МЕЃУНАРОДЕН СЛАВЈАНСКИ УНИВЕРЗИТЕТ

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

МАГИСТЕРСКА РАБОТА

Сензорски системи за следење на концентрации на јаглерод моноксид и биосензорска технологија (следење на очи и анализа на изрази на лице)

Ментор:
Проф. Д-р. Маријан Стевановски

Изработил:
Марина Ѓорѓиевски

Јуни, 2025
Св. Николе

СОДРЖИНА

Вовед ---------- 2

1. Избор на печки за горење дрва ---------- (4)
2. Како да избереме најдобра опција за греење во нашиот дом? ---------- (7)
3. Влијание на јаглерод моноксид (CO) на квалитетот на воздух во затворен простор и превенција од труење ---------- (23)
4. Детектори за јаглерод моноксид ---------- (36)
5. Детектор на чад – индикатор на пожар ---------- (49)
6. UL стандарди ---------- (66)
7. Практично истражување ---------- (70)
8. **Заклучно согледување** ---------- (92)
9. **Користена литература** ---------- (94)

Вовед

Јаглерод моноксид (CO) е гас без мирис, безбоен и токсичен. Ефектите од изложеноста на CO може многу да варираат од личност до личност во зависност од возраста, целокупното здравје, должината на изложеност и концентрацијата на CO на која е изложено лицето.

Симптомите на јаглерод моноксид може да бидат слични на грип (обично без треска) или може да изгледаат како други здравствени проблеми.

Изложеност на јаглерод моноксид може да предизвика:

- Главоболки.
- Вртоглавица.
- Слабост.
- Гадење.
- Скратен здив.
- Конфузија или несвестица.

На високи нивои, јаглерод моноксидот може да биде смртоносен.

Извори на јаглерод моноксид во домот

Сите уреди на гориво кои не се правилно инсталирани, одржувани или не работат правилно, вклучително и без соодветна вентилација, може да бидат извор на јаглерод моноксид. Некои вообичаени извори во затворен простор вклучуваат:



- ✓ Апарати за греење и готвење на гориво, како греалки со керозин без вентилација, **грејачи на гас**, **шпорети на гас**, **скари на гас** или јаглен.
- ✓ Грејачи на вода на гас.
- ✓ Печки на дрва.
- ✓ Неправилно проветрени камини.
- ✓ Оџаци и печки кои протекуваат.

Дејства што можеме да ги преземеме за да ја намалиме изложеноста

- Да ги проветруваме апаратите за согорување на гориво на отворено, вклучувајќи шпорети, греалки и печки.
- Да избегнуваме користење на непроветрени печки, камини или грејачи во затворен простор, доколку е можно. Ако мораме да користиме непроветрени апарати во затворен простор, да ги следиме ги упатствата на производителот, особено поврзани со вентилацијата.
- Да инсталираме и да користиме издувен вентилатор кој се отвора на отворено преку шпорети на гас.
- Да ги отвориме амортизерите за чад кога користиме камини.

- Да избереме шпорети на дрва со соодветна големина за простор што ќе го загрееме и да провериме дали шпоретот е сертифициран за исполнување на стандарди за емисија на EPA.
- Да имаме обучен професионалец кој годишно ги проверува, ги чисти и прилагодува системите за централно греење (печка, канали за чад и оџаци). Правилно да се поправат сите протекувања.
- Никогаш да не користиме скари со гас или јаглен во затворени простории – да ги користиме само надвор.

Да работи возило само надвор од гаража

Никогаш да не работи моторот на возило во гаража, дури ни со отворена врата од гаражата. Ако треба да го загрееме возилото, да го извадиме од гаража веднаш откако ќе го стартуваме.



1. Избор на печки за горење дрва

При избор на уред за горење дрва, да се земе во предвид ефикасноста, емисиите и големината на просторот што ќе се загрева. Најчистите апарати за горење дрва се означени со етикети сертифицирани од EPA (Environment protected agency) и квалификувани за EPA.

Видови апарати за горење дрво

Ако одлучиме да го загрееме домот со дрва, треба да користиме најчист можен апарат за горење дрва. Луѓето ги загреваат своите домови со различни уреди - или како примарен извор на топлина, како дополнителна топлина или за амбиент.

- **Печки на дрва**

Шпорет на дрва е тип на грејач на дрва кој обично се прави од леано железо или челик. Печките на дрва кои согоруваат дрва за гориво може да се користат како примарен или секундарен извор на топлина. Повеќето печки во домовите не се сертифицирани од EPA. Печките со сертификат EPA имаат почисто горење и енергетски се поефикасни.

- **Вметнување Камин**

Каминските влошки се слични по функција и перформанси на самос-тојните печки на дрва, но се дизајнирани да се инсталираат во ложиштето на постоечки sидарски или метален камин. Сертифициран монтер ќе се погрижи подлогата за чад во нашиот sидарски оџак да е правилно поставена. Ако наше-то огниште е фабрички изграден (“или “нула клиренс), мора да користиме вло-шка што е специјално дизајнирана и тестирана за нашата единица за да ја на-прави поефикасна и помалку загадувачка.

- **Печки на пелети**

Печките на пелети се слични по изглед на печките на дрва. Сепак, наме-сто дрва, печките на пелети согоруваат обновливо гориво направено од меле-но, сушено дрво и друг отпад од биомаса компресирана во пелети. Печките на пелети работат со истурање на пелети во бункер кој автоматски се внесува во шпоретот. За разлика од печките на дрва и камини, на повеќето печки на пе-лети им е потребна електрична енергија за да работат.

- **Камини**

Постојат два главни типа на камини на дрва, традиционални sидарски камини и однапред изработени камини со “ниска маса“. Повеќето камини, без разлика дали се sидани или со мала маса, не се користат како примарен извор на топлина - нивната функција е првенствено за амбиентално и секундарно греење. Камините обично се многу неефикасни грејачи.

- **Реконструиран камин**

Реконструкција на огниште е уред кој се вградува во постоечки камин што гори дрва. Примарната цел на доградбата е да се намали загадувањето од чад од дрво од постоечките камини. Каминот може да се надополни со поефикасен шпорет на гас или уред за доградба квалификуван за EPA. Доколку се инста-

лираат и работат правилно, уредите за доградба на каминот може да го намалат загадувањето за приближн за 70%.

- **Хидронични греалки**

Хидроничните грејачи (исто така наречени котли на дрво, котли на пелети, надворешни котли и печки на вода на отворено) согоруваат горива од дрво, како што се пластика од кабел, дрвени пелети, дрвени чипови или пченка. Топлината се пренесува или во вода или во раствор за вода/против замрзнување, кој се пренесува со цевки до областа што се загрева. Хидронските грејачи се наоѓаат внатре или надвор од зградите што ги загреваат. Овие типови греалки се користат за домови, плевни, оранжерии и гаражи.

- **Печки со принуден (топол) воздух**

Печките со принуден воздух (исто така познати како печки за топол воз-дух) се дизајнирани да горат дрвени пелети или дрвени чипови за загревање на цела резиденција. Топлината од овие печки, кои обично се наоѓаат во затво-рен простор, се дистрибуира преку канали со помош на вентилатор. Купишта или оџаци за овие печки обично се на покривот на домот што го загреваат. Го-лемите печки со принуден воздух се способни да излезат од 65.000 BTU на час или повеќе додека малите печки со принуден воздух даваат помалку од 65.000 BTU на час.

- **Sидани грејачи**

Sидан грејач е уред за греење со цврсто гориво изграден или склопен на локацијата, кој се состои од ложиште, голема sидарска маса и лавиринт од канали за размена на топлина. Ја складира топлината од уред кој брзо се пали во неговата sидарска структура и полека ја ослободува топлината во домот во текот на денот. Sидарски грејачи во моментов не бараат EPA сертификат.

Алтернативи за греење на дрва

Наместо да се избере уред за горење дрва како примарен извор на топлина, треба да се размисли за почист уред за нашите дневни потреби за греење. Ако имаме грејач на дрва, да го користиме за дополнителна топлина или како резервна копија при прекини на струја. Дури и најчистиот уред за греење на дрва што гори испушта значително повеќе чад (загадување со честички) од која било од следниве поефикасни, почисти опции:

- **Печки на гас**

Печките на гас горат или природен гас или пропан. Тие испуштаат многу малку загадување, бараат малку одржување и можат да се инсталираат речиси насекаде во домот. Да се има предвид дека шпоретите на гас може да се движат по ефикасност, затоа треба да ги споредиме моделите пред да ги купиме. Денешните шпорети на гас може да се проветруваат преку постоечки оџак или директно да се проветруваат преку покривот или ѕидот зад шпоретот..

Иако некои модели се произведени на начин што не бара надворешно проветрување, EPA не ја поддржува нивната употреба поради проблеми со квалитетот на воздухот во затворени простории -- а во некои јурисдикции е нелегално да се инсталираат непроветрени шпорети на гас.

- **Топлински пумпи**

Топлинската пумпа е енергетски ефикасен, рентабилен систем кој може и да го загрее и лади нашиот дом, елиминирајќи ја потребата од посебни системи. Системот е инсталиран надвор од нашиот дом и работи со пренесување на топлинска енергија и пренесување на таа енергија или во (за загревање) или надвор (за ладење) на нашиот дом. Топлинската пумпа одржува удобна температура во нашиот дом во текот на цела година на ефикасен, еколошки начин.

- **Декоративни трупци за камин (електрични или гасни)**

Декоративните трупци за камин користат електрична енергија или согоруваат природен гас или пропан и може да се инсталираат во постоечки камин. Иако украсните трупци даваат алтернатива за горење дрво, тие не се дизајнирани да бидат значаен извор на топлина.

Додека некои трупци за гас не бараат надворешно проветрување, EPA не поддржува употреба на овие модели поради загриженоста за квалитетот на воздухот во затворени простории.

2. Како да избереме најдобра опција за греење во нашиот дом?

Современото загревање со дрво и пелети се витално дополнување на сончевата енергија и ветерот. **Иднината на нашите деца е загрозена**.

Печки на дрва

Модерната печка на дрва се појави во раните 1990-ти, откако EPA бараше скоро сите нови печки да ги исполнуваат минималните барања за емисија. Овие нови печки можат да користат до 30 до 40% помалку дрво од постарите модели,

со што на сопствениците на куќи им заштедуваат многу работа и пари, а можат да испуштаат многу помалку чад кога се користат правилно. Еден од клучните начини да се идентификува помодерен, EPA сертифициран шпорет е дали има стакло за гледање на огнот. Каленото стакло стана популарно во пе-чките веднаш кога тие првпат беа сертифицирани.

Традиционално луѓето мислат на два вида печки на дрва: **каталитички** и **некаталитички**. Но, денес има и **хибридни печки** и **автоматизирани печки**. Овие две нови категории **нудат големи економски и еколошки придобивки за потрошувачите - и нивните соседи**.

EPA издаде нови прописи за грејачи на дрва (вклучувајќи ги и печките на дрва) во пролетта 2015 година. Од 15 мај 2020 година, сите печки на дрва и пелети мораа да исполнуваат построги стандарди за **емисија од 2 грама на час** (или 2,5 грама на час ако се тестираат со **cordwood**). Поминаа прет-ходните исклучоци што дозволуваа некои печки на пелети и дрва да се произ-ведуваат и продаваат без EPA сертификат.

EPA бара печките тестирани по 15 мај 2015 година да пријават проверени броеви за ефикасност што може да се најдат на списокот на печки со серти-фикат EPA. Почнувајќи од 15 мај 2020 година, сите сертифицирани печки имаат потврдена ефикасност во базата на податоци EPA.

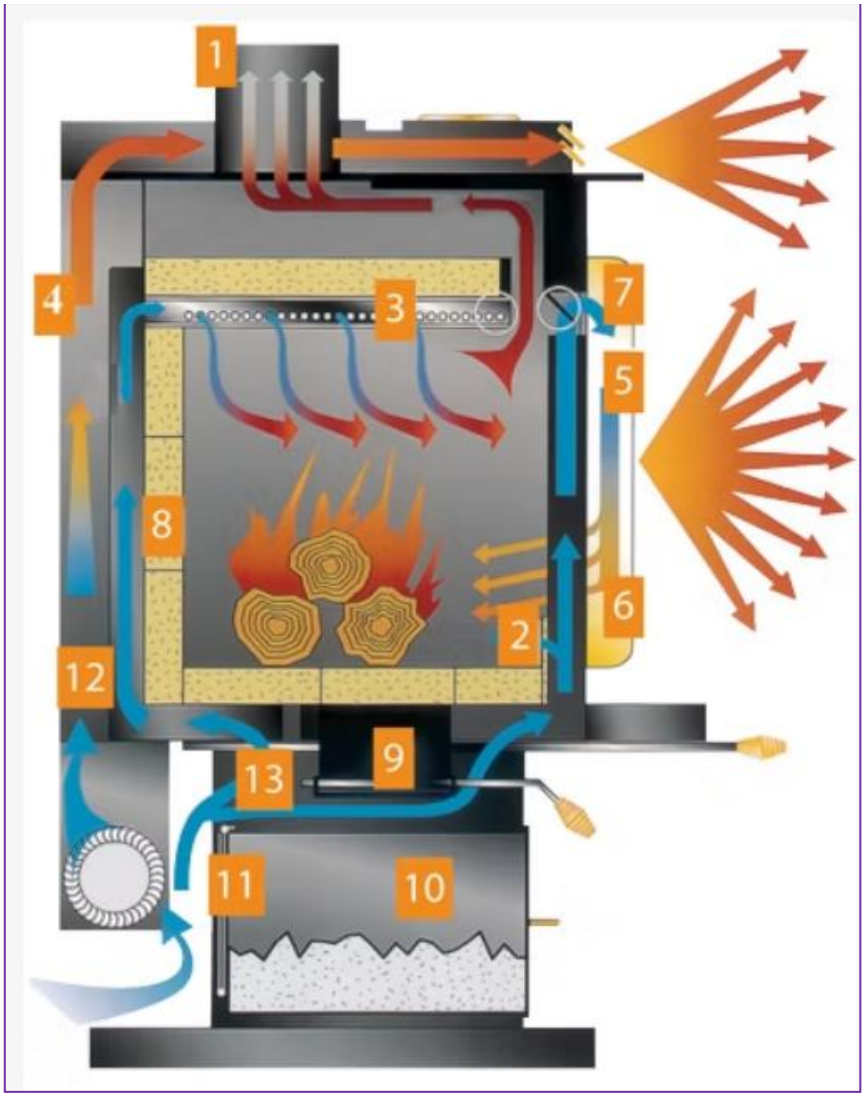


EPA издаде нови прописи за грејачи на дрва (вклучувајќи ги и печките на дрва) во пролетта 2015 година. Од 15 мај 2020 година, сите печки на дрва и пелети мораа да исполнуваат построги стандарди за **емисија од 2 грама на час** (или 2,5 грама на час ако се тестираат со **cordwood**). Поминаа претходните исклучоци што дозволуваа некои печки на пелети и дрва да се произведуваат и продаваат без EPA сертификат.

EPA бара шпоретите тестирани по 15 мај 2015 година да пријават проверени броеви за ефикасност што може да се најдат на списокот со шпорети со сертификат EPA. Почнувајќи од 15 мај 2020 година, сите сертифицирани печки имаат потврдена ефикасност во базата на податоци EPA.

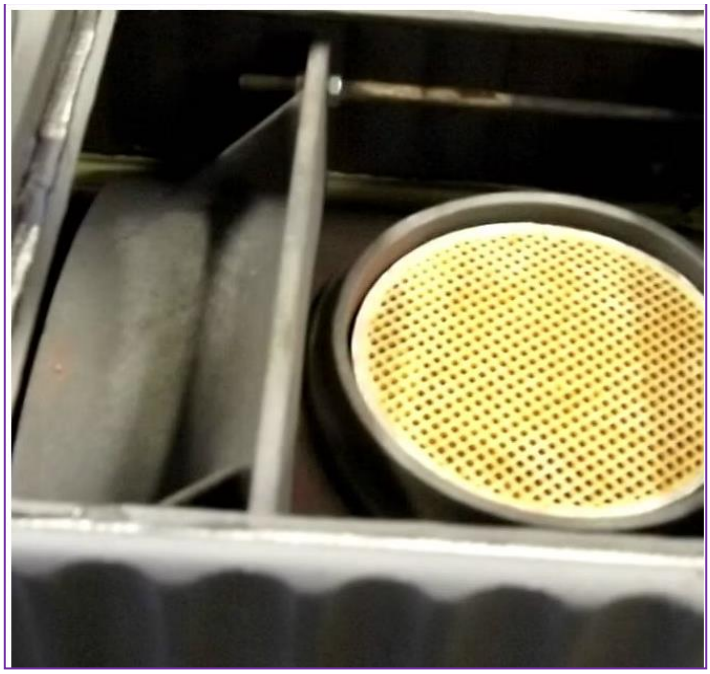
Некаталитички печки

Некаталитичките печки се најпопуларниот и најчестиот тип на шпорет. Речиси сите од нив се контролирани со еден воздушна лост (single air lever) и пукаат претходно загреан воздух низ цевки во горниот дел на шпоретот за повторно да изгори чад пред да се качи на оџакот. Тие обично чинат помеѓу 1.000 и 3.000 долари и имаат тенденција да горат гориво побрзо од каталитичките или хибридните печки. Само поголемите ложишта, обично 2,0 кубни стапки и поголеми, можат постојано да го задржат пожарот преку ноќ или во текот на денот без повторно полнење. Повеќе се по отпорни на идиоти (idiot-proof) од каталитичките печки. Ефикасноста има тенденција да се движи помеѓу 65% и 75% со користење на повисоки вредности за греење (HHV - higher heating values).



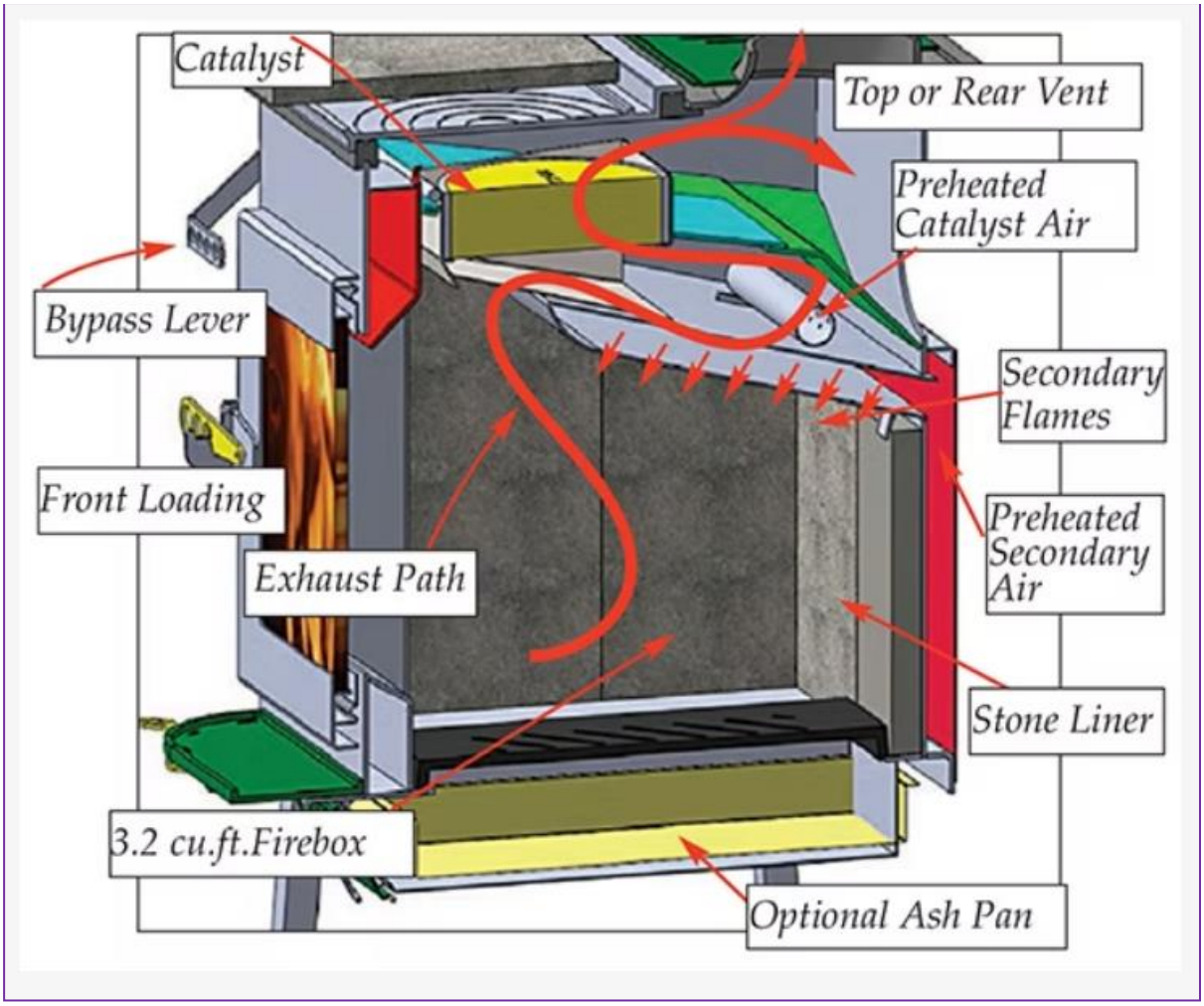
Каталитички печки

Каталитичките печки имаат тенденција да бидат поскапи (од 2.000 до 3.500 долари), можат да држат оган подолго и се поефикасни, користејќи пома-лку дрва за иста топлина во споредба со некаталитичките печки. Тие имаат тенденција да бидат **75%-83%** ефикасни (HHV) и често се фаворизирани од луѓе кои живеат во постудени клими или сакаат да го користат својот шпорет како примарен или единствен извор на топлина. Катализаторите траат подолго од оние во печките во 1980-тите. Ако постојано се користи зачинето дрво, тие можат да траат од 3 до 4 години. Тие исто така произведуваат помалку чад од дрво, но бараат поголема грижа и внимание од страна на потрошувачот. Пос-тои долготрајна и енергична дебата за добрите и лошите страни на шпоретите.



Хибридни печки

Хибридните печки користат и некаталитичка и каталитичка технологија за да постигнат максимална ефикасност и чистота. Многу производители ги прават сега и можат да го понудат најдоброто од двете технологии. Тие обично работат во опсег од 2.500-4.000 долари и постигнуваат 78-85% ефикасност. Хибридните печки сега се еден од технолошките подтипови наведени во функцијата за пребарување на новата база на податоци за шпорети EPA. Алијан-сата за зелена топлина ја препорачува оваа нова сорта на шпорети за оние кои сакаат **почист апарат со поголема ефикасност**. Друга верзија на “хибридни“ печки може да користи или дрво или пелети, но тие сè уште не се на амери-канскиот пазар.



Автоматски печки

Најновиот тип на шпорет на пазарот е автоматизирана или “**паметна**“ печка која користи сензори и компјутерски чипови за прилагодување на протокот на воздух. Автоматските печки му овозможуваат на потрошувачот “да се вчита и да си замине“ ("load and leave"), дозволувајќи му на шпоретот самостојно да ја максимизира ефикасноста и намалувањето на емисиите. Автоматските печки се нова класа која е попозната во Европа и штотуку почнува да влегува на американскиот пазар. MF Fire, компанија од Мериленд, лансираше автоматизиран модел на шпорет во 2016 година. Charnwood, британски производител влегува на американскиот пазар во 2020 година со нивниот Skye E2700. Наполеон излегува со прифатлива автоматизирана паметна печка кон крајот на 2020 година. Канадскиот производител SBI освои награда на четвртиот предизвик за дизајн на шпорети на дрва за нивниот напредок кон автоматизиран шпорет. Во

категоријата единечна стапка на горење, RSF Delta Fusion е одличен пример за брзо горечки шпорет што не може да се прилагоди или да се направи да тлее.



Вметнати наспроти самостојни шпорети

Вметнувањата за шпорет на дрва или камин обично се однесуваат на печки кои се дизајнирани да се вклопат во ѕидарски камин, но тие работат исто како и секоја друга печка и се сертифицирани од EPA. Каминските влошки кои не се сертифицирани со EPA не можат да се рекламираат како апарати за грејачи со вклучување на излезот BTU и квадратурата на просторот загреан. Тие обично се малку поефикасни од отворено огниште, но ако навистина сака-ме да се загреваме со шпоретот, да се провери дали е сертифициран од EPA и има рејтинг за ефикасност одобрен од EPA.

Главната разлика помеѓу вметнат и самостоен шпорет е во тоа што влошката има вертикално здолниште околу шпоретот, така што не можеме да гледаме во каминот, и затоа, ако се работи за рамна влошка, потребна е елек-

трична енергија за напојување на вентилаторот за да се извлече топлината од шуплината зад здолништето. Некои влошки штрчат 6 до 8 инчи пред огни-штето, овозможувајќи да се изложи посјајната површина и подобро да се заг-рее без вентилатор. Самостојните печки може да се постават и во ѕидарски камини и овозможуваат воздухот природно да тече околу шпоретот и полесно да ја загрева просторијата. Електричната жица од влошките до најблискиот ѕиден штекер може да биде забележлива и досадна за некои луѓе.



Несертифицирани (наспроти сертифицирани) печки на дрва

EPA започна со **сертифицирање на печките во 1988 година**, така што секоја печка направена порано е несертификувана и веројатно ќе гори поне-чиста и помалку ефикасна од печките направени од тогаш. (Орегон накратко имаше сопствена програма за сертификација во средината на 1980-тите). Од 10 – 12 милиони инсталирани печки во Соединетите Држави, се проценува де-ка повеќето од нив се несертифицирани печки направени пред 1988 година. **Сертифицираните печки се дизајнирани со секундарна технологија на со-**

горување која повторно согорува дел од чадот, што ги прави почисти и поефикасни. Несертифицираните печки често лесно се забележуваат бидејќи ретко имаа стакло на нивните врати, но дефинитивниот знак е дека немаат **метална етикета за сертификација EPA** на задната страна. Карактеристиките на сертифицираните печки кои укажуваат на технологијата за почисто горење обично се:

1. Воведување на претходно загреан воздух во ложиштето на предната основа на шпоретот за примарно согорување.
2. Цевки на врвот на шпоретот со отвори за воздух за секундарно согорување.
3. Огноотпорна тула околу 3 страни на комората за согорување.
4. Рачка за прилагодување на доводот на воздух, овозможувајќи му на корисникот да го максимизира воздухот кога пламенот се разгорува и да го ограничи воздухот кога пожарот е добро воспоставен.

Предизвикот за **намалување на бројот на повеќе загадувачки несертифицирани печки на дрва** е исполнет со голем број **локални и државни програми за промена на печки на дрва кои обезбедуваат стимулации за домаќинствата да заменат стара печка на дрва со нова печка на дрва, пелети или гас или мини сплит топлинска пумпа**. Несертификуваните печки сè уште можат да се купат на пазарот за втора рака и да се инсталираат, освен во Вашингтон и Орегон и во неколку градови и окрузи. Сепак, сега се достапни нови сертифицирани печки со многу прифатлива цена, кои често се продаваат за многу под 1.000 долари и ќе трошат многу помалку гориво, ќе создаваат помалку **креозот** и ќе бидат побезбедни и подобри за здравјето на нашето семеј-ство и здравјето на нашиот сосед.

