

2022-2-IT02-KA210-SCH-000097208

CUP H812/22000550006

Vzdělávací program STEM pro znečištění ovzduší ve školách

Soubor nástrojů STAIR

Autoři

Giordano Vignoli a Jacopo Biancat

Podpora této publikace ze strany Evropské komise nepředstavuje podporu jejího obsahu, který odráží pouze názory autorů, a Komise nenes odpovědnost za jakékoli použití informací v ní obsažených.

Obsah

ÚVOD	3
Cíl a úkoly souboru nástrojů	3
1. KVALITA OVZDUŠÍ VE ŠKOLÁCH	5
1.1 Proč měřit kvalitu ovzduší ve školách?	5
1.2 Jaké jsou hlavní látky, které mohou snižovat kvalitu ovzduší?	6
1.3 Oxid uhličitý	8
1.4 Proč jsou děti náchylnější k dýchacím potížím než dospělí	10
1.5 Znečištění ovzduší	11
1.6 Černý uhlík	12
1.7 Vlhkost vzduchu	15
1.8 Jak náš organismus vnímá teplo vzduchu.	18
1.9 Rozdíl tlaku vzduchu	19
2 TECHNICKÉ PRINCIPY MĚŘENÍ UVNITŘ BUDOV	22
2.0 Výběr vhodné techniky měření	22
2.1 Těkavé organické látky (VOC)	22
2.2 Krátkodobá a dlouhodobá opatření	23
2.3 Místo odběru vzorků	24

ÚVOD

Cíl a úkoly souboru nástrojů

Tato sada nástrojů byla vyvinuta jako významný výsledek projektu STAIR, jehož hlavním cílem je pomoci studentům pochopit, jak prostřednictvím přístupu STEM kontrolovat kvalitu úrovně zdraví prostředí, které je součástí jejich každodenního života, počínaje školou.

Učitelé, kteří tento soubor nástrojů využijí, získají znalosti a dovednosti potřebné k propagaci a šíření zdravějšího přístupu k vnitřnímu prostředí ve svých běžných třídách a k předávání těchto dovedností svým žákům.

Sada nástrojů je zamýšlena jako praktický nástroj, který mohou učitelé používat ve třídě jako učební pomůcku pro rozvoj dovedností.

Cílem této sady je poskytnout pedagogům užitečný nástroj, který prostřednictvím experimentů a workshopů STEM pomůže žákům pochopit, že zdravý život začíná zdravým místem k životu.

Tento soubor nástrojů umožní studentům rozvíjet dovednosti potřebné k tomu, aby se dokázali vypořádat se složitými otázkami a informacemi a zodpovědně se rozhodovat o zdravějším životním stylu.

Mezi hlavní témata, kterými se soubor nástrojů zabývá, patří:

- porozumět hlavním pojmům biologických a fyzikálních principů, kterými se řídí zdraví našeho těla, a tomu, jak na ně působí životní prostředí;
- učit se analyzovat data a informace, zvažovat různé názory a úhly pohledu a zkoumat vlastní hodnoty a normy;
- pochopit, jak navrhnout budování zdravějšího prostředí ve škole;
- pochopit, jak může zdravější pracovní/studijní/životní prostředí pozitivně ovlivnit kvalitu jejich života.

Všechny tyto dovednosti pomohou studentům činit informovaná a zodpovědná rozhodnutí o své budoucnosti.

Sada nástrojů obsahuje řadu materiálů, které mohou učitelé použít k tomu, aby žákům vysvětlili vliv zdravého životního prostředí na lidské organismy. Aktivity odpovídají tématům metodiky, takže učitelé mohou snadno najít vhodnou aktivitu k danému tématu.

Sada nástrojů obsahuje také materiály k aktivitám, které mohou studenti během činností používat. Materiály se skládají především ze šablon, které mohou učitelé rozdat žákům pro lepší strukturování aktivity.

Soubor nástrojů nabízí různé možnosti a přístupy k jeho využití. Soubor nástrojů lze dobře propojit s jakoukoli školní/třídní/skupinovou aktivitou založenou na projektovém vyučování v jakémkoli předmětu a oboru.

Soubor nástrojů a představené aktivity lze použít také jako samostatné nástroje, které se použijí v závislosti na učební činnosti během hodiny.

Než učitelé začnou sadu nástrojů používat, je třeba upozornit na několik upozornění a varování:

1. Učitelé se musí ujmout vedení a poskytnout žákům vedení a reflexi při zkoumání tématu.
2. Cílem je poskytnout studentům prostředky k tomu, aby mohli téma sami prozkoumat a zhodnotit, nikoli jim říkat, "jak se věci mají".
3. Učitelé musí být připraveni učit se sami a to, co dělají, bude výzvou pro všechny účastníky, včetně učitelů.
4. Musí zůstat otevření jiným názorům, přístupům a předpokladům, protože to bude klíčem k úspěchu.
5. Potřeba nejprve porozumět druhým a sobě, hodnotit a formulovat názory a cíle.
6. Kromě otevřenosti a respektu k ostatním by neměly existovat žádné předem stanovené normy a hodnoty.

Vzhledem k tomu, že témata obsažená v souboru nástrojů jsou poměrně rozsáhlá, doporučujeme postupně řešit jedno téma po druhém. Témata jsou vzájemně propojená, ale není problém vybrat si jen jedno z témat, které vás zajímá, a prozkoumat ho do hloubky.

Závěrem je důležité poznamenat, že koncepty uvedené v tomto souboru nástrojů nejsou dané a lze k nim přistupovat různými způsoby. Cílem této sady nástrojů je poskytnout spolehlivou a praktickou příručku, která vyhovuje účelům učitelů.

Jsou povzbuzováni k tomu, aby s otevřenou myslí uplatňovali předložené přístupy a koncepty.

Aktivita obsažená v souboru nástrojů budou úspěšně vyzkoušeny a vyhodnoceny učiteli ve školách během PILOTOVACÍ FÁZE projektu STAIR.

1. KVALITA OVZDUŠÍ VE ŠKOLÁCH

1.1 Proč měřit kvalitu ovzduší ve školách?

Po problémech, které vyplynuly z nutnosti přesnějšího měření ovzduší ve školách v důsledku pandemie COVID-19, ukázaly nedávné studie, že mikrobiologické riziko není jediným rizikem, kterému jsou vystaveni studenti a osoby pracující ve školách, především učitelé, kteří jsou denně v úzkém kontaktu se studenty.

V několika evropských zemích tráví děti a mládež (přibližně 95 000 000) ve školních budovách čtyři až osm hodin denně. Podle nedávných výzkumů 15 % populace, včetně žáků a učitelů, denně studuje nebo pracuje ve veřejných budovách po celé zemi. Ve většině školních zařízení se vyskytuje řada zdravotních problémů a problémů s kvalitou vnitřního ovzduší, které lze přičíst problémům s životním prostředím.

Četné studie prokázaly, že znečištění vnitřního ovzduší spolu s mikroklimatickým komfortem je důležitým faktorem ovlivňujícím zdraví studentů a pracovníků, zejména u nejzranitelnějších skupin, jako jsou děti, dospívající a alergici a astmatici.

Přítomnost znečišťujících látek ve vnitřním ovzduší tříd a školního prostředí je dána nejen vnějším znečištěním, ale také stavebními vlastnostmi školní budovy.

Patří mezi ně:

- přítomnost potenciálních zdrojů znečišťujících látek, jako jsou například stavební materiály.
- látky používané při čištění a údržbě.

Znalost těchto zdravotních rizikových faktorů je nezbytná pro informované řízení a pro uplatnění práva na zdravá a bezpečná místa.

