

Větrání

rodinných a bytových domů

167

profi
&hobby

Vladimír Zmrhal

- větrací jednotky
- zpětné získávání tepla
- kvalita vnitřního ovzduší

Větrání

rodinných a bytových domů

Vladimír Zmrhal

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **restně stíháno**.

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.

Větrání rodinných a bytových domů

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 5382. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková

Jazyková korektura Pavlína Zelníčková

Sazba Vladimír Velička

Fotografie a kresby z archivu autora, pokud není uvedeno jinak

Fotografií na obálku poskytla společnost VELUX Česká republika, s.r.o.

Počet stran 96

První vydání, Praha 2014

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Odborná recenze: prof. Ing. František Drkal, CSc.

© Grada Publishing, a. s., 2014

Cover Design © Grada Publishing, a. s., 2014

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-4573-2

TIRÁŽ ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8657-5 (elektronická verze ve formátu PDF)

ISBN 978-80-247-8903-3 (elektronická verze ve formátu EPUB)

Obsah

1 Úvod	7
1.1 Co je větrání a proč je nutné větrat	7
1.1.1 Nízké povědomí a negativní důsledky nedostatečného větrání	8
1.2 Způsoby větrání.....	9
1.2.1 Celkové nucené větrání.....	11
1.2.2 Vzduch proudící budovou.....	11
1.2.3 Průtok vzduchu	11
2 Vnitřní prostředí obytných budov	13
2.1 Tepelný a vlhkostní stav prostředí	13
2.1.1 Celkové hodnocení tepelného stavu prostředí	15
2.2 Čistota ovzduší.....	15
2.2.1 Znečišťující látky z vnitřního prostředí	16
2.2.2 Znečišťující látky z venkovního prostředí	24
3 Požadavky na větrání	25
3.1 Pettenkoferovo kritérium	25
3.2 Zdroje informací	26
3.2.1 Přehled dokumentů	26
3.3 Národní požadavky na větrání obytných budov	27
3.3.1 Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1	28
3.3.2 Doporučené hodnoty pro dosažení kvality vnitřního vzduchu	32
3.4 Zahraniční požadavky na větrání obytných budov	32
3.4.1 Porovnání zahraničních požadavků.....	34
4 Větrací systémy obytných budov	36
4.1 Historie a současnost.....	36
4.2 Doporučené větrací systémy	36
4.2.1 Větrání na základě potřeby.....	37
4.3 Nucené podtlakové větrání.....	37
4.3.1 Centrální podtlakové systémy	38
4.3.2 Lokální podtlakové systémy	38
4.4 Nucené rovnotlaké větrání	39
4.4.1 Centrální rovnotlaké systémy	40
4.4.2 Lokální rovnotlaké systémy	41
4.4.3 Teplovzdušné vytápění	42

4.5	Hybridní větrání	43
4.6	Větrání pomocných prostor	44
5	Prvky větracích systémů obytných budov	45
5.1	Ventilátory	45
5.1.1	Třídění ventilátorů	46
5.2	Zpětné získávání tepla	49
5.2.1	Teplotní a vlhkostní faktor ZZT	50
5.2.2	Výměníky ZZT používané ve větracích jednotkách	52
5.2.3	Větrací jednotky se ZZT	54
5.3	Větrací hlavice	57
5.4	Vyústky	59
5.4.1	Prvky pro přívod vzduchu	60
5.4.2	Převáděcí otvory	61
5.5	Vzduchovody	62
5.5.1	Zanášení vzduchodůů	65
5.5.2	Větvení vzduchodůů	65
5.5.3	Návrh vzduchodůů	66
5.5.4	Tepelná izolace vzduchodůů	66
5.6	Zemní výměníky tepla	66
6	Návrh větrání	69
6.1	Příklad návrhu podtlakového větrání bytu	70
6.2	Příklad návrhu větrání rodinného domu	72
6.2.1	Postup návrhu	72
6.3	Větrání v zimě a v létě	75
6.4	Požární bezpečnost staveb	76
7	Potřeba energie pro větrání obytných budov	77
7.1	Potřeba tepla pro ohřev venkovního vzduchu	77
7.1.1	Denostupňová metoda	77
7.1.2	Hodinová metoda	79
7.1.3	Potřeba tepla s uvažováním tepelných zisků – pasivní domy	79
7.2	Potřeba energie pro pohon ventilátorů	81
7.2.1	Ohřátí vzduchu ve ventilátoru	82
7.2.2	Příklady výpočtu	83
7.3	Celková potřeba energie na větrání	85
	Literatura	87
	Rejstřík	91

Ve vnitřním prostředí budov stráví člověk podstatnou část života. Délka pobytu v obytném prostředí (domácnosti) se liší podle věku, v každém případě přibližně třetinu dne stráví každý člověk odpočinkem a spánkem. Kvalitu života v obytných budovách ovlivňují jednak vlastnosti budovy vč. technického vybavení a v druhé řadě sám člověk svou činností. Ukazuje se, že až 50 % všech nemocí souvisí s kvalitou vnitřního prostředí budov [14]. Jednou ze základních potřeb člověka, jež podstatně ovlivňují kvalitu vnitřního prostředí, je větrání, které tak má prokazatelný vliv na lidské zdraví.

