаглерод моноксид се произведува со согорување на фосилни горива. Секој уред што согорува фосилни горива е потенцијален извор на јаглерод моноксид.

Извори може да вклучуваат:

- апарати за плин, како што се печки, фурни, бојлери и сушари за облека,

- електрични генератори,
- бојлери,
- камини (гас/дрва),
- печки на дрва,
- грејачи на простор,
- печки на јаглен или нафта,
- автомобилски издувни гасови,
- електрични алати,
- чад од тутун,
- скари на јаглен и шпорети,
- косилки за трева и електрични алати на гас.

Јаглерод моноксид е поврзан со неправилно работење или слаба вентилација на апаратите. Поради многу потенцијални извори на CO, луѓето треба да бидат претпазливи на потенцијална изложеност кога кампуваат, пловат, или во гаражи. Надворешниот воздух може да има и високи концентрации на CO во близина на патишта и автопати.

Вдишување чад може да доведе и до труење со јаглерод моноксид.

Како тоа влијае на нашето здравје?

Секој е изложен на ризик од труење со јаглерод моноксид, иако неродените бебиња, децата, постарите возрасни лица и луѓето со хронични срцеви заболувања, анемија или проблеми со дишењето се поподложни на негативни ефекти.

Во Соединетите Држави, годишно умираат 400 луѓе од случајно труење со јаглерод моноксид, кое не е поврзано со пожари. Дополнителни 20.000 се примени во амбуланти за итни случаи, додека 4.000 лица се хоспитализирани поради симптоми.

Кога јаглерод моноксидот влегува во крвотокот, **тој ги спречува крвните клетки да носат кислород**. **CO** се прицврстува на хемоглобинот на црвените крвни зрнца кои носат кислород низ нашето тело.

Ова предизвикува појава на симптоми слични на оние на недостаток на кислород, вклучувајќи:

- главоболка,
- вртоглавица,
- слабост,
- вознемирен стомак,
- повраќање,
- болка во градите,
- заматен вид,
- конфузија.

Бидејќи **симптомите на труење со CO** се по природа **слични на грип**, тие често се игнорираат или погрешно се дијагностицираат како грип, алергии, мозочен удар или главоболка од мигрена. Иако симптомите може да бидат суптилни, тоа е состојба опасна по живот. Ако се доживее труење со CO, веднаш треба да се побара свеж, надворешен воздух и итна медицинска помош.

Како да спречиме труење со јаглерод моноксид?

Големи количини на јаглерод моноксид може да предизвикаат несвестица кај луѓето. Без соодветно внимание, закрепнувањето може да биде тешко. Постојат голем број чекори што можеме да ги преземеме за да го намалиме ризикот од труење со јаглерод моноксид.

Труење со јаглерод моноксид може да се спречи со обезбедување на правилна употреба и одржување на сите уреди кои работат на фосилни горива и со обезбедување постојан проток на свеж воздух во нашите затворени простори.

Треба да се внимава на овие предупредувачки знаци на труење со CO:

- детектори кои работат на батерии детектираат скокови на јаглерод моноксид,
- ленти од саќи во близина на апарати,
- 'рѓосани цевки за чад,
- прекумерна влага,
- пилот светла што горат портокалово или жолто, за разлика од сино,
- оџакот нема нагорен извод.

Аларми за CO треба да се инсталираат во близина на спални соби, внатрешни ѕидови заеднички со гаражи и во близина на апарати и опрема за горење гориво. Батериите треба редовно да се менуваат и самите аларми да се менуваат на секои 5 до 7 години.

Апаратите секогаш треба целосно да се вентилираат на отворено.

Кога користиме преносливи генератори, тие треба да се чуваат на најмалку 25 метри од домовите и подалеку од вратите и прозорците.

Камините и печките треба да се чистат годишно. Сепак, сопствениците на куќи со камини или печки на дрва треба да бидат свесни дека секоја нивна употреба може да создаде опасен квалитет на воздухот во затворени простории.

Не треба да биде вклучен мотор на автомобил или косилка во гаражи.

Што треба да направиме ако слушнеме аларм за CO?

Ако имаме инсталирано аларм за CO во нашиот дом и алармот се огласил, треба да ги преземеме следниве чекори:

- да излеземе надвор и влеземе во простор на свеж воздух,
- да бидеме сигурни дека сите лица се излезени на свеж воздух,
- да повикаме служби за итни случаи,
- да не се враќаме внатре додека одговорните лица за итни случаи не покажат дека е безбедно.

Јаглерод моноксидот е безбоен, без мирис и е смртоносен

Сите шест членови на едно семејство во Ривердејл, Мериленд, неодамна се разбудиле среде зимска ноќ, страдајќи од главоболки и симптоми слични на грип. Тие брзо се упатиле кон блиската итна медицинска клиника и било откриено дека страдаат од акутно труење со јаглерод моноксид (CO).

Пожарникарите се упатиле кон домот, каде што го спасиле кучето на семејството, а потоа го тестирале воздухот во внатрешноста. Нивните тестови потврдија нивои на CO во куќата од 200 делови на милион (секое ниво повисоко од 35-50 ppm се смета за небезбедно). Истражувачите откриле дека зголемените нивои на јаглерод моноксид биле предизвикани од неодамна инсталиран бојлер во домот. За сре-

ќа, во овој случај, семејството (и нивното куче) се опорави, бојлерот беше поправен, а работниците од итната помош поставија детектор за јаглерод моноксид во домот.

“Невидлив убиец“

Случаите на труење со јаглерод моноксид не секогаш излегуваат толку добро. Всушност, Комисијата за безбедност на потрошувачките производи на САД (U.S, Consumer Product Safety Commission) го нарекува јаглерод моноксидот Невидлив убиец“ (“The Invisible Killer”). Безбоен, без мирис и многу отровен гас е одговорен за 230.000 посети на одделенијата за итни случаи на болници секоја година. Во просечна година, 430 Американци умираат како резултат на изложеност на јаглерод моноксид.

Како што покажува случајот на семејството Мериленд, изложеност на високо ниво на јаглерод моноксид (позната како **акутна изложеност**) може да биде драматична и крајно опасна. Резултатот може да биде ненадејна, тешка болест или дури и смрт. Сепак, хроничната изложеност на пониски нивои на јаглерод моноксид со месеци или години, исто така, може да предизвика голем број сериозни здравствени проблеми, вклучувајќи **чести главоболки**, **замор**, **вртоглавица**, **отежнато дишење**, **гадење** и **ментален замор**.

Од каде доаѓа јаглерод моноксид?

Јаглерод моноксидот се формира првенствено со нецелосно согорување на горива како што се дрво, нафта, јаглен, природен гас и пропан. Се ослободува на отворено во мотори со согорување во автомобили, камиони и други возила. Јаглерод моноксид се произведува и од индустриски постројки. Во затворен простор, изворите на јаглерод моноксид вклучуваат непроветрени грејачи на керозин и гас, оџаци и камини што протекуваат, **повлекување назад** (back-drafting) од печки и бојлери и други извори на согорување. Кога апарати за согорување во домот не се правилно прилагодени, нивото на јаглерод моноксид може да се зголеми.

Како јаглерод моноксидот влијае на телото

Јаглерод моноксидот е штетен кога се вдишува. Го труе телото со прикачување на молекулите (хемоглобин) кои вообичаено носат кислород во крвта. Како што јаглерод моноксид се прикачува на овие молекули, помалку кислород може да

се испорача низ телото. Резултатот е оштетување на ткивото, па дури и смрт, бидејќи се засегнати срцето, мозокот и другите витални органи.

Труењето со јаглерод моноксид може да се запре и да се врати назад кога ќе се фати на време. Но, дури и во овие случаи, срцето, мозокот и репродуктивните процеси може трајно да се оштетат.



Чекори што треба да ги преземеме (водич)

Превенција е најважна стратегија за намалување на ризик од труење со јаглерод моноксид во нашиот дом. Еве неколку превентивни активности што можеме да ги преземеме:

- Апаратите за согорување **да ги чуваме правилно приспособени** во нашиот дом. Сите уреди што горат гориво треба да ги проверува обучен професионалец секоја година на почетокот на грејната сезона.
- **Никогаш да не го ставаме автомобилот во лер** (не се движи, а моторот работи) во гаража, дури и ако вратата е отворена. Чад брзо се таложи — дури и со отворена врата од гаражата — и може брзо да влијае и на станбената површина (кујна, спална, дневна соба и др.) на нашиот дом.
- **Никогаш да не се користи скара на јаглен** во затворени простории или во приклучени гаражи.

- **Никогаш да не спиеме во просторија** со грејач на гас или керозин. Ризикот од труење со јаглерод моноксид е најголем кога спиеме, бидејќи можеби **нема да бидеме свесни за рани симптоми** додека не биде предоцна.
- **Да се инсталира детектор за CO**. Детекторот ќе ве предупреди ако нивото на јаглерод моноксид е покачено. Меѓутоа, немојте да бидете задушени во лажно чувство на сигурност. Детекторот за CO е резервна копија, а не замена за предлозите погоре.

Со преземање акција за следење, намалување и контрола на нивото на јаглерод моноксид, можеме да ја намалиме заканата од овој "невидлив убиец" во нашиот дом (**www.epa.gov**).

8. Азот диоксид

Азотниот диоксид (NO_2) е главен придонесувач за формирање на смог и претходник на многу штетни секундарни загадувачи, вклучувајќи го озонот и честичките. Тој е многу реактивен со други хемикалии и е силен оксидирачки агенс.

Азот диоксид е длабок црвено-портокалов гас. Кога се ослободува во воздухот, се гледа како црвено-кафена магла. NO_2 има лут, остар мирис.



Од каде доаѓа азот диоксид?

Азот диоксид може да се формира и од природна и од човечка активност. Природни извори вклучуваат:

- удари на гром,
- вулкани,
- океани,
- биолошко распаѓање.

Со согорување се создаваат оксиди на азот, од кои голем дел е азот диоксид. Кога возилата испуштаат оксиди на азот, **90** до **95 проценти** од емисиите се **азотен оксид** (**NO**).

Сепак, азотен оксид брзо се оксидира во надворешниот воздух кога реагира на кислород, озон и испарливи органски соединенија (VOCs) за да формира **азот диоксид**. Процесот на оксидација се случува и во **затворени простории**, но со побавна брзина.

Дали азот диоксид е примарен или секундарен загадувач?

Иако азот диоксидот може да биде примарен загадувач, тој најмногу предизвикува загриженост како секундарен загадувач. Како примарен загадувач, NO2 се испушта во ограничени количини преку возилата во воздухот.

Азот диоксидот е исто така секундарен загадувач бидејќи може да се формира преку оксидација.

Како азот диоксид влијае на нашето здравје?

Деца, луѓе со астма и возрасни со срцеви и респираторни нарушувања се најмногу погодени од нивои на азот диоксид.

Високи концентрации на азот диоксид може да предизвикаат:

- кашлање и отежнато дишење,
- иритација на белите дробови,
- намалена функција на белите дробови,
- зголемени напади на астма,
- кардиоваскуларни оштетувања,

- помала родилна тежина,
- ризик од прерана смрт.

Студија од 1998 година објавена од Комитетот за токсикологија на Националниот совет за истражување (National Research Council Committee on Toxicology) истражуваше инциденти на случајна изложеност на NO2. Работници во земјоделство, рударски експлозии, истражување на вселената и воени активности биле случајно изложени на високи концентрации на NO2, што резултирало со широк спектар на тешки медицински заболувања, вклучувајќи:

- отежнато дишење,
- треска,
- бронхијална пневмонија,
- акутен бронхитис,
- смрт.

Како азот диоксидот влијае на здравјето на децата?

Децата се поподложни на ефекти на азот диоксид. На пример, има зголемени шанси за респираторна инфекција кај деца преку вдишување на азот диоксид.

Студија од 2011 година објавена во European Respiratory Journal покажа дека:

- **изложеност во затворен простор на азот диоксид е поврзана со зголемени симптоми на астма и намалена функција на белите дробови кај децата**.

Кои се влијанија на азот диоксид врз животната средина?

Кога реагира со вода, азот диоксид може хемиски да се трансформира во **азотна киселина** и да придонесе за **закиселување на езерата** и кисели дождови. Киселиот дожд е одговорен за разголени шуми низ Европа и **езерска "смрт"** во Канада и САД, како и за земјоделските култури и загриженост за здравјето во Азија. Киселоста ги оштетува дури и зградите и надгробните камења од варовник.

Дали азот диоксид е гас на стаклена градина (greenhouse gas)?

Сам по себе, азот диоксид не е директен стакленички гас. Меѓутоа, кога се комбинира со **сончева светлина** и **VOCs**, азот диоксидот може да произведе **тро-**

посферски или озон на ниво на земја (**приземен озон**). Присуството на приземен озон, пак, може да резултира со атмосферско затоплување преку **присилна радијација** или **апсорпција на повеќе сончева светлина** отколку што се **рефлектира**.

Загадување со озон може да им наштети на респираторните системи. Влијанија на приземен озон врз здравјето вклучува:

- иритација на грло,
- congestion,
- болка во градите,
- кашлање,
- намалена функција на белите дробови,
- потенцијално ткиво со лузни на белите дробови,
- поинтензивен бронхитис, астма и емфизем.

Што го прави азот диоксид значаен загадувач?

Азот диоксид е еден од неколку оксиди на азот, вклучувајќи загадувачи како азотен оксид (исто така познат како азот моноксид) (NO). Здравствените ефекти на азот диоксидот се подобро разбрани отколку од други азотни форми.

Бидејќи е тесно поврзан со други оксиди на азот, намалувањето на азот диоксидот ќе влијае и на другите.

Регулативите го подобрија квалитетот на воздухот во многу делови од светот, но градови ширум светот сè уште се борат со човечките и финансиските последици од загаден воздух.

Што може да се направи со емисии на азот диоксид?

Азот диоксид не може да се отстрани од запаливи горива како јаглен, нафта или природен гас. Отстранување е можно само по согорување. Неконтролирано горење на нафта и јаглен **произведуваат повеќе азот отколку природниот гас**, **но сите три содржат азот**.

Постојат неколку методи за контрола на емисии на азот диоксид, како што се:

- користење горилници со ниски NOx во котли,
- поставување политики кои ја намалуваат употребата на дизел возила,

- префрлување на возила што горат дизел гориво на електрични возила,
- поттикнување на јавен превоз, возење велосипед и пешачење,
- користење на прочистувач на воздух за филтрирање на гас.

Заедничкиот истражувачки центар на службата за наука и знаење на Европска комисија (The Joint Research Centre of the European Commission's science and knowledge service) проценува дека намалувањето на емисии на NOX од патнички дизел автомобили, камиони и комбиња би можело да ги подобри емисиите на NOx во урбаните центри во просек за **40%. Европски градови** чии годишни емисии на NOx во голема мера произлегуваат од сообраќајни емисии вклучуваат:

- Атина.
- Лондон.
- Мадрид.
- Марсеј.
- Милано.
- Париз.
- Прага.
- Рим.