Škola je tedy chápána nejen jako objekt prevence, ale i jako prostředek a hybná síla zdravotní a environmentální výchovy žáků a rodin.

1.2 Jaké jsou hlavní látky, které mohou snižovat kvalitu ovzduší?

Tento oddíl obsahuje hlavní znečišťující látky, které se obvykle sledují při posuzování kvality vnitřního ovzduší. Mnohé z nich nebudou monitorovány pomocí přístrojů připojených k tomuto souboru nástrojů, ale přesto byly zahrnuty pro větší technickou hloubku.

Látky, které mohou měnit kvalitu vnitřního ovzduší, lze klasifikovat jako **chemické**, **fyzikální** a **biologické** činitele.

Mnohé z nich pocházejí z interních zdrojů, jako např.:

- obyvatelé (osoby);
- prach (mikroorganismy);
- zařízení;
- stavební materiály;
- vybavení;
- zařízení (klimatizace, zvlhčovače vzduchu, vodovodní potrubí).

Nebo vnější zdroje, jako je znečištěné venkovní ovzduší a pyl.

Bioefluenty a biologické kontaminanty jsou vylučovány lidským tělem a často mohou nepříjemně zapáchat, ale ve vnitřních koncentracích jsou zřídka škodlivé.

S rostoucím počtem osob v uzavřeném prostoru bez odpovídajícího větrání roste i nespokojenost obyvatel v důsledku postupného zhoršování kvality vnitřního vzduchu (vydýchaný vzduch).

²**Oxid uhličitý** (CO₂), hlavní metabolický plyn produkovaný člověkem, se používá jako ukazatel kvality vnitřního ovzduší (bude jedním ze tří hlavních ukazatelů v tomto souboru nástrojů).

Lidé jsou také zdrojem biologických kontaminantů prostřednictvím vylučování z kůže a především vylučováním kapének při mluvení, kašláním nebo kýchním. Tyto kapičky, známé jako "kapičky Flügge", mohou zůstat viset ve vzduchu a přenášet původce mnoha infekčních onemocnění.

Ke znečištění vnitřního ovzduší přispívá mnoho činností obyvatel.

Jedním z hlavních faktorů je pasivní tabákový kouř (také mimo místnost a následně vnášený kuřákem (ETS)), stejně jako spalovací procesy zahrnující olej, plyn, parafín, uhlí a dřevo, které mohou být někdy použity jako další zdroje vytápění v místnosti, která nebyla po nějakou dobu renovována nebo která má problémy s moderními topnými systémy.

Lze někdy použít jako dodatečný zdroj vytápění v místnostech, které nebyly dlouho rekonstruovány nebo mají problémy s moderními topnými systémy.

Výzkumy v oblasti analytické chemie prokázaly, že kouř z prostředí významně přispívá ke znečištění vnitřních prostor, protože do nich vnáší značné koncentrace nikotinu, dráždivých látek, toxinů a karcinogenů.

²²Ke zvýšeným koncentracím oxidů dusíku (NO a NO₂), oxidu uhličitého (CO₂) a oxidu uhelnatého (CO) mohou přispívat také nedostatečně vybavené školní laboratoře s digestoři a nevhodnými ventilačními systémy.

Vědecká komunita se v poslední době začala zajímat o jevy znečištění vnitřního prostředí související se spalováním biomasy, a to zejména v důsledku nárůstu využívání alternativních zdrojů vytápění v souvislosti s hospodářskou krizí a energetickou politikou, která jejich využívání podporuje. Tento typ spalování zahrnuje emise nebezpečných chemických znečišťujících látek, jako je oxid uhelnatý (CO), těkavé organické sloučeniny (VOC), jemné saze a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU).

Významným zdrojem znečištění vnitřního prostředí mohou být materiály použité při stavbě a zařizování. Problém emisí přetrvává po celou dobu životního cyklu budovy. Bezprostředně po dokončení budovy hrozí velké množství těkavých organických látek z nových syntetických materiálů. Toto riziko se v průběhu měsíců snižuje, ale zároveň začíná fyziologická degradace budovy, která vede k uvolňování dalších nebezpečných látek, jako je azbest (v obytném prostředí stále přítomný).

Dalšími potenciálními zdroji znečištění vnitřních prostor jsou čisticí a údržbové prostředky, prostředky na hubení škůdců a používání lepidel, rozpouštědel a dalších výrobků, jako jsou tiskárny, plotry, kopírky a hobby výrobky (např. lepidla).

Klimatizační systémy mohou být nebezpečným zdrojem biologického nebo chemického znečištění, zejména pokud jsou špatně navrženy a špatně čišťeny a udržovány.

Kromě toho jsou v každé evropské zemi stávajícími předpisy regulovány další dva parametry, které jsou však obvykle označovány jako málo ovlivnitelné: **Teplota vzduchu** a **relativní vlhkost vzduchu (RH)**.

Když lidské tělo při minimálním zapojení termoregulačních mechanismů nepocituje žádný chlad ani teplo, dosáhne jedinec stavu spokojenosti s prostředím, který se nazývá "tepelná pohoda".

Tento optimální stav nastane pouze tehdy, pokud jsou parametry prostředí, tj. teplota, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu, vhodně odstupňovány. Větrání může ovlivnit parametry mikroklimatu a hraje důležitou roli v procesu termoregulace lidského organismu a v zajištění komfortu prostředí.

1.3 Oxid uhličitý

²Oxid uhličitý, jehož chemický vzorec je CO₂, je plyn složený z jednoho atomu uhlíku a dvou atomů kyslíku, který vzniká při oxidaci.

Přírodně se vyskytuje v atmosféře, hydrosféře a biosféře.

Od průmyslové revoluce se množství antropogenního oxidu uhličitého rozpuštěného v ovzduší exponenciálně zvýšilo a nyní dosahuje přibližně 418 ppm (částic na milion) ve srovnání s přibližně 280 ppm v roce 1870.

Za ohromující nárůst oxidu uhličitého v atmosféře i mimo ni tedy může antropogenní činnost. Mezi činnosti, které nejvíce znečišťují ovzduší, patří všechny ty, které vyžadují spalování fosilních paliv:

- výroba elektřiny;
- pohyb vozidel se spalovacími motory;
- výroba tepla pro vytápění domácností a průmyslu;
- výroba tepla pro průmyslovou výrobu;
- vaření jídla.

Oxid uhličitý spolu s dalšími takzvanými "skleníkovými" plyny (především metanem a vodní párou) způsobuje globální oteplování, protože je schopen zadržet na Zemi více slunečního tepla, než se ho rozptýlí mimo atmosféru.

Nedávné studie ukázaly, že vysoká koncentrace oxidu uhličitého ve třídě umožňuje zvýšit kognitivní výkon žáků v průměru o 2,8 % a ve specifických případech dokonce o 15 % (*Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Impact of the indoor environment on learning in schools in Europe, prosinec 2015*).

Obvykle se doporučené hodnoty pohybují mezi 1000 a 2000 ppm, přičemž hodnoty pod 1000 ppm jsou považovány za hygienicky bezproblémové a hodnoty nad 2000 za nepřijatelné (*Umweltbundesamt: Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 51(11) (2008), s. 1358-1369*).

