СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА

Уебинар за МСП и публичния сектор

27 май 2026 г. | 11:00 – 12:30 ч.

ВИДИМОСТ в реално време

ДАННИ и разбиране

АНАЛИЗ и AI

РАННО ОТКРИВАНЕ

ИНФОРМИРАНИ РЕШЕНИЯ

ПО-ЕФЕКТИВНО УПРАВЛЕНИЕ

ДАННИТЕ ДАВАТ ЯСНОТА. АНАЛИЗЪТ ПОДПОМАГА ДЕЙСТВИЕТО.

RCDSI NCIZ

https://rcdsi.nciz.bg/

Съфинансирано от Европейския съюз

ПРОГРАМА „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ, ИНОВАЦИИ И ДИГИТАЛИЗАЦИЯ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНА ТРАНСФОРМАЦИЯ“

ЛЕКТОР

Представяне

Гл. ас. д-р инж. Васил Методиев

ХТМУ - София

metodiev@uctm.edu

+359897894263

Уебинар: Системи за мониторинг на параметрите на жизнената среда

СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА

Данни. Разбиране. По-добри решения.

- Образователни сгради
- Обществени сгради
- Работни сгради

> **Не можем да управляваме добре среда, която не познаваме.**

Сензорите дават **видимост.**

Данните дават **разбиране.**

Интелигентният анализ превръща наблюдението в **управленско решение.**

ЗАЩО Е ВАЖНО?

- Здраве и благополучие
- По-висока продуктивност
- Енергийна ефективност
- Сигурност и устойчивост

КАК РАБОТИ?

СЕНЗОРИ измерват средата → **ДАННИ** събират се в реално време → **АНАЛИЗ** разкрива модели и отклонения → **РЕШЕНИЯ** подобряват средата и резултатите

ЗА КОГО Е ПОЛЕЗНО?

- Ръководители на сгради
- Администрации
- Учители и служители
- Родители и потребители

Нека започнем не от сензорите, а от **проблема**, който те ни помагат да видим.

ЗАЩО ТЕМАТА Е ВАЖНА ТОЧНО СЕГА

Здраве, комфорт, работоспособност, енергия и по-добро управление на сградната среда

Къде възникват проблемите?

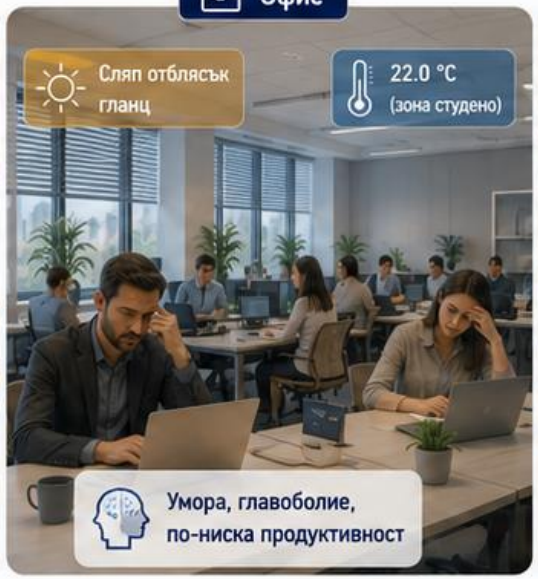
Учебна зала
след 40 минути спада концентрацията

Офис
умора, главоболие, по-ниска продуктивност

Обществена сграда
прегряти, студени или хаотично проветрявани помещения

Учебна зала

Офис



Обществена сграда

Какво е заложено?

- Здраве
- Комфорт
- Работоспособност
- Енергия
- Управление

Без данни

Имаме само субективни впечатления

задушно | топло | студено | умора | по усещане

Не знаем кога, къде и при какви условия се появява проблемът.

С данни

Имаме факти, контекст и основание за решения

кога | къде | при какви условия | тенденции | основание за решение

Наблюдение
Следим средата в реално време

→

Измерване
Получаваме точни и надеждни данни

→

Разбиране
Анализираме причините и въздействията

→

Управление
Вземаме информирани решения и подобряваме средата

>>> Следващата стъпка е да уточним какво всъщност означава „параметри на жизнената среда“.

ОТ УСЕЩАНЕ КЪМ ИЗМЕРВАНЕ

Как мониторингът превръща субективната оценка на средата в обективни данни

УСЕЩАНЕ

- Задушно
- Шумно
- Студено / горещо
- Прашно
- Неприятна миризма

Ценна човешка обратна връзка,
но субективна и различна при отделните хора.

Мониторингът прави субективното измеримо

Важно: TVOC сензорите не идентифицират конкретно вещество. Те дават индикативна оценка за общото ниво на летливи органични съединения.

ИЗМЕРВАНЕ

CO_2 / eCO_2	индикатор за вентилация и въздухообмен
dB(A)	ниво на звуково налягане / шум
Температура и RH	температура (°C) и относителна влажност (%RH)
PM2.5 / PM10	фини прахови частици
TVOC	индикативна оценка за летливи органични съединения

Обективни, проследими и сравними данни
за състоянието на средата.

1. **Усещане** — Човешко възприятие на средата.
2. **Наблюдение** — Непрекъснато следене чрез сензори.
3. **Измерване** — Събиране на обективни параметри.
4. **Интерпретация и решение** — Анализ, действия и подобрение на средата.

Добрата система не заменя човешкото усещане — тя го допълва с надеждни измервания и по-добра основа за решение.

Следващата стъпка е да видим основните параметри, които една практическа система би следила.

КАКВО ИЗМЕРВАМЕ В ЕДНА СГРАДА

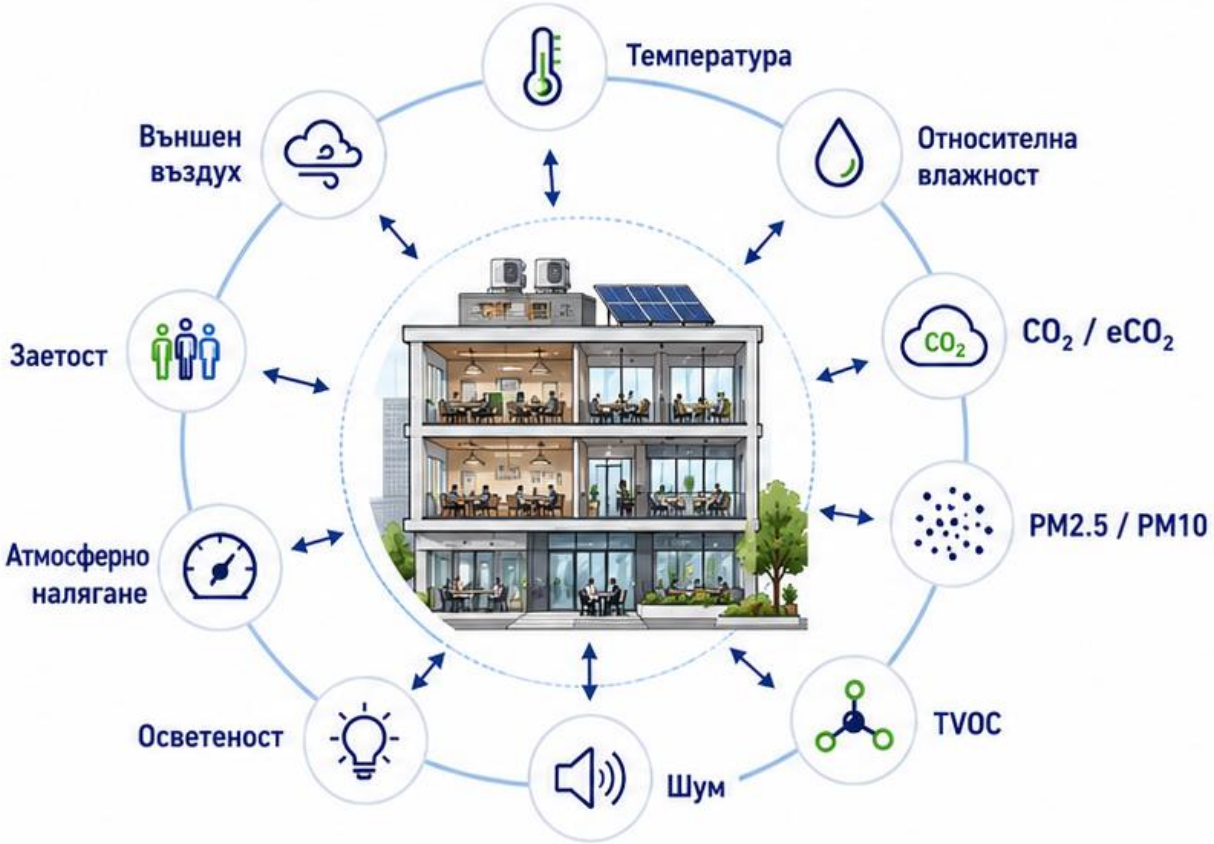
Комбинация от микроклимат, качество на въздуха, физични фактори на комфорта и експлоатационен контекст

1 МИКРОКЛИМАТ

- температура
- относителна влажност
- атмосферно налягане
- точка на оросяване
- усеща се като

3 ФИЗИЧНИ ФАКТОРИ НА КОМФОРТА

- шум
- осветеност
- вибрации (понякога)



2 КАЧЕСТВО НА ВЪЗДУХА

- CO_2 / eCO_2
- PM2.5 / PM10
- TVOC
- специфични газове (при нужда)

4 КОНТЕКСТ И ЕКСПЛОАТАЦИЯ

- заетост
- проветряване
- ОВК / HVAC
- външни метеорологични условия

Данните стават полезни, когато се свържат:

във времето → в пространството → със заетостта → с начина на използване на сградата

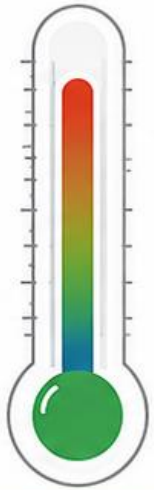
Една стойност сама по себе си рядко е достатъчна — полезна е комбинацията между параметри, контекст и динамика във времето.

>>> След това ще разгледаме параметрите като фактори, които влияят върху хората. →

ТЕМПЕРАТУРА И ТОПЛИНЕН КОМФОРТ

Как температурата влияе върху комфорта, концентрацията и управлението на сградната среда

1. Какво определя усещането?



- температура на въздуха
- относителна влажност
- движение на въздуха
- облекло
- физическа активност
- продължителност на престоя

Една и съща температура може да се усеща различно според условията и човека.

2. Учебна/работна среда

- дискомфорт, разсейване
- нормална работа, добра концентрация
- умора, намалена работоспособност

3. Топлинен комфорт

Твърде студено	Комфортно	Твърде топло
• дискомфорт • напрежение • отклонено внимание	• добра концентрация • по-стабилна работоспособност	• умора • сънливост • понижена концентрация

4. Какво търсим в данните?

За управлението е важна не само моментната температура, а повтарящият се модел във времето и пространството.

Температурата трябва да се разглежда заедно с влажността.

ВЛАЖНОСТ, СУХ ВЪЗДУХ И РИСК ОТ ПЛЕСЕН

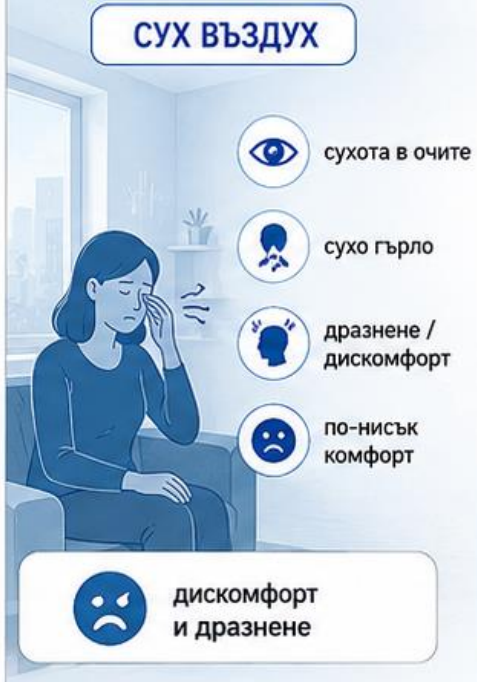
Как относителната влажност влияе върху комфорта, здравето, поддръжката и управлението на сградната среда

1. Защо влажността е важна?

- относителна влажност
- комфорт на хората
- състояние на материалите
- риск от конденз
- вентилация и използване на помещението

Влажността е важна едновременно за комфорта, здравето и поддръжката на сградата.

2. Две крайности на вътрешната среда



СУХ ВЪЗДУХ

- сухота в очите
- сухо гърло
- дразнене / дискомфорт
- по-нисък комфорт

дискомфорт и дразнене

ПОВИШЕНА ВЛАЖНОСТ

- конденз
- неприятна миризма
- риск от плесен
- влошаване на материали

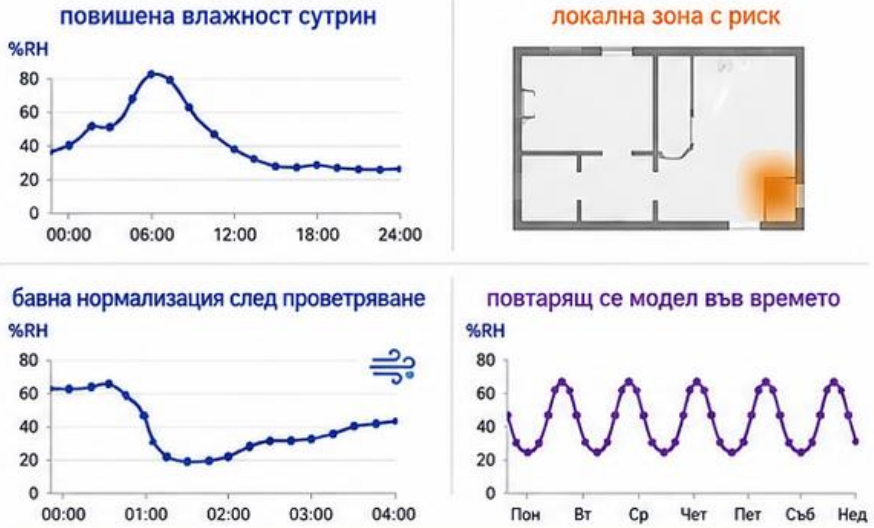
риск от плесен и увреждания

влажност + студена повърхност → конденз → риск от плесен

Комфортна зона

твърде сухо → по-комфортно → твърде влажно

3. Какво търсим в данните?



Системата помага да видим кога, къде и колко често възниква проблемът.

4. Какво означава това за управлението?

