MUDr. Ariana LAJČÍKOVÁ, CSc.
Státní zdravotní ústav, Praha

Vnitřní prostředí a zdraví

Indoor Environment and Human Health

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Kvalita vnitřního prostředí, v němž člověk tráví většinu života, je ovlivněna použitými stavebními materiály, provedením stavby vč. technických zařízení, zařizovacími předměty a materiály (nábytek, tapety, nátěry, koberce aj). Na kvalitě prostředí se významně podílí člověk svou přítomností a různými aktivitami. Vnitřní prostředí ovlivňuje i kvalita venkovního ovzduší. Jsou zmíněny hlavní škodliviny vnitřního prostředí, uvedeny jejich vlivy na zdraví a limitní hodnoty. Je zdůrazněna nezbytnost větrání.
***Klíčová slova**: Vnitřní prostředí, kvalita vnitřního ovzduší, podmínky zdraví uvnitř budov*

The human spends a majority of his lifetime indoors. Indoor environment quality is affected by used building materials, construction of a building, and fixtures and fittings (furniture, wallpaper, paints, carpets etc.). The human influences environment quality by his presence and activities conduced indoors. Indoor environment quality is also affected by quality of the outdoor air. This article deals with the main indoor airborne pollutants, given their effects on human health and limit values. Necessity of proper ventilation is highlighted.
***Key words:** Indoor environment, indoor air, health conditions indoors*

ÚVOD

V uzavřeném prostředí budov tráví člověk dnes většinu života. Podle způsobu užívání rozdělujeme vnitřní prostředí na obytné, pobytové a pracovní. Zatímco pobytové a pracovní prostředí včetně škol je ošetřeno hygienickou legislativou [1, 3, 4] a jsou zde stanoveny limitní hodnoty pro fyzikální, chemické a biologické faktory, obytné prostředí hygienická legislativa neřeší. Jsou pouze určitá nezávazná doporučení ze zkušeností a závěrů výzkumných prací [6, 7, 10, 13, 14]. Je na každém jedinci, v jaké míře se jimi bude řídit. Některé technické limity stanoví stavební vyhláška [2], odkazem na normu [5] činí závaznými např. požadavky na větrání obytných budov.
V produktivním věku stráví člověk třetinu dne na pracovišti, část dne prožije dopravou, vzděláváním, nakupováním, rekreačním sportem, návštěvou kulturních a společenských zařízení a uskutečňováním svých dalších zájmových aktivit. Je tedy v pracovním nebo pobytovém prostředí. V této době jsou značné individuální rozdíly. Čas věnovaný kultuře a sportu se stále více redukuje, některé činnosti (korespondence, nákupy, bankovní operace) se už realizují z velké části z domova přes počítač. Délka pobytu doma se liší podle věku i podle lokality bydlení. Poslední třetina dne připadá u všech lidí bez rozdílu na čas strávený v obytném prostředí odpočinkem a spánkem.
O zdraví v budovách pro bydlení a pobyt rozhodují především vlastnosti budovy, dané použitými materiály, stavební technologií, kvalitou technických zařízení a kvalitou provedených prací. Významně je ovlivňuje způsob užívání stavby. Zatímco vlastnosti budovy a použité materiály nemůže obyvatel objektu zpravidla ovlivnit, o způsobu využívání sám rozhoduje. Někdy člověk funkce bytu naruší nevhodnými zásahy a nevhodnou organizací bydlení [6, 14] – část bytu přetápí či naopak z úsporných důvodů nevytápí nebo nevětrá. Z hlediska úspor žádoucí, z hlediska větrání naprosto kontraproduktivní je např. zasklívání lodžií před obytnou místností. Specifickým způsobem znehodnocuje vnitřní prostředí silný kuřák, bydlení se zvířaty, přeplňování interiéru rostlinami, společné bydlení mnoha osob v nedostatečném prostoru a nedostatečný úklid. Současné výzkumy ukazují, že až 50 % všech nemocí souvisí s kvalitou vnitřního prostředí budov [15].

