

Vnitřní prostředí

Vnitřní prostředí

Kvalita vnitřního prostředí se zásadně projevuje na pocitu komfortu člověka v daném prostoru i na jeho zdravotním stavu. Přímou se od ní odvíjí jeho výkonnost, pozornost a psychické rozpoložení. Za kvalitní vnitřní prostředí je považováno takové prostředí, které nemá negativní dopady na lidské zdraví a přispívá k pocitu komfortu bez ohledu na délku pobytu v dané místnosti. (Balík, 2008). Pro udržení vyhovující úrovně stavu vnitřního prostředí je nutné sledovat a ovlivňovat značné množství různých parametrů - indexů. Například předpověď středního tepelného pocitu, tzv. index PMV (*Predicted Mean Vote*) (HACH, 2010). Uvnitř budov je velmi důležitým údajem koncentrace oxidu uhličitého, dále pak samozřejmě teplota a vlhkost. V budovách s automatizovanými systémy řízení je standardem také neustálá kontrola přítomnosti kouře, která dokáže předejít požáru. Častá je instalace čidel měřící prach, přítomnost těžkých kovů a těkavých látek (VOC), které vznikají nejrozličnějšími způsoby jako je například používání lepidel, čisticích prostředků, aplikací deodorantu, vařením, spalováním fosilních paliv a mnohými dalšími. Jedná se například o formaldehyd, polycyklické aromatické uhlovodíky, benzen, či naftalen (hyla.cz, 2019). Taková čidla je kromě rodinných domů vhodné instalovat také do knihoven, úřadů, škol či školek a dalších prostor, kde se lidé zdržují delší dobu. Díky varovné světelné indikaci můžeme nabídnout k otevření okna, případně v kontrolované místnosti rovnou automaticky spustit ventilaci. Dalšími podstatnými parametry vnitřního prostředí je hluk, elektroiontové mikroklíma, množství radonu, další chemické zdroje znečištění (oxid uhelnatý, oxid dusičitý a oxid siřičitý) a úroveň biologického znečištění plísněmi, bakteriemi, viry a roztoči.

Vnitřní prostředí typologicky rozdělujeme dle způsobu užívání, množství času, které v něm lidé tráví, nebo charakteru stavby ve kterém se nachází. Konkrétně se jedná o obytné prostory, prostory určené k vykonávání práce potažmo tvůrčí činnosti, veřejně přístupné prostory, dopravní prostředky a specifické typy prostor, které nelze paušálně zahrnout do předchozího rozdělení a do kterých patří také školské prostory (Frous, 2015).

1.1 Školské prostory

Školské prostory se vyznačují kumulací vyššího počtu osob v jedné místnosti, zároveň také dochází k časté obměně osob. Udržet tak většinu dne kvalitní vnitřní prostředí ve školských prostorách lze bez pomoci techniky, nebo důsledně dodržovaného manuálu obtížně. Některé budovy, ve kterých výuka probíhá navíc trpí „syndromem nemocných/nezdravých budov“. Ten můžeme pozorovat u historických budov, budov postavených původně k jinému účelu, budov s neautomatizovaným řízením vytápění, osvětlení a ventilace, v nedostatečně odvětrávaných klimatizovaných budovách, nebo prostor s vysokým kolísáním teplot během dne (bozp.cz, 2018). Školská zařízení

přítom denně navštěvuje odhadem 20% populace České republiky ([SZÚ, 2021](#)).

Oxid uhličitý (CO₂)

Oxid uhličitý (dále jen CO₂) je nezapáchající bezbarvý plyn bez chuti běžně se vyskytující v zemské atmosféře. Přírozená koncentrace částic CO₂ v přírodě se pohybuje v rozmezí 350 – 400 ppm. Doporučená úroveň pro vnitřní prostory je stanovena do 1000 ppm. Vydechnutý vzduch člověkem obsahuje průměrně 35 000 až 50 000 ppm. Konkrétní účinky koncentrací CO₂ na lidský organismus popisuje přiložená tabulka níže ([Protronix, 2009](#)).

