

Testování kvality vzduchu

Jak ovlivňují kvalitu vzduchu běžné materiály?

Teoretické pozadí

V tomto vyšetřování budete pomocí bezdrátového senzoru kvality vzduchu měřit koncentraci znečišťujících látek, které určují kvalitu vzduchu. Pokud zjistíte zásadní rozdíl mezi kvalitou vnitřního a venkovního vzduchu, budete chtít prozkoumat potenciální zdroj (zdroje) znečišťující látky (znečišťujících látek) a prozkoumat způsoby, jak vytvořit zdravější a pohodlnější prostředí pro domácnost, školu nebo práci. Je důležité vědět, že profesionální studie kvality ovzduší jsou prováděny po dlouhou dobu a vědci zkoumají, jak kvalita ovzduší ovlivňuje lidské zdraví, často v průběhu několika hodin nebo déle.

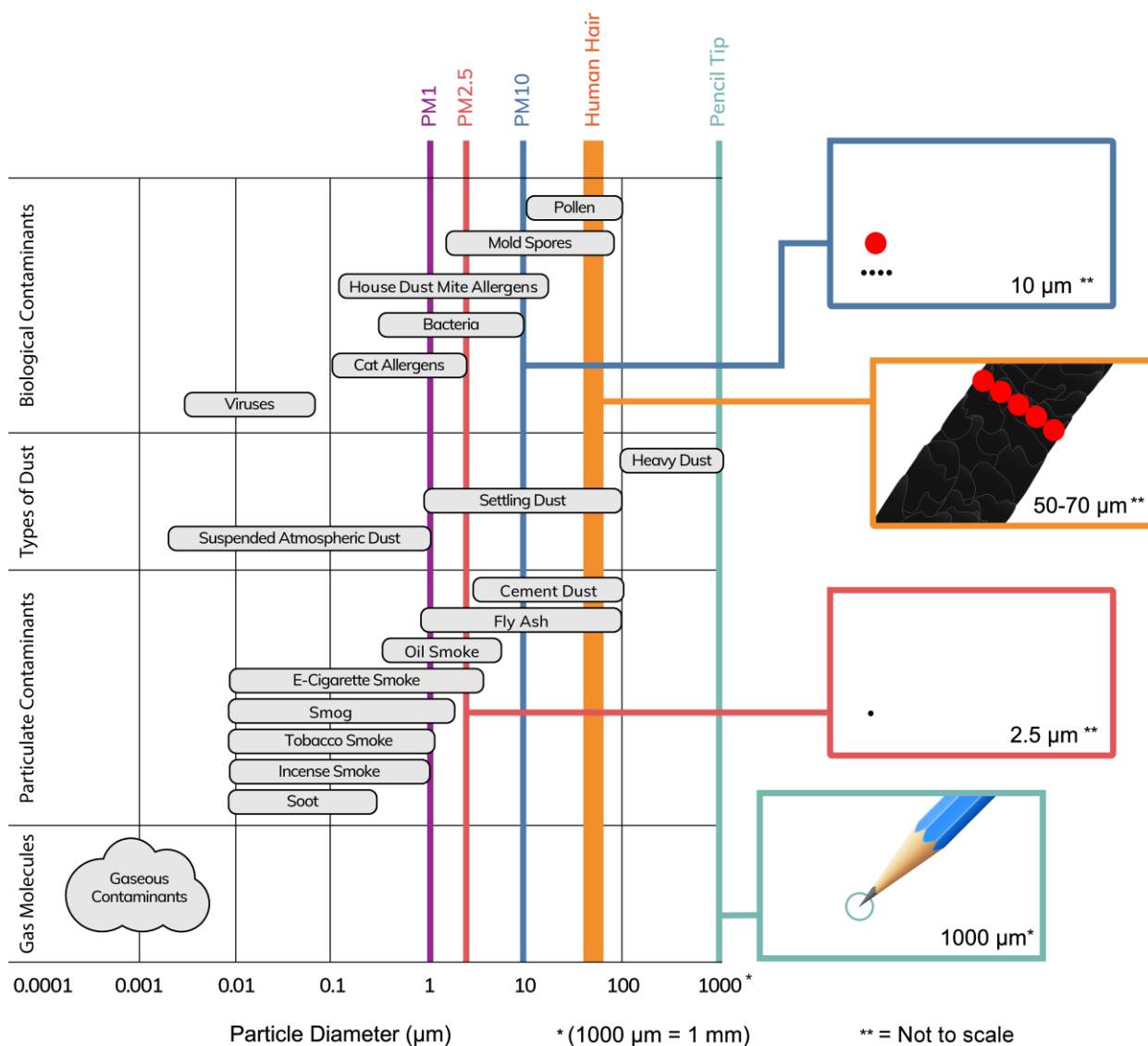
Až získáte výsledky z dnešního pokusu, mějte na paměti, že u většiny znečišťujících látek není známo, jak sekundové nebo minutové expozice ovlivňují lidské zdraví.