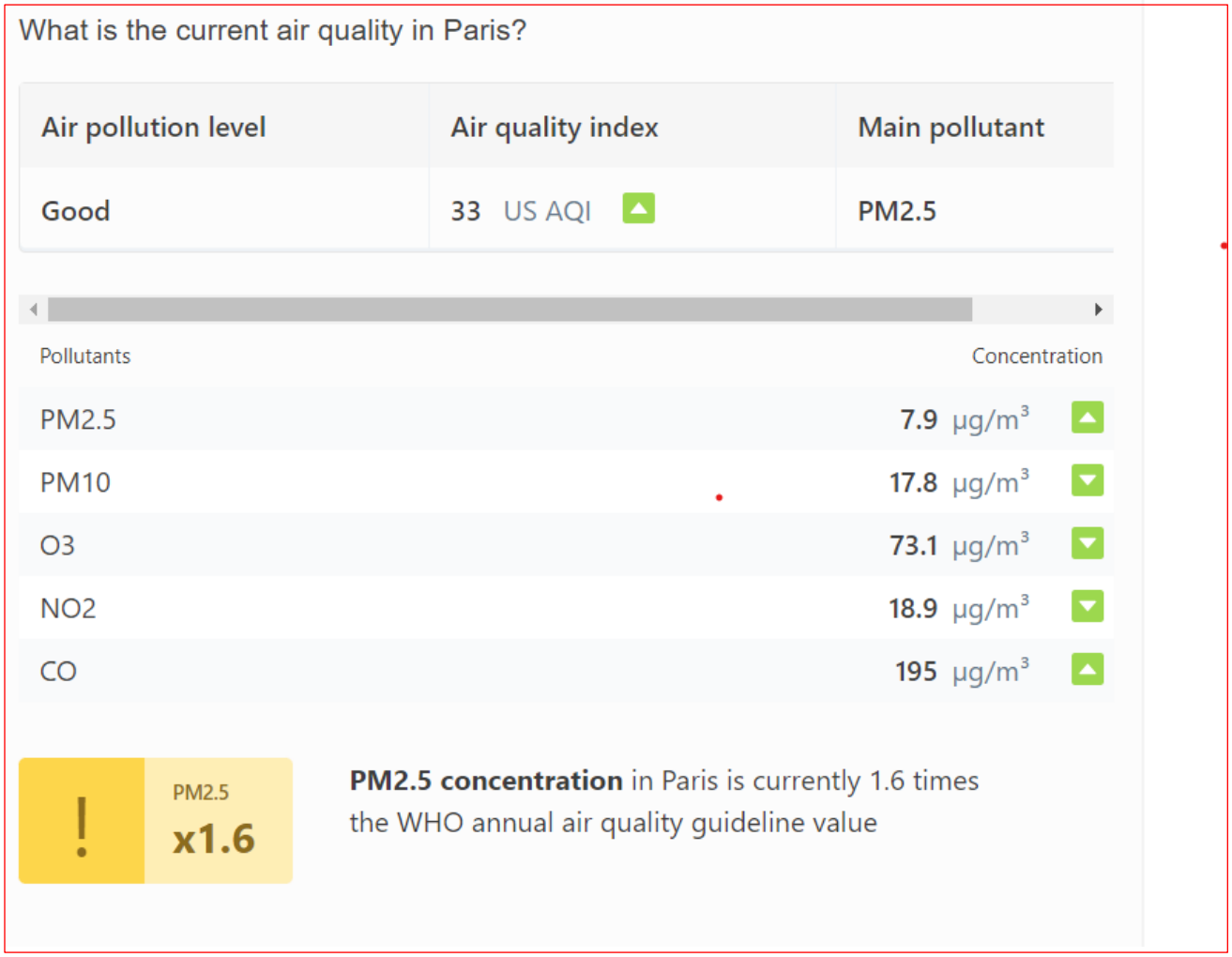
Каде и да одиме, треба да ги следиме загадувачите на воздухот за да ги следиме податоците за квалитетот на воздухот кога се доставуваат информации за NO2.

Загадувањето на воздухот од сообраќајот е ризик за бремени жени

Има многу студии кои ги детализираат ризиците од лошиот квалитет на воздухот за бремените жени и нивните фетуси. Студиите даваат доволно докази дека идните мајки треба сериозно да размислат за инвестирање во прочистувач на воздух со високи перформанси.

Една нова студија на речиси четвртина милион жени во Австралија ја потврдува врската помеѓу квалитетот на воздухот и здрава - или не толку здрава – бременост. Студијата беше објавена во 2023 година во Journal of Epidemiology and Com-

munity Health. Истражувачите откриле дека жените кои живеат во области со високо загадување од сообраќај имале 12% поголем ризик да развијат медицинска состојба позната како “**преeклампсија**“ (“**preeclampsia**”). Состојбата е позната и како “**токсемија**“ (“toxemia”). Преeклампсијата може да предизвика широк спектар на здравствени проблеми, па дури и ризици опасни по живот за идните мајки и нивните бебиња.



Слика. Параметри на загадување во Париз, 08.03.2024 година, 22.30 часот

Преeклампсија се јавува кога бремена жена развива висок крвен притисок или други симптоми во доцна бременост, често во третиот триместар, според National Institutes of Health. Иако точната причина за нарушувањето е непозната, исхра-

ната, гените и автоимуни нарушувања се сомнителни причини. На таа листа, се додава и изложеност на загадување на воздухот од сообраќајот.

Според новата студија, ризикот од бремени жени да развијат преeклампсија се зголемил на 30% кај жени во третиот триместар, а уште поголем кога биле присутни и други главни фактори на ризик за преeклампсија.

Минати студии наведоа други сериозни здравствени ризици за бремените жени поврзани со квалитетот на воздухот. На пример, една студија на UCLA на 2.500 жени кои се породиле во 2003 година покажа дека жените кои живееле во области со високо ниво на загадување со ситни честички имаат 10-25% поголеми шанси да раѓаат предвреме.

Американската агенција за заштита на животната средина (EPA - The U.S. Environmental Protection Agency) вели дека има многу проблеми со квалитетот на воздухот што се од посебна грижа за бремените жени. Еден неодамнешен извештај наведува најмалку четири од нив:

1. **Изложеност на пасивно пушење**, што може да резултира со слаб развој на фетусот, намалена функција на белите дробови, когнитивни дефицити и други сериозни здравствени проблеми.
2. **Изложеност на загадување со честички**, што може да го зголеми кардиоваскуларниот ризик и е поврзано со мала тежина при раѓање.
3. **Озонот е загрижувачки** во неговата вештачка форма и исто така како резултат на опасните прочистувачи на воздухот што **генерираат озон**. Овие уреди “емитираат озонски гас во внатрешниот воздух на нивои што може да ги иритираат дишните патишта и да ги влошат постоечките респираторни состојби“, според EPA. EPA, исто така, забележува дека **изложеност на озон** е поврзана со бебиња со мала тежина при раѓање, особено во вториот или третиот триместар.
4. **Изложеност на средства за чистење** и други производи за домаќинството, вклучувајќи ги и оние што испуштаат испарувања со испарливи органски соединенија (VOC). Особено испарувања од боја може да бидат опасни за бремени жени и нивните фетуси.

9. Сулфур диоксид (SO_2)

Што е сулфур диоксид?

Сулфур диоксид е безбоен гас кој мириса силно, задушувачко и луто. Тој е најчест облик на сулфур оксид.

Сулфур диоксид припаѓа на група на високо реактивни гасови наречени сулфур оксиди. Сулфурните оксиди лесно реагираат и формираат неколку штетни соединенија, како што се:

- сулфурна киселина (H_2SO_4),
- сулфуреста киселина (H_2SO_3),
- сулфатни честички.

Од каде доаѓа сулфур диоксид?

Сулфур диоксид се создава од која било индустриска активност која користи материјали што содржат сулфур за производство на електрична енергија, иако може да се произведува и од возила преку согорување на гориво.

Електраните се најголем извор на сулфур диоксид во САД, Индија, Кина и Европа. Топилница е најголем извор во Канада. Топилнички комплекс во Русија и провинција за ископ на јаглен во Јужна Африка се најголемите емисии на сулфур диоксид во светот.

Дополнителни извори на сулфур диоксид вклучуваат:

- согорување на јаглен,
- согорување на бензини,
- индустриски котли,
- дизел мотори,
- вулкани,
- океани.

Речиси сите емисии на сулфур диоксид во светот се произведени од човековата активност. Помалку од **2%** од емисиите доаѓаат од природни извори.

И покрај ниските глобални емисии на природни извори, сателитското следење на емисии на сулфур диоксид откри дека тие можат да бидат значајни. Според

една студија од 2017 година објавена во Scientific Reports, вулканите испуштаат околу **63 килотони сулфур диоксид дневно**.

Како сулфур диоксид влијае на нашето здравје?

Краткорочно изложување на сулфур диоксид може да има многу негативни влијанија врз здравјето, вклучувајќи:

- назална слуз,
- гушење,
- иритација на ушите, очите и грлото,
- отежнато дишење,
- стегање во градите.

Долготрајна изложеност на сулфур диоксид може да доведе до посериозни проблеми, како што се:

- респираторни заболувања,
- промени во одбраната на белите дробови,
- зголемени кардиоваскуларни заболувања.

Компликации со дишењето се почести кај децата, постари возрасни лица, астматични луѓе или луѓе кои се активни на отворено. Луѓето кои живеат близу до вулкани може да бидат изложени и на опасни нивои на сулфур диоксид.

Студијата од 2010 година објавена во Environmental Research покажа дека сулфур диоксид е поврзан со дневна смртност во четири азиски градови.

За што се користи сулфур диоксид?

Сулфур диоксид има бројни индустриски и комерцијални намени, како што се:

- адитиви за храна,
- лубрикант,
- лепило,
- средства за дезинфекција,
- средства за ладење,
- белило.

Студијата од 2012 година објавена во Гастроентерологија и хепатологија забележа дека помеѓу 3 и 10% од возрасни астматичари може да доживеат дерматолошки, гастроинтестинални и респираторни симптоми кога се изложени на сулфитни адитиви.

Покрај тоа, студија од 2017 година објавена во PLOS One покажа дека сулфити во конзерванси може да ги инхибираат корисните цревни бактерии.

Кои се влијанија на сулфур диоксид врз животната средина?

Сам по себе, сулфур диоксидот може да ја оштети животната средина. Негативни ефекти од емисии на сулфур диоксид вклучуваат:

- респираторни проблеми и за луѓето и за добитокот,
- оштетување на вегетацијата,
- оштетување на згради и материјали.

Сулфур диоксид е претходник на киселиот дожд, кој може да предизвика закиселување на езерата и почвите, како и да го забрза влошувањето на зградите.

Кога **сулфатните честички** се комбинираат со други соединенија како **амонијак**, тие можат да станат честички или **PM2.5**. **PM2.5** влијае на животната средина на многу исти начини како и сулфур диоксидот.

Дали сулфур диоксид е стакленички гас?

Сулфур диоксиди се сметаат за индиректни стаклен**ички гасови, заедно со** азотни оксиди, јаглерод моноксид и неметални испарливи органски соединенија (VOCs). Е индиректен стаклен**ички гас кој има ефект врз атмосферското затоплу**вање преку хемиска реакција или менување на **способноста на Земјата да ја балансира радијативната енергија**.

Сулфур диоксид придонесува за **аеросоли**, кои можат **да го апсорбираат сончевото зрачење** и да ја загреат атмосферата или да ја изладат атмосферата со создавање на капки од облаци кои ја рефлектираат сончевата светлина.

Што се прави за намалување на емисии на сулфур диоксид?

Електрани се најголем глобален придонесувач за емисии на сулфур диоксид. Стратегии за контрола на сулфур диоксид на електрани ги намалија емисиите за околу 80% помеѓу 2005 и 2015 година во источниот дел на САД.

Инструментот за **мониторинг на озон** (OMI - The Ozone Monitoring Instrument) на сателитот Aura на the National Aeronautics and Space Administration's (**NASA**) забележа глобални промени во нивото на сулфур диоксид и азот диоксид почнувајќи од октомври 2004 година во САД од постројки на јаглен. Регионот покажа драматичен пад на емисиите во текот на десетгодишен период.

Истражувачите сугерираат дека падот следел по употребата на десулфуризација на димните гасови, префрлување на гориво од јаглен на природен гас и затворање на некои постари електрани на јаглен. Пазарните програми и трговските програми, како и државните и федералните регулативи, исто така, поттикнаа технологии за контрола на емисиите.

Податоците од сателитот, проверени со површински станици за мониторинг, откриja дека голем дел од емисии на сулфур диоксид во Канада, исто така, значително се намалиле помеѓу 2005 и 2014 година. Канадската влада кредитира регулативи и меѓународни договори, како што е Договорот за квалитет на воздухот Канада-САД, за подобрување на квалитетот на воздухот. Исклучок од трендот на намалување на емисии на сулфур диоксид се канадските нафтени песоци во Алберта, кои останаа постојано жариште на емисии видливо од вселената.

Намалувањето на урбани емисии нема нужно да ги отстрани сите загадувачи на сулфур диоксид од воздухот. Една статија од 2015 година објавена во Зборникот на Националната академија на науките на Соединетите Американски Држави сугерира дека сулфур диоксидот ќе продолжи да комуницира со рурално генериран **метан** за формираат загадување со честички, иако со значително пониски стапки од производството на фосилни горива.

Владините регулативи го подобрија квалитетот на воздухот на некои места, но останува да се работи. Многу градови низ светот носат финансиски и хуманитарен товар од големото загадување на воздухот.

10. Ултрафини честички

Што се ултра ситни честички?

Терминот ултрафини честички (UFP - ultrafine particles) се однесува на честички во воздухот **помали од 0,1** микрон во дијаметар (понекогаш наречени **PM0.1**). Некои UFP имаат големина од **0,003** микрони.

UFP се сметаат за меѓу најопасни загадувачи на честички поради нивната мала големина, што им овозможува да се вдишат во белите дробови и да поминат во крвотокот преку белите дробови.

Нивната мала големина и однесување во нано размери го отежнува следењето на UFP со помош на тековна технологија за следење на квалитетот на воздухот. Оваа големина, исто така, предизвикува UFP во воздухот да се движат низ воздухот на начини различни од фините честички како PM2.5 и PM1, движејќи се во случајни обрасци послични на гасови отколку на други честички.

За разлика од PM2.5 и другите честички, не постојат официјални стандарди за мерење или регулирање на UFP во воздухот, иако проценките сугерираат дека над **90%** од честичките во воздухот во воздухот во секое време се UFP.

И покрај недостатокот на регулација, истражувањата сè повеќе сугерираат дека UFPs често постојат во многу повисоки концентрации од другите загадувачи на честички и може да се поврзани со уште поширок опсег на негативни здравствени ефекти од фините или грубите честички како **PM1**, **PM2.5** или **PM10**.

Кои се извори на ултрафини честички?

Ултрафини честички најчесто се испуштаат преку согорување од природни или човечки извори. Се верува дека човечката активност е одговорна за најголем дел од UFP поради распространетост на UFP во градовите, каде што глобалната индустријализација и растот на населението имаа најзабележително влијание врз загадувањето на воздухот.

Студија од 2019 година во Environment International покажа дека концентрациите на UFP имаат тенденција да бидат повисоки во текот на денот во тесна корелација со промени во сообраќајот на возила и во близина на прометни патишта, што дополнително укажува на големото влијание на човековата активност врз UFPs

Природни извори

Природни извори на UFP вклучуваат:

- вулканска лава и пепел,
- чад од шумски пожари,
- аеросоли во океанска магла.

Поради привремената природа на овие извори, UFP од вулкани и океански извори не се сметаат за особено проблематични. Глобалните струи на ветерот брзо ги распрснуваат овие UFP во ниски концентрации кои претставуваат мала закана за здравјето на луѓето, со исклучок на големите вулкански ерупции чиј чад може да помине илјадници милји.



Меѓутоа, UFP во чад од шумски пожари привлече внимание поради почести и посилни шумски пожари во последниве години. Студија од 2021 година во токси-кологија на честички и влакна покажа дека дури и краткорочната изложеност на UFP во чад од шумски пожар може значително да го зголеми ризикот од респираторни и кардиоваскуларни болести.

Дури и **краткотрајна изложеност на UFP** во чад од шумски пожари може значително да го зголеми ризикот од срцеви и белодробни заболувања.

Човечки извори

Најчести човечки извори на UFP вклучуваат:

- издувни гасови на возила,
- издувни гасови на дизел,

- емисии на природен гас и биогориво,
- емисии на авиони,
- фабрички и индустриски емисии,
- емисии на електрани,
- палење на ѓубре,
- цигари, пури и испарување,
- готвење во затворен простор,
- контролирани палења на земјоделски површини (стрништа),
- внатрешно вшмукување со правосмукалка,
- бактерии,
- вируси,
- употреба на канцелариски машини како печатачи и копири.



Слика. Опожарена област

Човечки извори на UFP, како што се возила и индустрија, може да претставуваат големи здравствени ризици бидејќи тие испуштаат нови честички во долги временски периоди, бидејќи сообраќајот на возила и индустриска активност постојано се случуваат во цели свет.

Многу човечки извори на UFP се позастапени во големите урбани области, што претставува значителна опасност за **4,4 милијарди луѓе** кои моментално живеат во градовите (приближно **55%** од околу 8 милијарди луѓе).