проверка на вентилацията → оценка на топлинни мостове / студени повърхности → преглед на режима на използване → проверка на проветряване и отопление → насочена поддръжка на проблемни зони

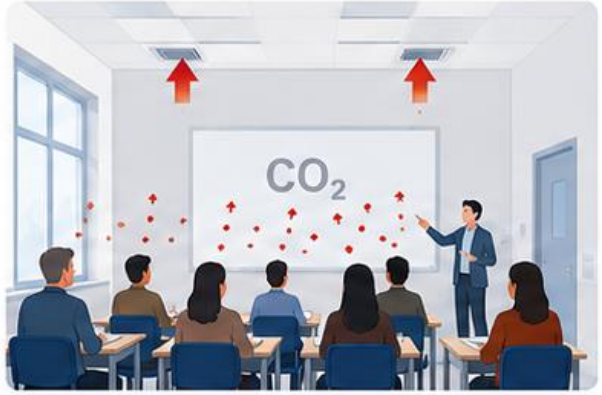
Данните насочват към конкретни действия, а не само към общо усещане за проблем.

Следва един от най-обсъжданите параметри в затворени помещения — въглеродният диоксид.

CO_2 / eCO_2 КАТО ИНДИКАТОР ЗА ВЕНТИЛАЦИЯ

Как динамиката на CO_2 помага да разберем въздухообмена в помещения с хора

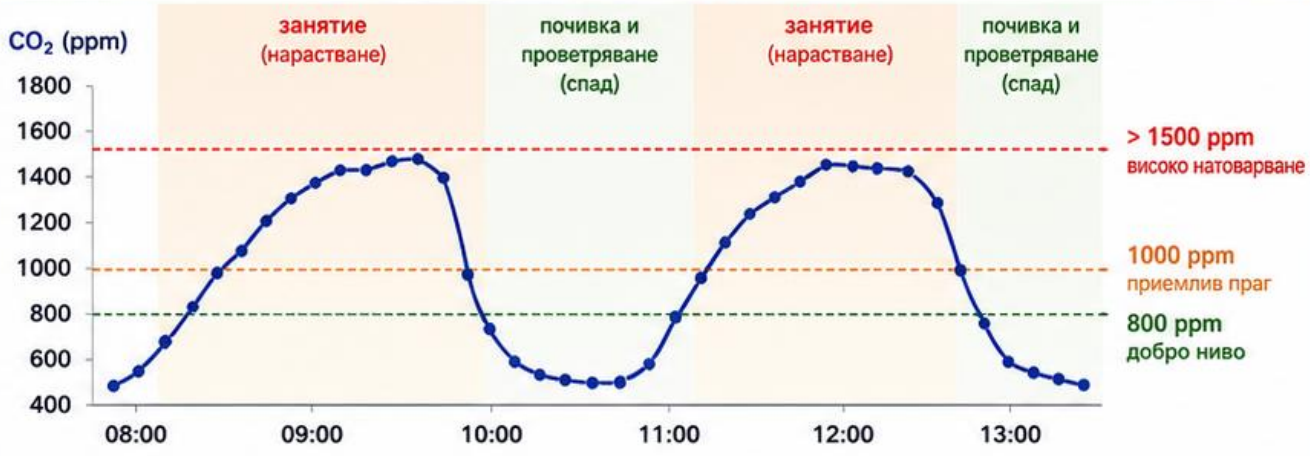
1. Защо CO_2 е полезен?



- хората отделят CO_2
- при висока заетост стойностите нарастват
- недостатъчната вентилация ускорява натрупването
- CO_2 показва вентилационния контекст

Полезен индикатор за въздухообмена, но не описва сам всички замърсители.

2. Типичен дневен профил



CO_2 показва вентилационен контекст, не цялото качество на въздуха.

3. CO_2 срещу eCO_2

Директно измерен CO_2

NDIR

- реално измерване
- по-надежден за професионален мониторинг
- подходящ за оценка на вентилацията

Не бива да се тълкуват еднакво без да знаем типа сензор.

eCO_2

изчислена стойност

- извежда се косвено
- често е базиран на TVOC сензор
- полезен индикатор, но не е еквивалент на реално измерен CO_2

4. Какво означава това за анализа?

заетост → динамика на CO_2 → оценка на вентилацията → решение

- кога помещението се нуждае от проветряване
- кои зали системно се пренатоварват
- дали ОВК / HVAC работи ефективно
- как да се сравняват помещения и режими на работа

CO_2 е много полезен индикатор за качеството на въздухообмена, но трябва да се интерпретира заедно със заетостта, режима на проветряване и другите параметри на вътрешната среда.

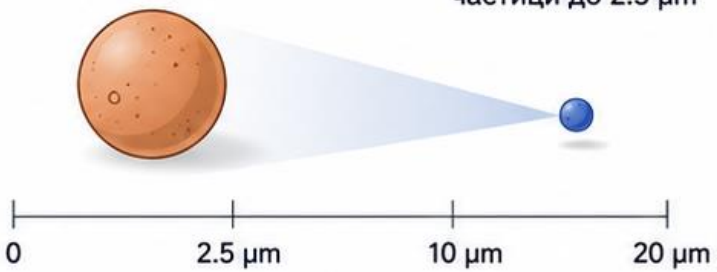
ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ — $PM_{2.5}$ И PM_{10}

Размер, проникване в дихателната система, източници и значение за управлението на вътрешната среда

1. Какво показват PM_{10} и $PM_{2.5}$?

PM_{10}
частици до 10 µm

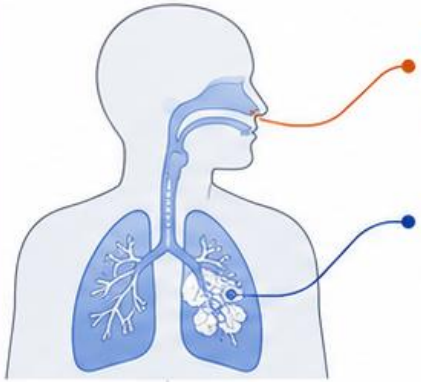
$PM_{2.5}$
частици до 2.5 µm



Колкото по-малки са частиците, толкова по-дълбоко могат да проникнат в дихателната система.

$PM_{2.5}$ е по-фина фракция.

2. Как проникват в организма?



PM_{10}:
достига горните дихателни пътища

$PM_{2.5}$:
прониква по-дълбоко към бронхи и алвеоли

- дразнене
- кашлица / дискомфорт
- натоварване на дихателната система

3. Откъде идват частиците в сградата?

Външни източници

- трафик
- отопление
- строителни дейности
- промишлени източници

Вътрешни източници

- движение на хора
- почистване
- материали
- печатна техника
- лабораторни процеси

PM в помещенията могат да имат едновременно външен и вътрешен произход.

4. Какво означава това за управлението?

Измерване → контекст → решение

- Не всяко проветряване подобрява средата
- При замърсен външен въздух отварянето на прозорец може да влоши PM
- Важно е сравнение между вътрешен и външен въздух
- Полезни действия: проветряване в подходящ момент, филтрация, почистване, анализ на източниците

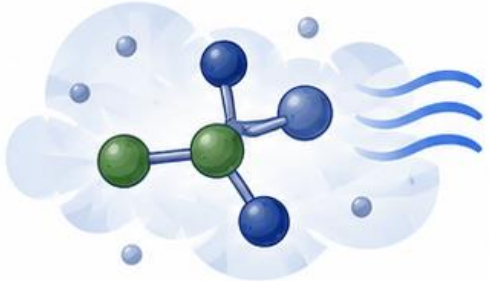
Мониторингът на $PM_{2.5}$ и PM_{10} помага да разберем не само дали има проблем, а и в какъв контекст се появява.

Следващият показател е по-труден за интерпретация, но е много важен за възприеманото качество на въздуха.

TVOC И ХИМИЧЕН КОМФОРТ

Какво показва TVOC, какви са източниците му и как се интерпретира в практическите системи за мониторинг

1. Какво означава TVOC?



- общи летливи органични съединения
- индикатор за промяна в химичния фон
- свързва се с възприеманото качество на въздуха

TVOC е индикатор, не лабораторен анализ.

2. Откъде може да идва?

- мебели и материали
- почистващи препарати
- бои и покрития
- лепила
- принтери / техника
- хора и дейности

след ремонт, почистване, работа в помещението

3. Какво може и какво не може да покаже сензорът?

Полезно показва

- повишение или спад във времето
- ранна индикация за проблем
- ефект от проветряване
- повтарящи се пикове

Не показва директно

- точно кое вещество присъства
- пълен химичен състав
- лабораторно точна идентификация

Масовите TVOC сензори не заместват лабораторен химичен анализ.

4. Защо тенденцията е важна?

- кога се повишава
- колко бързо спада
- има ли повторяемост
- с каква дейност е свързано

Практическата стойност на TVOC е в тенденцията, контекста и връзката с дейностите в помещението.

Качеството на средата не е само въздух — следват фактори, които директно влияят върху вниманието и работата.

ШУМ И ОСВЕТЕНОСТ — ПОДЦЕНЯВАНИ ФАКТОРИ

Как акустичната и светлинната среда влияят върху комуникацията, комфорта и концентрацията

1. Шум / акустична среда

разговорен шум

коридорен шум

техника

реверберация (ехо)

да чуваш ясно

да се концентрираш

Типични ефекти:

- затруднена комуникация
- умора
- намалена концентрация

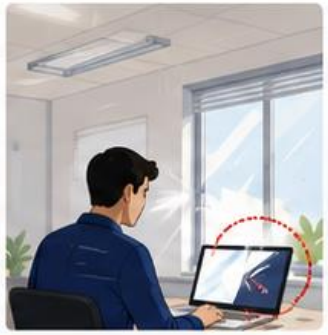
тихо — умерено — шумно

2. Осветеност / светлинна среда

Недостатъчна светлина

Добра, равномерна светлина

Отблясъци и неравномерност



да виждаш комфортно

да се концентрираш

Типични ефекти:

- зрителен дискомфорт
- отблясъци
- по-бърза умора
- по-трудна работа

слаба осветеност — неравномерна — добра осветеност

3. Какво показва мониторингът?

Сензорната система не решава проблема сама, но показва кога и къде той възниква.

а) кога (във времето)

Проследяване на промените през деня и седмицата.

б) къде (по помещения/зони)

Карта на нивата по помещения или зони.

в) при каква дейност

Сравнение между лекция, среща и самостоятелна работа.

г) какво действие е нужно

Насоки за подобрение на акустиката и осветлението.

- пренареждане на мебели и източници на шум
- акустични решения (панели, завеси и др.)
- регулиране на осветлението и сляпата

Шумът и осветеността пряко влияят върху комуникацията, вниманието и работоспособността.

Следващият въпрос е: как е изградена една такава система?

АРХИТЕКТУРА НА СИСТЕМАТА — ОТ СЕНЗОР ДО РЕШЕНИЕ

Как данните преминават през цялата информационна верига — от измерването до управленското действие

1 СЕНЗОРЕН ВЪЗЕЛ

CO_2

сензори, микроконтролер, комуникация, захранване

2 КОМУНИКАЦИЯ

Wi-Fi, Ethernet, LoRaWAN, клетъчна мрежа

3 СЪРВЪР / ОБЛАК

приемане и обработка на данни

4 БАЗА ДАННИ

съхранение, история, архив

5 ТАБЛО / ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

графики, карти, текущо състояние

6 АНАЛИЗ

тенденции, аномалии, прогнози, аларми

7 ДЕЙСТВИЕ / РЕШЕНИЕ

проветряване, HVAC, уведомяване, управление

Какво има в сензорния възел?

- измервателни елементи
- микроконтролер
- комуникационен модул
- захранване

Какво получаваме накрая?

- наблюдение
- анализ
- аларми
- по-добри решения

Надеждността се изгражда по цялата верига

- точни измервания
- стабилна комуникация
- коректно съхранение
- правилна интерпретация

Системата не е само хардуер — тя е пълна информационна верига от измерване до действие.

КАКВО ИМА В ЕДИН СЕНЗОРЕН ВЪЗЕЛ

Основни функционални блокове на устройството и тяхната роля в системата за мониторинг

1 СЕНЗОРИ

- температура
- относителна влажност
- CO_2 / eCO_2
- PM2.5 / PM10
- TVOC
- осветеност
- шум

Примерни измервани величини

2 МИКРОКОНТРОЛЕР

- ✓ управлява измерването
- ✓ обработва първичните данни
- ✓ подготвя предаването

3 КОМУНИКАЦИОНЕН МОДУЛ

- Wi-Fi
- Ethernet
- LoRaWAN
- клетъчна мрежа

4 ЗАХРАНВАНЕ

- ✓ мрежово захранване
- ✓ батерия / резервиране
- ✓ стабилизиране на напрежението

5 ЛОКАЛНО СЪХРАНЕНИЕ

- ✓ буфер при отпадане на връзка
- ✓ карта памет / локален архив

Как работи?

1. измерване
2. локална обработка
3. предаване
4. запис и визуализация

Практически характеристики

- модулна конструкция
- разширяемост
- отворени технологии
- лесна интеграция с платформа за обработка на данни

Защо локалното съхранение е важно?

- временна загуба на връзка
- по-надеждна работа на системата
- запазване на измерванията без загуби

Устройството е само началото — стойността възниква, когато измерванията се превърнат в данни, а данните — в информация.

Следващата стъпка е да видим как суровите измервания се превръщат в полезна информация. →

ДАННИТЕ: МОМЕНТНА СТОЙНОСТ, ТЕНДЕНЦИЯ, КОНТЕКСТ

Как суровите измервания се превръщат в полезна информация за разбиране и действие

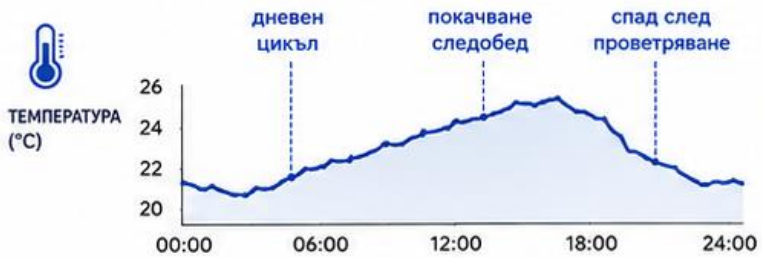
1 СТОЙНОСТ СЕГА

ТЕМПЕРАТУРА	24.0 °C
CO_2	980 ppm
ВЛАЖНОСТ	46 %
PM2.5	14 µg/m³

Какво се случва сега?

- моментна снимка
- текущо състояние
- полезно, но недостатъчно само по себе си

2 ДИНАМИКА ВЪВ ВРЕМЕТО



Как се променя параметърът?

- тренд
- цикличност
- реакция след събитие

3 КОНТЕКСТ И ДЕЙСТВИЕ

Защо се променя?

заетост / хора · проветряване / вентилация · време / график · външни условия · ОВК / система · активности / почистване

Какво означава?

анализ · обяснение · влияние

Какво следва да направим?

- висока заетост → повишен CO_2 → проветряване
- следобедно прегряване → повишена температура → проверка на ОВК / засенчване
- повишен PM → влошено качество на въздуха → проверка на източника / филтрация

ИЗМЕРВАНЕ → НАБЛЮДЕНИЕ → ИНТЕРПРЕТАЦИЯ → РЕШЕНИЕ

Добрата система не показва само числа — тя помага да зададем правилните въпроси.