350 – 400 ppm	Venkovní prostředí
do 1000 ppm	Doporučená hodnota pro vnitřní prostory
1200 – 1500 ppm	Doporučená maximální koncentrace CO ₂ pro vnitřní prostředí
1000 – 2000 ppm	Může se objevovat únava, ztráta pozornosti
2000 – 5000 ppm	Možné bolesti hlavy
5000 ppm	Maximální hranice, kterou nedoprovází významné zdravotní komplikace
Nad 5000 ppm	Nevolnost, zvýšený tep
Nad 15 000 ppm	Dýchací potíže
Nad 40 000 ppm a více	Možná ztráta vědomí, smrt

Hlavním ukazatelem zvýšené koncentrace oxidu uhličitého je pocit vydýchaného vzduchu. Zvyšování koncentrace CO₂ v uzavřeném prostoru je přímo úměrné počtu osob v místnosti a jejich fyzické námaze. Proto lze při navrhování řízení ventilace místnosti využít návaznost na aktuální koncentrace CO₂.

V klimatizovaných učebnách s absencí automatické ventilace dochází častěji k výskytu vyšších koncentrací CO₂, nežli v učebnách s mechanicky ovládaným větráním. Klimatizace totiž dokáže pozitivně a rychle ovlivnit tepelnou pohodu člověka a není tedy motivace další skutečné výměny vzduchu a snížení tak koncentrace CO₂. Klimatizační jednotky samy o sobě vzduch nevyměňují, ale pouze nasávají vzduch z místnosti a pomocí chladicího mechanismu ho vracejí zpět (Mendell, 2013).

Teplota

Jedním z nejdůležitějších parametrů vnitřního prostředí je úroveň teploty. Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých nám říká, že teplota v učebnách a místnostech určených k dlouhodobému pobytu by se měla průměrně pohybovat mezi 20 a 22°C. V letních měsících by zároveň neměla překročit hranici 26°C. (410/2005 Sb., 2005). K pocitu tepelné pohody v místnosti však dochází za mnohem komplikovanějších podmínek. Pro komplexní pochopení je nutné specifikovat pojem

„tepelná pohoda, nebo alternativně „tepelný komfort“.

Tepelná pohoda je označována pouze za „pohodu dílčí“. Předmětem zájmu tepelné pohody je pouze teplota prostředí. Stav prostředí, ve kterém se člověk cítí dobře po všech stránkách se nazývá „pohoda celková“. Takové prostředí musí mít například dobré akustické, světelné, mikrobiální, nebo aerosolové podmínky, ale také ty psychické.

Tepelná pohoda

Tepelná pohoda/komfort je člověkem vnímán jako pocit, při kterém se cítí v místnosti pohodlně a může se tak dobře soustředit na činnost, kterou vykonává. Proudění vzduchu je stabilní, není příliš silné a jeho teplota je vyrovnaná. Nedochozí tak k pocení, nebo pocitu chladu. Podmínkou tepelné pohody je splnění rovnice tepelné rovnováhy člověka. Tu lze chápat jako porovnání tepelné energie produkované člověkem s energií, kterou člověk odvádí do okolního prostředí. Čím větší je rozdíl těchto dvou hodnot, tím hůře se člověk z pohledu tepelné pohody v daném prostředí cítí. V místnosti by také neměl být rozdíl teplot mezi kotníky a hlavou větší než 3°C. Pokud nějaký teplotní rozdíl nastane, tepleji by mělo být u země. Teplota podlahy by se tedy měla pohybovat mezi 19°C a 26°C.

Tepelná pohoda je čistě individuální pocit, je proto velice pravděpodobné, že v případě vyšší koncentrace lidí po delší časový úsek v tomtéž prostoru, bude některým lidem moc teplo, nebo naopak chladno. Tito lidé pak pociťují tepelný diskomfort ([LAJČÍKOVÁ, 2006](#)).

Relativní vzdušná vlhkost

Relativní vlhkost vzduchu (dále jen vlhkost vzduchu) je procentuální údaj o nasycenosti ovzduší parami. 0% relativní vlhkost je naprosto suchý vzduch a naopak 100% hodnota relativní vlhkosti značí vzduch parami maximálně nasycený. Tento údaj o ovzduší je podobně jako teplota, nebo koncentrace CO₂ jedním z nejdůležitějších parametrů vnitřního prostředí. Hodnota vzdušné vlhkosti by měla zůstat v rozmezí 30 a 60% (Bencko, 1998). Doporučená ideální vlhkost ve vnitřních prostorách je v rozmezí 45 až 60% pro zimní období a 40 až 55% pro letní měsíce. Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých určuje hodnotu mezi 30-65% pro všechny typy prostorů ve školských zařízeních kromě sprch (410/2005 Sb., 2005).