Experiment 1: Plynné složky vzduchu

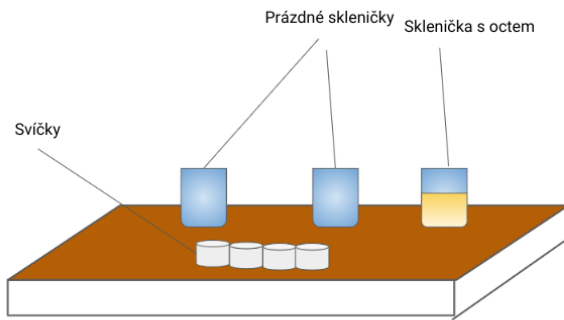
Určete, jaký vliv mohou mít různé molekuly plynu (v tomto případě kyslíku a oxidu uhličitého), které tvoří směs obvykle nazývanou vzduch, na chemický proces.

Materiály:

- 3 sklenice (z tvrdého plastu nebo skla);
- 4 malé svíčky (mohou být libovolného typu, ale nejlépe stejné velikosti);
- Zápalky nebo jiný podpalovač.
- Jedna čajová lžička;
- Hydrogenuhličitan sodný;
- Ocet.

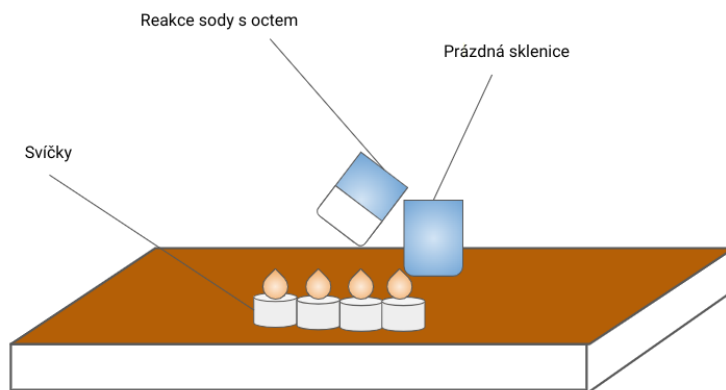
Postup krok za krokem

- a. Dvě sklenice a čajové svíčky položte na stůl podle obrázku 1.1.



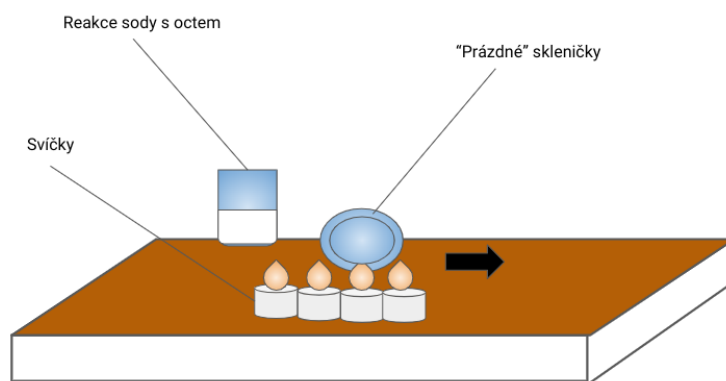
Obrázek 1.1 - Jak připravit experiment 1.

- b. Zapalte všechny svíčky;
- c. Do sklenice vlevo vložte dvě lžičky jedlé sody;
- d. Sklenici octa vložte do stejné sklenice jako jedlou sodu;
- e. Kádinku se směsí položte na okraj prázdné kádinky a na několik sekund ji nakloníte, jak je znázorněno na obrázku 1.2.



Obrázek 1.2 - Umístění kádinky se směsí.

- f. Přiblížte otevřenou část zdánlivě prázdné sklenice k plamenům čajové svíčky zleva doprava, jak ukazuje obrázek 1.3;



Obrázek 1.3 - Přesuňte "prázdnou" sklenici vedle svíček.

- g. Co se stane? Nechte žáka popsat, co pozoruje.
- h. V případě potřeby pokus zopakujte jednou nebo dvakrát a před novým pokusem kádinku s chemickou reakcí pokaždé vyčistěte.

Očekávané výsledky:

Při smíchání hydrogenuhličitanu a octa dochází k reakci, při níž se uhlík obsažený v hydrogenuhličitanu (již název hydrogenuhličitan by měl napovídat jeho přítomnost) uvolňuje ve formě oxidu uhličitého, který má jinou hustotu než vzduch (chápáno jako směs).

Proto se usazuje na dně sklenice, jako by byla tekutá, a poté se "přelije" přes svíčky.

V tomto okamžiku nahradí oxid uhličitý kyslík, který zapalovací svíčky potřebují jako okysličovadlo pro vlastní spalování, a zhasnou.

1.4 Proč jsou děti náchylnější k dýchacím potížím než dospělí

Děti jsou citlivou populací, která je vystavena kontaminujícím látkám v životním prostředí, včetně znečištěného ovzduší (Bennett et al., 2008).

Dýchací, imunitní, reprodukční, centrální nervový a trávicí systém dětí není plně vyvinutý.

Různé anatomické bariéry nejsou dosud dobře zavedeny a umožňují snadnější průnik toxických látek, které ovlivňují orgány a vývoj (Firestone et al., 2008). Děti dýchají větší objem vzduchu než dospělí.

Jak způsob vdechování, tedy nosem a ústy, tak účinnost nosních aerosolů se může u dětí a dospělých lišit, takže dětské plíce jsou vystaveny vyšším koncentracím látek znečišťujících ovzduší.

Děti mohou být také více vystaveny znečištění ovzduší kvůli svému chování, protože jsou fyzicky aktivnější a mají průzkumnou povahu, včetně expozice při plazení po podlaze.

Děti navíc tráví přibližně 65-90 % svého času v interiéru, z čehož velkou část tráví ve škole (65 % času stráveného v interiéru tráví doma). Vnitřnímu prostředí školy je proto třeba věnovat zvláštní pozornost.

Prevalence astmatu se v posledních desetiletích ve většině zemí zvýšila (Burney, 1990; Eder, 2006) a astma se stalo převládajícím chronickým onemocněním v dětském věku. Kromě toho se v posledních desetiletích zvýšil také výskyt dalších alergií. Rizikové faktory astmatu a alergií lze klasifikovat jako faktory prostředí nebo hostitelské faktory.

Mezi faktory prostředí patří dědičnost, pohlaví, etnický původ a věk, přičemž dědičnost je zdaleka nejvýznamnější.

zdaleka nejvýznamnější.

Nedávný nárůst výskytu alergických onemocnění však nelze vysvětlit genetickými faktory, u nichž se předpokládá, že působí déle než v desetiletích, kdy se objevily epidemie astmatu a alergií.

Je důležité si uvědomit, že školní prostředí je po domově místem, kde děti tráví většinu svého času.

1.5 Znečištění ovzduší

Atmosféra se skládá z více či méně stabilních plynů, z nichž některé mohou být lidskou činností reaktivní.

Kvůli dalším sloučeninám produkovaným lidskou činností se může měnit přirozené složení samotné atmosféry, což vede k tzv. znečištění ovzduší.

Smog je jednou z nejznámějších forem znečištění ovzduší.

Skládá se z:

- plyny (především oxidy síry);
- velmi jemné prášky;
- mikroskopické vodní kapičky (které spolu s prachem tvoří aerosoly).

Tyto odpadní látky vznikají především spalováním dřeva, uhlí a uhlovodíků (a dalších fosilních paliv), které se používají v dopravě, při výrobě energie, vytápění a průmyslových činnostech.

Obvykle se smog projevuje jako kouřová clona nebo tmavá mlha, díky níž je vzduch ve městech tmavší a nedýchatelný.

Smog obsahuje látky, které velmi dráždí průdušky a mohou způsobit onemocnění dýchacích cest.

Ještě závažnějším problémem je tzv. fotochemický smog, který není viditelný pouhým okem a vzniká interakcí mezi znečišťujícími látkami a slunečním zářením.