Следващият важен въпрос е: как да имаме доверие на тези данни?

КАЧЕСТВО НА ДАННИТЕ — ЗАЩО НЕ ВСЯКО ЧИСЛО Е ЗНАНИЕ

Надеждността на сензорните данни зависи от измерването, монтажа, синхронизацията и контрола на грешките.

1 Калибрация

- точност на сензора
- дрейф във времето
- периодична проверка
- сравнение с еталон/ референтен уред

2 Място на монтаж

- неправилен монтаж
- близост до източник
- слънцегреене
- локални въздушни струи
- представителност на измерването

3 Времева синхронизация

- синхрон между възлите
- коректен timestamp
- сравнимост на събитията
- анализ на причинно-следствени връзки

4 Проверка за грешки

- липсващи данни
- комуникационни прекъсвания
- грешки в захранването
- невалидни стойности
- филтриране и валидиране

Типични източници на проблеми

- неточност
- дрейф
- влияние на температура и влажност
- неправилен монтаж
- загуба на връзка
- липсващи данни
- захранващи проблеми

Каква е реалната сила на нискостойностните сензори?

- Не заместват референтна лабораторна или сертифицирана апаратура
- Дават висока времева и пространствена видимост
- Подходящи са за тенденции, сравнения, ранна индикация и оперативен мониторинг

Как изграждаме доверие?

калибрация → проверка → сравнение → филтриране → документиране → интерпретация на несигурността

Какво означава това за решенията?

- трябва да знаем какво показва системата
- трябва да знаем доколко можем да разчитаме на показаното
- доброто решение изисква и данни, и доверие в тях

Ако една система ще подпомага решения, трябва да знаем не само какво показва, но и доколко можем да разчитаме на показаното.

След тази рамка вече можем да преминем към реален пример и да видим как изглежда една работеща система.

ПРАКТИЧЕСКИ КАЗУС: УЧЕБНА ЗАЛА

От оплакване и симптоми към измерване, анализ, мярка и проверка на резултата

1 СИМПТОМ

умора | задушно | спад на концентрацията

Без данни имаме само впечатления.

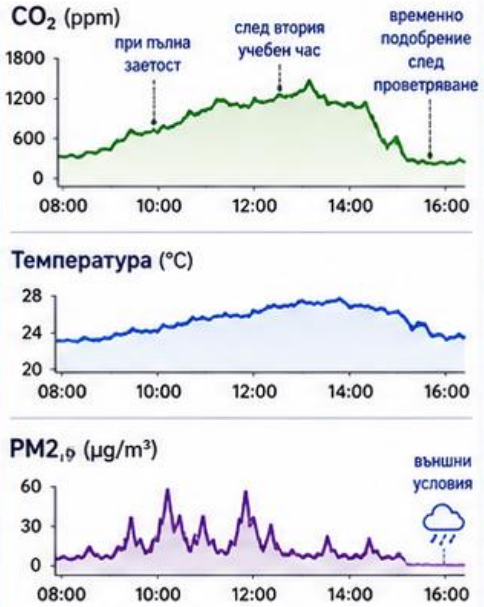
2 ИЗМЕРВАНЕ

Събираме обективни данни.

Температура	24.2 °C
Влажност	45 %
CO_2 (eCO_2)	1050 ppm
PM2.5 / PM10	22 / 38 µg/m³
TVOC	310 ppb

3 АНАЛИЗ

Виждаме повтарящ се модел.



Моделът се повтаря в повечето дни.

4 МЯРКА

Избираме целенасочена мярка, не общо пожелание.

- **Режим на проветряване** — между часовете и по време на паузи
- **Проверка на вентилацията** — дебит и работен режим
- **Ограничаване на заетостта** — оптимизация на капацитета
- **Филтрация** — пречистване на въздуха
- **График за използване** — разпределение на зали и групи
- **Поддръжка** — почистване и смяна на филтри

5 ПРОВЕРКА

Мярката се оценява с нови данни.

ПРЕДИ	
CO_2 (eCO_2)	1050 ppm
Температура	24.2 °C
PM2.5	22 µg/m³
Оплаквания	☹ ☹ ☹

СЛЕД	
CO_2 (eCO_2)	620 ppm
Температура	22.0 °C
PM2.5	9 µg/m³
Оплаквания	☺ ☺ ☺

Има ли подобрение?
Да — потвърдено с данни.

ЛОГИКА НА КАЗУСА

наблюдение → данни → интерпретация → решение → оценка на ефекта

КЛЮЧОВА ИДЕЯ

Най-важното е, че след предприетата мярка можем да проверим дали тя е дала резултат.

След мярката идва проверката — именно тя превръща наблюдението в управленско учене.

Мониторинг на параметрите на жизнената среда в университетска учебна зала

Измервани параметри и препоръчителни нормални граници

ИЗМЕРВАНИ ПАРАМЕТРИ И НОРМАЛНИ ГРАНИЦИ

1. **Температура**
   Нормални граници: 20–24 °C
2. **Относителна влажност**
   Нормални граници: 40–60 %
3. **Точка на оросяване**
   Нормални граници: 8–14 °C
4. **Топлинен индекс**
   Нормални граници: 20–26 °C
5. **Атмосферно налягане**
   Нормални граници: 980–1030 hPa

6. **PM2.5**
   Нормални граници: < 15 µg/m³
7. **PM10**
   Нормални граници: < 45 µg/m³
8. **eCO2**
   Нормални граници: 400–1000 ppm
9. **TVOC**
   Нормални граници: < 300 ppb
10. **Осветеност**
    Нормални граници: 300–500 lx

ЗДРАВОСЛОВНА СРЕДА
ПО-ДОБРО ОБУЧЕНИЕ
ПО-ВИСОКА ЕФЕКТИВНОСТ

- Подпомага здравето и комфорта на студентите и преподавателите
- Подобрява концентрацията, успеваемостта и продуктивността
- Данни в реално време за вземане на информирани решения
- Оптимизация на вентилацията, отоплението и осветлението – по-ниски разходи за енергия
- Аларми при отклонения от нормалните граници и автоматични известия

Параметри на жизнената среда в учебни зали

Общоприети европейски референтни граници и 4-степенна скала за оценка

Нормално | Повишено | Внимание | Опасност

1 Температура (°C)

<16	16–18	18–20	20–24	24–28	28–30	>30
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

комфортен диапазон за учебни зали

2 Относителна влажност (%)

<20	20–30	30–40	40–60	60–70	70–80	>80
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

3 Точка на оросяване (°C)

<0	0–5	5–8	8–14	14–16	16–18	>18
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

индикативна скала за риск от сух въздух/конденз

4 Топлинен индекс (°C)

<16	16–18	18–20	20–26	26–29	29–32	>32
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

усещане за топлинен комфорт

5 Атмосферно налягане (hPa)

<960	960–980	980–990	990–1030	1030–1040	1040–1050	>1050
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

общ метеорологичен индикатор

6 PM2.5 (μg/m³)

0–15	16–25	26–50	>50
Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

по WHO AQG 2021

7 PM10 (μg/m³)

0–45	46–75	76–150	>150
Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

по WHO AQG 2021

8 eCO_2 / CO_{2eq} (ppm)

400–950	951–1200	1201–1750	>1750
Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

ориентир по EN 16798, изразен като CO_2-еквивалент

9 TVOC (μg/m³)

0–300	301–1000	1001–3000	>3000
Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

общоприета европейска индикативна оценка

10 Осветеност (lx)

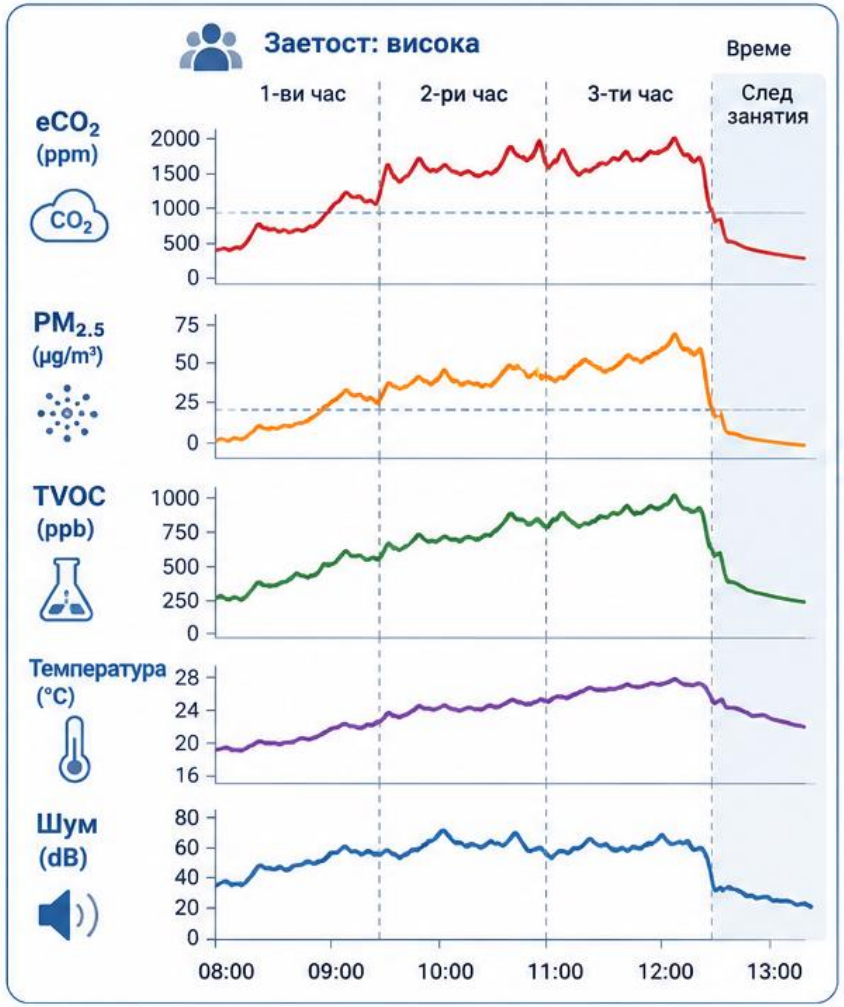
<100	100–200	200–300	300–500	500–750	750–1000	>1000
Опасност	Внимание	Повишено	Нормално	Повишено	Внимание	Опасност

референтен диапазон за учебна дейност

Източници на референтните диапазони: *EN 16798 (термиичен комфорт и CO_2 категории), EN 12464-1 (осветеност), WHO Air Quality Guidelines 2021 (PM2.5 и PM10), европейски и инженерни практики за TVOC, точка на оросяване, топлинен индекс и атмосферно налягане.*

ОТ ДЕЙСТВИЕ КЪМ ПРОВЕРКА НА ЕФЕКТА

ИЗМЕРВАНЕ ПРЕДИ → **МЯРКА** → **ИЗМЕРВАНЕ СЛЕД**

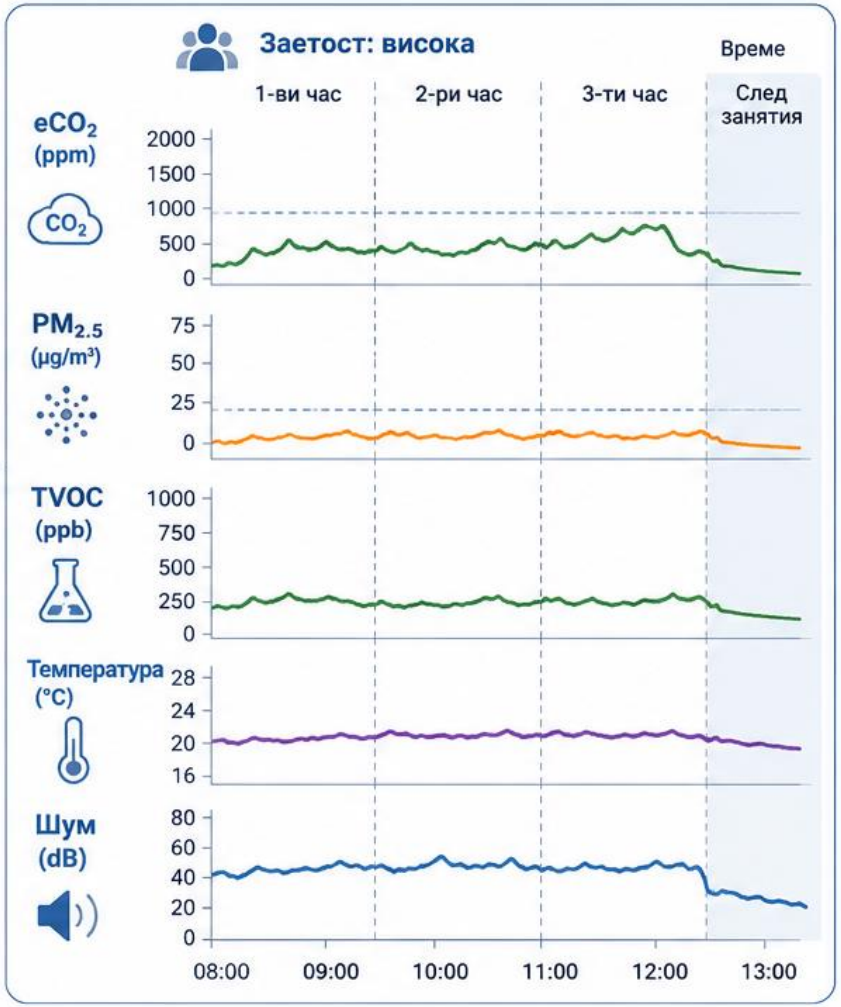


Оптимизиране на проветряването

Добавена филтрация

Подобрена организация

Проверка и настройка на вентилацията



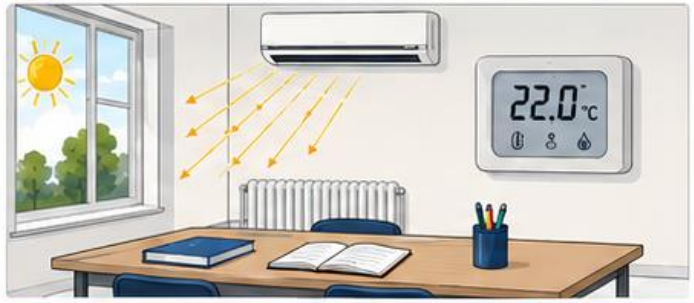
ИЗМЕРВАНЕ → **АНАЛИЗ** → **ДЕЙСТВИЕ** → **ПРОВЕРКА** → **ОПТИМИЗАЦИЯ**

ЦИКЪЛ НА НЕПРЕКЪСНАТО ПОДОБРЕНИЕ

Температура в учебни зали и влиянието ѝ върху човешкия организъм в затворени помещения

Топлинен комфорт, източници на затопляне и охлаждане, физиологични и когнитивни ефекти, и практически мерки за оптимизиране

1 Какво представлява температурата?