A. Pouze některé vlastnosti obytné budovy může její obyvatel ovlivnit

K těm, které aktivně ovlivňuje, patří:
- **tepelně vlhkostní mikroklima**
- **koncentrace škodlivin**, které ve vnitřním prostředí vznikají pobytem a činností člověka

Tepelně vlhkostní mikroklima obytného prostředí je soubor nejdůležitějších faktorů, které zajišťují tepelnou pohodu člověka jako jednu z podmínek pro jeho život. Je charakterizováno teplotou vzduchu, relativní vlhkostí vzduchu (r.v.) a rychlostí jeho proudění. K těmto základním charakteristikám mikroklimatu patří ještě povrchová teplota okolních ploch a vertikální a horizontální gradient teploty.
Je známo, že tepelná pohoda prostředí nejvýznamnějším způsobem člověka ovlivňuje. Při lehké fyzické práci – a tou jsou prakticky veškeré činnosti, které v obytném a pobytovém prostředí vykonáváme – je člověk schopen plného výkonu při teplotě 22 °C, při teplotě 27 °C klesá schopnost podávat plný výkon o 25 % a při 30 °C je dosahováno pouze poloviční výkonnosti. Známe už unavené školáky v přetopených třídách.
V literatuře se často zmiňuje riziko působení vysoké teploty na materiály, použité v interiéru jako stavební, zařizovací a dekorační, z hlediska **uvolňování chemických látek** do ovzduší. Tyto hypotézy ale vyvracejí výsledky výzkumu prof. Fangera a spolupracovníků z Technické university v Lyngby [8]. Ti podrobili širokou škálu materiálů, používaných v interiérech staveb, podmínkám stoupající teploty a relativní vlhkosti vzduchu a konstatovali, že teploty prostředí do 28 °C a r.v. do 60 % neovlivňují významně uvolňování chemických látek (pozornost byla zaměřena zejména na těkavé organické látky a formaldehyd). S vyššími hodnotami se v obytném prostředí prakticky nesetkáváme, nebo jen výjimečně a krátkodobě.
Jiné hodnocení běžných podlahových krytin z PVC jako možného zdroje chemických škodlivin v prostředí pod vlivem různých teplot a r.v. ukázalo, že toto nebezpečí je v obytném interiéru zbytečně přeceňováno. Vyšší koncentrace chemických látek v obytném prostředí se vyskytují krátce po zařízení bytů novými materiály a nábytkem. Ty však postupně klesají na hodnoty podlimitní a podprahové [9].
Mechanismus působení podprahových dávek chemických látek je stále předmětem výzkumů a nebyl dosud spolehlivě objasněn. Je však možné, že i podprahové dávky mají na organismus negativní dopad, zvláště, působí-li dlouhodobě. Působení podprahových dávek škodlivin se věnují skandinávští vědci. Jejich poznatky byly zveřejněny v publikaci s dramatickým názvem **Vnitřní vzduch – tichý zabiják** [11]. Ostatně u některých škodlivin (např. radon či produkty spalování tabáku cigaret) je závažnost působení známa. Za skryté nebezpečí považují švédští vědci limonen, látku ve vyšších koncentracích dráždivou, avšak dosud považovanou za netoxickou. Chemicky patří mezi terpeny – $C_{10}H_{16}$. Je součástí rozpouštědel, odmašťovacích prostředků k mytí nádobí a kosmetiky, kterým dodává vůni citrusů. Je obsažen i v osvěžovačích vzduchu do interiéru, jejichž úkolem je maskovat jiné pachy. Je vysoce reaktivní (zejména za přítomnosti ozónu) a vytváří látky, pronikající buněčnými membránami do organizmu. V nich vidí autoři větší – a dosud nepoznané – nebezpečí, než v těkavých

organických látkách, ozonu samotném a prašném aerosolu, které jsou stále z různých úhlů studovány. Problém je, že tyto reakce probíhají velmi rychle a my je dosud neumíme měřit. Významným zdrojem chemického znečištění v kancelářích jsou laserové tiskárny a další reprografická technika. I zde jsou ozón a chemické látky v podprahových koncentracích a my nevíme, zda se v organismu sumují a jak na člověka působí. Z preventivního hlediska je proto důležité správné a dostatečné větrání [2, 4, 5].