Како ултрафините честички влијаат на нашето здравје?

Целосните влијанија врз здравјето на UFP сè уште се истражуваат за да се разликуваат специфичните опасности од UFPs за разлика од другите видови на загадување на воздухот.

Сепак, во голема мерка е неспорно дека **UFP предизвикуваат оксидативен стрес на ткивата низ нашето тело** што може да предизвика системска штета, продирајќи длабоко во ткивото на белите дробови, крвотокот, мозокот и речиси во секој друг орган.

UFP предизвикуваат системска штета, продирајќи длабоко во ткивото на белите дробови, крвотокот, мозокот и речиси секој друг орган

Истражување од 2020 година во Experimental and Molecular Medicine најде значителни докази дека изложеноста на UFP го зголемува ризикот од:

- воспаление на белите дробови,
- висок крвен притисок,
- исхемична срцева болест,
- атеросклероза (натрупаност на наслаги или “стврднување“ на артериите),
- срцеви удари,
- срцева слабост,
- хронична кашлица,
- оштетување на нервите,
- оштетување на мозокот,
- губење на когнитивната функција,
- дигестивни проблеми,
- дијабетес,
- зголемен ризик од многу видови на рак,
- оштетување на кожата.

Дали ултраситните честички можат да влијаат на квалитетот на воздухот во затворени простории?

Како и другите загадувачи со честички, UFP од надворешниот воздух може да навлезат во внатрешните простори преку пукнатини и протекување во зградите, како и преку прозорци, врати и други отвори во домот или обвивката на зградата.

Ова може да биде особено проблематично за постари или лошо изградени домови за време на периоди на високи концентрации на UFP, како што се шумски пожари или вулкански ерупции.

Студијата од 2019 година, спроведена во американската сојузна држава Колорадо, покажа дека концентрациите на честички во затворен простор може да бидат до **4, 6 пати** повисоки од концентрациите на отворено во отсуство на природни извори на вентилација како што е ветерот.

UFP од внатрешни извори, како што се кујни или согорувањето на гориво од биомаса, исто така може да се насоберат до опасно високи концентрации, особено во херметички енергетски ефикасни домови и да носат ризик од дополнителни здравствени ефекти.

Една статија за преглед од 2007 година во Indoor Air покажа дека изложеност на високи нивои на UFP во затворен простор за време на детството може да предизвика оштетување на белите дробови и воспаление што го зголемува ризикот кај детето да развие доживотна астма.

Совети за намалување на ултрафини честички

Еве неколку активности што поединци и организации можат да ги преземат за да помогнат во намалувањето на UFP:

- Да се изберат опции за патување кои помагаат да се намали сообраќајот на возила, како што се пешачење, возење велосипед, јавен превоз.
- Да се купи електрично или возило на водород за да ги замениме личните возила што имаат мотори со согорување.
- Да инсталираме системи за соларна енергија во домовите или работните места за да помогнеме во намалување на оптоварувањето на електричната мрежа.

- Да го замениме возниот парк од дизел возила со штедливи или електрични транспортни возила.
- Да се намали или избегнува каков било вид на горење во затворен простор, вклучувајќи миризливи свеќи и дрво во камини.
- Да користиме кујнски аспиратор за да помогнеме во намалување на загадувачки честички, како и други загадувачи од чад и гас после готвење.



- Да го ограничиме вакумирањето во затворен простор на еднаш неделно или по потреба или да користиме правосмукалка со HEPA филтер.



- Да го намалиме или да се откажеме од пушење цигари, пури или производи со испарување.

Дали треба да се регулираат ултрафините честички?

Сè додека UFP не подлежат на нови стандарди и регулативи, малку може да се направи за да се спроведе контрола на емисиите на UFP од главните придонесувачи како фабриките, производствените капацитети и производителите на автомобили чии возила произведуваат издувни гасови исполнети со UFP.

Некои организации спроведоа независни студии за регионални емисии на UFP со цел подобро да ги разберат изворите, обрасците и здравствените ефекти на UFP и да придонесат за технологијата и регулативата за следење во иднина.

Во 2014 година, the Bay Area Air Quality Management District (BAAQMD) завршши студија за UFP во областа на заливот Сан Франциско на САД, дом на речиси 8 милиони луѓе.

Извештајот покажува дека дури и мал пораст на UFP може да ги зголеми хоспитализирањата од срцеви и белодробни заболувања за скоро **20%** и да го зголеми ризикот од смрт од овие состојби за над **2%**. Овој извештај укажува на високите влогови вклучени во регулирањето и намалувањето на UFP.

Извештај од 2016 година објавен од **Американската академија за алергија**, **астма и имунологија**, исто така, заклучи дека забележливата штета што UFP ја предизвикуваат на телото, вклучително и оштетување на ДНК и зголемен ризик од сензибилизација на алергија, бара посебно регулаторно внимание.

Работилница на Американската агенција за заштита на животната средина (EPA) во 2016 година, исто така, заклучи дека инвестициите на американските производители на автомобили во следењето на UFP би можеле да помогнат подобро да се изолираат механизмите на моторите со согорување што доведуваат до емисии на UFP, отворајќи го патот за поефикасни технологии кои целосно ги намалуваат емисиите на UFP.

Постигнат е одреден напредок во способноста за следење на UFP

Студијата од 2021 година во Science of the Total Environment сугерира употреба на примероци од циклони за мерење на UFPs. Користејќи центрифугални сили за одвојување на UFP од друга материја во воздухот, земање примероци од циклон е успешно во мерењето на биоаеросоли кои содржат вирусни честички како што е тежок акутен респираторен синдром (RSSA -КоВ-2).

Но, со подобрувања во ефикасноста, земање примероци од циклонот може да може брзо и прецизно да ги измери другите UFP, додека ги открива нијансите на изложеноста.

Користејќи земање примероци од циклон, студија од 2020 година во урбана Кина покажа дека изложеноста на UFP варира во текот на денот (од **0,13 µg/m3** до **240,8 µg/m3**) и е најголема за време на патувања на работа.

Студија од 2020 година во која беа вклучени средношколци во урбана Кина ја користеше оваа техника на земање примероци од циклони за да предложи два клучни обрасци во личната изложеност на UFP:

- **Изложеноста на UFP може да варира во голема мера во текот на денот од 0,13 микрограми на кубен метар (µg/m3) до 240,8 µg/m3**. **Највисоките концентрации на UFP беа главно пронајдени во затворени простории, особено во болници, кујни за домаќинства или спални соби на помалку од 10 метри (32,8 стапки) од коловозот**.
- **Изложеноста на UFP е најголема за време на патувањата на работа**. Учесниците ученици се соочија со многу повисоки концентрации на UFP патувајќи од дома до училиште или кога ги напуштаа училишните објекти за оброци отколку во кое било друго време од денот.

Повеќе студии како ова може да помогнат во насочувањето на регулацијата кон најзначајните извори на UFP внатре и надвор, како што се **места за готвење** или **прометни патишта**, и да помогнат во заштита на оние кои често патуваат помеѓу внатрешни и надворешни простори погодени од UFP.

Заклучок

UFP се меѓу најопасни и најраспространети загадувачи во воздухот, со широк спектар на забележани здравствени ефекти. Сепак, не постојат регулаторни стандарди за контрола на емисиите на UFP.

Многу научни и здравствени организации сè повеќе бараат инвестиции во истражување што ќе го подобри разбирањето за тоа како да се измерат, **регулираат и намалат UFP за да се спречат нивните злобни здравствени ефекти**.

Опасности од авиони и ултраситни честички

Ситни ултрафини честички (UFPs), најмали и најопасни честички на загадување во воздухот, се зголемена грижа за квалитетот на воздухот за милиони кои живеат или работат во близина на аеродроми.

Дури и додека агенциите за квалитетот на воздухот известуваат за прифатливи нивои на јаглерод моноксид, азот оксид, сулфур диоксид и "ситни" честички (**PM 2,5**) во близина на аеродромите, нивои на UFP, кои се нерегулирани, може да се зголемуваат.

Научниците велат дека итно се потребни повеќе истражувања. И свесноста за опасностите од UFP се подобри откако истражувачите првпат ја открија врската помеѓу ултра ситните честички и воздушниот сообраќај.

Но, целосниот степен на тоа колку се опасни UFP од авиони за здравјето на луѓето сè уште е непознат, а заштитата од UFP бара специфични техники за филтрирање на воздухот.

Што се ултра ситни честички?

Ултрафини честички се дефинирани како честички помали од 0,1 микрон во дијаметар. Тие главно се генерираат од реакции на согорување кои се користат за напојување на мотори на возила, индустриски капацитети, камиони на дизел и воздухопловни мотори.

Тековните владини регулативи и стандарди за квалитет на воздухот не ги покриваат UFP, но сепак овие ситни загадувачи може да претставуваат повеќе од 90% од сите честички на загадувањето во воздухот.

Ултрафините честички се поврзани со:

- астма,
- алергии,
- респираторни заболувања,
- срцеви удари,

- мозочни удари,
- рак.

Нивои на ултрафини честички повисоки од типични честички регистрирани во близина на аеродроми

UFPs се пронајдени на особено високи нивои во близина на аеродроми, каде што моторите на авионите произведуваат високи концентрации на UFP додека летаат над блиски градови и населби.

Серија студии наречани од аеродромски службеници и спроведени од трети лица истражувачи во изминатата деценија постепено откриј дека квалитетот на воздухот околу меѓународниот аеродром во Лос Анџелес не се разликува многу од квалитетот на воздухот генерално во регионот, освен за една област од загриженост: **ултра ситни честички**.



Овие студии објавија дека концентрациите на ултрафини честички источно од аеродромот биле особено повисоки од типичните нивои.

Аеродромските власти континуирано ветија дека ќе продолжат да ги проучуваат нивоите на ултрафини честички по овие резултати.

Но, можеби се прашуваме: зошто би се зголемувале концентрациите на ултрафини честички дури и кога нивото на други загадувачи во воздухот се чини дека е под контрола?

Mike Feldman, поранешен заменик извршен директор на Светските аеродроми во Лос Анџелес (сега пензиониран), истакна дека **технологијата за согорување гориво што ги направи млазните авиони поефикасни во последниве години**, исто така, произведува помали честички од порано.

“Тоа е нешто за што науката не знае многу“, се изрази Фелдман за локалните весници.

Други студии, слични наоди

Извештај за квалитетот на воздухот во близина на аеродромот Van Nuys (Калифорнија), спроведен од Дистриктот за управување со квалитетот на воздухот во јужниот брег (SCAQMD - South Coast Air Quality Management District) откри значителни скокови во концентрации на ултра ситни честички во блиско училиште, терен за голф и радио кула кога авиони полетувале и слетување.

Студија, објавена во 2010 година и врз основа на истражување од 2006 и 2007 година, беше подготвена од SCAQMD за Агенцијата за заштита на животната средина на САД. Студијата исто така објави слични резултати за квалитетот на воздухот во близина на аеродромот Санта Моника (Калифорнија), друг регионален аеродром.

Присуство на покачени нивои на ултра ситни честички во близина на аеродроми може да помогне да се објаснат наоди поврзани со здравјето од други аеродромски студии.

На пример, студија од 2011 година, спроведена од германската Федерална агенција за животна средина (Germany's Federal Environment Agency), откри **69%** зголемен ризик од хоспитализација поради кардиоваскуларни болести кај мажи кои живеат во близина на аеродроми, иако причината првенствено се припишува на бучава. Бројни студии ги потврдија овие наоди.

Како да се заштитиме од ултра ситни честички?

За разлика од поголемите загадувачки честички, ултрафините честички се апсорбираат директно во белите дробови, каде што имаат способност да навлезат во ткивото и да се апсорбираат директно во крвотокот.

Една одбранбена линија против дишечки UFP може да биде прочистувач на воздух со високи перформанси кој е ефикасен во фил-трирање на UFP.

Додека обичните HEPA прочистувачи на воздух се фокусираат на филтрирање на честички од 0,3 микрони или поголеми, технологијата за филтрирање на воздухот на IQAir е докажана и сертифицирана ефикасна против честички од сите големини, вклучително и **ултраситни честички со дијаметар** до **0,003 микрони**, најмали честички што постојат. Ова ги покрива сите можни UFP загадувачи, ефикасно заштитувајќи нé од било кој од добро документирани здравствени ефекти поврзани со загадувањето на воздухот со UFP.





Слика. Технологијата за филтрирање на воздухот (IQAir)

11. Испарливи органски соединенија (VOC - Volatile Organic Compounds)

Испарливи органски соединенија (VOCs) се хемиски соединенија кои се испуштаат како гасови од цврсти супстанци или течности.

VOCs се испарливи бидејќи лесно испаруваат на собна температура и се органски соединенија бидејќи вклучуваат јаглерод. VOCs се со широк опсег и имаат различни нивои на токсичност.

Позначајни VOC соединенија се:

- ацетон,
- бензен,
- формалдехид,
- стирен,
- тетрахлоретилен,
- толуен,
- ксилен.

Метанот е органско соединение и е наведен како VOC од страна на некои владини регулаторни агенции за животната средина. Сепак, регулаторните агенции го одделуваат метанот од другите VOC од неколку причини:

- има ниска фотохемиска реактивност,
- не придонесува толку многу за формирање на приземен озон како другите VOCs,
- дава силен директен придонес за климатските промени.

Од каде доаѓаат VOCs?

VOCs се емитуваат од широк спектар на извори, делумно различни поради географијата. Во градовите најголем придонес е од емисии на возила, додека индустриски и приградски извори потекнуваат повеќе од согорување на фосилни горива и емисии на отпад.

Емисиите на VOC се грижа за сите нации. На пример, една студија од 2018 година објавена во Atmospheric Environment покажа дека отворено согорување на остатоци од пченка резултирало со 79 тони VOC емисии во северен Тајланд.

Во Делхи, Индија, **80%** од VOCs во воздухот во градот потекнуваат од сообраќајни емисии и согорување на цврсто гориво.

Десет најголеми индустриски емитери на VOC во Канада во текот на 2017 година придонеле со комбинирани 55.000 тони VOC во атмосферата првенствено преку **екстракција и рафинирање на нафта**, како и преку **подготовка на алкохол**.

Извори на VOC вклучуваат:

- бои,
- аеросолни спрејови,
- мастила за печатење,
- производи за чистење,
- конзерванси за дрво,
- средства за чистење и дезинфекција,
- градежни материјали,
- суровина (feedstock),
- горење домашно огревно дрво,
- индустрија за нафта и гас,
- гориво,
- бактерија,
- пропан, етанол, бутан.

Согорување на гориво кај возила е важен извор на VOCs. Сепак, VOCs не се создаваат само од издувните цевки на возилата: токсични VOCs може да се испуштаат преку хемикалии кои се испуштаат како гас во внатрешноста на автомобилот.

Производи со пријатен мирис можат активно да испуштаат VOCs. На пример, “мирис на нов автомобил“ што се чувствува при купување на ново возило е пример за испуштање гас во внатрешните делови од автомобилот. Истражување утврди дека има коктел од стотици отровни хемикалии во форма на гас во внатрешноста на автомобилот.

Освежувачи на воздух за автомобили и освежувачи на воздух во домовите испуштаат VOCs. Студијата од 2011 година објавена во Environmental Health Perspectives покажа дека над 100 VOCs се испуштаат од миризливи производи за широка потрошувачка.

Утврдено е дека миризливите свеќи негативно влијаат на квалитетот на воздухот во затворени простории бидејќи испуштаат VOCs дури и кога не се активни.

Студија од 2015 година објавена во Journal of Hazardous Materials покажа дека иако составот на VOCs се разликува во зависност од тоа дали миризливите свеќи се запалени или незапалени, миризливите свеќи беа силни внатрешни извори на емисии на VOC во секоја држава.

Концентрациите на VOC во затворени простории се во просек **2-5 пати** повисоки отколку на отворено. Концентрациите на VOC може да бидат повисоки во затворени простории поради несоодветна вентилација, повисоки температури и влажност од надвор, а временските услови на отворено поттикнуваат намалена природна вентилација и намален проток на воздух.

Како VOCs влијаат на нашето здравје?