Модерни печки со единечна стапка на горење (Single Burn Rate Stoves)

Печките со еднократна брзина на горење се печки кои немаат никаков механизам за операторот да ја прилагоди количината на воздух што влегува во ложиштето. До 2015 година, оваа категорија на шпорети беше ослободена од регулативите за емисии на EPA (видете повеќе подолу) и практично сите беа евтино направени, евтини за купување, често направени во Кина и нашироко се сметаат за поопасни од печките со сертификат EPA. Сепак, почнувајќи од 2015

година, производителите на редовни шпорети почнаа да прават печки со еднократна брзина на горење со сертификат EPA со ист квалитет како и печките со прилагодлива брзина на согорување и денес на потрошувачите им нудат друга опција.



Печките со еднократна брзина на горење може да имаат убави големи ложишта, да произведуваат ниски емисии, да направат добар изглед на пламен и стаклото да остане почисто. Овие можат да бидат добра опција за луѓе кои воопшто не сакаат да имаат приспособена контрола на воздухот и сакаат да бидат сигурни дека нивниот шпорет не оди во режим на тлеење. Списанието Hearth & Home објави статија за нив од RSF, еден производител на овие единици. Други примери на печки со еднократна стапка на горење се MF Fire Nova и линија на шпорети од Stuv, Montpelier II и Aspen C3 направени од Vermont Casting. Еден потенцијално проблематичен аспект на печките со еднократно горење е тоа што некои производители не ги рекламираат како еднократна ста-пка на горење, а не ги назначува ниту EPA листата на сертифицирани печки. Во 2011 година, HPBA ја повика EPA да воспостави нова категорија на печки наречена "**Utility Heater**" која вклучува печки со еднократна брзина на горење и ќе биде

предмет на различни протоколи за тестирање. Сепак, терминот не од-говара на овие трендови, и напорите на шпоретот и HPBA не беа усвоени.

Ослободени печки (без сертификација) на дрва

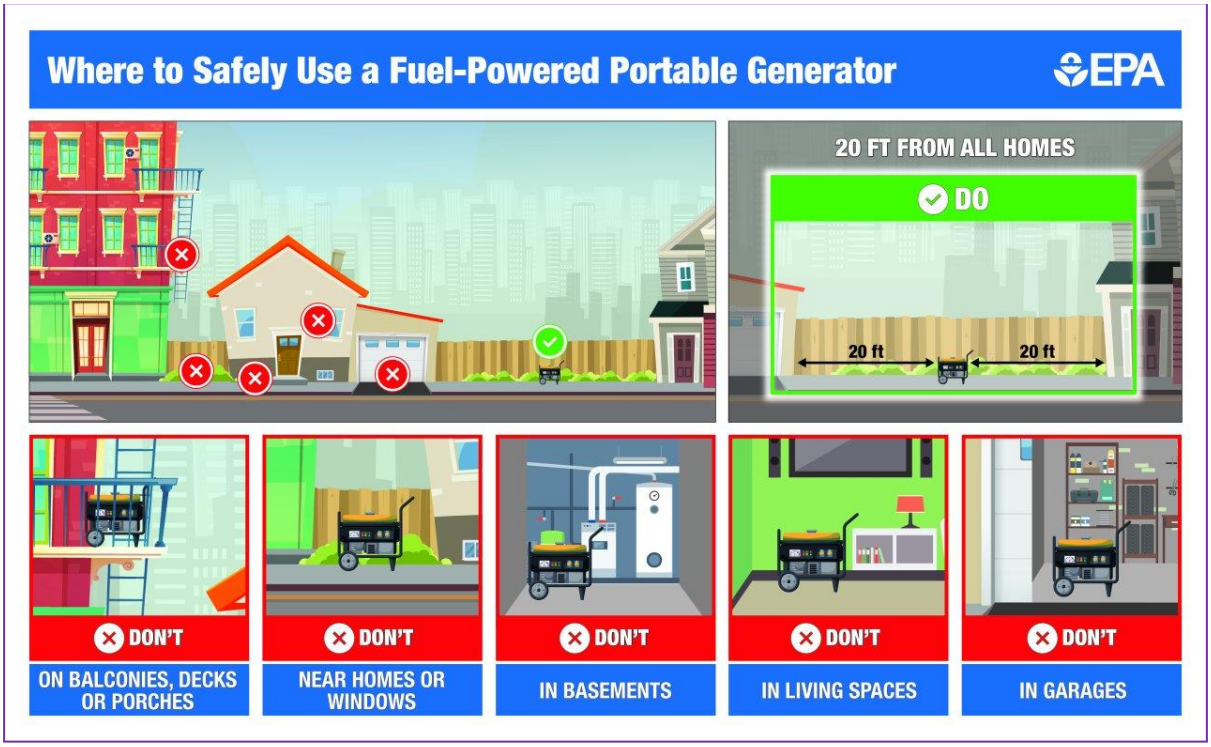
Прописите за грејачи на дрва од 1988 година оставија дупка, дозволувајќи им на печките со сооднос воздух-гориво од 35 спрема 1 или поголем да бидат изземени од регулација. Ова требаше да се однесува на камини, но доведе до огромна трговија со несертифицирани, ослободени печки на дрва што процветаа во Соединетите држави. Во 2014 година, EPA откри дека 40.000 од овие несертифицирани печки на дрва се продаваат секоја година, што може да биде до една третина од целата годишна продажба на шпорети на дрва. Понекогаш оваа класа на ослободени печки на дрва се нарекуваше “печки со еднократно изгорување“ затоа што тие требаше да бидат дизајнирани со исклучените печки на дрва и котли на отворено, измамничките и погрешните реклами ја зајак-наа продажбата, а EPA не го решава ова. Ослободениот сектор на печки беше затворен во 2015 година кога новите регулативи на EPA ја отстранија оваа дупка и бараа сите печки за греење во станбени простории да бидат предмет на тестирање за сертификација. Печките на пелети, спротивно на она што многумина мислат, не беа изземени од регулативите на EPA од 1988 година, освен ако тие исто така дозволуваа повеќе од 35 единици воздух по единица гориво, но EPA не го спроведе ова, а многу печки на пелети не го утврдија тоа, биле ослободени или сертифицирани. Новите регулативи на EPA, исто така, јасно ствија до знаење дека сите печки на пелети мора да бидат сертифицирани од 2015 година.



Кога користиме преносливи генератори на гориво – да работат на отворено

Никогаш не треба да користиме преносливи генератори на гориво во затворен простор.

- Да користиме преносливи генератори надвор и најмалку 20 стапки (feet) подалеку од зградите.
- Да се размисли за користење на преносни генератори напојувани од батерии или соларни централи за напојување на мали апарати, светла и вентилатори.



Да инсталираме аларми за јаглерод моноксид во нашиот дом

Неопходно е да инсталираме аларми за јаглерод моноксид за да спречи-ме труење со CO. Да се провери дали работат правилно и да ја замениме бате-ријата најмалку еднаш годишно.

- Алармите за CO треба да се инсталираат на централна локација надвор од секој простор за спиење и на секое ниво од домот и на други локации каде што тоа го бараат важечките закони, кодови или стандарди. За најдобра заштита, меѓусебно да се поврзат сите CO аларми низ домот. Кога еден звучи, сите тие звучат.

- Да се следат упатствата на производителот за поставување и висина на монтирање.
- Да се избере аларм за CO што има етикета на призната лабораторија за тестирање.
- Да ги тестираме алармите за CO најмалку еднаш месечно и да ги замениме според упатствата на производителот.



Влијание на јаглерод моноксид врз квалитетот на воздухот во затворени простории

Јаглерод моноксид е гас без мирис, безбоен и отровен. Бидејќи е невозможно да се видат, вкусат или мирисаат отровните испарувања, CO може да не́ убие пред да бидеме свесни дека е во нашиот дом. Ефектите од изложеност на CO може многу да вариpаат од личност до личност во зависност од возраста, целокупното здравје и концентрацијата и должината на изложеноста.

Извори на јаглерод моноксид

Извори на CO вклучуваат:

- грејачи на простор без керозин и гас
- протекување на оџаци и печки
- влечење назад од печки, бојлери на гас, печки на дрва и камини

- шпорети на гас
- генератори и друга опрема на бензин
- автомобилски издувни гасови од куќни гаражи
- чад од тутун
- издувни гасови од автомобили, камиони или автобуси од приклучени гаражи, блиски патишта или места за паркирање
- нецелосна оксидација при согорување во опсегот на гас и непроветрени грејачи на гас или керозин
- истрошени или слабо прилагодени и одржувани уреди за согорување (на пример, котли, печки):
    - ако каналот за чад е со неправилна големина, блокиран или исклучен
    - ако каналот за чад протекува.

Здравствени ефекти поврзани со јаглерод моноксид

При ниски концентрации:

- замор кај здрави луѓе
- болка во градите кај лица со срцеви заболувања.

При умерени концентрации:

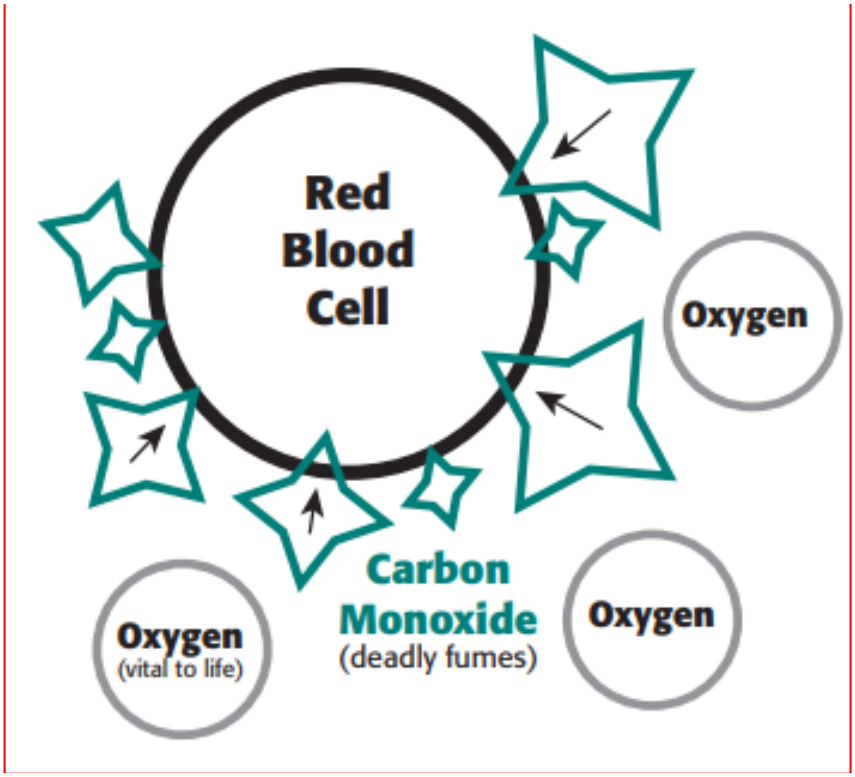
- ангина
- оштетен вид
- намалена функција на мозокот.

При повисоки концентрации:

- оштетен вид и координација
- главоболки
- вртоглавица
- конфузија
- гадење
- симптоми слични на грип кои исчезнуваат по излегувањето од домот.
- фатална при многу високи концентрации.

Акутните ефекти се должат на формирањето на **карбокси-хемоглобин** во крвта, кој го инхибира внесот на кислород.

При ниски концентрации, се јавува замор кај здрави луѓе и болка во градите кај лица со срцеви заболувања. При повисоки концентрации, нарушен вид и координација; главоболки; вртоглавица; конфузија; гадење. Може да предизвика симптоми слични на грип кои исчезнуваат по излегувањето од дома. Фатално при многу високи концентрации. Акутните ефекти се должат на формирање на **карбокси-хемоглобин** во крвта, кој го инхибира внесот на кислород. При **умерени** концентрации, може да дојде до ангина, нарушен вид и намалена функција на мозокот. При **повисоки** концентрации, изложеноста на CO може да биде фатална.



Слика. Смртоносно испарување на јаглерод моноксид (deadly fumes)

Нивои на CO во домовите

Просечни нивои во домови **без печки на гас** варираат од **0,5 до 5 делови на милион (ppm)**. Нивои во близина на **правилно прилагодени печки на гас** се често од **5 до 15 ppm**, а оние во близина на **лошо прилагодени печки** може да бидат **30 ppm** или **повисоки**.

Како да се направи разлика помеѓу труење со CO и грип

Бидејќи многу од симптомите на труење со CO се слични на оние на грипот, можеби не мислиме дека причината може да биде труење со CO. Симптомите може да бидат резултат на труење со CO кога:

- Се чувствуваме подобро кога сме далеку од нашиот дом.
- Повеќе од едно лице во домот се разболува во исто време (обично се потребни неколку дена за грипот да помине од човек на човек).
- Членовите на семејството кои се најпогодени поминуваат најмногу време во домот.
- Симптомите се појавуваат или се влошуваат кратко време по вклучувањето на уредот за согорување гориво или возило со вклучен мотор во гаража.
- И домашните миленичиња се појавуваат болни, со симптоми како што се **поспаност** и **летаргија** (вирусите на човечки грип не се пренесуваат на домашните миленици).
- Генерализирана болка, слаба треска или отечени лимфни јазли (тие се типични за настинка или грип).

Секој е изложен на ризик да биде отруен од изложеност на јаглерод моноксид. Постарите лица со веќе постоечки состојби, како што се хронични срцеви заболувања, анемија или респираторни проблеми, се уште поподложни на ефектите на овој без мирис, безбоен гас.

Чекори за намалување на изложеност на јаглерод моноксид

Најважно е да бидеме сигурни дека опремата за согорување се одржува и правилно се прилагодува. **Употребата на возила треба внимателно да се управува во непосредна близина на згради** и во професионални програми. Дополнителна вентилација може да се користи како привремена мерка кога се очекуваат високи нивои на CO за кратки временски периоди.

- Да се чуваат правилно приспособените апарати за гас.
- Да се размисли за купување на грејач со вентилација кога заменуваме непроветрен.
- Да се користи соодветно гориво во керозински грејачи.
- Да се инсталира и користи издувен вентилатор кој се отвора на отворено преку шпорети на гас.

- Да се отворат каналите за чад кога се користат камини.
- Да се изберат печки на дрва со соодветна големина што се сертифицирани дека ги исполнуваат стандардите за емисија на EPA. Да се осигураме дека вратите на сите шпорети на дрва цврсто се вклопуваат.
- Да се користи обучен професионалец да го проверува, чисти и подесува системот за централно греење (печки, канали за чад и оџаци) годишно.
    - Веднаш да се поправи секое протекување.
- Да не го пуштаме автомобилот во лер (моторот да работи) во гаража.

Методи на мерење

Постојат некои релативно високи трошоци за адсорпција на инфрацрвено зрачење и електрохемиски инструменти. Достапни се и уреди за мерење во реално време со умерена цена. Во моментов се развива пасивен монитор.

[**OSHA PEL**] **Тековна дозволена граница на изложеност** (**PEL** – permissible exposure limit) на Управата за безбедност и здравје при работа (OSHA - Occupational Safety and Health Administration) за јаглерод моноксид е **50 делови на милион (ppm)** делови од воздух (**55 милиграми на кубен метар (mg/m(3))**) како **8-часовна временска пондерирана просечна концентрација** (TWA - time-weighted average) [29 CFR Табела Z-1].

[**NIOSH REL**] Националниот институт за безбедност и здравје при работа (NIOSH) воспостави **препорачана граница на изложеност (REL) за јаглерод моноксид од 35 ppm** (**40 mg/m(3)**) како **8-часовен TWA** и **200 ppm** (**229 mg/m(3)**) како **плафон** [NIOSH 1992]. Границата на NIOSH **се заснова на ри-зик од кардиоваскуларни ефекти**.

[**ACGIH TLV**] Американската конференција на владини индустриски хигиеничари (ACGIH - The American Conference of Governmental Industrial Hygienists) му **додели на јаглерод моноксид гранична вредност (TLV) од 25 ppm** (**29 mg/m(3)**) како TWA за **нормален 8-часовен работен ден и 40 - часовна работна недела** [ACGIH 1994, стр. 15]. Границата ACGIH **се заснова на ризикот од покачени нивоа на карбокси-хемоглобин**.

3. **Влијанието на јаглерод моноксид (CO) на квалитетот на воздух во затворен простор и превенција од труење**

Познато е дека јаглерод моноксид (CO) е најчеста причина за смрт од труење во Соединетите Американски Држави? Ненамерни CO труења се одговорни за околу 500 смртни случаи и 15.000 посети на центри за итни случаи годишно. Постари возрасни лица над 65 години се особено ранливи на ненамерни труење со CO поради нивната висока фреквенција на веќе постоечки медицински состојби. Додека CO алармите можат да спасат животи, помалку од една третина од американските домовите ги имаат инсталирано.

Секој е во ризик да биде отруен со изложеност од јаглерод моноксид. Постари возрасни лица со веќе постоечки коморбидитети, како хронична срцева болест, анемија, или респираторни проблеми, се поподложни на ефекти од овој гас без мирис и без боја.

Најчест извор на труење со CO е горење брикети од јаглен.

Што е јаглерод моноксид (CO)?

CO е без мирис, безбоен гас кој може да предизвикаат болест и смрт. Се произведува секогаш кога гори секое гориво како **природен гас**, **пропан**, **бензин**, **масло**, **керозин**, се **палат дрва или јаглен**. Уреди што произведуваат CO вклучуваат автомобили, чамци, бензински мотори, **печки** и **системи за гре-ење**. CO од овие извори може да се изгради во затворен или полузатворен простор. Кога луѓето вдишуваат CO, **токсичниот гас влегува во крвотокот и го блокира кислородот да се апсорбира во телото**, што може да ги оштети ткивата и резултира со смрт.

Кои се симптоми на труење со CO?

За повеќето луѓе, први знаци на изложеност на ниски концентрации на CO вклучуваат **блага главоболка** и **останување без здив на умерено вежбање**. Продолжена или акутна изложеноста може да доведе до појава на **симптоми на грип** вклучувајќи по силни главоболки, вртоглавица, замор, гадење, конфу-зија, раздразливост и **оштетено расудување**, **меморија** и **координација**.

CO се нарекува “**тивок убиец**“ затоа што ако овие рани знаци се игнорираат, личноста **може да ја изгуби свеста** и да биде во состојба да не може да избега од опасноста.

Може да биде без симптоми и сè уште да се биде изложен до небезбедни нивоа на CO

Дишење ниски концентрации на CO може да не резултира со очигледни симптоми на труење со CO, но сепак изложеност на ниски нивои на CO може да предизвика долгорочни оштетување на здравјето, дури и откако ќе се отст-рани изворот на CO. Овие здравствени ефекти вклучуваат:

- долгорочни **невролошки оштетувања** како што се нарушувања во **учењето** и **меморијата**,
- **емоционални ефекти** и **ефекти на личноста**, и
- **сензорни и моторички нарушувања**.

Кој е во ризик од CO труење?

Луѓе од сите возрасти се изложени на ризик од труење со CO. Лица кои живеат со хронични срцеви заболувања, анемија, или респираторни проблеми се повеќе подложни на неговите ефекти. Постарите возрасни лица по често ги имаат овие претходно постоечки состојби, кои ја намалуваат нивната толерација и го зголемуваат ризикот од фатална изложеност.

Труењето со CO може исто така да биде **многу опасно за неродените деца**, во голема мерка го зголемува ризикот од смрт на плодот и нарушувања во развојот.

Ако мислиме дека имаме симптоми од CO Труење:

- Веднаш треба да излеземе на свеж воздух.
- Да ги отвориме вратите и прозорците.
- Да ги исклучиме шпоретите, печките, греалките и слични апарати.
- Да ја напуштиме куќата, домот или канцеларијата.

Како да се спречи труење со CO:

- Да се инсталираат аларми за CO во близина на места за спиење.
- Да се проверат системите за греење и согорувањето на апарати за греење на годишно ниво.

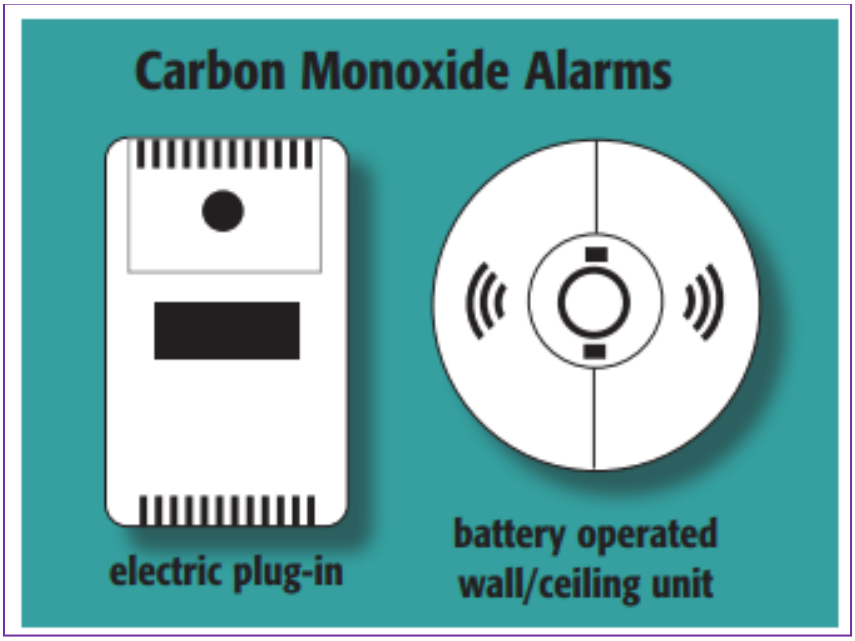
- Да се избегнува употреба на согорување без апарати за вентилација.
- Никогаш да не согоруваме горива во затворени простории освен во уреди како што се печки кои се направени за безбедна употреба.
- Да бидеме внимателни на можни симптоми на CO труење.



Други совети за спречување на CO Труење:

- Апаратите за гас да се чуваат правилно наместени.
- Да се размисли за купување на грејач со вентилација при замена на непроветрен.
- Да се користи соодветно гориво во керозински грејачи на простор.
- Да се инсталира и користи издувен вентилатор со вентилација на отворено над шпорети на гас.
- Да се отворат каналите за чад кога се користи камин.
- Да се избере шпорет на дрва со соодветна големина, сертифициран за исполнување на стандарди за емисија на EPA. Да се обезбеди дека вратите на шпоретот на дрва да се вклопат цврсто.
- Систем за греење и оџакот да бидат проверени и исчистени од квалификуван мајстор.

- Да се обезбеди дека сите внатрешни апарати што горат гориво се во добра состојба и да имаат соодветна вентилација.
- Никогаш да не го ставаме автомобилот во лер (да работи во мирување) во гаража, дури и ако гаражната врата е отворена кон надвор.
- Да се користат преносливи генератори на отворено и подалеку од згради. Никогаш да не се користи пренослив генератор на балкони или во близина на врати, отвори или прозорци. Никогаш да не се користи пренослив генератор во близина на место каде што спиеме или нашето семејство спие.
- Никогаш да не се користи скара на јаглен во затворен простор, дури и во камин.
- Грејачи од пропан или грејачи кои користат други горива сместени во затворен простор, треба да се проветруваат кон надвор.
- **Никогаш да не го загреваме домот со печка на гас**.

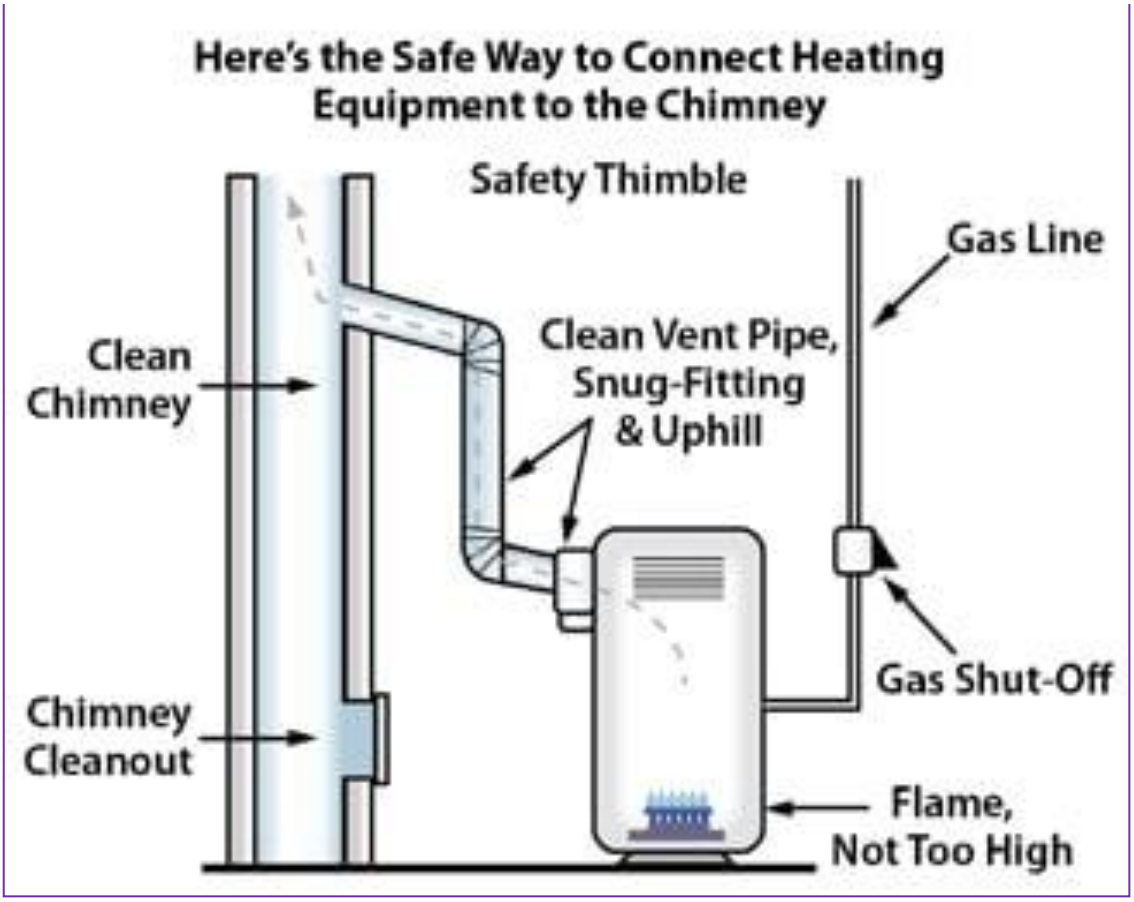


Аларми за CO

Половина од сите ненамерни смртни случаи од труење со CO може да се спречат со употреба на аларми за CO. Алармите треба да бидат одобрени од овластени лаборатории Underwriters Laboratories (UL) и се општо достапни во

локални продавници. Цената е минимална со оглед на можноста дека може да ги заштити нашите животи и на нашето семејство.