Přesné hodnocení kvality ovzduší zahrnuje meteorologické podmínky i koncentraci znečišťujících látek ve vzduchu. Znečišťující látky měřené bezdrátovým senzorem kvality vzduchu jsou podrobně popsány v následující tabulce spolu se zdravotními standardy kvality ovzduší* pro hlavní znečišťující látky, které určila Agentura pro ochranu životního prostředí Spojených států amerických (EPA). Úroveň expozice nad těmito normami jsou považovány za nebezpečné pro lidské zdraví. Citlivé skupiny mohou trpět zdravotními následky i pod touto úrovní. Všimněte si, že tyto standardy jsou průměry pro určitou úroveň expozice v průběhu času.

*Tabulka obsahuje primární standardy pro hlavní znečišťující látky, jak je definuje EPA podle zákona o čistotě ovzduší.

| Měření (jednotka) | Popis | Maximální úroveň expozice |
|--|--|--|
| Teplota (°C) | Přestože extrémní teploty mohou znepříjemnit dýchání, teplota sama o sobě není identifikována jako parametr kvality vzduchu. Teplota je součástí měření kvality vzduchu, protože vyšší teploty urychlují fyzikální procesy, jako je odpařování znečišťujících látek. Teplota vzduchu také ovlivňuje, jak rychle se znečišťující látky pohybují z jednoho místa na druhé. | |
| Relativní vlhkost (%) | Stejně jako teplota, i vlhkost přispívá k pohodlí, ačkoli sama o sobě není parametrem kvality vzduchu, přímo ovlivňuje faktory kvality vzduchu. Například vysoká vnitřní vlhkost může podporovat růst plísní, zatímco vysoká venkovní vlhkost může buď prodloužit, nebo zkrátit dobu, po kterou určitá znečišťující látka zůstává ve vzduchu. Teplota a vlhkost mohou přispívat k únavě a mohou zhoršit zdravotní stavy, jako je astma. | |
| O ₃ nebo NO _x (ppm objemově vzduchu) | Senzor kvality vzduchu je citlivý na ozón (O ₃) i oxidy dusíku (NO _x) a hlásí kombinaci obou těchto hodnot jako jednu hodnotu. Jedná se o měřítko znečišťujících látek odpovědných za smog. O ₃ , který je kritický pro život ve stratosféře, ale škodlivý v troposféře, způsobuje negativní dopady na zdraví lidí, rostlin, zvířat a ekosystémů a může poškodit plasty, pryž a další materiály. Přízemní zdroje O ₃ zahrnují spalování paliv a emise z průmyslových závodů i přírodních zdrojů, jako jsou lesní požáry. Oxidy dusíku jsou vysoce reaktivní plyny (oxid dusný, NO a oxid dusičitý, NO ₂), které mají podobné zdroje a zdravotní účinky jako O ₃ . Na slunečním světle reagují NO _x s těkavými organickými sloučeninami (viz další měření) za vzniku přízemního O ₃ . NO _x také přispívají ke kyselým dešťům. | Pro O ₃ : 70 ppb (0,070 ppm), 8-hodinový průměr Pro NO _x : 100 ppb (0,1 ppm) v průměru za 1 hodinu, a 53 ppb (0,053 ppm) roční průměr |