Různé znečišťující látky vypouštěné výfukovými plyny z motorových vozidel a továren (obzvláště škodlivé jsou oxidy dusíku) chemicky reagují se slunečním zářením a vytvářejí toxické a dráždivé látky, včetně ozonu, který ve stratosféře (tj. ve velkých výškách) pohlcuje ultrafialové záření, zatímco v troposféře může způsobit chronické poškození dýchacího systému živých bytostí a listů a stonků rostlin.

1.6 Černý uhlík

Černý uhlík, známý také jako saze, je druh znečištění ovzduší jemnými částicemi, který přispívá ke změně klimatu. Vzniká při neúplném spalování různých paliv, například fosilních paliv a dřeva. Při nedokonalém spalování vznikají různé vedlejší

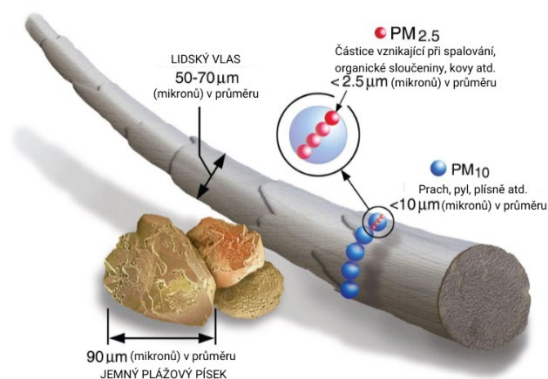
produkty, včetně oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, těkavých organických sloučenin, organického uhlíku a částic černého uhlíku, které se souhrnně označují jako saze.

Saze jsou krátkodobou látkou znečišťující klima, která zůstává v atmosféře jen několik dní nebo týdnů po svém uvolnění. Navzdory své krátké životnosti mohou mít saze významný dopad na změnu klimatu, kryosféru (což znamená sníh a led), zemědělství a lidské zdraví.

Studie ukázaly, že opatření k zamezení uvolňování černého uhlíku do životního prostředí mohou mít v krátkodobém horizontu pozitivní vliv na snížení oteplování klimatu a také na zvýšení výnosů plodin a prevenci předčasných úmrtí.

Černý uhlík a jeho vedlejší znečišťující látky jsou hlavními složkami znečištění ovzduší jemnými prachovými částicemi (PM_{2,5}), které jsou v současnosti hlavní environmentální příčinou špatného zdravotního stavu a předčasných úmrtí. Částice PM_{2,5} jsou drobné, o průměru 2,5 mikrometru nebo méně, tedy mnohonásobně menší než zrnko kuchyňské soli.

Tato minimální velikost jim umožňuje proniknout hluboko do plic a usnadnit transport toxických látek do krevního oběhu (obrázek 1.4).



Obrázek 1.4 - Srovnání lidských vlasů, písečného prachu a černého uhlíku.

(Kredit <https://www.ccacoalition.org>)

Vystavení částicím PM_{2,5} je spojeno s řadou zdravotních dopadů, včetně předčasných úmrtí dospělých s onemocněním srdce a plic, mrtvice, infarktu, chronických respiračních onemocnění, jako je bronchitida, zhoršení astmatu a dalších kardiorespiračních příznaků.

Znečištění částicemi PM_{2,5} je také příčinou předčasných úmrtí dětí, zejména v důsledku akutních infekcí dolních cest dýchacích, jako je zápal plic.

Je alarmující, že přibližně 7 milionů předčasných úmrtí ročně je připisováno znečištění ovzduší částicemi PM_{2,5}, a to jak v interiérech, tak ve venkovním prostředí. Tato statistika zdůrazňuje naléhavou potřebu přijmout opatření ke snížení znečištění PM_{2,5} a k ochraně veřejného zdraví.

Experiment 2: Výroba černého uhlíku

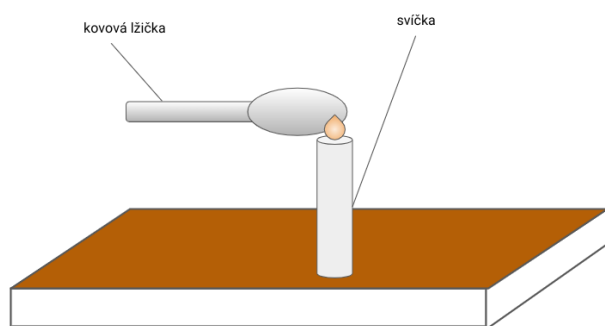
Cílem je pozorovat černý uhlík unikající z výrobního zdroje a vyzkoušet si jeho povahu jako pevné a stále hořlavé molekuly uhlí, přestože má malou hmotnost, aby mohl být přenášen plyny, jako je oxid uhličitý.

Materiály:

- Svíčka s velkým a silným knotem;
- Zápasy;
- Kovová lžička.

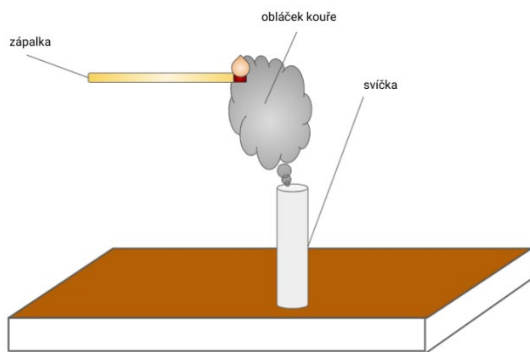
Postup krok za krokem:

- Položte nezapálenou svíčku na stůl;
- Zapalte svíčku;
- Svíčku uhaste bez foukání, ale pomocí kovové lžičky podle obrázku 1.5;



Obrázek 1.5 - Sfouknutí svíčky lžičkou.

- Při akci vznikne obláček šedého/černého kouře;
- Zapalte sirku a přiložte plamen na obláček kouře, aniž byste se dotkli svíčky, jako na obrázku 1.6;



Obrázek 1.6 - Jak umístit zápalku tak, aby se dotýkala kouře, ale ne svíčky.

- f. Co se stane? Nechte žáka popsat, co pozoruje.
- g. V případě potřeby pokus ještě jednou nebo dvakrát zopakujte, přičemž dávejte pozor, abyste se svíčky nedotkli plamenem zápalky.

Očekávané výsledky:

Experiment objasňuje pevnou povahu černého uhlíku, který může stále podléhat hoření.

zBěhem pokusu obsahuje kouř ze svíčky nejen odpadní plyn (CO , oxid uhličitý), který by nebyl pozorovatelný, protože je bez zápachu a pro naše oči neviditelný, ale také další tmavou a dobře viditelnou látku, uhlíkatý zbytek.

Proto není nutné přivádět plamen (horký zápal) do kontaktu s knotem svíčky, ale postačí, když se dostane do kontaktu s kouřem obsahujícím saze, který se skládá z velmi malých zrněk, velmi rychle hoří a působí jako spojovací článek mezi svíčkou a plamenem (aby byl pokus úspěšný, musí být kouře velmi mnoho a musí mít značnou spojitost mezi plamenem a knotem).

1.7 Vlhkost vzduchu

Určité množství vody je v atmosféře přítomno vždy, ať už ve viditelné (mraky) nebo neviditelné (pára) formě, v kapalném nebo plynném skupenství.

Vlhkost definuje pouze plynná část, tj. pára.