Да се инсталира аларм за CO на секој кат од нашиот дом и во опсег на слушање на секое место за спиење. Внимателно да се следат упатствата на производителите за нивно поставување, користење и одржување. За разлика од аларми за чад, алармите за CO може да истечат после неколку години.



Слика. Хоризонталните вентилациони цевки за апарати, како што е бојлерот, треба малку да се нагоре додека одат кон надвор

Да не се купува аларм за CO да нé заштити со лажно чувство на сигу-рност. Алармите за CO треба да се сметаат за резервна копија за правилна употреба и одржување на нашите уреди што горат гориво.

Детекторот за CO треба да се менува според упатства на производителот или на секои 5 години.



Автомобил

Механичар треба да го проверува издувниот систем на нашиот автомобил или камион секоја година. Мало истекување во издувниот систем може да доведе до акумулација на CO внатре во автомобилот.

Никогаш да не го управуваме нашиот автомобил или камион во гаража што е прикачена на куќа, дури и со отворена врата од гаражата. Секогаш да се отвора вратата на одвоена гаража за да пропушти свеж воздух кога ќе возиме автомобил или камион внатре.

Ако возиме автомобил со задна врата (tailgate), кога ја отвораме задната врата, треба да ги отвориме отворите за вентилација или прозорците за да бидеме сигурни дека воздухот се движи низ. Ако е отворена само задната врата, CO од издувните гасови ќе се вовлече внатре во автомобилот или камионот.

Труење со CO во бродови

Клучни точки

Моторите на бензин на чамци или бродови, вклучително и генераторите, произведуваат јаглерод моноксид (CO), безбоен и без мирис гас кој може да отруе или убие некој што го вдишува.

Треба да се инсталира и одржува работен детектор на CO наведен од Underwriters ’Laboratories (UL) кој е соодветен за морска употреба во внатре-шноста на чамец или брод, за да се спречи труење.

Зошто е важно

Поголемите чамци, како што се фамилијарни чамци, понекогаш имаат генератори што се отвораат кон задниот дел на чамецот. Ова проветрување претставува опасност од труење со CO за луѓето на задната платформа за пливање или водната платформа.

На поголеми чамци, CO се акумулира над водата во близина на водната платформа. CO (јаглерод моноксид) што се акумулира во воздушниот простор под горната палуба или на и во близина на палубата за капење, **може да убие некого за неколку секунди**.

Патување со мала брзина или во лер во вода може да предизвика акумулација на CO во кабината на бродот, пилотската кабина, мостот и задната палуба или на отворен простор. Ветерот од задниот дел на чамецот може да ја зголеми акумулацијата на CO.



Високо ниво на вдишување на CO може да предизвика смрт. Труењето со CO може да предизвика и онесвестување и паѓање во вода и давење. Лицето кое спие или е во алкохолизирана состојба, може да умре од труење со CO пред да има симптоми.

Што да се прави за да се спречи труење со CO

- Правилно да се инсталираат и одржуваат сите мотори и уреди што горат гориво.

- Да се препознаат симптомите на труење со CO: главоболка, вртоглавица, слабост, гадење, повраќање, болка во градите и конфузија.
- Да се плива и игра подалеку од области каде што моторите испуштаат издувни гасови.
- Внимателно да се гледаат децата кога играат на задни палуби за капење или на водени платформи.
- Никогаш да не се блокираат излезите за издувни гасови. Блокирањето на излезите може да предизвика акумулација на CO во областите на кабината и пилотската кабина.
- Да се закотвуваат и поаѓаат чамците и бродовите на најмалку 20 метри оддалеченост од најблискиот брод што работи со генератор или мотор.



Мерки кои треба да се преземат кон пациент затруен со CO

Да се дава **100%** кислород додека пациентот не се ослободи од симптоми, обично околу **4-5 часа**. Треба да се направат сериски невролошки прегледи за да се процени напредокот и да се откријат знаци на развој на церебрален едем.

Да се размисли за **хипербарична кислородна терапија** (HBO - hyperbaric oxygen therapy) кога пациентот има ниво на **COHgb** повеќе од **25-30%,** има докази за срцева инволвираност, тешка ацидоза, минлива или продолжена несвест, невролошко оштетување или абнормално невропсихијатриско тестирање. **HBO**. Исто така, се администрира на пониски COHgb (<25%) нивои доколку тоа е предложено од клиничката состојба и/историјата на изложеност.

Хипербаричен кислород е третман на избор за бремени жени, дури и ако тие се помалку сериозно отруени. Хипербаричниот кислород е безбеден за администрирање и **меѓународниот консензус** го фаворизира како дел од поагресивна улога во лекување на бремени жени.

Извори на труење со CO:

- Генератори на гас.
- Решетки од јаглен, шпорети со пропан и брикети од јаглен за готвење и за загревање во затворени простории.
- Моторни возила.
- Пожари.
- Чамци.
- Моќни машини за перење и други апарати на гас.

Потврда на дијагноза труење со јаглерод моноксид

Клучот за потврдување на дијагнозата е **мерење на нивото на карбоксихемоглобин** (COHgb - carboxyhemoglobin).

Важно е да се знае колку време поминало откако пациентот ја напуштил токсичната средина. Ова ќе влијае на нивото на COHgb. Ако пациентот дишел нормален собен воздух неколку часа, тестирањето COHgb може да биде помалку корисно.

Најчеста технологија достапна во болничките лаборатории за анализа на крвта е **спектрофотометар со повеќе бранови должини**, познат и како **CO - оксиметар**. За тестирање може да се користи венска или артериска крв.

Пулсен CO-оксиметар на врвот на прстот може да се користи за мерење на отчукувања на срце и заситеност со кислород, како и ниво на COHgb. Конвенционален пулс оксиметар со две бранови должини не е точен кога е присутен COHgb.

Нивото на COHgb не корелира добро со тежината на болеста, исходот или одговорот на терапијата, затоа е важно да се проценат клиничките симптоми и историјата на изложеност **при одредување на видот и интензитетот** на третманот.

Може да бидат потребни други тестови, како што е **скрин за шеќер во крвта**, алкохол и токсикологија со стик на прст, КТ скен на глава или лумбална

пункција за да се исклучат други причини за изменет ментален статус кога дијагнозата на труење со јаглерод моноксид е неубедлива.

Забелешка: јаглерод моноксид може да се произведува ендогено како нуспроизвод на метаболизмот на хемолиза (heme metabolism). Пациенти со sickle cell disease може да имаат покачено ниво на COHgb како резултат на хемолитична анемија или хемолиза.



Срцева повреда за време на труење го зголемува ризикот од смртност во рок од 10 години по труењето, така што кај пациенти со тешко труење со CO, може да биде важно да се изврши ЕКГ и мерење на тропонин и срцеви ензими за време на евалуација за труење со CO.

Радиографија на градниот кош се препорачува за сериозно затруени пациенти, особено оние со губење на свеста или кардиопулмонални знаци и симптоми. Во овие случаи се препорачува и КТ на глава или MRI на мозокот - овие тестови може да покажат знаци на церебрален инфаркт секундарно на хипоксија или исхемија.

Сите отпуштени пациенти треба да бидат предупредени за можни одложени невролошки компликации и да им се дадат упатства што да прават до-колку

се појават. Следењето треба да вклучува повторен медицински и невро-лошки преглед за 2 недели.



Комисијата за безбедност на производи за потрошувачи на САД (CPSC - Consumer Product Safety Commission) дава препорака дека секој дом треба да има аларм за јаглерод моноксид (CO). CPSC, исто така, ги повикува потрошувачите да имаат професионална проверка на сите уреди што горат гориво - вклучувајќи печки, шпорети, камини, сушилници за облека, бојлери и грејачи на простор - за да откријат смртоносно истекување на јаглерод моноксид.



Овие уреди согоруваат горива, како што е гас, природна и течна нафта, керозин, масло, јаглен или дрво. Под одредени услови, апаратите што горат го-

риво може да произведат смртоносен CO. Меѓутоа, со соодветна инсталација и одржување, тие се безбедни за употреба.

CO е безбоен гас без мирис кој се произведува со согорување на кое било гориво. Првичните симптоми на труење со CO се слични на грип и вклучуваат главоболка, замор, отежнато дишење, гадење и вртоглавица. Изложеноста на високи нивоа на CO може да предизвика смрт.

CPSC препорачува годишната професионална инспекција да вклучува проверка на оџаци, канали и отвори за вентилација за истекување и блоки-рање. Истекување низ пукнатини или дупки може да предизвика црни дамки на надворешната страна на оџакот или каналот за чад. Овие дамки може да зна-чат дека загадувачи протекуваат во куќата. Дополнително, да се проверат сите отвори кон печките, бојлерите, котлите и другите апарати што горат гориво за да се биде сигурен дека тие не се лабави или исклучени.

Да се провери дали апаратите се проверени за соодветна вентилација. Снабдувањето со свеж воздух е важно за да помогне во носење на загадува-чите до оџакот, шпоретот или каналот за чад и е неопходно за целосно согору-вање на секое гориво. Никогаш да не се блокираат отворите за вентилација на воздухот.

CPSC препорачува секој дом да има барем еден аларм за CO што ги ис-полнува барањата на најновиот **стандард на Underwriters Laboratories (UL) 2034** или **стандард за меѓународни услуги за одобрување 6-96**.

Потрошувачите треба да ги проверат и вентилационите цевки на нивните системи за греење. Во 1998 година, практично целата индустрија за печки и котли, заедно со производителите на високотемпературни пластични цевки за вентилација (HTPV) се здружија со CPSC за да објават програма за повлеку-вање на цевките за вентилација. Целта на програмата е да се заменат, бесп-латно, околу 250.000 HTPV цевководни системи прикачени на гасни или про-пански печки или котли во домовите на потрошувачите. Цевките HTPV може да напукнат или да се одвојат на спојниците и да истекува CO.

Потрошувачите може да ги проверат цевките за вентилација прикачени на нивните печки или котли за природен гас или пропан за да утврдат дали се дел од ова повлекување. Тие може да се идентификуваат на следниов начин: цев-ките за вентилација се пластични; цевките за вентилација се обоени во сива или црна боја; а цевките за вентилација ги имаат имињата „Plexvent“®, „Plex-vent®II“

или „Ultravent®“ втиснати на вентилационата цевка или испечатени на налепници поставени на парчиња што се користат за поврзување на цевките за вентилација. Потрошувачите исто така треба да ја проверат локацијата на овие вентилациони цевки. За печките, само HTPV системи кои имаат вентилациони цевки кои минуваат низ страничните ѕидови на конструкциите (хоризонтални системи) се предмет на оваа програма. За котли, сите HTPV системи се пред-мет на оваа програма. Други пластични цевки за вентилација, како што се бели PVC или CPVC, не се вклучени во оваа програма.

Преносливи генератори

Преносливите генератори се корисни кога е потребна привремена или далечинска електрична енергија, но тие исто така можат да бидат опасни. Издувните гасови на генераторот содржат јаглерод моноксид. Ова е отров што не можеме да го видиме или мирисаме. Никогаш да не се користи генератор во дом или гаража, дури и ако вратите и прозорците се отворени. Да се користат генератори само надвор и далеку од прозорци, врати и отвори.

Јаглерод моноксид и нервен систем

Јаглерод моноксид (CO) е безбоен, без вкус, без мирис и неиритирачки гас кој **се формира кога јаглерод во гориво не се согорува целосно**. Влегува во крвотокот преку белите дробови и се прикачува на **хемоглобин** (Hb), носач на кислород во телото, формирајќи **карбокси-хемоглобин** (COHb) и со тоа ја намалува испораката на кислород (O2) до органите и ткивата на телото. Високите концентрации на **COHb** се отровни. Ефектите на централниот нервен систем (ЦНС) кај индивидуи кои страдаат од акутно труење со CO опфаќаат широк опсег, во зависност од тежината на изложеноста: главоболка, вртоглавица, слабост, гадење, повраќање, дезориентација, конфузија, колапс и кома.

При пониски концентрации, ефектите на ЦНС вклучуваат **намалување на визуелна перцепција**, **рачна умешност**, **учење**, **перформанси во возење** и **ниво на внимание**. Изложеност на CO од околу **5%** е доволна за да произведе нивоа на **COHb** кои се доволни за да се предизвика **намалување на визуелна чувствителност** и различни **дефицити во невро-бихејвиорални перформанси**. Најнови истражувања покажаа дека [COHb] ќе мора да се зголеми на 15 **-**

20% пред да може да се забележи намалување од 10% во кое било бихејвиорално или визуелно мерење.

4. Детектори за јаглерод моноксид

Јаглерод моноксид е опасен гас кој е тешко да се открие без соодветна опрема. Доверлив детектор на CO најдобро може да го заштити нашиот дом од гас за да спречи медицински проблеми, па дури и смрт.

Во рани фази, труење со јаглерод моноксид може да доведе до главо-болки, гадење, вртоглавица и општа слабост. Ако не се лекува, може да биде фатално. Неговите симптоми лесно се мешаат со оние на грипот, што е уште една причина зошто е клучно да се има детектор за јаглерод моноксид во секој дом. Не сакаме да ризикуваме труење со CO со стар или неисправен монитор. Без разлика дали сме нов сопственик или време е да го замениме постоечкиот детектор, потребен е сигурен модел кој ќе помогне да се заштити секое се-мејство.

Кој е најдобар детектор за јаглерод моноксид во целина?

Неопходен е детектор за јаглерод моноксид за да го заштитие нашето домаќинство од овој потенцијално смртоносен гас. Детекторот може да нé предупреди за опасни нивои на јаглерод моноксид и да ни даде време да се евакуираме и, доколку е потребно, да побараме лекарска помош.

Сите детектори за јаглерод моноксид ја делат истата основна функција, иако може да се разликуваат по ефикасност, и дополнителни паметни функции како дигитални дисплеи или известувања за итни случаи на нашиот паметен телефон, како и удвојување како детектор за чад во некои случаи.

Постојат две опасни нивои на концентрации на јаглерод моноксид кои треба да ги детектира добар монитор:

- **250 ppm**.
- **400 ppm**.

Најдобри детектори на јаглерод моноксид

CO615 од компанијата First Alert е совршен детектор за јаглерод моноксид доколку бараме практични карактеристики и пристојни перформанси по прифатлива цена.

Најдобрите моменти вклучуваат дигитален дисплеј што ја прикажува концентрацијата на јаглерод моноксид во реално време во **ppm** и нивото на ба-

теријата, копче за тестирање/молчење за неделно тестирање и копче за врвно ниво на јаглерод моноксид за да ја прикаже највисоката откриена концент-рација на јаглерод моноксид. Ова е модел со приклучок кој е поддржан со две АА батерии (само Energizer E91). Уредот може да се закачи во ѕид со две за-вртки, а нејзиниот кабел се протега најмалку 6 стапки, што ни дава мала флексибилност до каде точно можеме да го инсталираме во нашиот дом.



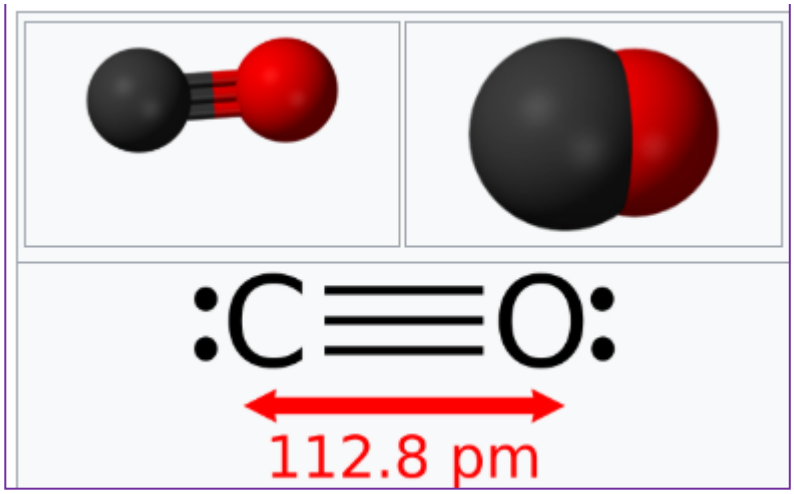
Оваа единица е рангирана на трето место во тест за брзина на одговор. Во просек, потребни биле нешто повеќе од 12 минути за да се открие прису-ството на јаглерод моноксид на 250 ppm и нешто повеќе од 8 минути за да се открие јаглерод моноксид со 400 ppm. Читањето на јаглерод моноксид во реа-лно време е прилично прецизно, потребни се само две и пол минути за да се достигне отчитувањето.

Да се има приказ во реално време на концентрација на јаглерод моноксид е неверојатно корисно. Најчестите аларми за јаглерод моноксид се дизајнирани да се активираат откако нивото на јаглерод моноксид во областа некое време ќе биде над одреден праг. Да се има непосреден и точен пристап до овие инфо-

рмации може да ни помогне да преземеме брза превентивна акција пред алармот да има шанса да реагира.

Јаглерод моноксид (хемиска формула CO) е отровен, запалив гас кој е безбоен, без мирис, без вкус и малку помалку густ од воздухот. Јаглерод моноксид се состои од еден јаглероден атом и еден атом на кислород поврзани со тројна врска. Тоа е наједноставниот јаглерод оксид. Во координативните комплекси, лигандот на јаглерод моноксид се нарекува карбонил. Тој е клучна состојка во многу процеси во индустриската хемија.

Најчест извор на јаглерод моноксид е делумно согорување на соединенија што содржат јаглерод. Бројни еколошки и биолошки извори создаваат јаглерод моноксид. Во индустријата, јаглерод моноксидот е важен во производството на многу соединенија, вклучувајќи лекови, мириси и горива. По емисијата во атмосферата, јаглерод моноксидот влијае на неколку процеси кои придонесуваат за климатските промени.



Согорувањето, или горењето, е високотемпературна егзотермна редокс хемиска реакција помеѓу гориво (редуктанс) и оксиданс, обично атмосферски кислород, кој произведува оксидирани, често гасовити производи, во мешавина наречена чад. Согорувањето не секогаш резултира со пожар, бидејќи пламенот е видлив само кога супстанциите што се подложени на согорување испаруваат, но кога тоа се случува, пламенот е карактеристичен показател за реакцијата. Додека енергијата за активирање мора да се испорача за да се започне согорување (на пример, користење на запалено кибритче за да се запали оган), топлината од пламенот може да обезбеди доволно енергија за да ја направи реа-

кцијата самоодржлива. Проучувањето на согорувањето е познато како наука за согорување.



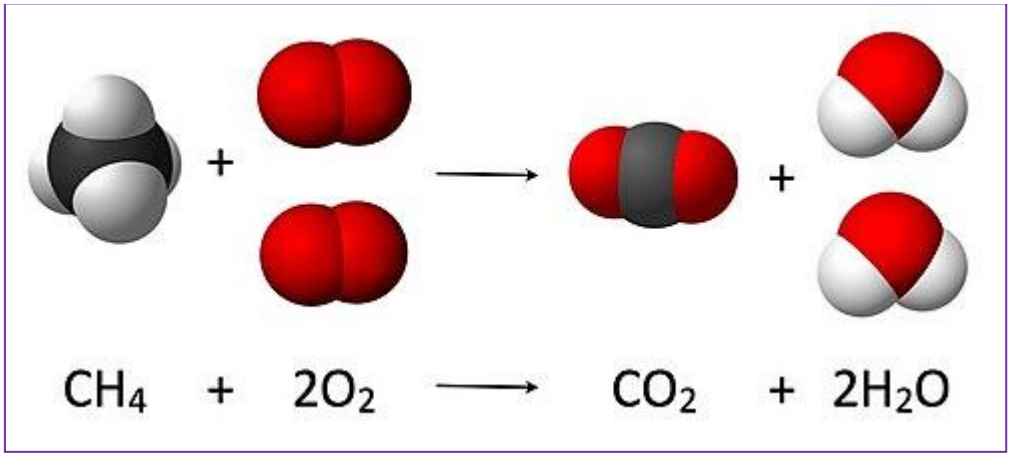
Согорувањето е често комплицирана низа на елементарни радикални реакции. Цврстите горива, како што се дрвото и јагленот, прво се подложени на ендотермна пиролиза за да се добијат гасовити горива чие согорување потоа ја снабдува топлината потребна за производство на повеќе од нив. Согорувањето е често доволно жешко што се создава блескаво светло во форма на блесок или на пламен. Едноставен пример може да се види во согорувањето на водо-род и кислород во водена пареа, реакција која вообичаено се користи за гориво на ракетните мотори. Оваа реакција ослободува 242 kJ/mol топлина и соодвет-но ја намалува енталпијата (при константна температура и притисок):

$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) = 2H_2O$$

Некатализираното согорување во воздухот бара релативно високи температури. Целосното согорување е стехиометриско во однос на горивото, каде што нема преостанато гориво, и идеално, нема остаток на оксиданс.

Стоихиометријата е заснована на законот за зачувување на масата каде вкупната маса на реактантите е еднаква на вкупната маса на производите, што доведува до увид дека односите помеѓу количините на реактантите и производите обично формираат однос на позитивни цели броеви. Тоа значи дека ако се познати количините на одделните реактанти, тогаш може да се пресмета количината на производот. Спротивно на тоа, ако еден реактант има познато ко-

личество и количината на производите може емпириски да се одреди, тогаш може да се пресмета и количината на другите реактанти.



Слика. A stoichiometric diagram of the combustion reaction of methane

Овде, една молекула метан реагира со две молекули кислороден гас за да добие една молекула јаглерод диоксид и две молекули течна вода. Оваа конкретна хемиска равенка е пример за целосно согорување. Броевите пред секое количество се збир на стехиометриски коефициенти кои директно ги рефлектираат моларните соодноси помеѓу производите и реактантите. Стоихиометријата ги мери овие квантитативни односи и се користи за одредување на количината на производи и реактанти кои се произведени или потребни во да-дена реакција. Опишувањето на квантитативните односи меѓу супстанциите би-дејќи тие учествуваат во хемиските реакции е познато како реакциска стехио-метрија. Во примерот погоре, реакциската стехиометрија ја мери врската поме-ѓу количините на метан и кислород кои реагираат за да формираат јаглерод диоксид и вода: за секој согорен мол метан се трошат два молови кислород, се произведува еден мол јаглерод диоксид и се произведуваат два молови вода.

Поради добро познатиот однос на моловите со атомските тежини, соодносите до кои се доаѓа со стехиометрија може да се користат за одредување на количините по тежина во реакција опишана со избалансирана равенка. Ова се нарекува стехиометрија на составот.

Гас стехиометријата се занимава со реакции кои вклучуваат само гасови, каде што гасовите се на позната температура, притисок и волумен и може да се претпостави дека се идеални гасови. За гасовите, волуменскиот однос е идеално ист според законот за идеален гас, но односот на масата на една ре-

акција треба да се пресмета од молекуларните маси на реактантите и производите. Во пракса, поради постоењето на изотопи, наместо тоа се користат моларни маси при пресметување на односот на масата.

Термодинамички, хемиската рамнотежа на согорување во воздухот е претежно на страната на производите. Сепак, целосно согорување е речиси невозможно да се постигне, бидејќи хемиската рамнотежа не е нужно постигната, или може да содржи неизгорени производи како што се јаглерод моноксид, во-дород, па дури и јаглерод (саѓи или пепел).



Слика. Emission of soot in the exhaust gas of a large diesel truck, without particle filters

Саѓи (/sʊt/ suut) е маса од нечисти јаглеродни честички кои произлегуваат од нецелосно согорување на јаглеводороди. Саѓите се сметаат за опасни материи со канцерогени својства. Најшироко, терминот ги вклучува сите честички произведени со овој процес, вклучувајќи **црн јаглерод** и резидуални пиролизирани честички на гориво како што се јаглен, ценосфери, јагленисано дрво и нафтен кокс класифицирани како кокс или јаглен. Може да вклучува **полициклични ароматични јаглеводороди** и **тешки метали како жива**.

Саѓи предизвикува разни видови на рак и белодробни заболувања.

Меѓу научниците, точните дефиниции за саѓи се разликуваат, делумно во зависност од нивната област. На пример, атмосферските научници може да

користат поинаква дефиниција во споредба со токсиколозите. Дефиницијата на саѓи, исто така, може да варира со текот на времето, и од хартија до хартија дури и меѓу научниците од иста област. Заедничка карактеристика на дефини-циите е дека **саѓите се состојат главно од честички базирани на јаглерод што произлегуваат од нецелосното согорување на јаглеводороди или органско гориво**, како што е **дрвото**. Некои забележуваат дека саѓи може да се формираат со други процеси на висока температура, а не само со горење. Саѓите обично добиваат форма на **аеросол** кога првпат се создаваат. Има тенденција на крајот да се таложи на површини, иако некои негови делови може да се распаднат додека сеуште се во воздух. Во некои дефиниции, саѓите се дефинираат чисто како јаглеродни честички, но во други е дефинирано дека го вклучува целиот ансамбл на честички кои произлегуваат од делумно согорување на органска материја или фосилни горива - како таква може да вклучува нејаглеродни елементи како сулфур, па дури и траги од метал. Во многу дефиниции, саѓи се претпоставува дека се црна, но во некои дефиниции може да биде составена делумно или дури главно од кафеав јаглерод, па може да биде и средно или дури светло сива боја.

“ Терминитe како**саѓи**“,"**carbon black**" и "**black carbon**" често се користат за да значат исто, дури и во научната литература, но други научници изјавија дека ова е неточно и дека тие се однесуваат на хемиски и физички различни нешта.

Carbon black е термин за индустриско производство на прашкаста јаглеродна материја што е во тек уште од 19 век. Саѓи се состои речиси целосно од елементарен јаглерод. Саѓи не се наоѓаат во форма на обични саѓи - само во специјални саѓи што намерно се произведува со нејзино производство, најмногу од специјализирани печки за нафта.

Black carbon е термин што се појавил кон крајот на дваесеттиот век меѓу атмосферските научници, за да ги опише јаглеродните честички кои силно апсорбираат светлина и кои имаат значителен ефект на климатско форсирање – втор по CO2 како придонесувач за краткорочно глобално затоплување. Терминот понекогаш се користи синоним за саѓи, но сега се користи преференцијално во атмосферската наука, иако некои претпочитаат попрецизни термини како “**јаглерод што апсорбира светлина**“. За разлика од саѓи, црниот јаглерод се произведува ненамерно. Хемискиот состав на црниот јаглерод е многу поразновиден и обично има многу помал дел од елементарниот јаглерод, во споре-

дба со саѓи. Во некои дефиниции, црниот јаглерод вклучува и јаглен, вид на материја каде што парчињата имаат тенденција да бидат премногу големи за да имаат форма на аеросол, како што е случајот со саѓи.

Извори на саѓи

Саѓите како загадувачи од воздухот во околината имаат многу различни извори, од кои сите се резултат на некоја форма на пиролиза.



Слика. Горење парчиња дрво, покажува различни фази на пиролиза проследени со оксидативно согорување

Пиролизата најчесто се користи во третманот на органски материјали. Тоа е еден од процесите вклучени во јагленисувањето на дрвото или пиролиза на биомаса. Општо земено, пиролизата на органски материи произведува испарливи производи и остава јаглерод, цврст остаток богат со јаглерод. Екстрем-ната пиролиза, која остава претежно јаглерод како остаток, се нарекува **карбонизација**. Пиролизата се смета за еден од чекорите во процесите на гасификација или согорување. Лаиците често го мешаат пиролизниот гас со сингасот. [зошто?] Пиролизниот гас има висок процент на тешки фракции на катран, кои се кондензираат на релативно високи температури, спречувајќи ја неговата директна употреба во горилниците на гас и моторите со внатрешно согору-вање, за разлика од сингасот.