VOCs може многу да се разликуваат во нивниот состав: некои VOCs, како што е бензенот (познат канцероген), се многу токсични. Како и другите загадувачи, VOCs може да предизвикаат сериозни здравствени проблеми во зависност од должината на изложеност на поединецот.

Краткорочните ефекти вклучуваат:

- иритација на очите, носот, грлото,
- главоболки,
- проблеми со дишењето.

Долгорочните влијанија врз здравјето може да вклучуваат:

- болна болест во градите,
- алергии и астма,
- рак,
- оштетување на бубрезите.

VOCs може да влијаат на кардиоваскуларната функција. Студија од 2015 година објавена во Atmospheric Environment покажа дека некои видови на VOC се поврзани со покачена срцева фрекфенција и имаат негативно влијание врз брахијалните артерии.

Со тоа што придонесуваат за формирање на **приземен озон** и **PM2.5**, VOC индиректно придонесуваат за значајни здравствени ефекти на двата од овие загадувачи.

Кои се еколошки ефекти на VOCs?

VOCs играат значајна улога во формирање на **приземен озон** и **PM2.5**, кои придонесуваат за создавање **смог**. **VOC** и **азотни оксиди** делуваат како **прекурсори** кои, **под дејство на сончева светлина**, реагираат за создавање на приземен озон и PM2.5, што значително придонесува за урбано загадување на надворешниот воздух.

Придонесувајќи за формирање на **приземен озон**, **VOCs индиректно го оштетуваат животот на растенијата**, вклучувајќи **намалени приноси** и **зголемена подложност на растенијата на болести**.

Дали VOCs се стаклени гасови?

VOCs не се значаен директен придонесувач за стаклени гасови. Наместо тоа, VOCs се сметаат за индиректни стаклени гасови бидејќи тие придонесуваат за климатските промени индиректно преку хемиски процеси.

VOC и азотни оксиди реагираат со сончевата светлина за да создадат **тропосферски озон**, или **приземен озон**. Тропосферскиот озон е трет најважен стаклен гас по **јаглерод диоксидот** и **метанот** бидејќи озонот **го апсорбира сончевото зрачење** и **ја зголемува температурата**.

Што може да се направи за да се намалат VOC во нашата околина?

За да се заштитиме од внатрешни концентрации на VOCs, **треба да го минимизираме бројот на извори на VOC** во нашиот дом. Постојат неколку начини да ја намалиме изложеноста на VOC, како што се:

- да користиме херметички контејнери за складирање на производи што содржат VOC,
- да се чуваат хемикалии со VOC во нив подалеку од луѓе во гаража или барака ако е можно,
- да се фрлат неискористени хемикалии преку систем за собирање опасен отпад од домаќинство во нашата заедница,
- да не купуваме аеросолни производи за широка потрошувачка,
- да купуваме бои на база на вода наместо на растворувачи,

- да се реновира домот кога е ненаселен ако е можно,
- кога возиме, да користиме автомобилски прочистувач на воздух како Atem Car.

Прочистувач на воздух специфичен за VOC како GC серијата може да се конфигурира со филтер за да ги елиминира VOC и да го чисти воздухот. Можеме исто така да ги држиме прозорците отворени и да ја проветруваме внатрешната средина со свеж воздух за разредување и намалување на концентрациите на VOC.

Градските и руралните загадувачи имаат вистинско влијание врз граѓаните во светот, како во изгубени животи, така и во економска одржливост. И покрај подобрувања на квалитетот на воздухот преку регулативи, цената на загадувањето на воздухот е висока во многу држави.

12. Практично истражување

Практично истражување реализирав во лабораторијата за биосензорски истражувања на Меѓународен Славјански универзитет во Свети Николе. Користев современа биосензорска технологија – биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на израз на лице. Испитаници во истражувањето се студенти на универзитетот. Користев екрански компјутерски стимул кој беше под опсервација од испитаници во траење од 10 секунди. Добиените резултати од биометриското мерење ги анализирав со користење на современ софтверски систем од компанијата iMotions.

13. Анализа на добиените резултати

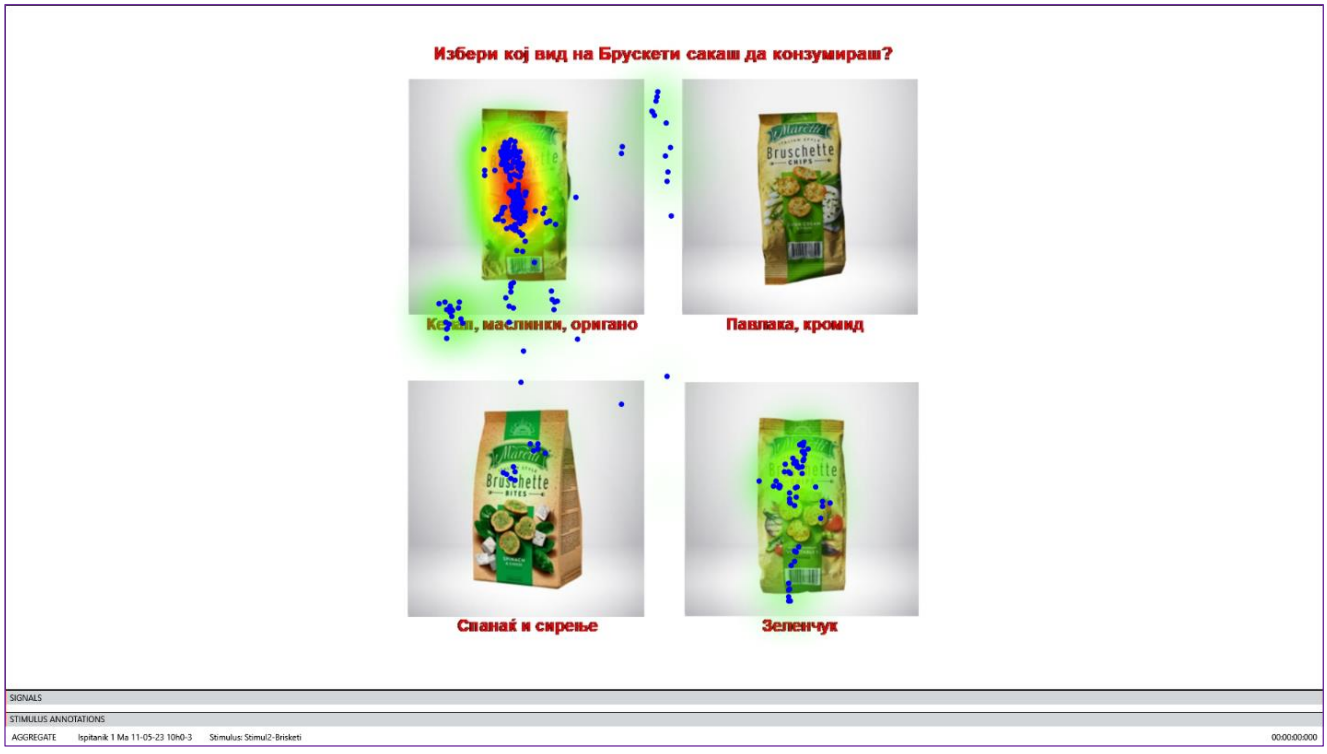
Во процесот на анализа на податоци користев неколку технолошки процеси кои ги овозможуваат биосензорските системи:

- **Креирање топлински мапи**: Покажуваат каде испитаниците го фокусирале своето внимание, својот поглед. Фокусираното внимание е пропорционално на нивото на интерес. Се креираат и анализираат **поединечни** и **збирни** топлински мапи.
- **Области на интерес**: Претставуваат сегменти на екранскиот стимул, со креирање (бафер зони) за да се споредат резултатите од

биосензорското мерење на понудени продукти кои треба да се анализираат. Се генерираат повеќе мерни елементи со прикажување на однесувањето на испитаниците. Се креираат поединечни и збирни области на интерес.

- **Низи од фиксации**: Секвенци кои покажуваат распоред на активности на испитаници во процесот на следење на екранскиот стимул – каде и како се движел нивниот поглед и колку време се задржал на одреден детал од стимулот. Исто така покажуваат дилатација на зениците и фреквенција на трепкање на испитаниците.
- **Анализа на израз на лице**: Вредна анализа која ја покажува **валентноста** на емоциите (позитивни, негативни и неутрални) на секој испитаник (поединечно) кои од одразуваат човековото однесување и валентноста на емоциите при следење на поединечни детали од екранскиот стимул.

13.1 Поединечни топлински мапи



Слика 1. Топлинска мапа (со грозд фиксации) на испитаник 1

На слика 1 е прикажана топлинска мапа за испитаник 1. Прикажан е и грозд од фиксации креирани со поглед на очи. Овој испитаник најголем интерес покажал за првиот производ. Значајно помал интерес покажал за четвртиот производ, а за останатите не покажал интерес.

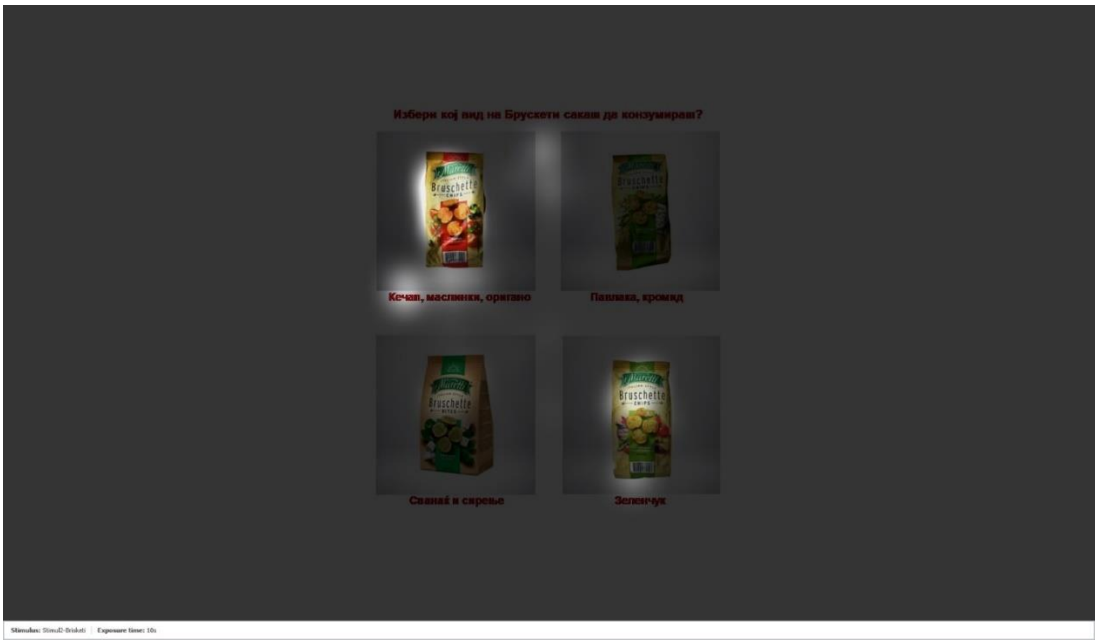


Слика 2. Топлинска мапа (сенка) на испитаник 1

На слика 2 е прикажана топлинска мапа каде како индикатор на фокусирано внимание е површина на сенка која е пропорционална на ниво на фокусираност и ниво на интерес. Лесно се забележува кој производ е најпосакуван од овој испитаник.

На слика 3 е прикажана топлинска мапа на истиот испитаник каде како индикатор и користена осветленоста. На темна подлога осветленоста доаѓа до израз и е пропорционална на нивото на интерес и фокусираност. Се забележува дека најголема осветленост има на првиот понуден производ, а значајно помала на другите производи.

На слика 4 е прикажана топлинска мапа на испитаник 3. Се забележува дека овој испитаник најголем интерес покажал за вториот производ, а за останатите покажал многу мал интерес.

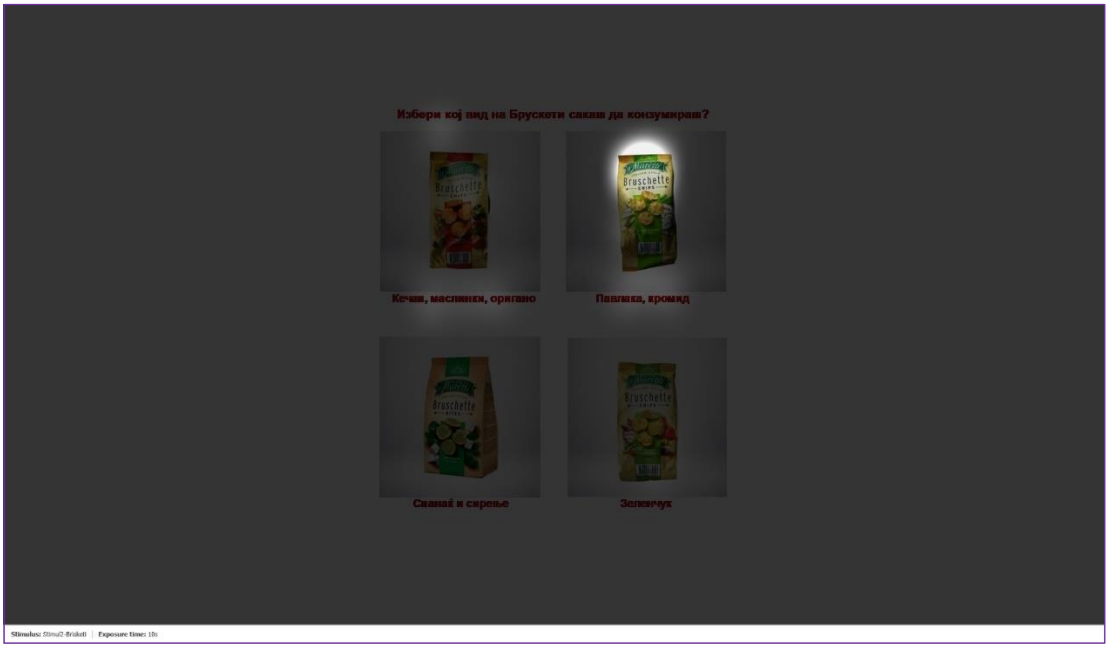


Слика 3. Топлинска мапа (осветленост) на испитаник 1



Слика 4. Топлинска мапа (со грозд фиксации) на испитаник 3

Слика 5 прикажува топлинска мапа каде осветленоста е индикатор што нед-восмислено покажува дека овој испитаник има омилен производ 2.



Слика 5. Топлинска мапа (осветленост) на испитаник 3



Слика 6. Топлинска мапа на испитаник 7

На слика 6 е прикажана топлинска мапа на испитаник 7 на која овој испитаник има свој омилен производ 1.



Слика 7. Топлинска мапа (со грозд од фиксации) на испитаник 9

На слика 7 е прикажана топлинска мапа на испитаник 9. Овој испитаник најголем интерес покажал за вториот производ. Поединечни фиксации на поглед на очите покажуваат каде го фокусирал своето внимание овој испитаник.

На слика 8 е прикажана топлинска мапа на испитаник 10, која покажува дека овој испитаник најголем интерес покажал за **производ 3**. Ова е потврдено и на анке-тниот прашалник што испитаникот го пополнуваше со заокружување веднаш после биометриска опсервација на екрански стимул.

На слика 9 е прикажана топлинска мапа на испитаник 11. Се забележува дека овој испитаник најголем интерес покажал за **производ 1**. На овој производ го фокусирал најголем дел од своето фокусирано внимание. Исто така може да се види дека одредени фиксации покажал и на читање на текстот на врвот на екранскиот стимул. За другите производи покажал помал интерес освен кратко задржување да види за каков производ се работи, и после тоа веднаш погледот го враќал на омилениот производ.