S teplotou souvisí **relativní vlhkost vzduchu (r.v.).** Mimo topné období kopíruje většinou r.v. v interiéru hodnoty venkovního prostředí. V zimě, kdy ve venkovním prostředí klesá v důsledku vymrzání obsah vzdušné vlhkosti a vnitřní r.v. klesá v důsledku vytápění (i přetápění) a větrání suchým venkovním vzduchem, je třeba vzduch vlhčit. Není totiž výjimkou pokles r.v. na 20 % a méně, přičemž **optimum je mezi 35 až 50 %.** Zatímco vyhláška pro pobytové prostory [1] připouští maximální r.v. 65 %, dnes víme, že r.v. převyšující dlouhodobě 55 % je optimální pro růst plísní a proto vyšší hodnoty v obytném prostředí nedoporučujeme. V podmínkách extrémně nízké r.v. dochází ke zdravotním potížím z vysoušení sliznic. V méně závažných případech trápí lidi suché sliznice krku při běžné mluvě a způsobují chrapot a sípání. Známé jsou, zejména v centrálně vytápěných panelových domech, dlouhodobé suché úporné kašle malých dětí. Poškozené sliznice se stávají vstupní branou infekce pro katary dýchacích cest. Krátkodobě lze doporučit zvlhčování vzduchu domácími prostředky (vlhké prostěradlo na těleso ústředního topení), příp. zvlhčovač vzduchu. Těch je na trhu bohatá nabídka. Jejich používání vyžaduje náležitou trvalou údržbu. Bez ní se zvlhčovač vzduchu může stát zdrojem mikrobiálního znečištění vnitřního ovzduší. Součástí vlhčení vzduchu by vždy mělo být objektivní měření.
Jak se v podmínkách stoupající relativní vlhkosti vzduchu chovají materiály, které nás v obytném prostředí obklopují? Zvýšené uvolňování chemických látek z materiálů vnitřního prostředí bylo prokázáno za podmínek vzestupu r.v. nad 70 %. V podmínkách r.v. obvyklých v obytných interiérech se kromě období těsně po dokončení objektu a jeho zařízení nábytkem a podlahovými krytinami zvýšené koncentrace chemických látek nenaměřily. Je ale stále diskutována možnost dlouhodobého působení malých dávek chemických škodlivin, které dnešními měřicími technikami nejsme schopni zachytit [11, 12].

Udržet vhodné mikroklimatické podmínky v bytě z hlediska relativní vlhkosti bývá problematické v těchto případech (v závorce je uvedeno množství vody, odpařené do prostředí):
- ❑ byt je přeplněn (cca 50 až 70 g /(h.os.)
- ❑ v bytě se suší prádlo (400 g /(h.kg suchého prádla)
- ❑ žehlení prádla (200 g/(h.kg prádla)
- ❑ vaření (až 500 g/h)
- ❑ sprchování či koupání (až 600 g/h)
- ❑ byt je zaplněn rostlinami, akvária – odpar z hladiny (50 g/h) [6].

Je třeba zajistit, aby při vyšší vlhkosti vzduchu nedocházelo k orosování stěn místností z důvodů hygienických a estetických (růst plísní), i ekonomických (studená stěna – sálání – ztráta komfortu prostředí, vzestup nákladů na vytápění). Vlhkost zvyšuje tepelnou vodivost materiálů a snižuje tak jejich tepelně izolační schopnost. Snížená tepelná izolace znamená vždy riziko navlhání stěny a plesnivění vlhkých povrchů. Plísně jsou v ovzduší všudypřítomné a stačí jim k růstu vytvořit podmínky.
Zároveň s teplotou a relativní vlhkostí je nezbytná dostatečná **výměna venkovního vzduchu** v obytných místnostech, ať už přirozeným nebo nuceným větráním. Dostatek čerstvého vzduchu je základním požadavkem podmiňujícím zdraví obyvatel. Legislativní požadavky na větrání obytných budov jsou stanoveny výše zmíněnou novelou stavební vyhlášky [4]. Přívod vyměňovaného venkovního vzduchu je definován dávkou 25 m^3/h/os. Minimální intenzita větrání je 0,5 1/h.

Rychlost proudění vzduchu by neměla v zimě překročit 0,20 $m.s^{-1}$ a v létě 0,25 $m.s^{-1}$. Vyhýbáme se průvanu, větráme krátce, plným profilem okna, zejména v zimě se vyvarujeme nekontrolovaného větrání („okno na škvíru“), které je pouze kontinuálním znečišťováním vnitřního prostředí venkovními nečistotami. Větrání je nezbytné i v mrazivých zimních dnech.

