



# KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

S. Vilčeková | E. Krídlová Burdová

# 3

## KVALITA VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

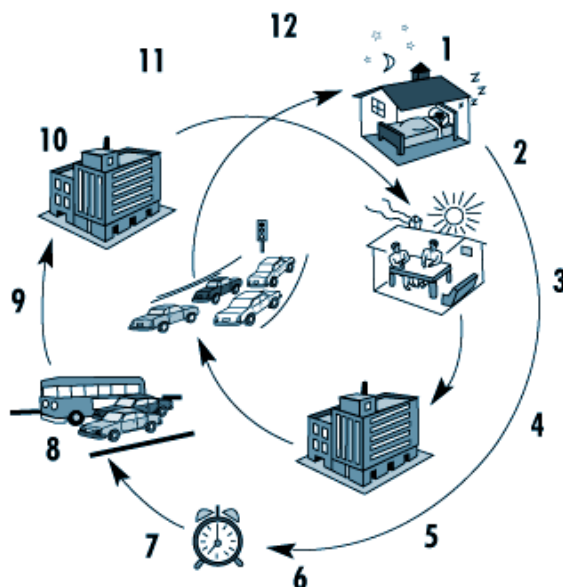
Každý z nás má právo na zdravé životné a pracovné podmienky. Keďže až 90 % svojho času trávime priamo vo vnútornom prostredí budov, je dôležité zabezpečiť takú kvalitu tohto prostredia, aby nebolo ohrozené zdravie, znížená pracovná výkonnosť a komfort užívateľov budov (Obr. 3.1). Prostredie v budovách je tvorené zložkami prostredia, vnútorným vzduchom ako poľom ich prenosu a človekom ako najdôležitejším subjektom prostredia. Zložky vnútorného prostredia budov je možné deliť na fyzikálne (teplo, vlhkosť, svetlo, zvuk, elektrické polia, statická elektrina, aeroióny), chemické (toxikanty, aerosóly, pachové látky) a biologické (mikroorganizmy). Ďalšie dôležité delenie zložiek prostredia je na hmotnostné (toxické pevné látky, kvapaliny a plyny, pachy, mikróby, kvapalné a pevné aerosóly), a energetické (tepelné a svetelné žiarenie, ionizačné žiarenie, laserové žiarenie, statická elektrina a gravitácia). Tieto zložky prostredia zaťažujú alebo môžu zaťažovať užívateľov budov, a miera ich pôsobenia závisí od zdrojov nachádzajúcich sa priamo v danom prostredí. Užívateľia budov sú teda nepriaznivo ovplyvňovaní tokmi škodlivín, čo spôsobuje zdravotné problémy. Závažnosť týchto zdravotných účinkov závisí od doby expozície, koncentrácie a od ich vzájomnej interakcie, ako aj od prenosu škodlivín. Kvalita vzduchu v budovách je preto ovplyvňovaná viacerými faktormi, pričom určujúcimi sú koncentrácia, miera vetrania, chemické reakcie škodlivín a vzduch ako médium ich prenosu. Vo významnej miere sa vo vnútornom prostredí vyskytujú chemické zložky. K chemickým zložkám patria toxikanty, aerosóly a odorové látky. Z toxikantov sú to najmä radón, prchavé a poloprchavé organické látky, oxidy dusíka, oxidy uhlíka, ozón, a tabakový dym. Typickými zástupcami aerosólového znečistenia sú tuhé častice (vlákna a prach). Pre environmentálnu tvorbu vnútorného prostredia budov v súčasnosti nie je postačujúce individuálne vnímanie jednotlivých zložiek prostredia, ale komplexné posudzovanie výsledného vplyvu a interakčného pôsobenia škodlivín. Vnútorné prostredie budov ako časť envirosystému budov predstavuje časť prostredia, s ktorým je človek vo vzájomnom priamom pôsobení bez sprostredkovania inými zložkami reality. Je charakterizovaný procesmi vzniku, prenosu a distribúcie. Dominantný vplyv na kvalitu prostredia majú architektonické konštrukcie a sústavy techniky prostredia. Je v bezprostrednej interakcii s človekom a ovplyvňuje jeho zdravie, komfort a výkonnosť. Nedostatky v oblasti hygieny prostredia budov sú spôsobené znižovaním spotreby energie v budovách, následne znižovaním intenzity výmeny vzduchu, nesprávnou voľbou vetracieho systému a poruchami stavebných konštrukcií.

V životnom prostredí rozlišujeme prírodné zložky (vzduch, voda a pôda) a zložky vytvorené človekom sa považujú za umelé. Tzv. umelé životné prostredie je životné prostredie vytvorené človekom, aj keď jeho súčasťou sú prírodné zložky. Bezprostredná interakcia medzi človekom a životným prostredím sa realizuje ľudskými činnosťami.

Ďalej vo vzťahu k stavebným objektom rozlišujeme vonkajšie prostredie stavieb (prostredie okolo zastavaných priestorov) a vnútorné prostredie budov (prostredie pracovných, obytných a iných priestorov).

Envirosystém budov (Obr. 3.2) je prostredie budov, s ktorým je človek bezprostredne v interakcii, pozostáva zo zdrojov agensov, subjektov prostredia a poľa prenosu. Envirosystém budov pozostáva zo stavebných konštrukcií a sústav technického zariadenia budov. Agens je homogénna zložka fyzickej reality, ktorá vytvára toky a bezprostredne exponuje alebo môže exponovať subjekty prostredia. Komplex agensov je súbor agensov, ktoré pôsobia nerozlučne spolu a výsledkom ich pôsobenia sú spoločné účinky. Agensy delíme na hmotnostné (toxické pevné látky, kvapaliny, plyny; tuhé a kvapalné aerosóly a mikroorganizmy, odery) a energetické (tepelné žiarenie; svetelné žiarenie; UV žiarenie, laserové a mikrovlnné žiarenie a ionizačné žiarenie).

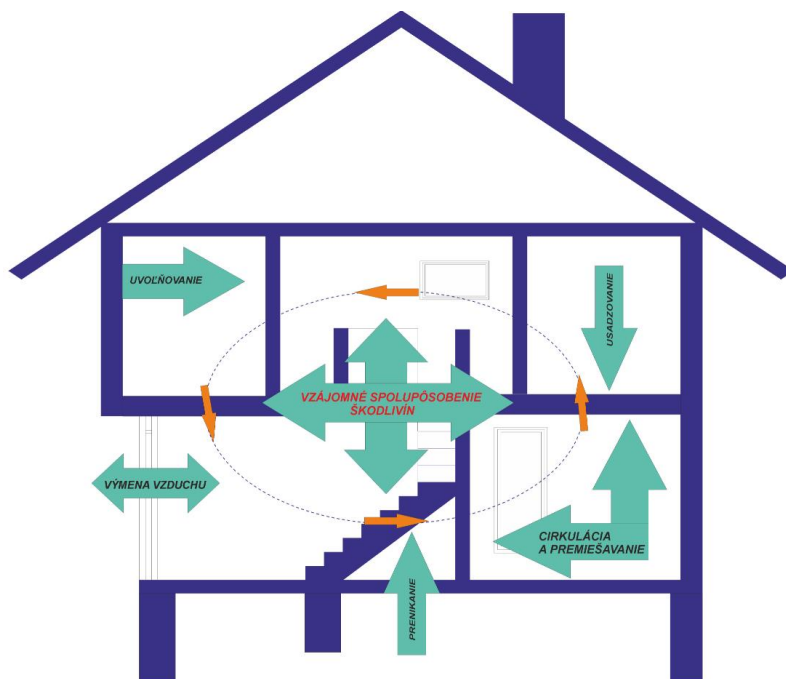
Obr. 3.1 Mestskí obyvatelia trávajú 80 až 90 % svojho času v interiéroch



Zdroj: [http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD\\_Figure44.2](http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Figure44.2)

Medzi procesy ovplyvňujúce interakciu škodlivín v envirosystéme budov vo väzbe na stavebné materiály, konštrukcie a užívanie budov patrí prenikanie, uvoľňovanie, usadzovanie, cirkulácia, premiešavanie a výmena vzduchu (Obr. 3.2).

Obr. 3.2 Envirosystém budov



Zdroj: Environmentalistika v stavebníctve / Magdaléna Bálintová [et al.] - 1. vyd - Košice : Stavebná fakulta Technickej univerzity - 2015. - 144 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-2242-1

Kvalitu vnútorného prostredia ovplyvňujú stavebné materiály, sústavy technických zariadení budov, ako aj človek a jeho činnosť. Kvalita vnútorného prostredia (Obr. 3.3) zahŕňa tepelno – vlhkosťné podmienky, kvalitu vnútorného vzduchu, rovnako ako akustické a svetelné podmienky prostredia.

Obr. 3.3 Kvalita vnútorného prostredia



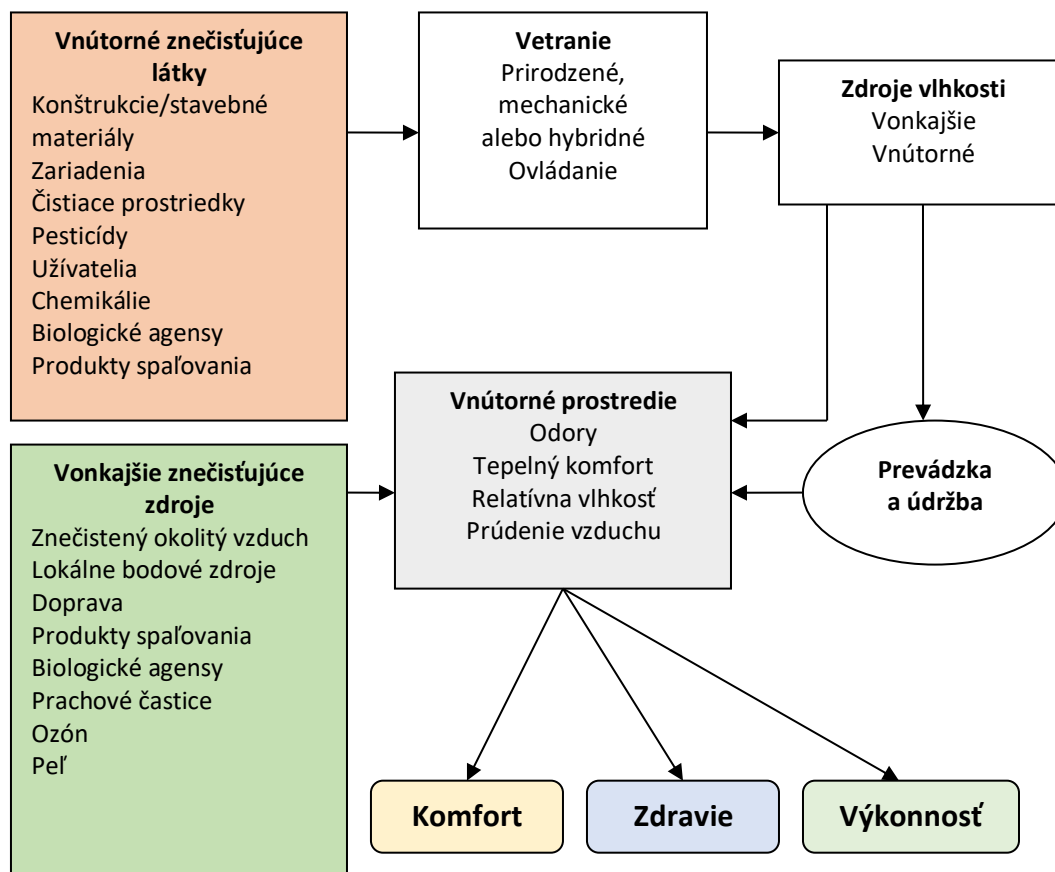
Zdroj: Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016

Vnútorné prostredie budov ako súbor architektonického, konštrukčného a umelo vytvoreného interiérového prostredia označujeme ako vnútorný envirosystém budov. Envirosystém budov je prostredie budov, s ktorým je človek bezprostredne v interakcii.

Pojem zdravie je podľa WHO (World Health Organization) definovaný ako stav úplnej telesnej, duševnej a sociálnej pohody a nie len neprítomnosť choroby alebo postihnutia. Rovnako tak, zdravý vnútorný vzduch môže byť definovaný ako vzduch, ktorý nespôsobuje žiadne riziko ochorenia, a ktorý zabezpečuje komfort a pohodu pre všetkých užívateľov. Kvalita vnútorného vzduchu je funkciou vonkajšieho a vnútorného znečistenia, tepelného komfortu a zmyslovej záťaže (odorové látky).

Ako je znázornené na Obrázku 3.4, zložité interakcie medzi vnútornými a vonkajšími znečisťujúcimi látkami, vlhkosťou, systémami techniky prostredia (vykurovanie, vetranie a klimatizácia), prevádzkou a údržbou budov môžu ovplyvňovať zdravie užívateľov, komfort a výkonnosť. Znečisťujúce látky sú uvoľňované z viacerých zdrojov. Znečistenie a alergény vo vnútornom vzduchu – plesne, prach, zvieracie alergény, baktérie a huby, prchavé organické látky a partikulárne látky – sú spojené s astmou a inými respiračnými príznakmi a so súborom SBS symptómov. V niektorých prípadoch vonkajšie znečisťujúce látky reagujú s vnútornými chemickými látkami a vytvárajú nové podráždenie.

Obr. 3.4 Vzťah medzi znečisťujúcimi látkami, prevádzkou, vetraním a komfortom, zdravím a výkonnosťou

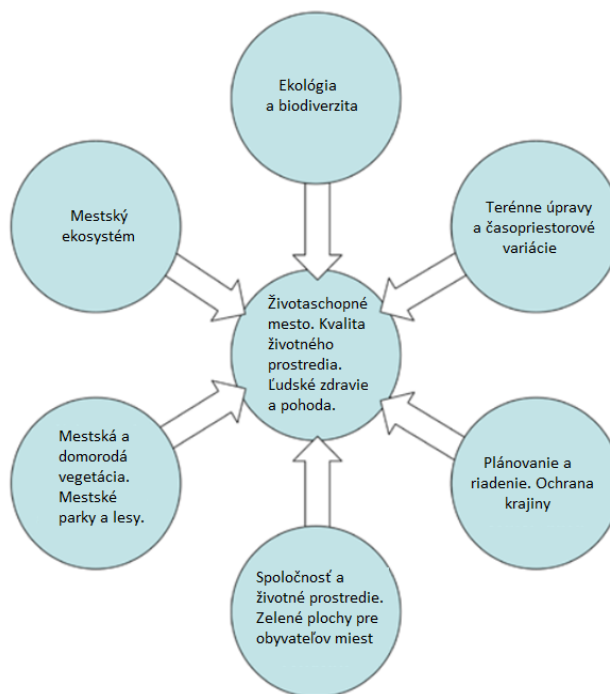


Zdroj: Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016

Vnútorné prostredie budov sa zaoberá kvalitou vnútorného vzduchu, tepelného, vizuálneho a akustického komfortu. Zelené budovy s dobrou kvalitou vnútorného prostredia chránia zdravie a pohodlie užívateľov budov. Kvalitné interiérové prostredie zvyšuje produktivitu, znižuje prítomnosť škodlivých látok v ovzduší a zvyšuje hodnotu budovy. Kvalitu vnútorného prostredia okrem vnútorných zdrojov znečistenia ovplyvňuje aj kvalita vonkajšieho prostredia. V mnohých mestách môžu chýbať alebo sú nesprávne distribuované mestské zelené plochy. Musí sa brať do úvahy hlukové znečistenie produkované automobilmi a vykurovacími systémami domácností v krajinách s chladnými zimami. Zvážovať tiež vplyv tepelného ostrova v mestských oblastiach a mestských aglomeráciách. Spoločensko-priestorové variácie kvality životného prostredia v mestách a dobrých životných podmienok ľudí (Obr. 3.5) nie sú nové, ale sú zavedenou charakteristikou mestského života. Udržateľný rozvoj si okrem iného vyžaduje, aby rozvojové projekty nemali za následok degradáciu prírodných zdrojov na rekreáciu v prírode. Došlo k rýchlemu nárastu poznatkov o dôležitosti vonkajšieho prostredia pre naše zdravie a pohodu (Obr. 3.6). Investície do mestských lesov pre zdravie a pohodu môžu byť dôležitou súčasťou strategických rozhodnutí v územnom plánovaní. Ako predpoklad pre vydanie povolenia môže byť súčasťou celkového plánu rozvoja rozvoj a financovanie nových mestských lesov a zelených plôch. Toto je otázka globálneho záujmu, pretože veľa krajín je v procese rýchlej urbanizácie a mestská ekologizácia a mestské lesníctvo majú dôležitú úlohu v procese podpory kvality života a zlepšovania kvality životného prostredia. Prepojenia medzi spoločnosťou a životným prostredím sú hlboké. Zelené plochy nachádzajúce sa v blízkosti obytných oblastí môžu byť jedným z potenciálnych ochranných faktorov, ktoré môžu tmiť nepriaznivé účinky na zdravie spôsobené chronickým vystavením hluku z dopravy. Informácie o spoločenských hodnotách a významoch zelených

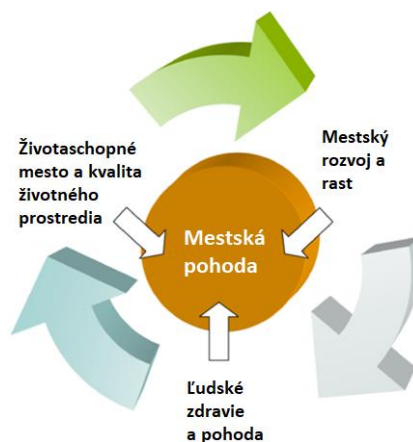
plôch pre obyvateľov miest sú v dnešnej dobe vzácne. Tieto informácie by mali byť dostupné v použiteľnej forme pre mestské využitie krajiny a plánovanie zelene. Mestskí obyvatelia na celom svete vyjadrujú túžbu po kontakte s prírodou a navzájom, atraktívnym prostredím, miestami na rekreáciu a hru, súkromie, aktívnejšia úloha v dizajne ich komunity a zmysel pre identitu komunity. Dizajn mestskej krajiny výrazne ovplyvňuje pohodu a správanie používateľov a blízkych obyvateľov.

Obr. 3.5 Životaschopné mesto a kvalita životného prostredia, ľudské zdravie a pohoda



Zdroj: [https://www.researchgate.net/publication/254448507\\_Urban\\_Planning\\_throughout\\_environmental\\_quality\\_and\\_human\\_well-being/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1)

Obr. 3.6 Mestská pohoda

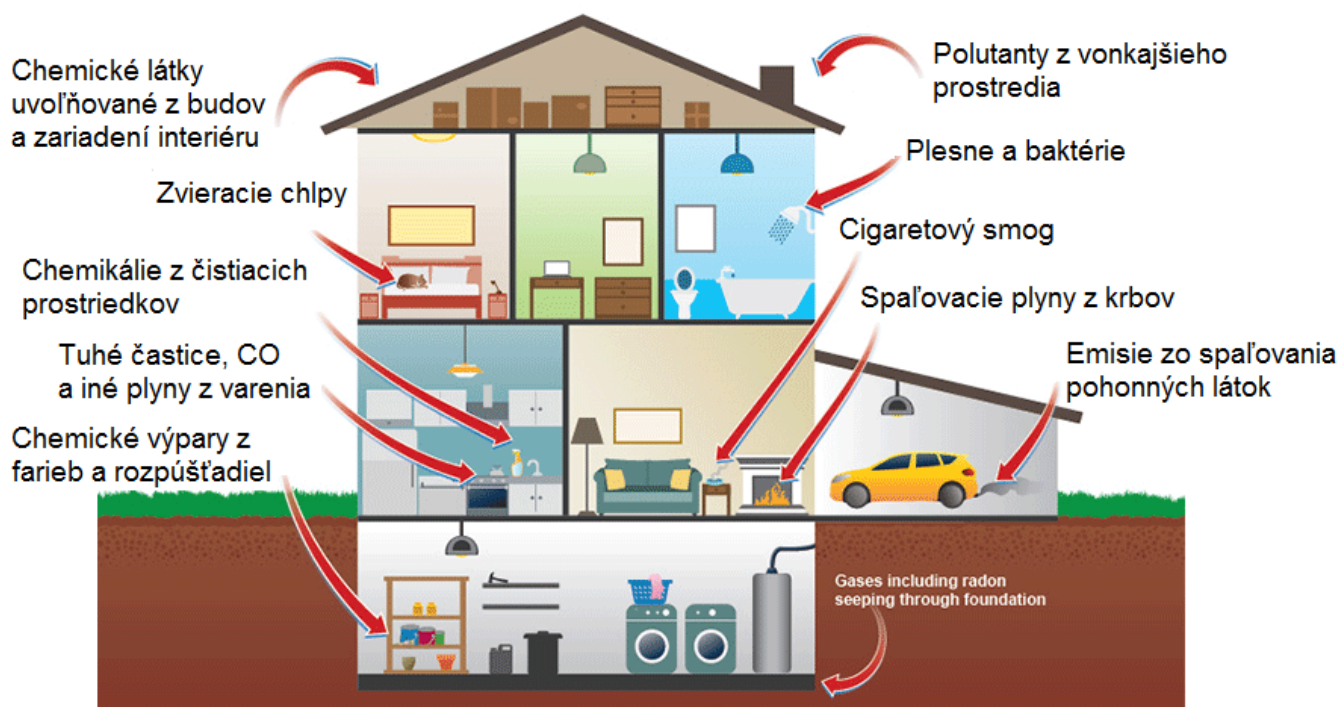


Zdroj: [https://www.researchgate.net/publication/254448507\\_Urban\\_Planning\\_throughout\\_environmental\\_quality\\_and\\_human\\_well-being/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1)

### 3.1 Manažment vnútorného prostredia budov

Riziko ohrozenia zdravia užívateľov budov je mnohokrát vysoké z dôvodu prítomnosti rôznych škodlivín vo vnútornom vzduchu. Úroveň výskytu škodlivín závisí od zabudovaných stavebných materiálov, techniky prostredia, kvality vonkajšieho vzduchu a samotnej prevádzky budovy. Keďže človek trávi viac ako 90 % svojho času vo vnútornom prostredí, je v značnej miere exponovaný prostredníctvom inhalácie vnútorného vzduchu (Obr. 3.7). Riziko ohrozenia zdravia sa teda zvyšuje nielen z dôvodu doby pobytu užívateľov v budovách, ale najmä z dôvodu vysokých koncentrácií jednotlivých znečisťujúcich látok. V súvislosti s tendenciou šetrenia energie sa v súčasnosti navrhujú budovy s dôrazom na zníženie spotreby energie. Budovy na jednej strane eliminujú expozíciu užívateľov škodlivinami z vonkajšieho prostredia, ale na druhej strane sú zdrojom znečistenia vnútorného prostredia. Nevhodné dispozičné riešenia obmedzujú rozptyl a distribúciu škodlivín z vnútorných zdrojov. Stavebné materiály s nenulovou intenzitou uvoľňovania prchavých organických látok, ako i činnosť užívateľov a prevádzka systémov techniky ovplyvňuje výslednú kvalitu prostredia v budovách. K prioritám v systéme zabezpečenia kvality vnútorného prostredia patrí určenie stratégie riadeného vetrania. Zabezpečenie dostatočného a účelného vetrania budov získava v poslednom období dominantné postavenie v rámci komplexného návrhu budov. Vetraním sa zabezpečuje dostatočné množstvo čerstvého vzduchu, zníženie koncentrácie škodlivín na úroveň, ktorá neovplyvňuje zdravie užívateľov, t.j. pod ich limitné hodnoty, a zabezpečuje sa minimálny výskyt pachových látok vo vnútornom prostredí a často aj odvod odpadového tepla. Navrhnuté riešenie výmeny vzduchu má byť nielen energeticky efektívne, ale má aj zabezpečovať dostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu a tým zabezpečiť zdravie užívateľov a ich komfort. Nadmerné vetranie spôsobuje energetické straty a naopak, nedostatočné vetranie má za následok nevyhovujúcu kvalitu vnútorného vzduchu. V tomto zmysle je potrebná vyváženosť a rovnováha s možnosťou regulácie vo vzťahu k miere a spôsobu užívania vetraného priestoru, tepelno-vlhkostným podmienkam a k miere výskytu škodlivín v danom prostredí.

Obr. 3.7 Zdroje znečistenia vo vnútornom prostredí bytových budov



Zdroj: <https://medium.com/@AirmidHealth/air-pollution-not-just-an-outdoors-problem-ece46cb6a775>

Pre zabezpečenie zdravia, komfortu a produktivity užívateľov vo vnútornom prostredí budov je okrem teploty vzduchu a jeho relatívnej vlhkosti rozhodujúce aj zloženie vzduchu, ktorý človek vdychuje. Kvalita vzduchu závisí od koncentrácie škodlivín a zápachov, ktorú určuje veľkosť miestnosti, množstvo prítomných osôb, ich činnosť a intenzita výmeny vzduchu. Čerstvý vzduch pozostáva z cca 21 % kyslíka a zo 78 % dusíka. Okrem toho obsahuje asi 0,03 % oxidu uhličitého a stopové množstvá vzácnych plynov. Pri dýchaní sa vzduch v miestnosti obohacuje nielen o vlhkosť, ale aj o oxid uhličitý ako produkt kyslíkovej spotreby organizmu. V pokoji vydýchne dospelý človek približne 0,5 m<sup>3</sup> použitého vzduchu za hodinu, ktorý po tejto dobe obsahuje v nevetranej miestnosti už len 16 % kyslíka, ale až 4 % oxidu uhličitého. Z týchto dôvodov sa musí v uzavretých priestoroch zabezpečovať dostatočná výmena vzduchu, pretože už pri hodnotách 0,07 % podielu oxidu uhličitého a menej ako 15 % podielu kyslíka reaguje organizmus človeka únavou, zníženou pracovnou schopnosťou a bolesťami hlavy. Na obrázku (Obr. 3.7) je znázornená schéma budovy zobrazujúca vonkajšie a vnútorné zdroje znečistenia.

Úlohou tvorby budov a ich prostredia je vytvorenie optimálneho životného prostredia a vytvorenie prijateľných podmienok vo vnútornom prostredí budov. Tvorba budov a ich prostredia je závislá na klimatických podmienkach daného prostredia. Klimatické podmienky prostredia majú vplyv na výber stavebných materiálov a konštrukcií, technológie, sústavy techniky prostredia, a na architektonické riešenie budov a ich priestorov. Ich pôsobenie má značný vplyv napr. pri rozložení a tvare okien, dverí, terás, balkónov a pod., pričom sa zohľadňujú základné kompozičné hľadiská tvorby. Všetky klimatické vlastnosti priestoru (teplo, vlhkosť, tlak, prúdenie vzduchu, a pod.) vplývajú na užívateľa, na jeho fyziologické pocity a zároveň na jeho duševný stav.

Je potrebné poznať pôvod najvýznamnejších škodlivín vo vnútornom prostredí budov, predchádzať ich vzniku, prípadne poznať opatrenia na odstránenie ich negatívnych účinkov na ľudské zdravie. Zaťaženie organizmu vo vnútornom prostredí pochádza jednak z nevhodných stavebných materiálov, je dôsledkom užívania budov a má svoj pôvod aj v okolitom prostredí. Tabakový dym sa považuje za najnebezpečnejšiu zmes škodlivých látok. Podobne ako pri nedokonalých spaľovacích procesoch, vzniká tu množstvo škodlivín, ktorými sú postihovaní nielen aktívni, ale aj pasívni fajčiari. Prostredníctvom nedokonalých spaľovacích procesov v otvorených ohniskách (plynové sporáky, kachle, krby, prietokové ohrievače a pod.) sa dostávajú škodliviny ako prchavé organické zlúčeniny, oxidy uhlíka, dusíka do vnútorného prostredia budov. Na výstavbu budov (stavebných konštrukcií, izolačných a tesniacich materiálov, úpravy povrchov a pod.) sa dnes používa veľké množstvo rozličných látok. Len časť z nich je pred ich použitím podrobená testom v súvislosti s ich vplyvom na zdravie užívateľov a dopadom na životné prostredie.

V súvislosti s posudzovaním parametrov vnútorného prostredia budov v zmysle zabezpečenia požadovanej kvality vnútorného vzduchu pri návrhu pozemných stavieb je nevyhnutná identifikácia zdrojov škodlivín, stanovenie predpokladanej záťaže interiérov budov a návrh optimalizačných opatrení. Poznanie vzájomných vzťahov jednotlivých škodlivín prostredia budov zabezpečuje zdravie, hygienu a komfort užívateľov budov.