| Měření (jednotka) | Popis | Maximální úroveň expozice |
|---|--|--|
| VOC (množství v objemu vzduchu) | Těkavé organické sloučeniny (VOC) jsou pevné látky nebo kapaliny na bázi uhlíku, které se odpařují při teplotě 32 °C (90 °F) nebo nižší. Mnoho VOC produkuje zápach, příjemný nebo nepříjemný. Mezi zdroje VOC patří (ale nejsou jimi pouze) paliva a vedlejší produkty spalování paliv, stavební a průmyslové výrobky, jako je nábytek a koberce, různé výrobky pro domácnost, běžné činnosti, jako je vaření a používání laků na vlasy, barvy, lepidla, čisticí prostředky, elektronická zařízení a výrobky osobní péče. Dopady na zdraví sahají od podráždění očí nebo bolesti hlavy až po poškození orgánů nebo rakovinu. Doba expozice může mít největší vliv na závažnost zdravotních dopadů. Senzor kvality vzduchu nehlásí jednotky pro měření VOC, protože mnoho různých sloučenin způsobí reakci; další analýzu za účelem identifikace VOC je potřeba ke kvantifikaci jeho koncentrace. Hodnota je standardní ekvivalent etanolu, kde hodnota 500 je ekvivalentem 1000 ppm etanolu ve vzduchu. | VOC jsou regulovány EPA, ale nejsou identifikovány jako hlavní znečišťující látky, nejsou pro ně stanoveny standardy |
| PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ vzduchu) | Částice (PM) jsou drobné částice ve vzduchu, které jsou rozptýleny ve vzduchu. Senzor kvality vzduchu měří PM, které jsou dostatečně malé na to, aby mohly být vdechnuty do dýchacího systému. PM10 udává koncentraci hrubých částic o průměru asi 10 mikrometrů (μm); Níže uvedená infografika ukazuje, jak malá je velikost 10 μm . Částice o velikosti PM10 nezůstávají ve vzduchu dlouho, a nakonec se usadí na povrchu a lze je setřít, když je pohyb vzduchu malý. Tyto částice mají přírodní a antropogenní (lidské) zdroje, jako jsou prachové bouře, lesní požáry, zemědělské postupy, kouření a vapování a emise z vozidel. Zdravotní účinky expozice PM10 zahrnují respirační a kardiovaskulární problémy. Jednotka $\mu\text{g}/\text{m}^3$ je hmotnostní množství na objem, které uvádí koncentraci znečišťující látky jako její hmotnost v mikrogramech na metr krychlový vzduchu. | 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v průměru za 24 hodin |
| PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ vzduchu) | Částice PM2,5 jsou menší než částice PM10; Částice PM2,5 mají průměr asi 2,5 μm (viz obrázek). Částice 2,5 μm nebo menší zůstávají ve vzduchu déle a mohou cestovat dále než větší částice. Protože jsou tyto částice ve vzduchu menší, mohou proniknout dále do dýchacího systému, přes plíce a do krevního řečiště. Tyto jemné částice mohou mít výraznější zdravotní účinky, protože jakmile se dostanou do krevního řečiště, mohou ovlivnit jakýkoli tělesný systém. Zdroje znečišťujících látek jsou podobné PM10, protože každý zdroj produkuje řadu různých znečišťujících látek s různou velikostí částic. PM z pálení kadidla a kouření z první a druhé ruky z e-cigaret a tabákových výrobků jsou menší a spadají pod prahovou hodnotu PM2,5, zvláště když se přidají příchutě. | 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v průměru za 24 hodin a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ roční průměr |
| PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ vzduchu) | Částice PM1 mají průměr asi 1 mikrometr (viz obrázek), takže stejně jako částice PM2,5 jsou částice PM1 dostatečně malé na to, aby prošly přímo plícemi do krevního řečiště. Tyto ultrajemné částice pronikají nejen hlouběji do dýchacích cest a kardiovaskulárního systému než částice PM2,5, mohou také díky své malé velikosti zůstat ve vzduchu mnohem déle a cestovat na mnohem delší vzdálenosti. Zdroje částic PM1 zahrnují zdroje podobné PM10 a PM2,5, bakterie, viry a cokoli menšího než 1 μm . Můžete poznat některé z PM1 částice prokázané jako rakovinotvorné látky, ale vědci ještě musí plně pochopit všechny zdravotní účinky takto malých částic. | Normy jsou stanoveny pouze pro PM2,5 a PM10 |