Процесот се користи во голема мера во хемиската индустрија, на пример, за производство на етилен, многу форми на јаглерод и други хемикалии од нафта, јаглен, па дури и дрво, или за **производство на кокс од јаглен**. Се користи и при конверзија на природниот гас (првенствено метан) во водороден гас

и цврст јаглероден јаглерод, неодамна воведен во индустриско ниво. Аспиративните апликации на пиролиза би ја претвориле биомасата во сингас и биојаглерод, отпадната пластика назад во употребливо масло или отпадот во супстанции за безбедна еднократна употреба.

Тие вклучуваат саќи од согорување на јаглен, мотори со внатрешно согорување, котли за електрани, котли со гориво за свињи, бродски котли, котли за централна парна топлина, согорување отпад, локално согорување на терен, пожари во куќи, шумски пожари, камини и печки. Овие надворешни извори, исто така, придонесуваат за изворите на внатрешната средина, како што се пушење на растителна материја, готвење, маслени светилки, свеќи, кварцни/халогени светилки со наталожена прашина, камини, емисии на издувни гасови од возилата, и неисправни печки. Саќите во многу ниски концентрации можат да ги затемнат површините или да направат агломерати на честички, како што се оние од системите за вентилација, да изгледаат црни. Саќите се примарна при-чина за "духови", промена на бојата на ѕидовите и таваните или ѕидовите и подот каде што се спојуваат. Генерално е одговорен за обезбојувањето на ѕи-довите над електричните грејни единици на перваз.

Согорувањето е процес на третман на отпад кој вклучува согорување на супстанции содржани во отпадните материјали. Индустриските постројки за согорување отпад најчесто се нарекуваат **објекти од отпад до енергија**. Согорувањето и другите системи за третман на отпад со висока температура се опишани како „**термички третман**". **Согорувањето на отпадните материи го претвора отпадот во пепел, димни гасови и топлина**. Пепелта најчесто се формира од неоргански состојки на отпадот и може да има форма на цврсти грутки или честички што ги носи димниот гас. Димните гасови мора да се исчистат од гасови и честички загадувачи пред да се дисперзираат во атмосферата. Во некои случаи, топлината што се создава со согорување може да се користи за производство на електрична енергија.

Согорувањето со обновување на енергијата е една од неколкуте технологии од отпад во енергија, како што се гасификација, пиролиза и анаеробна дигестија. Додека технологиите за согорување и гасификација се слични во принцип, енергијата произведена од согорувањето е топлина на висока температура, додека запаливиот гас често е главен енергетски производ од гасифи-

кацијата. Согорувањето и гасификацијата може да се спроведат и без обновување на енергија и материјали.

Во неколку земји, сè уште постои загриженост од експертите и локалните заедници во врска со еколошкиот ефект на инсинераторите (аргументи против согорувањето).

Во некои земји, печките за горење изградени пред само неколку децении често не вклучуваа сепарација на материјали за отстранување на опасни, обемни или рециклирани материјали пред согорување. Овие објекти имаат тенденција да го ризикуваат здравјето на работниците во фабриката и локалната средина поради несоодветното ниво на контрола на процесот на чистење и согорување на гасот. Повеќето од овие објекти не произведуваат електрична енергија.

Инсинераторите ја намалуваат цврстата маса на оригиналниот отпад за 80-85% и волуменот (веќе малку компримиран во камионите за ѓубре) за 95-96%, во зависност од составот и степенот на искористување на материјалите како што се металите од пепелта за рециклирање. Ова значи дека иако сого-рувањето не го заменува целосно депонирањето, значително го намалува пот-ребниот волумен за отстранување. Камиони за ѓубре често го намалуваат во-луменот на отпадот во вградениот компресор пред испораката до печката за согорување. Алтернативно, на депониите, волуменот на некомпресираното ѓу-бре може да се намали за приближно 70% со користење на стационарен чели-чен компресор, иако со значителен трошок за енергија. Во многу земји, поед-ноставното набивање на отпадот е вообичаена практика за тампонирање на депониите.

Согорувањето има особено силни придобивки за третман на одредени видови отпад во ниски области како што се клинички отпад и одреден опасен отпад каде што патогените и токсините кои може да се уништат со високи температури. Примерите вклучуваат хемиски постројки со повеќе производи со различни токсични или многу токсични текови на отпадни води, кои не можат да се пренасочат до конвенционална пречистителна станица за отпадни води.

Согорувањето на отпадот е особено популарно во земји како Јапонија, Сингапур и Холандија, каде земјиштето е оскуден ресурс. Данска и Шведска се лидери со користење на енергија добиена од согорувањето повеќе од еден век, во локализирани комбинирани капацитети за топлинска и електрична енергија кои поддржуваат шеми за централно греење. Во 2005 година, согорувањето на

отпадот произведе 4,8% од потрошувачката на електрична енергија и 13,7% од вкупната домашна потрошувачка на топлинска енергија во Данска. Голем број други европски земји во голема мерка се потпираат на согорување за ракување со комуналниот отпад, особено Луксембург, Холандија, Германија и Франција.



Слика. The incineration plant in Vienna, Austria

Формирањето и својствата на саѓи силно зависат од составот на горивото, но може да бидат под влијание и на температурата на пламенот. Што се однесува до составот на горивото, рангирањето на тенденцијата за чадење на компонентите на горивото е: нафталини → бензени → алифатици. Се смета дека разликата помеѓу тенденциите за чадење на алифатиците и ароматиката е главно резултат на различните начини на формирање. Се чини дека алифатиците прво формираат ацетилен и полиацетилени, што е бавен процес. Ароматика може да формира саѓи и по овој пат и, исто така, преку подиректен пат кој вклучува реакции на кондензација или полимеризација на прстенот кои се градат на постоечката ароматична структура.

Така, произведениот чад е обично токсичен и содржи неизгорени или делумно оксидирани производи. Секое согорување на високи температури во атмосферскиот воздух, што е 78 проценти азот, исто така ќе создаде мали количини на неколку азотни оксиди, вообичаено наречени NOx, бидејќи согорува-

њето на азот е термодинамички фаворизирано при високи, но не и ниски температури. Бидејќи согорувањето е ретко чисто, со закон може да се бара чистење на горивниот гас или катализаторите.



Пожарите се јавуваат природно, запалени од удари на гром или од вулкански производи. Согорувањето (оган) е првата контролирана хемиска реакција откриена од луѓето, во форма на камперски огнови, и продолжува да биде главен метод за производство на енергија за човештвото. Обично, горивото е јаглерод, јаглеводороди или покомплицирани мешавини како дрво што содржат делумно оксидирани јаглеводороди. Топлинската енергија произведена од согорување на фосилни горива како јаглен или нафта, или од обновливи горива како огревно дрво, се собира за различни намени како готвење, производство на електрична енергија или индустриско или домашно греење. Согорувањето е исто така моментално единствената реакција што се користи за напојување на ракетите. Согорувањето се користи и за уништување (согорување) на отпад – неопасен и опасен.

Огнот е брза оксидација на горивото во егзотермниот хемиски процес на согорување, ослободувајќи топлина, светлина и различни реакциони продукти. Пламенот од јаглеводородни горива се состои првенствено од јаглерод диоксид, водена пареа, кислород и азот. Ако е доволно жешко, гасовите може да се јонизираат за да произведат плазма. Бојата и интензитетот на пламенот зависат од видот на горивото и составот на околните гасови.

Пламенот, во својата најчеста форма, има потенцијал да резултира со пожар, што може да доведе до трајно физичко оштетување. Тоа директно влијае

на копнените еколошки системи ширум светот. Позитивните ефекти на пожарот вклучуваат стимулирање на растот на растенијата и одржување на еколошка рамнотежа. Неговите негативни ефекти вклучуваат опасност по животот и имотот, атмосферско загадување и контаминација на водата. Кога пожарот ја отстранува заштитната вегетација, обилните врнежи може да предизвикаат еро-зија на почвата. Согорувањето на вегетацијата ослободува азот во атмосфе-рата, за разлика од другите растителни хранливи материи како што се калиу-мот и фосфорот кои остануваат во пепелта и брзо се рециклираат во почвата. Оваа загуба на азот предизвикува долгорочно намалување на плодноста на почвата, иако може да се обнови со растенија што го прицврстуваат азот како детелина, грашок и грав; со распаѓање на животински отпад и трупови и со при-родни феномени како што се молњите.

Огнот е еден од четирите класични елементи и луѓето го користеле во ритуали, во земјоделството за расчистување на земјиштето, за готвење, генерирање топлина и светлина, за сигнализација, погонски цели, топење, ковање, согорување отпад, кремирање и како оружје или начин на уништување. Различни технологии и стратегии се смислени за спречување, управување, ублажување и гаснење пожари, а водечка улога имаат професионалните пожарникари.

Оксидантите за согорување имаат висок потенцијал на оксидација и вклучуваат атмосферски или чист кислород, хлор, флуор, хлор трифлуорид, азотен оксид и азотна киселина. На пример, водородот согорува во хлор за да формира водород хлорид со ослободување на топлина и светлина карактеристични за согорувањето. Иако обично не се катализира, согорувањето може да се катализира со платина или ванадиум, како во процесот на контакт.

Основната електронска состојба на јаглерод моноксид е единечна сос-тојба бидејќи нема неспарени електрони.

5. Детектор на чад – индикатор на пожар

Детекторот за чад е уред кој го чувствува чадот, обично како индикатор за пожар. Детекторите/алармите за чад обично се сместени во пластични куќи-шта, вообичаено во облик на диск со дијаметар од околу 125 милиметри (5 инчи) и дебелина од 25 милиметри (1 инч), но обликот и големината варираат. Чадот може да се открие или **оптички** (фотоелектрични) или со **физички про-цес**

(јонизација). Детекторите може да користат еден или два методи на сензори. Чувствителните детектори може да се користат за откривање и спре-чување на пушење во забранети области. Детекторите за чад во големи комер-цијални и индустриски згради обично се поврзани со централен систем за ала-рм за пожар.

Детекторите за чад во домаќинството, исто така познати како аларми за чад, генерално издаваат звучен или визуелен аларм од самиот детектор или неколку детектори доколку има повеќе уреди меѓусебно поврзани. Детекторите за чад во домаќинството се движат од поединечни единици на батерии до неколку меѓусебно поврзани единици со резервна копија од батерии. Со меѓусебно поврзани единици, ако некоја единица открие чад, алармите ќе ги активираат сите единици. Ова се случува дури и ако струја во домаќинството снемало.



Слика. Детектор на чад монтиран на таван

Алармите за чад во станбени простории обично се напојуваат со батерија од 9 волти или со електрична енергија. Некои аларми за чад користат комбинација од 2 батерии и обично користат батерија како дополнителен извор на енергија во случај на прекин.

Комерцијалните детектори за чад праќаат сигнал до контролната табла за аларм за пожар како дел од системот за аларм за пожар. Обично, индиви-дуална комерцијална единица за детектор на чад не издава аларм; некои, се-пак, имаат вградени звучници.

Ризикот од смрт во станбен пожар е намален на половина во куќите со работни детектори за чад. Американската национална асоцијација за заштита од пожари објави **0,53** смртни случаи на 100 пожари во домови со работни де-

тектори за чад во споредба со **1,18** смртни случаи без работни детектори (2009-2013).

Историја

Првиот автоматски електричен аларм за пожар бил патентиран во 1890 година од Френсис Робинс Аптон, соработник на Томас Едисон. Во 1902 го-дина, Џорџ Ендрју Дарби го патентирал првиот европски електричен детектор на топлина во Бирмингем, Англија. Во доцните 1930-ти, швајцарскиот физичар Валтер Јегер се обидел да измисли сензор за отровен гас. Тој очекувал гасот што влегува во сензорот да се поврзе со јонизираните молекули на воздухот и со тоа да ја промени електричната струја во колото на инструментот. Сепак, неговиот уред не ја постигнал својата цел бидејќи малите концентрации на гас не влијаеле на спроводливоста на сензорот. Исфрустриран, Јегер запалил цигара и бил изненаден кога забележа дека мерачот на инструментот регистрирал пад на струјата. За разлика од отровниот гас, честичките од чадот од неговата цигара можеа да ја променат струјата на колото. Експериментот на Јегер беше еден од случувањата што го отворија патот за модерниот детектор за чад. Во 1939 година, швајцарскиот физичар Ернст Меили осмислил уред со комора за јонизација способен да детектира запаливи гасови во рудниците. Тој, исто така, измислил ладна катодна цевка која може да го засили малиот сигнал генериран од механизмот за откривање, така што тој бил доволно силен за да активира аларм.

Во 1951 година, детектори за јонизирачки чад за прв пат беа продадени во САД. Во следните години тие се користеа само во поголемите комерцијални и индустриски капацитети поради нивната големина и високата цена. Во 1955 година беа развиени едноставни „детектори за пожар“ за домови, кои детектираа високи температури. Во 1963 година, Комисијата за атомска енергија на Соединетите Држави (USAEC) ја додели првата лиценца за дистрибуција на детектори за чад кои користеле радиоактивен материјал. Во 1965 година, првиот евтин детектор за чад за домашна употреба беше развиен од Дуан Д. Пирсал и Стенли Бенет Петерсон. Тоа беше индивидуална, заменлива единица, напојувана од батерии, која можеше лесно да се инсталира. „**SmokeGard 700**“ беше во форма на пчеларник, отпорен на оган и изработен од челик. Компанијата започна со масовно производство на овие единици во 1975 година. Сту-

дии во 1960-тите утврдиле дека детекторите за чад реагираат на пожари многу побрзо од детекторите за топлина.

Првиот детектор за чад со една станица бил измислен во 1970 година и бил изнесен следната година. Тоа беше детектор за јонизација напојуван од една батерија од 9 волти. Чинеше околу 125 американски долари (што е еквивалентно на 1.012 долари во 2024 година) и се продаваше по стапка од неколку стотици илјади единици годишно. Помеѓу 1971 и 1976 година се случија неко-лку достигнувања во технологијата за детектори за чад, вклучително и замена на ладни катодни цевки со електроника во цврста состојба. Ова во голема ме-рка ги намали трошоците и големината на детекторите и овозможи следење на траењето на батеријата. Претходните сирени за аларм за кои беа потребни посебни батерии беа заменети со сирени кои беа енергетски поефикасни и дозволуваа користење на широко достапни батерии. Овие детектори би можеле да функционираат и со помали количества на радиоактивен извор на материјал, а сензорната комора и куќиштето на детекторот за чад беа редизајнирани за да ја направат операцијата поефикасна. Батериите на полнење често пати беа заменети со пар батерии AA заедно со пластична обвивка што го обвиткуваше детекторот.

Фотоелектричниот (**оптички**) **детектор** за чад бил измислен од Доналд Стил и Роберт Емарк од Electro Signal Lab и патентиран во 1972 година.

Во 1995 година беше воведен 10-годишен аларм за чад напојуван на литиумска батерија.

Дизајн

Чадот може да се открие со помош на фотоелектричен сензор или процес на јонизација. Пожар без чад може да се открие со чувствување на јаглерод диоксид. Нецелосното горење може да се открие со осетување на јаглерод моноксид.

Фотоелектричен ефект

Фотоелектричниот или оптичкиот детектор за чад содржи извор на инфрацрвена, видлива или ултравиолетова светлина - обично блескаво светло или диода што емитува светлина (LED) - леќа и фотоелектричен приемник - обично фотодиода. Во детекторите од типот на место, сите овие компоненти се наредени во комора каде што тече воздух, кој може да содржи чад од блискиот

оган. Во големи отворени области како што се преткоморите и аудиториумите, се користат детектори за чад со оптички зрак или проектиран зрак наместо комора во единицата: единицата монтирана на ѕид емитува зрак на инфра-црвена или ултравиолетова светлина што или се прима и обработува со посе-бен уред или се рефлектира до приемникот со рефлектор. Во некои типови, особено типови на оптички зрак, светлината што ја емитува изворот на свет-лина поминува низ воздухот што се тестира и стигнува до фотосензорот. При-мениот интензитет на светлина ќе се намали поради расејување од честички од чад, прашина од воздухот или други супстанции; колото го детектира интен-зитетот на светлината и генерира аларм ако е под одреден праг, потенцијално поради чад.

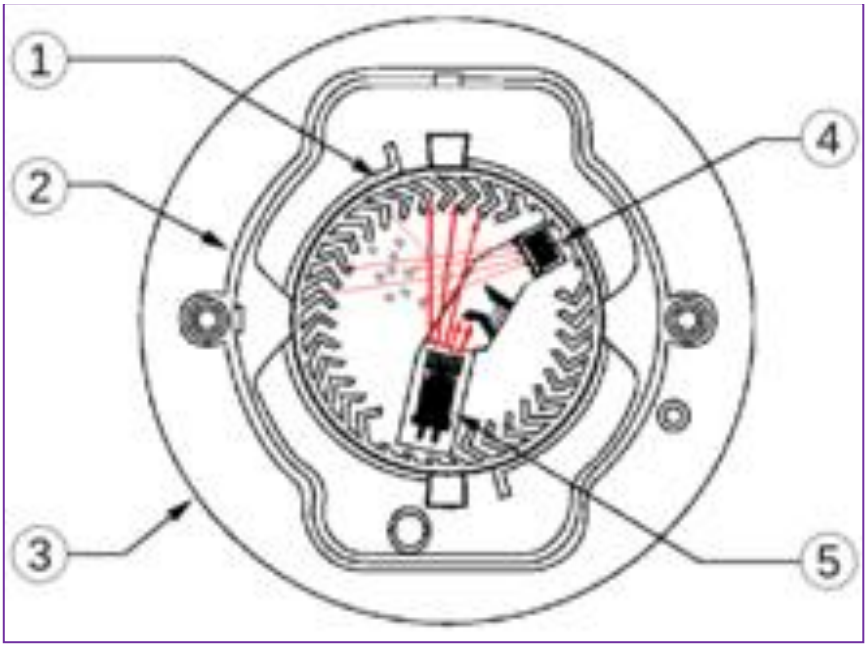


Слика. Оптички детектор за чад со отстранет капак - аголната пластика во лак преку горниот дел е лесна преграда

Во други типови, типични типови на комора, светлината не е насочена кон сензорот, кој не е осветлен во отсуство на честички. Ако воздухот во комората содржи честички (чад или прашина), светлината се расфрла и дел од неа сти-гнува до сензорот, активирајќи го алармот.

Според Националното здружение за заштита од пожари (NFPA), откри“-вањето на фотоелектричен чад генерално повеќе реагира на пожари кои започ-нуваат со долг период на тлеење“. Студиите на Texas A&M и NFPA, цитирани од градот Пало Алто, Калифорнија, велат: “Фотоелектричните аларми реаги-раат побавно на брзорастечки пожари отколку алармите со јонизација, но лабо-раториските и теренските тестови покажаа дека фотоелектричните аларми за

чад обезбедуваат соодветно предупредување за сите видови пожари и се покажаа дека се активираат со многу помала веројатност да се деактивираат.



Слика. Оптички детектор за чад

1. Оптичка комора.
2. Капак.
3. Калапи на куќиштето.
4. Фотодиода (претворач).
5. Инфрацрвена LED диода.

Иако фотоелектричните аларми се многу ефикасни во откривањето на пожари кои тлеат и обезбедуваат соодветна заштита од пламен пожари, експертите за заштита од пожари и NFPA препорачуваат да се инсталираат она што се нарекува комбинирани аларми, кои се аларми кои или детектираат и топли-на и чад или користат и методи за јонизација и фотоелектрични сензори за чад. Некои комбинирани аларми може да вклучуваат и способност за откривање јаг-лерод моноксид.

Видот и чувствителноста на изворот на светлина и фотоелектричниот сензор и типот на комората за чад се разликуваат помеѓу производителите.

Јонизација

Детекторот за јонизирачки чад користи радиоизотоп, типично americium-241, за јонизирање на воздухот. Се открива разлика поради чад и се генерира аларм. Детекторите за јонизација се почувствителни на фазата на запалување на пожарите отколку оптичките детектори, додека оптичките детектори се почувствителни на пожари во рана фаза на тлеење.



Слика. Внатре во основен јонизационен детектор за чад. Црната, тркалезна структура од десно е јонизационата комора. Белата, тркалезна структура од горниот лев агол е пиезоелектричната сирена што го произведува звукот на алармот

Детекторот за чад има две комори за јонизација, едната отворена за воздух и референтна комора која не дозволува влез на честички. Радиоактивниот извор испушта алфа честички во двете комори, што јонизира некои молекули на воздухот. Постои потенцијална разлика (напон) помеѓу парови електроди во коморите. Електричното полнење на јоните овозможува да тече електрична струја. Струите во двете комори треба да бидат исти бидејќи подеднакво се под влијание на воздушниот притисок, температурата и стареењето на изворот. Ако некои честички од чад навлезат во отворената комора, некои од јоните ќе се закачат за честичките и нема да бидат достапни за да ја носат струјата во таа комора. Електронско коло детектира дека е развиена разлика во струјата помеѓу отворените и запечатените комори и се огласува со аларм. Колото, исто така, ја следи батеријата што се користи за напојување или резервна копија на енергија. Звучи наизменично предупредување кога се ближи до исцрпеност. Копчето за тестирање управувано од корисникот симулира нерамнотежа поме-ѓу коморите за јонизација и се огласува со аларм ако и само ако напојувањето, електрониката

и уредот за аларм се функционални. Струјата извлечена од де-текторот за јонизирачки чад е доволно мала за мала батерија што се користи како ѓон или резервно напојување за да може да обезбеди енергија со години без потреба од надворешни жици.

Детекторите за јонизирачки чад обично се поевтини за производство од оптичките детектори. Детекторите за јонизација може да бидат посклони од фотоелектричните детектори на лажни аларми предизвикани од неопасни настани, и многу побавно реагираат на типични пожари во домот.

Радијација

Америциум-241 е алфа емитер со полуживот од 432,6 години. Зрачењето со алфа честички, за разлика од бета (електрон) и гама (електромагнетното) зрачење, се користи од две причини: алфа честичките можат да јонизираат доволно воздух за да се направи откриена струја; и тие имаат мала пенетративна моќ, што значи дека ќе бидат запрени, безбедно, од воздухот или пластичната обвивка на детекторот за чад. За време на распаѓањето на алфа, 241 Am емитира гама зрачење, но е нискоенергетски и затоа не се смета за значаен придонесувач за човечката изложеност.

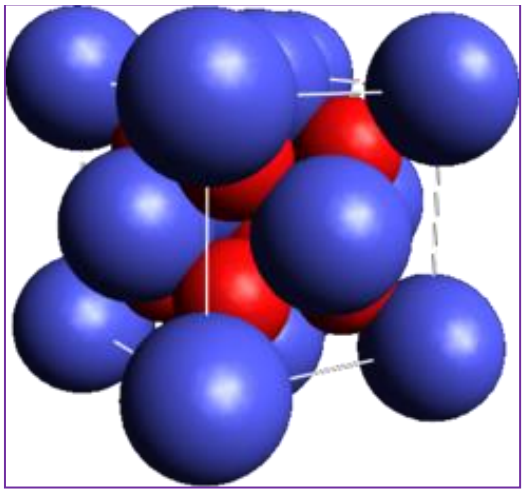
Количината на елементарен америциум-241 во детекторите за јонизира-чки чад е доволно мала за да биде изземена од прописите што се применуваат за поголеми распоредувања. Детекторот за чад содржи околу **37 kBq** (1.000 nCi) радиоактивен елемент americium-241 (241 Am), што одговара на околу **0,3 μg** од изотопот. Ова обезбедува доволна јонска струја за откривање чад доде-ка произведува многу ниско ниво на зрачење надвор од уредот. Некои детек-тори за чад од руско производство, особено моделите RID-6m и IDF-1m, содр-жат мала количина на плутониум (18 MBq), наместо типичните 241.

Am извор, во форма на реакторски степен 239 Плутониум измешан со титаниум диоксид на цилиндрична алумина површина.



Слика. Точка од 141 ng америциум-241 диоксид на алуминиумско копче со големина на монета

Количината на америциум-241 содржана во детекторите за јонизирачки чад не претставува значителна радиолошка опасност. Ако америциумот се ос-тави во комората за јонизација на алармот, радиолошкиот ризик е незначи-телен бидејќи комората делува како штит на алфа зрачењето. Едно лице ќе мо-ра да ја отвори затворената комора и да го внесе или да го вдиши амери-циумот за дозата да биде споредлива со природното зрачење во позадина. Ри-зикот од зрачење од изложување на детектор за јонизирачки чад кој работи но-рмално е многу помал од природното зрачење во позадина.



Слика. Америциум диоксид

Америциум диоксид (AmO_2) е црно соединение на америциум. Во цврста состојба, AmO_2 усвојува структура на флуорит (како CaF_2). Се користи како из-вор на алфа честички.

Разлики во изведбата

Фотоелектричните детектори и детекторите за јонизација се разликуваат во нивните перформанси во зависност од видот на чадот што се создава од пожар.

Презентацијата на Сименс и Канадското здружение за аларм за пожар известува дека детекторот за јонизација е најдобар во откривањето пожари во почетната фаза со невидливи мали честички, брзо запаливи пожари со помали честички од 0,01–0,4 микрони и темен или црн чад, додека помодерните фотоелектрични детектори се најдобри во откривањето на пожари во почетна фаза со невидливи мали честички. честички и светло обоен бел/сив чад.

Фотоелектричните детектори за чад реагираат побрзо на оган кој е во рана фаза на тлеење. Чадот од фазата на тлеење на пожарот обично се состои од големи честички за согорување помеѓу 0,3 и 10,0 μm. Детекторите за јонизирачки чад реагираат побрзо (обично 30-60 секунди) на фазата на запалување на пожарот. Чадот од фазата на палење на пожарот обично се состои од микроскопски честички на согорување помеѓу 0,01 и 0,3 μm. Исто така, детекторите за јонизација се послаби во средини со висок проток на воздух.

Некои европски земји, вклучително и Франција, и некои американски држави и општини ја забранија употребата на домашни аларми за јонизирачки чад поради загриженоста дека тие не се доволно сигурни во споредба со дру-гите технологии. Онаму каде што детекторот за јонизирачки чад бил единствен детектор, пожарите во раните фази не биле секогаш ефикасно откриени.

Во јуни 2006 година, Советот на австралиските власти за противпожарна и итна служба, највисоко претставничко тело за сите противпожарни служби во Австралија и Нов Зеланд, објави официјален извештај, “Позиција за аларми за чад во станбени сместувања“. Клаузула 3.0 вели: “Алармите за јонизирачки чад може да не работат навреме за да ги предупредат патниците да избегаат од пожар што тлее“.

Во август 2008 година, Меѓународната асоцијација на пожарникари (IAFF) донесе резолуција со која се препорачува употреба на фотоелектрични аларми за чад, “ велејќи дека промената на фотоелектрични аларми**драстично ќе ја намали загубата на животи меѓу граѓаните и пожарникарите**“.