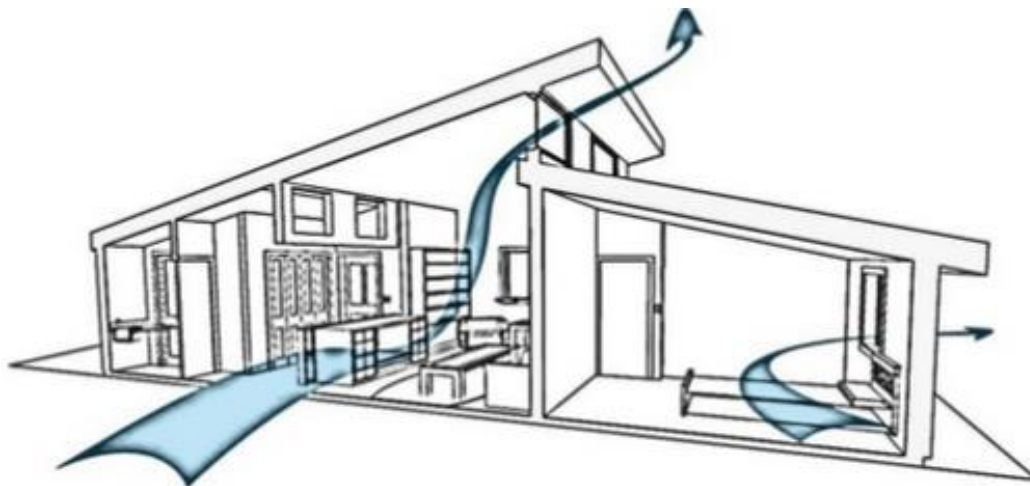
### 3.1.1 Vetrание

Vetrание slúži na zníženie problémov s vlhkosťou vzduchu a vystavenia užívateľov budov vnútorným znečisťujúcim látkam z kuchýň, kúpeľní a iných zdrojov prostredníctvom vypúšťania znečisťujúcich látok a vetraním vonkajším vzduchom. Udržateľná stavba musí spĺňať všetky požiadavky na lokálne odsávanie a mechanické vetranie. Cieľom je minimalizovať problémy s vlhkosťou vzduchu prostredníctvom vylepšených ventilačných systémov, pričom sa posudzujú opatrenia pri odsávaní vzduchu ventilačných zariadení, splnenie minimálnych požiadaviek pre mechanické vetranie podľa normy.

Obr. 3.8 Prirodzené vetranie



Zdroj: <https://www.tophomezones.com/house-ventilation-tricks-to-maintain-the-system-for-older-houses/>



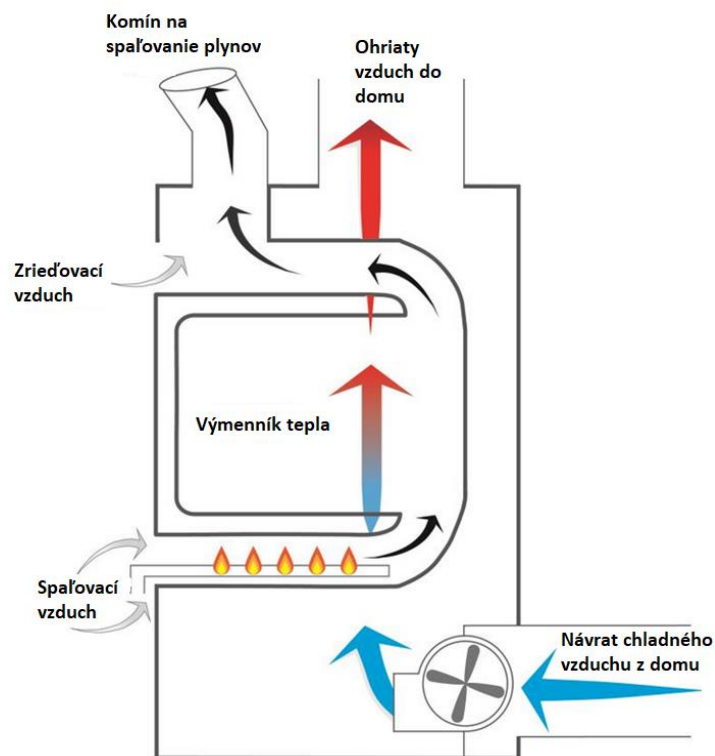
Zdroj: <https://www.slideshare.net/roopachikkalgi/natural-ventilation-73526859>

### 3.1.2 Únik spalín

Cieľom je obmedziť únik spalín do obývaného priestoru domu a zníženie kontaminantov vo vnútornom prostredí budov prostredníctvom riadenia a odstraňovania zdroja znečistenia. Sleduje sa prítomnosť permanentných vstupných rohoží, skladovanie obuvi, realizovaný preplach potrubí ventilačných zariadení čerstvým vzduchom pred užívaním, zabezpečené odsávanie technických miestností, zabezpečenie potrebných filtrov pre filtračné zariadenie alebo splnenie požiadaviek a opatrení pri odvádzaní spalín zo spaľovacieho zariadenia. Žiadne spaľovacie zariadenie v bytovom dome nesme byť bez ventilačného zariadenia na odvádzanie spalín. K sledovaniu koncentrácií CO je potrebné nainštalovať monitor CO pevne zapojený so záložnou batériou na každé poschodie. V miestnosti kde sa nachádzajú krby a kachle na drevo, musia mať dvere, ktoré sa zatvárajú, alebo kryt z masívneho dreva. Zariadenia na vykurovanie priestoru, ktoré zahŕňajú spaľovanie musia spĺňať jednu z týchto troch podmienok:

1. musia byť navrhnuté a inštalované s uzavretým spaľovaním, čiže s uzavretým prívodom vzduchu a výfukovým potrubím.
2. musia byť navrhnuté a inštalované s odvetrávaným odvodom spalín; alebo
3. musia byť umiestnené v samostatne stojacej technickej miestnosti alebo na voľnom priestranstve.

Obr. 3.9 Spaľovací proces



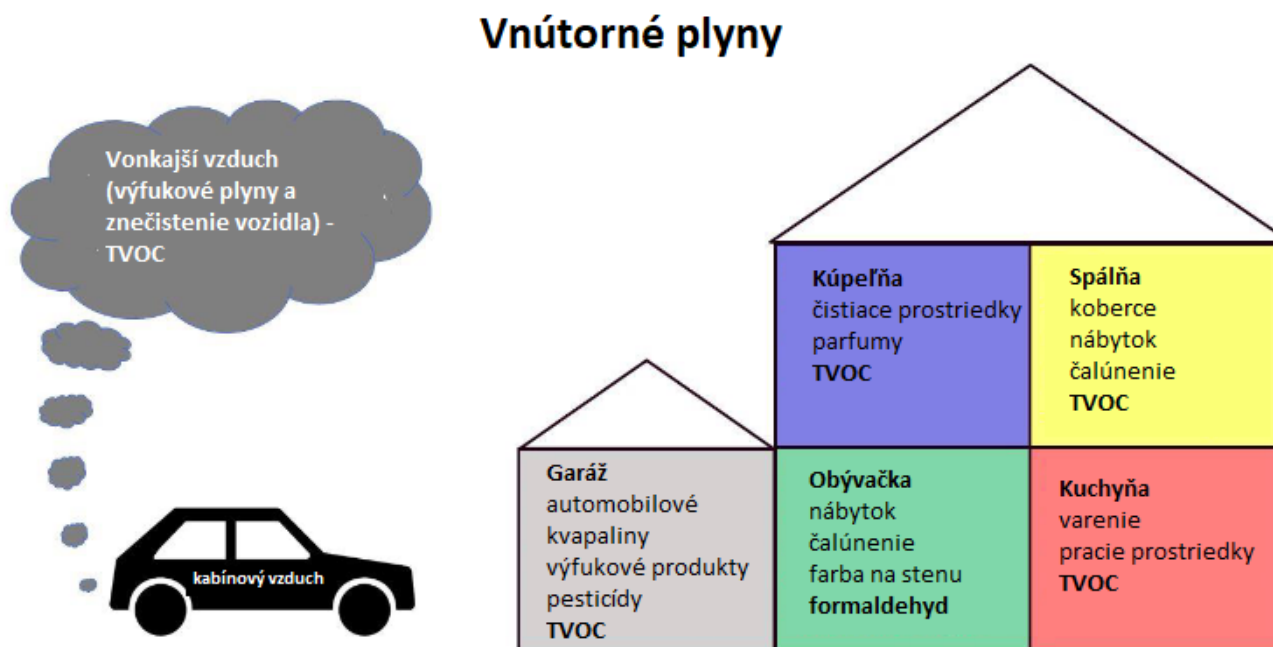
Zdroj: <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/energy-efficiency-homes/combustion-gases-your-home-things-you-should-know-about-combustion-spillage/18639>

### 3.1.3 Ochrana pred znečistením z garáže

Cieľom je znížiť vystavenie užívateľov bytových budov vnútorným znečisťujúcim látkam pochádzajúcim z príľahlej garáže. V prípade rodinných domov s pripojenou garážou je potrebné skontrolovať neporušenosť vzduchovej bariéry medzi domom a garážou. Vzduchová medzera medzi domom a garážou by mala byť dostatočne tesná, aby sa zabránilo úniku vzduchu z garáže do domu, ak dôjde k odtlakovaniu domu. Všetky vzduchotechnické zariadenia a

potrubné rozvody majú byť umiestnené mimo protipožiarneho plášťa garáže. V klimatizovaných priestoroch nad garážou majú byť utesnené všetky prestupy a všetky prepojené šachty pre podlahy a stropy. V klimatizovaných priestoroch vedľa garáže je potrebné odizolovať všetky dvere a je potrebné namontovať detektory CO<sub>2</sub> v miestnostiach, ktoré majú spoločné dvere s garážou. Je potrebné utesniť všetky prechody a všetky praskliny v spodnej časti stien. Inštalácia odsávacieho ventilátora v garáži je jedným z dôležitých krokov k tomu, aby sa znečisťujúce látky nedostali do domácnosti (Obrázok 3.10). Do garáže je potrebné vybrať energeticky efektívny ventilátor. Miesto inštalácie má byť na vonkajšej stene, ktorá je vzdialená od dverí, okien a akýchkoľvek vstupov vzduchu na vetranie do objektu. Taktiež je potrebné nainštalovať snímač pohybu a časový snímač na ventilátor.

Obr. 3.10 Odsávanie výfukových plynov z garáže



Zdroj: [https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Productos/IAM\\_interior/Overview\\_TVOC\\_and\\_IAQ.pdf](https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Productos/IAM_interior/Overview_TVOC_and_IAQ.pdf)

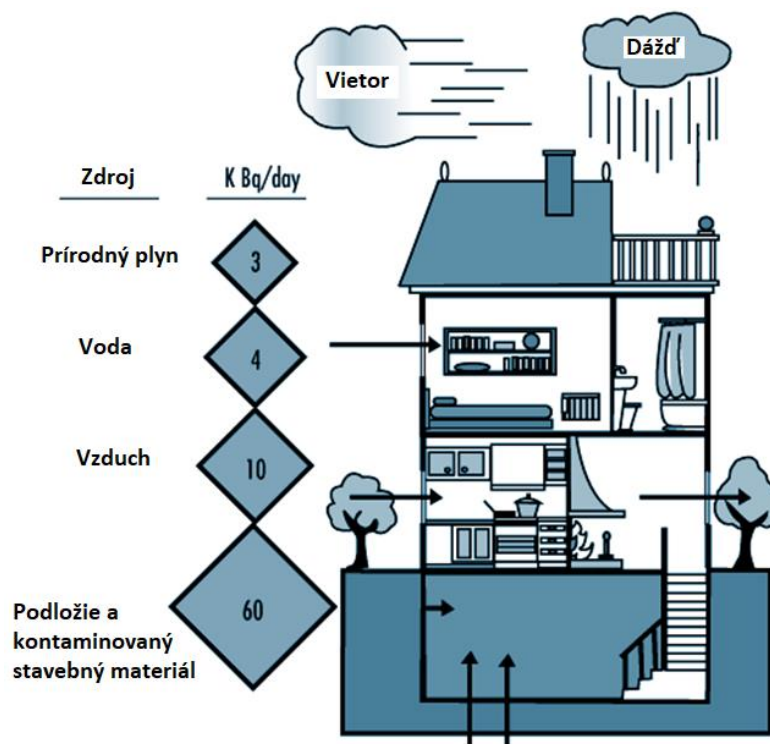
### 3.1.4 Ochrana proti radónu

Väčšina žiarenia, ktorému bude človek vystavený počas života, pochádza z prírodných zdrojov vo vesmíre alebo z materiálov nachádzajúcich sa v zemskej kôre. Rádioaktívne materiály môžu pôsobiť na organizmus zvonka alebo pri vdýchnutí alebo požití s jedlom zvnútra. Prijatá dávka môže byť veľmi variabilná, pretože to na jednej strane závisí od množstva rádioaktívnych minerálov prítomných v oblasti sveta, kde osoba žije, čo súvisí s množstvom rádioaktívnych nuklidov vo vzduchu a zisteným množstvom v potravinách, najmä v pitnej vode, a na druhej strane o použití určitých stavebných materiálov a o použití plynu alebo uhlia ako paliva, ako aj od druhu použitej stavby a tradičných zvykoch ľudí v danej lokalite. Radón sa dnes považuje za najrozšírenejší zdroj prírodného žiarenia. Radón spolu s jeho dcérskymi produktami alebo rádionuklidmi vytvorenými jeho rozpadom predstavuje približne tri štvrtiny účinnej ekvivalentnej dávky, ktorej sú ľudia vystavení v dôsledku prírodných suchozemských zdrojov. Prítomnosť radónu je spojená so zvýšením výskytu rakoviny pľúc v dôsledku ukladania rádioaktívnych látok v bronchiálnej oblasti. Radón je bezfarebný plyn, bez zápachu a chuti a je sedemkrát ťažší ako vzduch. Najčastejšie sa vyskytujú dva izotopy. Jedným z nich je <sup>222</sup>Rn, rádionuklid prítomný v rádioaktívnej sérii z rozpadu <sup>238</sup>U; jeho hlavným zdrojom v životnom prostredí sú skaly a pôda, v ktorej sa nachádza jeho predchodca, <sup>226</sup>Ra. Druhým je <sup>220</sup>Rn z rádioaktívneho radu tória, ktorý má

nižší výskyt ako  $^{222}\text{Rn}$ . Urán sa rozsiahlo vyskytuje v zemskej kôre. Stredná koncentrácia rádia v pôde je rádovo 25 Bq/kg. Becquerel (Bq) je jednotka medzinárodného systému a predstavuje jednotku aktivity rádionuklidov ekvivalentnú jednému rozpadu za sekundu. Priemerná koncentrácia plynného radónu v atmosfére na povrchu Zeme je  $3 \text{ Bq/m}^3$ , s rozpätím 0,1 (nad oceánmi) až  $10 \text{ Bq/m}^3$ . Hladina závisí od pórovitosti pôdy, miestnej koncentrácie  $^{226}\text{Ra}$  a atmosférického tlaku. Vzhľadom na to, že polčas rozpadu  $^{222}\text{Rn}$  je 3,823 dňa, väčšinu dávky nespôsobuje plyn, ale dcérske produkty radónu.

Radón sa nachádza v existujúcich materiáloch a všade prúdi zo Zeme. Vďaka svojim vlastnostiam sa ľahko šíri vonku, ale má tendenciu sa sústreďovať v uzavretých priestoroch, najmä v jaskyniach a budovách, najmä v nižších priestoroch, kde je jeho odstránenie bez náležitého vetrania ťažké. V miernych oblastiach sa odhaduje, že koncentrácie radónu v interiéri sú rádovo osemkrát vyššie ako koncentrácie v exteriéri. Väčšina obyvateľov sa preto vystavuje radónu. Preto sa vyskytuje väčšinou v budovách. Stredné koncentrácie radónu závisia v zásade od geologických charakteristík pôdy, od stavebných materiálov použitých na stavbu a od množstva vetrania, ktoré prijíma. Hlavným zdrojom radónu vo vnútorných priestoroch je rádium prítomné v pôde, na ktorej spočíva budova, alebo materiály použité na jej výstavbu. Ďalšími významnými zdrojmi, aj keď ich relatívny vplyv je oveľa menší, sú vonkajšie ovzdušie, voda a zemný plyn. Na obrázku (3.11) sú znázornené zdroje radónu vo vnútornom prostredí budov.

Obr. 3.11 Zdroje radónu vo vnútornom prostredí



Zdroj: [http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD\\_Ch44\\_1](http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1)

Najčastejšie stavebné materiály, ako je drevo, tehly a tvárnice, vyžarujú relatívne málo radónu, na rozdiel od žuly a pemzy. Hlavné problémy však spôsobuje použitie prírodných materiálov, ako je kamenná bridlica, pri výrobe stavebných materiálov. Ďalším zdrojom problémov bolo použitie vedľajších produktov pri spracovaní fosfátových minerálov, použitie vedľajších produktov pri výrobe hliníka, použitie trosky pri spracovaní železnej rudy vo vysokých peciach a použitie popola zo spaľovania uhlia. Okrem toho sa v niektorých prípadoch pri stavbe používali aj zvyšky po ťažbe uránu.

Radón môže vstupovať do vody a zemného plynu v podlaží. Voda použitá na zásobovanie budovy, najmä ak pochádza z hlbokých studní, môže obsahovať značné množstvo radónu. Ak sa táto voda používa na varenie, môže sa pri varení uvoľniť veľká časť radónu, ktorý obsahuje. Ak sa voda konzumuje studená, telo ľahko vylučuje plyny, takže pitie tejto vody vo všeobecnosti nepredstavuje významné riziko. Spaľovanie zemného plynu v kachliach bez komínov, v ohrievačoch a v iných domácich spotrebičoch môže tiež viesť k zvýšeniu radónu vo vnútorných priestoroch, najmä v bytoch. Problém je niekedy akútnejší v kúpeľniach, pretože pri nedostatočnom vetraní sa hromadí radón vo vode a v zemnom plyne použitom pre ohrievač vody.

Vzhľadom na to, že možné účinky radónu na celkovú populáciu neboli známe len pred niekoľkými rokmi, dostupné údaje o koncentráciách zistených vo vnútorných priestoroch sú obmedzené na krajiny, ktoré sú kvôli svojim charakteristikám alebo zvláštnym okolnostiam citlivejšie na tento problém. Je známe, že je možné nájsť koncentrácie vo vnútorných priestoroch, ktoré sú vysoko nad koncentraciami zistenými vonku v rovnakom regióne. Napríklad v Helsinkách (Fínsko) sa zistili koncentrácie radónu v ovzduší, ktoré sú päťtisíckrát vyššie ako koncentrácie bežne sa vyskytujúce vonku. Môže to byť z veľkej časti dôsledkom opatrení na úsporu energie, ktoré môžu výrazne zvýhodniť koncentráciu radónu vo vnútorných priestoroch, najmä ak sú silne izolované. Doteraz študované budovy v rôznych krajinách a regiónoch ukazujú, že koncentrácie radónu nájdené v nich predstavujú distribúciu, ktorá sa približuje normálnemu logu. Stojí za zmienku, že malý počet budov v každom regióne vykazuje koncentrácie desaťkrát nad priemerom.

Hlavný spôsob prevencie vystavenia radónu je založený na zabránení výstavbe v oblastiach, ktoré svojou povahou emitujú väčšie množstvo radónu do ovzdušia. Ak to nie je možné, mali by byť podlahy a steny riadne utesnené a nemali by sa používať stavebné materiály, ak obsahujú rádioaktívne látky. Vnútorné priestory, najmä suterény, by mali byť primerane vetrané. Cieľom je hlavne znížiť znečistenie vnútorného vzduchu radónom a inými kontaminantmi pôdnych plynov. Stratégia znižovania miery výskytu radónu je založená na dvoch základných prístupoch:

- zabrániť prechodu radónu do pobytových priestorov budov a následne,
- radón v čo najväčšej miere odstraňovať vetraním.

Protiradónové opatrenia môžu byť v zmysle možnosti ich regulácie pasívne a aktívne. Opatrenia súvisiace so stavebnými konštrukciami (stavebno-konštrukčné úpravy, izolačné vrstvy, nátery, infiltračná výmena vzduchu) charakterizujeme ako pasívne. Systémy mechanického vetrania a filtrácie s účinnou reguláciou sú aktívnymi opatreniami.

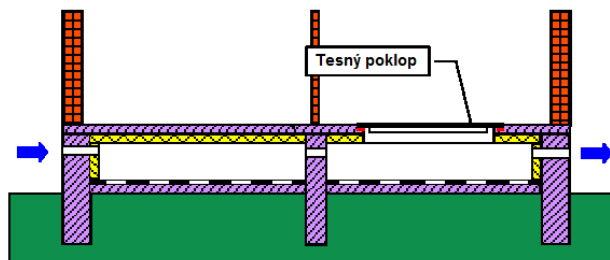
### Mechanické bariéry

Podľa spôsobu založenia objektu je možné odhadnúť riziko prenikania radónu do objektu. Ak je objekt postavený na pilieroch, nebezpečenstvo z podlažia je vylúčené, pretože sa radón vo vzduchu riedenej forme z povrchu odvedie. V objektoch, ktoré medzi podlažím a obytným podlažím majú vzduchovú medzeru, závisí riziko prieniku radónu do pobytových priestorov na viacerých faktoroch. Odvetranie vzduchovej medzery, tesnosť stropnej konštrukcie nad medzerou a úprava povrchu zeminy sú faktory, ktoré najvýznamnejšie ovplyvňujú mieru prenikania radónu do vnútorného prostredia budov. Príklad prevetrávania vzduchovej medzery je uvedený na obrázku 3.12.

Aj keď najbežnejší spôsob zakladania je na základové pásy, v oblastiach so stredným a vysokým radónovým rizikom sa odporúča objekt založiť na tenké železobetónové dosky. Ich výhoda oproti základovým pásom spočíva v celistvosti dosky. Pri založení na pásach existuje väčšia pravdepodobnosť, že medzi pásom a podkladovým betónom vznikne trhlinka, ktorou sa môže radón dostávať do interiéru. Ak sa objekt založí na prefabrikovaných základových pásach, tak sa podkladová betónová doska musí položiť na pásy, pričom minimálne v miestach prechodu sa musí vystužiť.

Mechanické bariéry spodnej časti objektu zamedzujú prienik pôdneho radónu do objektu konvekciou a difúziou. Najdôležitejšou konštrukciou, ktorá zabraňuje prenikaniu radónu z podlažia je betónová doska. Radón môže cez ňu difundovať, ale ak je kvalitne zhotovená a má odpovedajúcu hrúbku, tento transport je veľmi pomalý. Zároveň je dobré, ak je doska vystužená, aj keď plní len funkciu podkladového betónu. Vystužením sa snažíme obmedzovať šírku trhlín.

Obr. 3.12 Prevetrávanie vzduchovej medzery pod budovou



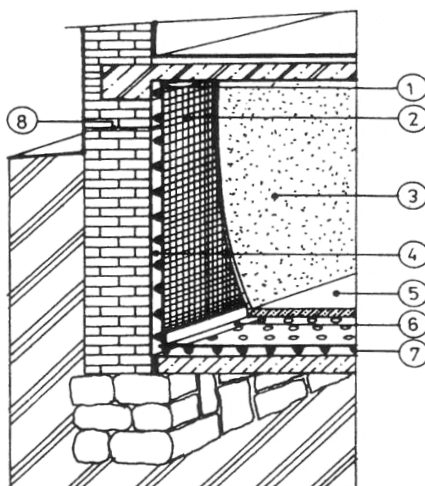
Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Medzi ďalšie mechanické bariéry patria plošné bariéry zabudované do rôznych častí konštrukcií objektu. Na lokálne bariéry sa používajú injektážne látky a tmely. Vhodná je kombinácia protiradónovej plošnej izolácie s hydroizoláciou tak, aby sa chránili vodorovné a zvislé konštrukcie, ktoré sú v kontakte so zeminou. Mechanická bariéra musí byť pružná, odolná, stála, s vysokým difúznym odporom pre rádioaktívne plyny.

Najvýhodnejšie sú pásy s nosnou fóliou z plastu. V súčasnosti sa najviac používajú asfaltové pásy, ktoré obsahujú vrstvu hliníkovej fólie. Menej sa používajú pásy s medenou alebo olovenou vložkou. Za nevyhovujúce sa považujú asfaltové pásy s papierovou alebo textilnou vložkou. Protiradónová izolačná vrstva musí byť plynotesná.

Jedným z účinných a pri rekonštrukciách jednoducho realizovateľným riešením je použitie ochranných rohoží. Vďaka svojmu profilu – profilovaným vytvarovaným kupolám, vytvára v konštrukcii vzduchovú medzeru a tým priestor na odvedenie radónu. Vzduchová medzera slúži nielen ako poistná zábrana proti prenikaniu radónu, ale zabezpečuje sa ňou aj odvod vzduchu pomocou ventilátora, ktorým sa vytvorí podtlak. Vytvorenie vzduchovej medzery je riešené pomocou profilovanej protiradónovej izolácie, čo je znázornené na obrázku 3.13.

Obr. 3.13 Protiradónová izolácia s plastickou profilovanou fóliou



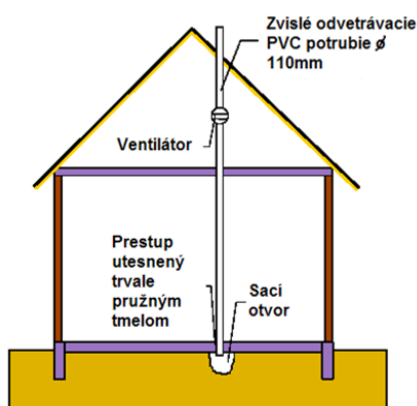
Poznámka: 1 - napojenie fólie na stropnú konštrukciu pomocou rohového uholníka, 2 - profilovaná fólia s pletivom, 3 – omietka, 4 - vzduchová medzera, 5 - konštrukcia podlahy, 6 - rohový plastický uholník spájajúci vodorovnú a zvislú fóliu, 7 - vodorovná plastická fólia, 8 - v nadzemnej časti steny je nutné bariérou odstrániť šírenie vlhkosti a radónu difúziou

Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

## Vetracie systémy podložia

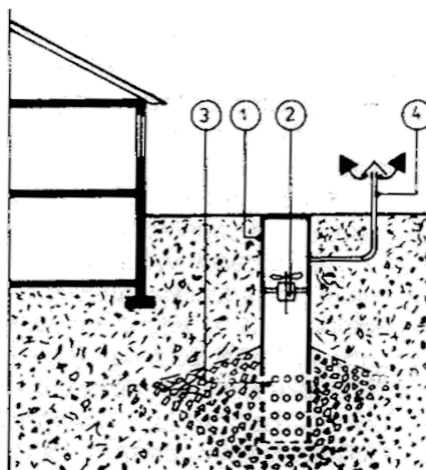
Tlakový rozdiel medzi prostredím budov a podložím spôsobuje prúdenie radónu dovnútra objektu. Obrázok 3.14 predstavuje metódu aplikácie jednoduchého prevetrávania podložia budovy ako opatrenia, ktoré zníži prenikanie radónu do vnútorného prostredia budov. Ďalšou možnosťou je odsávanie pôdneho radónu pomocou radónovej studne, znázornený na obrázku 3.15. Radónovou studňou možno znížiť tlak vo veľkých objemoch zeminy. Jedno takéto zariadenie sa môže navrhnuť i pre niekoľko malých domov. Účinnosť studne je tým väčšia, čím je podložie priepustnejšie. Odsávanie radónu z podložia drenážnym systémom spočíva v rovnomernom rozdelení podtlaku pod budovou menšími sacími silami umiestnením perforovaných hadíc z PVC do štrkového násypu. Hadice vyúsťujú do spoločného zberača, z ktorého vyúsťujúce potrubie prechádza až nad strechu budovy. Podtlak je vytvorený komínovým efektom, alebo v prípade potreby aj ventilátorom (obrázok 3.16).