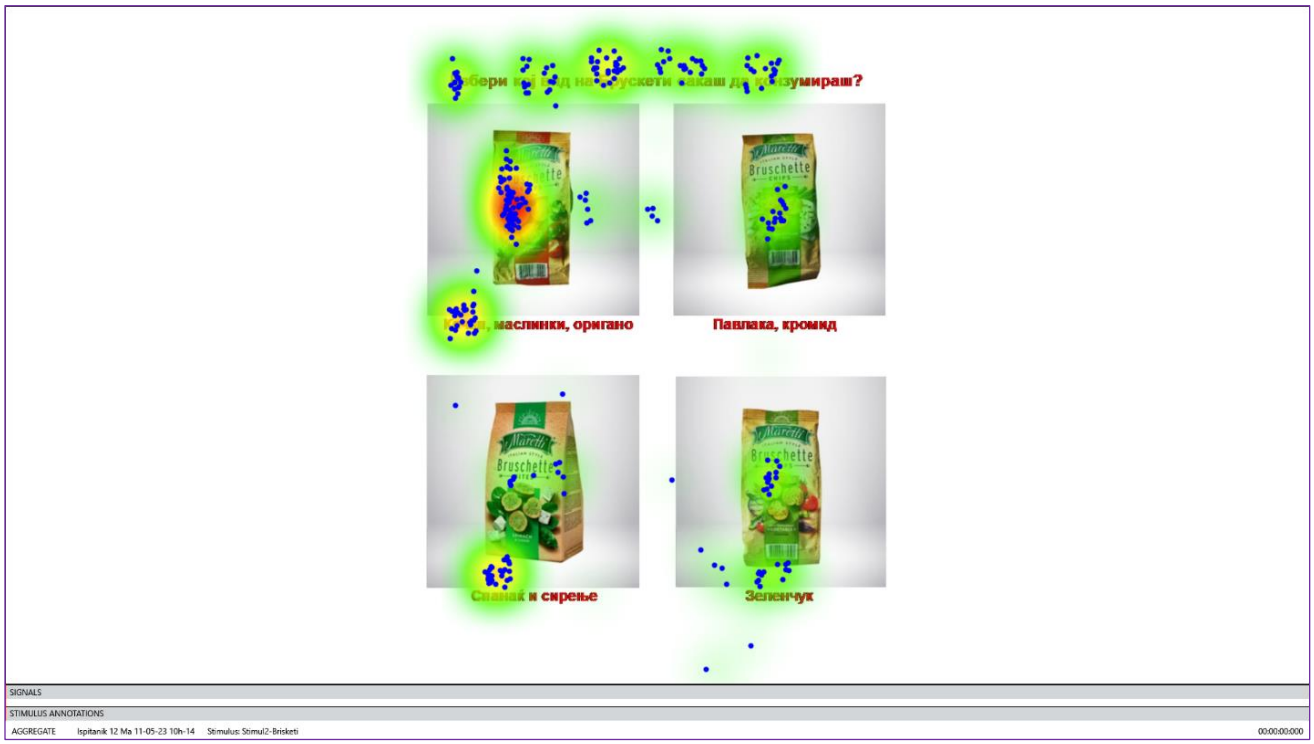
Слика 8. Топлинска мапа на испитаник 10



Слика 9. Топлинска мапа на испитаник 11

На слика 10 е прикажана топлинска мапа на испитаник 12. Овој испитаник најголем интерес покажал за производ 1. Заначајно помал интерес покажал за останатите производи. Ова го потврдил и на анкетниот прашалник каде што го заокружил првиот производ. Ова покажува дека не постои дискрепанца (отстапување) помеѓу двата методи на истражување.

Слика 11 покажува топлинска мапа на испитаник 13 кој покажал најголем интерес за производ 2. Другите понудени производи на екранскиот стимул многу малку го интересирале. И во овој случај не постои отстапување помеѓу биосензорско следење на очи и традиционално анкетно истражување.

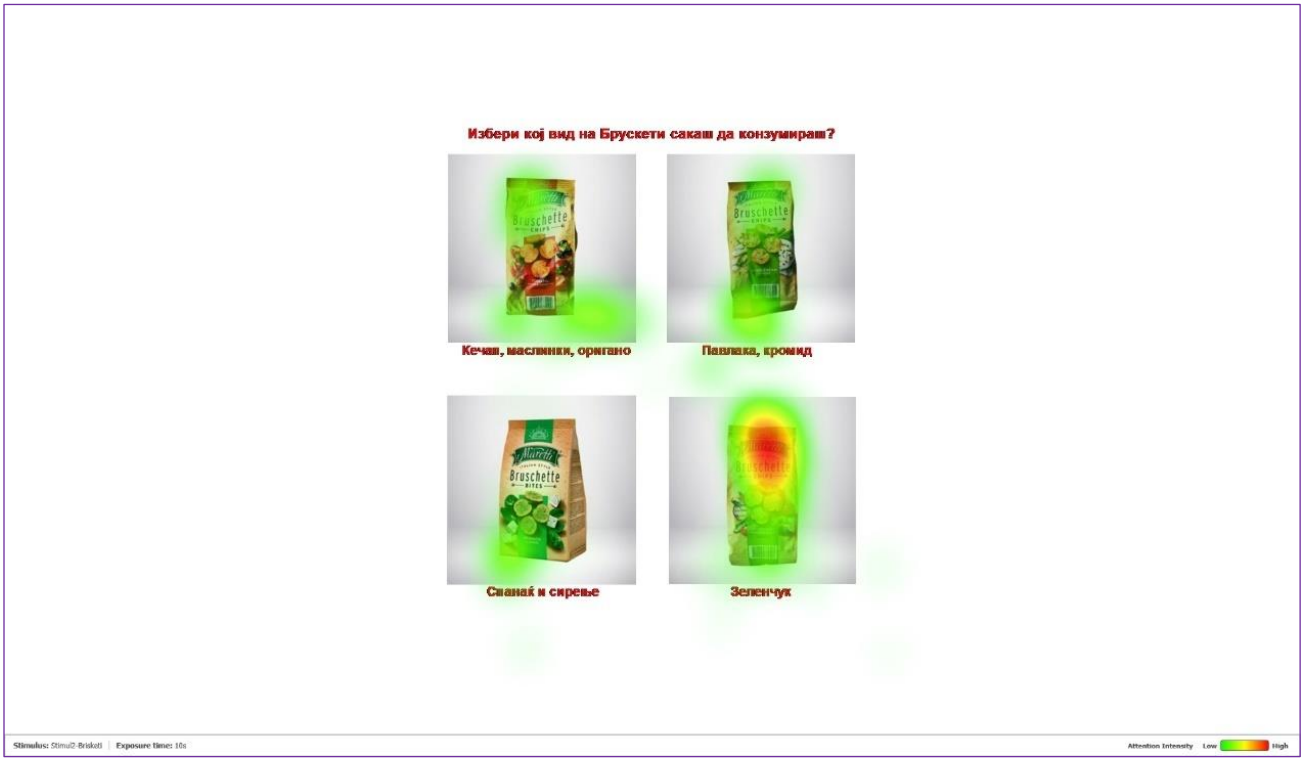


Слика 10. Топлинска мапа на испитаник 12

На слика 12 е прикажана топлинска мапа на испитаник 14. Овој испитаник најголем интерес покажал за производ 4. Заначајно помал интерес покажал за останатите производи. Ова го потврдил и на анкетниот прашалник каде што го заокружил четвртиот производ. Ова покажува дека не постои дискрепанца (отстапување) помеѓу двата методи на истражување. Во овој случај испитаникот покажал мал интерес за останатите понудени производи.



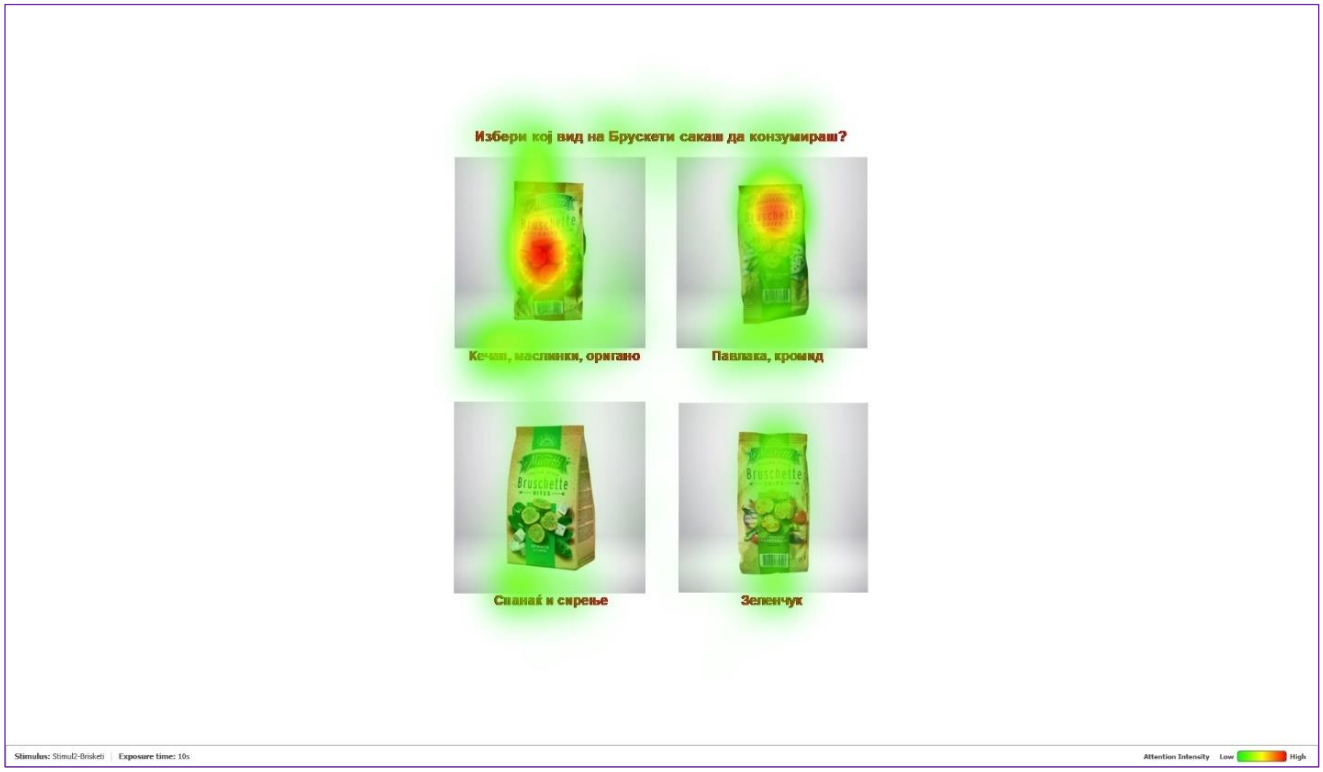
Слика 11. Топлинска мапа на испитаник 13



Слика 12. Топлинска мапа на испитаник 14

13.2 Збирни топлински мапи

На слика 13 е прикажана ЗБИРНА топлинска мапа од сите испитаници заедно. Боите на топлинските мапи недвосмислено покажуваат за кој производ испитаниците покажале најголем интерес преку фокусирање на своето внимание. Во овој случај испитаниците како најомилен производ го избрале производ 1, нешто помал интерес покажале за производ 2, додека за останатите производи покажале значајно помал интерес. Вакви збирни топлински мапи најмногу се користат во маркетинг истражувања (невромаркетинг) – маркетинг менаџерите имаат потреба од вакви информации за да одредат кој производ најмногу го преферираат потрошувачите, и да одредат која целна група какво размислување има за некој нов производ што го пласираат на пазарот: неговото **пакување**, **цена на чинење**, **квалитет** и слично.



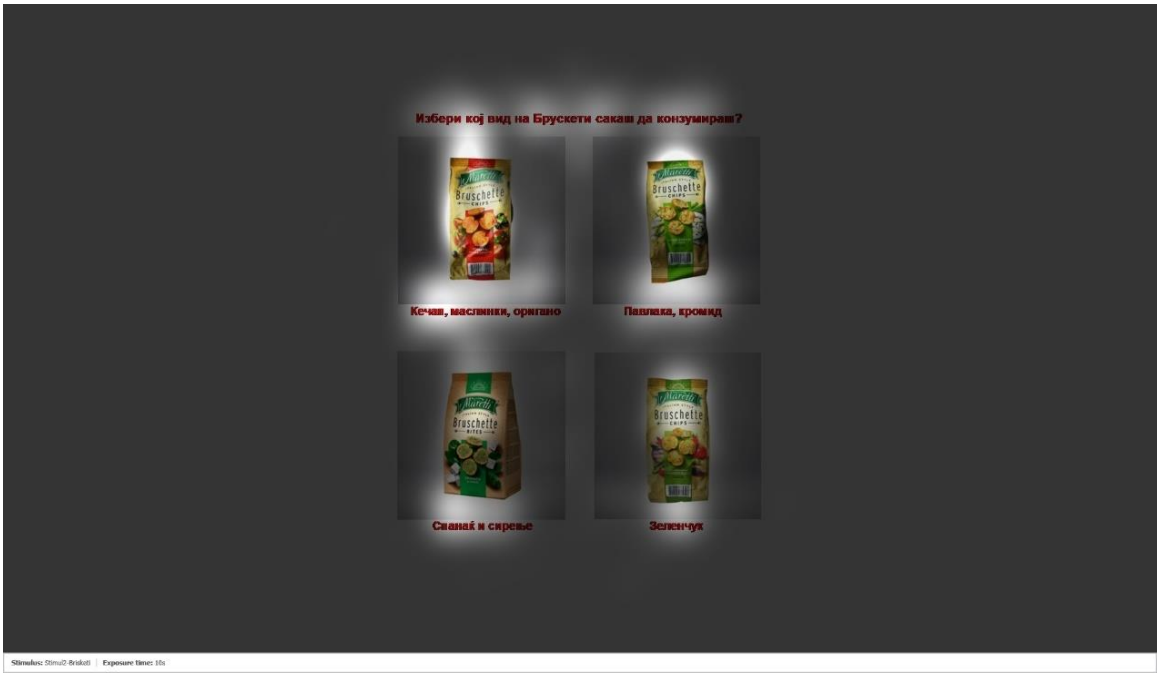
Слика 13. Збирна топлинска мапа од сите испитаници заедно

На слика 14 е прикажан друг вид на збирна топлинска мапа каде големината (површина) на сенката е индикатор за најголема фокусираност и ниво на интерес.

Ова е значаен индикатор за визуелно прикажување и значајно помага во процесот на донесување стратешки маркетиншки одлуки.



Слика 14. Збирна топлинска мапа (сенка) од сите испитаници заедно

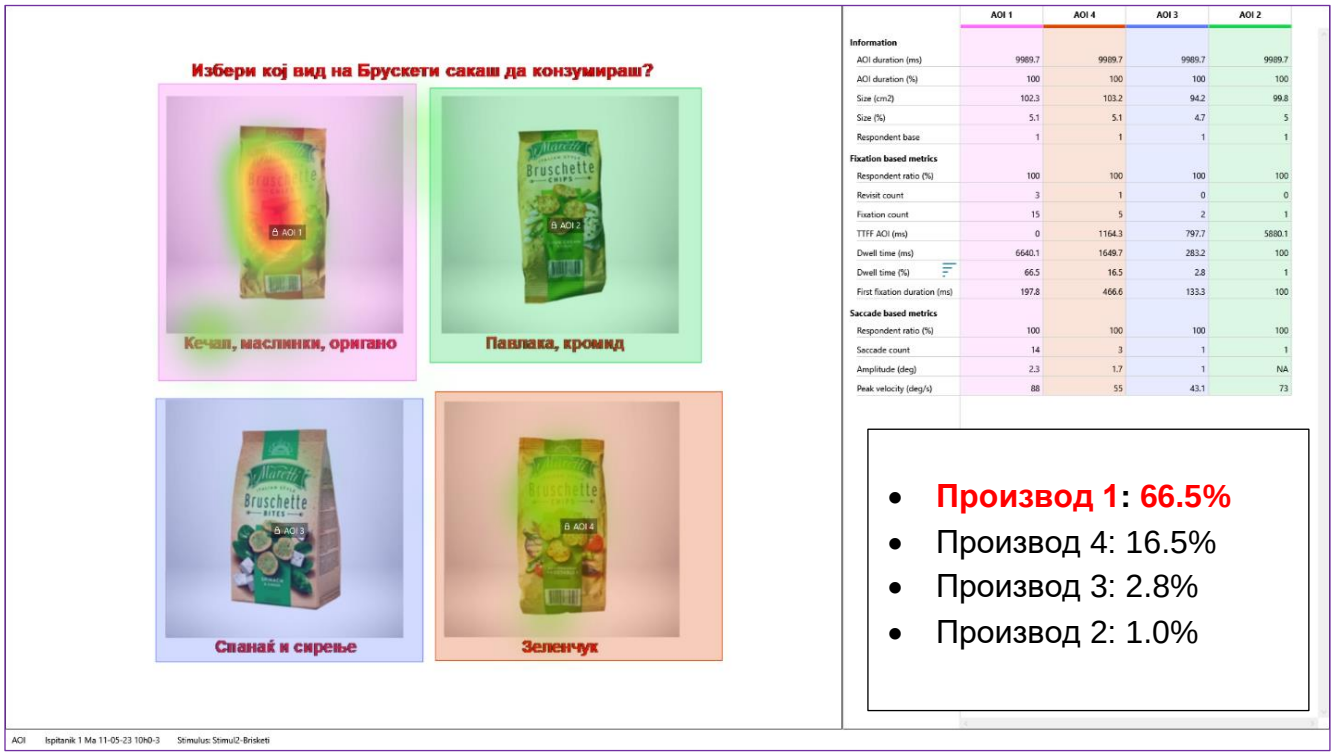


Слика 15. Збирна топлинска мапа (осветленост) од сите испитаници заедно

На слика 15 е прикажан трет вид на збирна топлинска мапа каде интензитетот на светлина (осветлена површина на црна позадина) е индикатор за најголема фокусираност и ниво на интерес. Ова е значаен индикатор за визуелно прикажување и значајно помага во процесот на донесување одлуки од страна на маркетери (менаџери во маркетинг) при пласирање на некој производ на пазарот.