Vlhkost vzduchu ovlivňuje mnoho faktorů. Kromě samotné činnosti člověka, při které dochází spíše k sycení vzduchu, jako například vaření, hygiena, nebo sušení prádla, ovlivňují tuto hodnotu také materiály, z kterého je stavba vyhotovena, její technický stav i počasí venku. Pokud vzdušná vlhkost v místnosti dlouhodobě přesahuje 60%, vzniká tak prostředí vhodné ke vzniku plísní a množení roztočů. To je nejčastěji problém starých budov, kde technické nedostatky, nebo zastaralé materiály umožňují pronikání vody a vlhkosti. Kondenzací vlhka na stěnách, podlahách a jiných površích dochází k tvorbě ideálních podmínek pro růst již zmíněných plísní a hub ([BURIANOVÁ, 2021](#)). Dlouhodobě nevyhovující vzdušná také představuje zdravotní rizika. Příliš vysoká vzdušná vlhkost může způsobovat astma, kožní problémy, dýchací potíže, alergie, či bolesti kloubů. Při nízké

vlhkosti může docházet k vysychání a pálení sliznic, kašli, dýchacím a také kožním potížím ([OSHA, 2011](#)).

Další parametry vnitřního prostředí

Kvalitu vnitřního prostředí ovlivňuje mnoho dalších veličin. Pro dodržení předepsaného rozsahu této práce se primárně věnuji již zmíněným třem parametrům (CO₂, teplota a vlhkost), pro doplnění celkového povědomí si však v krátkosti představíme také některé další.

Hluk

Hluk přirozeně patří do životní prostředí každého člověka. Jedná se o zvukový vjem, který je nechtěný. Hovoříme o zvucích, které ruší, mohou vyvolávat podrážděnost, nebo dokonce způsobovat zdravotní potíže. Možné zdravotní dopady se odvíjí od intenzity hluku, délce jeho trvání i na situaci, ve které na člověka začne působit. Každý člověk má míru tolerance hluku odlišnou. Rozlišujeme dva základní typy hluku. Hluk působící krátkodobě, nebo ojediněle, případně náhodně (troubení, křik, vrtání), a hlukem dlouhotrvajícím (hluk z dopravy za oknem, ventilace) ([MZCR, 2015](#)). Zákonem je hluk definován ustanovením 30 odst. 2 zákona č. 258/2000 Sb., jako zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis (258/2000 Sb., 2000). Možné negativní dopady hluku popisuje Lehmanovo schéma účinků:

> 30 dB	Možné nebezpečí pro nervový systém a psychiku.
> 60 až 65 dB	Možné nebezpečí pro vegetativní systém
> 90 dB	Možné nebezpečí pro sluchový orgán.
> 120 dB	Možné nebezpečí poškození buněk a tkání.

Akutní účinky hluku mohou mít významný vliv na výkonnost člověka. Může se jednat například o vliv na psychiku (únava, deprese, rozmrzelost, agresivita, neochota), zvýšení hladiny adrenalinu, zvýšení krevního tlaku, akustické trauma, snížení výkonnosti, paměti a pozornosti ([MZCR, 2015](#)). Ve školách nacházejících se silně urbanizovaném území tak může významně trpět efektivita výuky vlivem hluku z dopravy a dalších rušivých zvuků plynoucích z dění v přilehlých, rušných ulicích.

Poléťavý prach

Za poléťavý prach jsou považovány pevné částice o velikosti menší než 10 mikrometrů. Standardně se tyto částičky označují zkráceně PM10 a PM2,5. Čím menší částice vdechujeme, tím horší mohou zdravotní dopady být. Větší částice PM10 se při vdechnutí usazují v dolních cestách dýchacích (hrtan, průdušnice, průdušky a plíce), ty menší, tedy částice MP2,5, mohou proniknout až do plicních sklípků. Zdravotní rizika při vdechnutí částic MP2,5 ještě zvyšují karcinogenní látky (olovo, arzen, nikl apod.), které se na tyto prachové částice navazují. Zdrojem poléťavého prachu je ve městech primárně doprava, průmyslové zdroje, nebo přilehlé spalovny a těžební, či cementářské provozy. Poléťavý prach působí na naše zdraví okamžitě. I po krátkodobém působení může docházet ke zvýšení počtu zánětlivých onemocnění plic, negativním účinkům na kardiovaskulární