Obr. 3.14 Schematické znázornenie prevetrávania podložia budovy



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Křídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

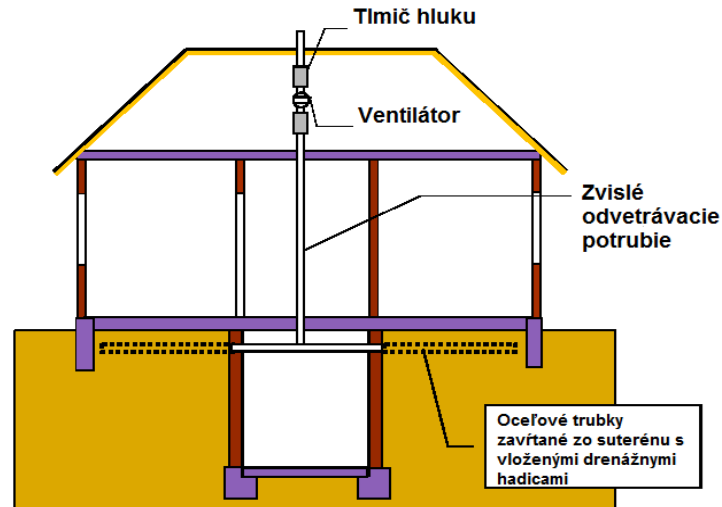
Obr. 3.15 Odsávanie pôdneho vzduchu pomocou radónovej studne



Poznámka: 1 - skruže o priemere 400 – 1000 mm do hĺbky 3,5 – 4 m, 3 - sacia komora, 4 - výfukový kanál vyústnený na takom mieste, kde nehrozí nebezpečenstvo, že sa pôdny vzduch dostane do interiéru napr. s vetracím vzduchom

Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Křídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Obr. 3.16 Odsávanie radónu z podlažia pod existujúcim domom za pomoci zavrtaných perforovaných rúr



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlková Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

### Výmena vzduchu a sústavy TZB

Výmenou vzduchu v bytových priestoroch prostredníctvom sústav TZB sa môže redukovať výskyt radónu a jeho dcérskych produktov v budovách. Prírodné vetranie zabezpečuje v budovách okamžitú výmenu vzduchu a je prechodným riešením. Tento spôsob riešenia radónovej problematiky je energeticky náročný.

Pre účely zníženia koncentrácie radónu je vhodný systém núteného vetrania a teplovzdušného vykurovania s vysoko účinnou rekuperáciou odpadového tepla. Nútené vetranie s rekuperáciou tepla môže zabezpečiť odstraňovanie radónu, vodných pár a pachov. Týmto vetraním sa cielene zabezpečí potrebná úroveň nielen toxickkej, ale aj aerosólovej a mikrobiálnej zložky prostredia.

Filtrácia vzduchu vplýva na odstránenie rozpadových produktov radónu, nie však na samotné odstránenie radónu. Účinok filtrácie je pomerne krátky a ohraničený polčasom rozpadu dcérskych produktov. Filtrácia je však výhodným doplnujúcim riešením. Filtre možno v zásade rozdeliť na kazetové a elektrostatické. Kazetové filtre sú boxy s filtračnou náplňou typu sklenených vlákien, plastov, azbesto-celulózoých vlákien, živcových vlákien a pod. Elektrostatické filtre majú oproti kazetovým mnoho predností. Tieto filtre nezvyšujú celkový tlakový odpor systému, majú vysokú odlučivosť a čistenie elektród je automatické. Filtrácia prispieva k zvýšeniu depozície v dôsledku prúdenia vzduchu vyvolaného činnosťou filtrov. Účinnosť povrchovej depozície závisí od koncentrácie rádioaktívnej látky.

#### 3.1.5 Filtrácia vzduchu

Cieľom je znížiť znečistenie vnútorného vzduchu tuhými znečisťujúcimi látkami zo systému prívodu vzduchu. Na všetky systémy klimatizácie s recirkuláciou je potrebné nainštalovať vzduchové filtre s minimálnou hodnotou hlásenia účinnosti (MERV) 8 alebo vyššou. Kryty vzduchových filtrov musia byť vzduchotesné.

Dôvodom, prečo je znečistenie ovzdušia také nebezpečné pre naše zdravie a pohodu, je jeho bezfarebnosť a to, že je bez zápachu. jemné prachové častice a prchavé organické zlúčeniny nie sú voľným okom viditeľné, čo nás ale nezabavuje účinku znečisťovania ovzdušia. Znečistený vzduch nie je niečo, čo existuje v odľahlých priemyselných komplexoch. V skutočnosti môže byť znečistenie vnútorného ovzdušia v našich domovoch v dnešnej dobe 10-krát vyššie ako znečistenie vonkajšieho ovzdušia.



Obr. 3.17 Filtračná technológia



Zdroj: <https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>

Chemikálie pre domácnosť ako insekticídy, herbicídy a pesticídy, ktoré môžu pri nesprávnom skladovaní uvoľňovať toxické výpary. Aj tieto látky sú často karcinogénne. Vedľajšie produkty chlóru ako chlóraminý a trihelometány, ktoré vznikajú reakciou chlóru s biologickými látkami. Pri pravidelnom vdychovaní môžu tieto prvky spôsobiť poškodenie pľúc. Prchavé organické zlúčeniny, ktoré sa uvoľňujú z domácich čistiacich prostriedkov, farieb a iných rozpúšťadiel. VOC, ako je formaldehyd, sa bežne používajú v lepidlách a môžu sa prejavovať ako karcinogénne výpary. Syntetické vône z osviežovačov vzduchu, dezodorantov a parfumov môžu obsahovať aj vysoko alebo čiastočne prchavé chemické látky. Bielizeň pre domácnosť môže obsahovať aj veľké množstvo jemných prachových častíc spolu s chemicky čisteným odevom, ktorý môže obsahovať stopy trichlóretylénu a perchlóretylénu (obidva známe karcinogény). Zvieracie chlpy a srsť sú ďalšou hlavnou príčinou znečistenia vnútorného ovzdušia pre majiteľov domov s domácimi zvieratami. Zvieracie chlpy a srsť sú ľahké a môžu sa vznášať v okolitom vzduchu. Teda často vstupujú do dýchacieho systému. Okrem toho môžu chlpy a srsť domácich zvierat tiež vyvolávať stavy, ako je astma a respiračné alergie. Radónový plyn z kuchynských aktivít je jednou z hlavných príčin rakoviny na svete. Uvoľňuje sa z určitých druhov kuchynských pultov a nachádza sa tiež v podkroviach a suterénoch. Taktiež cigaretový dym nie je zodpovedný iba za spôsobenie zápachu, ktorý v miestnosti ostáva niekoľko dní, ale môže obsahovať aj 43 známych karcinogénov.

### 3.1.6 Tabakový dym

Pasívny dym je zmes dymu vydávaného spaľovaním tabakových výrobkov, ako sú cigarety, cigary alebo fajky, a dymu vydychovaného fajčiarmi. Pasívne fajčenie sa nazýva aj environmentálny tabakový dym (ETD). Vystavenie pasívnemu fajčeniu sa niekedy nazýva nedobrovoľné alebo pasívne fajčenie. Pasívne fajčenie, ktoré EPA klasifikuje ako karcinogén skupiny A, obsahuje viac ako 7 000 látok. Pasívne fajčenie sa bežne vyskytuje v interiéroch, najmä v domácnostiach a automobiloch. Pasívne fajčenie sa môže pohybovať medzi izbami domu a medzi bytovými jednotkami. Otvorenie okna alebo zvýšenie ventilácie v domácnosti alebo automobile nie je chránené pred pasívnym fajčením. Eliminácia pasívneho fajčenia vo vnútornom prostredí zníži jeho škodlivé účinky na zdravie, zlepši kvalitu vnútorného ovzdušia a zlepši pohodlie a zdravie užívateľov budov. Expozíciu pasívnemu dymu je možné znížiť prostredníctvom povinného alebo dobrovoľného vykonávania politiky v prospech prostredia bez dymu. Niektoré pracoviská a uzavreté verejné priestory, ako sú bary a reštaurácie, sú zo zákona nefajčiarske. Ľudia môžu ustanoviť

a presadzovať pravidlá týkajúce sa prostredia bez dymu vo svojich domovoch a automobiloch. V prípade bývania pre viac rodín môže byť implementácia politiky v prospech prostredia bez dymu povinná alebo dobrovoľná v závislosti od typu majetku a umiestnenia (napr. Vlastníctvo a jurisdikcia) (Obr. 3.18).

Obr. 3.18 Politika v prospech prostredia bez dymu



Zdroj: <https://theloop.ucsf.edu/2016/11/10/join-our-webinar-on-affordable-smoke-free-housing-on-november-29th/>

Domov sa stáva prevládajúcim miestom vystavenia detí a dospelých pasívnemu fajčeniu. Domácnosti v budovách s nefajčiarskymi politikami majú nižšie  $PM_{2,5}$  v porovnaní s budovami bez týchto politik.  $PM_{2,5}$  je merná jednotka pre malé častice vo vzduchu a používa sa ako jeden z údajov, ktoré hovoria o kvalite ovzdušia. Vysoká hladina jemných častíc vo vzduchu môže mať negatívny vplyv na zdravie. Zákaz fajčenia v interiéroch je jediný spôsob, ako vylúčiť pasívne fajčenie z vnútorného prostredia. Ventilačné a filtračné techniky môžu znížiť, ale nie vylúčiť pasívne fajčenie. Účinky pasívneho fajčenia na zdravie nefajčiacich dospelých a detí sú škodlivé a početné. Pasívne fajčenie spôsobuje kardiovaskulárne choroby (srdcové choroby a mozgové príhody), rakovinu pľúc, syndróm náhleho úmrtia dojčiat, častejšie a ťažšie astmatické záchvaty a ďalšie vážne zdravotné problémy. Uskutočnilo sa niekoľko významných zdravotných hodnotení týkajúcich sa pasívneho fajčenia. Neexistuje žiadna bezriziková úroveň vystavenia pasívnemu fajčeniu. Od správy chirurga z roku 1964 zomrelo 2,5 milióna dospelých, ktorí boli nefajčiari, pretože dýchali z pasívneho dymu. Pasívne fajčenie spôsobuje v Spojených štátoch ročne u nefajčiarov takmer 34 000 predčasných úmrtí na srdcové choroby. Nefajčiari, ktorí sú vystavení pasívnemu fajčeniu doma alebo v práci, majú vzhľadom na riziko vzniku srdcových chorôb o 25 – 30 %. Pasívne fajčenie každoročne spôsobuje veľa úmrtí na rakovinu pľúc u nefajčiarov v USA. Nefajčiari, ktorí sú vystavení pasívnemu fajčeniu doma alebo v práci, zvyšujú riziko vzniku rakoviny pľúc o 20 – 30 %. Pasívne fajčenie spôsobuje u dojčiat a detí množstvo zdravotných problémov vrátane častejších a ťažších astmatických záchvatov, infekcií dýchacích ciest, infekcií uší a syndrómu náhleho úmrtia dojčiat. Viac informácií o zdravotných účinkoch pasívneho fajčenia sa dozviete v Centre pre kontrolu a prevenciu chorôb (CDC). Pasívne fajčenie predstavuje osobitné zdravotné riziko pre deti s astmou. Pasívne fajčenie je univerzálnym spúšťačom astmy a môže vyvolať astmatický záchvat alebo zhoršiť príznaky astmy. Astma je chronické ochorenie, ktoré postihuje dýchacie cesty pľúc a môže viesť ku kašľu, problémom s dýchaním, sipotom a zvieraniu na hrudníku. Astma je najbežnejšie chronické detské ochorenie postihujúce priemerne 1 z 13 detí školského veku. Vystavenie pasívnemu fajčeniu môže spôsobiť nové prípady astmy u detí, u ktorých sa predtým neprejavili príznaky. Viac ako polovica detí s astmou v USA je vystavená pasívnemu fajčeniu.

ETD je definovaný ako materiál vo vnútornom ovzduší, ktorý pochádza z tabakového dymu. ETD je zložený aerosól, ktorý sa emituje predovšetkým z horiaceho kužeľa tabakového výrobku medzi jednotlivými ťahmi. Táto emisia sa nazýva postranný prúd dymu. ETD v menšej miere pozostáva aj z hlavných zložiek dymu, to znamená tých, ktoré fajčiari vydychujú.

Vedecká literatúra obsahuje niekoľko desiatok klinických správ z rôznych krajín, v ktorých sa uvádza, že deti rodičov, ktorí fajčia, najmä deti do dvoch rokov, vykazujú nadmerný výskyt akútnych respiračných chorôb. Niekoľko štúdií tiež opísalo nárast infekcií stredného ucha u detí, ktoré boli vystavené cigaretovému dymu rodičov. Zvýšená prevalencia

výpotku stredného ucha, ktorá sa dá pripísať ETD, viedla k zvýšenej hospitalizácii malých detí kvôli chirurgickému zákroku. V posledných rokoch dostatočné klinické dôkazy viedli k záveru, že pasívne fajčenie je spojené so zvýšenou závažnosťou astmy u detí, ktoré už túto chorobu majú, a že s najväčšou pravdepodobnosťou vedie k novým prípadom astmy u detí. V roku 1992 americká Agentúra na ochranu životného prostredia (1992) kriticky prehodnotila štúdie o respiračných príznakoch a pľúcnych funkciách u dospelých nefajčiarov vystavených ETD a dospela k záveru, že pasívne fajčenie má jemné, ale štatisticky významné účinky na zdravie dýchacích ciest nefajčiacich dospelých. V roku 1985 Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) preskúmala súvislosť pasívneho vystavenia tabakovému dymu s rakovinou pľúc u nefajčiarov.

### 3.1.7 Minimalizácia prenosu znečisteného vzduchu

Cieľom je znížiť znečistenie vnútorného vzduchu minimalizovaním prenosu vzduchu medzi bytovými jednotkami prostredníctvom používania rohoží pri vstupe, ktorá umožňuje čistenie obuvi. Taktiež je vhodné zriadiť miesto na odloženie a uskladnenie obuvi v blízkosti hlavného vstupu, oddelené od obytných častí. Tento priestor by mal byť trvalým architektonickým prvkom, ktorý by mal byť dostatočne veľký na umiestnenie lavičky a najmenej dvoch párov topánok. Podlahovou povrchovou úpravou by nemal byť klasický koberec, ale vhodná špeciálne navrhnutá povrchová úprava pre vstupné systémy. V práci, technickej miestnosti a garáži by mal byť umiestnený ventilátor, ktorý musí vetrať priamo do exteriéru a mal by mať automatické riadenie časovo spojené s kontrolou obsadenosti priestoru, snímačom svetla, mechanizmom otvárania a zatvárania garážových brán, snímačom CO<sub>2</sub>, ktorý zapína ventilátor, ak hladina CO dosiahne 35 ppm, alebo jeho ekvivalent. Časovač musí byť nastavený tak, aby zabezpečil najmenej tri výmeny vzduchu pri každom zapnutí ventilátora.

Ďalšou výhodou pri minimalizácii prenosu znečisteného vzduchu v objekte je samostatne stojaca garáž, ktorá je definovaná ako konštrukcia, ktorá nemá spoločnú stenu s domom. Vhodný je vonkajší prístrešok na auto, ktorý je definovaný ako vonkajší priestor s jednou úplnou stenou, ktorú je možné zdieľať s domom.

### 3.1.8 Vyvážený systém vykurovania a chladenia

Cieľom je zlepšiť tepelný komfort a energetickú hospodárnosť budovy zabezpečením vhodného a vyváženého systému vykurovania a chladenia miestností. Pre získanie bodov sa posudzuje buď zavedenie viaczónového distribučného systému s nezávislým termostatickým ovládaním, testovanie prietoku vzduchu ventilátorov a splnenie požadovaného prietoku privádzaného vzduchu, kontrola vyváženého tlaku ventilačných zariadení, kontrola vlhkosti vzduchu, možnosť diaľkového ovládania termostatu týchto systémov, zavedenie viacstupňových systémov, testovanie vonkajšieho statického tlaku, kontrola hladiny hluku týchto systémov.

Optimalizáciu tepelno-vlhkostnej zložky vnútorného prostredia budov je možné dosiahnuť troma základnými spôsobmi, ktorými sú:

- úprava zdroja,
- úprava poľa prenosu, a
- úprava na subjekte, t.j. na užívateľovi budovy.

#### Úprava zdroja

Zásah do zdroja tepla v lete, zdroja chladu v zime a do zdrojov vodných pár vo všetkých obdobiach roka je najúčinnnejším opatrením k dosiahnutiu optimálnej tepelno-vlhkostnej mikroklímy. Spočíva predovšetkým v úprave obvodového plášťa budovy, pretože dôležitým zdrojom uvedených faktorov je práve vonkajšie prostredie. Úpravou obvodového plášťa majú byť dosiahnuté požiadavky na tepelno-technické parametre stavebných konštrukcií (dostatočné zvýšenie tepelno-izolačných vlastností konštrukcií obvodového plášťa), ako aj požiadavky na tesnosť konštrukcií.

Dôležité sú nielen tepelno-izolačné vlastnosti stenových konštrukcií, ale aj okenných konštrukcií. Stenové konštrukcie väčšinou z tepelno-technického hľadiska vyhovujú, avšak problémom bývajú okenné konštrukcie, ktorými v zime uniká teplo a v lete dochádza k prehrievaniu vnútorných priestorov. V súčasnosti sú už na trhu okná s požadovanými vlastnosťami z hľadiska tepelno-izolačných vlastností. Pre zabezpečenie tepelného komfortu je potrebné navrhnuť tieniace a cloniace prvky, ktoré v lete zabráňujú vstupu nadmerného slnečného žiarenia do interiéru a v zime alebo v noci, keď je tepelná strata najväčšia, vytvárajú po zatiahnutí ďalšiu tepelno-izolačnú vrstvu okna, čím je možné dosiahnuť úsporu tepla na vykurovaní až 40 %.

Tepelno-izolačné vlastnosti okien majú dôležitú úlohu aj z hľadiska vodných pár vo vnútornom prostredí budov, pretože nedostatočná izolácia spôsobuje kondenzáciu vodných pár na okennej konštrukcii v dôsledku vnútornej povrchovej teploty, ktorá ľahko dosiahne rosný bod. Na druhej strane musia okná umožňovať dostatočné vetranie, t.j. odvod vodných pár do vonkajšieho prostredia, a to exfiltráciou (prievezdušnosťou, netesnosťou) a regulovateľnou otvárateľnosťou.

### Úprava poľa prenosu

Toto opatrenie je investične aj prevádzkovo náročnejšie a závisí na vhodnom vykurovaní a vlhčení v zime, chladení a odvlhčovaní v lete.

Optimálne **vykurovanie** v zimnom období závisí od takého pokrytia tepelných strát miestnosti, pri ktorom je zabezpečená tepelno-vlhkostná pohoda prostredia, t.j. je bezprievanové, má dostatočnú zložku sálavého tepla a umožňuje individuálnu reguláciu tepelného výkonu. Bezprievanové vykurovanie a spôsob jeho zabezpečenia je odlišný v závislosti od typu vykurovacieho systému (vykurovanie vykurovacími telesami, teplovzdušné vykurovanie).

Pri vykurovaní vykurovacími telesami platí základný princíp, podľa ktorého by sa mal zdroj tepla (vykurovacie teleso) umiestniť k zdroju chladu (napr. okno) tak, aby jeho vplyv na pohodu prostredia bol eliminovaný. V praxi to znamená umiestniť vykurovacie teleso pod okno, nie k vnútornej stene. Z telesa umiestneného pri vnútornej stene stúpa tepelný (konvekčný) prúd hore, prúdi okolo stropu a vonkajšej steny, na okne sa potom ochladzuje a mení sa na chladný prúd – prievan, ktorý nie je možné odstrániť utesnením okna. Ak umiestnime teleso pod okno, prúd studeného vzduchu pozdĺž okna klesá dole, v styku s vykurovacím telesom sa ohrieva a teplý vzduch prúdi v miestnosti. K chladnému prúdu vzduchu, t.j. k prievanu nedochádza. Ak je vykurovacím telesom podlaha alebo strop (so zabudovanými vykurovacími trubkami), je potrebné výrazne zvýšiť tepelný výkon v blízkosti okna (zhustením trubiek). Aj tak však často vzniká chladný prúd vzduchu od okna. Preto je vhodná kombinácia podlahového a stenového vykurovania.

Pri vykurovaní teplým vzduchom (tzv. teplovzdušné vykurovanie) závisí na vytvorenom obraze prúdenia vo vykurovanom priestore, či dôjde k vytvoreniu prievanu alebo nie. Platí základný princíp, že teplý vykurovací vzduch je potrebné viesť zhora dole. Inak dochádza ku konstrikcii (zmršteniu) teplého vzduchu stúpajúceho zdola, vznikajúci priestor je vyplňovaný chladnejším vzduchom a tvoria sa chladnejšie prúdy vzduchu.

Vykurovanie s dostatočnou zložkou sálavého tepla má pri optimálnom vykurovaní zabezpečiť dostatočný podiel sálavého tepla, t.j. zabezpečiť aby súčiniteľ radiačnej pohody sa rovnal aspoň jednej. Táto podmienka je splnená dodržaním základného princípu bezprievanového vykurovania s vykurovacími telesami, t.j. umiestnením vykurovacieho telesa ku zdroju chladu. Pri teplovzdušnom vykurovaní je však splnenie optimálnej hodnoty súčiniteľa radiačnej pohody problémom, pretože sa obtiažne realizuje, ak nie sú použité teplovzdušné podokenné konvektory. Pri centrálnom teplovzdušnom vykurovaní sa odporúča použiť dodatkové sálavé vykurovacie plochy, napr. krb v obývacej miestnosti. Umožnením individuálnej regulácie sa rozumie možnosť regulácie vykurovacieho telesa v miestnosti podľa individuálnych požiadaviek jeho užívateľa. Napríklad ženy vzhľadom k svojej nižšej tepelnej produkcii požadujú vyššiu teplotu ako muži, osoby s hypertenziou naopak teplotu nižšiu ako ostatní. Na termostatickom ventilu na privode teplej vody do vykurovacieho telesa je možné požadovanú teplotu nastaviť, a tá je potom už automaticky udržiavaná.

Základným opatrením proti nízkej relatívnej vlhkosti vzduchu vo vnútornom prostredí budov je zabrániť prekurovaniu. Zníženie teploty vzduchu do oblasti optima často postačí k tomu, aby sme dosiahli spodný limit relatívnej vlhkosti

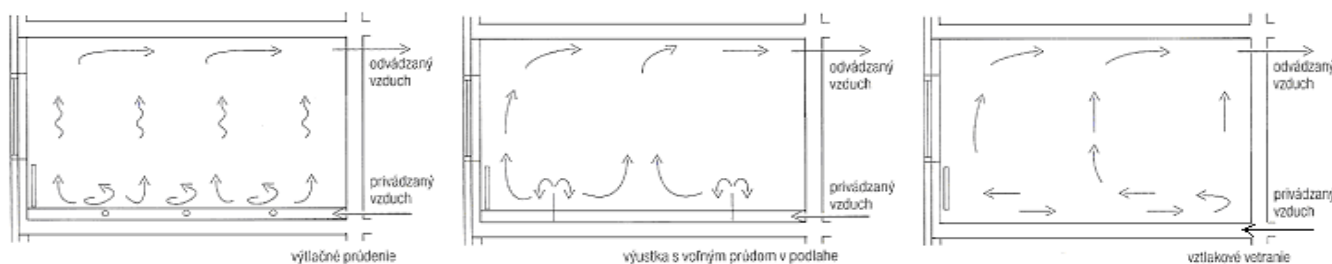
vzduchu 30 %. Ak táto hodnota nie je postačujúca (ľudia alergický na suchý vzduch), je potrebné navrhnuť vlhčenie vzduchu. Na zvýšenie vlhkosti vzduchu sa používajú zvlhčovače vzduchu.

Optimálne **chladenie** v letnom období (klimatizácia) závisí na takom pokrytí tepelných ziskov miestnosti (vstupujúceho tepla z vonkajšieho prostredia do vnútorného prostredia), pri ktorom je zabezpečená tepelno-vlhkostná pohoda prostredia, t.j. je bezprievanová a umožňuje individuálnu reguláciu chladiaceho výkonu. Spôsob zabezpečenia bezprievanového chladenia je odlišný v závislosti od typu chladiaceho systému, iný je pri chladení klimatizéromi a pri chladení stropom (so zabudovanými chladiacimi trúbkami), iný pri chladení vzduchotechnickým systémom – centrálnou klimatizáciou.

Pri chladení klimatizéromi a stropom platí základný princíp, a to zdroj chladu umiestniť k zdroju tepla (najčastejšie oknu) tak, aby jeho vplyv na pohodu prostredia bol eliminovaný. V praxi to znamená umiestniť klimatizér pod okennú konštrukciu tak, aby teplo, sálajúce na človeka z okna bolo kompenzované prúdom chladného vzduchu, dopadajúceho na sálavý povrch človeka. Klimatizér, ktorý fúka na neosálanú časť človeka v dôsledku svojho umiestnenia v nejakom voľnom priestore v miestnosti, nielen neprispieva k dosiahnutiu pohody, ale ešte zhoršuje nepohodu (diskomfort) tým, že zväčšuje rozdiel medzi tepelnou záťažou človeka na osálanej a neosálanej strane. Ak sa použije strop ako chladiaca plocha, teplý vzduch stúpajúci od okna sa v styku so stropom postupne ochladzuje a klesá dole. Oproti klasickej centrálnej klimatizácii je výhodou to, že nedochádza k zhoršovaniu kvality vzduchu vo vzduchovodoch (napr. k ničeniu aeroiónov), odpadajú priestory pre vzduchovody a strojovne, je tu úspora energie pre ventilátory a zníženie celkových prevádzkových nákladov asi o 20 %.

Pri chladení vzduchotechnickým systémom (centrálna klimatizácia) závisí na vytvorenom obraze prúdenia v chladenom priestore, či dôjde k vytvoreniu prievanu alebo nie. Platí základný princíp, že chladný vzduch vedieme zdola nahor. Inak dochádza ku konstrikcii (zmršteniu) studeného vzduchu klesajúceho dole, vznikajúci priestor je vyplňovaný teplejším vzduchom a dochádza k nežiaducemu prúdeniu vzduchu. Na obrázku 3.19 je znázornené prúdenie vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie.

Obr. 3.19 Obrazy prúdenia vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ludmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

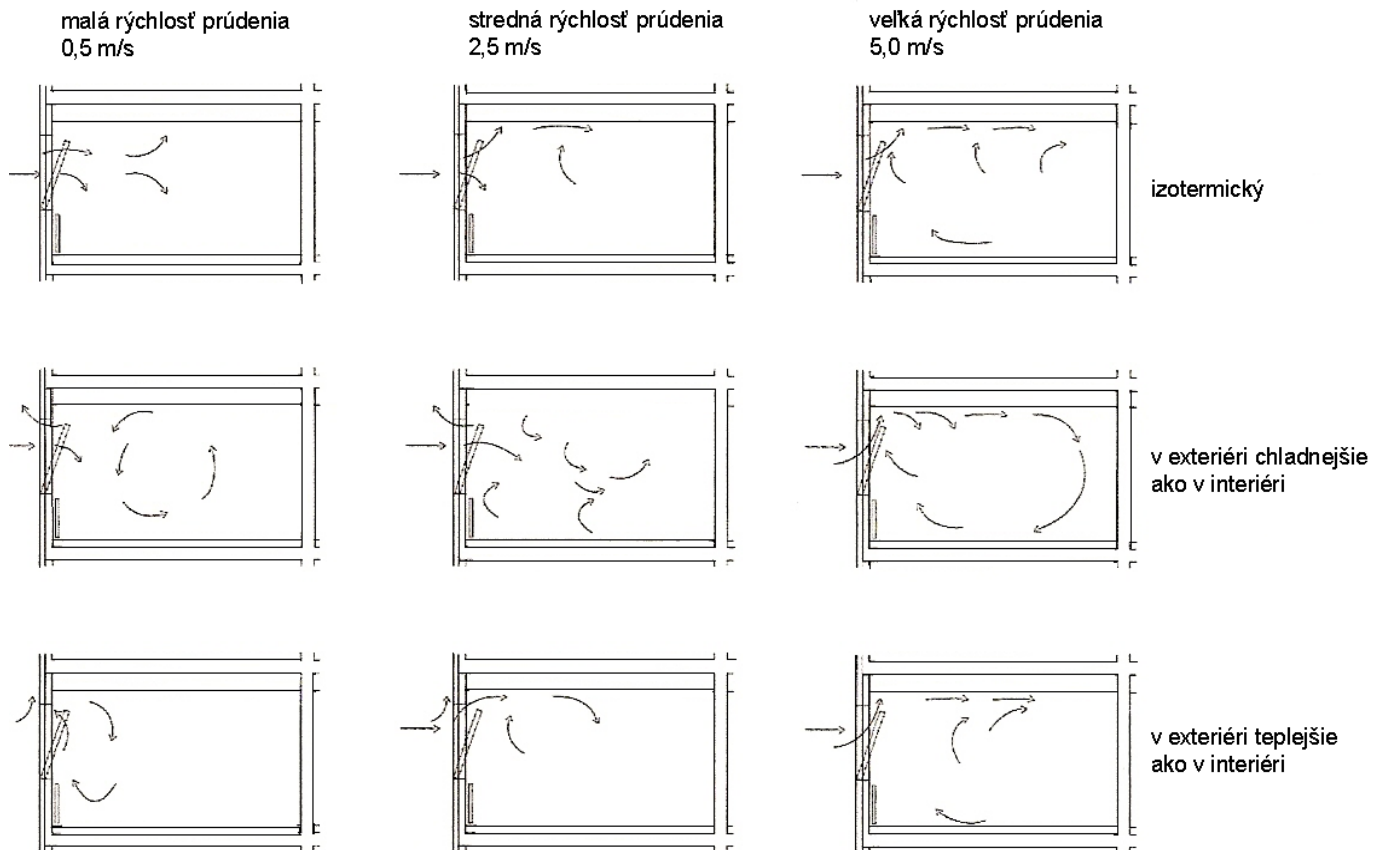
Chladením s individuálnou reguláciou sa rozumie možnosť regulácie chladiaceho systému v miestnosti podľa individuálnych požiadaviek jeho užívateľa. Na termostatickom ventilu v prívide chladiacej vody do chladiaceho systému (napr. stropu so zabudovanými trúbkami) je možné požadovanú teplotu nastaviť, a tá potom je už automaticky udržiavaná.