13.3 Област на интерес: Поединечен испитаник

На слика 16 е прикажана област на интерес на испитаник 1.

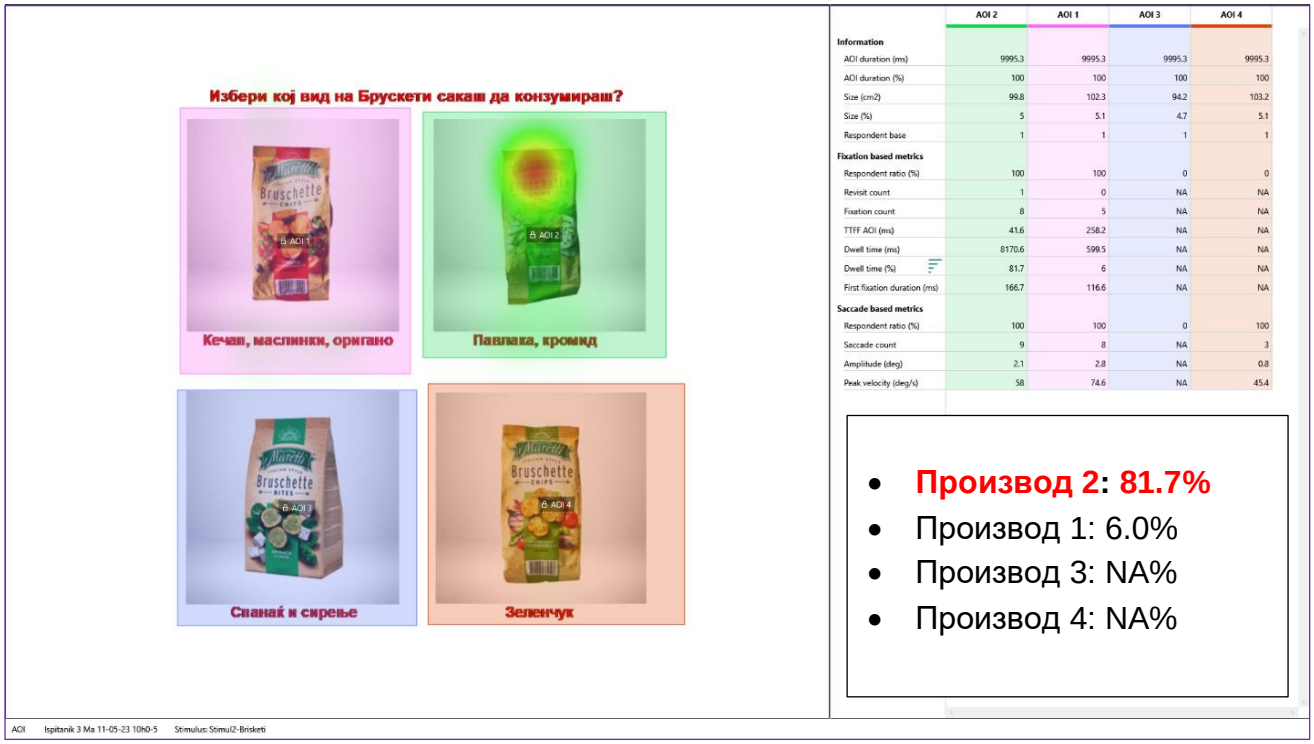


Слика 16. Област на интерес на испитаник 1

Креирани се 4 бафер зони (околу секој производ) за да се добијат повеќе метрики и да се споредат нивните вредности. Најзначаен индикатор (метрика) е **Dwell time (%)** кој покажува колкав процент од вкупното време на следење, испитаникот потрошил за следење на определен производ. Ова го претставува и нивото на интерес кон одреден производ. Кај овој испитани се добиени следните вредности:

- **Производ 1**: **66.5%**
- Производ 4: 16.5%

- Производ 3: 2.8%
- Производ 2: 1.0%.



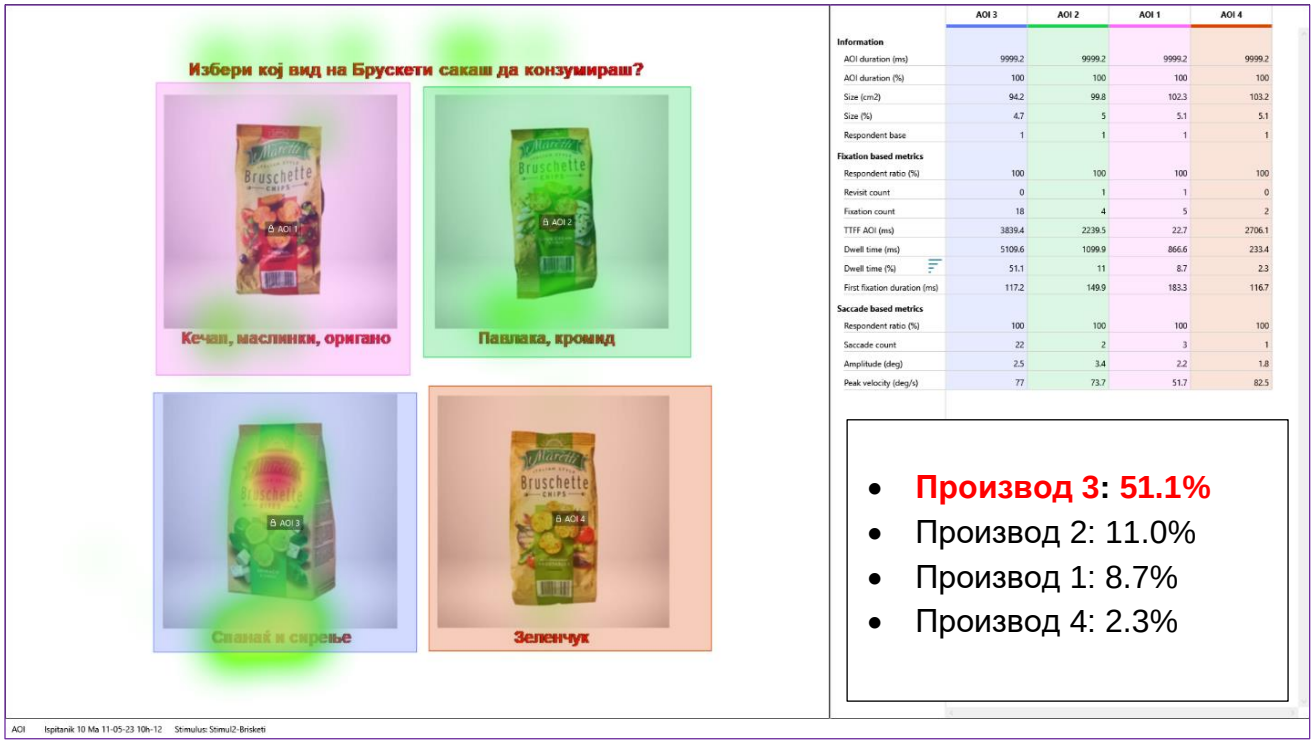
Слика 17. Област на интерес на испитаник 3

На слика 17 е прикажана област на интерес на испитаник 3. Добиени се следните вредности за измерената величина **Dwell time (%)**:

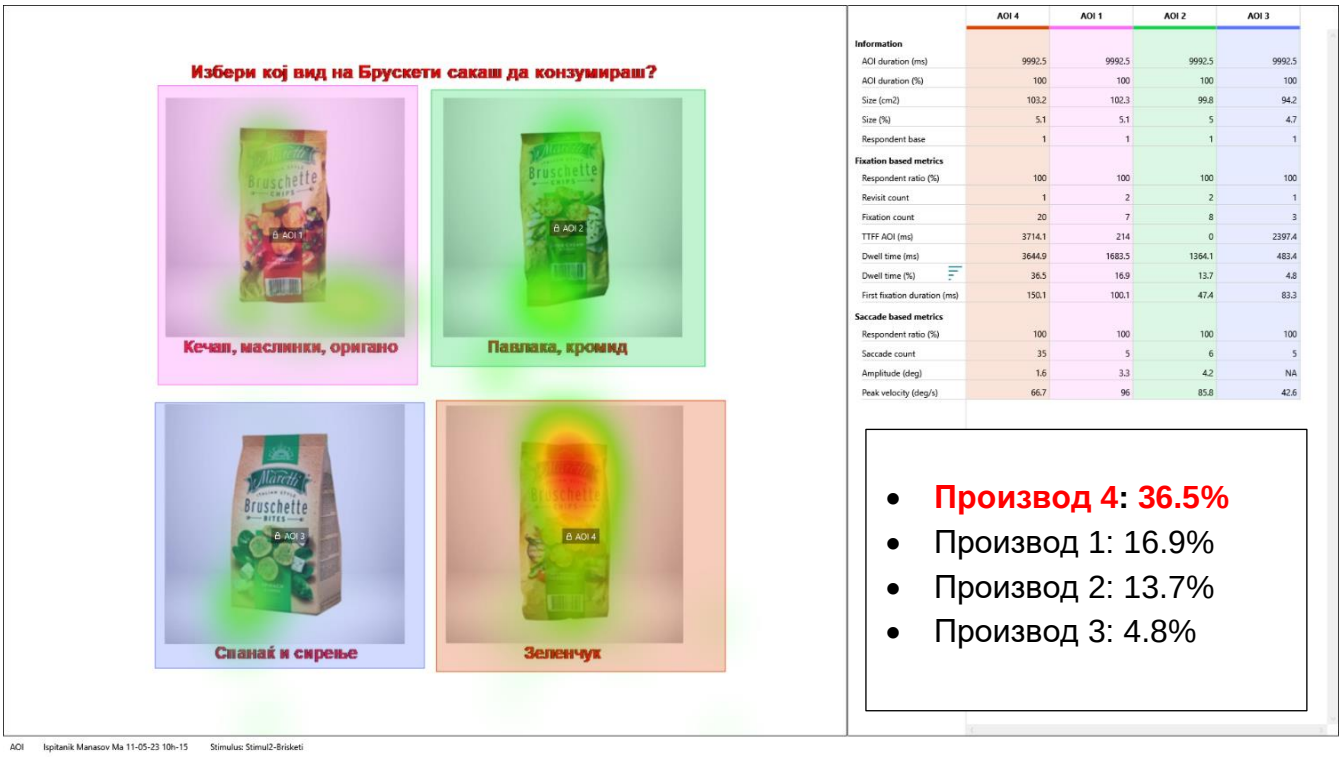
- **Производ 2**: **81.7%**
- Производ 1: 6.0%
- Производ 3: NA%
- Производ 4: NA%.

На слика 18 е прикажана област на интерес на испитаник 10. Добиени се следните вредности за измерената величина **Dwell time (%)**:

- **Производ 3**: **51.1%**
- Производ 2: 11.0%
- Производ 1: 8.7%
- Производ 4: 2.3%.



Слика 18. Област на интерес на испитаник 10



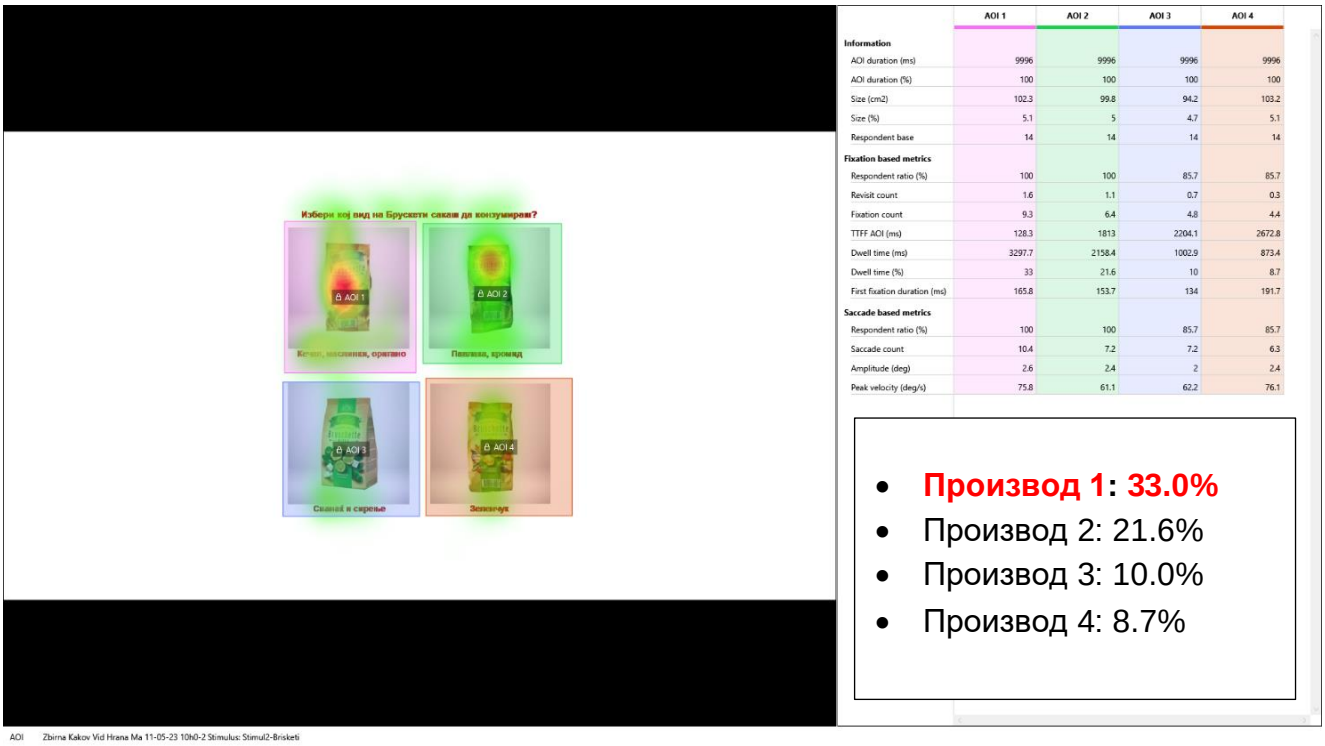
Слика 19. Област на интерес на испитаник 14

На слика 19 е прикажана област на интерес на испитаник 14. Добиени се следните вредности за измерената величина **Dwell time (%)**:

- **Производ 4**: **36.5%**
- Производ 1: 16.9%
- Производ 2: 13.7%
- Производ 3: 4.8%.

13.4 Збирна (од сите испитаници заедно) област на интерес

На слика 20 е прикажана област на интерес на сите испитаници заено што е значаен збирен индикатор при процес на донесување одлуки за преференции на потрошувачи кон одреден производ.