Во мај 2011 година, официјалниот став на Здружението за заштита од пожари на Австралија (FPAA) за алармите за чад изјави: “Здружението за спречување пожари на Австралија смета дека сите станбени згради треба да бидат опремени со фотоелектрични аларми за чад...“

Во декември 2011 година, Здружението на волонтерски пожарникари на Австралија објави извештај на Светската фондација за заштита од пожари, “Алармите за јонизирачки чад се смртоносни“, цитирајќи истражување во кое се наведени значителни разлики во перформансите помеѓу јонизацијата и фотоелектричната технологија.

Во ноември 2013 година, Здружението на пожарникарите на Охајо (OFCA) објави позиционен документ кој ја поддржува употребата на фотоелектрична технологија во резиденциите во Охајо. Позицијата на OFCA вели: “Во интерес на јавната безбедност и за заштита на јавноста од смртоносните ефекти на чадот и пожарот, Здружението на пожарникарите на Охајо ја одобрува употребата на фотоелектрични аларми за чад и во новите градби и при замена на стари аларми за чад или купување на нови аларми“.

Во јуни 2014 година, тестирањата на Здружението за спречување пожари во североисточниот дел на Охајо (NEOFPA) на станбени аларми за чад, беа емитувани на програмата Добро утро Америка на ABC. Тестовите на NEOFPA покажаа дека алармите за јонизирачки чад не се активирале во раната, фаза на тлеење на пожарот. Комбинираните аларми за јонизација/фотоелектрични не успеаја да се активираат во просек повеќе од 20 минути по самостојните фотоелектрични аларми за чад. Ова ја оправда официјалната позиција од јуни 2006 година на австралазискиот совет на властите за противпожарна и вонредна служба (AFAC) и официјалната позиција од октомври 2008 година на Меѓународната асоцијација на пожарникари (IAFF). И AFAC и IAFF препорачуваат фотоелектрични аларми за чад, но не и комбинирани аларми за јонизација/фотоелектричен чад.

Поради различните нивои на способности за откривање помеѓу типовите детектори, производителите дизајнираа уреди со повеќе критериуми кои ги вкрстуваат посебните сигнали и за да ги исклучат лажните аларми и да го подо-брат времето на одговор на вистински пожари.

Заматување е мерна единица која стана стандарден начин за одредување на **чувствителност на детекторите за чад**. Заматувањето е ефект што чадот го има во намалувањето на интензитетот на светлината, изразено во проценти апсорпција по единица должина - повисоките концентрации на чад резултираат со повисоки нивои на заматување.

Typical smoke detector obscuration ratings

Detector type	Obscuration
Photoelectric	0.70–13.0% obs/m (0.2–4.0% obs/ft)[16]
Ionization	2.6–5.0% obs/m (0.8–1.5% obs/ft)[16]
Aspirating	0.005–20.5% obs/m (0.0015–6.25% obs/ft)[16]
Laser	0.06–6.41% obs/m (0.02–2.0% obs/ft)[43]

Табела. Типични оценки за затемнување на детектор за чад

Откривање на јаглерод моноксид и јаглерод диоксид

Сензорите за јаглерод моноксид детектираат потенцијално фатални концентрации на јаглерод моноксид, што може да се акумулира поради неиспра-вна вентилација каде што има апарати за согорување, како што се грејачи на гас и шпорети, иако нема неконтролиран оган надвор од апаратот.

Високо ниво на јаглерод диоксид (CO2) може да укаже на пожар и може да се открие со сензор за јаглерод диоксид. Таквите сензори често се користат за мерење на нивоі на CO2 што може да биде непожелно и штетно, но не укажува на пожар. Овој тип на сензор може да се користи и за откривање и предупредување за многу повисоки нивоі на CO2 настанати од пожар. Некои производители велат дека детектори базирани на CO2 нивоі се најбрзите индикатори за пожар. За разлика од јонизирачките и оптичките детектори, тие исто така можат да детектираат пожари кои не создаваат чад, како што се оние што се поттикнати од алкохол или бензин. CO2 детектори не се подложни на лажни аларми поради честичките што ги прави особено погодни за употреба во правливи и валкани средини.

Детектор на јаглерод моноксид или детектор на CO е уред кој го детектира присуството на гасот јаглерод моноксид (CO) за да спречи труење со јаглерод моноксид. Кон крајот на 1990-тите, Underwriters Laboratories ја сменија дефиницијата за детектор на CO со една станица со звучен уред во аларм за јаглерод моноксид (CO). Ова се однесува на сите безбедносни аларми за CO кои го исполнуваат стандардот UL 2034. Меѓутоа, за пасивни индикатори и системски

уреди кои го исполнуваат UL 2075, UL ги нарекува детектори за јаглерод моноксид. Повеќето детектори на CO користат сензор со дефиниран, ограничен животен век и нема да работат на неодредено време.



Слика. Kidde детектор за јаглерод моноксид со приклучок

CO е безбоен, без вкус и без мирис гас произведен со нецелосно согорување на материјали што содржат јаглерод. Често се нарекува “тивок убиец“ бидејќи е практично незабележлив од луѓето. Во една студија на Underwriters Laboratories, “Шеесет проценти од Американците не можеа да идентификуваат никакви потенцијални знаци за истекување на CO во домот“. Зголемените ни-вои на CO може да бидат опасни за луѓето во зависност од присутната коли-чина и должината на изложеноста. Помалите концентрации можат да бидат штетни во подолги периоди, додека зголемувањето на концентрациите бара намалување на времето на изложување за да биде штетно.

На оние што живеат во целосно електрични домови не им требаат детектори за CO, освен ако има приклучена гаража со неелектричен автомобил, или ако резервниот генератор се користи премногу блиску до нашиот стан за време на прекин на струја.

Аларм за прво предупредување за чад и јаглерод моноксид

Детекторите на CO се дизајнирани да ги мерат нивоите на CO со текот на времето и да звучат аларм пред опасни нивои на CO да се акумулираат во околината, давајќи им на луѓето соодветно предупредување безбедно да ја проветруваат областа или да се евакуираат. Некои детектори поврзани со системот,

исто така, ја предупредуваат службата за следење која може да испрати слу-жби за итни случаи доколку е потребно.

Додека детекторите на CO не служат како детектори за чад и обратно, се продаваат и комбинирани детектори за чад/CO. Во домот, некои вообичаени извори на CO вклучуваат отворен пламен, грејачи на простор, бојлери, блокирани оџаци или работи мотор на автомобил или скара во гаража.

Станбени

Системите за аларм за чад што се користат во дом или станбена средина обично се помали и поевтини од комерцијалните единици. Системот може да вклучува една или повеќе поединечни самостојни единици или повеќе, меѓусебно поврзани единици. Тие обично генерираат гласен акустичен предупредувачки сигнал како нивна единствена акција. Неколку детектори (без разлика дали се самостојни или меѓусебно поврзани) вообичаено се користат во простории на живеалишта. Постојат евтини аларми за чад кои може да се меѓусебно поврзани така што секој детектор ги активира сите аларми. Тие се напојуваат со електрична енергија, со резервна батерија за еднократна употреба или полнење. Тие можат да бидат меѓусебно поврзани со жици или безжично. Тие се потребни во новите инсталации во некои јурисдикции.

Неколку методи за откривање чад се користат и се документирани во индустриски спецификации објавени од Underwriters Laboratories. Методите за предупредување вклучуваат:

Звучни тонови

- Варира помеѓу 2.900 и 3.500 Hz во зависност од брендот и името на моделот.
- Јачина од 95 dB на 3 стапки, може да варира помеѓу брендовите и моделите.

Говорно гласовно предупредување

- Визуелни строб светла.
- Излез од 177 кандела.
- Светло за итни случаи за осветлување.

Тактилна стимулација (на пример, тресење на кревети или перници), иако од 2008 година не постојат стандарди за алармни уреди за тактилна стимулација.

Некои модели имаат функција за молчење или привремена тишина што овозможува замолчување, обично со притискање на копче на куќиштето, без отстранување на батеријата. Ова е особено корисно на локации каде што лажните аларми можат да бидат релативно вообичаени (на пример, во близина на кујна) или ситуации кога корисниците може трајно да ја отстранат батеријата за да избегнат досада од лажни аларми, спречувајќи го алармот да открие по-жар доколку некој избие.

Иако сегашната технологија е многу ефикасна во откривање на услови за чад и пожар, заедницата на глуви и наглуви покрена загриженост за ефективноста на функцијата за предупредување при будење на заспани поединци во одредени групи со висок ризик. Луѓе кои се дел од групи како постари, оние со оштетен слух и оние кои се опиени, може да имаат потешко време да користат детектори базирани на звук. Помеѓу 2005 и 2007 година, истражување спонзорирано од Националната асоцијација за заштита од пожари на Соединетите Држави (NFPA) се фокусираше на разбирање на причината за поголемиот број на смртни случаи кај таквите високоризични групи. Почетните истражувања за ефективноста на различни методи за предупредување се ретки. Наодите од истражувањето сугерираат дека излезот на квадратен бран со средна фреквенција (520 Hz) е значително поефективен за будење на лица со висок ризик. Безжичните детектори за чад и јаглерод моноксид поврзани со механизми за предупредување, како што се вибрирачки перници за лица со оштетен слух, и далечински слушалки за предупредување се поефикасни за будење на луѓе со сериозно оштетување на слухот од другите аларми.

Сигурност

Извештајот на NIST од 2004 година заклучи дека „алармите за чад од типот на јонизација или од фотоелектричен тип постојано обезбедуваат време за патниците да избегаат од повеќето станбени пожари“ и „Во согласност со претходните наоди, алармите од типот на јонизација обезбедија нешто подо-бра реакција на пламен пожари отколку фотоелектричните аларми (57 до брзо)

значително побрз одговор на пожари кои тлеат од алармите од типот на јонизација (47 до 53 минути побрз одговор)“.

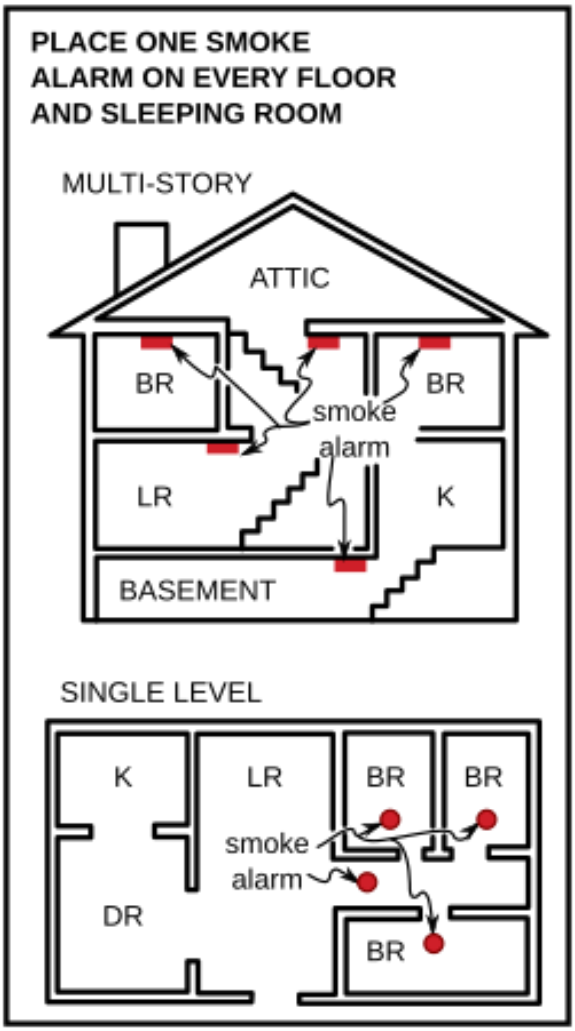
Редовното чистење може да спречи лажни аларми предизвикани од таложење прашина и инсекти, особено кај алармите од оптички тип бидејќи тие се поподложни на овие фактори. Правосмукалка може да се користи за чистење на домашни детектори за чад за да се отстрани штетната прашина. Оптичките детектори се помалку подложни на лажни аларми на локации како што се во близина на кујна што произведува гасови од готвењето.

Ноќта на 31 мај 2001 година, Бил Хакерт и неговата ќерка Кристин од Ротердам, Њујорк, загинаа кога нивната куќа се запали и детекторот за чад за јонизација на брендот First Alert не се огласи. Причината за пожарот бил изнемоштен електричен кабел зад каучот кој тлеел со часови пред да ја зафати куќата со пламен и чад. Откриено е дека детекторот за јонизирачки чад бил неисправно дизајниран, а во 2006 година поротата во Окружниот суд на Соединетите Американски Држави за Северната област на Њујорк одлучи дека First Alert и нејзината тогашна матична компанија, BRK Brands, се одговорни за отштета од милиони долари.

Инсталација и поставување

Водич од 2007 година во САД за поставување детектори за чад, кој сугерира да биде поставен на секој кат од зграда и во секоја спална соба.

Во Соединетите Американски Држави, повеќето државни и локални закони во врска со потребниот број и поставување на детектори за чад се засноваат на стандардите утврдени во NFPA 72, Национален код за аларм за пожар и сигнализација. Законите што го регулираат поставувањето на детектори за чад се разликуваат во зависност од локацијата. Сепак, некои правила и упатства за постоечките домови се релативно конзистентни во развиениот свет. На пример, **Канада и Австралија бараат зградата да има работен детектор за чад на секое ниво**. Соединетите Американски Држави, NFPA код, цитиран претходно, **бараат детектори за чад на секое ниво на живеење и во близина на сите спални соби**. Нивои погодни за живеење вклучуваат поткровја кои се доволно високи за да овозможат пристап. Многу други земји имаат споредливи барања.



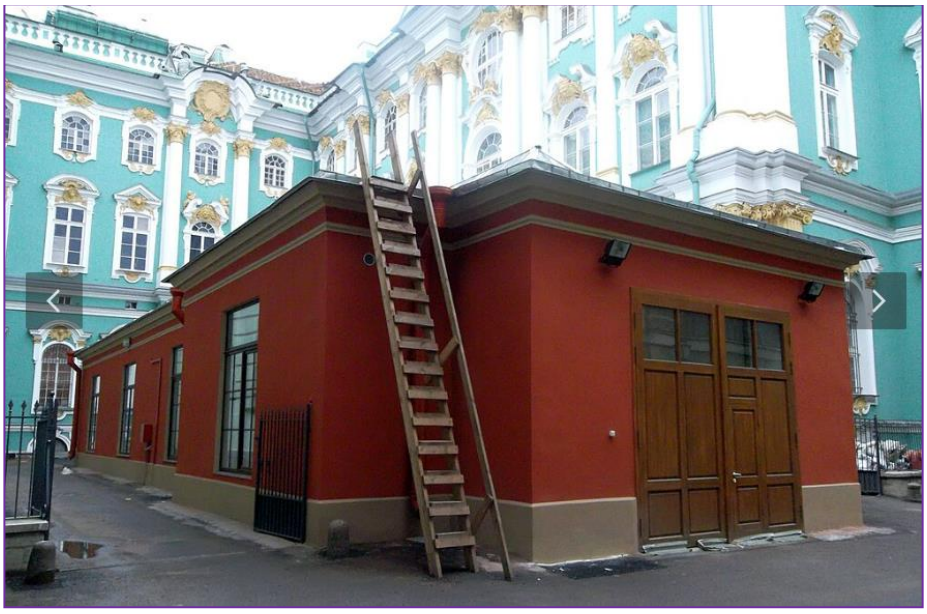
Слика. Водич за поставување детектори за чад во САД од 2007 година, кој предлага да се постави по еден на секој кат од зградата и во секоја спална соба (BR)

Во нова градба, минималните барања обично се построги. На пример, сите детектори за чад мора да се закачат директно на електричните жици, да се меѓусебно поврзани и да имаат резервна батерија. Дополнително, обично се потребни детектори за чад или внатре или надвор од секоја спална соба, во зависност од локалните кодови. Детекторите за чад однадвор ќе детектираат пожари побрзо, под претпоставка дека пожарот не започнува во спалната соба, но звукот на алармот ќе се намали и можеби нема да разбуди некои луѓе. Не-кои области бараат и детектори за чад во скалите, главните ходници и гара-жите.

Десетина или повеќе детектори може да се поврзат преку жици или без-жично, така што ако некој открие чад, алармите ќе се огласат на сите детектори во мрежата, зголемувајќи ја веројатноста дека патниците ќе бидат предупре-

дени дури и ако се открие чад далеку од нивната локација. Жичната интерконекција е попрактична во нова градба отколку кај постојните згради.

Во ОК, инсталацијата на аларми за чад во новите градби мора да биде во согласност со британскиот стандард BS5839 pt6. BS 5839: Pt.6: 2004, кој препорачува дека новоизградениот имот што се состои од не повеќе од 3 ката (помалку од 200 квадратни метри по кат) треба да биде опремен со систем од одделение D, LD2. Градежните регулативи во Англија, Велс и Шкотска препорачуваат да се следи BS 5839: Pt.6, но како минимум треба да се инсталира систем од одделение D, LD3. Градежните регулативи во Северна Ирска бараат да се инсталира систем од степен D, LD2, со аларми за чад вградени во па--теките за бегство и главната дневна соба и аларм за топлина во кујната. Овој стандард исто така бара сите детектори да имаат напојување од мрежа и резервна батерија.



Слика. Гаража во Санкт Петерсбург

6. UL стандарди

Претпријатието UL е глобална приватна безбедносна компанија со седиште во Нортбрук, Илиноис, составена од три организации, UL Истражувачки институти, UL Standards & Engagement и UL Solutions.

Основано во 1894 година, претпријатието UL е основано како електрично биро за преземачи (биро на Националниот одбор за пожарникарски компании), и било познато во текот на 20 век како Лаборатории за преземања. На 1 ја-нуари 2012 година, Underwriters Laboratories стана матична компанија на про-фитна

компанија во САД по име UL LLC, компанија со ограничена одговорност, која го презеде бизнисот за тестирање и сертификација на производи. На 26 јуни 2022 година, компанијата се ребрендира во три различни организации кои го сочинуваат претпријатието UL.



Компанијата е една од неколкуте компании одобрени да вршат тестови за безбедност од страна на американската федерална агенција Администрација за безбедност и здравје при работа (OSHA). OSHA одржува список на одоб-рени лаборатории за тестирање, кои се познати како национално признати лаборатории за тестирање Според Lifehacker, UL Solutions е најпознатата организација за безбедност и сертификација на производи на глобално ниво.

Underwriters Laboratories Inc. е основана во 1894 година од Вилијам Хенри Мерил. По дипломирањето на Технолошкиот институт во Масачусетс (МИТ) со диплома по електротехника во 1889 година, Мерил отишол да работи како електроинспектор за Бостонскиот одбор на Fire Underwriters. На почетокот на дваесеттиот век, загубата од пожари беше во пораст во Соединетите Држави, а зголемената употреба на електрична енергија во домовите и деловните субјекти претставуваше сериозна закана за имотот и човечкиот живот.

Со цел да се утврди и ублажи ризикот, Мерил предложил да се отвори лабораторија каде што ќе користи научни принципи за тестирање на производи за пожар и електрична безбедност. Бостонскиот одбор на Fire Underwriters ја

одби оваа идеја, можеби поради младоста на Мерил и релативното неискуство во тоа време.

Во мај 1893 година, Мерил се преселил во Чикаго за да работи за Здружението на потписници на Чикаго Fire. Неговата задача била да ги прегледа системите за противпожарна тревога во градот. Тој, исто така, беше испратен на Светскиот саем во 1893 година за да ги прегледа електричните инсталации на саемот и Палатата на електрична енергија. Со цел да се утврди и да се ублажи ризикот во неговата улога како електроинспектор, Мерил утврди дека е неопходно да се спроведат тестови на градежни материјали и електрични компоненти. Откако видел растечки потенцијал на ова поле, Мерил останал во Чикаго за да ја основа Underwriters Laboratories. Тој доби првично финан-сирање од Здружението на преземачи на пожарникарите во Чикаго и Western Insurance Union, локална осигурителна организација. Со опрема од 350 долари, тој отвори мала лабораторија на третиот кат од локалната патролна станица за осигурување од пожар, потпишувајќи го првиот тест извештај на UL на 24 март 1894 година.

Мерил наскоро почна да работи на развивање безбедносни стандарди, спроведување тестови и откривање на опасности. Во раните години, UL тестираше три главни типа на производи: уреди наменети за запирање на пожар (како што се противпожарни апарати), уреди наменети за отпор на пожар (како што се противпожарни врати) и уреди кои често предизвикуваат пожар (како жици што се користат за електрични инсталации). Оваа работа наскоро се прошири и во текот на дваесеттиот век, UL сертифицираше многу клучни технологии за потрошувачите, како што се правосмукалки, телевизори, микробранови, персонални компјутери и многу повеќе.

UL го објави својот прв стандард, „Огнени врати со лим“ во 1903 година. Во 1906 година, UL воспостави Сервис за етикети за одредени категории на производи кои бараат почести инспекции. Производите што ги поминаа тестирањата и редовните инспекции на UL добија ознака UL, која на крајот еволуираше во UL Mark. Од 1905 до 1979 година, седиштето на UL се наоѓало на улицата Источен Охајо 207-231 во Чикаго. Во 1979 година, организацијата го пресели своето седиште во кампус од 153 хектари во Нортбрук, Илиноис, 25 милји северно од нејзината поранешна локација во центарот на Чикаго.

UL Solutions еволуираше од своите корени во електричната и против-пожарната безбедност за да одговори на пошироките безбедносни прашања, како што се опасните материи, квалитетот на водата, безбедноста на храната, тестирање на перформанси, образование за безбедност и усогласеност и еко-лошката одржливост.

UL Solutions стана јавна компанија преку иницијална јавна понуда во ап-рил 2024 година, собирајќи околу 950 милиони долари, вреднувајќи ја компа-нијата на околу 7 милијарди долари. Компанијата котира на Њујоршката берза.

Алармни уреди, системи

Постојат многу видови алармни уреди. Најчестите типови вклучуваат:

- будилник што се огласува со аларм во однапред поставено време, често се користи за да се разбуди личноста или да се потсети на некој настан.
- аларм за пожар кој се користи за рано предупредување на станарите од зграда за потенцијален пожар и да им се даде време да се евакуираат.
- уреди за предупредување на возило што се огласуваат кога се движи во неочекуван правец, како што е рикверц,
- сирена, често придружена со трепкачки светла во боја, на возила за итни случаи кои реагираат на итен случај.

Алармните уреди, по категорија, вклучуваат:

- аларми за провалници, дизајнирани да предупредуваат за кражби. Ова е често тивок аларм; органите на редот или чуварите се предупредуваат без да го предупредат провалникот, што ги зголемува шансите да се запре кражбата додека е во тек.
- будилниците може да звучат, да зујат или да ѕвонат во одредено време за да разбудат личност или за други потсетници.
- дистрибуирани контролни системи (DCS), кои се наоѓаат во нуклеарните централи, рафинериите и хемиските капацитети, исто така генерираат аларми за да го насочат вниманието на операторот кон важен настан што треба да го решат.

- аларми во систем за следење на работење и одржување (O&M), кој го предупредува операторот за дефект на одреден дел од системот што се следи.
- аларм за прво излегување.
- безбедносни аларми, кои се вклучуваат ако се појави опасна состојба. Вообичаените аларми за јавна безбедност вклучуваат:
    - сирена за цивилна одбрана, позната и како сирени за торнадо или сирени за воздушен напад.
- противпожарни системи
    - апарат за известување за пожар.
    - „Пожар со повеќе аларм“, локална специфична мерка за сериозноста на пожарот и потребна реакција на пожарникарството.
    - детектор за чад.
- автомобилски аларми.
- аларм за автоматски бирач, познат и како аларм во заедницата.
- личен аларм.
- Системите за проверка на видео аларм обезбедуваат инстант известувања при откривање на можна закана потврдена преку видео довод.
- токсин – историски алармен механизам.

Читање на концентрација

Иако сите домашни детектори користат звучен алармен сигнал како примарен индикатор, некои верзии нудат и дигитално отчитување на концентрацијата на CO, во делови на милион (PPM). Вообичаено, тие можат да прикажат и тековно читање и врвно читање од меморијата на највисокото ниво измерено во одредено време. Овие напредни модели чинат нешто повеќе, но инаку се слични на основните модели.

Моделите со дисплеј ги имаат предностите на означување на нивои под прагот на алармот, известување за нивои кои можеби се случиле за време на отсуство и проценка на степенот на опасност доколку се огласи алармот. Тие, исто така, може да им помогнат на одговорните во итни случаи во проценката на нивото на мината или тековната изложеност или опасност.

Преносliв

Преносливи детектори се дизајнирани за авиони, автомобили и камиони. Тие ги предупредуваат патниците на возилата за каква било опасност од CO.

Инструменти за мерење на CO

Преносливите мерачи кои прикажуваат концентрација на CO до неколку PPM се почувствителни од домашните безбедносни детектори на CO и соодветно многу поскапи. Тие се користат од страна на индустриски хигиеничари и прва помош, како и за одржување и следење на истекување на CO. Овие уреди ги мерат ниските нивоа на CO во секунди, наместо неколку минути или часови како што се алармите во домот. Како и другата опрема за тестирање, професионалните броила на CO мора периодично да се тестираат и рекалибрираат.

- **parts-per-million - ppm**, 10^{-6}
- **parts-per-billion - ppb**, 10^{-9}
- **parts-per-trillion - ppt**, 10^{-12}
- **parts-per-quadrillion - ppq**, 10^{-15}

7. Практично истражување

За мојот магистерски труд реализирав практично истражување во лабораторијата за биометриски истражувања и лабораторијата за мерење на концентрации на параметри на загадувачи во воздухот, на Меѓународен Славјански универзитет во Свети Николе, со менторство на проф. д-р Сашо Манасов. Ги реализирав следните две (2) практични истражувања:

a) **Биосензорско истражување (невропсихологија) со користење на биосензор за следење на очи и биосензор за анализа на изрази на лице.**

Во истражувањето користев анкетно прашање поставено на екрански стимул, при опсервација од 32 испитаници (студенти на Меѓународен Славјански универзитет).

По анализа на добиените биосензорски мерења, ги презентирам следните резултати:

На слика 1 е прикажана топлинска мапа (со грозд од фиксации – поединечни погледи), при опсервација на екрански стимул (“Сакам да постои ѕид помеѓу мојот личен и професионален живот“). Овој испитаник во целост не се согласува со поставеното прашање и **не сака да постои ѕид помеѓу неговиот личен и професионален живот**. Најголем дел од фиксациите на неговите очи и фокусираното внимание се насочени кон она што навистина тој го разми-слува (како размислува неговиот мозок без било каква форма на пристрасност и влијание.