Chladienie hybridnou ventiláciou je kombináciou prirodzeného a núteného vetrania, ktoré využíva prednosti oboch systémov. Pri nízkych vonkajších teplotách (za bezvetria do +7 °C) pracuje ako bezhlučné prirodzené vetranie, za teplého počasia sa automaticky zapína ventilátor a systém pracuje naďalej s plnou účinnosťou. V letnom období je ho možné použiť aj pre chladienie, ak je v prevádzke po celú noc, vychladí budovu chladným nočným vzduchom, takže ráno a počas určitej časti dňa je v interiéri príjemne chladno. Podmienkou úspešnosti je zníženie presklenia fasády najmenej na 40 % a použitie vonkajších žalúzií. V noci sa odporúča šesťnásobná výmena vzduchu. V pobytových

priestoroch je potrebné zabezpečiť hlavne **vetranie** kúpeľní a kuchýň. Optimálnym riešením pre kuchyne je umiestnenie odsávačov pár nad sporák, postačí s recirkuláciou a výkonným filtrom, v prípade plynového alebo kombinovaného sporáka elektrického a plynového je vhodnejší odsávač s odvodom pár do vonkajšieho prostredia, pretože okrem pár z varenia, vznikajú pri spaľovaní pary zo spaľovaného plynu, ktoré filtre odsávačov pár nezachytávajú. Pôvodne odporúčaný výkon odsávačov pár 180 m<sup>3</sup>/h sa zvyšuje na dvojnásobok: 360 až 400 m<sup>3</sup>/h.

Prirodzeným vetraním cez okná vzniká často nekontrolovateľná výmena vzduchu v miestnosti, ktorá často prevyšuje jeho hygienicky požadované množstvo. S množstvom výmeny vzduchu sú spojené aj energetické straty, ktoré sú najčastejšie spôsobované dlhodobým vetraním pootvorenými oknami. Nárazové - krátkodobé intenzívne vetranie oknami je z hľadiska energetických strát výhodnejšie. V zimných mesiacoch okrem zvýšených tepelných strát by vyvolalo pocit chladu a mohlo by dôjsť na vnútorných stenách ku kondenzácii vodných pár. Odporúča sa vetrať ráno všetky miestnosti, podľa ročného obdobia 10 až 30 minút (v zime kratšiu dobu, napr. za mrazivého počasia len dve minúty, v lete dlhšie). Na obrázku 3.20 je znázornené základné prúdenie vzduchu pri prirodzenom vetraní pri rôznych parametroch.

Obr. 3.20 Základné obrazy prúdenia vzduchu pri prirodzenom vetraní a pri rôznych teplotných spádoch a rýchlostiach vzduchu



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Kridlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

## Úprava na subjekte

Je to najjednoduchší spôsob dosiahnutia pohody, a to zmenou tepelno-izolačných vlastností odevu, t.j. vyzlečením alebo oblečením dostatočného počtu odevných súčastí. Jeho možnosti sú však značne obmedzené – v lete nie je možné ísť pod spoločensky únosné medze a v zime zase príliš ťažký odev môže byť príčinou narušenia osobnej pohody.

### 3.1.9 Nízko emitujúce produkty

Cieľom je zníženie znečistenia vnútorného vzduchu výberom vhodných materiálov. Pre udelenie bodov sa posudzuje používanie materiálov (farby a nátery, lepidlá a tesniace materiály, materiály pre podlahy a izolácie), ktoré spĺňajú kritéria pre hodnotenie emisií VOC a formaldehydu.

Prchavé organické zlúčeniny (VOC) patria medzi významnú skupinu znečisťujúcich látok, ktoré negatívne ovplyvňujú kvalitu vnútorného vzduchu. Nedostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu je možné eliminovať niekoľkými spôsobmi, ako je napr. odstránenie zdroja znečistenia, zvýšenie miery vetrania, zlepšenie distribúcie vzduchu a samotné čistenie vnútorného vzduchu. Prírodné vetranie je najjednoduchším riešením, ale nie je často vhodné kvôli počasiu, vonkajším podmienkam znečistenia a nadmernému hluku. Pravidelná výmena vzduchu zabezpečená prírodným vetraním niekedy nemusí byť efektívna. Najmä v prípadoch, kedy je vonkajší vzduch silne znečistený a zároveň mnoho znečisťujúcich látok sa neustále uvoľňuje aj z vnútorných zdrojov. Preto sa často využíva nútené vetranie, čím sa zabezpečí lepšia kvalita vnútorného vzduchu. Avšak v obidvoch prípadoch, so zvyšujúcou sa intenzitou vetrania dochádza ku zvýšeniu spotreby energie.

Teoreticky najlepší spôsob kontroly expozície celkovými VOC alebo jednotlivými VOC je vyhnúť sa produktom alebo činnostiam, ktoré produkujú vysoké koncentrácie VOC vo vnútornom prostredí. V prípade produktov, je potrebné vedieť, ktoré sa vyznačujú nižšími emisiami, a nepredstavujú zdravotné riziko. V iných prípadoch to môže byť pomerne jednoduchá úloha. Napríklad fajčenie cigariet je známym významným zdrojom VOC v interiéri, najmä benzénu. Obmedzenie fajčenia obmedzí expozíciu VOC z tohto zdroja. Emisie z farieb, rozpúšťadiel, benzínu môžu byť znížené uchovávaním týchto materiálov mimo obytných priestorov alebo v dobre vetraných priestoroch.

### Výber produktov

Zamedzenie zvýšeniu úrovni celkových, respektíve jednotlivých VOC možno realizovať aj uvedomelým výberom produktov. Møhlave testoval koncentrácie v komore a emisné miery zo 42 bežne používaných stavebných materiálov. Lepiace a výplňové produkty, ako sú etylénvinylacetát alebo polyvinylacetát boli pozoruhodné z hľadiska celkových emisií VOC. V prípade podlahových krytín, guma a homogénne polyvinylchloridové výrobky majú najvyššie celkové emisie VOC. Výrazne menšie emisie sú z linolea, syntetických vlákien a mäkkých plastových podlahových krytín.

Ďalšou možnosťou je využitie nízko emisných materiálov a produktov. V súčasnej dobe existuje v Európe niekoľko značiek pre testované, nízko emitujúce materiály, napr. nemecká AgBB, Modrý Anjel, GUT, Emicode, dánska ICL, CESAT.

Nemecká AgBB schéma (Obr. 3.21) označovania produktov, ktorá vznikla v roku 2001 vyhodnocuje emisie VOC a SVOC zo stavebných produktov pri 3 a 28 dňoch. Okrem toho, najnižšie koncentrácie záujmových hodnôt (LCI) sú uvedené pre vybrané VOC a súčet koncentrácií rozdelených touto hodnotou by nemal presiahnuť 1. Schéma AgBB pre hodnotenie VOC emisií je tiež prijatá Európskou GUT značkou pre koberce od roku 2004. Avšak, pre TVOC a SVOC v porovnaní s AgBB sa používajú nižšie koncentračné kritéria. Zaujímavé je, že členovia GUT pokrývajú viac ako 80 % objemu európskej výroby kobercov.



Zdroj: <https://www.auro.de/en/about-AURO/certifications/agbb-dibt-certifications.php>

Schéma hodnotenia na základe environmentálnych a zdravotných charakteristík stavebných materiálov **CESAT** bola zavedená vo Francúzsku v roku 2003. Schéma je založená na environmentálnych vyhláseniach o produkte (EPD) pre environmentálne charakteristiky podľa NF P 01-010 a na konkrétnych kritériách týkajúcich sa zdravia pri použití produktu: emisie VOC a formaldehydu, emisie odoru (nepovinné), vhodnosť pre rast húb, vhodnosť pre rast baktérií (nepovinné), prírodné rádioaktívne emisie (iba v prípade príslušných výrobkov).

Systém **Emicode** nemeckých výrobcov lepidiel (GEV) pre lepidlá a súvisiaci materiál monitoruje látky s dokázanými karcinogénnymi účinkami alebo s podozrením na karcinogénne účinky a TVOC po 110 dňoch.

Schéma označovania vnútornej klímy **ICL** bola predstavená v roku 1995 ako jedna z prvých schém klasifikácie emisií s ohľadom na kvalitu vnútorného vzduchu. VOC emisie z produktov sú merané v klimatických komorách a prevedené na koncentrácie štandardnej miestnosti. Tie sú potom hodnotené s ohľadom na zmyslové podráždenie (očí a horných dýchacích ciest) a odor, teda na bežne sa vyskytujúce zdravotné problémy vo vnútornom prostredí budov.

Označovanie produktov značkou **Modrý anjel** bolo vytvorené v roku 1977 v Nemecku na podporu produktov s lepšími environmentálnymi a zdravotnými charakteristikami než konvenčné produkty. V súčasnosti zahŕňa 11 dokumentov kritérií (RAL-UZ) pre stavebné produkty, nábytok a elektronické zariadenia, ktoré obmedzujú emisie VOC a SVOC na základe meraní v testovacích komorách.

Rakúsku značku **Eco Label** (Obr. 3.22) udeľuje Spolkové ministerstvo poľnohospodárstva, lesníctva, životného prostredia a vodného hospodárstva. Je použiteľná pre rôzne skupiny výrobkov. Väčšina požiadaviek sa týka TVOC a malého počtu VOC parametrov po 28 dňoch v testovacej komore. V niektorých prípadoch sú ďalšie požiadavky kladené na špecifické látky po 24 hodinách.



Zdroj: <https://www.letri.com/jetons-moins/reduire-ses-dechets/gestes-et-alternatives/attachment/logo-ecolabel-europeen-alternatives-prevention/>



Cieľom finskej **Klasifikácie emisií zo stavebných materiálov** (Emission classification of building materials) (Obr. 3.23) vyvinutej v roku 1995 Fínskou spoločnosťou kvality vnútorného vzduchu a klímy (FISIAQ) je podporovať rozvoj a využívanie nízko emisných stavebných materiálov tak, že emisie materiálu nezvýšia požiadavky na vetranie. Klasifikácia uvádza požiadavky na materiály používané v bežných pracovných priestoroch a domácnostiach. Táto klasifikácia má tri emisné triedy M1, M2 a M3. Emisná trieda M1 zodpovedá najvyššej kvalite a emisná trieda M3 zahŕňa materiály s najvyššou mierou emisií. Klasifikované materiály musia spĺňať kritéria po 4 týždňoch pre emisie TVOC, formaldehydu, amoniaku, karcinogénne látky, odor a výrobky nesmú obsahovať kazeín. Na Slovensku sú produkty označované environmentálnou značkou **Environmentálne vhodný produkt**.

Obr. 3.23 Emission classification of building materials



Zdroj: <https://stylamblog.wordpress.com/2015/03/30/emission-classification-of-building-materials-general-instructions-for-the-valid-m1-symbol/>

### Metóda bake-out

Zaujímavý prístup k znižovaniu úrovne VOC v novostavbách predstavuje použitie metódy bake-out. Pri tomto postupe sa neobsadená nová budova udržiava pri zvýšených teplotách a bežných vetracích podmienkach po určitú dobu. Je založená na tom, že ak sa zvýšia teploty, bude sa tlak pár zvyškových rozpúšťadiel zvyšovať, a v prípade, že sa tento stav udržiava dostatočne dlho, dôjde k vyčerpaniu rozpúšťadiel so zodpovedajúcim znížením emisií VOC. Účinnosť tejto metódy bola overená v San Franciscu v administratívnych budovách. V jednom prípade, boli úrovne TVOC znížené o 71 % po aplikovaní metódy bake-out pri 31 °C po dobu 72 hodín pri štyroch výmenách vzduchu za hodinu. V druhom prípade, pri teplotách od 29-32 °C po dobu 24 hodín s intenzitou výmeny vzduchu 1,59 za hodinu boli TVOC o 29 % nižšie. Avšak nevýhodou tejto metódy je možnosť uvoľnenia niektorých VOC, ktoré by sa za bežného stavu z materiálov neuvolňovali vôbec a nevýhodou môžu byť zvýšené finančné prostriedky, keďže je potrebné dosiahnuť vyššie teploty v budove na určitý čas (Obr. 3.24).

Obr. 3.24 Metóda bake-out



Zdroj: <https://www.mychemicalfreehouse.net/2019/05/mitigating-sealing-remediating.html>

### Fotokatalytická oxidácia (PCO)

PCO je nákladovo efektívna metóda. Okrem toho vyžaduje nízku teplotu a tlak, a je vhodná pre oxidáciu širokého rozsahu znečisťujúcich látok. Vývoj aktívnych katalytických systémov je rozhodujúci pre túto technológiu. V súčasnej dobe je najobľúbenejším katalyzátorom  $\text{TiO}_2$ , kvôli jeho hydrofilným vlastnostiam a schopnosti rozkladať celú radu anorganických a organických zlúčenín za prítomnosti UV žiarenia. Finálne produkty reakcií sú neškodné,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  a tiež nízke koncentrácie síranov a chloridov. Avšak bol zistený aj výskyt medziproduktov pri niektorých procesoch PCO. Napríklad butanal a kyselina 1-butánová boli medziprodukty 1-butanolu. Tiež acetaldehyd, kyselina octová, formaldehyd a kyselina mravčia boli zistenými medziproduktmi pri použití etanolu ako reaktantu. Táto metóda sa zdá byť perspektívna, avšak je efektívna len v prípade, ak sú koncentrácie VOC na vysokej úrovni. Taktiež problémom je potom odstránenie uvedených škodlivých vedľajších produktov pri použití tejto metódy.

### Aktivované uhlíkové vlákna (ACF)

Adsorpčný proces je jedným z najviac efektívnych a najbezpečnejších procesov na odstránenie VOC z vnútorného vzduchu. Filtre z aktívnych uhlíkových vlákien (obrázok 3.25) sú perspektívnou technológiou na tento účel, kvôli ich regeneračným vlastnostiam. ACF sú všeobecne z umelého hodvábu (rayon), polyakrylonitrilu (PAN) alebo fenolovej živice. Vlákna sú tkané do tkaniny a potom sa aktivujú v pare alebo  $\text{CO}_2$  pri vysokých teplotách (napr.  $800\text{ }^\circ\text{C}$ ). Úzke póry prispievajú k veľkej adsorpčnej kapacite ACF. Taktiež majú veľkú povrchovú plochu, ktorá sa pohybuje od 1000 do  $2400\text{ m}^2/\text{g}$ , s typickou hodnotou  $1800\text{ m}^2/\text{g}$ . Štúdie ukázali, že ACF filtre sú veľmi dobré VOC adsorbéry, ktoré ukazujú zlepšený výkon vo vzťahu ku granulovanému aktívnemu uhlíu, zeolitom a silikagélom za rovnakých prevádzkových podmienok. Hoci filtre s aktívnym uhlím môžu odstrániť široký rozsah VOC z vnútorného vzduchu, je ich schopnosť pohlcovať formaldehyd pomerne nízka (cca 20 %). Ale zistilo sa, že s použitím dvojitej vrstvy ACF tkaniny je možné zvýšiť účinnosť až na 40 %.

Obr. 3.25 Filtre z aktivovaných uhlíkových vlákien

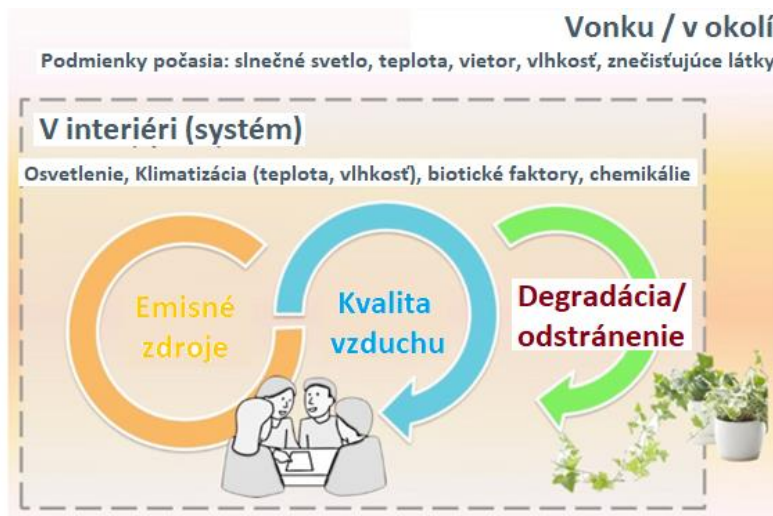


Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

### Biologické opatrenia na zvýšenie kvality vzduchu

Ako je znázornené na obrázku 3.26, v kvalite vnútorného ovzdušia dominujú mnohé dynamické procesy vrátane výmeny vzduchu, ľudských aktivít a znečisťujúcich látok prenášaných v budove počasím a obyvateľmi budovy. Ľudia si zvyčajne všimnú nepríjemné príznaky alebo ochorenie po niekoľkých hodinách práce a po niekoľkých dňoch opustenia budovy sa cítia lepšie. Čas, ktorý v budove strávia, súvisí s účinkami na zdravie. Vo väčšine prípadov však nemožno identifikovať konkrétne patogény alebo príčiny. Preto musí dobre definovaná experimentálna platforma, ktorá charakterizuje hlavné komponenty, distribúcie, hranice, výmennú rýchlosť a zaťaženie medzi systémom a okolím. Na kvalitu vnútorného ovzdušia má podstatný vplyv infiltrácia do budovy hlavne ventilačným systémom a v menšej miere oknami alebo trhlinami.

Obr. 3.26 Rámec schematickeho hodnotenia kvality vnútorneho ovzdušia vrátane série dynamických životných cyklov chemikálií, biologických aktivít, ako aj fyzikálnych faktorov a výmeny s vonkajším vzduchom (okolím)



Zdroj: <https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798/>

Zahraničné štúdie ukázali, že okrasné rastliny, napr. Hedera helix (Obr 3.27) majú schopnosť odstraňovať škodlivé VOC z vnútorneho vzduchu. V štúdií podporovanej Národným úradom pre letectvo a kozmonautiku (NASA) Wolverton a ďalší spoluautori zistili, že niektoré rastliny by mohli odstrániť formaldehyd pri koncentráciách 19 000 - 46 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na úroveň nižšiu ako 2500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za 24 hodín. Podobné štúdie boli vykonané s benzénom a trichlóretylénom pri viac relevantných koncentráciách 325 - 2190  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Taktiež zistili, že kapacita izbových rastlín čistiť vzduch môže byť zlepšená exponenciálne zvýšením cirkulácie vzduchu ku koreňom rastliny, kde symbiotické mikroorganizmy môžu napomôcť k tomuto procesu. Pri výskume Orwell a kol. v roku 2004 sa zistilo, že za odstránenie benzénu v uzavretej komore boli hlavne zodpovedné mikroorganizmy rastlinnej rhizosféry. Tarran a kol. v roku 2007 zistili, že rastliny môžu spoľahlivo znížiť TVOC v ich laboratórnych (9 druhov) a terénnych štúdiách (60 kancelárií). Zistilo sa, že 3 rastliny v reálnej kancelárii s priemernou plochou 13  $\text{m}^2$  (objem 32,5  $\text{m}^3$ ) boli viac než dostatočné k obmedzeniu TVOC až o viac ako 75 % s alebo bez klimatizácie. Avšak, štúdie ukázali, že hlavne mikroorganizmy v koreňovej zóne rastlín spôsobujú odstránenie VOC.

Obr. 3.27 Hedera helix



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Kridlová Burdová, Ludmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Na odstránenie choroboplodných zárodkov a toxínov môžu slúžiť aj ďalšie izbové rastliny, napríklad **Potosovec zlatý** (*Epipremnum aureum*), ktorý sa inak nazýva pothos alebo zlatý pothos. Je to ľahko pestovateľná izbová rastlina, ktorá bude bojovať proti bežným toxínom pre domácnosť. Dodá okamžitú farbu každej miestnosti s kaskádovými úponkami a dobre rastie vo vode, kvetináčoch a závesných košoch (Obr. 3.28).

---

Obr. 3.28 *Epipremnum aureum*

---



Zdroj: <https://hortology.co.uk/products/epipremnum-aureum-golden-pothos>

Medzi ďalšie izbové rastliny, ktoré odstraňujú formaldehyd a xylén patrí **Datľovník laoský** (*Phoenix Roebelenii*). Je to najnenáročnejší druh palmy vhodný na vnútorné pestovanie. Rastie pomerne ľahko v čiastočnom tieni (Obr. 3.29).

---

Obr. 3.29 *Phoenix Roebelenii*

---



Zdroj: <https://www.palmcentre.co.uk/phoenix-roebelenii>

**Lopatkovec**, tiež známy ako *Spathiphyllum*, je nenáročnou rastlinou, ktorá odstraňuje toxíny ako benzén, oxid uhľnatý, formaldehyd, trichlóretylén, xylén. Jej lesklé zelené listy sú dokonalým doplnkom každej miestnosti, najmä tých, kde je slabé svetlo (Obr. 3.30).

---

Obr. 3.30 Spathiphyllum

---



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

**Figovník kaučukový** (*Ficus elastic*) je vždy zelený strom pochádzajú z Indie (Obr. 3.31). Sú to veľmi odolné rastliny, ktoré milujú jasné, filtrované svetlo a v lete zalievanie každý týždeň a v zime zalievanie každý týždeň. Odstránené toxíny: xylén, benzén, formaldehyd a trichlóretylén.

---

Obr. 3.31 Ficus elastic

---



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

**Palmy Areca** (*Chrysalidocarpus lutescens*) sú skvelé do väčších priestorov (Obr.3.32). Sú elektrárňou, pokiaľ ide o elimináciu toxínov, a sú dokonca netoxické pre psy aj mačky. Odstránené toxíny: benzén, oxid uhoľnatý, formaldehyd, trichlóretylén, xylén.

---

Obr. 3.32 Chrysalidocarpus lutescens

---



Zdroj: <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

Ak je vedený znečistený vzduch do koreňového systému rastlín a degradovaný mikroorganizmami, kapacita odstránenia môže byť zlepšená viac než iba účinkom listových častí rastlín. K odstráneniu škodlivín prispievajú aj ďalšie parametre, napr. vlhkosť, či hydrofóbnosť vybranej biomasy. Výhodou tejto technológie je, že vedľajšie produkty biodegradácie sú neškodné. V tabuľke 3.1 je uvedený zoznam aj ďalších rastlín vhodných pre odstraňovanie jednotlivých polutantov s ich potenciálom pre odstránenie niektorých VOC.

Tab. 3.1 Účinnosť odstránenia VOC rôznymi druhmi rastlín

Rastlina	Účinnosť odstránenia VOC [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$ ]					
	Benzén	Toluén	Oktán	Trichlóretylén	$\alpha$ -pinén	Celkom
Hemigraphis alternata	5,54±0,29	9,63±0,94	5,58±0,68	11,1±0,99	12,2±1,61	44,0±2,98
Hedera helix	3,63±0,33	8,25±0,64	5,10±0,49	8,07±0,77	13,3±0,95	38,3±3,17
Tradescantia pallida	3,86±0,58	9,10±1,12	2,76±1,08	7,95±1,20	10,5±1,78	34,1±5,52
Asparagus densiflorus	2,65±0,24	7,44±0,28	3,76±0,64	6,69±0,49	11,4±0,78	31,9±2,40
Hoya carnosa	2,21±0,21	5,81±0,67	3,80±0,62	5,79±0,75	8,48±1,17	26,1±3,40
Ficus benjamina	1,66±0,07	5,06±0,19	3,98±0,19	4,74±0,15	4,68±0,40	24,1±0,86
Polyscias fruticosa	1,53±0,08	4,29±0,04	3,43±0,08	3,98±0,16	8,30±0,12	21,5±0,42
Frtotia argroneuro	2,74±0,28	5,09±0,23	1,77±0,25	6,15±0,36	4,30±0,39	20,1±1,46

Techniky čistenia vzduchu s nízkou spotrebou energie a ekologickými vlastnosťami sú modernými trendmi. Prchavé hladiny HCHO možno znížiť pomocou rastlín v kvetináčoch, ktoré poskytujú ďalšie ozdobné prvky. Experimentálne výsledky ukazujú, že Hedera helix redukuje 70 % požadovaného času na dosiahnutie 0,5 ppm plynného HCHO v porovnaní s prirodzeným rozptýlením. Črepníková rastlina Hedera helix môže tiež odstraňovať zvyšky HCHO z prostredia, a tým zlepšovať kvalitu vnútorného vzduchu.

### Environmentálne označovanie

**UL GREENGUARD Certification Program** je certifikačný program GREENGUARD, ktorý vyhovuje najprísnejším svetovým štandardom chemických emisií tretích strán, ktoré pomáhajú znižovať znečistenie vnútorného ovzdušia a riziko chemickej expozície a zároveň napomáhajú vytváranie zdravšieho vnútorného prostredia.

Certifikačný program UL GREENGUARD stanovil testovacie metódy a emisné limity pre tieto skupiny výrobkov:

- stavebné materiály, nábytok a bytové zariadenie,
- elektronické zariadenie,
- čistiace a údržbové prostriedky,
- lekárske prístroje na dýchanie plynových ciest.

Pre stavebné výrobky a bytové zariadenie existujú dve úrovne certifikácie: GREENGUARD Certification a GREENGUARD Gold Certification. Všetky certifikované výrobky podliehajú kontrole výrobného procesu a bežnému testovaniu, aby sa zaistil minimálny vplyv na vnútorné prostredie (Obr. 3.33).

---

Obr. 3.33 UL GREENGUARD Certification Program

---



Zdroj: <https://www.ul.com/resources/ul-greenguard-certification-program>

**eco-INSTITUT-Label** je spoľahlivá značka kvality pre výrobky, ktoré spĺňajú najprísnejšie požiadavky na znečisťujúce látky a emisie podľa najnovších poznatkov medzinárodného výskumu a vedy (Obr. 3.34).

---

Obr. 3.34 eco-INSTITUT-Label

---



Zdroj: <https://www.eco-institut.de/en/dienstleistungen/certification/>

**E1 Certification standard** je certifikačný systém z Južnej Afriky (Obr. 3.35).

---

Obr. 3.35 E1 Certification standard

---



Zdroj: <https://sonaearauco.co.za/e1-certification-should-you-be-worried-about-formaldehyde/>

**M1 Emission Classification of Building Materials** (Obr. 3.36) je emisná klasifikácia stavebných materiálov (M1). Cieľom tejto klasifikácie je podporiť vývoj a použitie stavebných materiálov s nízkymi emisiami tak, aby emisie materiálov nezvyšovali potrebu vetrania. Klasifikácia predstavuje požiadavky na materiály používané v bežných pracovných priestoroch a rezidenciách. Pre vzduchotechnické komponenty existuje samostatná klasifikácia čistoty vzduchotechnických komponentov.

---

Obr. 3.36 M1 Emission Classification of Building Materials

---



Zdroj: <http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/m1-emission-classification-of-building-materials>

**Gut carpets tested for a better living environment** (Obr. 3.37) - cieľom GUT je neustále zlepšovať všetky aspekty ochrany životného prostredia a spotrebiteľa počas celého životného cyklu textilnej podlahovej krytiny (od výroby cez inštaláciu, po fázu používania a recykláciu). Európsky kobercový priemysel priniesol revolúciu v environmentálnych normách pre podlahový priemysel, a to vytvorením GUT a neustálym zlepšovaním environmentálnych cieľov GUT. V spolupráci s úradne uznávanými európskymi testovacími domami sú registrované výrobky pravidelne kontrolované na základe testovacích kritérií GUT.