Слика 20. Збирна Област на интерес

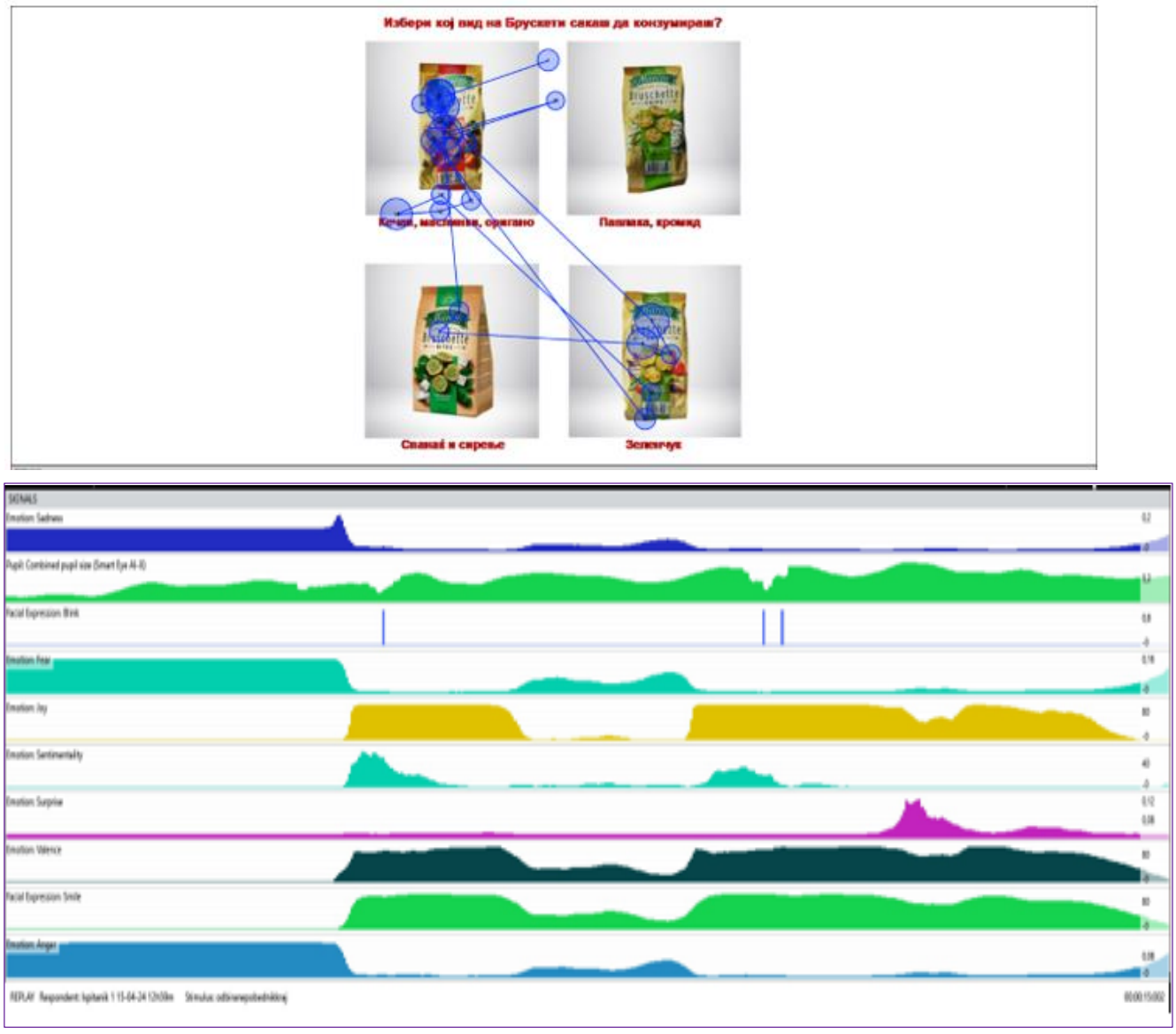
Добиени се следните вредности за измерената величина **Dwell time (%)**:

- **Производ 1**: **33.0%**
- Производ 2: 21.6%
- Производ 3: 10.0%

- Производ 4: 8.7%.

Овие добиени вредности се највреден индикатор кој производ го избрале испитаниците (целна група **студенти** на универзитет). Во конкретниот случај, најголем процент (**33.0%**) од испитаниците го избрале **производ 1**, за **производ 2** се изјасниле **21.6%**, додека за останатите понудени производи тој процент е значајно помал.

13.5 Низи од фиксации и анализа на изрази на лице за одредување на валентност на изразена емоција



Слика 21. Фиксации, дилатација на зеници и повеќе различни емоции на **израз на лице**, на испитаник 1

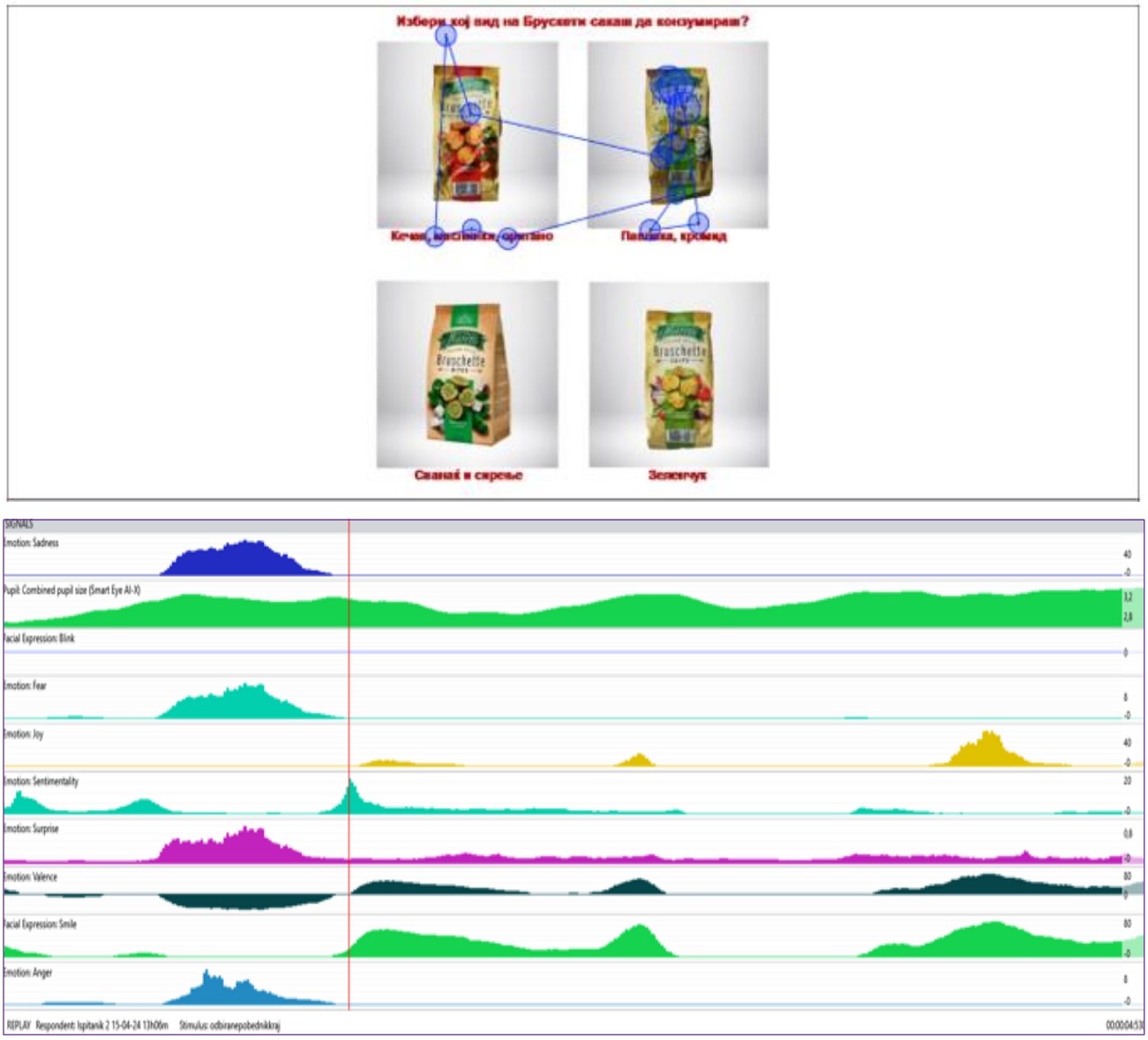
На слика 21 е прикажана низа на фиксации на испитаник 1 добиени со биосензор за следење на очи. Фиксациите покажуваат како се движел погледот на испитаникот кога го набљудувал екранскиот стимул: Каде првпат погледнал, коллку пати се враќал на одредени детали, колку време се задржал на одреден сегмент, и редослед на следење. Дилатацијата на зеницата е пропорционална на нивото на возбуда и интерес на испитаникот.

Исто така е дадена анализа на изразот на лицето со користење биосензор за анализа на емоционални реакции на лицето на испитаникот. Прикажани се нивои на повеќе емоции за цело време на следење на екранскиот стимул, како што се: sadness (тага), fear (страв), joy (радост), sentimentality (сентименталност), surprise (изненадување), valence (валентност: позитивна, негативна, неутрална), smile (насмевка), anger (гнев), confusion (конфузијјај) и други.

Креирана е интеграција (преклопување) помеѓу двата биосензорски системи: Биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на израз на лице. Ова овозможува во секој момент од опсервација на екранскиот стимул да се види каде е фокусиран погледот на испитаникот и во тој момент каква емоција изразува тој. Ова овозможува да се даде целосен и комплетен увид какво е однесувањето на секој испитаник и каков е неговиот избор. Се забележува дека испитаникот најголем интерес покажал за првиот производ, нешто помал интерес за четвртиот, а скоро никаков интерес за останатите два (2) производи.

На слика 22 е прикажана низа на фиксации на испитаник 3 кои се добиени со биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на израз на лице. Фиксациите покажуваат како се движел погледот на испитаникот кога го набљудувал екранскиот стимул: Каде првпат погледнал, коллку пати се враќал на одредени детали, колку време се задржал на одреден сегмент, и редослед на следење. Дилатацијата на зеницата е пропорционална на нивото на возбуда и интерес на испитаникот. Исто така, биосензорот за анализа на израз на лице ги прикажува емоционалните реакции на испитаникот за цело време на опсервација на екранскиот стимул. Прикажани се нивои на повеќе емоции и истите се во корелација со фокусираното внимание. Овој испитаник најголем интерес покажал за вториот производ. Кога погледот му бил фокусиран на вториот производ, во тој момент емоциите изразени на

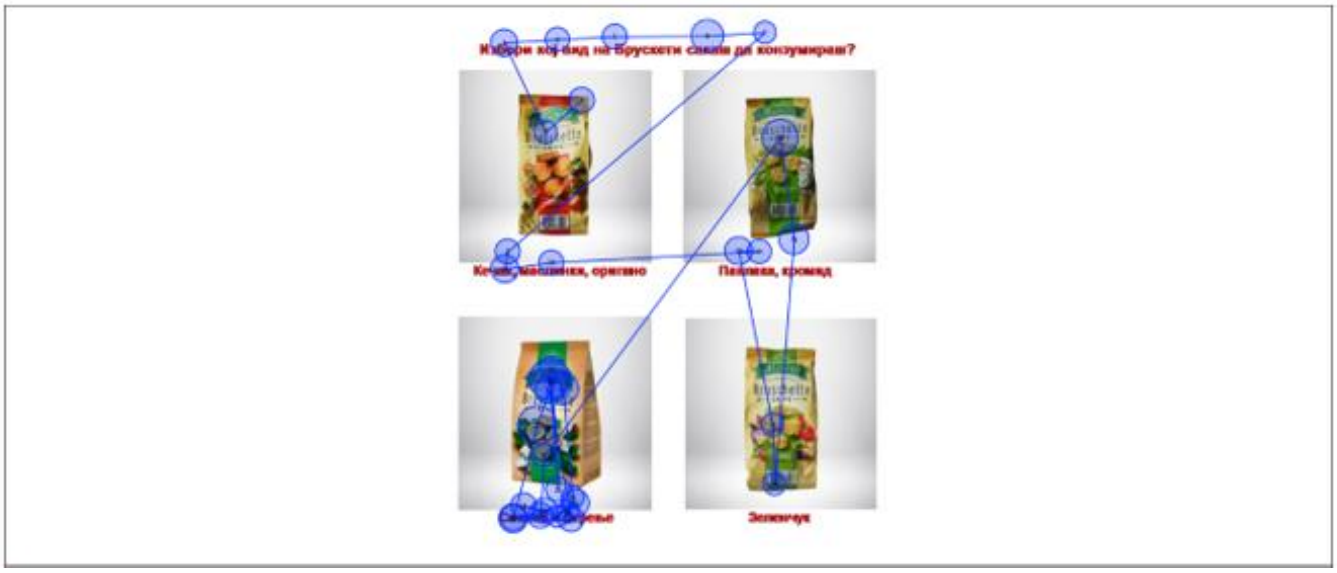
неговото лице се позитивни и со најголем интензитет, што не е случај со другите производи.

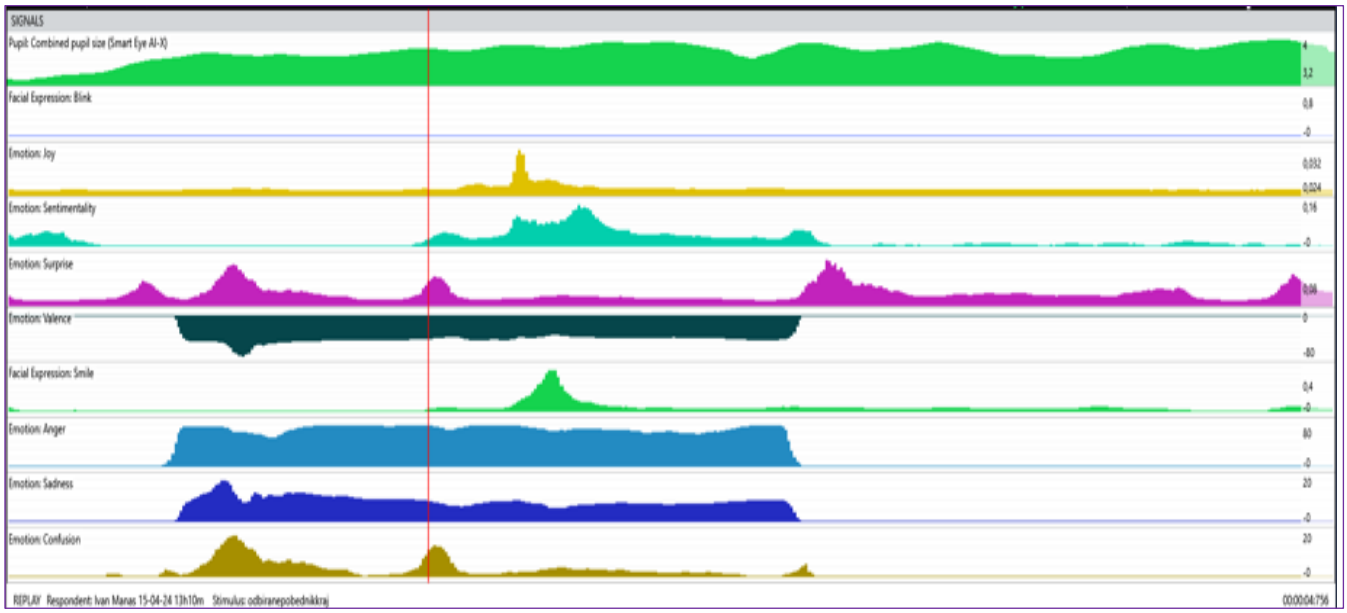


Слика 22. Фиксации, дилатација на зеници и повеќе различни емоции на **израз на лице**, на испитаник 3

На слика 23 е прикажана низа на фиксации на испитаник 10 кои се добиени со биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на израз на лице. Фиксациите покажуваат како се движел погледот на испитаникот кога го набљудувал екранскиот стимул. Овој испитаник најголем интерес покажал за третиот производ. Кога погледот му бил фокусиран на третиот производ, во тој момент емоциите

изразени на неговото лице се позитивни и со најголем интензитет, што не е случај со другите производи, за кој покажал значајно помал интерес. Недвосмислено неговиот израз е третиот производ..