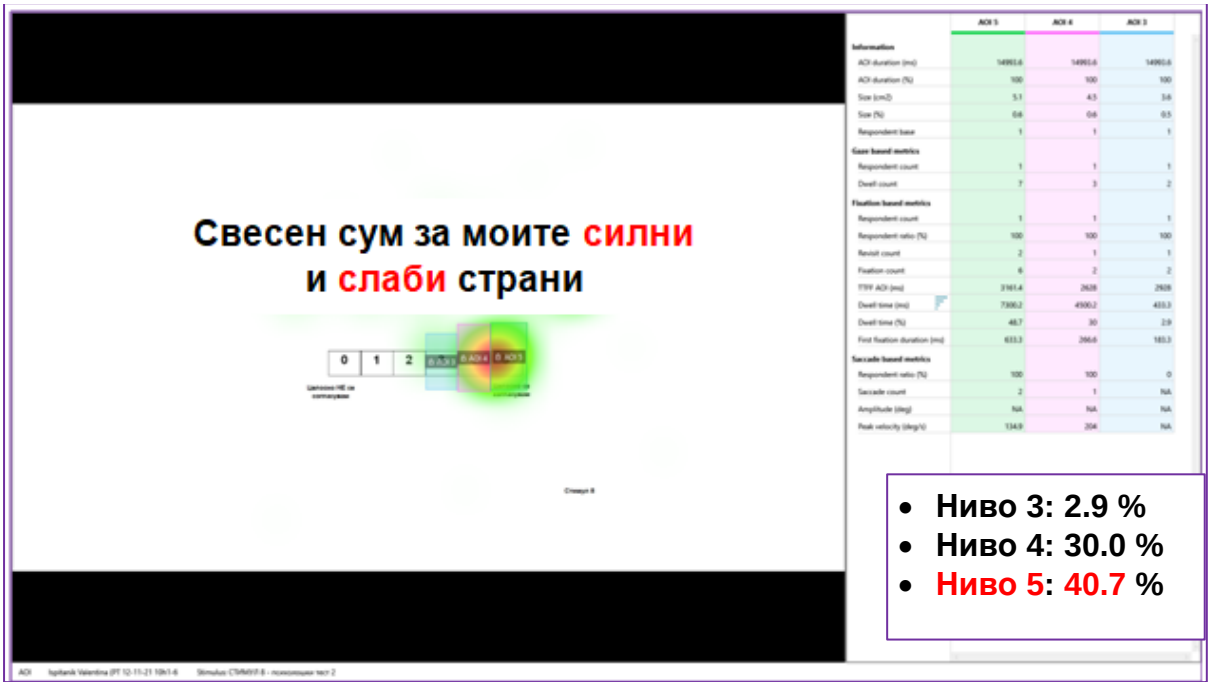
Слика 1. Топлинска мапа (со грозд фиксации) – поединечен испитаник

На слика 2 е прикажана топлинска мапа (со грозд од фиксации) на поединечен испитаник при опсервација на поставено прашање на екрански стимул. Овој испитаник во целост е свесен за своите силни и слаби страни, што го манифестира на прикажаната топлинска мапа. Неговото фокусирано внимание е поврзано со неговото размислување и неговото ниво на интерес.



Слика 2. Топлинска мапа (со грозд фиксации) – поединечен испитаник

На слика 3 е прикажана Област на интерес на истиот испитаник како и на слика 2. Со баферска анализа на три нивои (Ниво 3, 4 и 5) каде има најголемо фокусирано внимание, добиени се релевантни податоци (квалитативни и квантитативни) кои се прикажани во табела на слика 3.



Слика 3. Област на интерес – поединечен испитаник

Процентуалната покриеност покажува дека во огромен процент овој испитаник е свесен за своите силни и слаби страни:

- Ниво 3: **2.9 %.**

- Ниво 4: **30.0 %.**
- Ниво 5: **40.7 %**.

На слика 4 е прикажана топлинска мапа (со фокусирано внимание) добиена со биосензор за следење очи и емоционални реакции добиени со биосензорски систем за анализа на изрази на лице.

Добиени се следните визуелни резултати за фокусирано внимание, ниво на концентрација, и емоционални реакции на испитаник при негово следење на екрански стимул, поврзани со поставено прашање:

1. **Дилатација на зеница на лево око**. Во одредени временски интервали испитаникот покажал повисоко ниво на возбуда.
2. **Фреквенција на трепкање**. Испитаникот имал 4 трепкања за време на следење на екранскиот стимул, што покажува умерено ниво на концентрација. Едно трепкање (најдолго) е реализирано со затворање на двете зеници, додека другите три трепкања се многу кратки без да се затвори било која зеница.
3. **Дилатација на зеница на десно око**. Покажува слични карактеристики како и зеницата на левото око. При едно подолго трепкање, и двете зеници се затвориле.
4. **Емоција радост** (Joy). Покажува повисоко ниво во краток временски период (неутрална емоција – е во корелација со неутрална валентност), која се појавува во средина на следење на стимулот (кога неговиот поглед се фокусирал на ниво 5 – во целост може да се справи со тешкотии и предизвици на своето работно место).
5. **Емоција чувствителност** (Sensitivelity). Се појавува во краток временски интервал (неутрална емоција чувствителност) кога нивото на возбуда било на повисоко ниво (двете зеници се широко отворени).



Слика 4. Топлинска мапа добиена со биосензор за следење очи и емоционални реакции добиени со биосензорски систем за анализа на изрази на лице

6. **Емоција гнев** (Anger). Се појавува во краток временски интервал (повисоко ниво на гнев) кога двете зеници се затворени (ниско ниво на

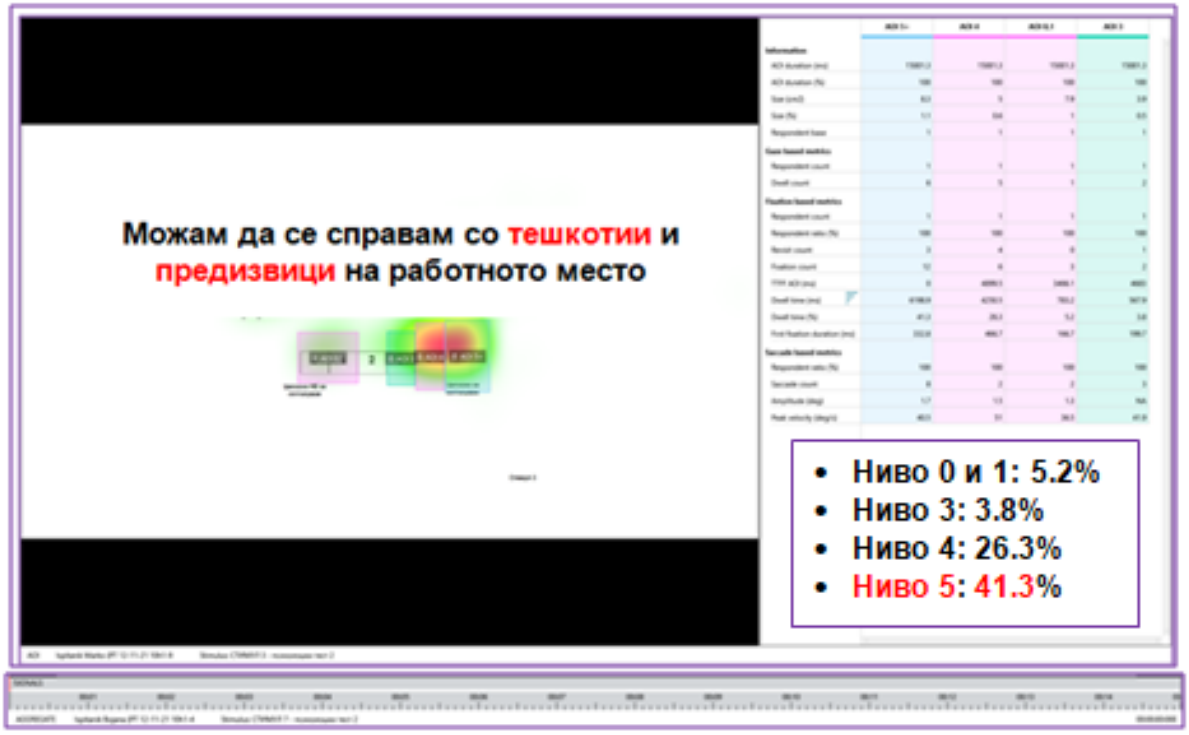
возбуда) поради трепкање кое трае подолго. Оваа емоција е негативна, што ја покажува и валентноста на емоции (приказ 10 на слика 4).

7. **Емоција конфузија** (Emotion Confusion). Оваа емоција има многу ниско ниво за цело време од следење на екранскиот стимул. Таа е неутрална или негативна – ова го покажува валентноста на емоциите.
8. Израз на лице – **насмевка** (Expresion Smile). Насмевка кај испитаникот се појавува во краток временски период кога испитаникот има високо ниво на возбуда (отворени зеници) во момент кога неговиот поглед бил фокусиран на ниво 5 од скалата поврзана со поставеното прашање (може да се справи со тешкотии и предизвици на своето работно место). Оваа насмевка има неутрална валентност (насмевка генерирана во отсуство на радост и гнев).
9. **Емоција тага** (Sadness). Оваа емоција се појавува кај испитаникот во подолг временски период од следење на екранскиот стимул (во средина на временскиот интервал), кога испитаникот својот поглед го насочил кон пониски нивои на скалата. Валентноста на оваа емоција е неутрална, но во еден временски интервал станува негативна.
10. **Валентност на емоции (**Valence**).** Во најголем дел од времето на следење на екранскиот стимул кај испитаникот преовладува неутрална валентност. Но во два кратки, одвоени временски интервали валентноста има високо негативно ниво. Ова е поврзано и е во корелација кога кај испитаникот има краткотраен излив на емоции гнев и тага.

На слика 5 е прикажана Област на интерес на испитаник од слика 4. Креирани се четири (4) бафер зони за да се добијат измерени податоци на повеќе карактеристични метрики значајни за анализа на однесувањето на испитаникот. Табеларниот приказ покажува каде најмногу испитаникот го фокусирал своето внимание (фокусираното внимание е пропорционално со нивото на интерес). Во конкретниот случај, најголем интерес на фокусирано внимание кај испитаникот е покажано за ново 5 (во потполно се согласувам дека: можам да се справам со тешкотии и предизвици на работното место) од **41.3 %.** Нешто помал интерес (26.3 %) има за ниво 4. Генерално, овој испитаник има знаење

(ментално и емоционално) дека може да се справи со тешкотии и предизвици на своето работно место.

- Бафер 1 – ниво 0 и ниво 1: **5.2 %**.
- Бафер 2 – ниво 3: **3.8 %.**
- Бафер 3 – ниво 4: **26.3 %.**
- Бафер 4 – ниво 5: **41.3 %.**



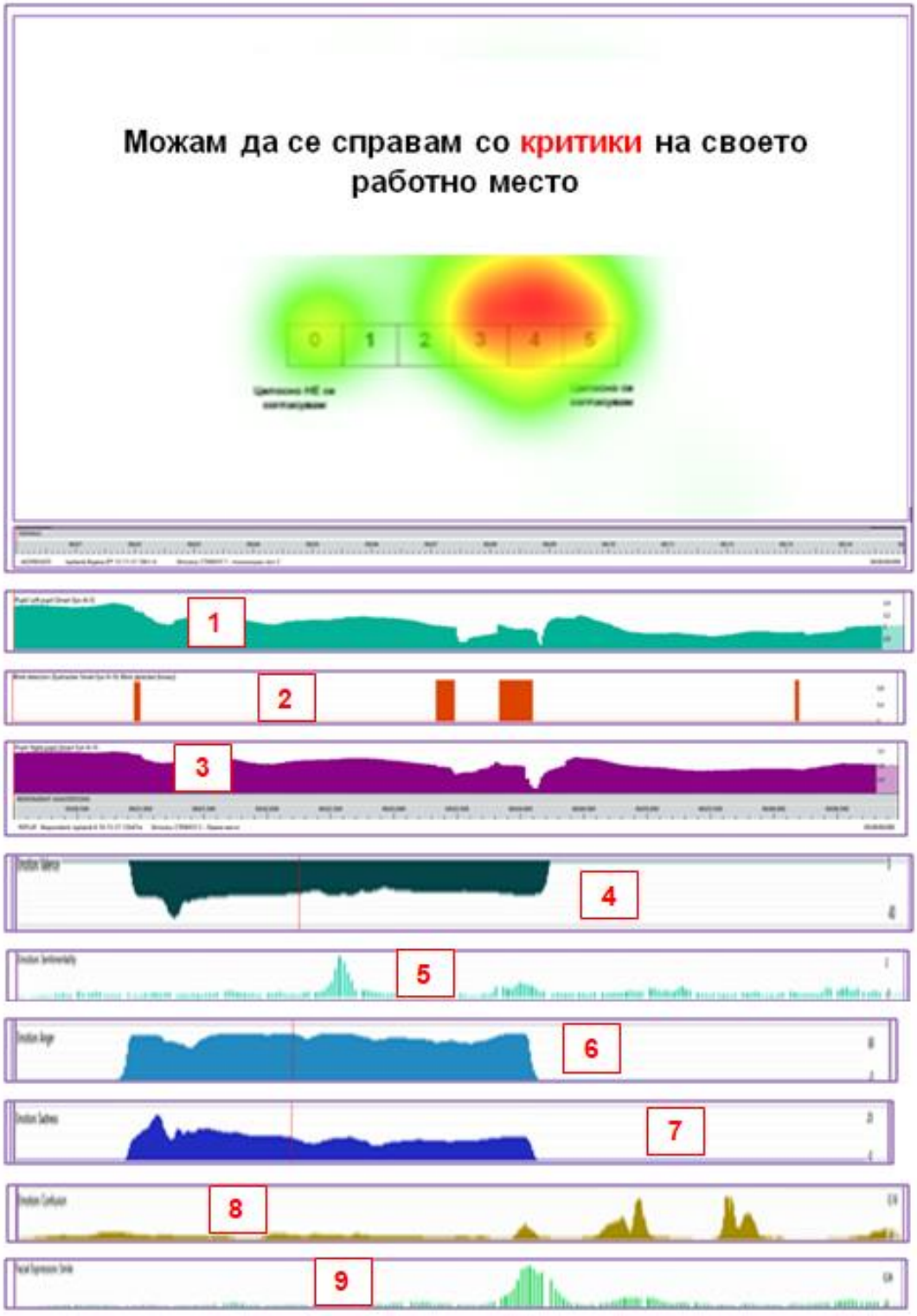
Слика 5. Област на интерес

На слика 6 е прикажана топлинска мапа (со фокусирано внимание) добиена со биосензор за следење очи и емоционални реакции добиени со биосензорски систем за анализа на изрази на лице.

Добиени се следните визуелни резултати за фокусирано внимание, ниво на концентрација, и емоционални реакции на испитаник при негово следење на екрански стимул, поврзани со поставено прашање:

1. **Дилатација на зеница на лево око**. Покажува повисоко ниво на возбуда на почетокот на следење на екранскиот стимул. Во вториот дел нивото на возбуда се намалува (го фокусира погледот на оној сегмент од одговорот кој е од негов интерес).

2. **Фреквенција на трепкање**. Испитаникот имал 4 трепкања за време на следење на екранскиот стимул (од кои две се со поголем период на траење), што покажува просечно ниво на концентрација.
3. **Дилатација на зеница на десно око**. Покажува слични карактеристики како и зеницата на левото око.
4. **Валентност на емоции (**Valence**).** Валентноста на изразените емоции е негативна (со висока интензивна вредност) во првата половина од времето на следење на екранскиот стимул. Во втората половина (и на самиот почеток) има нетрална валентност. Валентноста покажува (и е во корелација) какви се другите емоции (позитивни, негативни или неутрални) кои се појавиле за време на опсервација на стимулот.
5. **Емоција чувствителност** (Sensitivelity). Се појавува во краток временски интервал во првата половина од следење на екранскиот стимул и оваа емоција е негативна. Во останатиот временски период има ниско ниво на чувствителност која е негативна или неутрална. Валентноста на емоцијата чувствителност е поврзана со одредени сегменти од екранскиот стимул што ги гледа испитаникот.
6. **Емоција гнев** (Anger). Се манифестира во подолг временски период во првата половина од следење на екранскиот стимул. Ова е негативна емоција со високо ниво на негативна експресија. Во останатиот временски период на следење на стимулот, емоцијата гнев е неутрална. Оваа емоција е во корелација со она што испитаникот го гледа на екранот (стимул претставен преку текстуална порака). Со реконструкција на процесот на следење на екранскиот стимул (статичка анализа) може точно да се определи кога се јавува негативна емоција гнев кај испитаникот.
7. **Емоција тага** (Sadness). Оваа емоција се појавува кај испитаникот во исто време кога се појавува и емоцијата гнев (и негативна и неутрална манифестација), но со пониско ниво на интензитет.
8. **Емоција конфузија** (Emotion Confusion). Оваа емоција се манифестира со повисоко ниво во два кратки интервали во втората половина од следење на екранскиот стимул и има неутрална валентност (неутрална конфузијја). Во другиот период на опсервација е со ниско емоционално ниво (негативно и неутрално).

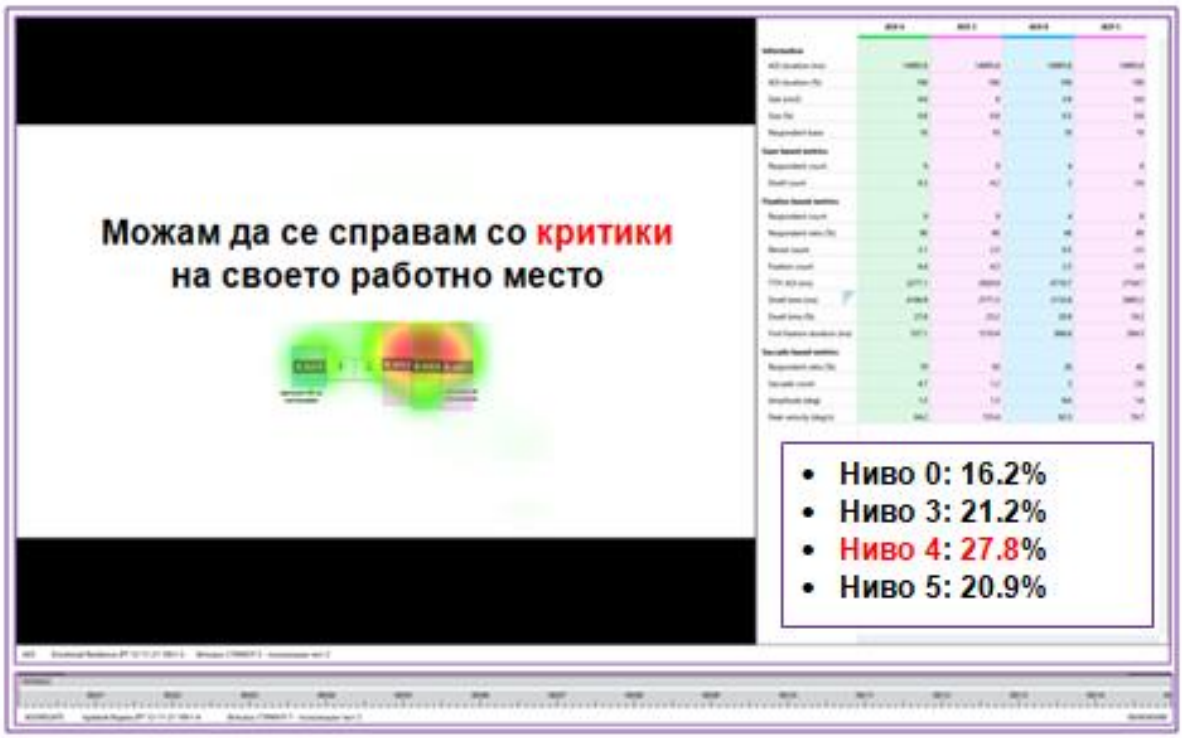


Слика 6. Топлинска мапа добиена со биосензор за следење очи и емоционални реакции добиени со биосензорски систем за анализа на изрази на лице

9. Израз на лице – **насмевка** (Expresion Smile). Насмевка (со повисоко ниво на изразување) кај испитаникот се појавува во краток временски интервал во средината на следење на екранскиот

стимул, во периодот на премин на валентноста од негативна во неутрална. Негативна (лажна) насмевка преминува во неутрална, и до крајот на следењето на екранскиот стимул ја задржува својата неутралност.

На слика 7 е прикажана Област на интерес на топлинска мапа (од слика 6) на поединечен испитаник. Креирани се четири (4) бафер зони за да се добијат измерени податоци на повеќе карактеристични метрики значајни за анализа на однесувањето на испитаникот. Табеларниот приказ покажува каде најмногу испитаникот го фокусирал своето внимание (фокусираното внимание е пропорционално со нивото на интерес). Се забележува дека овој испитаник најмногу се фокусирал (покажал интерес) за нивои 3, 4 и 5, што го покажува неговото однесување на поставениот исказ како стимул – тој е сигурен дека може да се справи со критики на своето работно место. Тоа исто така покажува високо ниво на **емоционална отпорност** (еластичност) – ниту една критика не може да го помести од неговиот колосек (има јасни цели и очекувања од неговото работно место).



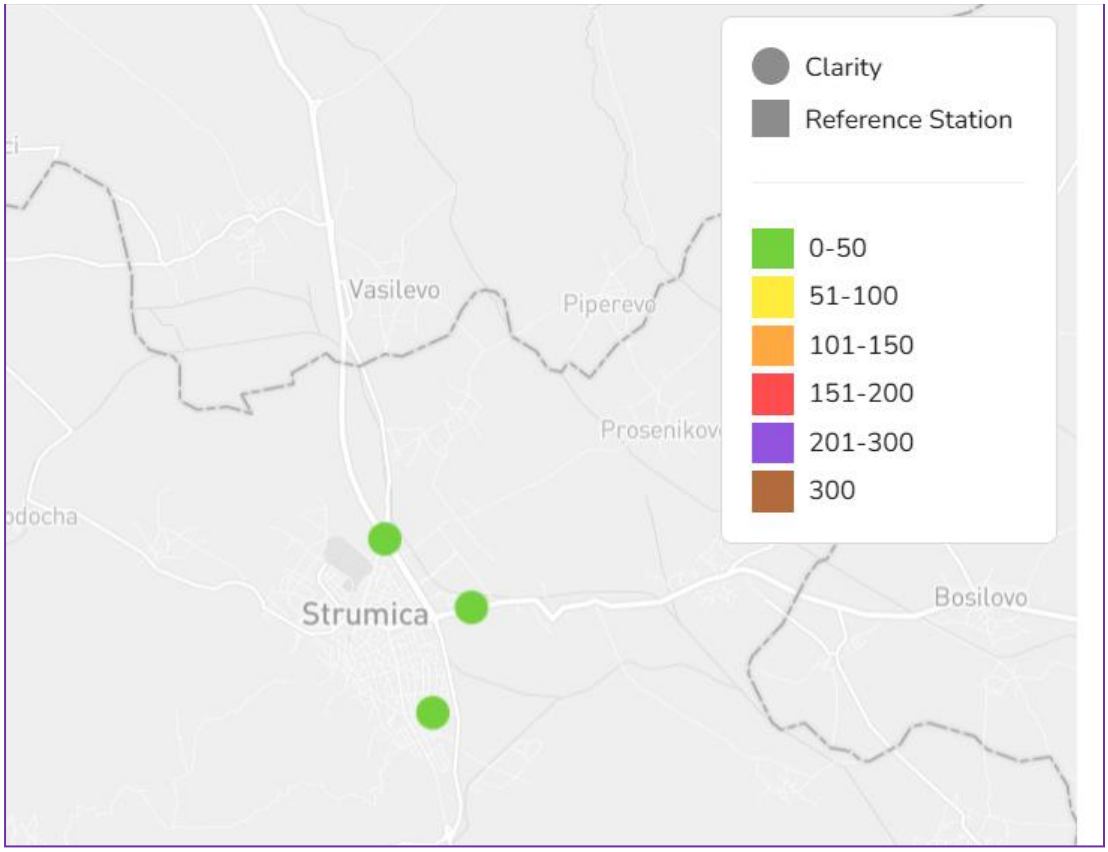
Слика 7. Област на интерес на поединечен испитаник

- Бафер 1 – ниво 0: **16.2 %**.

- Бафер 2 – ниво 3: **21.2 %.**
- Бафер 3 – ниво 4: **27.8 %.**
- Бафер 4 – ниво 5: **20.9 %.**

b) Мерење на концентрации на загаден воздух со споредување на резултати од три (3) мерни места во урбана средина.

Мерењата на параметри на загадувачи во воздухот (**PM2.5** честички) се реализирани на три (3) локации во градот Струмица, со користење на сен-зорски монитори кои се поставени на отворен простор на следните просторни локации (слика 1):



Слика 1. Локации каде се поставени сензорски монитори

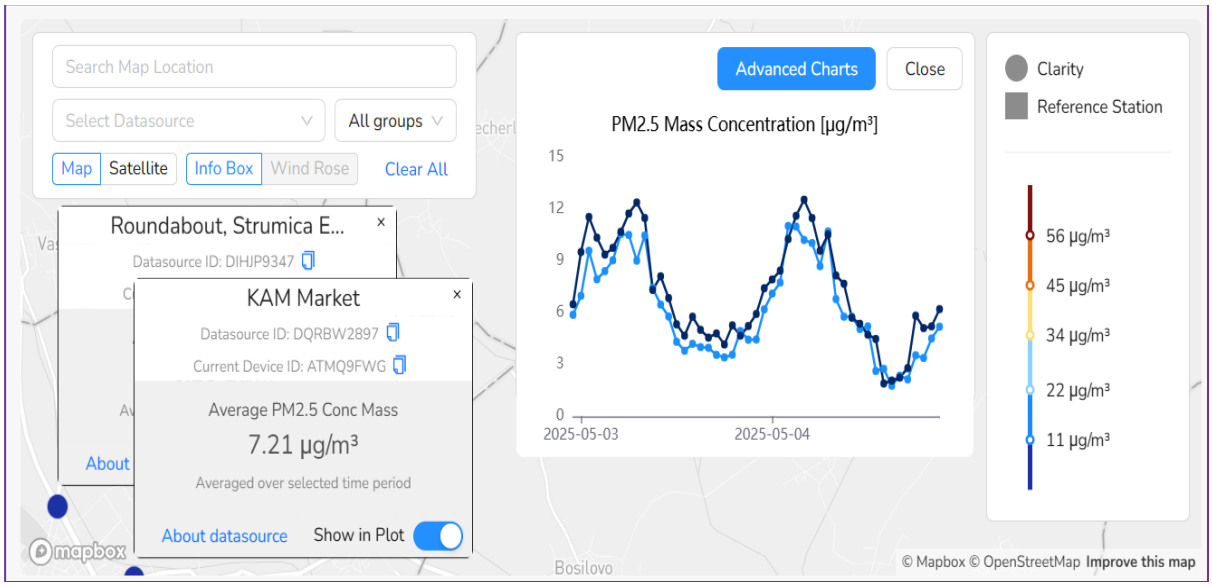
- **Локација 1**: Кружен тен, влез на Струмица, север.
- **Локација 2**: КАМ Маркет – излез Дабиље.
- **Локација 3**: Основно училиште Никола Вапцаров.