GUT ďalej propaguje ekologické riešenia pre inštaláciu kobercov a poskytuje objektívne informácie o všetkých aspektoch kobercov. Intenzívne testovanie výrobkov na chemikálie a emisie je základom pre zaistenie bezpečnosti spotrebiteľov.

---

Obr. 3.37 Gut carpets tested for a better living environment

---



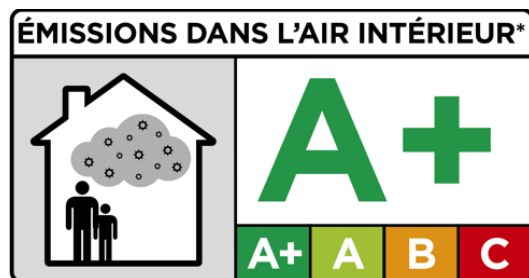
Zdroj: [http://www.pro-dis.info/about\\_gut.html](http://www.pro-dis.info/about_gut.html)

**Emissions dans l'air interieur** (Obr. 3.38) - štítek „Emisie do vnútorného ovzdušia“ obsahuje piktogram sprevádzaný písmenom vo veľkom formáte. Toto písmeno označuje úroveň emisie produktu z prchavých znečisťujúcich látok vo vzduchu v miestnosti: hodnotenie sa pohybuje od „A +“ (produkt emituje veľmi málo alebo vôbec) po „C“.



Štítok „C“ označuje, že výrobok je jedným z najemisnejších vo svojej kategórii, nezakazuje však jeho sprístupnenie na trhu. Ďalej je uvedená stupnica triedy, ktorá obsahuje ľahko pochopiteľné farebné kódy a umožňuje umiestnenie produktu z hľadiska jeho výkonu. Spotrebiteľia tak majú transparentné informácie, ktoré môžu predstavovať nové výberové kritérium. Verejní obstarávatelia (najmä spoločnosti) môžu tiež zohľadniť kvalitu vnútorného ovzdušia ako kritérium vo svojich výzvach na predkladanie ponúk na výstavbu alebo renováciu budov.

Obr. 3.38 Emissions dans l'air interieur



Zdroj: <http://www.snfores.fr/reglementations/etiquetage-en-emission/>

**Blue Angel** (Obr. 3.39) je environmentálnou značkou nemeckej spolkovej vlády od roku 1978. Modrý anjel stanovuje vysoké štandardy v oblasti ekologického dizajnu výrobkov a za posledných 40 rokov sa osvedčil ako spoľahlivý sprievodca udržateľnejšou spotrebou.

Obr. 3.39 Blue Angel



Zdroj: <https://www.blauer-engel.de/en>

**Gev-emicode** (Obr. 3.40) je klasifikačný systém EMICODE®, ktorý umožňuje spotrebiteľom a remeselníkom porovnávať a hodnotiť emisné charakteristiky podlahových inštalácií a stavebných výrobkov. Zároveň to možno považovať za stimul k ďalšiemu zlepšovaniu týchto výrobkov. Medzitým sa tento klasifikačný systém chránený ochrannou známkou stal jedným z najdôležitejších štandardov kvality pre širokú škálu skupín výrobkov - v národnom aj medzinárodnom meradle. Od predstavenia EMICODE® v roku 1997 získalo značku EMICODE® viac ako 5 000 výrobkov z celého sveta. Poskytuje spotrebiteľom, remeselníkom a architektom návod, ako sa rozhodnúť, ktoré materiály poskytujú maximálnu bezpečnosť pred znečistením vnútorného ovzdušia, zaručujú optimálnu ochranu zdravia a vysokú ekologickú kompatibilitu.



Zdroj: <https://www.emicode.com/en/home/>

## 3.2 Hygienické predpisy pre vnútorné prostredie budov

Každý z nás má právo na zdravé životné a pracovné podmienky. Keďže väčšinu svojho času (až 90 %) trávime priamo vo vnútornom/architektonickom prostredí budov, je dôležité zabezpečiť takú kvalitu vnútorného prostredia, aby nebolo ohrozené zdravie, znížená pracovná výkonnosť a komfort užívateľov budov. Základné požiadavky na ochranu zdravia sú ustanovené zákonom č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Vnútorné prostredie budov musí spĺňať požiadavky na tepelno-vlhkostnú mikroklimu, vetranie a vykurovanie, požiadavky na osvetlenie, preslnenie a na iné druhy optického žiarenia. Primárnou požiadavkou je taktiež zabezpečenie kvality vnútorného vzduchu tak, aby nepredstavovalo riziko pre užívateľov budov v dôsledku prítomnosti fyzikálnych, chemických, biologických a iných zdraviu škodlivých faktorov a nebolo organolepticky zmenené.

### 3.2.1 STN 73 4301 Budovy na bývanie

STN 73 4301 Budovy na bývanie definuje hygienické požiadavky, environmentálne požiadavky na vnútorné prostredie a fyzikálno-technické požiadavky na budovy na bývanie a ich stavebné konštrukcie.

#### Preslnenie a osvetlenie

Všetky byty sa musia navrhovať tak, aby boli preslnené. Byt je preslnený vtedy, ak súčasť podlahových plôch jeho preslnených obytných miestností sa rovná najmenej jednej tretine obytnej plochy bytu. Do súčtu plôch z jednej strany preslnených miestností, ani do súčtu plôch všetkých obytných plôch bytu sa na tento cieľ nezapočítavajú časti plôch obytných miestností ležiace za hranicou hĺbky miestnosti, ktorá sa rovná 2,3 násobku jej výšky.

Obytná miestnosť je preslnená ak:

- a) pôdorysný uhol slnečných lúčov s rovinou vnútorného zasklenia zvislého osvetľovacieho otvoru je najmenej 25 °, resp. uhol vymedzený slnečnými lúčmi a kolmicou na rovinu iného ako zvislého zasklenia je menší ako 70 °;
- b) priame slnečné žiarenie vniká do miestnosti osvetľovacím otvorom alebo otvorami, ktorých celková plocha vypočítaná zo skladobných rozmerov je najmenej desatina podlahovej plochy miestnosti; najmenší skladobný rozmer osvetľovacieho otvoru musí byť aspoň 900 mm s výnimkou strešných okien so sklonom väčším ako 15 ° od zvislice, v tom prípade musí byť aspoň 750 mm;
- c) priame slnečné žiarenie dopadá na bod v rovine vnútorného zasklenia vo výške 300 mm nad stredom spodnej hrany osvetľovacieho otvoru, ale najmenej 1200 mm nad úrovňou podlahy miestnosti;

- d) čas preslneňa (pri zanedbaní oblačnosti) je od 1. marca do 13. októbra najmenej 1,5 hodiny denne pri výške slnka nad horizontom väčšej ako 5 °. V bytoch, ktoré majú dve a viac obytných miestností má byť 3-hodinové preslneňie aspoň jednej obytnej miestnosti. Ak je pred obytňou miestnosťou alebo nad ňou čiastočnej alebo úplne otvorený tieniaci priestor (napríklad balkón, lodžia), stačí dodržať požadovaný čas pre kritický deň 1. marca.

V historických častiach sídelných útvarov v osobitne odôvodnených prípadoch (stavebné úpravy, výstavba v prielukách) musí byť čas preslneňa bytov aspoň 1 hodina.

Ustanovenia o preslneňí budov na bývanie nezaručujú preslneňie bytov aj v zimnom období. Budovy na bývanie sa majú riešiť tak, aby čo najviac bytov v budove malo celoročné preslneňie. Osvetľovacie otvory preslneňých obytných miestností a kuchýň majú byť vybavené zariadeniami, ktoré umožňujú účinne regulovať prenikanie slnečného žiarenia do interiéru. Odporúča sa, aby oprávnené inštitúcie príslušného sídelného útvaru vymedzili jeho historickú časť, v ktorej je možné uplatňovať čas preslneňa 1 hodiny.

Na posúdenie času preslneňa budov na bývanie sa používa jednotná zemepisná severná šírka 49 ° pre celé územie Slovenskej republiky. Čas preslneňa sa určuje v pravom slnečnom čase. Orientáciu situácie a orientáciu objektov na svetové strany je pri posudzovaní času preslneňa potrebné preukázať spoľahlivými podkladmi.

Ojedinelé tieniace prekážky, ktorých vodorovné uhlové rozovretie vynesené z kontrolných bodov je menšie ako 1°, sa v hodnotení času preslneňa nezohľadňujú. Kvalita a kvantita osvetlenia majú byť vo všetkých priestoroch obytného domu dostatočné, aby umožnili obyvateľom vykonávať domáce aktivity vyžadujúce vizuálne vnímanie bezpečne, efektívne, pohodlne a zdravotne vyhovujúcim spôsobom.

Požiadavky na navrhovanie a posudzovanie umelého osvetlenia priestorov obytných budov stanovujú STN 36 0450, STN 36 0452 a STN 12665.

Obytné miestnosti, obytné kuchyne a pracovné priestory v budovách na bývanie musia mať denné osvetlenie a vizuálne spojenie s vonkajším priestorom osvetľovacími otvormi pri splnení nasledujúcich kritérií:

- najmenšia podlahová plocha je 8 m<sup>2</sup>; ak tvorí byt jediná obytná miestnosť, musí mať podlahovú plochu najmenej 16 m<sup>2</sup>;
- má priame denné osvetlenie;
- má priame alebo dostatočné účinné nepriame vetrania;
- má dostatočnú tepelnú a akustickú ochranu stavebných konštrukcií.

Priame denné osvetlenie musia mať všetky obytné miestnosti, vrátane kuchyne s podlahovou plochou väčšou ako 12 m<sup>2</sup>. Priestory na varenie s podlahovou plochou nad 8 m<sup>2</sup> sa majú priamo vetrať a osvetľovať oknami, musia však mať zabezpečené účinné vetranie a vyhovujúce umelé osvetlenie.

## Vetranie

Všetky priestory budov na bývanie sa musia vetrať. Účinné vetranie musí zabezpečiť výmenu vzduchu v priestore minimálne na takú kvalitu vzduchu, ktorá zodpovedá limitným hodnotám teploty, vlhkosti, obsahu aerosólov a škodlivín alebo obťažujúcich látok.

Systém vetrania bytu musí zabezpečiť dostatočnú kvalitu vnútorného vzduchu. Za minimálne vetranie obytnej časti bytu sa považuje priemerná 0,5 násobná výmena vzduchu za hodinu, pričom sa musí zabezpečiť trvalý prívod čerstvého vzduchu a odvod vzduchu. Zároveň sa považuje výmena najmenej 15 m<sup>3</sup> čerstvého vzduchu za hodinu na jednu prítomnú osobu.

V prípade vzniku škodlivín (napríklad fajčenie, vykurovanie, varenie, kúpanie) musí systém vetrania umožniť ďalšie zvýšenie intenzity výmeny vzduchu v jednotlivých miestnostiach budov na bývanie.

Priestory bytu sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Na spoločný vetrací prieduch nesmú byť napojené:

- a) priestor na varenie a priestor, v ktorom je záchodová misa alebo priestor na osobnú hygienu;
- b) priestory rôznych bytov v tom istom podlaží;
- c) priestory na uskladnenie potravín.

Vetracie prieduchy sa môžu pri samoťažnom vetraní napájať do zberného prieduchu až v ďalšom vyššie položenom podlaží. Do vetracieho prieduchu sa nesmie umiestniť žiadne inštaláčne vedenie.

Priestory domového vybavenia a priestory bytov sa nesmú napájať do spoločného vetracieho prieduchu. Priestor so záchodovou misou v domovom vybavení s núteným vetraním je možné napojiť do zberného prieduchu na nútené vetranie podobných miestností pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Domové komunikácie, z ktorých sa vstupuje do bytov, sa musia vetrať aspoň prieduchom pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

V priestoroch so záchodovou misou a kúpeľniach sa odporúča riešiť nútené vetranie.

Komory na uloženie občas používaných predmetov, priestory na ukladanie bicyklov, na skladovanie paliva, domový sklad a upratovacia komora sa musia trvalo a účinne vetrať, aspoň nepriamo pri dodržaní, že sa nesmú vetrať do priestorov domového vybavenia alebo domových komunikácií s výnimkou otvorených pavlačí.

Odvedenie možných zdrojov znečistenia ovzdušia umiestnených v bytoch (napr. vykurovacie kotly) alebo v priestoroch nebytovej časti polyfunkčných domov musí byť zabezpečené tak, aby neohrozovalo zdravotnú neškodnosť ani pohodu vnútorného prostredia v bytoch, prednostne nad strechu objektu.

Konštrukcie prieduchov, vetracích a inštaláčnych šácht musia zabraňovať prieniku odvádzaných splodín a pachov do vnútorných priestorov na bývanie a musia vyhovovať podmienkam požiarnej bezpečnosti.

Priestor nad sporákom musí byť vybavený lapačom splodín varenia s účinným odťahom.

### Tepelno-technické požiadavky

Tepelné a vlhkosťné parametre vnútorného prostredia v bytoch musia spĺňať podmienky na tepelnú pohodu a regeneráciu fyzických a duševných síl osôb, ktoré vnútorné prostredie užívajú.

Z hľadiska hygieny a potreby tepla na vykurovanie sa stavebné konštrukcie a priestory budov na bývanie navrhujú a posudzujú podľa STN 73 0540-2 až 4.

### Akustické požiadavky

Budovy (vrátane ich častí) aj v nich inštalované technické zariadenia (okná, dvere, steny, stropy, kotly, komínové prieduchy, vetracie zariadenia, výťahy, vodovodné inštalácie a pod.) musia byť umiestnené a upravené tak, aby sa šírenie hluku a vibrácií do obytných priestorov obmedzilo na najmenšiu možnú mieru. Podrobnosti určuje osobitný predpis.

Požiadavky na zvukovoizolačné vlastnosti konštrukcií a spôsob ochrany proti hluku stanovuje STN EN ISO 717-1, STN EN ISO 717-2 a STN 73 0532.

### Ostatné požiadavky

Pri navrhovaní budov na bývanie sa nesmú použiť materiály, ktoré preukázateľne nepriaznivo ovplyvňujú vnútorné prostredie únikom škodlivín nad prípustnú mieru (napríklad rozpúšťadla, formaldehyd, azbest, radón). Zloženie a štruktúra materiálov nesmú umožňovať hromadenie vlhkosti v ich hmote alebo na povrchu a podporovať rast plesní a iných mikroorganizmov alebo vznik porúch konštrukcií.

Požiadavky na reguláciu expozície obyvateľstva ionizujúcim žiarením (limitmi hmotnostnej aktivity Ra226 v stavebnom materiáli a limitmi obsahu radónu v stavbách) stanovuje osobitný predpis.

Negatívne účinky budov na bývanie a ich zariadení na životné prostredie (škodlivé exhaláty, prach, zápach, a pod.) je potrebné obmedziť na prijateľnú mieru.

### 3.2.2 STN EN 16798-1 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 1: Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika, Modul M1-6

Táto norma je aktualizáciou normy STN EN 15251: 2007 z roku 2019, ktorá špecifikuje hlavne požiadavky na parametre vnútorného prostredia pre tepelné prostredie, kvalitu vnútorného vzduchu, osvetlenie a akustiku a špecifikuje, ako ustanoviť tieto parametre pre návrh systému budovy a výpočty energetickej hospodárnosti. Je európskym štandardom pokrývajúcim obytné aj neobytné budovy. Celkovým cieľom je medzinárodná harmonizácia metodiky hodnotenia energetickej hospodárnosti budov na základe mandátu udeleného Európskej komisii CEN, ktorý sa nazýva „prepracované normy EPBD“ alebo len normy EPB. Táto európska norma obsahuje konštrukčné kritériá pre miestne faktory tepelného nepohodlia, asymetriu sálavej teploty, vertikálne teplotné rozdiely vzduchu a teplotu povrchu podlahy. Táto európska norma je použiteľná tam, kde kritériá pre vnútorné prostredie určuje obsadenosť priestoru a kde výroba alebo proces nemá zásadný vplyv na vnútorné prostredie. Táto európska norma tiež špecifikuje plány obsadenosti, ktoré sa majú použiť pri štandardných energetických výpočtoch, a ako sa dajú použiť rôzne kategórie kritérií pre vnútorné prostredie.

Rozsah normy EN 16798 pokrýva špecifické požiadavky na parametre vnútorného prostredia vrátane kvality vnútorného ovzdušia, akustiky a osvetlenia, pokiaľ ide o projektovanie budov. Táto správa je novšou verziou široko akreditovanej normy EN 15251 publikovanej v roku 2007, ale rozdeľuje normy na dve časti (normatívna časť 1 a technická časť 2) a v prílohe obsahuje novú časť, ktorá zohľadňuje faktory denného svetla a predpokladané plány užívateľov budov.

#### Kritériá tepelného prostredia

Kritérium je založené na indexoch tepelnej pohody PMV a PPD s použitím typických úrovní aktivity a izolácie odevu. Môže sa tiež použiť prevádzková teplota, ale indexy PMV a PPD môžu priamo brať do úvahy vplyv zvýšenej rýchlosti vzduchu a tiež brať do úvahy lokálne kritériá nepohodlia, ako je prievan a rôzne teplotné asymetrie v danom priestore.

#### Kritériá kvality vnútorného ovzdušia

Kvalita vnútorného vzduchu je špecifikovaná tak, aby bola regulovaná buď riadením zdroja, vetraním alebo filtráciou/čistením vzduchu. Kontrola zdrojov alebo kontrola emisií iných ako ľudských znečisťujúcich látok je hlavnou stratégiou na udržanie prijateľnej kvality ovzdušia a predpokladá, že znečisťujúce látky sú v každom časovom období konštantné (konštantná rýchlosť prúdenia vzduchu).

#### Kritériá vlhkosti

Kritériá vlhkosti závisia od požiadaviek na tepelnú pohodu a kvalitu vnútorného vzduchu. Napríklad špeciálne budovy (múzeá, kostoly, čisté lekárske miestnosti, dátové centrá) môžu mať tiež ďalšie požiadavky na vlhkosť, ako je napríklad zvlhčovanie a odvlhčovanie.

#### Kritériá osvetlenia

Kritériá osvetlenia sa vyberajú na základe úloh a aktivít plánovaných pre danú budovu. Napríklad existujú rozdiely v podmienkach pohodlného osvetlenia obytných a neobytných budov. Toto musí brať do úvahy aj tepelné zaťaženie zvoleného systému osvetlenia a okná by sa mali považovať za hlavný zdroj svetla pre denné osvetlenie.

## Kritériá hluku

Hluk sa berie do úvahy vo vzťahu ku konštrukcii ventilačného systému, kde sa hluk hodnotí pomocou ekvivalentnej hladiny akustického tlaku váženého A. Norma tiež uvádza, že hluk z mechanických ventilačných systémov je možné použiť na maskovanie iných zdrojov zvuku, napríklad rušnej ulice, a na zlepšenie akustického súkromia týmto spôsobom. V časti 6 sa uzatvárajú vstupné parametre návrhu, časť 7 normy špecifikuje parametre energetických výpočtov v závislosti od návrhu budovy a jej navrhovaného účelu.

## Parametre vnútorného prostredia pre energetické výpočty

Aby bola dodržaná norma, musia byť dodržané kritériá energetického výpočtu, ktoré sú špecifikované a zdokumentované v prílohe EN 16798 v závislosti od konštrukčného riešenia budovy. Pretože návrhy a účely budov sa môžu drasticky meniť, je potrebné venovať osobitnú pozornosť prispôbeným vykurovacím, chladiacim a ventilačným systémom. Energetické výpočty je možné vykonávať na sezónnom, mesačnom alebo hodinovom základe. EN 16798 ďalej poskytuje podrobnú technickú prílohu normatívnych tabuliek poskytujúcich národné odporúčané kritériá pre vnútorné prostredie, ako aj informatívne predvolené kritériá pre vnútorné prostredie. EN 16798 uznáva ďalšie dôležité stavebné normy, ale zameriava sa na hodnotenie energetickej hospodárnosti v budove, a nie na tepelnú pohodu obyvateľov. V tabuľke 3.2 sú uvedené príklady kritérií podľa STN EN 16798-1:2019, a to príklady hodnôt pre bytové budovy, konkrétne pre spálne.

Tab. 3.2 Bytové budovy (spálne)

Parameter	kategória			Poznámka
	I	II	III	
Teplota v zimnom období	21-25 °C	20-25 °C	18-25 °C	Toto sú prevádzkové teploty, za predpokladu clo hodnoty 0,5 v lete a 1,0 v zime, pri dosiahnutej úrovni aktivity 1,2
Teplota v letnom období	23,5-25,5 °C	23-26 °C	22-27 °C	Ďalej sú definované aj adaptívne (menej prísne) horné teplotné limity
Maximálna úroveň CO <sub>2</sub> (delta CO <sub>2</sub> koncentrácia)	380	550	950	Toto sú prípustné hladiny ppm nad úrovňami vonku
Minimálny stupeň osvetlenia E <sub>m</sub>		500 lx		Hodnoty sú v súlade s EN 12464-1
Maximálna hladina akustického tlaku váhového filtra (A)	25 dB	30 dB	35 dB	

## 3.3 Posudzovanie kvality vnútorného prostredia budov

Úroveň expozície užívateľov neprijateľnou kvalitou prostredia v budovách závisí od zabudovaných stavebných materiálov a konštrukcií, od systémov techniky prostredia a stavu okolitého vonkajšieho prostredia. Miera ich pôsobenia sa mení v závislosti od typu škodlivín a charakteru ich zdrojov. Budovy na jednej strane eliminujú expozíciu užívateľov škodlivinami z vonkajšieho prostredia, na druhej strane sú však zdrojom znečistenia vnútorného prostredia. Stavebné materiály s danou intenzitou uvoľňovania prchavých organických látok, ako aj činnosť užívateľov a prevádzka systémov techniky ovplyvňujú výslednú kvalitu prostredia v budovách. Nevhodné dispozičné riešenia obmedzujú rozptyl a distribúciu škodlivín z vnútorných zdrojov. Vnútorné prostredie budov možno charakterizovať z hľadiska fyzikálneho, chemického a biologického.

Zabezpečenie prijateľnej kvality vnútorného vzduchu sa spája s analýzou chemického zloženia vnútorného vzduchu a tuhých zložiek, ktoré môžu negatívne vplývať na zdravie užívateľov budov. Kvalita vzduchu v budovách závisí od

rozličných faktorov, ako je koncentrácia jednotlivých škodlivín, priestorové rozloženie a ich interakčné pôsobenie. Určujúcim činiteľom je však koncentrácia, miera vetrania, chemické reakcie škodlivín a vzduch ako médium ich prenosu.

K prioritám v systéme zabezpečenia kvality vnútorného prostredia budov patrí určenie stratégie riadeného vetrania. Zabezpečenie dostatočného a účelného vetrania budov získava v poslednom období dominantné postavenie v rámci komplexného návrhu budov. Vetraním sa zabezpečuje dostatočné množstvo čerstvého vzduchu, zníženie koncentrácie škodlivín na úroveň, ktorá negatívne neovplyvňuje zdravie užívateľov, t. j. pod ich limitné hodnoty, a zabezpečuje sa minimálny výskyt ódorových látok vo vnútornom prostredí, a často aj odvod odpadového tepla.

Navrhnuté riešenie výmeny vzduchu má byť nielen energeticky efektívne, ale aj efektívne vo vzťahu k zdraviu užívateľov a ich komfortu. Nadmerné vetranie spôsobuje energetické straty, a naopak, nedostatočné vetranie má za následok nevyhovujúcu kvalitu vnútorného vzduchu. V tomto zmysle treba zabezpečiť vyváženosť a rovnováhu s možnosťou regulácie vo vzťahu k miere a spôsobu užívania vetraného priestoru, tepelno-vlhkostným podmienkam a k miere výskytu škodlivín v danom prostredí.

Hodnotiace nástroje boli vyvinuté predovšetkým na posúdenie alebo meranie špecifických aspektov budov s cieľom prispievania k udržateľnosti. Oblasť kvality vnútorného prostredia budov patrí medzi tie oblasti, ktoré sa hodnotia vo všetkých systémoch komplexného environmentálneho hodnotenia budov. Keďže každý z nás trávi väčšinu svojho času vo vnútornom prostredí bytových aj nebytových budov, je základnou požiadavkou zabezpečenie takej kvality vnútorného prostredia, ktorá neovplyvňuje zdravie, výkonnosť a komfort užívateľov budov. V tabuľke 3.3 sú uvedené váhy oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie vo svete. Ukazovatele hodnotenia vnútorného prostredia vo vybraných systémoch posudzovania udržateľnosti budov dosahujú váhy významnosti v rozsahu od 15 do 23 %.

Tab. 3.3 Váhy významnosti oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie

	LEED	BREEAM	CASBEE	Green Star	BEAS
Manažment	4 %	16 %	5 %	9 %	-
Kvalita vnútorného prostredia	21 %	16 %	23 %	19 %	20,6 %
Energia	23 %	15 %	18 %	18 %	26,5 %
Transport	6 %	13 %	0 %	19 %	-
Voda	10 %	5 %	3 %	12 %	8,8 %
Pozemok	8 %	8 %	19 %	6 %	14,7 %
Znečisťujúce látky	10 %	15 %	20 %	7 %	-

Hodnotenie tejto oblasti v jednotlivých certifikačných systémoch je rôzne, pričom každý certifikačný systém má stanovené a určené svoje konkrétne ukazovatele hodnotenia. V rámci všetkých certifikačných systémov má hodnotenie kvality vnútorného prostredia v budovách významné postavenie, pričom sa táto oblasť zaoberá rozsiahlou problematikou vnútorného prostredia z pohľadu rôznych hľadísk, ako napr. stavebno-konštrukčného a materiálového návrhu, vybavenia budovy technikou prostredia, ich vzájomnej interakcie a s posúdením celkovej pohody a komfortu užívania vnútorného prostredia. Práve tieto posudzované aspekty sú zahrnuté do konkrétne zadefinovaných ukazovateľov hodnotenia kvality vnútorného prostredia budovy, v rámci ktorých sa posudzuje splnenie, resp. dosiahnutie stanovených kritérií daného ukazovateľa.

Tabuľka 3.4 zobrazuje celkový prehľad jednotlivých ukazovateľov hodnotenia kvality vnútorného prostredia vo vybraných a najčastejšie využívaných certifikačných systémoch, ako sú napr. LEED, BREEAM, Green Globes, CASBEE, SBTool, DNGB a Green Star. V jednotlivých certifikačných systémoch sú posudzované aspekty kvality prostredia budovy, týkajúce sa predovšetkým fyzikálnych a chemických faktorov vnútorného prostredia, zahrnuté do približne rovnako stanovených a zadefinovaných ukazovateľov hodnotenia. Niektoré certifikačné systémy sú doplnené

ešte o ukazovatele hodnotenia vychádzajúce zo subjektívneho posúdenia prostredia s ohľadom na celkovú pohodu a komfort užívania.

Tab. 3.4 Ukazovatele kvality vnútorného prostredia hodnotiacich systémov

Certifikačný systém	Vetranie	Tepelný komfort	Akustický komfort	Svetelný komfort/ Denné osvetlenie	Kontrola tabakového dymu	Emisie stavebných materiálov	Riadenie kvality vnútorného ovzdušia/ Monitoring	Kvalita výhľadu	Dostupnosť	Užívateľský komfort/ efektívnosť užívania	Riziká	Bezpečnosť užívania
LEED	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
BREEAM	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Green Globes	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
CASBEE	✓	✓	✓	✓		✓	✓					
SBToolCz	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓
DGNB	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓
Green Star	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓		

Hodnotenie kvality vnútorného prostredia v najrozšírenejších certifikačných systémoch vo svete ako sú LEED a BREEAM je predstavené v nasledujúcich podkapitolách.