Při měření vlhkosti je však nutné specifikovat, za jakých podmínek měření probíhá a co se sleduje:

- **Absolutní vlhkost** je množství páry obsažené v objemu vzduchu, vyjádřené v gramech na metr krychlový (g/m^3).
- **Relativní vlhkost** je poměr absolutní vlhkosti k maximálnímu množství páry, které může objem vzduchu obsahovat při dané teplotě, a vyjadřuje se v procentech (%);
- **Specifická vlhkost** je poměr hmotnosti vodní páry k celkové hmotnosti vzduchu a obvykle se měří určením gramů vodní páry přítomné v jednom kilogramu vzduchu (g/kg).

Maximální množství vodní páry, které může objem vzduchu obsahovat, závisí na teplotě. Objem teplejšího vzduchu může obsahovat více vodní páry než stejný objem studeného vzduchu.

Absolutní vlhkost lze snadno změřit, ale není to to, co vnímáme v obzvláště vlhkém dni nebo co je uvedeno v předpovědi počasí. V tomto případě hovoříme o relativní vlhkosti.

Pokud relativní vlhkost dosáhne v přesně definovaném objemu 100 %, znamená to, že bylo dosaženo maximálního množství páry a vzduch je definován jako nasycený. Teplota, při které se určitý objem vzduchu nasytí, se nazývá rosný bod a od tohoto bodu se tvoří vodní kapky, které vedou ke srážkám.

Když je vzduch nasycený, nastává dynamická rovnováha, protože na každou molekulu vody, která se vypaří, připadá jedna, která zkondenzuje.

Pokud teplota klesne pod rosný bod, určité množství páry bude muset zkondenzovat, protože je jí nadbytek, zatímco pokud teplota stoupne, chybějící množství páry se nahradí zvýšeným výparem.

Shrnutí :

- Teplota → klesne pod rosný bod → + kondenzace;
- Teplota → stoupá nad rosný bod → + odpařování.

Z toho vyplývá, že vlhkost vzduchu se mění především v závislosti na teplotě a množství vody odpařující se z povrchu.

K největšímu výparu tedy dochází u oceánů a moří, a proto je vzduch nad nimi velmi vlhký.

Na kontinentech se naopak většina vody vypařuje, respektive transpiruje z rostlin, a proto rozložení vegetace ovlivňuje vlhkost vzduchu.

Experiment 3: Vlhkost s horkým vzduchem a se studeným vzduchem.

Cílem experimentu je změřit pomocí termohygrometru realizovaného pomocí Arduina díky senzoru DHT22 řídicí jednotky kvality vzduchu STAIR, jak teplota vzduchu ovlivňuje relativní vlhkost v místnosti.

Materiály:

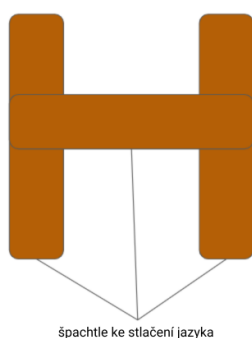
- 2 plastové (nebo lépe skleněné) nádoby stejné velikosti o rozměrech nejméně 20 x 20 cm;
- Kostky ledu;
- Voda;
- Lampa s halogenovou nebo žárovkou (nejlépe tepelnou);
- 3 dřevěné špachtle na jazyk (3, pokud máte pouze jednu jednotku STAIR pro kontrolu kvality vzduchu);

- Řídicí jednotka kvality vzduchu STAIR (experiment lze provést rychleji, pokud jsou k dispozici dvě řídicí jednotky);
- Lepidlo na vinyl;
- Stopky/časovač pro chytrá zařízení.

Postup krok za krokem:

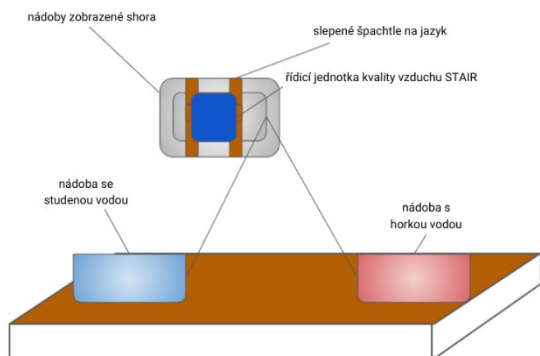
Následující měření lze provádět současně (jak je uvedeno v příkladu níže), pokud jsou k dispozici dvě řídicí jednotky kvality ovzduší STAIR, jinak je lze provádět jedno po druhém v určitých časových intervalech.

- Přilepte špachtle na stlačení jazyka vinylovým lepidlem podle obrázku 1.7;



Obrázek 1.7 - Jak lepit špachtle ke stlačení jazyka.

- Umístěte dvě plastové nádoby na stůl alespoň 50 cm od sebe;
- Do levé nádoby vložte kostky ledu a nalijte vodu do výšky asi 3 cm od horního okraje;
- Nalijte vodu do správné nádoby do výšky asi 3 cm od horního okraje;
- Umístěte lampu asi 10-15 cm od plastové nádoby a nasměrujte světelný paprsek směrem k vodě;
- Všimněte si výchozích údajů o teplotě (T) a relativní vlhkosti (RH) v tabulce 1.1;
- Umístěte řídicí jednotku kvality vzduchu STAIR na podložky ze špachtlí podle obrázku 1.8;



Obrázek 1.8 - Tímto způsobem umístěte řídicí jednotky kvality vzduchu STAIR na kontejnery.

- h. Jakmile je lampa umístěna, spusťte stopky;
- i. Každé 3 minuty požádejte jednoho studenta, aby na obrazovku zapsal hodnoty teploty a relativní vlhkosti (jeden student by měl zapsat hodnoty zásobníku na led a zároveň by měl druhý student zapsat hodnoty vody ohřívané lampou);
- j. Pro každou nádobu proveďte 10 měření;
- k. Co se děje mezi jednotlivými měřeními? Jaké jsou hodnoty? Co z toho můžeme odvodit?
- l. Volitelně: Zadejte naměřená data do Tabulek Google nebo Microsoft Excel do bodového grafu a podívejte se blíže na korelaci mezi oběma parametry vzduchu.

Měření	Vlhkost chladicího kontejneru	Vlhkost horké nádoby	Teplota studeného kontejneru	Teplota horké nádoby
Před experimenty				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Tabulka 1.1 - Vyplní se během měření v rámci experimentu 3.

Očekávané výsledky:

Jak si lze představit, kromě rychlého nárůstu teploty v nádobě vystavené světlu lze pozorovat i mírný nárůst teploty v nádobě s ledem v důsledku jeho tání.

Nejzajímavější výsledek se však týká zvýšení nebo snížení relativní vlhkosti. V chlazené nádobě lze pozorovat pokles vlhkosti v důsledku menšího odpařování, zatímco ve vyhřívané nádobě dochází k prudkému nárůstu.

V závislosti na ročním období, ve kterém se analýza kvality ovzduší provádí, bude tedy možné získat výrazně odlišné údaje, a proto bude nutné najít alternativní řešení ke zlepšení kvality ovzduší.

1.8 Jak náš organismus vnímá teplo vzduchu.

Podívejme se nyní, jaký vliv má na vnímání úrovně pohodlí lidí.

Vysoká i nízká vlhkost vzduchu mají negativní vliv na život lidí.

Za vhodné podmínky pro člověka lze považovat teplotu mezi 20-25 °C a relativní vlhkost mezi 40-60 %. Totéž nelze říci o podmínkách mimo tato rozmezí.

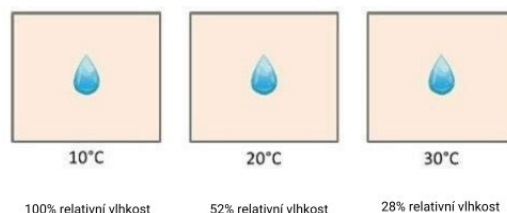
Lidské tělo je schopno při zvýšené teplotě vylučovat teplo pocením.