- Температура = степен на топлинно състояние на въздуха
- Измерва се в градуси Целзий (°C)
- За учебна дейност е важна стабилна и комфортна температура
- Ориентировъчен комфортен диапазон за учебни зали: **20–24 °C**

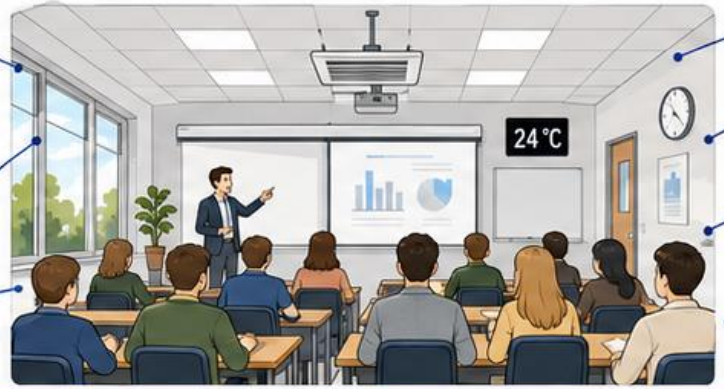
Добра температура
топлинен комфорт,
по-добра концентрация,
по-малко разсейване

Твърде ниска или твърде висока температура
студ, прегряване, умора,
дискомфорт

Температурата е основен параметър на вътрешната среда и силно влияе на учебния комфорт.

2 Как се формира топлиината среда в учебната зала?

- Външна температура и метеорологични условия
- Слънчево греене през прозорците
- Отопление / охлаждане / вентилация



- Хора и вътрешни топлинни печалби
- Изолация, стени и инфилтрация
- Проветряване и въздушен обмен
- Разположение на работните места и локални течения

Топлинният комфорт зависи от температурата, въздушния обмен, вътрешните източници на топлина и условията на ограждащата среда.

3 Как влияе върху човека?

Температура (°C)	
<16 °C	силно студено / неблагоприятно
16–18 °C	хладно / възможен дискомфорт
18–20 °C	леко хладно
20–24 °C	оптимално за учебна дейност
24–28 °C	повишена температура / понижен комфорт
28–30 °C	топлинен дискомфорт / умора
>30 °C	прегряване / необходима корекция

Ориентировъчна индикативна скала за учебни зали

Терморегулация и комфорт
усещане за студ или топлина, напрежение, понижено удобство

Когнитивни ефекти
влияние върху вниманието, скоростта на работа, точността и концентрацията

Физиологични реакции
студени крайници, сънливост, изпотяване, главоболие, умора

Чувствителни групи
деца, хора с хронични заболявания и по-чувствителни към топлинен или студов дискомфорт лица

В учебни зали проблемите най-често са свързани с дискомфорт, умора и понижена концентрация, а не с остра токсичност.

4 Практически мерки за оптимизиране

A) Кога да се реагира?

- При осезаем студ или прегряване по време на занятия
- При чести оплаквания от сънливост, студенина, главоболие или дискомфорт
- При измерени стойности извън препоръчителния диапазон
- При големи разлики в температурата в различни части на залата или наличие на течения

B) Ефективни решения

- Поддържане на 20–24 °C по време на учебни занятия
- Добро управление на отопление, охлаждане и HVAC системи
- Редовно проветряване без продължителна загуба на топлинен комфорт
- Контрол на слънчевите печалби чрез щори и засенчване
- Равномерно разпределение на въздуха и ограничаване на теченията
- Мониторинг с температурен датчик / термометър

Добра практика: равномерна температура 20–24 °C подпомага комфорта, концентрацията и учебната дейност.

Легенда: среда и фактори | предупредителни нива | неблагоприятни ефекти | мерки за оптимизиране

Температурата е важен индикатор за качеството на вътрешната среда и за здравословни и ефективни условия за обучение.

Относителна влажност в учебни зали и влиянието ѝ върху човешкия организъм в затворени помещения

Въздушен комфорт, сух въздух, повишена влажност, здравни ефекти и практически мерки за оптимизиране

1 Какво представлява относителната влажност?

- **Относителна влажност** = степен на насищане на въздуха с водни пари
- Измерва се в проценти (%)
- Влияе върху топлинния комфорт, усещането за сухота и качеството на въздуха
- Ориентировъчен комфортен диапазон за учебни зали: **40–60 %**

Добра влажност
по-добър комфорт, по-малко сухота, по-добра учебна среда

Твърде ниска или твърде висока влажност
сухота, дискомфорт, риск от конденз, мухъл и оплаквания

Относителната влажност е важен параметър на вътрешната среда и влияе на комфорта и здравословните условия за обучение.

2 Как се формира влажностната среда в учебната зала?

- Външни метеорологични условия
- Издишване на хората и вътрешни източници на влага
- Проветряване / въздушен обмен

- Отопление и охлаждане
- Влажни повърхности, почистване и мокри материали
- Изолация, студени повърхности и конденз

Комфортната влажност зависи от външния климат, броя хора, проветряването, отоплението и състоянието на ограждащите повърхности.

3 Как влияе върху човека?

Относителна влажност (%)	Ефект
<20 %	силно сух въздух / неблагоприятно
20–30 %	суха среда / възможен дискомфорт
30–40 %	леко понижена влажност
40–60 %	оптимално за учебна дейност
60–70 %	повишена влажност / понижен комфорт
70–80 %	висока влажност / тежък въздух
>80 %	конденз и риск от мухъл / неблагоприятно

Относировъчна индикативна скала за учебни зали

Лигавици и дихателни пътища
сухота в очите, носа и гърлото, кашлица, дразнене

Когнитивни и субективни ефекти
дискомфорт, разсейване, понижена концентрация

Повишена влажност
задух, тежест, по-неприятно усещане при чувствителни хора

Непряк риск при висока влажност
условия за конденз, биологичен растеж и влошено качество на средата

В учебни зали проблемите най-често са свързани с дискомфорт, сухота на лигавиците, усещане за тежък въздух и риск от конденз/мухъл, а не с остра токсичност.

4 Практически мерки за оптимизиране

A) Кога да се реагира?

- При оплаквания от сухи очи, сух нос, кашлица или дискомфорт
- При усещане за тежък, влажен въздух или задушност
- При видим конденз по прозорци и студени повърхности
- При измерени стойности извън препоръчителния диапазон

B) Ефективни решения

- Поддържане на 40–60 % относителна влажност
- Редовно и контролирано проветряване
- Добро управление на отопление, охлаждане и HVAC системи
- Ограничаване на прекомерното овлажняване и локалните източници на влага
- Контрол на конденза, течовете и студените повърхности
- Мониторинг с хигрометър / датчик за влажност

Добра практика: поддържането на относителна влажност 40–60 % подпомага комфорта и качеството на учебната среда.

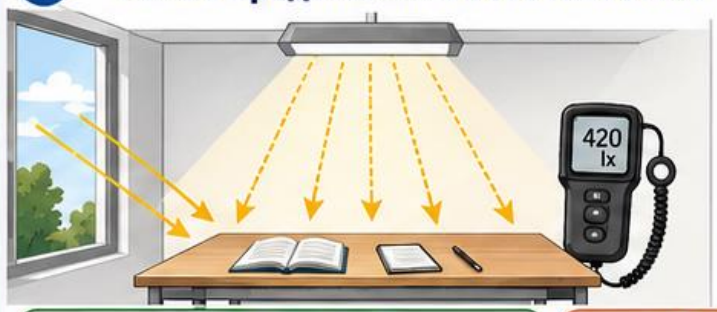
Легенда: среда и фактори · предупредителни нива · неблагоприятни ефекти · мерки за оптимизиране

Относителната влажност е важен индикатор за качеството на вътрешната среда и за здравословни и ефективни условия за обучение.

Осветеност в учебни зали и влиянието ѝ върху човешкия организъм в затворени помещения

Източници на светлина, зрителен комфорт, биологични ефекти и практически мерки за оптимизиране

1 Какво представлява осветеността?



- Осветеност = светлинен поток върху единица площ
- Измерва се в **lux (lx)**
- За учебна дейност е важна равномерна, достатъчна и неослепяваща светлина
- Типичен референтен диапазон за учебни зали: **300–500 lx**

Добра осветеност
ясна видимост, зрителен комфорт, по-добра концентрация.

Недостатъчна или прекомерна осветеност
напрежение, отблясъци, умора, дискомфорт.

Осветеността е ключов параметър за зрителната среда и учебната ефективност.

2 Как се формира светлинната среда в учебната зала?

Дневна светлина през прозорците

Изкуствено осветление

Разположение на чинове и работни повърхности

Отражения от стени, дъска и екрани

Засенчване / щори

Поддръжка и чистота на осветителите

Неравномерност и отблясъци

Качеството на осветлението зависи от нивото, равномерността, цветопредаването и ограничаването на заслепяването.

3 Как влияе върху човека?

Осветеност (lx)	
300–500 lx	Оптимално за учебна дейност
200–300 lx	Понижен комфорт / възможно напрежение
100–200 lx	Недостатъчно осветление / зрителна умора
<100 lx	Силно недостатъчно / неблагоприятно за работа
500–750 lx	Повишено ниво / възможни отблясъци
>1000 lx	Прекомерно / риск от заслепяване и дискомфорт

Ориентировъчна индикативна скала за учебни зали

Зрителна система
напрежение в очите, сухота, умора, по-трудно фокусиране.

Когнитивни ефекти
влияние върху вниманието, четенето, точността и скоростта на работа.

Биологичен ритъм
светлината влияе върху бодростта, сънливостта и циркадния ритъм.

Общ комфорт
главоболие, раздразнение, дискомфорт при слаба светлина или силни отблясъци.

В учебни зали проблемите са най-често свързани със зрителен дискомфорт, умора и понижена концентрация, а не с директна токсичност.

4 Практически мерки за оптимизиране

А) Кога да се реагира?

- При осезаемо слаба светлина при четене и писане
- При отблясъци от прозорци, осветители или екрани
- При чести оплаквания от умора на очите и главоболие
- При измерени стойности извън препоръчителния диапазон

В) Ефективни решения

- Поддържане на 300–500 lx върху работните повърхности
- Комбиниране на дневна и изкуствена светлина
- Използване на щори и контрол на отблясъците
- Равномерно разположение и поддръжка на осветителите
- Подходящо осветление на дъската и учебните екрани
- Мониторинг с lux meter / датчик за осветеност

Добра практика: равномерна осветеност 300–500 lx подпомага зрителния комфорт, концентрацията и учебната дейност.

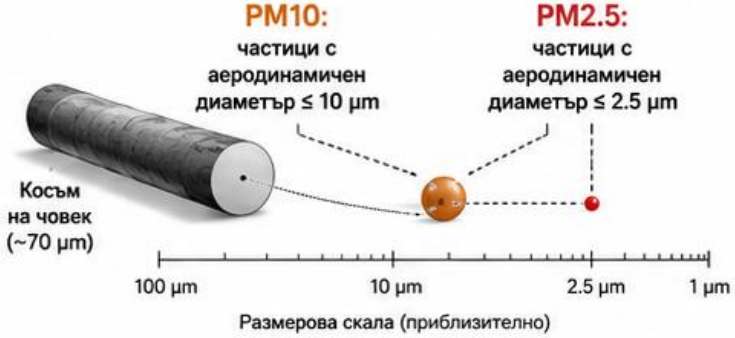
Легенда: среда и фактори · предупредителни нива · неблагоприятни ефекти · мерки за оптимизиране

Осветеността е важен индикатор за качеството на вътрешната среда и за здравословни и ефективни условия за обучение.

Фини прахови частици (PM2.5 и PM10) и влиянието им върху човешкия организъм в затворени помещения

Източници, проникване в дихателната система, здравни ефекти и мерки за ограничаване

1 Какво представляват PM10 и PM2.5?



PM10 (≤ 10 μm)

PM2.5 (≤ 2.5 μm)

Колкото по-малки са частиците, толкова по-дълбоко проникват в дихателната система.

2 Типични източници в затворени помещения

Външен въздух, проникващ през прозорци/вентилация

Прах от под и мебели

Човешка активност и ресуспендиране на прах

Печки/готвене

Свещи/тамян или тютюнев дим

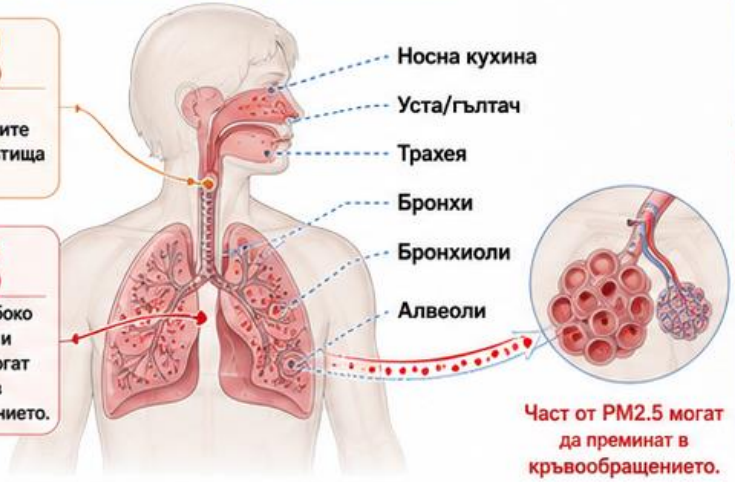
Принтери/копирни машини

Концентрацията зависи от източниците, вентилацията и почистването.

3 Как действат върху организма?

PM10 (≤ 10 μm)
се задържат главно в горните дихателни пътища и бронхите.

PM2.5 (≤ 2.5 μm)
достигат дълбоко до алвеолите и част от тях могат да преминат в кръвообращението.



Дихателна система
кашлица, дразнене, задух, обостряне на астма

Сърдечно-съдова система
повишен риск при уязвими групи

Общ ефект
възпаление, оксидативен стрес, умора, дискомфорт

4 Ефекти и мерки

A) Възможни ефекти при повишени нива

Краткосрочни ефекти
- дразнене на очи и гърло
- главоболие
- кашлица
- понижена концентрация

При чувствителни групи
деца, възрастни хора, хора с астма, ХОББ и сърдечно-съдови заболявания

Дългосрочно
повишен здравен риск при продължително излагане

B) Практически мерки за ограничаване

- Редовна вентилация и контролирано проветряване
- Филтрация на въздуха / пречиствател с HEPA филтър
- Мокро почистване и намаляване на прахообразуването
- Ограничаване на дима и горивните източници
- Мониторинг с датчици за PM2.5 и PM10

PM2.5 обикновено представляват по-голям здравен риск, защото проникват по-дълбоко в белите дробове.

Легенда: синьо: източници и среда; оранжево: PM10; червено: PM2.5; зелено: мерки за ограничаване

Въглероден диоксид (CO_2) и влиянието му върху човешкия организъм в затворени помещения (учебни зали)

Източници, натрупване, въздействие върху комфорта и когнитивните функции, и мерки за ограничаване

1 Какво представлява CO_2?