Мерењата со сензорски монитори се реализирани во период од 02.05.2025 год., до 05.05.2025 година

По добиените мерења ги реализирав следните споредбени анализи:

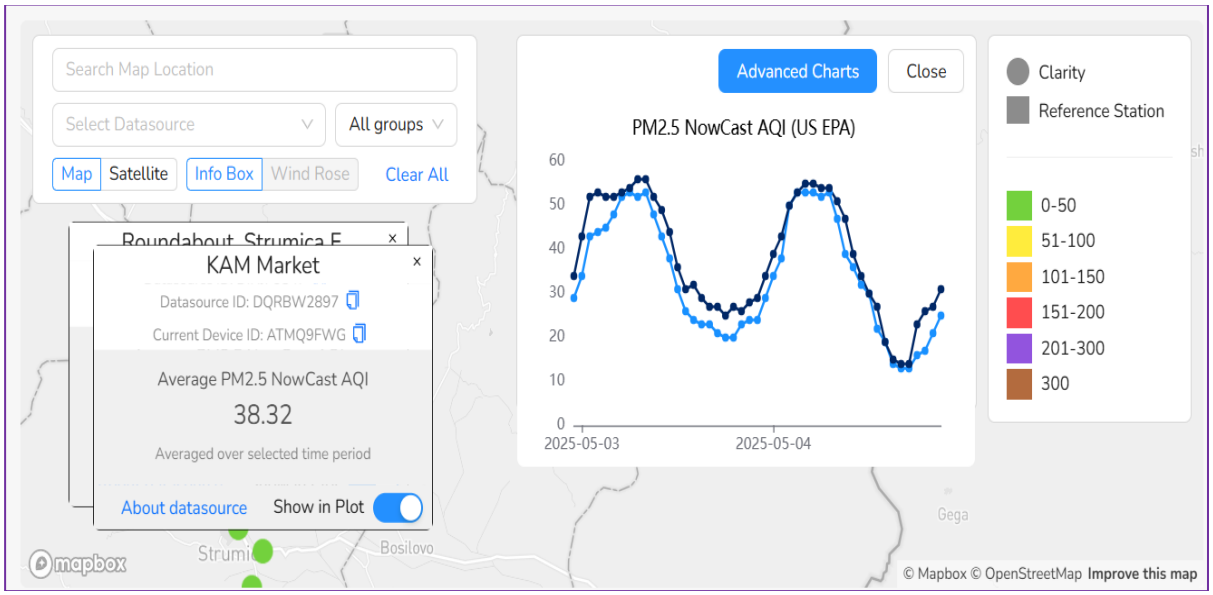
Кружен тек влез Струмица (север) (плаво) и КАМ Маркет – излез Дабиље (црн графикон)

На слика 2 е прикажана споредбена анализа на две (2) урбани локации во градот Струмица, каде се поставени сензорски монитори за мерење концентрации на PM2.5 честички на амбиентален воздух. Се забележува дека концентрациите на PM2.5 на локацијата КАМ Маркет се нешто повисоки од локацијата Кружен тек (на графиконот се прикажани резултати за просечни вредности на часовно ниво). Скоро сите вредности се во границите на дозволени референтни вредности (добар квалитет на воздухот). Прикажана е и средната вредност за целиот период на следење која изнесува **7.21 µg/m3** (за локација КАМ Маркет).



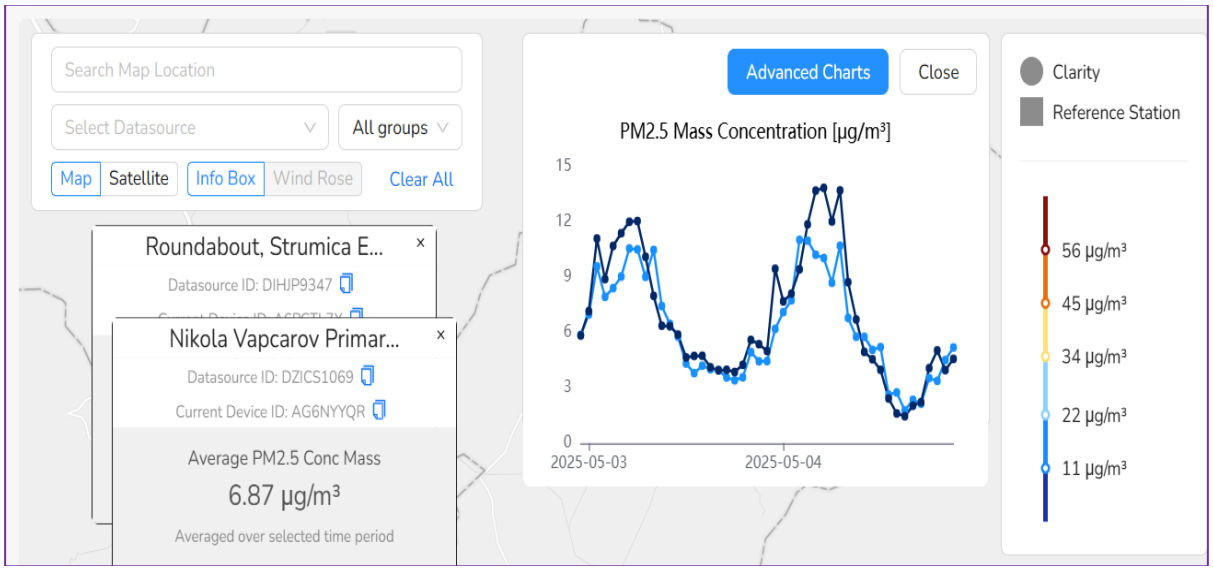
Слика 2. Споредбени анализи на две урбани локации (PM2.5 концентрации)

На слика 3 е прикажана споредбена анализа на овие две локации, од аспект на Индекс на квалитетот на воздухот (AQI – Air Quality Index). Се забележува дека најголем број од измерените вредности на двете локации се наоѓаат во ранг од 0 – 50 (добар квалитет на воздухот), а само одредени точки (ут-ински сообраќаен метеж од 8 до 10 часот) се наоѓаат во ниво (51 – 100) на просечен квалитет на воздухот. Просечната вредност на AQI за целиот период на опсервација (за локација КАМ МАркет) изнесува **38.32**.



Слика 3. Споредбени анализи на две урбани локации (AQI – Индекс на квалитетот на воздухот)

Кружен тек влез Струмица (север) (плаво) и Основно училиште Никола Вапцаров

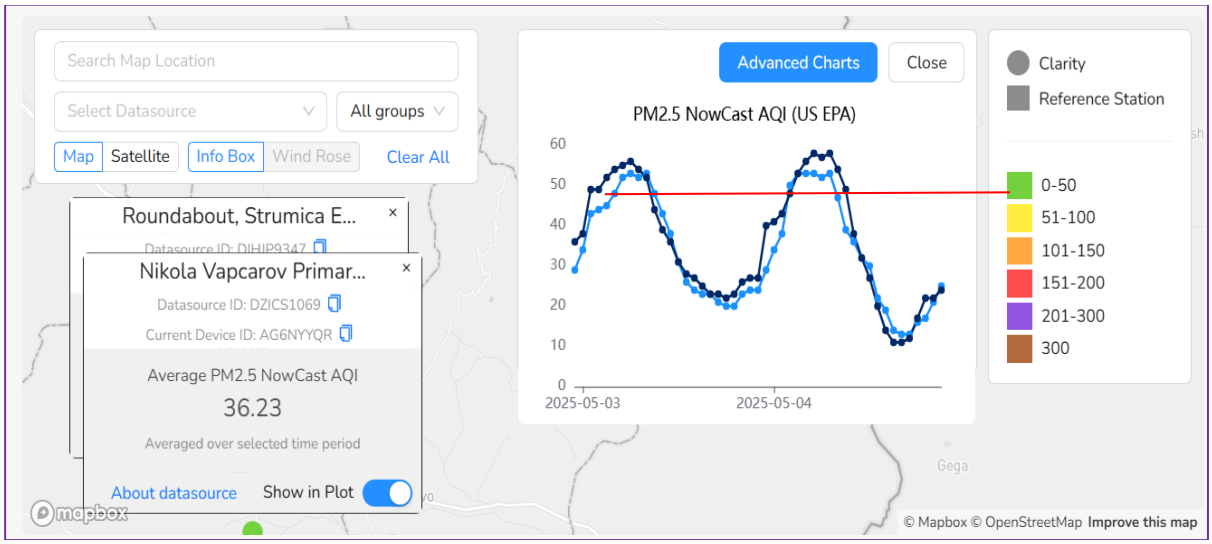


Слика 4. Споредбени анализи на две урбани локации (PM2.5 концентрации)

На слика 4 е прикажана споредбена анализа на други две локации од градот Струмица (Кружен тек и ОУ Никола Вапцаров). Анализата е направена од аспект на PM2.5 честички (PM2.5 Mass concentration) (многу опасни загадувачи во воздухот по здравјето на луѓето и здравјето на животната средина). Се забе-

лежува дека концентрациите во ОУ Никола Вапцаров се нешто повисоки (црн графикон) и во одреден временски период надминуваат **11 µg/m3**.

Просечната вредност на PM2.5 во целиот временски интервал изнесува **6.87 µg/m3,** што одговара на препораките на Светска Здравствена Организа-ција за дозволени просечни дневни концентрации од **15 µg/m3.**



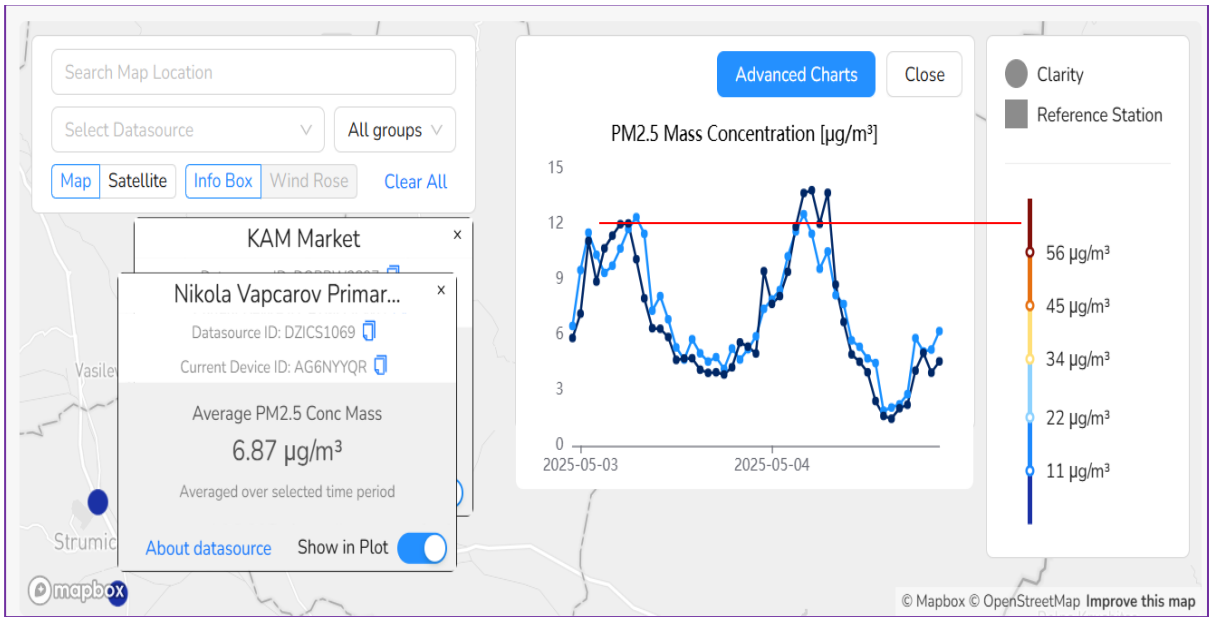
Слика 5. Споредбени анализи на две урбани локации (AQI – Индекс на квалитетот на воздухот)

На слика 5 е прикажана споредбена анализа на две локации, каде мерна величина (метрика) е земен Индексот за квалитет на воздухот (AQI). Се забе-лежува кои вредност ја надминуваат вредност **AQI = 50** (вредности над црве-ната хоризонтална линија (просечна загаденост на воздухот).

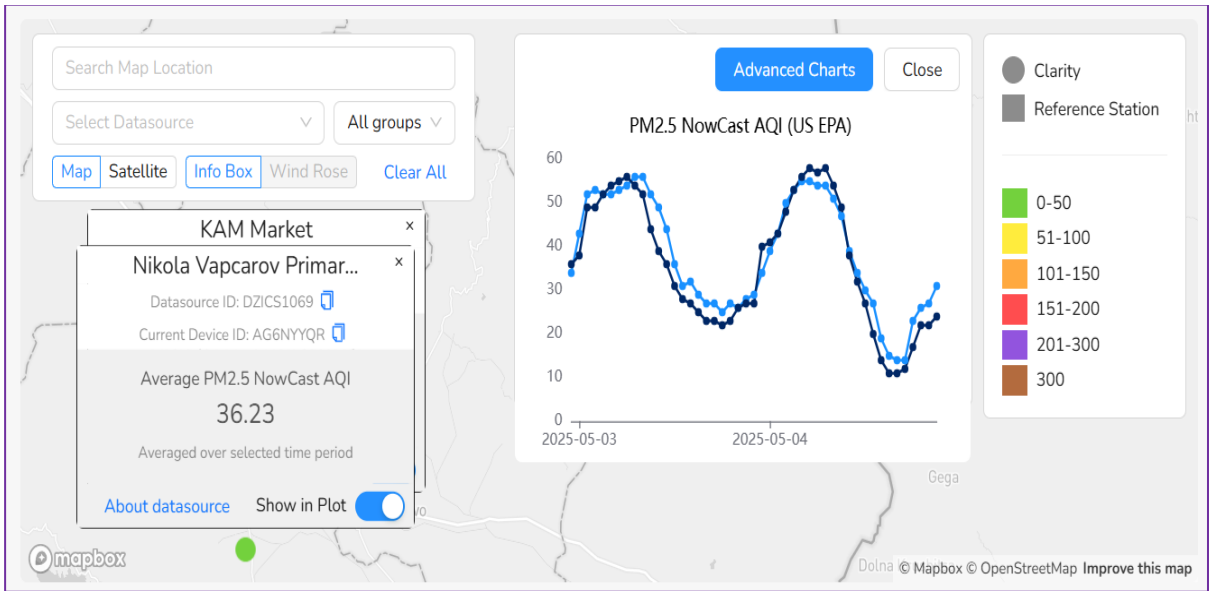
Прикажана е и просечна вредност на **AQI** за целиот врески интервал на мерење, која изнесува **36.23**.

КАМ Маркет – излез Дабиље (плаво) и Основно училиште Никола Вапцаров

На слика 6 и слика 7 се дадени споредбени анализи (од аспект на PM2.5 и AQI) на други две локација од урбаниот дел на Струмица, добиени од мерења од сензорски монитори во определен временски период. Се забележува дека концентрациите во ОУ Никола Вапцаров се повисоки од оние измерени во бли-зина на КАМ Маркет (но не ги надминуваат просечните дневни концентрации на загадувачи во воздухот, за добар квалитет на воздухот што го дишат гра-ѓаните на Струмица.



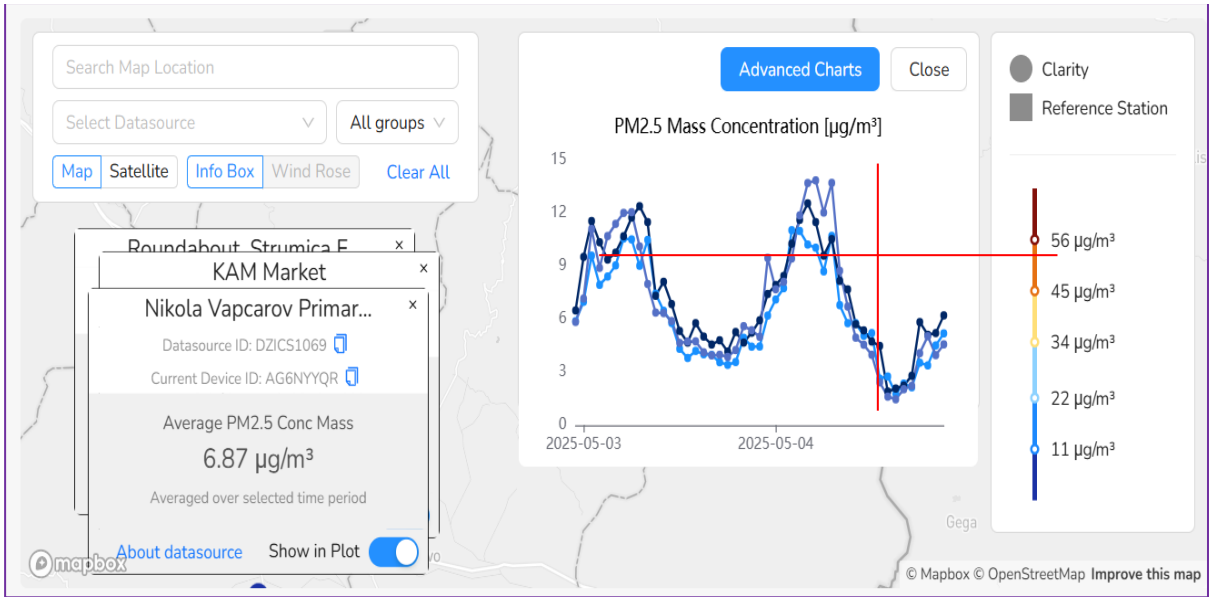
Слика 6. Споредбени анализи на две урбани локации (PM2.5 концентрации)



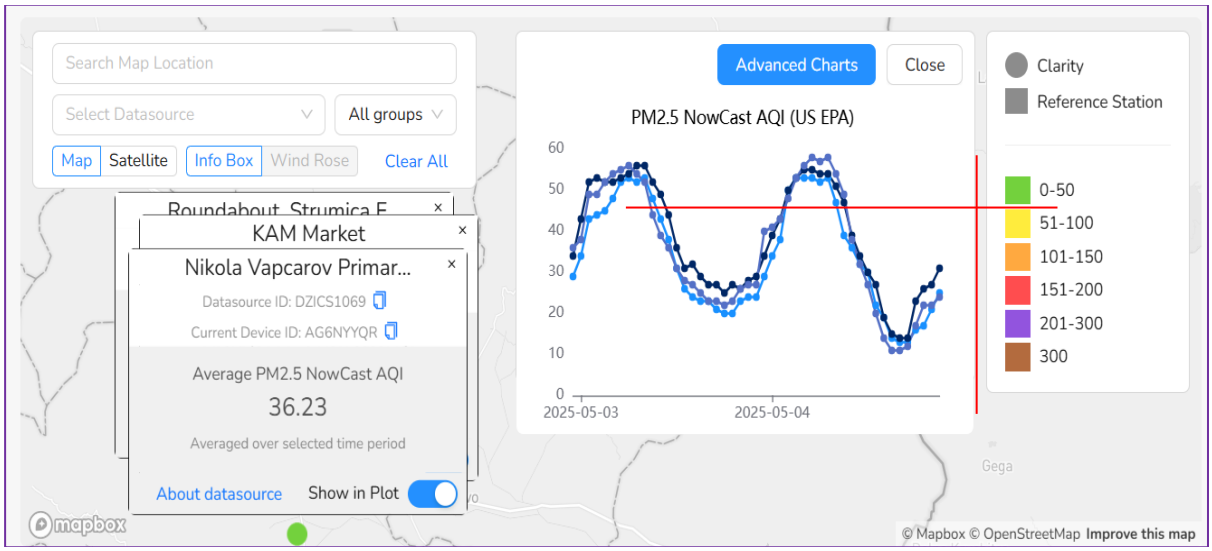
Слика 7. Споредбени анализи на две урбани локации (AQI – Индекс на квалитетот на воздухот)

Споредување на PM2.5 концентрации на три локации: Кружен тек, влез на Струмица – север (плаво), КАМ Маркет-излез Дабиље (црна) и ОУ Никола Вапцаров (темно плаво)

На слика 8 и слика 9 се прикажани концентрации на загадувачи во воз-духот и квалитет на воздухот (со анализа на метрики PM2.5 и AQI), за три (3) урбани локации во градот Струмица.



Слика 8. Споредбени анализи на три урбани локации (PM2.5 концентрации)



Слика 9. Споредбени анализи на три урбани локации (AQI – Индекс на квалитетот на воздухот)

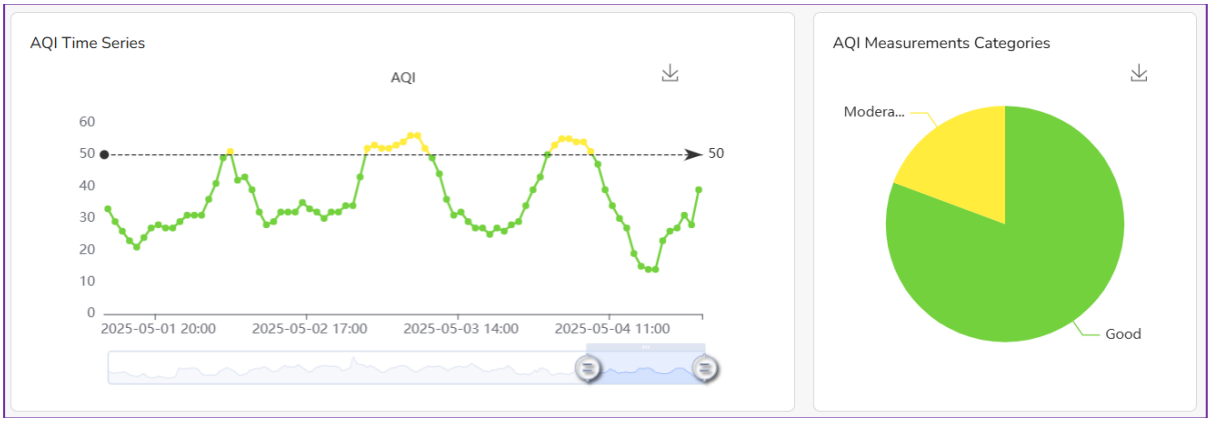
Ова е одличен начин да се споредуваат концентрации на загадувачи во воздухот во било кој временски интервал и реален временски моментум (црве-на вертикална линија – точно време во денот). Исто така да се одреди во кој временски период, измерените вредности се над **11 µg/m3** (граница за добар квалитет на воздухот) (хоризонтална црвена линија).

Слична анализа е прикажана на слика 9 од аспект на метрика AQI.

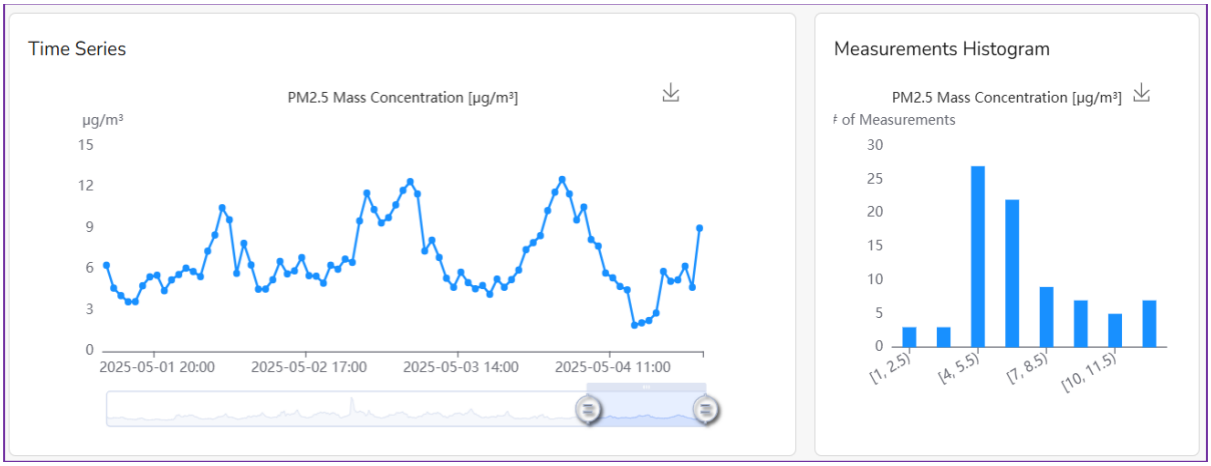
На слика 10 се дадени AQI временски низи за вредности кои се наоѓаат над и под вредноста AQI = 50. Вредностите **AQI < 50** покажуваат дека се рабо-ти за

ДОБАР квалитет на воздухот. Вредностите **AQI > 50** покажуваат дека се работи за **ПРОСЕЧЕН (Moderate)** квалитет на воздухот.

Исто така прикажан е пита графикон која визуелно (измерени категории на AQI – AQI Measurements Categories), мошне добро покажува каков воздух дишеле граѓаните во период од 01.05.2025 до 04.05.2025 година.



Слика 10. AQI временски серии на квалитет на воздух



Слика 11. Хистограм на измерени вредности

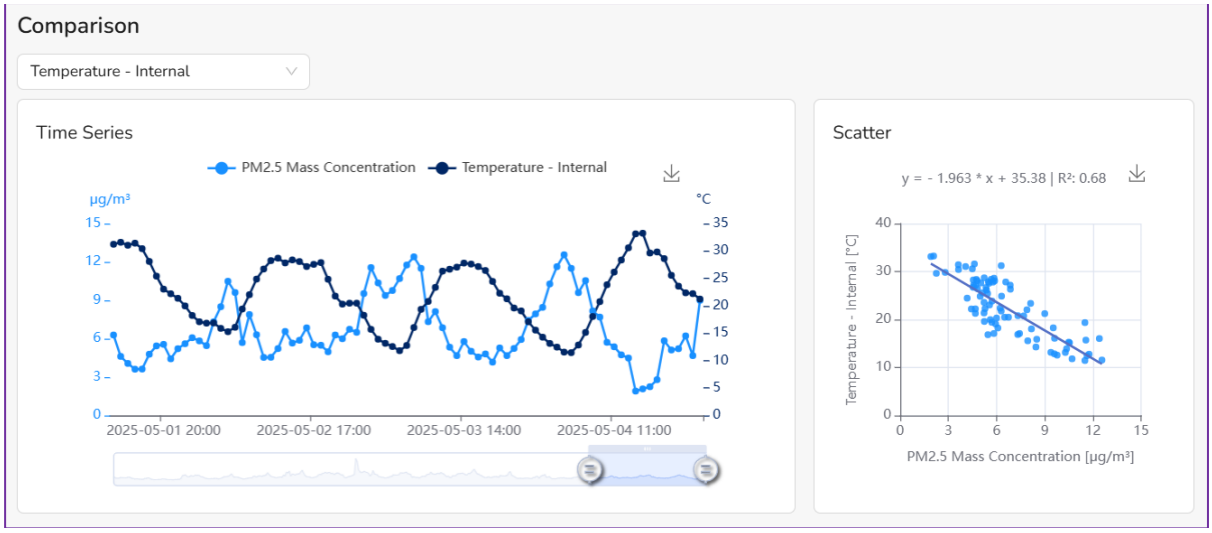
На слика 11 е прикажан хистограм на мерења (реализирани од сензорски монитор на одредена локација во Струмица – од три постојни). Може да се забележи дека најмногу измерени вредности (од сите постојни) се наоѓаат во интервалот од **4 µg/m3** до **8.5 µg/m3**.

На слика 12 е дадена споредбена анализа на: концентрации на PM2.5 и температура на воздухот (во период од 01.05.2025 до 04.05.2025 година). Ова е одлична анализа која покажува дека температурата на амбиенталниот воздух и концентрацијата на PM2.5 се наоѓаат во обратнопропорционална корелација: при повисока температура концентрациите на **PM2.5** се помали.