Veškeré **činnosti, spojené s užíváním vnitřního prostředí** (domácí práce, úklid, kutilství, různé hobby aktivity aj.) by měly být konány tak, aby prostředí neznehodnocovaly plyny, parami či aerosoly. Pěstování rostlin a chov zvířat lze akceptovat v rozumné míře.

B. Obyvatel nemůže aktivně ovlivnit bez finančních nákladů a technických zásahů:

- ❑ **koncentraci radonu** ze stavebního materiálu a z podloží stavby,
- ❑ **koncentraci chemických látek**, které se uvolňují ze stavebního materiálu,
- ❑ **koncentraci škodlivin** (chemické látky, prach, pyly, mikroorganismy), které vnikají do budovy z venkovního prostředí při větrání a netěsnostmi stavby,
- ❑ **přirozené osvětlení a proslunění** obytných místností (může je však aktivně omezovat),
- ❑ venkovní **hluk**,
- ❑ venkovní **odéry**.

KONCENTRACE ŠKODLIVIN

Kvalita vzduchu uvnitř budov je závislá na mnoha faktorech, zejména:
a) na kvalitě venkovního vzduchu,
b) na objemu vzduchu, připadajícím na jednu osobu
c) na výměně vzduchu – intenzitě větrání
d) na množství škodlivin, které v interiéru vznikají

Venkovní prostředí je znečišťováno téměř každou lidskou činností. Hlavním zdrojem kontaminant venkovního ovzduší je průmysl (podle závažnosti: energetický, metalurgický, stavebních hmot, chemický a doprava). V městských aglomeracích se dnes hlavním zdrojem zdraví škodlivých znečišťujících látek stává doprava. Indikátorem znečištění ovzduší z dopravy je přítomnost kancerogenního polycyklického uhlovodíku benzo-a-pyrénu.
Na druhém místě je stále lokální vytápění (domácí topeniště, spalující méně kvalitní palivo za relativně nízké teploty). Spalování zemního plynu k vytápění (a ve vnitřním prostředí k vaření) je zdrojem oxidů dusíku.
Venkovní prostředí obsahuje zejména minerální prach, popílek, saze, oxidy dusíku, polycyklické aromatické uhlovodíky, arzén, berylium, fluor, alifatické uhlovodíky, aldehydy, olovo a jiné kovy, CO a řadu dalších chemických látek. Všechny tyto kontaminanty se při větrání dostávají do interiéru budov. Jejich koncentrace ve venkovním prostředí nejsou zpravidla natolik významné, aby bránily větrání. Výjimečně však může taková situace nastat, ať už při smogových epizodách nebo při průmyslových haváriích a požárech. Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci s místními správními orgány pak vyhlašuje podle koncentrace škodlivin v ovzduší tři stupně informování občanů: signál upozornění, regulace a varování. Jsou s nimi spojeny pokyny o omezení větrání.

Vnitřní prostředí obsahuje řadu chemických škodlivin:

Tabákový kouř je prakticky všudypřítomný v prostředí, které člověk obývá [6]. Stačí, aby byl v bytě jeden kuřák, a pasivnímu nedobrovolnému kouření je vystavena celá rodina. V prostředí lze hodnotit obsah nikotinu, u exponovaných osob lze stanovit jeho metabolit kotinin v krvi, slinách nebo moči. Další látky, které jsou obsažené v tabákovém kouři: oxid uhelnatý, formaldehyd, benzen, amoniak, dimetylnitrosamin, dehet, metan, pyridin, metylnaftalen, benzo-a–pyrén, anilin, toluen a řada dalších. Jedenáct má prokázané karcinogenní účinky, šest je podezřelých karcinogenů. Žádná

bezpečná hranice spotřeby tabáku neexistuje. U pasivních kuřáků dochází k porušení přirozené imunity vůči vlivům zevního prostředí a vyšší frekvenci zánětů horních i dolních cest dýchacích, očních spojivek a středouší. U aktivních kuřáků hrozí vznik závažných, život ohrožujících nemocí (rozedma plic, rakovina). Prevencí je pouze změna životního stylu a větrání.