Pot vylučovaný z tělesných pórů se odpařuje a mísí se se vzduchem.

Při odpařování odvádí teplo z lidského těla, které se následně ochlazuje. V letních měsících a zejména v přímořských oblastech však vzduch kvůli vysoké relativní vlhkosti již obsahuje určité množství vodní páry, a proto se snaží udržet více. Pot, který lidské tělo uvolňuje k ochlazení, se odpařuje pomaleji, než je nutné, nebo se neodpařuje vůbec.

Teplo, které nemůže být odvedeno, vede ke zvýšení teploty vnímané lidským tělem. Kromě tohoto účinku může vysoká vlhkost vzduchu způsobovat nemoci, jako je astma, srdeční selhání, nedostatek sodíku atd. Negativní vliv na život člověka však nemá pouze vysoká vlhkost, ale také nízká vlhkost. Pokud je vzduch v oblastech s drsným klimatem schopen udržet nízké množství vlhkosti (měrná vlhkost), vzniká suché klima.

Suchý vzduch způsobuje suchou pokožku, dýchací potíže, krvácení z nosu a mnoho dalších potíží.



Obrázek 1.9 - Obrázek ukazuje, jak stejné množství vodní páry (absolutní vlhkost) představuje různou relativní vlhkost s rostoucí teplotou vzduchu (<https://www.systemair.com>).

1.9 Rozdíl tlaku vzduchu

Atmosférický tlak je dán hmotností vzduchu na určité jednotce plochy.

Jako první změřil atmosférický tlak, prokázal jeho existenci a ukončil koncept vakua a éteru vědec 17. století Evangelista Torricelli svým barometrem, jehož replika je na obrázku x.x. (dále jen Torricelliho barometr).



Obrázek 1.10 - Replika Torricelliho barometru
(<https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co54518/replica-of-torricellis-first-barometer-1643-barometer-replica>).

²Jednotkou měření atmosférického tlaku v mezinárodní soustavě je pascal (Pa), který odpovídá síle 1 N (Newton) na plochu 1 m².

²Tradičně je možné měřit také atmosférický tlak (1 atmosféra), který odpovídá tlaku působícímu rtuťovým sloupcem o výšce 760 mm na plochu 1 cm².

V troposféře, vrstvě atmosféry nejbližší k zemi, kde probíhá životní cyklus všech živých organismů včetně člověka, jsou změny tlaku způsobeny třemi hlavními faktory:

- Nadmořská výška: **čím** vyšší je nadmořská výška, tím více klesá tlak, protože se snižuje tloušťka vzduchové hmoty na povrchu;
- **Teplota**: protože ovlivňuje hustotu vzduchu, tj. poměr hmotnosti a objemu. Teplý vzduch má menší hustotu, a proto působí menším tlakem než studený vzduch;
- **Vlhkost**: při stejné teplotě působí vlhký vzduch menším tlakem než suchý. Je to proto, že vodní pára váží méně než dusík a kyslík, takže objem vzduchu, ve kterém je více vodní páry, působí menším tlakem než stejný objem vzduchu, ve kterém je jí méně.

Experiment 4: Rozdílný tlak studeného a horkého vzduchu.

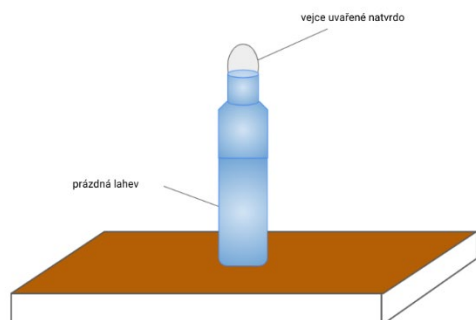
Cílem experimentu je prakticky ukázat rozdílné vlastnosti horkého a studeného vzduchu v závislosti na rozdílu objemu a tlaku působícího na pevný předmět nebo nádobu.

Materiály:

- Skleněná láhev na ovocnou šťávu nebo mléko (otvor musí být větší než v plastové láhvi na sycené nápoje);
- Vařené vejce;
- Zápasy.

Postup krok za krokem:

- Oloupejte vejce uvařená natvrdo;
- Připravte si láhev na stůl a na otvor v láhvi umístěte vejce uvažené natvrdo podle obrázku 1.11;



Obrázek 1.11 - Jak umístit vejce natvrdo.

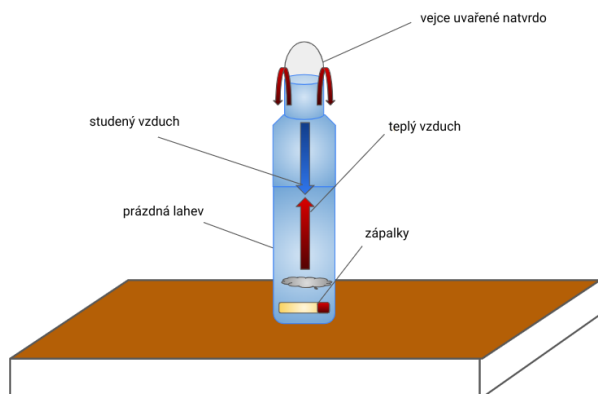
- Vejce zůstane třet nad ústím láhve, aniž by mohlo spadnout dovnitř.
- Přesuňte vajíčko a do prázdné láhve vložte 3 nebo 4 zapálené zápalky;
- Vejce vyměňte, jakmile do láhve vhodíte zápalky;
- Co můžeme pozorovat? Co se děje?

Očekávané výsledky:

Jak jsme mohli vidět, vejce bez jakéhokoli tlaku z druhé strany vklouzne do láhve. Děj je způsoben tlakem vzduchu.

Když zapálíme zápalky a vložíme je do láhve, vzduch se zahřeje a začne více tlačit na vejce uvažené natvrdo.

Vejce se mírně zvedne, čímž unikne horký vzduch, sníží se teplota vzduchu uvnitř láhve, který snížením tlaku a hustoty umožní vejci vniknout dovnitř a nasát ho.



Obrázek 1.12 - Co se děje v láhvi.

2 TECHNICKÉ PRINCIPY MĚŘENÍ UVNITŘ BUDOV

2.0 Výběr vhodné techniky měření

Aby se zabránilo hromadění škodlivých chemických škodlivin ve vnitřním prostředí, je nejlepší použít vhodnou kontrolu zdrojů a zajistit dostatečné větrání. Monitorování chemických znečišťujících látek ve školách a školkách by mělo být prováděno pouze ve specifických situacích, například při provádění zvláštních programů dohledu, ověřování souladu s pokyny nebo normami nebo v reakci na obavy ohledně kvality vnitřního ovzduší po kontrole prostor s ohledem na možné zdroje znečištění.

Metoda použitá k měření znečišťujících látek závisí na účelu testu, jako je ověřování souladu s pokyny, reakce na stížnosti nebo posouzení expozice určitým látkám. Krátkodobá měření jsou vhodnější pro látky s akutními účinky na zdraví, zatímco dlouhodobé monitorování je vhodnější pro chronické účinky, jako jsou karcinogenní sloučeniny. V ideálním případě by mělo být v průběhu času provedeno několik krátkodobých měření, aby bylo možné sledovat změny v úrovních koncentrací, což však není vždy proveditelné z hlediska nákladů a praktických možností.