### 3.3.1 BREEAM

V certifikačnom systéme BREEAM je kvalita vnútorného prostredia priradená do kategórie hodnotenia s názvom Zdravie a pohoda prostredia (Health and wellbeing), ktorej cieľom je podporovať zvýšenie komfortu, zdravia a bezpečnosti užívateľov budov a ďalších osôb v okolí. V rámci tejto kategórie sú posudzované tieto indikátory hodnotenia :

- **Vizuálny komfort** – cieľom je zabezpečiť reguláciu denného a umelého osvetlenia prostriedkami umožňujúcimi najlepší vizuálny komfort pre užívateľov budov.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená predbežná požiadavka týkajúca sa zabezpečenia všetkých fluorescenčných a kompaktných žiaroviek vysokofrekvenčnými predradníkmi. Ďalej sa hodnotia: Riadenie oslnenia (kontrola oslnenia vhodným konštrukčným, dispozičným riešením za podmienok zabezpečenia max. denného osvetlenia), Denné osvetlenie (posudzované oblasti budovy musia spĺňať faktory denného svetla a kritériá osvetlenia podľa stanovených kritérií), Výhľad (hodnotený výhľad v stanovenej vzdialenosti od okenného otvoru), Vnútorné a vonkajšie osvetlenie, zónovanie a riadenie (pre vnútorné osvetlenie sa posudzuje úroveň osvetlenia (lux), ktorá zodpovedá vykonávaným úlohám; pre vonkajšie osvetlenie sa posudzuje úroveň osvetlenia, ktorá umožňuje užívateľom vykonávať vonkajšie vizuálne úlohy efektívne a presne, najmä v noci v súlade s normou EN 13201 Road Lighting a EN 12464-2: 2014 Svetlo a osvetlenie - Osvetlenie pracovných miest - Časť 2: Exteriérové pracoviská; Vnútorné osvetlenie je nastavené tak, aby umožňovalo ovládanie užívateľmi v súlade s uvedenými kritériami pre konkrétne typy budov).

- **Kvalita vnútorného prostredia** - podporuje zdravé vnútorné prostredie budov prostredníctvom zabezpečenia vhodného vetrania, resp. technického vybavenia budov a vnútorných povrchových úprav budovy.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená povinná požiadavka týkajúca sa vylúčenia stavebných materiálov obsahujúcich azbest. Ďalšími hodnotiacimi ukazovateľmi sú: Minimalizácia zdrojov znečistenia ovzdušia, v rámci ktorého sa hodnotí - Plán kvality vnútorného ovzdušia (umožňuje navrhovať a realizovať opatrenia, ktoré minimalizujú



znečistenie ovzdušia v interiéri v štádiu projektovania, výstavby a užívania budovy); Vetranie (navrhnuté opatrenia na minimalizáciu koncentrácií znečisťujúcich látok v budove – prirodzené a nútené vetranie v súlade s kritériami normy EN 13779: 2007; senzory oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) s možnosťou prepojenia na ovládacie prvky pre zabezpečenie požadovaného množstva čerstvého vzduchu); Emisie zo stavebných materiálov a výrobkov (najmenej štyri z piatich typov stavebných výrobkov musia spĺňať požadované emisné limity, požiadavky na skúšky a ďalšie dodatočné požiadavky); Meranie kvality vnútorného vzduchu po skončení výstavby - pred užívaním (meraná koncentrácia formaldehydu vo vnútornom ovzduší nepresahuje 100 µg/m<sup>3</sup>, počas 30 minút; Odber a analýza formaldehydu sa vykonáva v súlade s normami ISO 16000-2 (12) a ISO 16000-3; celková koncentrácia prchavých organických látok (TVOC) vo vzduchu nepresahuje 300 µg/m<sup>3</sup>, počas 8 hodín; Odber a analýza TVOC sa vykonáva v súlade s normami ISO 16000-5 (15) a ISO 16000-6 (16) alebo ISO 16017-1); Adaptabilita - možnosť prirodzeného vetrania, v rámci ktorého sa posudzuje stratégia vetrania budov z dôvodu flexibilitnosti a prispôsobivosti potenciálnym požiadavkám užívateľov budov a klimatickým podmienkam (posudzovaná otvárateľná plocha okien v každom užívanom priestore, ktorá zodpovedá 5 % vnútornej podlahovej plochy tejto miestnosti alebo podlahovej dosky; podpora primeraného krížového vetrania; posudzovaný dostatočný prietok vzduchu na udržanie požadovaných podmienok tepelného pohodlia a rýchlosti prúdenia vzduchu).

- **Bezpečná kontrola laboratórií** – táto oblasť hodnotenia je určená iba pre nebytové budovy a zabezpečuje zdravé vnútorné prostredie prostredníctvom bezpečného zadržiavania a odstraňovania znečisťujúcich látok v ovzduší.
- **Tepelný komfort** - zabezpečuje prostredníctvom návrhu dosiahnutie adekvátnej úrovne tepelného pohodlia, a výber ovládacích prvkov na udržanie tepelne komfortného prostredia pre užívateľov budovy.

V rámci tohto ukazovateľa sa hodnotí: Modelovanie tepelného komfortu (meranie alebo hodnotenie úrovne tepelnej pohody budovy musí byť v súlade s normou ISO 7730: 2005, ako aj v súlade s odporúčanými kritériami komfortu podľa normy ISO 7730: 2005); Adaptabilita - pre plánovaný scenár zmeny klímy (dosiahnuté kritéria predchádzajúceho ukazovateľa, ak nie sú splnené kritériá tepelnej pohody pre plánované prostredie zmeny klímy, je potrebné preukázať pasívne návrhové riešenia na splnenie požiadaviek); Tepelné zónovanie a ovládacie prvky (dosiahnutie kritérií predchádzajúceho ukazovateľa, analýza modelovania tepelného komfortu a navrhovaných vykurovacích alebo chladiacich systémov).

- **Akustická efektívnosť** – cieľom je zabezpečiť akustický komfort budov vrátane zvukových izolácií pre splnenie príslušných noriem pre daný účel.

V rámci tohto ukazovateľa musí byť splnená povinná požiadavka týkajúca sa vymenovania kvalifikovaného odborníka v oblasti akustiky s cieľom poskytnúť včasné poradenstvo v oblasti návrhu. V rámci tejto oblasti sa hodnotí: Úroveň akustickej účinnosti pre všetky typy budov s výnimkou obytných budov a rezidenčných inštitúcií s dlhodobým pobytom, v rámci ktorého sa posudzuje Vnútorný hluk a zvuková izolácia (hladiny hluku v interiéri ako aj zvukové izolácie musia byť v súlade s národnými predpismi; hladina akustického tlaku sa meria v súlade s normou ISO 140-4: 1998 a je dimenzovaná podľa normy EN ISO 717-1: 1996); Čas rezonancie (posudzované pri zasadacích miestnostiach alebo miestnostiach používaných na hudobné vystúpenia a na skúšky); Akustické výkonnostné štandardy pre obytné budovy a dlhodobé pobytové rezidenčné inštitúcie (budova spĺňa predpisy a požiadavky akustickej účinnosti).

- **Dostupnosť** – cieľom tohto ukazovateľa sú účinné opatrenia, ktoré podporujú bezpečné užívanie budov pri prístupe do budov a von z nich.

Posudzované sú: Bezpečný prístup (využitelnosť prístupových chodníkov a cyklistických dráh, ich vybavenie a bezpečnosť voči príjazdovým komunikáciám a parkovacím plochám); Kompletný návrh pri nebytových budovách (Budova je navrhnutá tak, aby bola vhodná pre daný účel, vhodná a prístupná všetkým potenciálnym užívateľom); Kompletný návrh pri bytových budovách.

- **Riziká** – cieľom je znížiť alebo vylúčiť vplyv prírodného nebezpečenstva na budovu (posúdenie a identifikácia akýchkoľvek potenciálnych prírodných rizík v regióne; návrh a zavedenie opatrení, ktoré zodpovedajú úrovni rizika).
- **Osobný priestor** – ukazovateľ je hodnotený iba pri obytných budovách a umožňuje hodnotenie vonkajšieho priestoru, ktorý poskytuje užívateľom súkromie a pocit blahobytu (posudzovaný je vonkajší priestor objektu, ktorý musí spĺňať určené požiadavky).
- **Kvalita vody** – cieľom je minimalizovanie rizika kontaminácie vody pre zásobovanie budov a zabezpečenie poskytovania čistých a čerstvých zdrojov vody pre užívateľov stavieb.

Posudzujú sa: Minimalizácia rizika kontaminácie (zásobovanie vodou musí byť v súlade s predpismi a postupmi v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia v oblasti mikrobiálnej kontaminácie), Poskytovanie pitnej vody pre užívateľov budov.

### 3.3.2 LEED

V americkom certifikačnom systéme LEED je oblasť kvality vnútorného prostredia (IEQ – Indoor Environmental Quality) (Obr. 3.41) zameraná na navrhované stratégie v oblasti konštrukčného riešenia stavby vo väzbe na environmentálne faktory vnútorného prostredia budov, ako kvalitu a komfort interiérového prostredia, kvalitu osvetlenia, akusticky ovládaním okolia. Vyvažuje potrebu normatívnych opatrení s požiadavkami hodnotenia orientovanými na vysokú úroveň udržateľnosti. V rámci tejto oblasti musia byť splnené povinné požiadavky hodnotenia, pričom sa ďalej hodnotia ďalšie ukazovatele.

Povinné požiadavky (prerekvizity) hodnotenia a ich obsah:

- **Požadovaná minimálna kvalita vnútorného prostredia** - cieľom je prispieť k dosiahnutiu komfortu a pohodlia užívateľov budov stanovením minimálnych normatívnych požiadaviek pre kvalitu vnútorného ovzdušia (IAQ). Táto požiadavka musí byť splnená ako pre vetranie, tak aj pre monitorovanie.

Pri mechanicky vetraných budovách:

- 1) Musí byť splnená minimálna požiadavka normy ASHRAE Standard 62.1-2010, odseky 4-7, Vetranie pre prijateľnú kvalitu vnútorného ovzdušia alebo miestny ekvivalent, podľa toho, čo je prísnejšie.
- 2) Pre projekty mimo územia USA môžu namiesto prvej požiadavky spĺňať minimálne požiadavky na vonkajšie prostredie uvedené v prílohe B normy EN 15251-2007, Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika; a spĺňať požiadavky normy CEN EN 13779: 2007, Vetranie nebytových budov. Všeobecné požiadavky na vetracie a klimatizačné zariadenia s výnimkou bodu 7.3, Tepelné prostredie; 7.6, Akustické prostredie; A.16 a A.17. Prírodné vetranie.

Pri prirodzene vetraných budovách musí byť splnená požiadavka zabezpečenia minimálnych rozmerov okenných otvorov a priestorovej konfigurácie pre výmenu vzduchu pri použití postupu prirodzeného vetrania podľa normy ASHRAE Standard 62.1-2010 alebo miestneho ekvivalentu, podľa toho, ktorý je prísnejší.

Pri mechanicky vetraných priestoroch, sa monitoruje prietok vonkajšieho vzduchu nasledovne: Pre systémy s premenlivým objemom vzduchu sa posudzuje meracie zariadenie na meranie minimálneho prietoku vonkajšieho vzduchu s presnosťou +/- 10 % minimálneho prietoku vonkajšieho vzduchu, ako je definované vyššie uvedenými požiadavkami na vetranie. Negatívne hodnotenie je, keď hodnota vonkajšieho prúdu vzduchu sa mení z požadovanej hodnoty o 15 % alebo viac. Pri systémoch s konštantným objemom sa posudzuje prietok vonkajšieho vzduchu k projektovanému minimálnemu prietoku vonkajšieho vzduchu definovanému normou ASHRAE 62.1-2010 alebo vyššou. Pri prirodzene vetraných priestoroch je potrebné dodržať minimálne jednu z nasledujúcich stratégií, ktorá musí byť zabezpečená:

- 1) meranie odvádzaného prietoku vzduchu priamo s presnosťou +/- 10 % navrhovanej minimálnej rýchlosti odvádzaného vzduchu. Nežiadúci stav je, keď sa hodnoty prúdenia vzduchu menia o 15 % alebo viac z požadovanej hodnoty;
- 2) automatické indikačné zariadenia na všetkých prirodzene vetraných otvoroch, ktoré spĺňajú minimálne požiadavky na vetranie. Nežiadúci stav signalizuje, keď je niektorý z okenných otvorov zatvorený počas obsadených hodín;
- 3) monitorovanie koncentrácie oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v každej teplotnej zóne. Monitor CO<sub>2</sub> musí byť umiestnený 900 a 1 800 mm nad podlahou, musí mať akustický alebo vizuálny indikátor alebo upozorniť systém automatizácie budov, ak snímaná koncentrácia CO<sub>2</sub> prekročí žiadanú hodnotu o viac ako 10 %.

Okrem vyššie uvedených požiadaviek, pre objekty určené na bývanie, každá bytová jednotka musí spĺňať všetky nasledujúce požiadavky: nie sú povolené spaľovacie zariadenia; monitorovacie zariadenia na oxid uhoľnatý musia byť inštalované na každom podlaží každej bytovej jednotky; všetky vnútorné krby a drevené kachle musia mať pevné sklenené uzatvárateľné kryty alebo dvere; všetky vnútorné krby a drevené kachle, ktoré nie sú uzatvárateľné, musia prejsť potenciálnou skúškou spätného odvodu vzduchu; vykurovacie systémy budovy, ktorých zdrojom sú spaľovacie procesy, musia byť navrhnuté a inštalované s uzavretým spaľovaním alebo s odvodu vzduchu alebo umiestnené v samostatnej budove alebo vo vonkajšom zariadení; budovy nachádzajúce sa vo vysokorizikových oblastiach pre radón musia byť navrhnuté a zrealizované s protiradónovými opatreniami v súlade s postupmi predpísanými v EPA Building Radon Out; NFPA 5000, kapitola 49; Medzinárodný rezidenčný zákonník, dodatok F; CABO, dodatok F; ASTM E1465; alebo miestny ekvivalent, podľa toho, ktorý je najprísnejší.

Obr. 3.41 Symbol IAQ v LEED



Zdroj: <https://www.enviro-consult.com/services/leed-indoor-air-quality/>

- **Požadovaná kontrola tabakového dymu** - cieľom je zabrániť alebo minimalizovať vystavenie užívateľov budov, vnútorných priestorov a vetracích systémov tabakovým dymom.

V rámci tejto požiadavky je zakázané fajčenie vo vnútri budovy; zakázané fajčenie mimo budovy s výnimkou určených priestorov na fajčenie umiestnených vo vzdialenosti najmenej 7,5 metra od všetkých vstupov do budovy, vonkajších prívodov vzduchu a otvárateľných okien; zakázané fajčenie aj mimo pozemku v priestoroch používaných na obchodné účely.

Pri obytných budovách je zakázané fajčenie, pričom musia byť splnené vyššie uvedené požiadavky, alebo sú v budovách prerozdelené zóny fajčenia. V rámci tejto možnosti je zakázané fajčenie vo všetkých spoločných priestoroch budovy; zakázané fajčenie mimo budovy s výnimkou určených priestorov na fajčenie umiestnených vo vzdialenosti najmenej 7,5 metra od všetkých vstupov do budovy, vonkajších prívodov vzduchu a otvárateľných okien; dodržanie stanovených vzdialeností všetkých vonkajších dverí a otvárateľných okien v obytných jednotkách a všetkých vnútorných dverí vedúcich z obytných jednotiek na spoločné chodby; minimalizovať netesnosti stavebných konštrukcií medzi obytnými jednotkami a priestormi produkujúcimi znečisťujúce látky; poukázať na maximálny únik 1,17 litra za

sekundu na meter štvorcový ohraničeného priestoru pri tlaku 50 Pa (t.j. všetky plochy obklopujúce byt, vrátane vonkajších a spoločných deliacich stien, podláh a stropov).

- **Požadovaná minimálna akustická účinnosť** - určená je pre školské zariadenia, ktorej cieľom je zabezpečiť učebne akustickou účinnosťou efektívnym návrhom.

V učebniach školských zariadení musí byť dosiahnutá maximálna hladina hluku v pozadí 40 dBA z vykurovacích, vetracích a klimatizačných systémov (HVAC), pričom musia byť dodržané odporúčané metodiky a osvedčené postupy pre kontrolu hluku z technických zariadení budovy v súlade s normou ANSI Standard S12.60-2010, časť 1, príloha A.1; príručka ASHRAE HVAC 2011, kapitola 48, kontrola hluku a vibrácií; Štandard AHRI 885-2008; alebo miestny ekvivalent pre projekty mimo USA. V lokalitách s vyššou hladinou hluku musia byť školské zariadenia vybavené opatreniami na minimalizovanie prenosu hluku z vonkajších zdrojov či prenosu zvuku medzi učebňami počas vyučovacích hodín. Učebne a priestory školského zariadenia do 566 m<sup>3</sup> musia byť vybavené dostatočnými zvukovo-absorpčnými povrchmi na splnenie požiadaviek času dozvuku špecifikovaných v ANSI štandarde S12.60-2010, časť 1, Akustické výkonnostné kritériá, Požiadavky na návrh a smernice pre školy alebo miestny ekvivalent pre projekty mimo USA. V učebniach a priestoroch školského zariadenia nad 566 m<sup>3</sup> musia byť splnené požiadavky odporúčaných hodnôt časov dozvuku v súlade s Aktualizáciou stavebných technológií NRC-CNRC č. 51, Acoustical Design of Rooms for Speech (2002) alebo v miestnom ekvivalente pre projekty mimo USA.

Ďalšími hodnotenými ukazovateľmi v systéme LEED sú:

- **Opatrenia pre zvýšenie kvality vnútorného ovzdušia** - cieľom je podporiť pohodlie, pohodu a produktivitu užívateľov budov zlepšovaním kvality vnútorného ovzdušia.

V rámci tohto ukazovateľa sa pri mechanicky a prirodzene vetraných priestoroch, resp. priestoroch so zmiešaným režimom vetrania posudzujú: Vstupné systémy (vybavenie a údržba); Prevencia vnútornej krížovej kontaminácie (priestory so vznikom škodlivých látok musia byť dostatočne odvetrávané s využitím podmienok prvej požiadavky na rýchlosť odvádzaného vzduchu alebo min. 2,54 l/s na m<sup>2</sup>); Filtrácia technického vybavenia budovy (každý vetrací systém pri prechode vonkajšieho vzduchu do vnútorných priestorov musí byť vybavený filtrom na zachytávanie častíc, resp. zariadením na čistenie privádzaného vzduchu, ktoré spĺňajú požiadavky normy ASHRAE 52.2-2007 alebo normy CEN EN 779-2002, Filtre častíc vzduchu pre všeobecné vetranie, Stanovenie filtračného výkonu). V hodnotenej budove sa posudzujú aj ďalšie dodatočné opatrenia na zvýšenie kvality vnútorného vzduchu pre mechanicky vetrané priestory, prirodzene vetrané priestory, resp. priestory so zmiešaným režimom vetrania. V rámci posudzovania sa hodnotí: Predchádzanie vonkajšej kontaminácii (ide o návrh opatrení na minimalizáciu a kontrolu vstupu znečisťujúcich látok do budovy - hodnoty koncentrácií znečisťujúcich látok upravené národnými normami National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) musia byť pod stanovenými prahovými hodnotami); Zvýšenie intenzity vetrania (zvýšenie rýchlosti prúdenia vetraného vzduchu v dýchacích zónach najmenej o 30% nad minimálnymi rýchlosťami stanovenými v prvej požiadavke hodnotenia); Monitorovanie oxidu uhličitého (monitorovanie koncentrácie CO<sub>2</sub> vo všetkých plne obsadených priestoroch monitorom CO<sub>2</sub> s akustickým alebo vizuálnym indikátorom upozorňujúcim systém automatizácie budov, ak snímaná koncentrácia CO<sub>2</sub> prekročí žiadanú hodnotu o viac ako 10 %, resp. výpočet príslušnej požadovanej hodnoty CO<sub>2</sub> pomocou metód v ASHRAE 62.1-2010, dodatok C); Dodatočné riadenie a monitorovanie zdroja (zavedenie opatrení na zníženie uvoľňovania kontaminantov, resp. inštalácia monitorovacích systémov so snímačmi určenými na detekciu špecifických kontaminantov); Výpočty prirodzeného vetrania medzi jednotlivými miestnosťami podľa CIBSE AM10, časť 4, pre zabezpečenie efektívneho prirodzeného vetrania.

- **Materiály s nízkymi emisiami** - cieľom je znížiť koncentrácie chemických škodlivín, ktoré môžu zhoršiť kvalitu ovzdušia, ľudské zdravie, produktivitu a životné prostredie.

Tento ukazovateľ hodnotí emisie prchavých organických zlúčenín (VOC) vo vzduchu v posudzovanej miestnosti a obsah VOC v stavebných materiáloch. Rôzne stavebné materiály musia spĺňať požiadavky vyhovujúce pre hodnotenie tohto ukazovateľa. Interiér a exteriér budovy sú usporiadané v siedmich kategóriách, z ktorých každá má odlišné prahové hodnoty. Stavebné materiály použité v interiéri a exteriéri budovy sú rozdelené do siedmich oblastí s príslušnou prahovou hodnotou znečistenia, ktorá nesmie byť prekročená. Celkovo sa stanoví percento vyhovujúcich

stavebných materiálov. Stavebné materiály a výrobky musia deklarovat' vyhlásenia o zhode v súlade s CDPH SM V1.1-2010, oddiel 8. a akreditované podľa ISO Guide 65. Stavebné materiály obsahujúce VOC musia byť otestované v súlade so štandardnou metódou CDPH (California Department of Public Health) v1.1-2010 v Kalifornii. Projekty mimo USA môžu využívať testovanie produktov, ktoré sa považujú za vyhovujúce buď v súlade:

- 1) so štandardnou metódou CDPH v USA (2010),
- 2) s nemeckým programom testovania a hodnotenia AgBB (2010),
- 3) s ISO 16000-3: 2010, ISO 16000-6: 2011, ISO 16000-9 : 2006, ISO 16000-11: 2006 buď v spojení s AgBB, alebo podľa francúzskych právnych predpisov o označovaní triedy emisií VOC, alebo
- 4) s metódou testovania DIBt (2010).

Ak sa výrobok nemôže odôvodnene otestovať tak, ako je uvedené vyššie, testovanie obsahu VOC musí byť v súlade s normou ASTM D2369-10; ISO 11890, časť 1; ASTM D6886-03; alebo ISO 11890-2. Stavebné materiály a výrobky na báze dreva (kompozitné drevo) musia deklarovat' nízke emisie formaldehydu, ktoré spĺňajú požiadavky CAF Board of California Airborne ATCM alebo sú bez prídavku formaldehydových živíc. Zariaďovacie predmety interiéru musia byť testované v súlade s normou ANSI / BIFMA M7.1-2011, pričom musí byť dodržaný štandard ANSI / BIFMA e3-2011 pre udržateľnosť nábytku.

- **Plán riadenia kvality vnútorného ovzdušia** – podporuje optimálne podmienky staviteľov a užívateľov budov minimalizáciou problémov spojených s výstavbou a obnovou budovy.

V rámci tohto ukazovateľa je potrebné vypracovať a implementovať plán manažmentu kvality vnútorného ovzdušia (IAQ) pre etapy výstavby a v štádiu užívania budovy a dodržiavať opatrenia Smernice IAQ pre stavby, 2. vydanie, 2007, kapitola 3, ANSI / SMACNA 008-2008.

- **Hodnotenie kvality vnútorného ovzdušia** – cieľom je zabezpečiť kvalitnejšie vnútorné ovzdušie v budove po skončení výstavby a počas užívania.

V rámci tohto ukazovateľa sa vyberie jedna z možností, ktorá sa ma zaviesť po dokončení výstavby. Prvou možnosťou je Flush-Out (prepláchnutie): pred užívaním budovy sa nainštalujú nové filtračné médiá a vykoná sa prepláchnutie vnútorných priestorov budovy dodaním celkového objemu vzduchu 4 267 litrov vonkajšieho vzduchu na meter štvorcový hrubej podlahovej plochy pri zachovaní vnútornej teploty od 15 °C do 27 °C a relatívnej vlhkosti do 60 %; počas užívania musia byť priestory vetrané pri minimálnej rýchlosti 1,5 litra za sekundu na meter štvorcový vonkajšieho vzduchu alebo návrh minimálnej rýchlosti vonkajšieho vzduchu stanovenej v IEQ Predpokladaná minimálna výkonnosť vnútorného ovzdušia, podľa toho, ktorá hodnota je vyššia. Počas každého dňa prepláchnutia musí dôjsť k vetraniu najmenej tri hodiny pred užívaním a pokračovať počas užívania. Druhou možnosťou je testovanie ovzdušia: po skončení výstavby a pred užívaním za podmienok vetrania typických pre užívanie sa vykoná základné testovanie kvality vnútorného vzduchu pomocou stanovených protokolov pre všetky užívané priestory. Testovanie sa realizuje pomocou aktuálnych verzií štandardných metód ASTM, metód kompenzácií EPA alebo metód ISO, čím sa má preukázať, že kontaminanty nepresahujú stanovené úrovne koncentrácií.

- **Tepelná pohoda** – cieľom je podporovať produktivitu, pohodlie a pohodu užívateľov poskytovaním kvalitného tepelného komfortu.

V rámci tohto ukazovateľa musia byť splnené požiadavky návrhu tepelného komfortu a regulácie tepelnej pohody. Pri návrhu tepelného komfortu sa zohľadňujú oblasti: Konštrukčné systémy vykurovania, vetrania a klimatizácie (HVAC) ako aj plášť budovy musia spĺňať požiadavky normy ASHRAE Standard 55-2010, podmienky tepelnej pohody pri užívaní budovy; Návrh systémov HVAC a obvodového plášťa budovy musí spĺňať požiadavky príslušných noriem: ISO 7730: 2005, Ergonómia tepelného prostredia, analytické stanovenie a interpretácia tepelného komfortu pomocou výpočtu indexov PMV a PPD a miestnych kritérií tepelnej pohody; CEN EN 15251: 2007, Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika, oddiel A2. Pri regulácií tepelnej pohody je potrebné zabezpečiť pre najmenej 50 %

vnútorných priestorov budovy individuálne ovládanie tepelnej pohody prostredníctvom ovládacích prvkov, t.j. aspoň jednu z nasledujúcich: teplota vzduchu, teplotu sálavého vzduchu, rýchlosť prúdenia vzduchu a vlhkosť.

- **Osvetlenie interiéru** – cieľom je podporovať produktivitu, pohodlie a pohodu užívateľov prostredníctvom poskytovania vysoko kvalitného osvetlenia.

V rámci tohto ukazovateľa sa posudzuje: Ovládanie osvetlenia - pre minimálne 90% vnútorných priestorov je potrebné zabezpečiť individuálne ovládacie prvky osvetlenia, ktoré umožňujú užívateľom nastaviť osvetlenie tak, aby zodpovedali ich individuálnym úlohám a potrebám, s najmenej tromi úrovňami osvetlenia (zapnutie, vypnutie, stredná úroveň). Stredná úroveň je 30 % až 70 % maximálnej úrovne osvetlenia (bez zahrnutia denného svetla); Kvalita osvetlenia – vo vnútorných priestoroch sú hodnotené svietidlá a ich úroveň svetivosti, životnosť svetelných zdrojov, odrazové plochy interiéru, pomer priemernej osvetlenosti povrchu steny, resp. priemernej stropnej osvetlenosti k priemernej pracovnej rovine.

- **Denné osvetlenie** – cieľom je prepojiť vnútorné priestory užívateľov budov s vonkajším prostredím, posilniť cirkadiálne rytmy a znížiť používanie elektrického osvetlenia zavedením denného svetla do priestoru.

V rámci tohto ukazovateľa sa prostredníctvom počítačových simulácií a modelovaním hodnotí: Priestorová autonómia denného osvetlenia a ročná expozícia slnečným žiarením; Úroveň osvetlenia výpočtom intenzity osvetlenia slnka a oblohy pre podmienky jasnej oblohy; dosiahnutie úrovne osvetlenia medzi 300 a 3 000 luxami pre podlahovú plochu.

- **Kvalita výhľadu** – cieľom je umožniť užívateľom budov spojenie s prírodným vonkajším prostredím poskytnutím kvalitného výhľadu.

V rámci tohto ukazovateľa sa posudzuje priamy výhľad z interiéru budovy na vonkajšie prostredie prostredníctvom vizuálneho zasklenia. Pohľad na zasklenie musí poskytnúť jasný obraz vonkajšieho prostredia, nenarúšaný vláknami, vzorovanými sklami alebo pridanými odtieňmi, ktoré narúšajú vyváženie farieb. Hodnotené sú typy výhľadov ako napr. flóra, fauna, obloha; pohyb; objekty najmenej 7,5 m od vonkajšieho okraja zasklenia a pod.

- **Akustická výkonnosť** – cieľom je zabezpečiť pracovné priestory a učebne, ktoré podporujú pohodu, produktivitu a komunikáciu užívateľov prostredníctvom efektívneho akustického návrhu.