Oxid uhličitý – CO_2 je nejběžnější kontaminantou vnitřního ovzduší, je ho v interiérech vždy více než venku. Zdrojem oxidu uhličitého je člověk a jeho dýchání. Se zvyšováním koncentrace CO_2 stoupá i koncentrace vodní páry v ovzduší a tím relativní vlhkost vzduchu. Takovou kvalitu vzduchu známe ze špatně větraných, přelidněných, „vydýchaných" místností. Limitní hodnotu pro vnitřní prostředí staveb 1500 ppm stanoví stavební vyhláška [2]. Při měření ve školách jsou běžně nalézány až třikrát vyšší hodnoty, svědčící pro zcela nedostatečné větrání. Výsledkem jsou roztěkaní, nesoustředění a unavení žáci i učitelé.

Oxid uhelnatý – CO. Hlavním zdrojem tohoto život ohrožujícího plynu je nedokonalé spalování za spotřebovávání kyslíku – kamna na pevná paliva, otopná tělesa na plyn bez dobrého odtahu, špatně odvětrané karmy, krby, případně garáže v blízkosti bytů. Do místností mohou pronikat spaliny s obsahem CO od plynových spotřebičů s přerušovačem tahu při nedostatečném přívodu spalovacího vzduchu (okna s vysokou těsností spár). Zdrojem oxidu uhelnatého (a mnoha dalších škodlivin) je také kouření tabákových výrobků. Limit pro pobytové prostředí je 5000 $\mu g/m^3$ [1].

Formaldehyd – nejnebezpečnější škodlivina v interiéru: je dráždivý, mutagenní, toxický pro reprodukci a je potenciálním karcinogenem. Jeho hlavním zdrojem mohou být samy stavební materiály, použité v konstrukci budov, nábytek (fenolformaldehydové a močovinoformaldehydové pryskyřice jsou pojivem dřevotřísek), plasty, podlahoviny, koberce, tapety, těsnící tmely a různé nátěry, ale i kouření. Hlavní opatření spočívá v kontrole jeho zdrojů a větrání. Limit pro pobytové místnosti je 60 $\mu g/m^3$ [1].

VOC_s – organické těkavé sloučeniny. V domácnostech jich lze identifikovat asi 2 000, jen 50 se však vyskytuje běžně, z nich 10 má prokázány závažné zdravotní účinky. Většinou působí narkoticky. Některé z látek této skupiny dráždí a jsou prokázanými alergeny, některé jsou kancerogenní. Hlavním jejich zdrojem v interiéru je kouření, čisticí prostředky, rozpouštědla, desodoranty, osvěžovače vzduchu, oleje, nátěry, lepidla, barvy a laky, koberce, podlahoviny, desinfekční a desinsekční prostředky. Nejvíce zastoupené jsou uhlovodíky (hnací plyny aerosolových rozprašovačů), rozpouštědla a ředidla. Specifickou skupinou jsou terpeny a terpenoidy, mezi které patří mentol, eukalyptol a výše zmíněný limonen. Tyto látky se v ovzduší štěpí a vznikají z nich ještě závažnější škodliviny (formaldehyd, acetaldehyd).

PAH – polycyklické aromatické uhlovodíky. Vznikají nedokonalým spalováním organických látek (venku doprava, uvnitř kouření). Většinou se chovají jako středně nebo málo těkavé (SVOC), mohou se vázat na povrch prašných částic a s nimi jsou vdechovány. Mají závažné toxické účinky, narušují vývoj a reprodukci, některé jsou silnými alergeny, některé jsou kancerogenní. K nejvýznamnějším patří benzo(a)pyrén. Patří sem i dialkylftaláty (změkčovadla plastů) a polybromované difenyletery (zpomalovače hoření). Pro některé PAH jsou limitní hodnoty v pobytovém prostředí stanoveny.

NO_x – oxidy dusíku (směs, zejména oxid dusný N_2O, oxid dusnatý NO a oxid dusičitý N_2O_2). Oxidy dusíku dráždí dýchací cesty, dlouhodobé vdechování snižuje imunitu organismu. Pro menší rozpustnost ve vodě snadno pronikají do dolních dýchacích cest, často spolu s prašným aerosolem. Limitní hodnota pro oxid dusičitý v pobytových prostorách je 100 $\mu g/m^3$ [1].