Cíle

Porovnejte kvalitu vnitřního vzduchu před a po vystavení běžným materiálům ve třídě.

Materiály a vybavení

- Počítač nebo mobilní zařízení
- Bezdrátový senzor kvality vzduchu
- Vzorek těkavých organických sloučenin

Bezpečnost

Kromě běžných postupů ve třídě dodržujte tato důležitá bezpečnostní opatření:

Nevdechujte přímo výpary z materiálů testovaných v tomto vyšetřování.

Postup

Část 1 - Zahřívání senzoru a základní měření kvality vzduchu

Prvním úkolem je zahřát senzor; To trvá 20 minut. Otevřete SPARKvue, zvolte Data senzoru a připojte senzor.

POZNÁMKA: Pokud je váš senzor již v režimu záznamu pro zahřátí (LED indikátor bliká žlutě), klikněte na tlačítko napájení, aby LED indikátor střídavě blikal červeně a žlutě, a poté připojte senzor.

V závislosti na stavu vašeho senzoru:

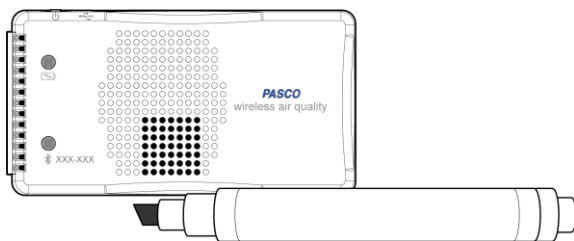
1. Pokud váš senzor NEzaznamenává data (LED indikátor NEBLIKÁ žlutě), vyberte experiment rychlého startu *Monitoring kvality vzduchu* na pravé straně obrazovky a začněte shromažďovat data ●. Nechte shromažďování dat pokračovat po dobu 20 minut, poté shromažďování dat ukončete a přejděte k dalšímu kroku.
2. Pokud je váš senzor je v režimu vzdáleného sběru dat, po připojení senzoru *se zobrazí vyskakovací okno Protokolovaná data*. Vyberte Odstranit data a pak vyberte OK. Dále vyberte experiment *Monitoring kvality ovzduší* pro rychlý start na pravé straně obrazovky a přejděte k dalšímu kroku.

POZNÁMKA: Pokud experiment pro rychlý start není k dispozici, aktualizujte software na nejnovější verzi a opakujte předchozí kroky.

3. Pomocí šipek nad zobrazenými daty můžete procházet a seznamovat se se dvěma stránkami v souboru experimentu. Pro toto vyšetřování budete muset použít obě stránky.





POZNÁMKA: Pokud se vám odečet ozonu zdá nepřesný, kalibrujte senzor ozonu na čerstvém vzduchu. Navštivte nápovědu v nabídce v horní části obrazovky, kde najdete pokyny ke kalibraci.