CO_2

- Безцветен и без мирис газ
- Естествен компонент на въздуха
- Външен въздух: приблизително 420 ppm
- В помещенията основен източник са хората чрез издишване

Външен въздух
приблизително 420 ppm

Вътрешен въздух (помещение)
обикновено по-високи стойности

CO_2 често се използва като индикатор за недостатъчна вентилация.

2 Как се натрупва в учебната зала?

- Издишване от ученици и преподавател
- Висока запълняемост на залата
- Недостатъчна вентилация / рядко проветряване

- Затворени прозорци и врати
- По-дълъг престой в помещението

Концентрацията на CO_2 зависи от броя хора, обема на залата и обмена на въздуха.

3 Как влияе върху човека?

400–800 ppm	800–1000 ppm	1000–1500 ppm	1500–2500 ppm	>2500 ppm
Много добро качество на въздуха	Приемливо	Понижен комфорт, застоял въздух	Сънливост, главоболие, спад в концентрацията	Лошо качество на въздуха, необходима е незабавна вентилация

Когнитивни ефекти: понижено внимание, по-бавна реакция, по-слаба концентрация

Субективен комфорт: сънливост, чувство за задух, умора

При чувствителни хора: главоболие, дискомфорт

В учебни зали високите нива на CO_2 най-често са свързани с намалена концентрация и дискомфорт, а не с остра токсичност.

4 Практически мерки за ограничаване

A) Кога да се реагира?

Над 1000 ppm: препоръчително е проветряване

Над 1500 ppm: необходима е по-интензивна вентилация

Трайно високи стойности: преглед на вентилационната система и режима на използване

B) Ефективни решения

- Редовно проветряване между занятията
- Механична вентилация / пресен въздух
- Мониторинг с CO_2 датчик и визуална индикация
- Оптимизиране на броя хора и продължителността на престоя
- Поддръжка на HVAC системите и въздухообмена

Добра практика: поддържане на CO_2 под 1000 ppm в учебни зали подпомага комфорта и учебната дейност.

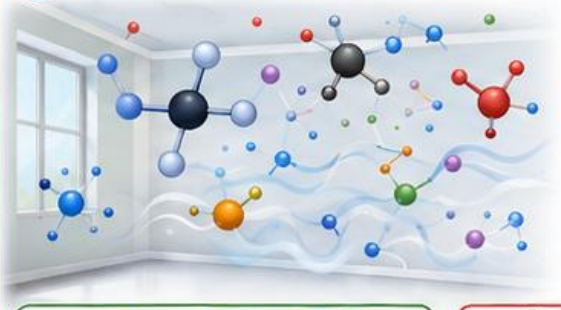
Легенда: източници и натрупване · повишени нива · неблагоприятни ефекти · мерки за ограничаване

CO_2 е важен индикатор за качеството на въздуха в помещенията и за ефективността на вентилацията.

TVOC (общо летливи органични съединения) и влиянието им върху човешкия организъм в затворени помещения (учебни зали)

Източници, натрупване, въздействие върху комфорта и здравето, и мерки за ограничаване

1 Какво представляват TVOC?



- Сумарен показател за общото количество летливи органични съединения
- Излъчват се от материали, продукти и човешка дейност
- Концентрацията зависи от източниците, температурата и вентилацията
- TVOC не означава един конкретен газ, а смес от много съединения

Нисък TVOC
по-малко източници / добра вентилация

Повишен TVOC
натрупване на химични емисии в помещението

TVOC е индикатор за химичното качество на въздуха в помещенията.

2 Типични източници в учебната зала

- Бои, лакове, лепила и строителни материали
- Мебели, плоскости, настилки и текстил
- Почистващи препарати и дезинфектанти
- Маркерни дъски, флумастери, лепила и канцеларски материали

- Принтери, копирни машини и офис техника
- Парфюми, ароматизатори и козметични продукти
- Недостатъчна вентилация / затворени прозорци

Концентрацията на TVOC зависи от емисиите на материалите, интензивността на използване и въздухообмена.

3 Как влияят върху човека?

Индикативна оценка на TVOC (μg/m³)

0–300 μg/m³	Ниско ниво / добър комфорт
301–1000 μg/m³	Повишено / възможен дискомфорт
1001–3000 μg/m³	Внимание / необходимо е проветряване
>3000 μg/m³	Високо / неблагоприятно качество на въздуха

Ориентировъчна индикативна оценка за вътрешна среда

Лигавици и дихателни пътища
дразнене на очи, нос и гърло, кашлица, неприятно усещане

Нервна система и комфорт
главоболие, отпадналост, замайване, понижена концентрация

Чувствителни групи
деца, хора с астма, алергии и повишена чувствителност могат да реагират по-силно

Общ ефект
дискомфорт, намалено внимание и влошено усещане за качество на въздуха

В учебни зали повишеният TVOC най-често е свързан с дискомфорт и дразнене, а не с остро токсично въздействие.

4 Практически мерки за ограничаване

А) Кога да се реагира?

- При осезаема миризма или чувство за застоял/"химичен" въздух
- При повишени стойности от TVOC датчик или чести оплаквания от дискомфорт
- След ремонт, ново обзавеждане, боядисване или интензивно почистване

В) Ефективни решения

- Редовно проветряване между занятията
- Повишаване на пресния въздух / механична вентилация
- Избор на материали и препарати с ниски емисии
- Ограничаване на ароматизатори и излишни химични продукти
- Съхранение на химикали извън учебната зона
- Мониторинг с TVOC датчик и периодична оценка на средата

Добра практика: ниските нива на TVOC подпомагат по-добър комфорт, концентрация и по-здравословна учебна среда.

Легенда: *източници и среда* · *повишени нива* · *неблагоприятни ефекти* · *мерки за ограничаване*

TVOC е важен индикатор за качеството на вътрешния въздух и за необходимостта от адекватна вентилация и контрол на източниците.

ПОВЕДЕНИЕ НА УЧЕБНА ЗАЛА – 15 СТУДЕНТА

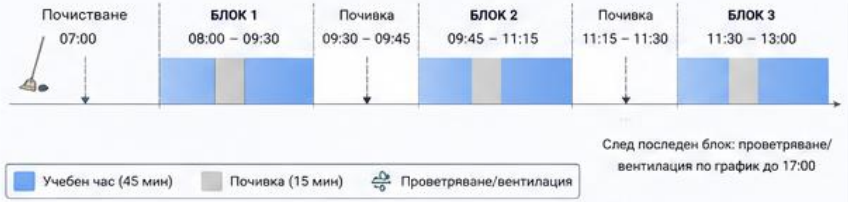
Понеделник – Събота | Няколко блока по 2 учебни часа дневно (45 мин/час + 15 мин почивка) | Почистване: всеки ден около 07:00

КАПАЦИТЕТ НА ЗАЛАТА

15 студента

ПЛОЩ	ОБЕМ
30 m²	~90 m³ (h=3 m)

ДНЕВЕН ГРАФИК (пример)



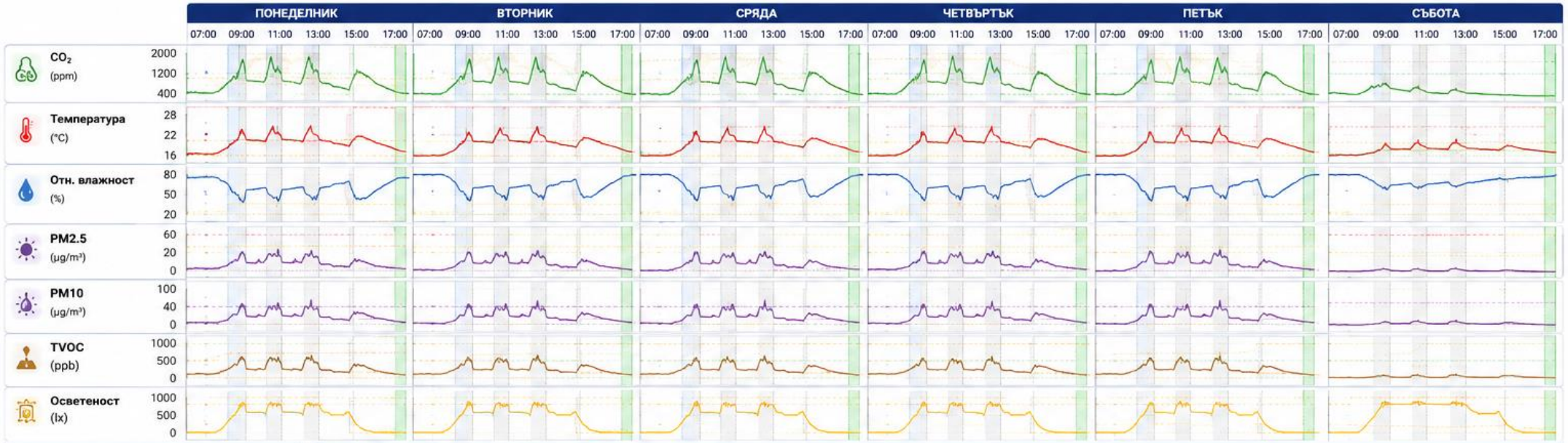
След последен блок: проветряване/вентилация по график до 17:00

НАЧАЛНИ УСЛОВИЯ СЛЕД ПОЧИСТВАНЕ (≈07:00)

Температура	21.0 °C
Отн. влажност	45 %
CO_2	450 ppm
TVOC	150 ppb
PM2.5	5 μg/m³
PM10	10 μg/m³
Осветеност	500 lx

ВЪНШНИ УСЛОВИЯ (пример)

Температура	5 – 28 °C (денонощие)
Отн. влажност	35 – 80 %
PM2.5	5 – 35 μg/m³
PM10	10 – 60 μg/m³
CO_2	~420 ppm
Слънчево греене	Варира
Вятър	0 – 5 m/s



СКАЛИ ЗА ОЦЕНКА

НОРМАЛНО | ПОВИШЕНО | ВНИМАНИЕ | ОПАСНОСТ

ПРЕПОРЪЧИТЕЛНИ ГРАНИЦИ ЗА УЧЕБНИ ЗАЛИ (ЕВРОПЕЙСКИ ПРАКТИКИ)

CO_2	Температура	Отн. влажност	PM2.5	PM10	TVOC	Осветеност
< 800 | 800–1200 | 1200–1500 | >1500 ppm	20–24 | 24–26 | 26–28 | >28 °C	40–60 | 30–40 / 60–70 | 20–30 / 70–80 | <20 / >80 %	<15 | 15–25 | 25–35 | >35 μg/m³	<30 | 30–50 | 50–75 | >75 μg/m³	<250 | 250–500 | 500–[illegible] | [illegible]	300–500 | 500–750 | 750–1000 | <300 / >1000 lx

ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ НА ПОВЕДЕНИЕТО

ВЪТРЕШНИ

- Брой хора (15)
- Дейност (умствена работа)
- График на занятията
- Вентилация (естествена/механична)
- Почистване и материали
- Оборудване (проектор, компютри)

ВЪНШНИ

- Външни климатични условия
- Качество на външния въздух
- Ориентация и слънчево греене
- Шум и трафик
- Сезон и ден от седмицата

КАК РАБОТИ СИСТЕМАТА

ВХОДОВЕ

- Външен въздух
- Хора
- Дейност
- Оборудване
- Материали

УЧЕБНА ЗАЛА (затворена система)

Натрупване
Топлина, CO_2, Влага, PM, VOC, Топлинен индекс

ИЗХОДИ

- Вентилация
- Проветряване
- Филтрация
- Отвеждане на замърсители
- Почистване

КОНТРОЛ И ОБРАТНА ВРЪЗКА

Мониторинг → Анализ → Регулиране → Подобрение

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

- CO_2, TVOC и PM се повишават при натоварване и намаляват при почивки и проветряване.
- Температурата се повишава постепенно; влажността спада по време на занятия.
- Редовната вентилация (кръстосана или механична) поддържа средата в норма.
- Почистването сутрин осигурява добър старт на деня.
- При високи външни температури – засенчване и охлаждане.
- Цел: поддържане на всички параметри в "НОРМАЛНО" за здраве, комфорт и висока концентрация на студентите.

ДОПЪЛНИТЕЛНИ ПРАКТИКИ

- Проветряване между блоковете
- CO_2 базирано управление на вентилация
- HEPA филтрация при нужда
- Използване на слабо емитиращи материали
- Контрол на осветлението (дневна светлина + изкуствена)

Забележка: Данните са примерни и илюстративни. Реалните стойности зависят от конкретната сграда, инсталации и външни условия.

Поддържай чист въздух – поддържай ума буден!

КАК ПАРАМЕТРИТЕ НА УЧЕБНАТА ЗАЛА ВЛИЯЯТ НА КОГНИТИВНИТЕ СПОСОБНОСТИ НА СТУДЕНТИТЕ

Връзка между качеството на вътрешната среда, физиологичните реакции и учебната ефективност

1. Ключови параметри на средата

CO_2 / вентилация

<800–1000 ppm	1000–1500 ppm	>1500 ppm

Ефект: сънливост, спад на вниманието, по-бавна мисловна работа

Температура

20–24 °C	<20 °C	>26 °C

Ефект: дискомфорт, умора, по-ниска концентрация

Относителна влажност

40–60 %	<30 %	>70 %

Ефект: сухота/тежък въздух, непряк спад в комфорта и вниманието

PM2.5 / PM10

по-ниски нива = по-добре

Ефект: дразнене, главоболие, понижено внимание

TVOC

ниски нива = по-добре

Ефект: миризми, дразнене, умора, разсейване

Осветеност

300–500 lx (работна повърхност)	<300 lx	>750 lx или силни отблясъци

Ефект: зрително напрежение, по-бавно четене, разсейване

Показаните граници са ориентировъчни за учебни зали.

2. Механизми на въздействие

→ силно влияние → умерено влияние - - → допълнително влияние

1. Качество на въздуха и дишане

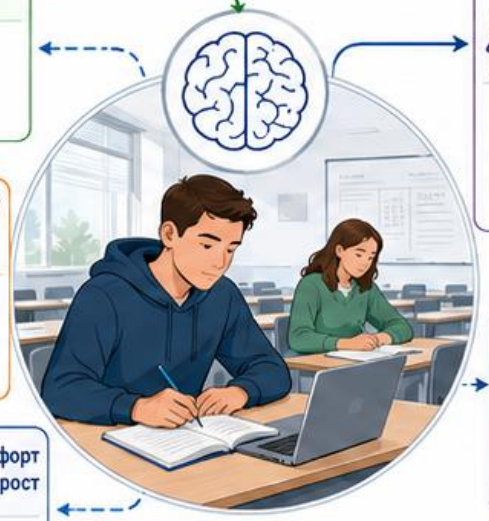
CO_2, PM, TVOC и вентилацията влияят най-силно на въздушния комфорт.

2. Топлинен комфорт / топлинен стрес

Температурата и влажността влияят най-силно на топлинния комфорт.