V rámci tohto ukazovateľa musia všetky užívané priestory budovy spĺňať požiadavky na: Hluk pozadia HVAC (súlad s požiadavkami ASHRAE 2011, aplikácie HVAC, kapitola 48, tabuľka 1; Štandard AHRI 885-2008, tabuľka 15; alebo miestneho ekvivalentu, resp. dodržiavať kritéria pri návrhu HVAC); Zvukovú izoláciu (splnenie požiadaviek podľa stanovených tried prenosu zvuku alebo stavebných predpisov); Dobu dozvuku (splnenie požiadaviek podľa stanovenej doby dozvuku); a Zvukové zosilnenie a maskovanie zvuku (pre veľké konferenčné miestnosti a posluchárne s kapacitou viac ako 50 osôb sa posudzuje možnosť potreby zosilňovacích zariadení, resp. maskovacích systémov, ktoré musia spĺňať stanovené kritéria). Pri hodnotených budovách sa posudzuje zvuková izolácia pre akustický komfort a minimálne obťažovanie zo zdrojov produkujúcich hluk, ktorá musí spĺňať stanovené kritériá pre minimálnu zvukovú účinnosť medzi uzavretými miestnosťami; hladiny hluku v pozadí generované technickým vybavením budovy a inými zariadeniami. Hodnotené je splnenie požiadaviek na akustické povrchové úpravy budovy a vonkajší šum prostredia s cieľom minimalizovania účinku vonkajšieho hluku (stanovenie priemerných koeficientov absorpcie zvuku v súlade s usmernením FGI z roku 2010, tabuľka 1.2-1, koeficienty absorpcie zvuku miestnosti a usmernenia SV 2010; súlad s normou ASTM E966, Štandardná príručka pre meranie vonkajšej akustickej izolácie fasád budov a fasádnych prvkov).

### 3.3.3 WELL

WELL využíva zastavané prostredie ako prostriedok na podporu ľudského zdravia, pohody a komfortu. Ide o prvý certifikačný systém svojho druhu, ktorý sa zameriava výlučne na zdravie a pohodu užívateľov budov. Tento systém je zabezpečovaný Medzinárodným inštitútom budov (IWBI) a na trh bol uvedený v roku 2004. Priestory certifikované týmto systémom môžu napomôcť k vytvoreniu prostredia, ktoré môže viesť k zlepšeniu výživy, kondície, nálady, spánku, komfortu a výkonnosti svojich užívateľov. To sa dosahuje realizáciou stratégií, programov a technológií určených na podporu zdravého a aktívnejšieho životného štýlu a znížením vystavenia osôb škodlivým polutantom.

WELL identifikuje výkonnostné metriky, stratégie návrhu a politiky, ktoré môžu implementovať vlastníci budov, projektanti, inžinieri, dodávatelia, užívatelia a prevádzkovatelia budov. Je založený na dôkladnom preskúmaní existujúceho výskumu v oblasti vplyvu vnútorného prostredia na jednotlivcov. Aby sa splnili požiadavky WELL Building Standard, priestor musí prejsť procesom, ktorý zahŕňa hodnotenie na mieste a testovanie výkonnosti treťou stranou. WELL Building Standard v2 je použiteľný v komerčných a verejných budovách, pričom certifikované môžu byť všetky typy projektov. Systém je navrhnutý tak, aby sa časom vyvíjal, prispôboval sa rôznym typom projektov a geografickým oblastiam, ako aj reagoval na nové dôkazy a stále sa vyvíjajúce požiadavky verejného zdravia. WELL je organizovaný do 10 kategórií: vzduch, voda, výživa, svetlo, pohyb, tepelný komfort, zvuk, materiály, myseľ a komunita. Týchto 10 konceptov pozostáva zo 105 funkcií, pričom každá funkcia je určená na riešenie špecifických aspektov zdravia, komfortu alebo vedomostí užívateľov budov. Niektoré funkcie WELL sú kategorizované ako Predpoklady, ktoré sú potrebné pre všetky úrovne certifikácie WELL (všetky predpoklady musia byť splnené na získanie certifikátu). Predpoklady sú univerzálne pre všetky projekty. Optimalizácie zahŕňajú voliteľné technológie, stratégie, protokoly a návrhy, pričom sa odporúča aby sa všetky projekty usilovali dosiahnuť čo najviac optimalizácií (do maxima stanoveného pre optimalizáciu). Vo všeobecnosti je dostupných 100 bodov + 10 bodov za inovácie, pričom na získanie strieborného certifikátu je potrebných minimálne 50 bodov, zlatého certifikátu 60 bodov a platinového certifikátu 80 bodov (Obr. 3.42).

Obr. 3.42 Certifikačné úrovne hodnotenia WELL



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

Každá funkcia WELL Building Standard je navrhnutá tak aby riešila problémy, ktoré majú vplyv na zdravie, komfort alebo vedomosti užívateľov budov. Niektoré funkcie sú určené na zmenu správania prostredníctvom vzdelávania a firemnej kultúry, napríklad poskytujú informácie a podporu pri vytváraní pozitívneho životného štýlu. Každá z funkcií je pripisovaná systémom ľudského tela, ktoré majú mať prospech z jej implementácie. WELL Building Standard zvažuje vplyv každej funkcie na nasledujúce kategórie systémov: kardiovaskulárny systém, tráviaci systém, endokrinný systém, imunitný systém, kožný systém, svalový systém, nervový systém, reprodukčný systém, respiračný systém, kostrový systém a močový systém.

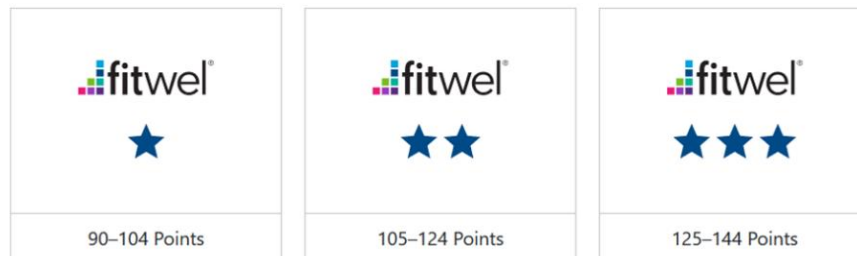
WELL bol vyvinutý integráciou vedeckého a lekárskeho výskumu, ako aj literatúry o environmentálnom zdraví, behaviorálnych faktoroch, zdravotných dôsledkov a demografických rizikových faktoroch, ktoré ovplyvňujú zdravie s vedúcimi postupmi pri navrhovaní a riadení budov. WELL tiež vychádza z existujúcich noriem a usmernení o najlepších postupoch stanovenými vládami a profesionálnymi organizáciami.

### 3.3.4 FITWEL

FITWEL bol vyvinutý odborníkmi v oblasti verejného zdravia, facility managementu, a je podporovaný viac ako 3000 výskumnými štúdiami. Vďaka CDC (Centers for Disease Control and Prevention) a GSA (General Services Administration) bol FITWEL vyvinutý ako nástroj, ktorý by posilnil a dovedol vlastníkov a manažérov budov k tomu,

aby urobili zlepšenia v oblasti facility managementu a tým pozitívne ovplyvnili zdravie a produktivitu zamestnancov prostredníctvom cielených vylepšení. Tento certifikačný systém bol uvedený na trh v roku 2007. FITWEL poskytuje stratégie pre rezidenčné a pracovné priestory s cieľom optimalizovať jedinečné príležitosti pre každý projekt. Karta ukazovateľov FITWEL zahŕňa 55+ návrhových a operačných stratégií založených na dôkazoch, ktoré zlepšujú budovy tým, že riešia širokú škálu správania a rizík súvisiacich so zdravím. Každá stratégia je spojená s pridelovaním bodov, založených na sile súvisiacich dôkazov a preukázanom vplyve na zdravie užívateľov. Znamená to, že stratégie so silnejšími, mnohohrstvovými vplyvmi získajú viac bodov. Tento systém hodnotenia budov sa zaoberá zdravím ako vzájomne prepojeným systémom bez dominantnej kategórie alebo oblasti zamerania, a ako také sú všetky stratégie dobrovoľné bez individuálnych predpokladov (kategórie, ktoré by museli byť splnené). Fitwel ovplyvňuje 7 kategórií vplyvov na zdravie: vplyv na zdravie komunity, zníženie chorobnosti + absencia, podpora sociálneho zabezpečenia pre zraniteľné skupiny, podnecovanie pocitu pohody, poskytovanie možnosti zdravého jedla, podpora bezpečnosti užívateľov, zvýšenie fyzickej aktivity. Stratégie FITWEL sú kategorizované do 12 sekcií: lokalita, prístup k budove, vonkajšie priestory, vstupy a prízemie, schodiská, vnútorné prostredie, pracovné priestory, zdieľané priestory, dodávka vody, kaviarne a predaj pripraveného jedla, predajné automaty a občerstvenie, núdzové postupy. Certifikácia FITWEL sa udeľuje na úrovniach uvedených na obrázku 3.43, pričom jedna hviezda je udelená budovám, ktoré dosahujú základnú úroveň podpory zdravia začlenením návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov. Dve hviezdy sú udelené budovám, ktoré dosahujú strednú úroveň podpory zdravia začlenením návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov. Najvyššia možná úroveň sú tri hviezdy. V tomto prípade budova zahŕňa príkladné množstvo návrhových a politických stratégií založených na dôkazoch, ktoré podporujú fyzické, duševné a sociálne zdravie svojich užívateľov.

Obr. 3.43 Certifikačné úrovne hodnotenia FITWEL



Zdroj: Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8

### 3.4 COVID-19

COVID-19 navždy zmení náš pohľad na hygienu. Čo to znamená byť človekom pohybujúcim sa týmto svetom, sa prehodnocuje. Kolektívne myslenie, ktoré od tejto chvíle očakávame, zmení v budúcnosti spôsob života a fungovania. V súčasnosti sa dizajnéri a návrhári zameriavajú na to, ako reagovať na tento nový spôsob života. Na druhej strane, aby sme maximalizovali túto príležitosť a zostali relevantnými, musíme urobiť nejaké predpovede o tom, ako bude vyzerať postavené prostredie v budúcnosti, aby sme mohli predávať naše výrobky čo najrelevantnejším spôsobom. Bezpochyby tento posun začal v našich domovoch - našom bezpečnom priestore, kde každý trávime viac času ako kedykoľvek predtým. Táto nová závislosť od domova nebude mať len krátke trvanie. Uvaríme a pochutnáme si na odchode do preplnenej reštaurácie. Mnohí budú naďalej pracovať z domu a budú požadovať väčšiu flexibilitu v usporiadaní práce a životných priestoroch. Keď sa prechádzky po okolí stali ceneným rituálom, naše spojenie s prírodným svetom sa bude aj naďalej upevňovať. Budeme ešte viac hodnotiť materiály, prácu a remeselné spracovanie



z miestnych zdrojov. Hygiena bola uvedená do centra pozornosti spolu s funkčnosťou, krásou a povrchovou úpravou - čo nakoniec ovplyvnilo každú izbu v našom príbytku.

Pretože sa svet naďalej adaptuje na COVID – 19, životný štýl väčšiny jednotlivcov sa stal sedavým. Domov je teraz miestom každého aspektu života, od odpočinku a obživy až po prácu a zábavu. Vzhľadom na túto bezprecedentnú realitu nie je architektúra väčšiny obytných priestorov vytvorená tak, aby vyhovovala všetkým týmto činnostiam. V reakcii na to austrálska architektonická prax Woods Bagot vyvinula riešenie tejto dilemy: modulárny systém, ktorý dokáže adaptovať byty tak, aby podporovali celý rad aktivít po celý deň.

### 3.4.1 Nový záujem o prispôsobiteľné rozloženia

Naše spojenia s našimi domovmi - fyzické i duševné - nikdy neboli väčšie, čo môže pretrvávať a dokonca sa zintenzívňovať aj po odznení tejto pandémie. Ak sa tak stane, v domácnostiach bude potrebné umiestniť väčšie množstvo služieb a funkcií. Budú sa požadovať vyhradené priestory pre väčší počet konkrétnych činností, ako je čítanie, spánok, fyzická aktivita a zábava. Hostenie väčšieho množstva priestorov na aktivity bude vyžadovať vyššiu mieru flexibility a prispôsobivosti. Dizajnéri už začali skúmať prístupy k tejto možnosti. Jednou z nich je austrálska architektonická firma Woods Bagot, ktorej systém AD-APT využíva nastaviteľné steny a obrazovky na premenu otvoreného bytu na rôzne vyhradené priestory. Systém s názvom AD-APT obsahuje sériu nastaviteľných stien a obrazoviek (Obr. 3.44), ktoré by sa použili na rozdelenie otvoreného bytu do rôznych vyhradených priestorov. Medzi tieto priestory patrí domáca kancelária, miestnosť na cvičenie, priestor na zábavu a spálne. Podľa Woodsa Bagota život v karanténe prinútil jednotlivcov uvedomiť si, že niektoré ich každodenné činnosti nie sú striktné spojené s určitými miestami.

Obr. 3.44 Usporiadanie AD-APT v „dennom režime“ nakonfigurované tak, aby poskytovalo veľkorysý obývací a jedáľenský priestor; obrázok cez Woodsa Bagota



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

Pre niektorých táto situácia zdôraznila určitý stupeň priestorovej flexibility. V budúcnosti je možné, že „ľudia si vyberú miesto na základe svojich úloh a aktivít, nie podľa toho, kde si ich spoločnosť prenajíma kanceláriu,“ uvádzajú architekti. „Vidíme, že to vedie k potrebe odolných domov, domov s adaptabilitou na podporu rôznych aktivít počas dní ľudí.“ Woods Bagot vyzdvihol a označil dva z najbežnejších spôsobov práce ľudí z domu. Prvým je Split Shift Home, ktorý je určený pre pár s deťmi. Predstavuje si, ako jeden rodič pracuje počas rannej zmeny, zatiaľ čo druhý sa stará

o deti. Poobede prestupujú. Druhým je Double Desk Home, ktorý by obsadili spolubývajúci, ktorí ako provizórne stoly zdieľajú jedálenský stôl, kuchynskú lavicu alebo konferenčný stolík (Obr. 3.45).

---

Obr. 3.45 Usporiadanie v „nočnom režime“, v ktorom je obývacia izba komprimovaná a vytvára tak významnú hlavnú suitu a druhú spálňu

---



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

Dizajn AD-APT obsahuje vstupnú chodbu, ktorá by vytvárala priestor na uskladnenie. Zvyšok bytu by tvorili dve pohyblivé búbky a pevná kúpeľňová jednotka. V celom priestore by existovalo množstvo úložných a priestorovo úsporných riešení, napríklad nábytok, ktorý sa rozkladá zo stien. Súčasťou návrhu je aj veľký balkón, ktorý by ponúkol priestor na vonkajšie cvičenie a zábavu (Obr. 3.46).

---

Obr. 3.46 Usporiadanie v režime „Play Mode“, v ktorom sa byt zmení na široko otvorený priestor pre zábavu

---



Zdroj: <https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

### 3.4.2 Všeobecná potreba súkromného vonkajšieho priestoru

Od vypuknutia pandémie sa zdá, že naše ocenenie vonkajšieho okolia a prírody sa výrazne zvýšilo. Samotná prechádzka alebo posedenie v parku boli monumentálnym zdrojom úľavy. Avšak uprostred scenára blokovej výstavby tieto činnosti nezaručujú bezpečnosť a nie sú všeobecne prístupné. V dôsledku toho sa zvýši dopyt po domácich dizajnéroch, aby poskytovali súkromné vonkajšie priestory pre každý typ vzhľadu domu. Bude na architektoch, aby zistili, ako integrovať exteriér aj do tých najkompaktnejších domov, experimentovať so strešnými záhradami, mikro dvormi, verandami a balkónmi. Ľudia sa tiež môžu usilovať o užšie spojenie medzi svojimi obytnými priestormi a prírodným svetom - sklopné sklenené dvere spájajú tieto dve zóny dohromady (Obr. 3.47).

---

Obr. 3.47 Komponenty ako sklopné sklenené dvere ponúkajú plynulé prechody medzi vnútornou a vonkajšou stranou; obrázok od Carlos Delgado Architect

---



Zdroj: <https://architazer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot/>

### 3.4.3 Nové formy domácej kancelárie

Keď boli ľudia nútení pracovať z domu, mnoho jedálenských stolov sa zmenilo na domáce kancelárie, ktoré slúžia na zmeny. Aj keď nástup do práce pre mnohých už nevyžaduje nárýchlo prestup medzi rušnými vlakmi, tieto nové „kancelárie“ neposkytujú všetko vybavenie potrebné pre produktívny pracovný priestor. Mnohí si však užívajú flexibilitu práce z domu, a to natoľko, že generálny riaditeľ spoločnosti Barclays Jes Staley predpovedá, že novou normou sa môže stať práca na diaľku. Ak sa to podarí, bude stúpať potreba, aby funkčné súkromné kancelárie boli neoddeliteľnou súčasťou domova. Niektoré majú dokonca konceptualizované spôsoby, ako integrovať domáce kancelárie do súkromných vonkajších priestorov. Koncept „Buried Studio“ brazílskeho architekta Igora Leala obsahuje pracovisko určené do predzáhradky rezidencie, ktoré umožňuje človeku mať pocit, že odchádza zo svojho domu za prácou.

### 3.4.4 Sanitizované vstupy

V reštaurácii v Šanghaji po zrušení obmedzení v Číne sú zákazníci pri vstupe postriekaní dezinfekčným prístrojom. Podobný koncept môže vzniknúť aj v rezidenciách. S cieľom zaistiť bezpečnosť a čistotu domov sa vstupné priestory

stanú jasne vymedzenými prechodnými priestormi, v ktorých si možno pred vstupom vyzuť topánky, zavesiť bundy a dezinfikovať ruky.

#### 3.4.5. Inteligentný dizajn kuchyne

S ľuďmi, ktorí majú sklon ostávať doma, vzrástol aj význam kuchýň v domácnostiach. Podľa Epiphany bude špajza čoraz nevyhnutnejšia, pretože ľudia sa usilujú robiť menej výletov do obchodov. Inteligentnejší dizajn kuchyne bude tiež výraznejší, najmä v dôsledku rozmachu myslenia bez použitia rúk. To podľa Epiphany znamená viac hlasom aktivovanej technológie v kuchyni, ktorá ovláda veci, ako sú svetlá, faucety a prístroje.

#### 3.4.6. Systémy čistenia vzduchu

Kvalita ovzdušia bola hlavným ohniskom celej pandémie COVID-19. Ľudia môžu začať venovať väčšiu pozornosť kvalite ovzdušia vo svojich domovoch obmedzením množstva nefiltrovaného vonkajšieho vzduchu, ktorý dovnútra vstupuje. Preto môžeme vidieť nárast systémov čistenia vzduchu, ktoré nasávajú vonkajší vzduch, obnovujú ho a dodávajú ho ako čerstvý vzduch do budovy. Tieto systémy môžu pracovať v spojení s bežnou vzduchotechnikou, aby boli domácnosti zdravšie.

COVID-19 sa šíri hlavne blízkym kontaktom z človeka na človeka. Istá neistota však zostáva o relatívnom význame rôznych spôsobov prenosu SARS-CoV-2, vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19. Pribúdajú dôkazy o tom, že tento vírus môže zostať vo vzduchu na dlhšiu dobu a na väčšie vzdialenosti, ako sa pôvodne myslelo. Okrem úzkeho kontaktu s infikovanými ľuďmi a kontaminovanými povrchmi existuje možnosť, že k šíreniu COVID-19 môže dôjsť aj vzduchom prenášanými časticami vo vnútornom prostredí, za určitých okolností nad rozsah 2 m podporovaný odporúčaniami o sociálnej dištancii. Existujú priame kroky, ktoré možno prijať na zníženie potenciálneho vzdušného prenosu COVID-19. Usporiadanie a návrh budovy, ako aj obsadenosť a typ systému vykurovania, vetrania a klimatizácie (HVAC) môžu mať vplyv na potenciálne šírenie vírusu vzduchom. Aj keď vylepšenia vetrania a čistenia vzduchu nemôžu samy osebe vylúčiť riziko prenosu vírusu SARS-CoV-2 vzduchom, EPA odporúča prijať preventívne opatrenia na zníženie potenciálu prenosu vírusu vzduchom. Medzi tieto preventívne opatrenia patrí zvýšenie ventilácie pomocou vonkajšieho vzduchu a filtrácia vzduchu ako súčasť širšej stratégie, ktorá zahŕňa spoločenské dištancovanie, nosenie látkových zakrytí tváre alebo masiek, čistenie a dezinfekciu povrchu, umývanie rúk a ďalšie preventívne opatrenia. Samotné opatrenia na zníženie vzdušnej expozície vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19, nie sú dostatočné, pretože vzdušný prenos nie je jediným spôsobom, ako by mohlo dôjsť k expozícii SARS-CoV-2.

#### Vnútorný vzduch v domácnostiach a koronavírus (COVID-19)

Zaistenie správneho vetrania vonkajším vzduchom môže pomôcť znížiť množstvo nečistôt prenášaných vzduchom, vrátane vírusov, v interiéroch. Samotné zvýšenie ventilácie však samo osebe nestačí na ochranu ľudí pred vystavením vírusu, ktorý spôsobuje COVID-19. Ak sa použije spolu s ďalšími osvedčenými postupmi (ako je sociálny dištanc, časté umývanie rúk a povrchová dezinfekcia) odporúčanými CDC (Centers for Disease Control and Prevention), zvýšenie vetrania môže byť súčasťou plánu ochrany domácností.

#### Zvýšené vetranie pomocou vonkajšieho vzduchu

Zvýšenie vetrania v domácnosti:

- Otvorením okien alebo dverí. Neotvárajte okná a dvere, ak to predstavuje bezpečnostné alebo zdravotné riziko pre deti alebo iných členov rodiny (napr. Riziko pádu alebo vyvolanie príznakov astmy).
- Pomocou okennej klimatizácie, ktorá má nasávanie alebo ventiláciu vonkajšieho vzduchu, s otvoreným ventilačným otvorom (niektoré okenné klimatizácie nemajú vstupy vonkajšieho vzduchu).
- Otvorením prívodu vonkajšieho vzduchu do systému HVAC, ak taký má (to nie je bežné)

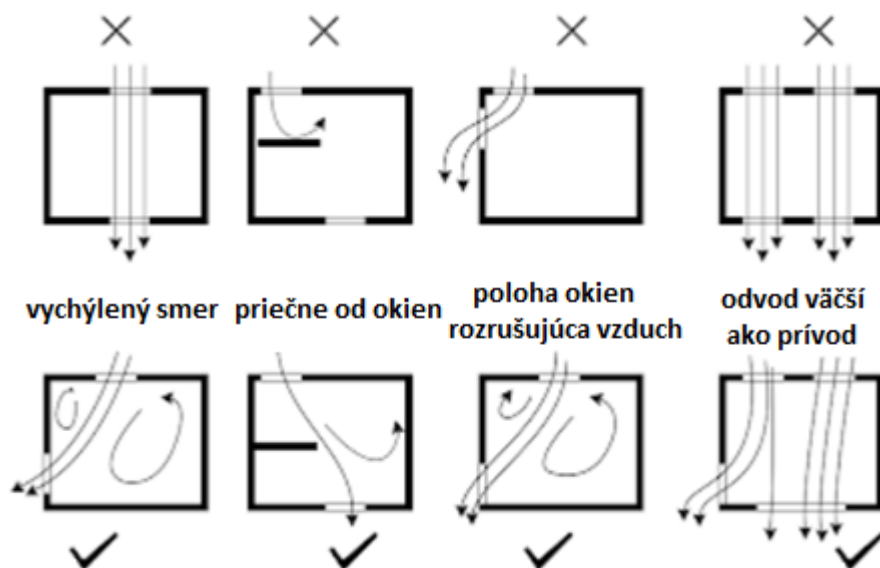
- Ak je kúpeľňa v prevádzke, je nutné používanie ventilátora kúpeľne, pokiaľ je to možné, nepretržite.
- Používaním ventilátora s rekuperáciou tepla (HVR) alebo ventilátora s rekuperáciou energie (ERV), ak rodinný dom taký má.

Ak je znečistenie vonkajšieho vzduchu vysoké alebo je vonkajší vzduch príliš chladný, horúci alebo vlhký, zabráňte vetraniu vonkajším vzduchom. Skontrolujte AirNow, kde nájdete informácie o znečistení vonkajšieho ovzdušia vo vašej blízkosti. V situáciách, keď hrozí požiar, postupujte podľa miestnych rád. Získajte viac informácií o COVID-19, požiaroch a kvalite vnútorného ovzdušia.

### Zlepšenie prirodzeného vetrania

Aj pri otvorenom okne alebo dverách je možné obmedziť prirodzené vetranie, ak sú vnútorné a vonkajšie teploty podobné a slabý vietor vo vonkajšom prostredí. Na zvýšenie prirodzeného vetrania, ak je to možné, otvorte viac ako jedno okno alebo dvere. Vetranie je možné ďalej zväčšiť priečnym vetraním otvorením okien (alebo dverí) na opačných stranách domu (najlepšie však nie priamo oproti sebe) a udržiavaním otvorených vnútorných dverí (Obrázok 3.48).

Obr. 3.48 Efektívne prirodzené vetranie



Zdroj: <http://www.econiwias.com/energy-efficiency-in-buildings.html>

Na dodatočné vetranie je možné použiť viac ventilátorov, ktoré z jedného okna vytlačujú vzduch a z druhého ho nasávajú. Ak sa použije jeden ventilátor, mal by byť otočený smerom (a fúkať vzduch) v rovnakom smere, v akom sa vzduch prirodzene pohybuje. Môžete určiť smer, ktorým sa vzduch prirodzene pohybuje, sledovaním pohybu závesov, držaním ľahkej látky alebo padaním papierových výstrižkov a zaznamenávaním toho, ktorým smerom sa pohybujú. Súčasné otváranie najvyšších a najnižších okien v domácnosti (najmä na rôznych poschodiach) môže tiež pomôcť zvýšiť ventiláciu. V prípade okien s dvojitým zavesením (najbežnejší typ) sa otvorením horného krídla jedného a dolného krídla druhého okna podporuje aj ventilácia. Aj pri použití jedného okna môže čiastočné otvorenie horného aj spodného krídla pomôcť zlepšiť vetranie. Zvážte použitie vnútorných ventilátorov v kombinácii s otvorenými dverami alebo oknami na ďalšie zvýšenie ventilácie. Okrem špecializovaných okenných ventilátorov je možné pred okno umiestniť ventilátory typu box alebo tower. Ventilátory môžu byť otočené smerom k oknu (vyfukovanie vzduchu z okna) alebo smerom od okna (vyfukovanie vzduchu do miestnosti). Smer fúkania vzduchu (z domu alebo von z domu) z

konkrétneho okna alebo dverí sa môže občas zmeniť, najmä vo veterných dňoch. Ak sú tieto zmeny časté, skúste ventilátor premiestniť na iné miesto. Vo veterných dňoch možno nebudete musieť používať ventilátor.

Aby ste znížili riziko prenosu vzduchom, nasmerujte prúd vzduchu ventilátora tak, aby nefúkal priamo z jednej osoby na druhú. Pri prevádzke ventilátorov treba byť opatrní, najmä ak sú prítomné deti. Umiestnite ventilátory tak, aby boli mimo dosahu malých detí, aby boli stabilné a ľahko nespadnú. Zvážte použitie veže alebo iného ventilátora, kde sú čepele skryté alebo úplne tienené.

### Odparovacie chladiče

Odparovacie chladiče sa používajú v suchom prostredí. Na ochladenie a zvýšenie relatívnej vlhkosti v interiéroch používajú vodu. Môžu to byť trvalé systémy celého domu alebo lacnejšie prenosné jednotky. Ak je ich prevádzka v súlade s určením (s otvorenými oknami), tieto zariadenia spôsobujú výrazné zvýšenie vetrania vonkajším vzduchom. Niektoré odparovacie chladiče je možné prevádzkovať bez použitia vody, keď sú teploty nižšie, aby sa zvýšila ventilácia v interiéroch. Nie je vhodné ich používanie, ak je znečistenie vonkajšieho ovzdušia vysoké a systém nemá vysokoúčinný filter.

### Použite svoj systém HVAC a zvážte inováciu filtrov

Pretože prevádzka systému HVAC filtruje vzduch, keď cirkuluje, môže pomôcť znížiť množstvo škodlivých látok vo vzduchu v interiéroch vrátane vírusov. Samotné spustenie systému HVAC samo o sebe nestačí na ochranu užívateľov pred vírusom, ktorý spôsobuje COVID-19. Ak sa používanie systému HVAC používa spolu s ďalšími osvedčenými postupmi odporúčanými spoločnosťou CDC, môže byť súčasťou plánu na ochranu ľudí.