SO_2 – oxid siřičitý – nesouvisí s užíváním objektu, vniká dovnitř netěsnostmi stavby z venkovního prostředí. Pro svou dobrou rozpustnost ve vodě působí dráždivě už v horních cestách dýchacích. Neutralizuje se na zásaditých omítkách. Jiné sloučeniny síry, zejména **sirouhlík a síra** samotná se mohou v objektu vyskytovat ze špatně provedené odpadové kanalizace nebo po její rekonstrukci. Nepříjemný zápach obtěžuje a dráždí.

Azbest byl používán pro své protipožární a tepelně izolační vlastnosti. Je zdrojem vláknitého prachu. Hlavní nebezpečí poškození zdraví (je kancerogenní) hrozí při bourání a rekonstrukcích starých objektů. V ČR je jeho použití od r. 2006 zakázáno. Dnes je nahrazován umělými minerálními vláknitými materiály, o nichž se původně soudilo, že jsou zcela neškodné. Studie z poslední doby ukazují, že některá umělá vlákna mohou organismus také vážně poškozovat. Např. vdechnutá skelná vlákna se rozpouštějí v tělních tekutinách a na jiném místě krystalizují. Limitní hodnota pro azbest a minerální vlákna v pobytovém prostředí je 1000 vláken/m^3.

Objevují se nová rizika – **vlákna sádrovce** ze sádrokartonových desek, dnes hojně používaných ke stavbám příček v interiérech (rostou na nich při navlhnutí velmi dobře plísně!).

Radon – respektive radionuklid ^{222}Rn. Postupným vyzařováním částic alfa vznikají z radonu poměrně rychle za sebou atomy polonia, olova, vizmutu a další dlouhodobý radionuklid olova. Dceřiné prvky radonu se zachycují v dýchacích cestách, kde ozařují při svém rozpadu tkáň a vzniká zhoubný nádor.

Ionizující záření může vnikat do budovy z podloží, nebo se může uvolňovat ze stavebních materiálů, pokud bylo k jejich výrobě použito surovin s vyšším obsahem radonu. To se v minulosti stávalo. Stavební materiál je však u nás od roku 1983 monitorován a nebyl nalezen žádný druh surovin (ať přírodních nebo sekundárních) či výrobků s vysokým obsahem radioaktivní látky. Je třeba si však uvědomit, že běžný stavební materiál (cihly, beton, pórobeton) je vyroben z přírodních surovin (písku, jílu, cementu aj.) a obsahuje tedy uran stejně jako podloží a je tak neodstranitelným zdrojem radonu v domě. Riziko je však přijatelné [6]. Trvalé větrání je jedinou ochranou.

Odéry jsou anorganické nebo organické látky plynné povahy, vnímané člověkem jako pachy nebo vůně. Provázejí používání kosmetiky, úklidových, desinfekčních a desinsekčních prostředků, lepidel, nátěrů, vaření, mohou se však uvolňovat i z materiálů použitých ve vnitřním prostředí. Samy pachy většinou zdraví člověka akutně neohrožují, snižují jeho koncentraci, pohodu, někdy způsobují nevolnost a ztrátu chuti k jídlu. Mohou být příčinou psychického stresu.

Domácí prach tvoří pevné částice různé velikosti. Větší částice sedimentují na povrchy, nejsou respirabilní a tudíž nepředstavují akutní nebezpečí. Menší částice tvoří tzv. respirabilní frakci, jsou v ovzduší přítomny ve formě aerosolu ve vznosu neustále, tvoří tzv. polétavý prach a člověk je vdechuje. Hlavní složkou domácího prachu jsou písek a prach z venkovního prostředí, pyly, částice vlasů, šupinky kůže, chlupy domácích zvířat, částečky textilií a potravin. Nejzávažnějším důsledkem jejich vdechování je vznik alergického onemocnění. Prevence spočívá v omezení rezervoárů prachu v bytě, úklidu na vlhko a v dostatečném větrání. Pro pobytové prostory jsou stanoveny limitní hodnoty pro dvě velikostní frakce prachu [1]. Pro frakci PM10 (prachové částice s převládající velikostí částic do průměru 10 μm) je limitní hodinová koncentrace 150 $\mu g/m^3$. Druhý hodinový limit je stanoven pro frakci PM2,5 (prachové částice s převládající velikostí částic do průměru 2,5 μm), je to 80 $\mu g/m^3$.