3. Зрителен комфорт и циркадна бодрост

Осветеността влияе най-силно на зрителния комфорт и бодростта.



4. Дразнене / главоболие / умора

Замърсители, неподходяща температура, влажност и осветление могат да предизвикат умора и дразнене.

5. Субективен комфорт и ангажираност

Общият комфорт оформя настроението, мотивацията и готовността за учене.

Бележка: *CO_2, PM, TVOC и вентилацията влияят най-силно на въздушния комфорт; температурата и влажността – на топлинния комфорт; осветеността – на зрителния комфорт и бодростта.*

3. Когнитивни ефекти

	↑	↓
Внимание и концентрация	по-добро	*понижение / повече грешки / по-бавна работа*
Работна памет	по-добро	*понижение / повече грешки / по-бавна работа*
Скорост на обработка	по-добро	*понижение / по-бавна обработка*
Време за реакция	по-добро	*увеличено време за реакция*
Четене и разбиране	по-добро	*по-бавно четене / по-ниско разбиране*
Решаване на задачи / качество на работата	*по-добро*	*повече грешки / по-ниско качество*

4. Най-типични зависимости

1. ↓ **Повишен CO_2 и недостатъчна вентилация** → сънливост, по-ниско внимание, по-слаба работа при по-сложни задачи
2. ↑ **Повишена температура** → умора, по-бавна обработка и спад на концентрацията
3. ↕ **Неподходяща влажност** → дискомфорт и по-лесно разсейване
4. ↓ **Повишени PM и TVOC** → главоболие, дразнене и по-ниска учебна ангажираност
5. → **Недостатъчна осветеност** → зрителна умора и по-бавно четене
6. ↑ **Добре балансирана среда** → по-добра концентрация, по-малко грешки и по-висока учебна ефективност

5. Управление и оптимизация

1. Редовно проветряване / механична вентилация
2. Контрол на CO_2 и заетостта
3. Поддържане на температура 20–24 °C
4. Поддържане на относителна влажност 40–60 %
5. Филтрация и чистота за ограничаване на PM
6. Нискоемисионни материали и продукти
7. Осветеност 300–500 lx без заслепяване
8. Мониторинг с датчици и интерпретация на данните

Когнитивната работоспособност на студентите зависи не от един, а от съвкупността на параметрите на вътрешната среда.
Най-добри резултати се очакват при добра вентилация, умерена температура, подходяща влажност, ниски нива на замърсители и качествено осветление.

Учебната зала като сложна взаимосвързана жизнена система

Взаимодействие между предишно състояние, брой ученици, извършвана дейност, външни въздействия, сградни системи и качеството на вътрешната среда

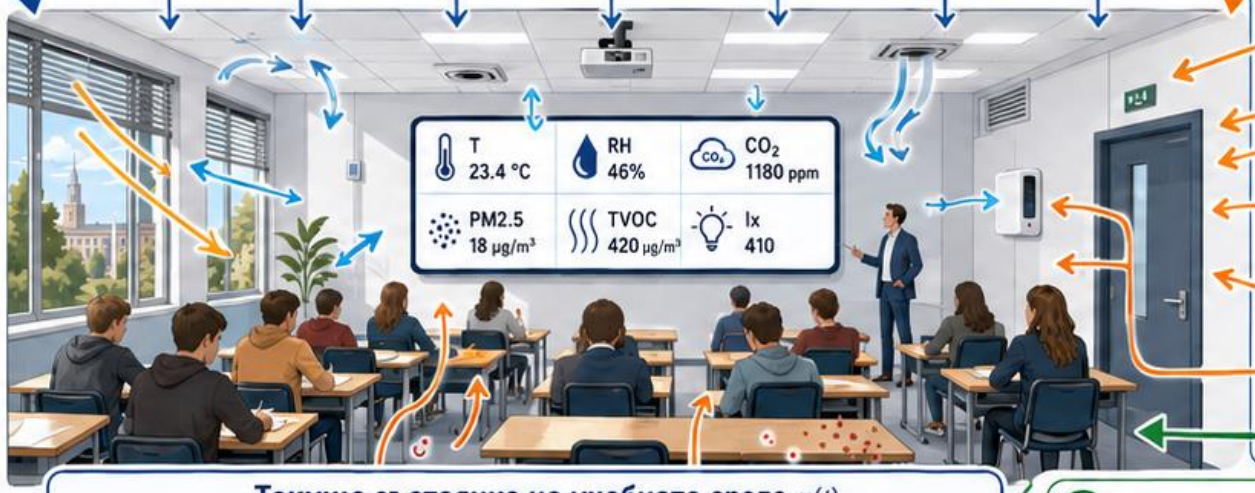
1 Памет на системата / предишно състояние (t−1)

състояние след предишния час	•••
натрупан CO_2	↑
остатъчна топлина	↑
остатъчна влага	↑
натрупани PM/TVOC	↑
отворени/затворени прозорци	↔
почистване	✓
проветряване	↔
време без заетост	•••

Началното състояние за текущия интервал зависи от това как е завършил предишният.

2 Външни въздействия

- външна температура
- външна относителна влажност
- слънчево греене
- вятър и инфилтрация
- външно замърсяване (PM, NO_2, озон)
- шум отвън
- сезон и час от деня



3 Вътрешни източници и дейности

- брой ученици и преподавател
- дишане ⟶ CO_2 и влага
- телесна топлина
- седене / лекция
- говорене / дискусия
- движение / междучасие
- писане / лабораторна работа
- почистване
- материали, мебели и довършителни продукти
- принтери/техника
- прах от под и повърхности

4 Взаимодействия и причинно-следствени връзки

- ↑ брой хора ⟶ ↑ CO_2, ↑ влага, ↑ топлина
- ↑ движение ⟶ ↑ ресуспендиране на прах
- ↑ слънчево греене ⟶ ↑ температура, ↑ осветеност, възможни отблясъци
- ↓ вентилация ⟶ натрупване на CO_2, TVOC и биоаерозоли
- ↑ външно замърсяване + отворени прозорци ⟶ ↑ вътрешни PM
- ↑ влажност + студени повърхности ⟶ риск от конденз
- неподходящо осветление ⟶ зрителен дискомфорт и понижена концентрация

Текущо състояние на учебната среда $x(t)$

температура	относителна влажност	CO_2	PM2.5 / PM10	TVOC	осветеност
23.4 °C	46%	1180 ppm	18 / 28 μg/m³	420 μg/m³	410 lx

- въздушен обмен: 3.2 ACH → топлинен индекс: 24.1 °C → субективен комфорт: Умерен (3/5)

$$x(t) = f[x(t-1), N(t), A(t), d_{out}(t), HVAC(t), B, U(t)]$$

където $x(t)$ е състоянието на средата; $N(t)$ – брой хора; $A(t)$ – дейност; $d_{out}(t)$ – външни въздействия; B – характеристики на сградата; $U(t)$ – управляващи действия

5 Управление, мониторинг и обратна връзка

датчици / мониторинг → анализ / интерпретация → действия → нова среда $x(t+1)$

- проветряване
- HVAC управление
- щори / засенчване
- режим на осветление
- мокро почистване
- организация на заетостта
- смяна на дейността

Системата е динамична и самовлияеща се.

Основен извод

Учебната зала не е статично помещение, а динамична система, в която качеството на средата зависи от предишното състояние, заетостта, дейността, външните условия и управлението в реално време.

● външни въздействия ● вътрешни източници и дейности ● управление и обратна връзка ● рискове / натрупване ● състояние на средата

СЕНЗОРНА МРЕЖА НА ЕТАЖ – УЧЕБНА СГРАДА

Безжично наблюдение на качеството на вътрешната среда

ЕТАЖ 2 (примерен)

ИЗМЕРВАНИ ПАРАМЕТРИ

Температура	°C
Относителна влажност	% RH
CO_2	ppm
PM2.5 / PM10	µg/m³
TVOC	ppb
Осветеност	lux

ЦЕНТРАЛНА СИСТЕМА

Събиране → Обработка → Анализ → Визуализация на данните

ЛЕГЕНДА

- Сензорен възел
- Безжична връзка (Wi-Fi)
- Access Point
- Кабелна връзка (Ethernet)
- Индикатор за състояние на параметрите

Сензори

- Температура
- Влажност
- CO_2
- PM2.5 / PM10
- TVOC
- Осветеност

→

Безжична мрежа

- Wi-Fi 2.4 / 5 GHz
- Шифрована връзка (WPA2/3)

→

Централна система

- Събиране
- Обработка
- Буфериране

→

База данни

- Съхранение
- Исторически данни
- Архив

→

Анализ и аларми

- Прагови стойности
- Отклонения
- Нотификации

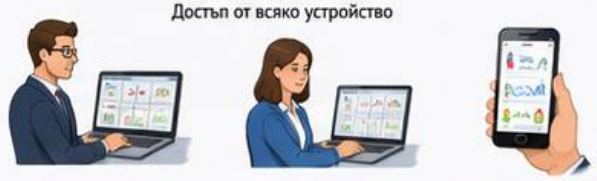
→

Уеб визуализация / мониторинг

- Табла
- Графики
- Отчети

ПОТРЕБИТЕЛИ

Достъп от всяко устройство



Администратор | Преподавател | Мобилен достъп

ⓘ Системата осигурява непрекъснат мониторинг на качеството на въздуха и микроклимата в учебните помещения за здравословна, комфортна и ефективна учебна среда.

ПАНЕЛ ЗА МОНИТОРИНГ НА УЧЕБНИ ЗАЛИ

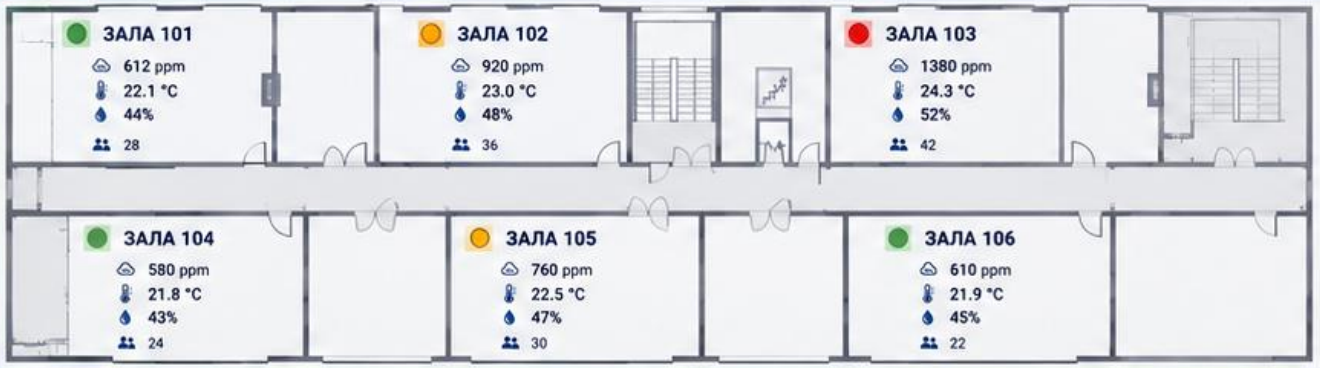
Състояние и поведение на учебните зали в реално време

24 май 2025 г.
Събота

09:24:18

АКТИВНИ ЗАЛИ	СРЕДЕН CO_2	СРЕДНА ТЕМПЕРАТУРА	СРЕДНА ОТН. ВЛАЖНОСТ	СРЕДЕН PM2.5	СРЕДЕН PM10	СРЕДЕН TVOC	СРЕДНА ОСВЕТЕНОСТ	КОМФОРТ / IAQ ИНДЕКС	АКТИВНИ АЛЕРТИ
5 / 6	742 ppm	22.4 °C	46 %	18 μg/m³	28 μg/m³	312 μg/m³	512 lx	78 /100	3
83%									Внимание

ЕТАЖ 2 – КАРТА НА УЧЕБНИТЕ ЗАЛИ



- Отлично
- Добро
- Умерено
- Незадоволително
- Неактивна
- Стълбище
- Асансьор
- WC

АЛЕРТИ И СЪБИТИЯ

09:21	Зала 103	**Висока концентрация на CO_2** — 1380 ppm – препоръчително проветряване
09:18	Зала 102	**Повишен PM2.5 след активност** — 32 μg/m³ – след лекция, наблюдава се спад
09:12	Зала 105	**Ниска осветеност** — 420 lx – под препоръчителното ниво
08:47	Зала 103	**Вентилация активна (автоматично)** — Увеличен дебит – поради високо CO_2
07:05	Етаж 2	**Почистване завършено** — Залите са готови за занятия

Виж всички събития →

ТЕКУЩО ПОВЕДЕНИЕ – ЗАЛА 103

Днес, 24 май 2025 г. — Лекция — Почивка

АНАЛИТИКА И ПРОГНОЗА – ЗАЛА 103

Очакван пик на CO_2
10:30

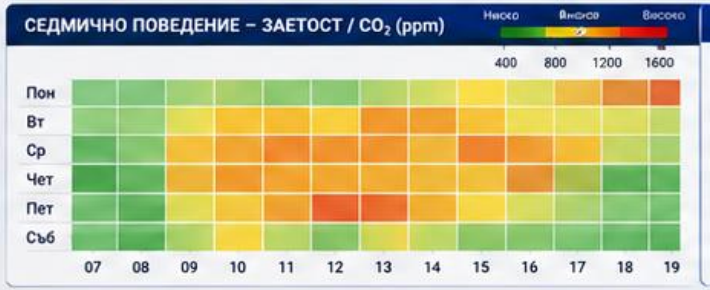
Препоръчително проветряване
след блок 2 (11:15)

Комфортен индекс
Добър (72/100)

ПРОГНОЗА CO_2 (ppm)

Прогноза на база заетост и исторически данни

СЕДМИЧНО ПОВЕДЕНИЕ – ЗАЕТОСТ / CO_2 (ppm)



СРАВНЕНИЕ НА УЧЕБНИТЕ ЗАЛИ – ТЕКУЩИ СТОЙНОСТИ

Зала	Съст.	Темп. (°C)	RH (%)	CO_2 (ppm)	PM2.5 (μg/m³)	PM10 (μg/m³)	TVOC (μg/m³)	Освет. (lx)	Заетост (%)	Комфорт (/100)
Зала 101	●	22.1	44	612	15	24	280	560	47	82
Зала 102	●	23.0	48	920	32	44	360	480	60	68
Зала 103	●	24.3	52	1380	28	38	420	410	70	55
Зала 104	●	21.8	43	580	12	20	250	620	40	85
Зала 105	●	22.5	47	760	18	26	310	420	50	72
Зала 106	●	21.9	45	610	16	22	295	580	35	80

СЪСТОЯНИЕ НА СИСТЕМИТЕ

HVAC система	Нормално	Качество на въздуха	Добро
Вентилация	Автоматичен режим	Енергопотребление	Нормално
Филтрация	Нормално	Мрежова свързаност	Свързано
Осветление	Нормално	Сензори онлайн	58 / 60