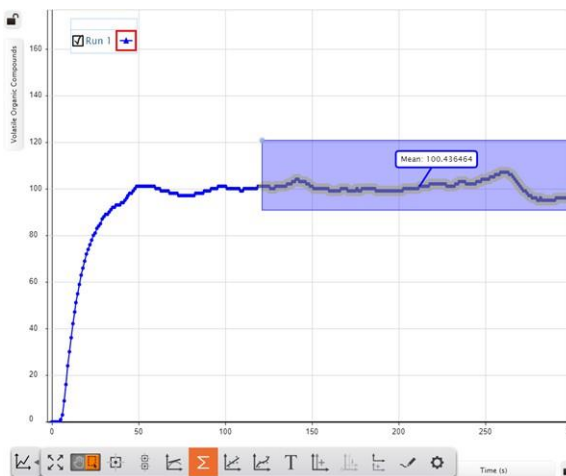
4. Najděte si ve své třídě místo, kde nebude senzor rušen. Zavřete všechny dveře a okna.
5. Umístěte senzor na bok ve stejné orientaci jako na obrázku 1, ale nenastavujte zvýrazňovač na místo, dokud k tomu nebudete vyzváni v části 2. Po celou dobu vyšetřování ponechte senzor na místě.



Obrázek 1. Orientace senzoru a umístění vzorku v blízkosti vstupu vzduchu

1. Začněte shromažďovat data ●. Povolte sběr dat po dobu nejméně 5 minut. Během čekání zadejte do polí uvedených v názvu tabulky 1 informace o předmětu, který budete používat jako zdroj těkavých organických sloučenin (VOC), spolu s dnešním datem. Poslední místo prozatím ponechte prázdné.
2. Po uplynutí alespoň 5 minut zastavte shromažďování dat ■. Přidejte aktuální denní čas do posledního místa Tabulky 1.
3. **KROMĚ** měření VOC použijte aktuálně zobrazené hodnoty číslic jako *průměrné základní* hodnoty pro tabulku 1 (relativní vlhkost je na stránce 2 souboru SPARKvue). Tyto hodnoty jsou již průměřovány pro průměrnou naměřenou hodnotu VOC:

1. Přejděte na graf na stránce 2 v souboru SPARKvue. Otevřete nabídku Nástroje grafu  a změňte velikost  grafu.
2. Přepněte z režimu přesunu  do režimu výběru .
3. Nakreslete výběrové pole kolem všech datových bodů v grafu v období přibližně 2 minut až do konce běhu, jak je znázorněno na obrázku.



4. Najděte nástroj Statistika Σ v nabídce Nástroje grafu a zapněte jej. Vyberte možnost Střední hodnota. Použijte průměr z vybraných dat jako hlášenou průměrnou hodnotu VOC v tabulce 1. Počkejte, až všichni ve třídě dokončí 1. část, a teprve poté přejděte k 2. části.

Část 2 – Vliv každodenního předmětu ve třídě na kvalitu vnitřního ovzduší

1. Otevřete nebo aktivujte zdroj těkavých organických sloučenin (VOC) podle pokynů učitele a vycentrujte jej co nejbližší vstupu. Špička permanentního popisovače je zobrazena uprostřed poblíž vstupu senzoru na obrázku 1.
2. Začněte shromažďovat data. Nechte shromažďování dat pokračovat přesně 5 minut a poté shromažďování dat ukončete.
3. Zavřete nebo deaktivujte zdroj VOC a zadejte naměřené hodnoty pro *průměr po 5minutové expozici* hodnoty v tabulce 1. Pomocí grafu určete průměrnou naměřenou hodnotu VOC jako dříve.

Tabulku 2 lze doplnit na této internetové stránce: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-calculator-concentration/>. Vybere se vhodná znečišťující látka a jednotky v časovém rámci pro měření uvedená (v závorkách) v tabulce 2. pomocí hodnot z tabulky 1 můžete získat hodnotu indexu AQI, kategorii AQI a jakékoli další relevantní informace o stavu pro všechny hodnoty s hodnotou indexu AQI větší než 0. Stejnou hodnotu použijte pro měření O₃ a NO₂; zaznamenávat výsledky do tabulky 2.

POZNÁMKA: Předpokládejte, že průměrná měření v tabulce 1 se nezmění v průběhu časového rámce zvoleného pro každé měření na webových stránkách. V ideálním případě byste shromažďovali data za delší časové období a vypočítali průměr za stejné časové období, jaké je uvedeno pro každé měření na webu.