system, zvýšení počtu hospitalizací, nebo dokonce k vyšší úmrtnosti. Po dlouhodobém vystavení polétavého prachu lze předpokládat zvýšení počtu chronických onemocnění plic, nevratných genetických změn (mutací), karcinogenních onemocnění, poruch plodnosti a předčasných úmrtí. Statistiky Evropské unie pak hovoří odhadem o 370 000 lidech, kteří umírají na následky znečištění ovzduší ([MZCR, 2010](#)).

Těkavé organické sloučeniny

Těkavé organické sloučeniny zkráceně **VOC** se do ovzduší uvolňují z mnoha zdrojů. Využívají se v průmyslu při výrobě nábytku, podlah, koberec v podobě lepidel, ředidel, barev a laků. Díky nízké molekulární hmotnosti těchto látek dochází k jejich rychlému vypařování. Zvýšené koncentrace těkavých látek proto nalezneme velmi pravděpodobně v prostorech jako jsou nové byty, budovy po rekonstrukci, nebo místnostech s novým pokojovým/kancelářským vybavením. ([ŠENKYŘÍKOVÁ, 2015](#)) Dalšími zdroji těchto polutantů je doprava, nebo kouření cigaret.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Polycyklické aromatické uhlovodíky dále jen PAU jsou nebezpečné, mnohdy toxické a karcinogenní znečišťující látky. Vznikají procesem nedokonalého spalování organických materiálů. Nejčastěji ropných produktů, dřeva, uhlí, tabáku, či odpadu. Zdroje PAU jsou přírodního, nebo antropogenního původu. Za přírodní zdroj můžeme označit vulkanickou činnost, nebo lesní požáry. Výrazně větší množství PAU však vzniká vlivem lidské činnosti, například používáním spalovacích motorů, likvidací odpadů spalováním, kouřením, nebo vlivem průmyslové výroby. V ovzduší došlo k identifikaci již ([Fiala, 1999](#))

Zdravotní dopady PAU na zdraví jsou prokázané. Nejzávažnějším negativním vlivem je karcinogenita. Vdechování PAU, konkrétně nejškodlivějšího benzo(a)pyrenu z dopravy, nebo cigaret je hlavní příčinou rakoviny plic. Dále mohou PAU způsobovat poškození genetické informací buněk a další formy rakovinových onemocnění. ([HAVEL, 2021](#))

Elektroiontové mikroklima

Elektroiontové mikroklima, alternativně míra ionizace vzduchu jsou pojmy, kterým nám říkají, že v ovzduší kolem nás obsahuje určité množství volných atmosférických iontů. Ionty jsou elektricky nabitě částice ionizační energií. Pro příjemný pocit v místnosti je přítomnost těchto částic v ovzduší nutná. Zdrojem iontů je elektromagnetické záření, nebo radioaktivní záření. Může být přírodního, nebo umělého původu. Ionty můžeme rozdělit podle několika vlastností. První způsob dělení je dle polaritě těchto částic. Mohou být kladné, nebo záporné. Ionty dusíku jsou představiteli kladných iontů, ionty kyslíku a vodních par pak těch záporných. Další dělení odpovídá počtu molekul ve shluku, z kterého se iont skládá. Rozdělují se na lehké, střední a těžké ionty. Lehké ionty jsou shlukem nižších desítek molekul. Časový rámec jejich životnosti se pohybuje v řádu sekund. Počet lehkých iontů ve vzduchu je ukazatelem jeho čistoty. S přibývajícím znečištěním ovzduší dochází k vázání dalších molekul na lehké ionty a vznikají tak střední ionty s životností i několika stovek hodin. Počet molekul středních iontů je několik set. Těžké ionty tvoří shluky až tisíce molekul. Disponují životností až několika týdnů. Jádro těžkých iontů je typicky tvořeno částicemi prachu, nebo

kouře. Rychlost sedimentace iontů je přímo úměrná počtu molekul, z kterých je iont tvořen. Těžké ionty mají vzhledem ke své hmotnosti sedimentaci, tedy zánik, nejrychlejší. Pokud je ve vzduchu zastoupeno větší množství těžkých iontů, vdechujeme znečištěný vzduch, tedy částice, které často obsahují škodlivé látky. Čističky ovzduší vzduch uměle obohacují o lehké ionty. Tento jev je nazýván ionizace. S větším množstvím lehkých iontů dochází rychlejšímu obalení prachových částic a dalších nečistot v ovzduší a vytvoření těžkých iontů, které mají rychlejší čas sedimentace a vzduch se tak rychleji pročistí. ([Lajčíková, 2007](#))