Данните се актуализират на всеки 30 секунди

АНАЛИЗАТОРСКИ ПАНЕЛ ЗА УЧЕБНИ ЗАЛИ

Задълбочени анализи, прогнозиране, откриване на аномалии и подпомагане на управлението

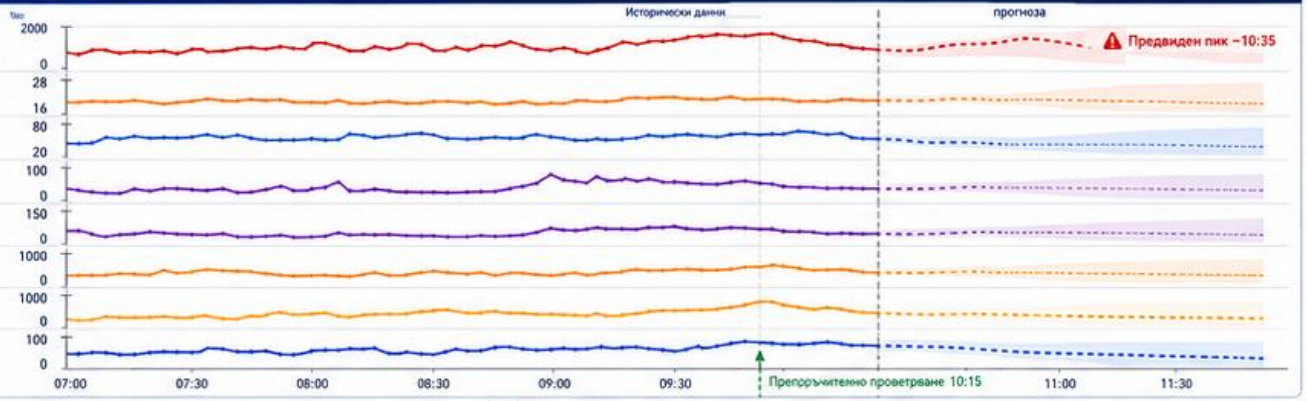
24 май 2025 г.
Събота

09:24:18
Обновено: 09:24:18

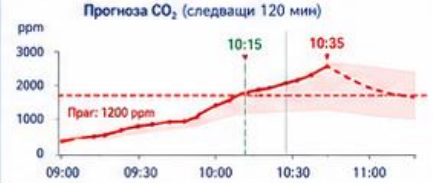
Активни зали	Качество на данните	Среден комфортен индекс	Среден CO_2	Открити аномалии	Прогнозен риск за следващите 2 часа	Енергийна ефективност	Статус на прогнозния модел
42 / 45	97 %	74 /100	728 ppm	7	62%	81 /100	Активен
Нормално	Отлично	Добро	Повишен	Висок риск	Повишен	Добра	Висока точност (R^2=0.92)

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕН АНАЛИЗ — ЗАЛА 103

CO_2 (ppm)	1380
Температура (°C)	24.3
Отн. влажност (%)	52
PM2.5 (μg/m³)	28
PM10 (μg/m³)	42
TVOC (μg/m³)	420
Осветеност (lx)	410
Заетост (%)	72



ПРОГНОЗИРАНЕ И РАННО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ



Вероятност от дискомфорт

(след 2 часа)

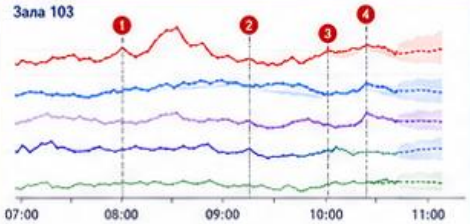
- Ниска <30%
- Умерена 30–60%
- Висока >60%

Прогнозен момент за достигане на праг

10:35
(CO_2 > 1200 ppm)

Очаквано превишение на CO_2 около 10:35 — **препоръчително проветряване в 10:15.**

ОТКРИВАНЕ НА АНОМАЛИИ



Събития

1. 08:12 Рязък скок на PM2.5 Стойност: 95 μg/m³
2. 08:47 Нетипично висок TVOC след почистване (620 μg/m³)
3. 09:31 Понижена осветеност (210 lx)
4. 10:02 Необичайно бързо покачване на CO_2

ОБЯСНИМ AI / ВЛИЯЕЩИ ФАКТОРИ

Легенда

Положителни стойности увеличават вероятността за превишение/дискомфорт.

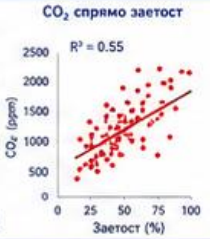
Отрицателни стойности я намаляват.

Модел: Градиентен бустинг
Точност (R^2): 0.92
Последно обучение: 23.05.2025

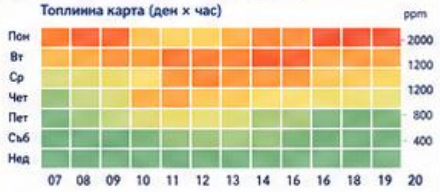
КОРЕЛАЦИИ И ЗАВИСИМОСТИ

Корелационна матрица (Pearson r)

	CO_2	Темп.	RH	PM2.5	PM10	TVOC	Освет.	Зает.	Комфорт
CO_2	1.00	0.45	-0.62	0.66	0.58	0.62	-0.31	0.74	-0.71
Темп.	0.45	1.00	-0.58	0.37	0.29	0.41	-0.18	0.27	-0.52
RH	-0.62	-0.58	1.00	-0.48	-0.42	-0.54	0.25	-0.61	0.65
PM2.5	0.66	0.37	-0.48	1.00	0.82	0.74	-0.28	0.58	-0.64
PM10	0.58	0.29	-0.42	0.82	1.00	0.71	-0.22	0.52	-0.58
TVOC	0.62	0.41	-0.54	0.74	0.71	1.00	-0.31	0.47	-0.61
Освет.	-0.31	-0.18	0.25	-0.28	-0.22	-0.31	1.00	-0.54	0.33
Зает.	0.74	0.27	-0.61	0.58	0.52	0.47	-0.54	1.00	-0.78
Комфорт	-0.71	-0.52	0.65	-0.64	-0.58	-0.61	0.33	-0.78	1.00



СЕДМИЧНИ МОДЕЛИ — CO_2 (ppm)



СЦЕНАРИИ „КАКВО АКО?" (прогноза за следващите 120 мин)

ПРЕПОРЪКИ КЪМ ОПЕРАТОРА

Проветряване след блок 2 (около 10:15).	Висок	>
Проверка на локален източник на PM (възможна прах/строеж).	Висок	>
Поддържане на осветеност 300–500 lx.	Среден	>
Преглед на режима на HVAC (увеличи въздушния обмен).	Среден	>
Контрол на заетостта — избягване на претоварване над 80%.	Среден	>

СРАВНИЧЕН АНАЛИЗ НА ЗАЛИ (текущо състояние и краткосрочна прогноза)

№	Зала	Сграда/Етаж	Заетост (%)	CO_2 (ppm)	Темп. (°C)	RH (%)	PM2.5 (μg/m³)	PM10 (μg/m³)	TVOC (μg/m³)	Освет. (lx)	Комфортен индекс	Риск (2 ч.)	Прогноза за CO_2 (макс.)	Тренд	Препоръка
1	Зала 101	Корпус 1 / Ет. 2	68	920	22.1	48	15	24	280	560	0.25	Нисък	1050 ppm	↗	Наблюдение
2	Зала 102	Корпус 1 / Ет. 2	72	1180	23.0	46	32	44	360	480	0.10	Умерен	1450 ppm	↗	Проветряване
3	Зала 103	Корпус 1 / Ет. 2	72	1380	24.3	52	28	42	420	410	-0.35	Висок	2100 ppm	↗↗	Проветряване преп.
4	Зала 104	Корпус 2 / Ет. 1	58	610	21.8	43	12	20	250	420	0.45	Нисък	800 ppm	→	Оптимално
5	Зала 105	Корпус 2 / Ет. 1	62	1050	22.5	47	18	26	310	420	0.55	Умерен	1300 ppm	↗	Наблюдение
6	Зала 106	Корпус 3 / Ет. 3	45	580	21.9	45	10	18	220	580	0.55	Нисък	700 ppm	→	Оптимално

Общ статус

Бърз поглед на състоянието на залата.

Текущи показатели

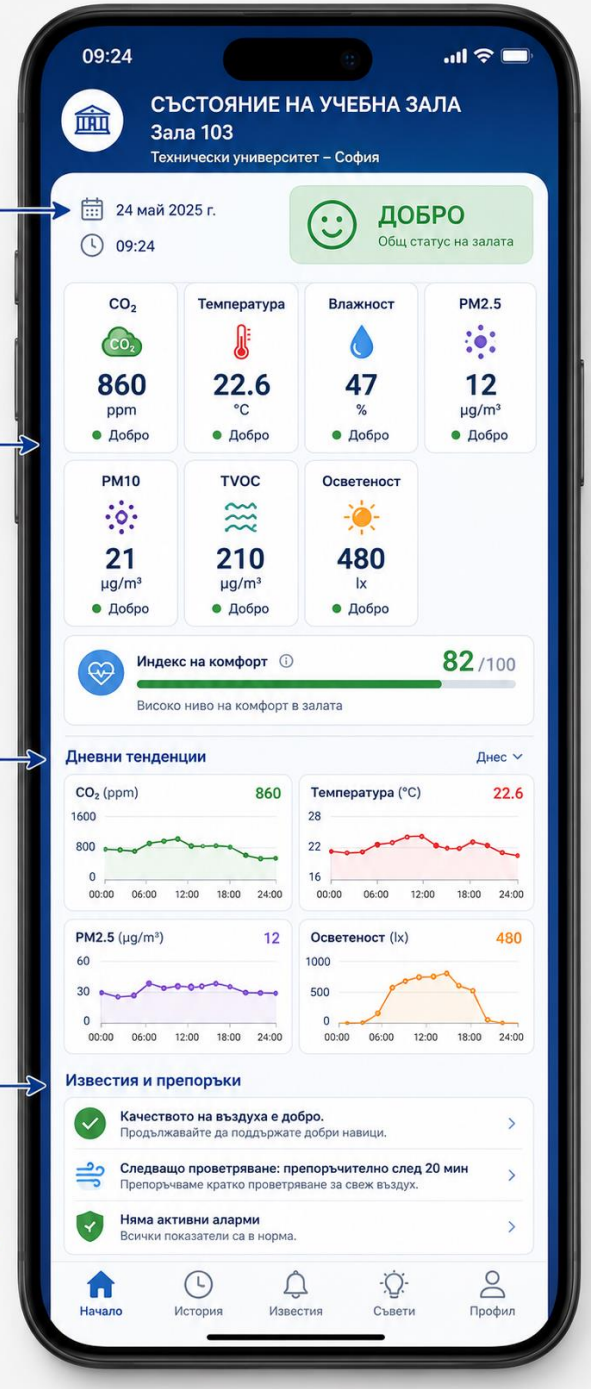
Основните показатели в реално време.

Дневни тенденции

Развитие на ключови показатели през деня.

Известия и препоръки

Актуални съобщения и полезни препоръки за по-добра среда.



СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА В ДЕТСКА ГРАДИНА

Наблюдение, анализ и управление на качеството на вътрешната среда за здраве, комфорт и безопасност

ИЗМЕРВАНИ ПАРАМЕТРИ

Температура	°C
Относителна влажност	% RH
CO_2	ppm
PM2.5 / PM10	µg/m³
TVOC	ppb
Осветеност	lx
Заетост / Присъствие	човек/м²
Индекс на комфорт	/100

СПЕЦИФИЧНИ ПОЛЗИ ЗА ДЕТСКА ГРАДИНА

- По-добър въздушен комфорт за децата
- Контрол на CO_2 по време на игри и занимания
- Наблюдение на качеството на въздуха по време на сън
- Поддържане на подходяща температура и влажност
- Ранно откриване на неблагоприятни условия
- Подпомагане на проветряване, почистване и работа на HVAC

ЦЕНТРАЛНА СИСТЕМА – ДАННИ И УПРАВЛЕНИЕ

Събиране на данни — Всички сензори на всеки 30 сек.

→ **Обработка** — Филтриране, валидиране, агрегация

→ **Анализ** — Оценка на тенденции, прагове и модели

→ **Аларми** — Отклонения и събития в реално време

→ **Визуализация / Отчети** — Табла, графики, експорт на данни

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ НА ПОМЕЩЕНИЯТА

24 май 2025 г. | 09:24

	°C	% RH	ppm	µg/m³	TVOC ppb	lx	чов./м²	Индекс /100
Занималня	22.4	46	612	15	210	520	0.9	84
Спалня	21.2	48	520	10	150	120	0.3	88
Столова	23.6	43	980	28	450	480	1.4	62
Съблекалня	24.8	41	1420	45	680	310	2.1	45

ПРИМЕРНИ СЦЕНАРИИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ

1. СУТРИН ПРЕДИ ПРИЕМ

Проверка след почистване и проветряване. Потвърждаване на нормални стойности.

2. ПО ВРЕМЕ НА АКТИВНИ ИГРИ

Следене на CO_2 и PM. Осигуряване на добър въздухообмен за активни занимания.

3. СЛЕДОБЕДЕН СЪН

Тиха и комфортна среда. Контрол на температура и CO_2 за качествен сън на децата.

4. ХРАНЕНЕ И СЛЕД ПОЧИСТВАНЕ

Вентилация и контрол на миризми / TVOC. Проверка на качеството на въздуха.

5. ИЗВЕСТЯВАНЕ КЪМ ПЕРСОНАЛА

Автоматични аларми при отклонения. Незабавни действия за защита на децата.