Světová zdravotnická organizace stanovila směrné hodnoty pro některé prioritní látky znečišťující ovzduší ve vnitřních prostorách. Je důležité si uvědomit, že nadměrné riziko vzniku rakoviny se určuje za předpokladu, že lidé jsou po celý život nepřetržitě vystaveni určité koncentraci znečišťující látky. Pokyny WHO nestanovují doporučené limity pro karcinogenní sloučeniny, které nemají prahové hodnoty pro nepříznivé účinky. Místo toho uvádějí jednotkové riziko karcinogenních účinků a uvádějí příklady vnitřních koncentrací, které odpovídají konkrétním nadměrným úrovním celoživotního rizika vzniku rakoviny. Členské státy nebo mezinárodní organizace mohou stanovit vlastní limitní hodnoty na základě přijatelných úrovní rizika.

2.1 Těkavé organické látky (VOC)

Přestože je přístroj pro sledování kvality ovzduší STAIR neměřící, je nutné se tématem těkavých organických látek zabývat, protože patří mezi látky znečišťující ovzduší, které jsou ve velkém množství škodlivé pro člověka.

Těkavé organické sloučeniny (VOC) označují sloučeniny, které mají vysokou tendenci odpařovat se ve vzduchu a nízkou schopnost rozpouštět se ve vodě. Mnoho těkavých organických látek jsou syntetické chemické látky, které se používají

a vyrábějí při výrobě různých materiálů, jako jsou barvy, léčiva a chladiva. VOC jsou obvykle průmyslová rozpouštědla, jako je trichlorethylen, kyslíkaté látky v pohonných hmotách, jako je methylterc-butyléter (MTBE), nebo vedlejší produkty vznikající při procesu chlorace používané při úpravě vody, jako je chloroform. Těkavé organické látky jsou často přítomny v ropných palivech, hydraulických kapalinách, ředidlech barev a čisticích prostředcích a mohou kontaminovat podzemní vody.

Ve vnitřním prostředí mohou být koncentrace mnoha těkavých organických látek výrazně vyšší než ve venkovním prostředí, často až desetkrát vyšší. VOC jsou emitovány z různých zdrojů, včetně barev, laků, čisticích prostředků, pesticidů, stavebních materiálů, kancelářského vybavení a hobby výrobků. Významným zdrojem organických chemických látek jsou také paliva. Tyto výrobky mohou emitovat těkavé organické látky během používání a skladování.

Studie provedené v rámci metodiky TEAM (Total Exposure Assessment Methodology) Agentury pro ochranu životního prostředí zjistily, že hladiny přibližně tučtu běžných organických znečišťujících látek jsou 2 až 5krát vyšší uvnitř domů než venku, a to bez ohledu na to, zda se domy nacházejí ve venkovských nebo vysoce průmyslových oblastech. Další studie TEAM zjistily, že lidé mohou při používání výrobků obsahujících organické chemické látky vystavit sebe i ostatní velmi vysokým koncentracím znečišťujících látek a že vysoké koncentrace mohou přetrvávat v ovzduší ještě dlouho po ukončení činnosti.

2.2 Krátkodobá a dlouhodobá opatření

- **Krátkodobá měření kvality ovzduší, trvajících méně než hodinu až několik hodin**, se běžně provádějí pomocí aktivního odběru vzorků. Ten zahrnuje nasávání vzduchu přes sorbent pomocí sacího čerpadla, po němž následuje chemická nebo tepelná desorpce zachycených látek pro následnou analýzu plynovou chromatografií nebo jinými technikami. Ačkoli je aktivní odběr vzorků obecně citlivější a přesnější než pasivní odběr založený na difúzi, je také dražší, vyžaduje specifické dovednosti pracovníků provádějících průzkum a je méně vhodný pro monitorování individuální expozice nebo kvality ovzduší ve třídách kvůli hluku, který produkují sací čerpadla.
- Při **dlouhodobém**, několikadenním **odběru vzorků kvality ovzduší** se obvykle používají pasivní difuzní vzorkovače, které využívají difúzi plynů v reaktivním adsorbentu. Protože však koncentrace lze měřit pouze po relativně dlouhou dobu, nejsou pasivní vzorkovače užitečné pro měření špičkových koncentrací. Sloučeniny zachycené v pasivních vzorkovačích se následně desorbují tepelnými nebo rozpouštědlovými metodami a analyzují se plynovou chromatografií, HPLC nebo jinými technikami. Na rozdíl od aktivního vzorkování nevyžadují pasivní vzorkovače elektrickou energii, nemají žádné

pohyblivé části, nevytvářejí hluk a snadno se používají, protože nevyžadují čerpadlo ani kalibraci.

MQ 135, senzor Arduino uvnitř řídicí jednotky kvality vzduchu STAIR, je krátkodobý měřič sestávající z ocelového exoskeletu, pod nímž je umístěn snímací prvek. Na tento snímací prvek je prostřednictvím propojovacích kabelů přiváděn proud.

Tento proud je známý jako zahřívací proud, kterým se ionizují plyny přicházející ke snímacímu prvku a jsou jím absorbovány.

Ionizace je v chemii a fyzice proces, při kterém se elektricky neutrální atomy nebo molekuly mění na elektricky nabitě atomy nebo molekuly (ionty) získáním nebo ztrátou elektronů.

2.3 Místo odběru vzorků

Srovnatelnost výsledků měření závisí na důsledném uplatňování pokynů pro výběr míst odběru vzorků. Norma ISO 16000-1 uvádí, že je třeba dodržovat následující pravidla:

- (a) za optimální místo pro odběr vzorků se obecně považuje střed místnosti;
- (b) Pokud odběr vzorků uprostřed není proveditelný, nesmí být vzorkovače umístěny ve vzdálenosti menší než 1 m od stěny;
- (c) Odběr vzorků by měl probíhat ve výšce přibližně 1,0-1,5 m nad podlahou;
- d) Je třeba se vyhnout místům vystaveným přímému slunečnímu záření, topným zdrojům nebo ventilačním kanálům.

V každé škole se doporučuje určit alespoň jedno místo pro odběr vzorků ve venkovním prostředí pro současné monitorování s odběrem vzorků ve vnitřním prostředí.

Venkovní stanice pro odběr vzorků musí být umístěny v přístřešcích, které je chrání před slunečním zářením a deštěm.

Porovnáním vnitřních a venkovních koncentrací lze určit možné úrovně znečištění způsobené vnějšími zdroji.

Experiment 5: Odpovídá teplota a vlhkost ve vaší třídě normám?

Cílem je analyzovat pomocí řady měření navržených a provedených studenty a týkajících se vlhkosti a teploty vzduchu, zda učebna splňuje platné předpisy.

Optimální mikroklimatické podmínky		
Sezóna	Teplota vzduchu (T)	Relativní vlhkost (RH)
Zimní	19-22 °C	40-50 %

Léto	24-26 °C	50-60 %
------	----------	---------

Tabulka 2.1 - Referenční tabulka pro předpisy týkající se kvality vnitřního ovzduší.

Z provozního hlediska jsou metodiky, které je třeba používat, dobře shrnuty v následujících technických normách:

- UNI EN ISO 7726 (1995), která specifikuje metody měření fyzikálních veličin ovlivňujících tepelné vjemy.
- UNI EN ISO 7730 (září 1997), která specifikuje metody předpovědi tepelného pocitu vnímaného člověkem v "mírném" uzavřeném prostředí (s výjimkou tzv. "extrémního" prostředí, kde může dojít ke škodlivému tepelnému namáhání: tepelný stres, dehydratace atd.).

Materiály:

- Řídicí jednotka kvality vzduchu STAIR;
- Zařízení s tabulkovým procesorem (např. Google Sheets, Microsoft Excel);
- 4 mapy pokojů;
- 4 metry popruhu.