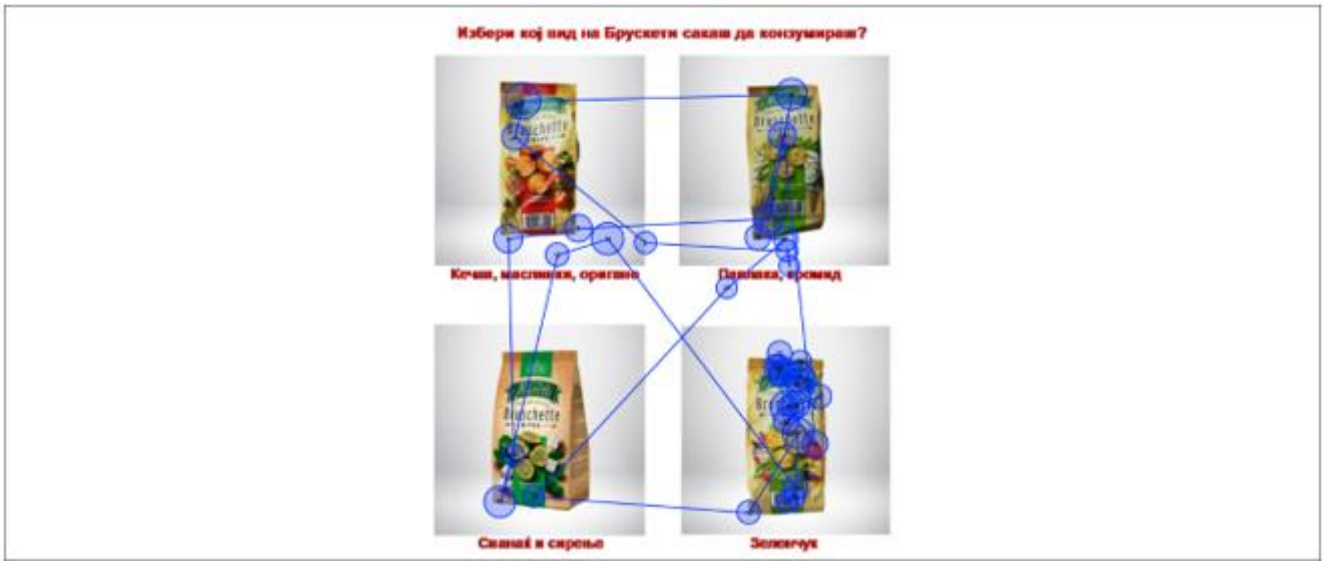


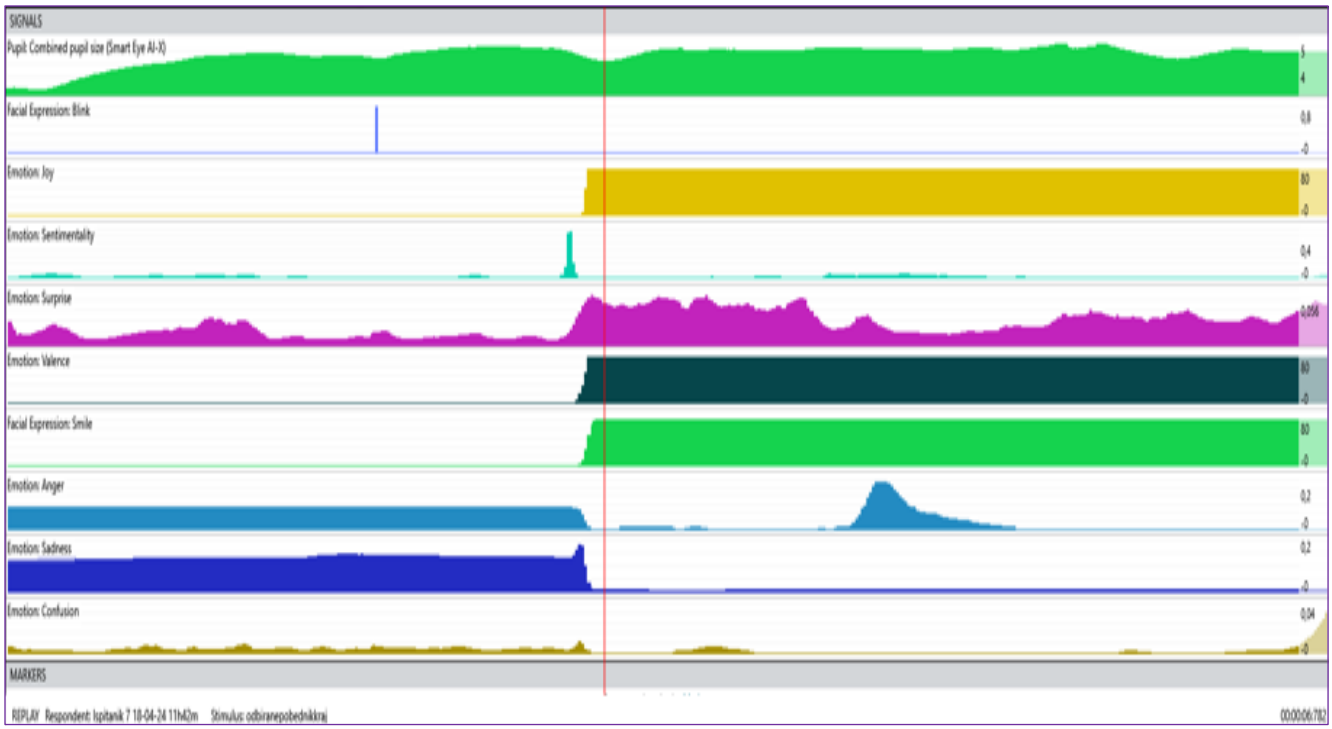


Слика 23. Фиксации, дилатација на зеници и повеќе различни емоции на **израз на лице**, на испитаник 10

На слика 24 е прикажана низа на фиксации на испитаник 14 кои се добиени со биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на израз на лице. Фикса-

циите покажуваат како се движел погледот на испитаникот кога го набљудувал екранскиот стимул.





Слика 24. Фиксации, дилатација на зеници и повеќе различни емоции на **израз на лице**, на испитаник 14

Овој испитаник најголем интерес покажал за четвртиот производ. Кога погледот му бил фокусиран на четвртиот производ, во тој момент емоциите изразени на неговото лице се позитивни и со најголем интензитет, што не е случај со другите производи, за кој покажал значајно помал интерес. Недвосмислено неговиот избор е четвртиот производ, што го потврдил и се анкетниот прашалник – го заокружил (избрал) четвртиот производ. Во овој случај не постои дискрепанца (отстапување) помеѓу двата методи на истражување.

14. Заклучок

Возрасните и децата се погодени различно од загадување на воздухот во затворените простории. Зоната за дишење на детето, дефинирана како област до еден метар од подот, е местото каде што децата го поминуваат поголемиот дел од своето време во затворени простории. Ова значи дека наизглед безопасните задачи во домаќинството, како што се поставување теписи или бојадисување соби, може да им наштетат на децата, што резултира со големи здравствени проблеми. Тековните системи за вентилација претпоставуваат дека загадувачите се распределуваат рамномерно.

Различни загадувачи можат да се појават во различни слоеви во воздухот во затворен простор. Загадувањето на воздухот во затворените простории предизвикува сериозни здравствени проблеми кои може да се избегнат.

Во нашето тешко време на стрес, тешки товари, постојано влошена еколошка состојба, квалитетот на воздухот што го дишеме е од особено значење. Квалитетот на воздухот, неговото влијание врз нашето здравје директно зависи од количината на кислород во него. Но, постојано се менува.

Не можеме да видиме ако не можеме да го контролираме она што може да нé убие. Потребно е да правиме три работи:

- Да го анализираме воздухот за да можеме да видиме каде е загадувањето.
- Го чистиме воздухот за да имаме контрола.
- Доставуваме чист воздух каде што е потребно за да не нé убие.

Најдобар начин за да обезбедиме чист воздух е да се ослободиме од автомобилите кои загадуваат, од фабриките и електраните, и секој друг извор на загадување на воздухот. Тоа е достојна цел и тоа не е нешто што ќе се случи преку ноќ. Ќе биде потребно малку време и додека чекаме сите овие извори на загадување да престанат. Мислиме би било многу добра идеја да потрошиме колку што можеме повеќе пари за да обезбедиме чист воздух за дишење. Истите пари што ги трошиме за безбедност во сообраќајот, за борба против современи болести. Зошто, воздухот во градовите, во училиштата, на работните места, во домовите, нé убива.

Според **Светска здравствена организација**: Загадувањето на воздухот во домаќинството предизвикува незаразни болести, вклучувајќи мозочен удар, исхемична срцева болест, хронична опструктивна белодробна болест (ХОББ) и рак на белите дробови. Скоро половина од смртните случаи поради пневмонија кај децата под 5-годишна возраст се предизвикани од честички (саќи) вдишени од загадување на воздухот во домаќинствата. Правилната вентилација е една од најефикасните мерки за превенција. Кога се комбинираат со зголемена свест и разбирање за ризикот, овие едноставни стратегии можат да помогнат да се намали ризикот од изложеност на загаден воздух во затворени простории и за децата и за возрасните.

Многу гасови и испарувања во нашиот дом се извор на загадување на воздухот во затворени простории и тие се и безбојни и без мирис. Тие можат да му наштетат на здравјето на луѓето, затоа треба да избегнуваме да внесуваме дополнителни агенси кои можат да произведат токсични испарувања доколку е можно. Испарливи органски соединенија (VOCs) се штетни дури и на собна температура, предизвикувајќи главоболки, гадење, астма, па дури и рак.

Според OECD, загадувањето на воздухот во затворени простории се однесува на хемиска, биолошка и физичка контаминација на воздухот во затворени простории. Тоа може да резултира со негативни здравствени ефекти. Во земјите во развој, главниот извор на загадување на воздухот во затворените простории е чадот од биомаса кој содржи суспендирани честички (PM), азот диоксид (NO_2), сулфур диоксид (SO_2), јаглерод моноксид (CO), формалдехид и полициклични ароматични јаглеводороди (PAHs).

Како последица на загадениот воздух, по еден Македонец умира на секои 4-5 часа. Популацијата во Македонија е веќе истрошена. Не живеат тука нови луѓе кои до вчера биле на чист воздух, туку граѓани, на кои кризата им се повторува секоја зима. Белодробниот и циркулаторниот систем се на тест секоја сезона. Сите сме со ослабени организми. **Ова е многу сериозна ситуација**. Граѓаните коментираат дека здравјето им се влошува, дека тераат едноподруго настинки и не можат да оздравуваат. Концентрацијата и расположението им се намалени, ги мачат главоболки. Животот им го нема вообичаениот тек зашто многумина си го ограничуваат движењето надвор.

Користена литература

1. Damian Carrington, “Air Pollution linked to more severe mental illness”, 2021.
2. Van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 95–99.
3. Zawoyski, Andrea M., Ardoin, Scott P. & Binder, Katherine S. (2015). Using Eye Tracking to Observe Differential Effects of Repeated Readings for Second-Grade Students as a Function of Achievement Level. *Reading Research Quarterly*, 50(2), 171–184. doi: 10.1002/rrq.91.
4. Leigh J.R and Zee D.S., “The Neurology of Eye Movements”, Oxford University Press, 2015.
5. Boucsein, W, “Electrodermal Activity”, New York, 2012
6. Puthumana JS, Ngaage LM, “Risk factors for cooking-related burn injuries in children”, WHO Global Burn Registry, 2022.
7. OECD, “INDOOR AIR POLLUTION”, 2003.
8. American Chemical Society, “Romantic, Candle-lit Dinners: An Unrecognized Source of Indoor Air Pollution”, 2009.
9. University of California - Berkeley, “Many Cleaners, Air Fresheners May Pose Health Risks When Used Indoors”, 2006.
10. University of Washington, “Scented laundry products emit hazardous chemicals through dryer vents”, 2011.
11. Asthma+Lung UKK, “Air pollution”, 2020.
12. C40 Cities, “How to implement transit-oriented development”, 2021
13. Eating and Health, “Fixing Stove Hoods To Keep Pollution Out of the Kitchen”, 2013
14. C40 Cities, “How to shift your bus fleet to zero emission by procuring only electric buses”, 2021..

15. National Institute of Environmental Health Sciences, “Flame Retardants”, 2016
16. C40 Cities, “How to build an electric vehicle city: deploying charging infrastructure”, 2021.
17. EWG research, “Test Find Toxic Fire Retardants in Mothers – and even more in Toddlers”, 2014.
18. Environment GO, “Seven Effects of Indoor Air Pollution”, 2022
19. C40 Cities, “How to drive electric vehicle uptake in your city”, 2021.
20. World Health Organization, “Household air pollution”, 2022.
21. C40 Cities, “Why your city should aim for 100% clean energy by 2050”, 2021.
22. Environment GO, “Effects of Fracking on Health and the Environment”, 2022.
23. World Health Organization, “Household air pollution”, 2022.
24. C40 Cities, “How to encourage residents and businesses to install building-scale clean energy”, 2021.
25. C40 Cities, “How to install solar panels on city-owned property and lead by example”, 2021.
26. Daikin, “Вентилација”, https://www.daikin.mk/mk_mk/area-of-expertise/ventilation.html, 2022
27. Creative commons, “Јаглеводород”, 2022.
28. Gavin Schmidt, “Methane: A Scientific Journey from Obscurity to Climate Super-Stardom”, NASA, 2004.
29. Transberg, Bo, Olivier Corradi, “Real-Time Carbon Accounting Method for the European Electricity Markets”, 2019
30. Fisher Juliya, “Energy Density of Coal”, 2003.
31. Sciencedaily, “Infant Inhalation of Ultrafine Air Pollution Linked to Adult Lung Disease”, 2010.
32. American Heart Association, “Evidence growing of air pollution’s link to heart disease”, 2010.
33. EPA, “Air Pollutants”, 2006.
34. Европска агенција за животна средина, “Предвреме починати луѓе во Европа како последица на долгорочно загадување на воздухот”, 2013
35. World Health Organization, “Exposure from Air Pollution in Cities”, 2013.
36. Jesse D Berman, Jesse Burkhardt, “Acute Air Pollution Exposure and the Risk of Violent Behavior in the United States”, 2019.
37. Colorado state university, “Exposure to Air Pollution increases violent crime rates”, 2019.
38. Pei-Fen Kuo, “Analyzing the relationship between air pollution and various types of crime”, 2021.
39. WHO, “Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease”, 2016.

40. Kampa M, Castanas E. “Human health effects of air pollution”, 2008.
41. Shin J, Park JY, Choi J. “Long-term exposure to ambient air pollutants and mental health status”, 2018.
42. Zeng Y, Lin R, Liu L, Liu Y, Li Y. “Ambient air pollution exposure and risk of depression: A systematic review and meta-analysis of observational studies”, 2019.
43. C40 Cities, “How to make public transport an attractive option in your cits”, 2021.
44. Kouchaki M, Desai SD. “Anxious, threatened, and also unethical: How anxiety makes individuals feel threatened and commit unethical acts”, 2015.
45. Malvina Bondy, Sefi Roth, “Crime is in the Air: The Contemporaneous Relationship between Air Pollution and Crime”, 2019.
46. The World Health Organization (WHO), “Air Quality: Health Impacts of Air Pollution”, 2022.
47. C40 Cities, “How to achieve a walking and cycling transformation in your city”, 2021.
48. The World Health Organization (WHO), “BreatheLife2030”, 2022
49. The World Health Organization (WHO), “Six impactful actions cities can take to improve their air quality”, 2022.
50. C40 Cities, “How to drive a modal shift from private vehicles to public transport, walking and cycling”, 2021.
51. C40 Cities, “Why every city needs universal waste collection and safe disposal as the foundation for sustainable waste management”, 2019.
52. ITDP, “Leapfrogging Past the toxic Urban Highway”, 2021.