ЗДРАВОСЛОВНА • КОМФОРТНА • БЕЗОПАСНА СРЕДА ЗА ВСЯКО ДЕТЕ – ВСЕКИ ДЕН

Грижа за здравето · Комфорт и благополучие · Безопасност и спокойствие · Ефективно управление на сградата

СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА В МАЛКО ПРОИЗВОДСТВЕНО ПРЕДПРИЯТИЕ

Наблюдение, анализ и подпомагане на управлението за здраве, качество, безопасност и енергийна ефективност

ИЗМЕРВАНИ ПАРАМЕТРИ

Температура	°C
Относителна влажност	% RH
CO_2	ppm
PM2.5 / PM10	µg/m³
TVOC	ppb
Осветеност	lx
Шум	dB(A)
Индекс на комфорт / работна среда	/100

СПЕЦИФИЧНИ ПОЛЗИ ЗА ПРЕДПРИЯТИЕТО

- По-добър комфорт и работоспособност на персонала
- Контрол на CO_2, прах и летливи съединения
- Подпомагане на вентилацията и HVAC управлението
- По-стабилни условия за качество на продукцията
- Ранно откриване на неблагоприятни условия
- Подобряване на енергийната ефективност

ЦЕНТРАЛНА СИСТЕМА — ДАННИ И УПРАВЛЕНИЕ

Събиране на данни — всички сензори на 30 s → **Обработка** — филтриране, валидация, агрегация → **Анализ** — тенденции, прагове, прогнози → **Аларми** — отклонения и събития в реално време → **Визуализация / Отчети** — табла, графики, експортиране

СТАТУС: Нормално · Внимание · Аларма

Безжична връзка (Wi-Fi) · Кабелна връзка (Ethernet)

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ НА ЗОНИТЕ

	°C	% RH	CO_2 ppm	PM2.5 µg/m³	TVOC ppb	lx	dB(A)	/100
1 Производствен участък	23.6	51	1050	28	620	420	78	72
2 Сглобяване/ Опаковане	22.2	47	780	16	210	480	65	81
3 Склад	20.8	58	620	8	120	240	48	86
4 Офис/ Контрол	22.4	46	560	10	150	520	52	88

ПРИМЕРНИ СЦЕНАРИИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ

1. ПРЕДИ ЗАПОЧВАНЕ НА СМЯНАТА — проверка на началните условия и проветряване

2. ПО ВРЕМЕ НА АКТИВНА РАБОТА — наблюдение на CO_2, прах и шум

3. ОПЕРАЦИИ С МАТЕРИАЛИ / ХИМИЧНИ ПРОДУКТИ — контрол на TVOC и вентилация

4. СКЛАД И СЪХРАНЕНИЕ — контрол на температура и влажност

5. ИЗВЕСТЯВАНЕ КЪМ ОТГОВОРНИЯ ПЕРСОНАЛ — автоматични аларми при отклонения

ЗДРАВОСЛОВНА • КОНТРОЛИРАНА • ЕФЕКТИВНА РАБОТНА СРЕДА

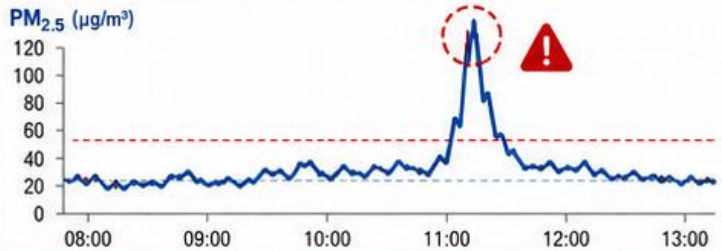
Здраве и безопасност · Качество на продукцията · Енергийна ефективност · Данни за управление

КАК AI ПОДПОМАГА АНАЛИЗА

Практически приложения на интелигентния анализ в системи за мониторинг на жизнената среда

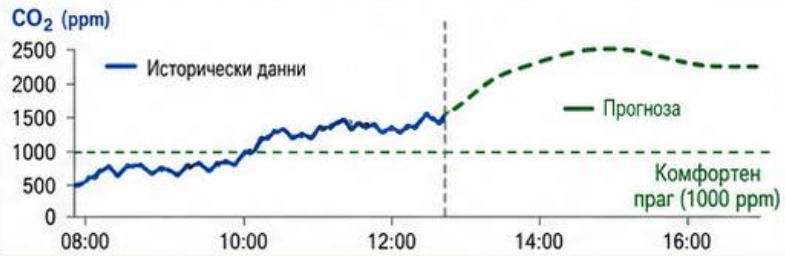
AI подпомага анализа на големи масиви от данни, открива модели и насочва вниманието към проблемни ситуации.

1 Откриване на аномалии



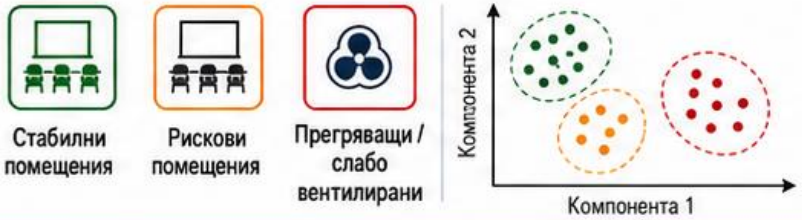
- необичайни пикове
- отклонения от нормалния модел
- ранно предупреждение

2 Прогнозиране



- кога залата ще излезе от комфортен режим
- очаквано повишение на CO_2
- подкрепа за превантивни действия

3 Класификация / групиране на помещения



- стабилни помещения
- рискови помещения
- прегряващи / слабо вентилирани

4 Препоръки и приоритизация

Приоритет	Помещение	Проблем	Увереност
1	Зала 204	Висок CO_2	■■■■■□□
2	Зала 105	Повтарящ се пик PM2.5	■■■■□□□
3	Зала 301	Висок TVOC	■■■□□□□
4	Кабинет 12	Шум над норма	■■■□□□□

- първо проверете тези помещения
- повтарящи се проблеми
- насочване на техническия екип

Входни данни

Температура (°C) · Влажност (%) · CO_2 / eCO_2 (ppm) · $PM_{2.5}$ / PM_{10} (µg/m³) · TVOC (ppb) · Шум (dB) · Осветеност (lx) · Заетост (брой) · Външни условия

→ Измервания → Данни → AI анализ → Експертна интерпретация → Решение / действие

AI е една стъпка в процеса — не е крайната инстанция.

Важни уточнения

- AI не е магическо решение
- AI подпомага, но не замества инженерната преценка
- Крайното решение остава експертно и управленско

AI помага да видим по-бързо кое е важно — но надеждните данни, инженерният контекст и експертната оценка остават решаващи.

Следващият въпрос е: какъв е разумният практически път за внедряване?

КАК СЕ ЗАПОЧВА ПИЛОТЕН ПРОЕКТ

Практически път за постепенно внедряване на система за мониторинг на жизнената среда

1 Избор на обект
няколко учебни зали, офиси или заседателни помещения

2 Формулиране на проблема
задух, температурен дискомфорт, шум, оплаквания, енергийна неефективност

3 Избор на параметри
следим само реално нужните показатели

4 Правилен монтаж
коректни места, представителност и надеждност

5 Събиране на данни
няколко седмици, различни режими на използване

6 Анализ
търсим модели, причини и контекст

7 Мерки и проверка
действие, оценка на ефекта и оптимизация

Логика на пилотния проект

проблем → измерване → данни → решение → проверка

Защо пилотен проект?

- по-нисък начален риск
- по-добро разбиране на проблема
- поетапно разширяване
- решения, основани на данни

Ключова идея

Не купуваме технология заради самата технология, а изграждаме инструмент за конкретен управленски проблем.

Следващият въпрос е: какво реално печели организацията?

КАКВО ПЕЧЕЛЯТ МСП И ПУБЛИЧНИЯТ СЕКТОР

Практически ползи от системите за мониторинг на жизнената среда за организации, сгради и екипи

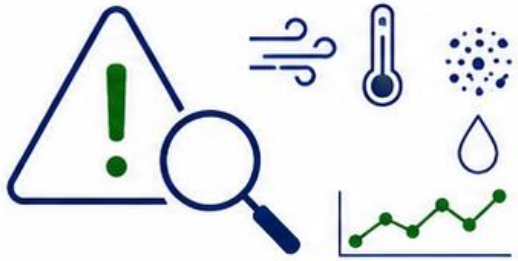
1 По-добър комфорт

- По-добри условия за учене и работа.
- По-малко дискомфорт и оплаквания.
- По-здравословна вътрешна среда.

2 По-добри решения

- Решения, подкрепени от измервания и анализ.
- Не само на базата на оплаквания и впечатления.

3 По-ранно откриване на проблеми



- Ранни сигнали за вентилация, прегряване, прах, влажност.
- Навременно откриване на повтарящи се аномалии.

4 По-ефективно управление

- Приоритизиране на поддръжката.
- По-добро използване на ресурсите.
- Оптимизация на работата на сградите.

За кого е полезно?

Образователни институции
по-добра среда за обучение и работа

Публичен сектор
по-прозрачно и обосновано управление

МСП
контрол на работната среда и оптимизация на разходи

Технически екипи
данни за поддръжка и приоритизация

Най-голямата полза е, че решенията вече не се вземат само по оплаквания и впечатления, а се подкрепят от измервания и анализ.

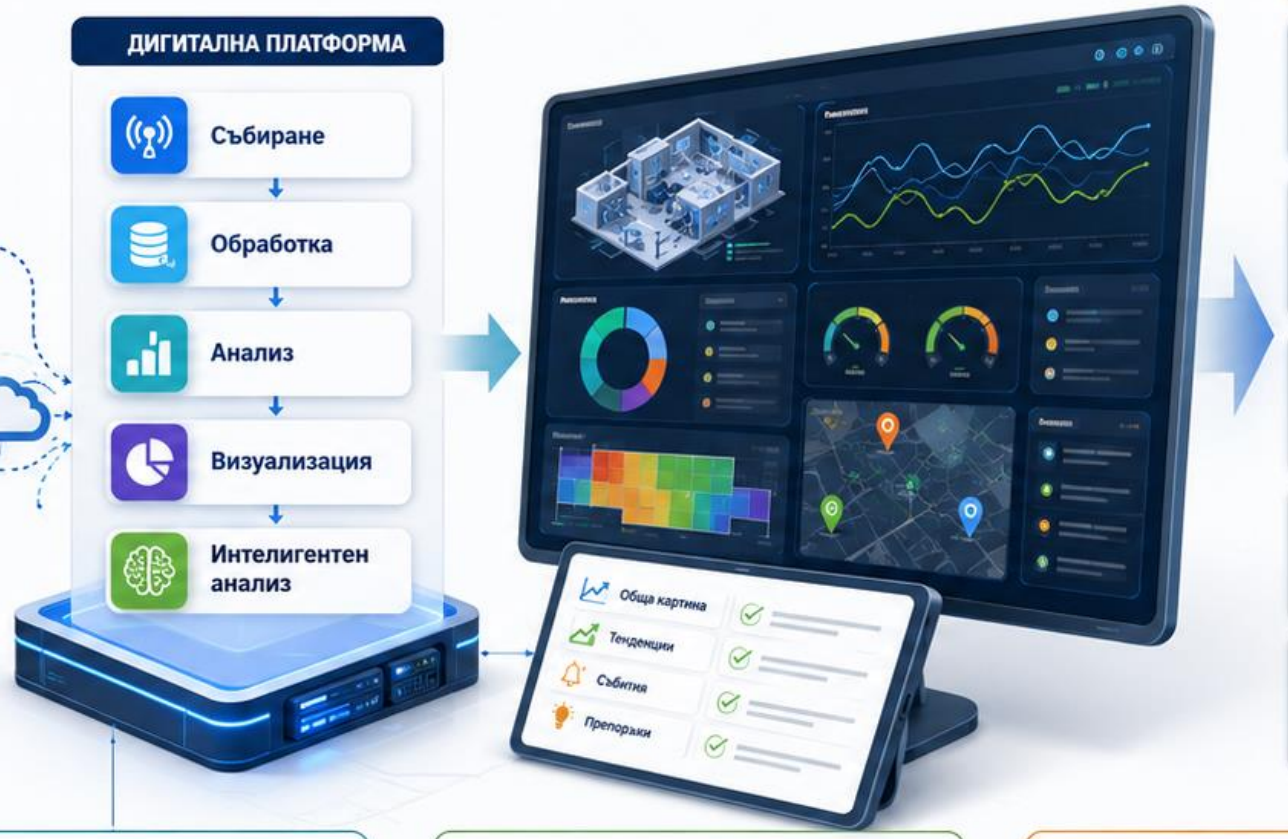
Ще завърша с основното послание на уебинара.

ИНТЕЛИГЕНТНО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА

Не можем да управляваме добре среда, която не познаваме.
Сензорите дават видимост, данните дават разбиране,
а интелигентният анализ превръща наблюдението в управленско решение.

ДИГИТАЛНА ПЛАТФОРМА

- Събиране
- Обработка
- Анализ
- Визуализация
- Интелигентен анализ



РЕШЕНИЯ И ПО-ДОБРА СРЕДА

- ПРОВЕТРЯВАНЕ
- HVAC УПРАВЛЕНИЕ
- ПОЧИСТВАНЕ
- ИЗВЕСТЯВАНИЯ / АЛАРМИ
- ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ
- КОМФОРТ
- ЗДРАВЕ
- БЕЗОПАСНОСТ
- ПЛАНИРАНЕ
- ОПТИМИЗАЦИЯ

СЕНЗОРИ ДАВАТ ВИДИМОСТ → **ДАННИТЕ ДАВАТ РАЗБИРАНЕ** → **ИНТЕЛИГЕНТНИЯТ АНАЛИЗ ПОДПОМАГА РЕШЕНИЯТА** → **УПРАВЛЕНИЕ И ПОДОБРЕНИЕ НА СРЕДАТА**

ПО-ДОБРИ РЕШЕНИЯ · ПО-ЕФЕКТИВНИ ПРОЦЕСИ · ПО-ДОВОЛНИ ХОРА · ПО-ЗДРАВОСЛОВНА СРЕДА · ПО-УСТОЙЧИВО БЪДЕЩЕ

От измерване към разбиране и действие

Учебната зала като наблюдавана, анализирана и по-добре управлявана среда

1 „Една стойност е снимка. Времевият ред е история.“

2 „Данните не са само числа; те са контекст за решение.“

3 „Евтиният сензор не е референтна станция, но може да бъде много полезен инструмент за видимост.“

4 „Най-важният въпрос не е само „какво показва сензорът“, а „какво действие следва от това“.“

5 „AI не замества експерта. Той насочва вниманието на експерта към модели, аномалии и приоритети.“

6 „Целта не е да наблюдаваме сградата заради самото наблюдение, а да я управляваме по-добре.“

ЕФЕКТИВНОСТ · КОМФОРТ · НАДЕЖДНОСТ

СЕНЗОРИ

Температура • Влажност • CO_2
Осветление • Присъствие • Шум

ДАННИ

Събиране • Предаване
Съхранение

АНАЛИЗ

Визуализации • KPI • Трендове
Контекст • Отклонения

AI ИНТЕЛИГЕНТНОСТ

- Модели
- Аномалии
- Приоритети
- Прогнози

УПРАВЛЕНСКО ДЕЙСТВИЕ

Вентилация • Осветление • Засенчване
Оптимизация • Аларми • Планиране

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основното послание на уебинара

1. **Сензорите дават видимост.**
2. **Данните дават разбиране.**
3. **Анализът подпомага действието.**

Здраве | Комфорт | Концентрация | Ефективност

Мониторингът на жизнената среда е част от съвременното управление на сградите.

Благодаря за вниманието.

ЗА КОНТАКТ:

Миглена Иванова

НКИЗ - Регионален център за дигитални решения и иновации

m.ivanova@euproject.bg

+359 888 827 188

https://rcdsi.nciz.bg

доц. д-р инж. Пламен Василев

plamen.vasilev@uctm.edu

+359 895 614 704

гл. ас. д-р инж. Васил Методиев

metodiev@uctm.edu

+359 897 894 263

ХТМУ СОФИЯ

Химикотехнологичен и металургичен университет
катедра „Автоматизация на производството“

1756 бул. Климент Охридски №8, София

https://automation.uctm.edu