Sběr dat

Tabulka 1. Kvalita ovzduší před a po expozici _____ místo _____ čas _____

| Měření (jednotka) | Průměrná výchozí hodnota | Průměr po 5 minutách expozice |
|---|--------------------------|-------------------------------|
| Teplota (°C) | | |
| Ozon, O ₃ nebo oxidy dusíku, NO _x (ppb) | | |
| Těkavé organické sloučeniny, VOC | | |
| Pevné částice 1, PM1 (µg/m ³) | | |
| Prachové částice 2,5, PM2,5 (µg/m ³) | | |
| Prachové částice 10, PM10 (µg/m ³) | | |
| Relativní vlhkost (%) | | |

Tabulka 2. Převody indexu kvality ovzduší (AQI) a zdravotní informace pro vybrané znečišťující látky

| Kategorie | Měření (jednotka) | Základní AQI | Hodnota AQI, kategorie AQI a pozoruhodné výsledky | Po 5 minutách expozice AQI | Hodnota AQI, kategorie AQI a pozoruhodné výsledky |
|--|---|--------------|---|----------------------------|---|
| Ozon, O ₃ a oxidy dusíku, NO _x | Ozone, O ₃ (ppb; 8-hodinový průměr) | | | | |
| | Oxid dusičitý, NO ₂ (ppb; 1-hodinový průměr) | | | | |
| Prachové částice | Prachové částice 2.5, PM2.5 (µg/m ³ , 24-hod průměr) | | | | |
| | Prachové částice 10, PM10 (µg/m ³ , 24-hod průměr) | | | | |

Otázky a analýza

POZNÁMKA: U všech otázek předpokládejte, že všechny průměry měření zůstanou nezměněny po několik dní sběru dat.

1. Na základě toho, co jste viděli v grafu VOC na stránce 2 v SPARKvue, proč jste nemohli použít průměr zobrazený na stránce 1 pro analýzu? (Tip: Proč jste při použití nástroje Střední hodnota vyloučili první 2 minuty dat z grafu?)
2. Které měření kvality vzduchu v tabulce 1 se nejvíce změnilo, když byl otevřený zdroj VOC? Který výsledek vás nejvíce překvapil?
3. Měření O₃/NO_x se mohlo výrazně změnit, ale není to pravděpodobné kvůli zdroji VOC. Senzor O₃/NO_x s největší pravděpodobností hlásil uměle vysoké hodnoty v důsledku křížové reaktivity se sloučeninami ve vzduchu, které nejsou ozonem ani oxidy dusíku. Možná jste zažili něco podobného, když vodní pára z horké sprchy spustí detektor kouře. Jak rozlišujete mezi falešně pozitivní a legitimní změnou, když hodnota O₃/NO_x hlásí významnou změnu?
4. Na základě indexu AQI, kategorie AQI a příslušných zdravotních informací odvozených z vašich měření, je vámi testovanou znečišťující látkou ozon, oxid dusičitý nebo PM? Která látka by vás měla znepokojovat? Proč? Pokud ne, jak byste věděli, že se vystavení této látce stává problémem?
5. Hledejte online a najděte další zdroje těkavých organických látek, které jsou ve vaší třídě nebo jsou u vás doma. O kterých si uvědomujete, že uvolňují znečišťující látky, ale bez kterých se neobejdete? Jaké položky nebo přístupy můžete změnit, abyste snížili svou expozici znečišťujícím látkám v interiéru? Uveďte alespoň jeden příklad.
6. Která vnitřní místa ve škole mohou mít horší kvalitu vzduchu než ve vaší třídě? Odůvodněte svá tvrzení.
7. Navštivte stránky <https://airindex.eea.europa.eu/AQI/index.html>
8. Navrhněte projekt dlouhodobého měření kvality ovzduší v okolí vaší školy nebo v blízkosti vašeho lokálního znečišťovatele.