### V prípade HVAC:

Ventilátor systému má byť v prevádzke dlhšie alebo nepretržite, pretože systémy HVAC filtrujú vzduch iba vtedy, keď je ventilátor v prevádzke. Mnoho systémov môže byť nastavených na chod ventilátora, aj keď práve nedochádza k ohrevu alebo ochladeniu. Je potrebné zabezpečiť, aby bol filter správne nasadený, respektíve zvážiť inováciu filtra na filter s vyššou účinnosťou alebo na filter s najvyšším hodnotením, do ktorého sa zmestí ventilátor systému a slot pre filter. Ak systém má prívod vonkajšieho vzduchu, je treba ho otvoriť (nie je to bežné pre domáce systémy). Ak systém HVAC má energeticky efektívny tepelný výmenník vzduch-vzduch, použije sa ventilátor s rekuperáciou tepla (HRV) alebo ventilátor s rekuperáciou energie (ERV), pretože zvyšujú ventiláciu.

### V prípade prenosného čističa vzduchu alebo čističa vzduchu:

Pri správnom použití môžu čističe vzduchu pomôcť znížiť množstvo znečisťujúcich látok vo vzduchu vrátane vírusov v domácnosti alebo v obmedzenom priestore. Samotný prenosný čistič vzduchu však sám o sebe nestačí na ochranu ľudí pred COVID-19. Pokiaľ sa používa spolu s ďalšími osvedčenými postupmi odporúčanými CDC, prevádzka čističa vzduchu môže byť súčasťou plánu ochrany vás a vašej rodiny.

Umiestnite čistič vzduchu do miestnosti, v ktorej trávite najviac času, alebo kde zraniteľné osoby trávia najviac času. Aby ste znížili riziko prenosu vzduchom, nasmerujte prúd vzduchu z čističa vzduchu tak, aby nefúkal priamo z jednej osoby na druhú.

### Ako prevádzkovať technické zariadenia budov s cieľom zabrániť šíreniu koronavírusu (SARS-CoV-2) spôsobujúceho ochorenie COVID-19

Dokument REHVA je založený na najlepších dostupných dôkazoch a znalostiach, napriek tomu v mnohých ohľadoch sú v súčasnosti dostupné informácie o koronavíruse (SARS-CoV-2) natoľko obmedzené alebo neexistujú, že sa použili predchádzajúce odporúčania a osvedčené postupy zo SARS-CoV-111.

## Praktické odporúčania pre prevádzku budov

### Zvýšiť prívod a odvod vzduchu

V budovách s núteným vetracím systémom sa odporúča predĺžiť čas prevádzky vetrania. Zmeňte prevádzkovú dobu vetracieho systému tak, aby sa vetranie začalo pri menovitom prietoku najmenej 2 hodiny pred začiatkom používania budovy a prepnite na nižšiu rýchlosť 2 hodiny po čase používania budovy.

V prípade vetracích systémov riadených podľa potreby, (DCV- Demand controlled ventilation, menia prietok vzduchu podľa žiadanej hodnoty CO<sub>2</sub>), zmeňte žiadanú hodnotu CO<sub>2</sub> na nižšiu hodnotu ako 400 ppm, aby sa zabezpečil trvalý chod pri menovitom prietoku vzduchu.

Aj keď ľudia v budove nie sú prítomní, udržiajte vetrací systém 24 hodín denne 7 dní v týždni v prevádzke pri zníženom prietoku vzduchu (ale nie vo vypnutom režime vetrania).

### Využiť vo väčšej miere prirodzené vetranie otváraním okien

Všeobecne sa odporúča vyhýbať sa preplneným a zle vetraným priestorom. V budovách bez núteného vetrania sa odporúča aktívne používať otvárateľné okná (oveľa viac ako obvykle, aj keď to spôsobí určitý tepelný diskomfort). Vetranie oknami je dobrý spôsob, ako zvýšiť intenzitu výmeny vzduchu. Pri vstupe do miestnosti otvorte okná na približne 15 minút (najmä ak miestnosť predtým bola obsadená inými osobami). V budovách s núteným vetraním sa vetranie oknami môže použiť na ďalšie zvýšenie intenzity vetrania.

Otvorené okná na toaletách s pasívnym vztlakovým vetraním alebo nútenými odsávacím systémom môžu spôsobiť šírenie kontaminovaného prúdu vzduchu z toalety do iných miestností, čo znamená, že vetranie začne pracovať v nesprávnom (opačnom) smere. Potom by ste sa mali vyhnúť otvoreniu okien na toalete. Ak nie je zabezpečené dostatočné odsávanie z toaliet, a nedá sa zabrániť vetraniu oknami na toaletách, potom je dôležité nechať okná otvorené aj v iných priestoroch, aby sa zabránilo šíreniu kontaminovaného aerosólu v celej budove.

### Použitie zvlhčovania a klimatizácie nemá žiadny praktický účinok

Relatívna vlhkosť (RH) a teplota prispievajú k prenosu vírusu vo vnútri budovy, čo má vplyv na životaschopnosť vírusu, na tvorbu aerosólových (kvapôčkových) jadier a na citlivosť slizníc hostiteľa. Prenos niektorých vírusov v budovách môže byť obmedzený zmenou teploty vzduchu a úrovne vlhkosti. V prípade COVID-19 to, bohužiaľ, nie je možné, pretože koronavírusy sú celkom odolné proti zmenám prostredia a sú citlivé iba na veľmi vysokú relatívnu vlhkosť vzduchu, vyššiu ako 80 %, a teplotu vyššiu ako 30 °C, ktoré zase nie sú prijateľné v budovách z iných dôvodov (napr. tepelný komfort a mikrobiálny rast).

Zistilo sa, že SARS-CoV-2 je vysokostabilný počas 14 dní pri 4 °C; na inaktiváciu vírusu by bolo potrebných 37 °C počas jedného dňa a 56 °C počas 30 minút. Stabilita SARS-CoV-2 (životaschopnosť) bola potvrdená pri typickej vnútornej teplote 21-23 °C a relatívnej vlhkosti 65 % ako veľmi vysoká stabilita vírusu. Spolu s predchádzajúcimi dôkazmi o MERS-CoV je dobre zdokumentované, že zvlhčovanie až do 65 % môže mať veľmi obmedzený alebo žiadny vplyv na stabilitu vírusu SARSCoV-2. Dôkazy preto nepodporujú, že mierna vlhkosť (RH 40 - 60 %) bude prospešná pri znižovaní životaschopnosti SARS-CoV-2, takže zvlhčovanie nie je metódou na zníženie životaschopnosti SARS-CoV-2.

Malé kvapôčky, ktoré sú predmetom záujmu (0,5 - 10 mikrónov), sa rýchlo odparia pri akejkoľvek úrovni relatívnej vlhkosti (RH). Dýchacie cesty v nose a sliznice sú náchylnejšie na infekcie pri veľmi nízkej RH 10 a 20 %, a to je dôvod, prečo sa niekedy v zime navrhuje zvlhčovanie (na úroveň 20 - 30 %). Táto nepriama potreba zvlhčovania v zime v prípade COVID-19 nie je relevantná vzhľadom na meniace sa klimatické podmienky (od marca je vnútorná vlhkosť vzduchu vyššia ako 30 % vo všetkých európskych klimatických podmienkach bez zvlhčovania).

Preto v budovách vybavených centrálnym zvlhčovaním nie je potrebné meniť žiadané hodnoty zvlhčovacích systémov (zvyčajne 25 alebo 30 %). Od jari by tieto systémy už nemali byť v prevádzke. Vykurovacie a chladiace systémy sa dajú prevádzkovať normálne, pretože na šírenie COVID-19 nemajú žiadne priame dôsledky. Zvyčajne nie je potrebné nastavovať žiadané hodnoty pre vykurovacie alebo chladiace systémy.

### Bezpečné používanie systému spätného získavania tepla

Za určitých podmienok môžu vírusové častice z odvádzaného vzduchu opäť vstúpiť do budovy. Zariadenia na spätné získavanie tepla môžu prenášať vírus spojený s časticami aerosólu zo strany odpadového vzduchu na stranu privádzaného vzduchu cez netesnosti. Rotačný regeneračný výmenník tepla typu „vzduch/vzduch“ (nazývaný tiež entalpický) môže mať značnú infiltráciu vzduchu netesnosťami v prípade zlej konštrukcie a údržby. V prípade správne fungujúcich rotačných regeneračných výmenníkov tepla, ktoré sú vybavené čistiacimi sekciami a správne nastavené, je stupeň tesnosti približne rovnaký ako pri doskových výmenníkoch tepla, v rozsahu 1 - 2 %.

Pri súčasných systémoch by netesnosť mala byť pod 5 % a mala by byť kompenzovaná zvýšením prívodu vonkajšieho vzduchu podľa normy EN 16798-3: 2017. Mnohé rotačné regeneračné výmenníky však nemusia byť správne nainštalované. Najčastejšou chybou je to, že ventilátory sú namontované tak, že vytvárajú vyšší tlak na strane odpadového vzduchu. To spôsobí prienik odpadového vzduchu do privádzaného vzduchu. Úroveň nekontrolovaného prenosu znečisteného odpadového vzduchu môže byť v týchto prípadoch cca 20 %, čo nie je prijateľné.

Rotačné regeneračné výmenníky tepla, ktoré sú správne navrhnuté, nainštalované a udržiavané, majú takmer nulový prenos tuhých znečisťujúcich látok (vrátane vzdušných baktérií, vírusov a húb), ale tento prenos je limitovaný na plynné znečisťujúce látky, ako je tabakový dym a iné pachy. Neexistuje dôkaz, že častice nesúce vírus s rozmermi od 0,1 mikrónu by mohli prenikať v nadmernom množstve netesnosťami do prívodu vzduchu.

Keďže miera netesnosti nezávisí od rýchlosti otáčania rotora, nie je potrebné vypínať rotory. Normálna prevádzka rotačných regeneračných výmenníkov umožňuje dosiahnutie vyššieho prietoku vzduchu. Je známe, že prienik infiltráciou je najvyšší pri nízkom prietoku vzduchu, preto sa odporúčajú vyššie prietoky vzduchu.

Ak existuje podozrenie na netesnosti v systéme rekuperácie tepla, môže byť riešením nastavenie tlaku alebo obtok (bypass) na zníženie tlaku (niektoré systémy môžu byť vybavené obtokom), aby sa zabránilo situácii, keď vyšší tlak na strane odvodu vzduchu spôsobí prienik netesnosťou na stranu prívodu vzduchu. Nastavenie tlaku môže byť korigované klapkami alebo inými primeranými riadiacimi prvkami.

Na záver sa odporúča skontrolovať celý systém na spätné získavanie tepla vrátane merania rozdielu tlaku. Pre dodržanie vysokej miery ochrany by mal personál údržby plniť štandardné bezpečnostné postupy týkajúce sa práce v znečistenom prostredí vrátane používania rukavíc a ochrany dýchacích ciest. Prenos vírusových častíc pomocou zariadení na rekuperáciu tepla nie je problémom, ak je systém vetrania vybavený nepriamym systémom rekuperácie alebo iným zariadením na rekuperáciu tepla, ktoré zaručuje 100 % oddelenie vzduchu medzi výstupom a prívodom vzduchu.

### Nepoužívať recirkuláciu vzduchu

Častice vírusu z výfukového potrubia sa môžu znova dostať do budovy, keď sú zariadenia na úpravu vzduchu vybavené recirkuláciou vzduchu. Odporúča sa nepoužívať recirkuláciu vzduchu v centrálnych vetracích systémoch počas epidémie SARS-CoV-2: odporúča sa uzavrieť recirkulačné klapky (prostredníctvom automatického systému riadenia budovy alebo ručne). V prípade, že to vedie k problémom s chladiacim alebo vykurovacím výkonom, je vhodnejšie to akceptovať, pretože je dôležitejšie predchádzať kontaminácii a chrániť verejné zdravie ako zaručiť tepelný komfort.

Vzduchotechnické jednotky so systémom recirkulácie sú niekedy vybavené filrami vzduchu. Toto by nemal byť dôvod na to, aby boli recirkulačné klapky otvorené, pretože tieto filtre normálne nefiltrujú častice s vírusmi, pretože majú štandardnú účinnosť nízku a nie účinnosť HEPA.

Niektoré systémy (fan coils alebo indukčné jednotky) pracujú s miestnou cirkuláciou vzduchu (na úrovni miestnosti). Ak je to možné (a nevyžadujú sa žiadne významné požiadavky na chladenie), odporúča sa vypnúť tieto systémy, aby sa zabránilo recirkulácii vírusových častíc na úrovni miestnosti (napríklad, ak miestnosti bežne používa viac ako jeden užívateľ). Tieto systémy (fan coils alebo indukčné jednotky) majú hrubé filtre, ktoré prakticky nefiltrujú malé častice s vírusmi, ale stále môžu koncentrovať a rozptyľovať najmenšie častice. Na povrchu výmenníka tepla fan coilu sa vírus môže zničiť zvýšením teploty na 60 °C na jednu hodinu alebo 40 °C na jeden deň.



Ak nie je možné vypnúť výmenníky fan coilov (z dôvodu potreby chladíť alebo ohrievať), odporúča sa, aby ventilátory bežali nepretržite, aby tým zabránili vírusu usadiť sa vo filtroch a reaktivovať sa, keď sa ventilátory opäť zapnú. Pri nepretržitej prevádzke fan coilov bude vírus odstránený odvetraním prostredníctvom centrálného vetracieho systému.

### Čistenie ventilačného potrubia nemá žiadny praktický účinok

Vyhlasenia odporúčajúce čistenie ventilačných potrubí, aby sa predišlo prenosu SARS-CoV-2 cez vetracie systémy, nie sú potvrdené. Čistenie ventilačného potrubia nie je účinné proti infekcii medzi miestnosťami, pretože ventilačný systém nie je zdrojom kontaminácie, ak vyššie uvedené odporúčania týkajúce sa spätného získavania tepla a recirkulácie sú dodržané.

Vírusy s aerosólom ako nosičom nebudú ľahko sedimentovať vo vetracích potrubíach a normálne budú odvádzané prúdom vzduchu. Z tohto dôvodu nie sú potrebné žiadne zmeny bežných postupov čistenia a údržby potrubí. Oveľa dôležitejšie je zvýšiť prívod čerstvého vzduchu, vyhnúť sa recirkulácii vzduchu podľa vyššie uvedených odporúčaní.

### Výmena vzduchových filtrov na prívode vonkajšieho vzduchu nie je potrebná

V súvislosti s COVID-19 sa objavila otázka, aký je ochranný účinok pred vonkajšou kontamináciou vírusmi, ak vo veľmi zriedkavých prípadoch sú výfukové otvory vetracieho systému v blízkosti vstupu vzduchu.

Moderné vetracie systémy, ktoré dobre filtrujú častice z vonkajšieho vzduchu.

Veľkosť samotných častíc koronavírusu je 80 – 160 nm (PM<sub>0.1</sub>), a teda je menšia ako rozsah zachytávania filtrov triedy s účinnosťou zachytenia 65 – 90 % pre PM<sub>1</sub>, ale veľa z týchto malých častíc sa zachytí na vláknach filtra difúznym mechanizmom. Častice SARS-CoV-2 sa tiež agregujú s väčšími časticami, ktoré sa už nachádzajú v oblasti zachytávania filtra. To znamená, že v zriedkavých prípadoch vírusom kontaminovaného vonkajšieho vzduchu poskytujú štandardné filtre vonkajšieho vzduchu primeranú ochranu pre nízku koncentráciu a príležitostne rozšírené vírusy vo vonkajšom vzduchu.

Zariadenia na rekuperáciu tepla a recirkuláciu sú vybavené menej účinnými filtrami na strane odsávania vzduchu, ktorých úlohou je chrániť zariadenie pred prachom. Tieto filtre nemusia odfiltrovať malé častice, pretože vírusové častice sa budú odvádzajú von vetracím systémom na odvod vzduchu. Z hľadiska výmeny filtra je možné použiť bežné postupy údržby. Zanesené filtre nie sú v tomto kontexte zdrojom znečistenia, ale znižujú prietok privádzaného vzduchu, čo má negatívny vplyv na samotné znečistenie vzduchu v interiéri. Preto musia byť filtre vymenené, a to podľa bežného postupu, keď sú prekročené limity tlakovej straty alebo času, resp. podľa plánovanej údržby. Záverom sa odporúča, aby sa nevymieňali existujúce filtre vonkajšieho vzduchu a nevymieňali ich za iný typ filtrov, ani sa neodporúča meniť ich skôr, ako je obvyklé. Personál údržby HVAC môže byť ohrozený, ak sa filtre (najmä filtre odpadového vzduchu) nevymieňajú v súlade so štandardnými bezpečnostnými postupmi.

Z bezpečnostných dôvodov pri manipulácii vždy je treba predpokladať, že na filtroch je aktívny mikrobiologický materiál vrátane životaschopných vírusov. Toto je obzvlášť dôležité v každej budove, kde sa nedávno vyskytla infekcia. Filtre by sa mali vymieňať pri vypnutí systému, pri používaní rukavíc, s ochranou dýchacích ciest a likvidovať v uzavretom vrecku.

### Čističe vzduchu v miestnosti môžu byť užitočné v konkrétnych situáciách

Čističe vzduchu v miestnostiach účinne odstraňujú častice zo vzduchu, čo zaisťuje účinok podobný vetraniu. Aby boli čističe vzduchu účinné, musia mať účinnosť aspoň HEPA filtra. Je potrebné venovať pozornosť výberu čističov, aby boli dostatočne účinné. Zariadenia, ktoré používajú princípy elektrostatickej filtrácie (nie sú tie isté ako ionizátory v miestnosti), často tiež fungujú celkom dobre.

Pretože prúdenie vzduchu čističmi vzduchu je obmedzené, podlahová plocha, pre ktorú môžu účinne slúžiť, je zvyčajne pomerne malá, obvykle menšia ako 10 m<sup>2</sup>. Pri použití čističa vzduchu (zvýšenie prívodu čerstvého vzduchu pravidelným vetraním je často účinnejšie), odporúča sa umiestniť spotrebič do blízkosti zóny dýchania. Špeciálne UV čistiace zariadenie na čistenie vzduchu v miestnosti je tiež účinné na ničenie baktérií a vírusov.

### Zhrnutie praktických opatrení na prevádzku zariadení v budovách

1. Zabezpečiť vetranie priestorov vonkajším vzduchom.
2. Nastaviť nútený vetrací systém na nominálny prietok vzduchu najmenej 2 hodiny pred začiatkom času používania budovy a nastaviť ho na nižší prietok vzduchu 2 hodiny po čase používania budovy.
3. Počas noci a cez víkendy nevypínať vetranie, ale udržiavať ho v prevádzke pri nižšom prietoku vzduchu.
4. Zabezpečiť pravidelné prirodzené vetranie oknami (aj v budovách s núteným vetraním).
5. Odvetrávanie toalety udržiavať nepretržite v prevádzke.
6. Vyvarovať sa otváraniu okien na toaletách, aby bol zabezpečený správny smer vetrania.
7. Splachovať záchody so zatvoreným vekom.
8. Prepnúť recirkulačné jednotky na 100 % vonkajší vzduch.
9. Skontrolovať zariadenia na spätné získavanie tepla, aby bolo zabránené úniku vzduchu netesnosťami.
10. Odstaviť fan coils alebo ich prevádzkovať tak, aby ventilátory fungovali nepretržite.
11. Ponechať nastavené žiadané hodnoty pre vykurovanie, chladenie a zvlhčovanie.
12. Počas tohto obdobia neplánovať čistenie vzduchovodov.
13. Vymeniť filtre vzduchu na prívode vonkajšieho vzduchu a odvode odpadného vzduchu.
14. Pravidelnú výmenu a údržbu filtrov vykonávať pomocou bežných ochranných opatrení vrátane ochrany dýchacích ciest.

## Zoznam tabuliek

- Tab. 3.1 Účinnosť odstránenia VOC rôznymi druhmi rastlín
- Tab. 3.2 Bytové budovy (spálne)
- Tab. 3.3 Váhy významnosti oblastí v systémoch používaných na environmentálne hodnotenie
- Tab. 3.4 Ukazovatele kvality vnútorného prostredia hodnotiacich systémov

## Zoznam obrázkov

- Obr. 3.1 Mestskí obyvatelia trávia 80 až 90% svojho času v interiéroch
- Obr. 3.2 Envirosystém budov
- Obr. 3.3 Kvalita vnútorného prostredia
- Obr. 3.4 Vzťah medzi znečisťujúcimi látkami, prevádzkou, vetraním a komfortom, zdravím a výkonnosťou
- Obr. 3.5 Životaschopné mesto a kvalita životného prostredia, ľudské zdravie a pohoda
- Obr. 3.6 Mestská pohoda
- Obr. 3.7 Zdroje znečistenia vo vnútornom prostredí bytových budov
- Obr. 3.8 Prirodzené vetranie
- Obr. 3.9 Spaľovací proces
- Obr. 3.10 Odsávanie výfukových plynov z garáže
- Obr. 3.11 Zdroje radónu vo vnútornom prostredí
- Obr. 3.12 Prevetrávanie vzduchovej medzery pod budovou
- Obr. 3.13 Protiradónová izolácia s plastickou profilovanou fóliou
- Obr. 3.14 Schematické znázornenie prevetrávania podložja budovy
- Obr. 3.15 Odsávanie pôdneho vzduchu pomocou radónovej studne
- Obr. 3.16 Odsávanie radónu z podložja pod existujúcim domom za pomoci zavrtaných perforovaných rúr
- Obr. 3.17 Filtračná technológia
- Obr. 3.18 Politika v prospech prostredia bez dymu
- Obr. 3.19 Obrazy prúdenia vzduchu zdola nahor pri rôznych spôsoboch distribúcie
- Obr. 3.20 Základné obrazy prúdenia vzduchu pri prirodzenom vetraní a pri rôznych teplotných spádoch a rýchlostiach vzduchu
- Obr. 3.21 AgBB schéma
- Obr. 3.22 Eco Label
- Obr. 3.23 Emission classification of building materials
- Obr. 3.24 Metóda bake-out
- Obr. 3.25 Filtre z aktivovaných uhlíkových vlákien
- Obr. 3.26 Rámec schematického hodnotenia kvality vnútorného ovzdušia vrátane série dynamických životných cyklov chemikálií, biologických aktivít, ako aj fyzikálnych faktorov a výmeny s vonkajším vzduchom (okolím)
- Obr. 3.27 Hedera helix
- Obr. 3.28 Epipremnum aureum
- Obr. 3.29 Phoenix Roebelenii
- Obr. 3.30 Spathiphyllum
- Obr. 3.31 Ficus elastic
- Obr. 3.32 Chrysalidocarpus lutescens
- Obr. 3.33 UL GREENGUARD Certification Program
- Obr. 3.34 eco-INSTITUT-Label
- Obr. 3.35 E1 Certification standard
- Obr. 3.36 M1 Emission Classification of Building Materials

- Obr. 3.37 Gut carpets tested for a better living environment
- Obr. 3.38 Emissions dans l'air interieur
- Obr. 3.39 Blue Angel
- Obr. 3.40 Gev-emicode
- Obr. 3.41 Symbol IAQ v LEED
- Obr. 3.42 Certifikačné úrovne hodnotenia WELL
- Obr. 3.43 Certifikačné úrovne hodnotenia FITWEL
- Obr. 3.44 Usporiadanie AD-APT v „dennom režime“ nakonfigurované tak, aby poskytovalo veľkorysý obývací a jedálský priestor
- Obr. 3.45 Usporiadanie v „nočnom režime“, v ktorom je obývací izba komprimovaná a vytvára tak významnú hlavnú suitu a druhú spálňu
- Obr. 3.46 Usporiadanie v režime „Play Mode“, v ktorom sa byt zmení na široko otvorený priestor pre zábavu
- Obr. 3.47 Komponenty ako sklopné sklenené dvere ponúkajú plynulé prechody medzi vnútornou a vonkajšou stranou;  
obrázok od Carlos Delgado Architect
- Obr. 3.48 Efektívne prirodzené vetranie

## Zoznam literatúry

- Ochrana vnútorného prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - druhé prepracované vydanie - Košice : V.O.Č. Slovakia - 2016. - S. 179-197. - ISBN 978-80-970917-6-7. In: Správca budov. - Košice : V. O. Č. Slovakia, 2016
- Tvorba budov a prostredia / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová, Ľudmila Mečiarová - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2018. - 110 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-3035-8
- Hygienické kritériá a odporúčané hodnoty pre navrhovanie systémov techniky prostredia budov / Silvia Vilčeková, Eva Krídlová Burdová - 2011. In: Správca bytových domov. Roč. 6, č. 2 (2011), s. 48-54. - ISSN 1336-7919
- Environmentalistika v stavebníctve / Magdaléna Bálintová ... [et al.] - 1. vyd - Košice : Stavebná fakulta Technickej univerzity - 2015. - 144 s. [CD-ROM]. - ISBN 978-80-553-2242-1
- LEED v4.1 Residential single family homes
- STN 73 0401:2005 Budovy na bývanie
- STN EN 16798-1:2019 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 1: Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. Modul M1-6
- [http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD\\_Figure44.2](http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Figure44.2)
- [https://www.researchgate.net/publication/254448507\\_Urban\\_Planning\\_throughout\\_environmental\\_quality\\_and\\_human\\_well-being/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/254448507_Urban_Planning_throughout_environmental_quality_and_human_well-being/figures?lo=1)
- <https://medium.com/@AirmidHealth/air-pollution-not-just-an-outdoors-problem-ece46cb6a775>
- <https://www.tophomezones.com/house-ventilation-tricks-to-maintain-the-system-for-older-houses>
- <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/energy-efficiency-homes/combustion-gases-your-home-things-you-should-know-about-combustion-spillage/18639>
- [https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Products/IAM\\_interior/Overview\\_TVOC\\_and\\_IAQ.pdf](https://www.catsensors.com/media/Decentlab/Products/IAM_interior/Overview_TVOC_and_IAQ.pdf)
- [http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD\\_Ch44\\_1](http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1)
- <https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>
- <https://theloop.ucsf.edu/2016/11/10/join-our-webinar-on-affordable-smoke-free-housing-on-november-29th>
- <https://www.auro.de/en/about-AURO/certifications/agbb-dibt-certifications.php>
- <https://www.letri.com/jetons-moins/reduire-ses-dechets/gestes-et-alternatives/attachment/logo-ecolabel-europeen-alternatives-prevention/>
- <https://stylamblog.wordpress.com/2015/03/30/emission-classification-of-building-materials-general-instructions-for-the-valid-m1-symbol>
- <https://www.mychemicalfreehouse.net/2019/05/mitigating-sealing-remediating.html>
- <https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798>
- <https://hortology.co.uk/products/epipremnum-aureum-golden-pothos>
- <https://www.palmcentre.co.uk/phoenix-roebelenii>
- <https://www.bhg.com.au/best-air-cleaning-plants>

<https://www.ul.com/resources/ul-greenguard-certification-program>  
<https://www.eco-institut.de/en/dienstleistungen/certification>  
<https://sonaearauco.co.za/e1-certification-should-you-be-worried-about-formaldehyde>  
<http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/m1-emission-classification-of-building-materials>  
[http://www.pro-dis.info/about\\_gut.html](http://www.pro-dis.info/about_gut.html)  
<http://www.snfores.fr/reglementations/etiquetage-en-emission/>  
<https://www.blauer-engel.de/en>  
<https://www.emicode.com/en/home>  
<https://www.enviro-consult.com/services/leed-indoor-air-quality/>  
<https://architizer.com/blog/inspiration/stories/ad-apt-woods-bagot>  
<https://www.simscale.com/blog/2019/10/what-is-en-16798/>  
<http://www.ecofriendlyhouses.net/>  
<http://eco-friendlyhouses.blogspot.com/2013/01/eco-friendly-home-plans.html>  
<https://aaqr.org/articles/aaqr-17-04-0a-0145.pdf>  
<https://www.asb.sk/stavebnictvo/technicke-zariadenia-budov/prakticke-odporucania-pre-prevadzku-budov-a-faq-v-suvislosti-s-covid-19>  
<https://www.honeywellsmarthomes.com/blog/secure-home-from-indoor-air-pollution/>  
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-smoke-and-smoke-free-homes>  
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-smoke-and-smoke-free-homes>  
[http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD\\_Ch44\\_1](http://www.ilocis.org/documents/chpt44e.htm#JD_Ch44_1)  
<https://www.epiphany-studio.com/-blog/2020/5/11/looking-ahead-the-impact-of-covid-19-on-home-design-trends>  
(<https://www.epiphany-studio.com/-blog/2020/5/11/looking-ahead-the-impact-of-covid-19-on-home-design-trends>)  
[https://architizer.com/blog/inspiration/industry/covid-19-home-design/.](https://architizer.com/blog/inspiration/industry/covid-19-home-design/)  
<https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-and-coronavirus-covid-19.>  
<https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-homes-and-coronavirus-covid-19.>