Mikroorganismy a roztoči nás nerozlučně provázejí. V pobytových místnostech je nepřípustný viditelný nárůst plísní na zdech a površích. Koncentrace plísní ani bakterií v ovzduší nesmí překročit 500 kolonií tvořících jednotky/m^3 vzduchu. Uvedená vyhláška stanoví, že 1 gram prachu, vysátého z lůžek, čalouněného nábytku a koberců nesmí obsahovat více než 2 μg alergenů roztočů nebo 0,6 mg guaninu [1]. Vztah ke vzniku alergií je dostatečně znám. Přenašečem infekčních agens může být i nežádoucí hmyz.

HLUK

V obytném prostředí nejde zpravidla o hluk, který by poškozoval sluch, může však být příčinou sluchové únavy, stresu a psychické rozlady organismu. Poškození sluchu hrozí v pobytových prostorách při extrémně hlučných hudebních produkcích a v pracovním prostředí. Zde jsou ale stanoveny limitní hodnoty.

OSVĚTLENÍ

Denní osvětlení je základním faktorem životního prostředí člověka a má značný vliv na jeho zdravotní, ale především psychický stav. Kromě denního světla je důležité i proslunění, tj. ozáření prostoru přímým slunečním světlem, neboť zvyšuje odolnost lidského organismu proti nepříznivým vlivům prostředí, podporuje zdravý rozvoj organismu, příznivě působí na psychiku člověka, na jeho duševní stav a náladu. Přímé sluneční záření přispívá k vyhřívání interiéru a má i určité baktericidní působení.

ZÁVĚR

Byl uveden výčet hlavních kontaminant vnitřního prostředí. V reálných interiérech působí spolu vždy více chemických škodlivin [10]. Ty mohou své působení zesilovat, či dokonce násobit. Nebo mohou spolu reagovat působením atmosférického kyslíku, ultrafialového záření, ozonu, tepla aj. tak, že mohou vznikat látky škodlivější, než ty původní. Limity jsou stanoveny pro základní složky, ale sekundární emise, látky v prostředí vznikající probíhajícími reakcemi (např. radikálovým štěpením nebo fotooxidací) limity nemají a jejich působení může být závažné. Prouděním vzduchu, průvanem, mohou být rozvířeny a opět se dostanou do vznosu již dříve usazené prašné částice. A tento „koktejl“ prachu a chemických látek může být přítomnými osobami vdechován. Jinak zareaguje osoba zdravá a dobře psychicky komponovaná, jinak frustrovaný, dlouhodobě stresovaný a oslabený jedinec.
Z toho, co bylo výše shrnuto, je vidět, že kvalita života člověka v interiéru závisí v mnoha směrech na provedení stavby, kterou obývá a na jeho vlastním chování. Jak bylo výše řečeno, lidé pobývají ve vnitřním prostředí většinu času. Negativní složky prostředí, fyzikální, chemické nebo biologické, i když působí podprahově a diskrétně, mohou při dlouhodobém působení být příčinou ztráty pocitu komfortu prostředí, narušení imunity a přirozené obranyschopnosti lidského organismu. Někdy hovoříme dokonce o syndromu nemocných budov. Kvalitní provedení obytného či pobytového objektu a jeho správné užívání se tak stává jednou ze základních podmínek pro zdravý a plnohodnotný život lidí. Základem správného užívání každé stavby zůstává především dostatečné větrání.

Kontakt na autorku: alajcik@szu.cz

Použité zdroje:

[1] Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
[2] Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby („stavební vyhláška“)
[3] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. v platném znění, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (novelizováno nařízením vlády č. 93/2012 Sb.)
[4] Vyhláška o č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
[5] ČSN EN 15 665/Z1 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov, 2011
[6] Kolektiv, Manuál prevence v lékařské praxi, díl III. Prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví. Vydal SZÚ Praha, 2000, 112 s.
[7] Směrnice Společnosti pro techniku prostředí č. 1/2005 Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí. Vyšlo jako příloha časopisu VVI, 2005.
[8] Fang, L., Clausen, G., Fanger, P.O., Impact of Temperature and Humidity on Chemical and Sensory Emission from Building Materials. Indoor Air, 9, 1999, č. 3, s. 193–201
[9] Wiglusz, R., Igielska, B., Sitko, E., Nikel, G., Januszkiewicz, I., Emission of Volatile Organic Compounds (VOC) from PVC Floor Coverings. Bull. of the Inst. Maritime and Tropical Medicine, Gdynia, 49, 1998, č. 1, s. 101–107
[10] Bukovský, L., Šála, J., Tepelná pohoda a vytápění. Informační materiál ČEZ, a.s. Praha, 2000
[11] Ygberg, I. a kol., Indoor Air – The Silent Killer. Svensk Ventilation in collaboration with Astma och Allergi Főrbundet, Löwex Trycksaker AB, Växjő, 2004, 45 s.
[12] Hollerová, J., Holler, P., Škodlivé chemické látky ve vnitřním prostředí. VVI, č. 1, 2010, s. 48–51
[13] Towards Healthy Air in Dwellings in Europe. Závěr. zpráva THADE Report, red. M. Franchi, EFA Central Office, Brussels, 2004
[14] Kolektiv, Vnitřní prostředí budov – Stavební kniha. Vyd. ČKAIT Praha, 2001, 115 s.
[15] Global Indoor Health Network – Common Toxins in Our Homes, Schools and Workplaces, USA, www.globalindoorhealthnetwork.com, February, 2012. ■

Hydraulické vyladění kotlů zvyšuje účinnost a snižuje emise

Inovativní automatizované hydraulické vyladění plynových kondenzačních kotlů, připravené pro nástěnné kotle Viessmann Vitodens 300-W (1,9 až 35 kW) a kompaktní kotle Vitodens 333-F (1,9 až 26 kW) a Vitodens 343-F (1,9 až 19 kW) zvyšuje rovnoměrnost vytápění u jednotlivých těles, účinnost využití energie až o 15 % a snižuje emise CO2. Proto musí být vyrovnány příkony teplé vody do jednotlivých těles s výkony oběhových čerpadel. To zaručuje, že žádná místnost není přetápěna nebo podtápěna a energie je efektivně využita.

Problém rozdílů vytápění lze odstranit hydraulickým vyladěním. Na termostatickém ventilu se nastaví určitý hydraulický odpor, který vyváží všechny místnosti a zajistí správný tepelný komfort. U novostaveb jsou parametry sítě vytápění dostatečně známé a vyladění je jednoduché. U starších staveb jsou vlastnosti sítě zpravidla neznámé a jejich vyladění je mimořádně obtížné. Nevhodným řešením je zvýšení otáček oběhového čerpadla, které sebou nese vyšší náklady za proud a rušivé efekty termostatických ventilů. Vyladění vyžaduje značné náklady a musí být svěřeno odborné firmě.

Vhodnějším řešením je pořízení kotlů Viessmann s automatizovaným vyladěním, vybavené měřením průtoku a diferenčního tlaku, které zpracuje servisní program Vitosoft 300. Odborný servisní závod tak potřebuje vedle servisního programu jen servisní kufřík a laptop.

Pramen: Technická informace Viessmann, 4/2012 *(AB)*

Výměníky Bomat získávají teplo ze spalin

Vedle běžných výměníků kotelen nabízí Bomat Heiztechnik GmbH výměníky Minitherm pro využití tepla ze spalin blokových kotelen o výkonech 40 až 2200 kW. Výměníky s účinností 50 % zachycením kondenzačního tepla a snížením teploty na výstupu spalin přispívají ke zvýšení účinnosti kotelny až o 15 %. Předností výměníků jsou použité konstrukční materiály včetně robustních keramických trubek s vysokou tepelnou vodivostí, které odolávají kyselinám a sirným sloučeninám vznikajícím při kondenzaci spalin a zajišťují dlouhou životnost.

Na příkladu kotelny s výkonem 50 kW mají spaliny na výstupu teplotu 120 °C; při použití výměníku Minitherm pouze 40 až 60 °C. Za cenu investice včetně montáže a potrubí za 3800 € se tak ušetří ročně ca. 45 000 kWh a 2500 € při nákladech na energii 0,05 €/kWh. Doba amortizace je velmi krátká, pouze 1,7 roku. Po 25 letech vývoje a výroby výměníků oslavil Bomat Heiztechnik loni v prosinci dodání 50 000 výměníku.

Pramen: Tisková informace pro veletrh Intherm Nürnberg *(AB)*