Postup krok za krokem:

- Rozdělte studenty do čtyř skupin;
- Každé skupině studentů poskytněte nástroj pro tvorbu tabulek, svinovací metr a mapu třídy;
- Na základě bodů uvedených v oddíle 2.3 musí každá skupina navrhnout monitorovací místo pro sběr údajů o teplotě a vlhkosti;
- Na mapě vyznačte pro každou skupinu dva monitorovací body;
- Zkontrolujte se třídou, zda byly splněny všechny body v oddíle 2.3, a určete 8 bodů monitorování;
- Na začátku cvičení předložte studentům tabulku 2.1.
- Spusťte monitorování první skupiny (pokud je k dispozici několik monitorovacích jednotek, lze tento krok provést současně);
- Jaké výsledky očekávají jednotlivé skupiny? Z jakého důvodu?
- Každá skupina musí na základě shromážděných údajů napsat vlastní hypotézu.
- Pro monitorování je třeba umístit kontrolní jednotku kvality vzduchu STAIR na místo určené studenty a aktivovat ji;
- Sbírejte údaje o teplotě a relativní vlhkosti každých 30 sekund;
- Uveďte kolísání pro každou skupinu na bodovém grafu;
- Každý graf označte referenční skupinou a místem (např. pro skupinu 1 můžete mít graf 1.1 týkající se prvního měření místa a 1.2 týkající se druhého měření místa);

- n. shromáždit všechna měření se studenty do jednoho výpočetního dokumentu a zprůměrovat shromážděné údaje.
- o. Porovnejte získané údaje s údaji v tabulce 2.1;
- p. Jaké jsou výsledky? Vyplňte tabulku 2.2 pro každou skupinu a porovnejte optimální údaje se shromážděnými údaji (červeně zvýrazněte políčka s parametry, které nesplňují normu, a zeleně ty, které ji splňují).

Umístění	Datum a čas	Naměřená relativní vlhkost	Naměřená teplota	Relativní vlhkost podle předpisů	Teplota podle předpisů
Příklad: 1.1					

Tabulka 2.2 - Kam se zapisují údaje získané během monitorování pro každou pracovní skupinu a třídní skupinu během experimentu 5.

Experiment lze provádět po několik dní a porovnávat venkovní a vnitřní údaje o počasí, čímž se ověří větší či menší vliv venkovního počasí na sběr dat uvnitř budov.

Očekávané výsledky:

Ačkoli má senzor nižší přesnost než čidla běžně používaná při analýze kvality vnitřního ovzduší, umožňuje postup, který odráží skutečné monitorování, a umožňuje studentům pochopit kroky, které je třeba provést, a možné problémy, které se mohou vyskytnout.

Aby nedošlo k poplašné zprávě, je nutné upřesnit, že v případě, kdy jsou shromážděné údaje ve zjevném rozporu s normativními údaji, není senzor DHT22. certifikované pro oficiální monitorování vnitřních prostor, ale pouze pro orientační sběr údajů o teplotě a relativní vlhkosti.

Experiment 6: Dlouhodobé sledování kvality vzduchu v místnosti

Rozvíjejte dlouhodobé monitorování třídy na základě pozorování sběru dat o teplotě a vlhkosti vzduchu a přítomnosti oxidu uhličitého.

Materiály:

- Řídicí jednotka kvality vzduchu STAIR;
- Zařízení s tabulkovým procesorem (např. Google Sheets, Microsoft Excel);
- IDE Arduino;
- Mapa pokoje;
- svinovací metr;
- Software Putty nainstalovaný v zařízení pro monitorování;
- Kabel USB pro Arduino.
- Napájecí lišta nebo prodlužovací kabel (pokud je to nutné);
- Napájení Arduina ze zdi;

Postup krok za krokem:

- a. Promítněte mapu třídy na interaktivní tabuli nebo na promítacím zařízení;
- b. Požádejte studenty, aby formulovali návrhy na umístění senzorů a zvážili výhody a nevýhody jednotlivých poloh;
- c. Určete konečné umístění senzoru a počítače, který k němu bude po dobu monitorování připojen;
- d. Změřte přesnou polohu řídicí jednotky kvality ovzduší STAIR ve třídě pomocí měřicího pásku (je to nezbytné pro opakování měření v budoucnu a pro přesnější odečítání údajů);
- e. Nastavte software Putty podle pokynů v Souboru technických nástrojů pro učitele;
- f. Počítač a zařízení nechte zapnuté (v případě potřeby je připojte k zásuvce; je důležité, aby se během dne nikdy nevypínaly a aby byl počítač nastaven tak, aby nepřecházel do pohotovostního režimu);
- g. Určete čas zahájení měření (nezapomeňte, že snímač MQ 135 může potřebovat čas na správné zahřátí a získání přesnějšího měření, a to až přibližně půl hodiny, přičemž nejpřesnějšího měření dosáhne přibližně po 10 hodinách činnosti);
- h. Aktivujte prostředí Arduino IDE a nahradte jej oknem Putty, jak je vysvětleno v Souboru technických nástrojů pro učitele;
- i. Dohodněte se se třídou na termínu ukončení měření (doporučuje se nejméně 7 dní);
- j. Určete pořadí kontroly žáků (jako v příkladu v tabulce 2.3);

- k. Pořadí kontroly určuje učitel a je nutné, aby software Putty fungoval. Během svého tahu musí student:
- Zapněte počítač;
 - Zkontrolujte, zda software a měření stále běží;
 - Identifikujte uložení s příponou .csv, které proběhlo, pokud byl Putty vypnutý;
 - Změňte název předchozího souboru;
 - Znovu aktivujte software, pokud byl vypnutý;

Datum	Nyní	Student	Zapnul počítač a zkontroloval Putty	Funguje tmel?	Musel jsem uložit soubor .csv?	Musel jsem restartovat Putty?	Změnil jsem název souboru?	Pověrnostní podmínky
03/04/2023	9:00	Ronald	X	Ano	Ne	Ne	Ne	Sun
03/04/2023	13:00	Alice	x	Ano	Ano	Ano	Ano	Děšť

Tabulka 2.3 - Příklad monitorovací tabulky pro workshop.

- l. Na konci sledovaného období zavřete Putty a uložte výsledný soubor .csv.
- m. Rozdělte studenty do skupin. Každá skupina bude zodpovědná za jeden den sběru dat.
- n. Požádejte studenty, aby po sejmutí dat sestrojili bodový graf pomocí výpočetního softwaru (postup sejmutí je vysvětlen v souboru technických nástrojů pro učitele).
- o. Vytvořte jeden soubor monitorovacích dat ve výpočetním softwaru.

Očekávané výsledky:

Glosář - Kontrola dat:

Kontrola údajů je velmi důležitým postupem při zjišťování, zda nedošlo k problémům s přístroji, které mohly zadat nesprávné a nevěrohodné údaje. Po shromáždění údajů je vždy nutné vyloučit nevěrohodné údaje (příliš vysoké nebo příliš nízké ve srovnání s ostatními) nebo je identifikovat, aby bylo možné je vysvětlit v grafu.

Vícedenní seminář představuje pro studenty zvýšenou náročnost, protože jsou zodpovědní za řízení provozu elektronického zařízení pro sběr dat.

Délku sledování je proto třeba přizpůsobit stupni školy a úroveň jejich samostatnosti musí posoudit učitel.

Výsledný graf umožní zjistit kvalitu vzduchu ve třídě a porovnat vnitřní a venkovní ovzduší a jeho proměnlivost.

Tabulka bude více či méně úplná v závislosti na nástrojových problémech, s nimiž se studenti budou potýkat, a na kvalitě provedeného škrábání.