Што се случува?

Познато е дека PM2.5 честички се создаваат од издувни гасови на возила, т.е од азотни оксиди (NOx). При повисока температура и при сончева светлина, азотните оксиди создаваат приземен озон (со тоа концентрацијата на азотни оксиди опаѓа, а исто опаѓа и нивото на PM2.5).

Концентрации на приземен озон (O3) се највисоки на пладне и попладне, поради резултат на хемиска реакција од високи концентрации на азотни оксиди под дејство на сончева светлина.

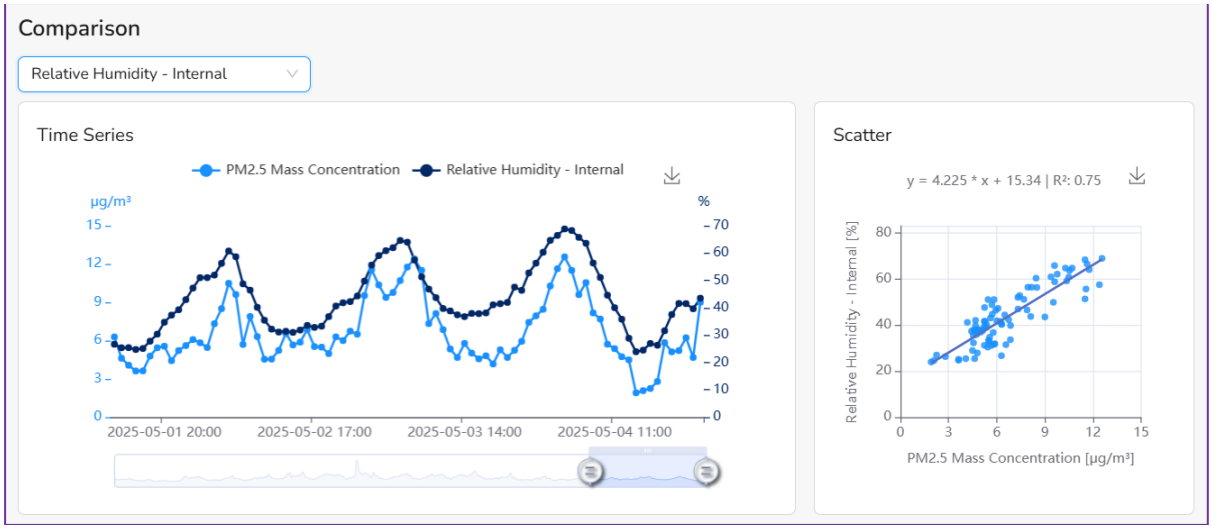


Слика 12. Временски низи на концентрации на PM2.5 и температура на воздухот и карактеристикии на перформансите на сензорите

На слика 13 е дадена споредбена анализа на корелација помеѓу ниво на концентрации на PM2.5 и релативната влажност на воздухот. Се забележува дека постои правопропорционален однос: повисоко концентрации на PM2.5 е пропратено со повисока влажност на воздухот (и обратно).

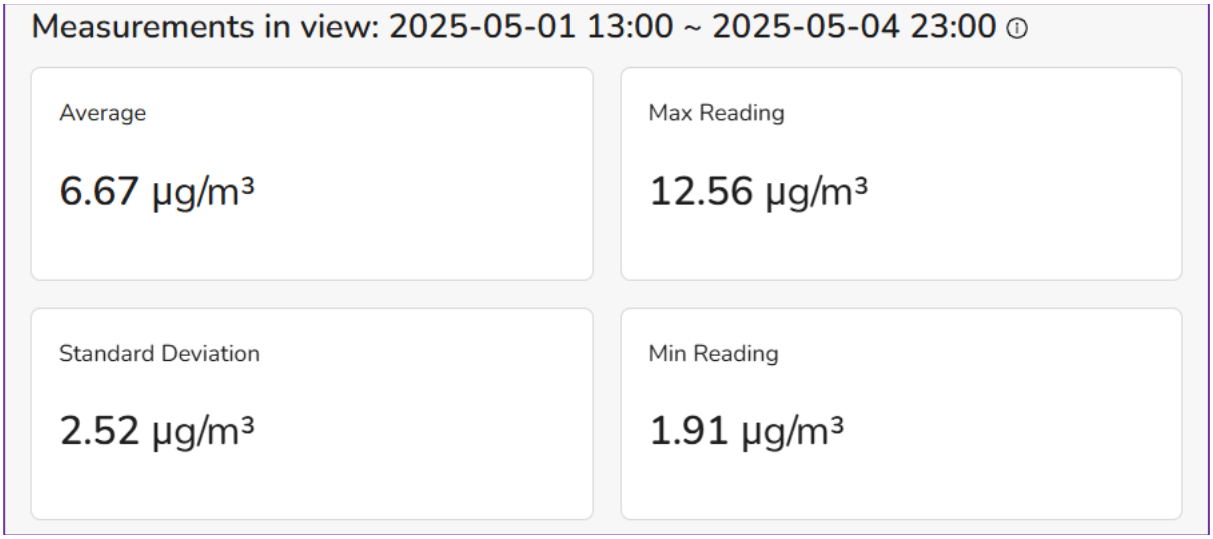
Ова се должи на следниот заклучок:

- Временски услови со ниска влажност на воздухот креираат висока концентрација на приземен озон. Тоа значи повеќе NOx гасови (под дејство на сончева светлина) одат во формирање на приземен озон (O3), а тоа значи пониско ниво на PM2.5 во воздухот.



Слика 13. Споредбена анализа на ниво на PM2.5 концентрација и релативна влажност на воздухот

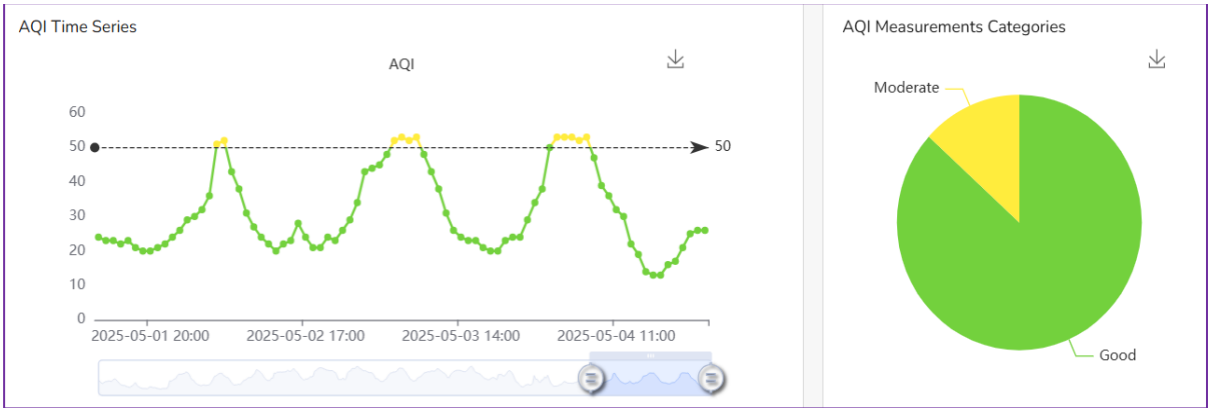
На слика 14 се прикажани метрики кои карактеризираат квалитет на воздухот во одредено подрачје. Прикажани се следните анализирани мерења:



Слика 14. Метрики на карактеристични вредности на PM2.5 на локација Кружен тек – влез на Струмица (север)

- **Average**: **6.67 µg/m³**. Средна просечна вредност на концентрации на PM2.5 во временски период од 01.05.2025 (13.00 часот) до 04.05.2025 (23.00).
- **Max Reading**: **12.56 µg/m3.** Највисока измерена вредност на PM2.5 во целиот временски период.
- **Min Reading**: **1.91 µg/m3.** Најниска измерена вредност на PM2.5 во целиот времески период.

- **Standard Deviation**: **2.52 µg/m3.** Стандардна девијација.

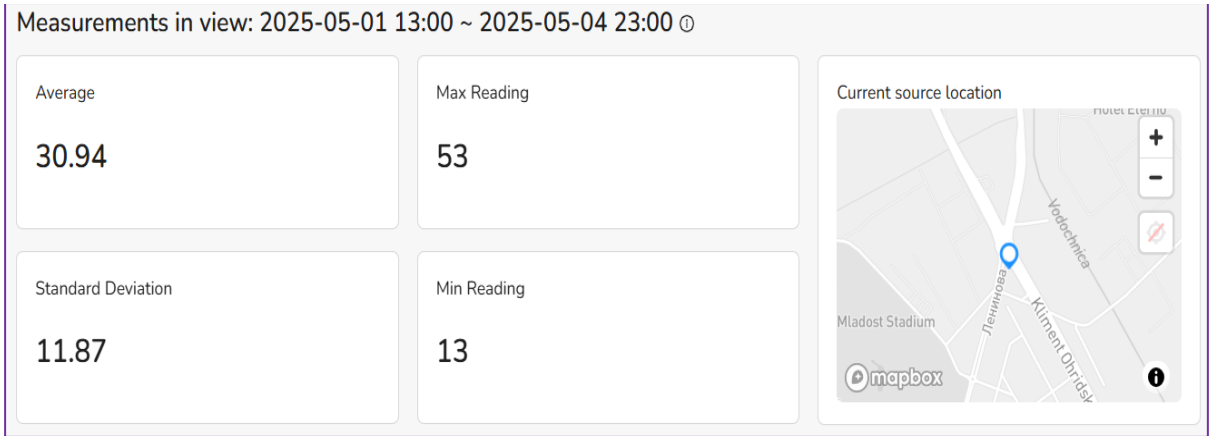


Слика 15. AQI временски низи (квалитет на воздух) локација Кружен тек

На слика 15 се дадени AQI временски низи за вредности кои се наоѓаат над и под вредноста AQI = 50. Вредностите **AQI < 50** покажуваат дека се рабо-ти за **ДОБАР** квалитет на воздухот. Вредностите **AQI > 50** покажуваат дека се работи за **ПРОСЕЧЕН (Moderate)** квалитет на воздухот. Ова се аналитички вредности добиени од сензорскиот монитор поставен на локација "**Кружен тек на влез во Струмица – север**". Прикажан е и графикон (пита) на сооднос на две нивои на квалитет на воздух (добар – просечен), за период од први до че-тврти Мај 2025 година.

На слика 16 се прикани карактеристични вредности (од аспект на AQI):

- **Average**: **30.94**. Средна просечна вредност на **AQI** за временски период од 01.05.2025 (13.00 часот) до 04.05.2025 (23.00).
- **Max Reading**: **53.** Највисока измерена вредност на **AQI** во целиот временски период.
- **Min Reading**: **13.** Најниска измерена вредност на **AQI** во целиот времески период.
- **Standard Deviation**: **11.87.** Стандардна девијација.

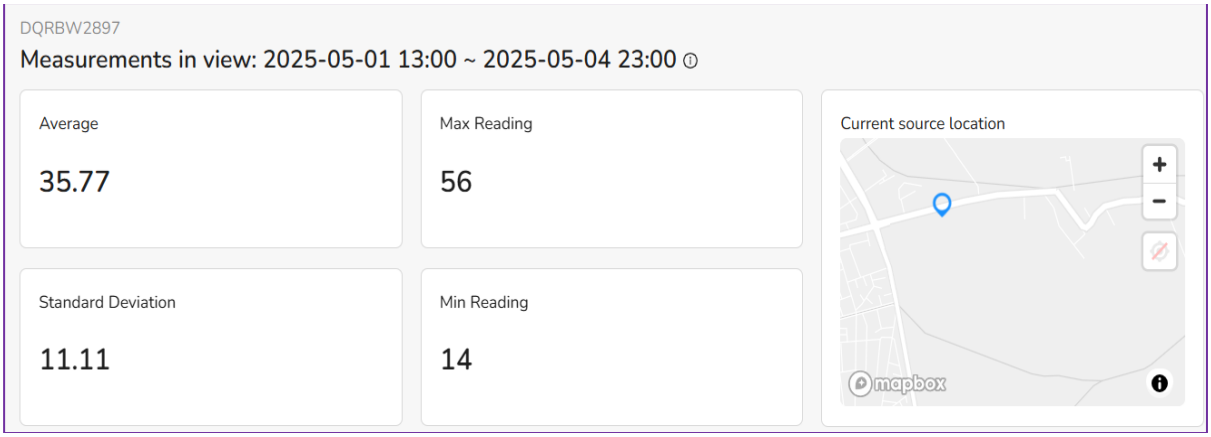


Слика 16. Метрики на карактеристични вредности на AQI на локација Кружен тек – влез на Струмица (север)

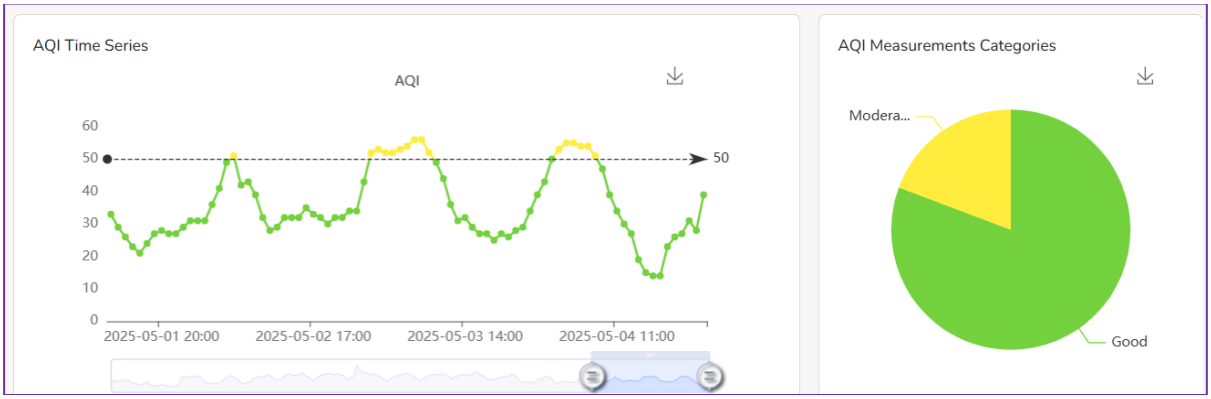
Слика 17 прикажува карактеристични анализирани резултати од аспект на AQI “ на локација**КАМ Маркет – излез кон Дабиље**“. Добиени се следните вредни согледувања:

- **Average**: **35.77**. Средна просечна вредност на **AQI** за временски период од 01.05.2025 (13.00 часот) до 04.05.2025 (23.00).
- **Max Reading**: **56.** Највисока измерена вредност на **AQI** во целиот временски период.
- **Min Reading**: **14.** Најниска измерена вредност на **AQI** во целиот времески период.
- **Standard Deviation**: **11.11.** Стандардна девијација.

На слика 18 се дадени AQI временски низи за вредности кои се наоѓаат над и под вредноста AQI = 50. Ова се аналитички вредности добиени од сен-зорскиот монитор поставен на локација “**КАМ Маркет – излез кон Дабиље**“. Прикажан е и графикон (пита) на сооднос на две нивои на квалитет на воздух (добар – просечен), за период од први до четврти Мај 2025 година.



Слика 17. Метрики на карактеристични вредности на AQI на локација КАМ Маркет



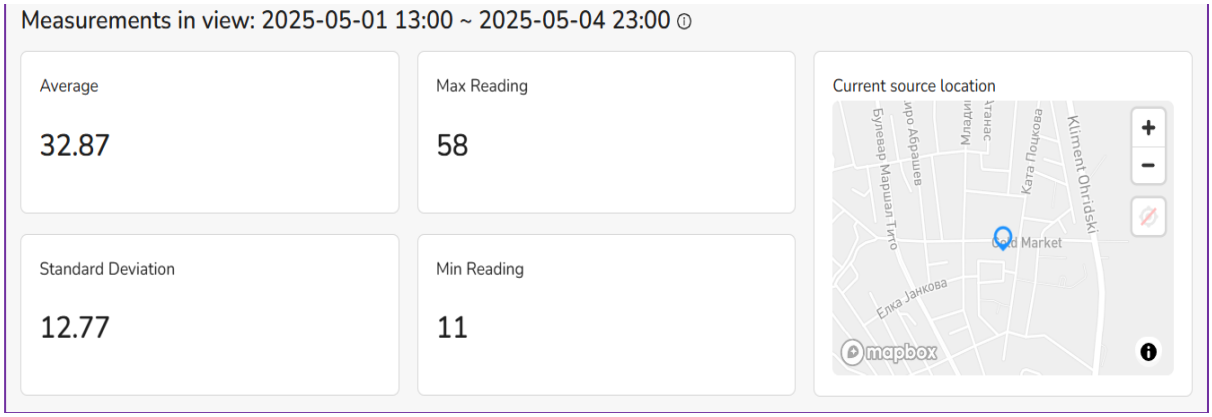
Слика 18. AQI временски низи (квалитет на воздух) локација КАМ Маркет

Слика 19 прикажува карактеристични анализирани резултати од аспект на AQI “ на локација**ОУ Никола Вапцаров**“. Добиени се следните вредни согледувања:

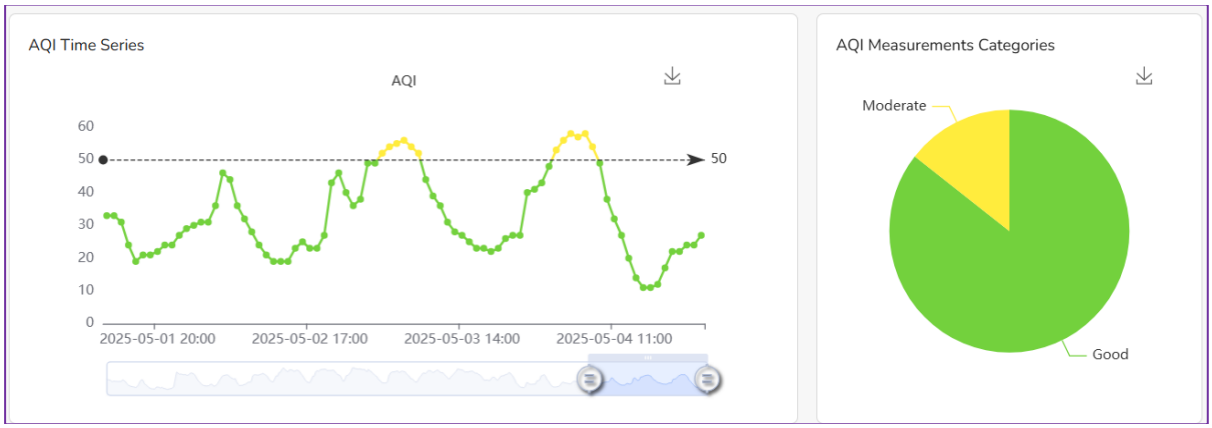
- **Average**: **32.87**. Средна просечна вредност на **AQI** за временски период од 01.05.2025 (13.00 часот) до 04.05.2025 (23.00).
- **Max Reading**: **58.** Највисока измерена вредност на **AQI** во целиот временски период.
- **Min Reading**: **11.** Најниска измерена вредност на **AQI** во целиот времески период.
- **Standard Deviation**: **12.77.** Стандардна девијација.

На слика 20 се дадени AQI временски низи за вредности кои се наоѓаат над и под вредноста AQI = 50. Ова се аналитички вредности добиени од сен-зорскиот монитор поставен на локација “**ОУ Никола Вапцаров**“. Прикажан е и графикон

(пита) на сооднос на две нивои на квалитет на воздух (добар – про-сечен), за период од први до четврти Мај 2025 година



Слика 19. Метрики на карактеристични вредности на AQI на локација ОУ Никола Вапцаров



Слика 20. AQI временски низи (квалитет на воздух) локација ОУ Никола Вапцаров

8. Заклучни согледувања

Јаглерод моноксид (CO) е гас без мирис, безбоен и токсичен. Ефектите од изложеноста на CO може многу да варираат од личност до личност во зависност од возраста, целокупното здравје, должината на изложеност и концентрацијата на CO на која е изложено лицето.

Симптомите на јаглерод моноксид може да бидат слични на грип (обично без треска) или може да изгледаат како други здравствени проблеми. Изложеност на јаглерод моноксид може да предизвика: Главоболки, Вртоглавица, Слабост, Гадење, Скратен здив, Конфузија или несвестица.

На високи нивои, јаглерод моноксидот може да биде смртоносен.

Извори на јаглерод моноксид во домот

Сите уреди на гориво кои не се правилно инсталирани, одржувани или не работат правилно, вклучително и без соодветна вентилација, може да бидат извор на јаглерод моноксид. Некои вообичаени извори во затворен простор вклучуваат:

- ✓ Апарати за греење и готвење на гориво, како греалки со керозин без вентилација, **грејачи на гас**, **шпорети на гас**, **скари на гас** или јаглен.
- ✓ Грејачи на вода на гас.
- ✓ Печки на дрва.
- ✓ Неправилно проветрени камини.
- ✓ Оџаци и печки кои протекуваат.

При избор на уред за горење дрва, да се земе во предвид ефикасноста, емисиите и големината на просторот што ќе се загрева. Најчистите апарати за горење дрва се означени со етикети сертифицирани од EPA (Environment protected agency) и квалификувани за EPA.

Ако одлучиме да го загреееме домот со дрва, треба да користиме најчист можен апарат за горење дрва. Луѓето ги загреваат своите домови со различни уреди - или како примарен извор на топлина, како дополнителна топлина или за амбиент.

Модерната печка на дрва се појави во раните 1990-ти, откако EPA бараше скоро сите нови печки да ги исполнуваат минималните барања за емисија. Овие нови печки можат да користат до 30 до 40% помалку дрво од постарите модели, со што на сопствениците на куќи им заштедуваат многу работа и пари, а можат да испуштаат многу помалку чад кога се користат правилно. Еден од клучните начини да се идентификува помодерен, EPA сертифициран шпорет е дали има стакло за гледање на огнот. Каленото стакло стана популарно во пе-чките веднаш кога тие првпат беа сертифицирани.

Најновиот тип на шпорет на пазарот е автоматизирана или “**паметна**“ печка која користи сензори и компјутерски чипови за прилагодување на протокот на воздух. Автоматските печки му овозможуваат на потрошувачот “да се вчита и да си замине“ ("load and leave"), дозволувајќи му на шпоретот самостојно да ја

максимизира ефикасноста и намалувањето на емисиите. Автоматските печки се нова класа која е попозната во Европа.

Со реализирани две практични истражувања (со користење биосензорски системи за следење и распакување на човековото однесување и со сензорски монитори за мерење концентрации на загадувачи на воздухот) во современи лаборатории на МСУ, ја покажав практичната примена на современи сензорски технологии и нивната применливост во повеќе сфери на човековото живеење.

9. Користена литература

1. Science daily, “Infant Inhalation of Ultrafine Air Pollution Linked to Adult Lung Disease”, 2010.
2. American Heart Association, “Evidence growing of air pollution’s link to heart disease”, 2010.
3. EPA, “Air Pollutants”, 2006.
4. Европска агенција за животна средина, “Предвреме починати луѓе во Европа како последица на долгорочно загадување на воздухот”, 2013
5. World Health Organization, “Exposure from Air Pollution in Cities”, 2013.
6. Jesse D Berman, Jesse Burkhardt, “Acute Air Pollution Exposure and the Risk of Violent Behavior in the United States”, 2019.
7. Colorado state university, “Exposure to Air Pollution increases violent crime rates”, 2019.
8. Pei-Fen Kuo, “Analyzing the relationship between air pollution and various types of crime”, 2021.
9. WHO, “Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease”, 2016.
10. Kampa M, Castanas E. “Human health effects of air pollution”, 2008.
11. Shin J, Park JY, Choi J. “Long-term exposure to ambient air pollutants and mental health status”, 2018.
12. 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.
13. C40 Cities, “How to make public transport an attractive option in your cits”, 2021.

14. Kouchaki M, Desai SD. “Anxious, threatened, and also unethical: How anxiety makes individuals feel threatened and commit unethical acts”, 2015.
15. Malvina Bondy, Sefi Roth, “Crime is in the Air: The Contemporaneous Relationship between Air Pollution and Crime”, 2019.
16. The World Health Organization (WHO), “Air Quality: Health Impacts of Air Pollution”, 2022.
17. C40 Cities, “How to achieve a walking and cycling transformation in your city”, 2021.
18. The World Health Organization (WHO), “BreatheLife2030”, 2022
19. The World Health Organization (WHO), “Six impactful actions cities can take to improve their air quality”, 2022.
20. C40 Cities, “How to drive a modal shift from private vehicles to public transport, walking and cycling”, 2021.
21. C40 Cities, “Why every city needs universal waste collection and safe disposal as the foundation for sustainable waste management”, 2019.
22. ITDP, “Leapfrogging Past the toxic Urban Highway”, 2021
23. C40 Knowledge Hub, “How to set standards and monitor outdoor air quality”, 2022.
24. World Health Organization, “Ambient air pollution”, 2022.
25. Puthumana JS, Ngaage LM, “Risk factors for cooking-related burn injuries in children”, WHO Global Burn Registry, 2022.
26. OECD, “INDOOR AIR POLLUTION”, 2003.
27. American Chemical Society, “Romantic, Candle-lit Dinners: An Unrecognized Source of Indoor Air Pollution”, 2009.
28. University of California - Berkeley, “Many Cleaners, Air Fresheners May Pose Health Risks When Used Indoors”, 2006.
29. University of Washington, “Scented laundry products emit hazardous chemicals through dryer vents”, 2011.
30. Asthma+Lung UKK, “Air pollution”, 2020.
31. C40 Cities, “How to implement transit-oriented development”, 2021
32. Eating and Health, “Fixing Stove Hoods To Keep Pollution Out of the Kitchen”, 2013

33. C40 Cities, “How to shift your bus fleet to zero emission by procuring only electric buses”, 2021..
34. National Institute of Environmental Health Sciences, “Flame Retardants”, 2016
35. C40 Cities, “How to build an electric vehicle city: deploying charging infrastructure”, 2021.
36. EWG research, “Test Find Toxic Fire Retardants in Mothers – and even more in Toddlers”, 2014.
37. Environment GO, “Seven Effects of Indoor Air Pollution”, 2022
38. C40 Cities, “How to drive electric vehicle uptake in your city”, 2021.
39. World Health Organization, “Household air pollution”, 2022.
40. C40 Cities, “Why your city should aim for 100% clean energy by 2050”, 2021.
41. Environment GO, “Effects of Fracking on Health and the Environment”, 2022.
42. World Health Organization, “Household air pollution”, 2022.
43. C40 Cities, “How to encourage residents and businesses to install building-scale clean energy”, 2021.
44. C40 Cities, “How to install solar panels on city-owned property and lead by example”, 2021.
45. Daikin, “Вентилација”, https://www.daikin.mk/mk_mk/area-of-expertise/ventilation.html, 2022
46. Creative commons, “Јаглеводород”, 2022.
47. Gavin Schmidt, “Methane: A Scientific Journey from Obscurity to Climate Super-Stardom”, NASA, 2004.