Zdroje

HACH, Lubus a Yasuo KATOH. Alternativní způsoby řízení koncentrace CO₂ pro zdravé obytné prostory. [online] AUTOMA, Prosinec 2010 [Citace: 1. 1. 2021.] Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/42488.pdf>.

Koloidy.cz, Co je ppm?. [online] <https://www.hyla.cz/>. 13.7.2019 [Citace: 10. 1. 2021] Dostupné z: <https://www.koloidy.cz/blog/co-je-ppm/>

FROUS, Jan a Bedřich MOLDAN. Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu. Praha: Karolinum, 2015, 330 s. ISBN 978-80-246-2667-3

MENDELL, M.J., a další. 2013. Association of classroom ventilation with reduced illness absence, a prospective study in California elementary school. Indoor Air. 2013, Sv. 23, 515-528.

Protronix s.r.o. Pracujete ve zdravém prostředí? Měření oxidu uhličitého v budovách. [online] <https://vetrani.tzb-info.cz/>. TZB-info, Poslední změna 10. 8. 2009 [Citace: 1.1. 2021]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/5827-pracujete-ve-zdravem-prostredi>.

LAJČÍKOVÁ, Ariana. Elektroiontové mikroklima. [online] SZÚ, 13.12.2007 [Citace: 2. 2. 2021.] Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/elektroiontove-mikroklima>.

HAVEL, Milan. polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs). <https://arnika.org/> [Online] 2021. [Citace: 30.1.2021] Dostupné z: <https://arnika.org/polycyklicke-aromaticke-uhlovodiky-pahs>

FIALA, Zdeněk. Polycyklické aromatické uhlovodíky I. kontaminace prostředí a expozice osob. ACTA MEDICA SUPPL [Online] 1999. [Citace: 25.1.2021] Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Masin-2/publication/12482341_Polycyclic_aromatic_hydrocarbons_I_Environmental_contamination_and_environmental_exposure/links/00b7d53a7ddeb6e553000000/Polycyclic-aromatic-hydrocarbons-I-Environmental-contamination-and-environmental-exposure.pdf

ŠENKYŘÍKOVÁ, Tereza. Stanovení emisí těkavých organických látek z materiálů používaných pro výrobu nábytku. Brno, 2015. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Fakulta Lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Petr ČECH.

MZCR. Nebezpečí polétavého prachu [Online] <https://www.mzcr.cz/>. 2010. [Citace: 22.1.2021]
Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/5BC8D18C9B814A6EC125772E00539B7A/\\$file/OVV-poletavy_prach-20100525.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/5BC8D18C9B814A6EC125772E00539B7A/$file/OVV-poletavy_prach-20100525.pdf)

MZCR. Co je to hluk [Online] <https://www.mzcr.cz/>. 1.12.2015. [Citace: 21.1.2021] Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/co-je-to-hluk/>

Zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: Sbírka zákonů. 2000. ISSN 1211-1244.

OSHA, Indoor Air Quality in Commercial and Institutional Buildings [online] OSHA. 2011 [Citace: 19. 1. 2021] Dostupné z: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/3430indoor-air-quality-sm.pdf>

BURIANOVÁ, Lucie. Jaká má být ideální vlhkost vzduchu v bytě a jak jí docílíme? [Online] Českostavby.cz. 8. 1. 2021. [Citace: 20.1.2021] Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/jaka-ma-byt-idealni-vlhkost-vzduchu-v-byte-a-jak-ji-docilime-27083.html>

Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělání dětí a mladistvých. In: Sbírka zákonů. 4. 10. 2005. ISSN 1211-1244.

BENCKO, Vladimír. Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1998, 185 s. ISBN 80-7184-551-5.

Revision #1

Created 2025-05-29 11:32:30 UTC by Magdalena Dobešová

Updated 2025-05-29 11:48:31 UTC by Magdalena Dobešová