V současné době, v souvislosti s rostoucí cenou energie, je při výstavbě obytných budov kladen důraz především na tepelnětechnické vlastnosti stavebních konstrukcí. Okenní spáry, které dříve umožňovaly přirozené větrání, se u nových konstrukcí oken radikálně zmenšily z důvodu vysokých nároků na neprůvzdušnost. Přirozené větrání spárami oken tak nelze pro trvalé větrání budov s novými a rekonstruovanými okny prakticky použít. Nežádoucím důsledkem instalace nových těsných oken je často nedostatečné větrání obytných prostor s negativními dopady, jakými jsou například vyšší koncentrace škodlivin ve vnitřním prostředí nebo zvýšená vlhkost. V případě nevhodného řešení větrání obytných budov může docházet k řadě negativních jevů, jakými jsou kondenzace vodní páry na chladných površích stavebních konstrukcí, vznik plísní, vlhnutí konstrukcí, nedostatečný přívod vzduchu pro spalování atp.

1.1 Co je větrání a proč je nutné větrat

Základním prostředkem k zajištění kvality vzduchu ve vnitřním prostředí je větrání, které je charakterizováno přívodem čerstvého, venkovního vzduchu do vnitřních prostor budov a odvodem vzduchu znehodnoceného. Vnitřní prostředí budov je zatíženo znečišťujícími látkami, které se uvolňují ze stavebních materiálů, nábytku, chemických přípravků, ale i z povrchu osob a při jejich činnosti. Znečišťující látky lze z prostoru buď odstranit (odsávat u zdroje), nebo ředit (celkové větrání s přívodem a odvodem vzduchu).

Úkolem větrání ve vnitřních prostorách obytných budov je především úprava čistoty ovzduší, popř. tepelně-vlhkostních podmínek. Čerstvý, venkovní vzduch se přivádí do obytných místností buď bez filtrace (přirozené větrání), nebo se filtruje. Odvod vzduchu je realizován z místností s hlavními zdroji znečišťujících látek (kuchyň, koupelny, WC). Venkovní vzduch je nejčastěji přiváděn bez úpravy (podtlakové větrání) nebo předehříváný (např. ve výměníku zpětného získávání tepla). Tepelnou ztrátu větráním pak hradí otopná soustava. V některých případech se pro úhradu tepelné ztráty větráním používá ohřívač vzduchu.

1.1.1 Nízké povědomí a negativní důsledky nedostatečného větrání

Řada lidí si potřebu větrat často ani neuvědomuje a větrání v nových a rekonstruovaných budovách bývá zcela opomíjenou záležitostí. Přitom nejčastějším problémem v obytných budovách je vysoká relativní vlhkost vnitřního vzduchu a s tím související problémy s kondenzací vodní páry. Zcela mylnou představou řady lidí totiž je, že „vlhkost“ lze odvádět otopnou soustavou – vytápěním. Skutečnost, že lze v domácnosti usušit prádlo nebo ručníky na otopném tělese, evokuje pocit, že se vlhkost odvádí. Ovšem voda, která se odpaří, přechází ve formě vodní páry do vzduchu. Určité množství vodní páry pak produkuje člověk další činností v domácnosti.

V případě nedostatečného větrání dochází v obytném prostředí ke zvyšování relativní vlhkosti vzduchu, která v případě vysokých hodnot znehodnocuje vnitřní ovzduší a často je příčinou kondenzace vodních par v místech s nízkou povrchovou teplotou (okna, místa s tepelným mostem apod.), kde následně mohou vznikat plísně (obr. 1). Krátkodobou kondenzací na okenních tabulích (tj. takovou, kdy nedochází ke stékání kondenzátu po okně a která vzniká v dolní části okenní tabule) lze v ojedinělých případech připustit. Dlouhodobá kondenzace na oknech a zejména kondenzace na stavebních konstrukcích je však zcela nepřijatelná. Vysoká vlhkost ve vnitřních prostorách může způsobovat i škody na majetku, kdy vlhnutí stěn může vést až k narušení zdiva či konstrukce domu.



Obr. 1 Kondenzace vodní páry na okenní výplni a tvorba plísně v místech s tepelným mostem (zdroj: K. Klánová)

Jedním z hlavních metabolitů (látek vznikajících při metabolických proce-

sech) je oxid uhličitý CO_2 , který se podstatně podílí na kvalitě vnitřního ovzduší. I když v běžných koncentracích ve vnitřním prostředí není CO_2 životu nebezpečný, podstatně ovlivňuje pohodu člověka. Vysoké koncentrace CO_2 způsobují únavu, ospalost, letargii, případně nevolnost.

V krajním případě může být špatně navržené větrání životu nebezpečné. Jedná se o případy, kdy vlivem omezení přirozeného přívodu vzduchu do prostoru s plynovým spotřebičem (karma, kotel) může za určitých podmínek (při nedodržení příslušných předpisů) dojít i ke smrtelné otravě oxidem uhelnatým [6].

Důsledkem nedostatečného větrání obytného prostředí, kde člověk tráví většinu svého života, jsou ze zdravotního hlediska různá respirační onemocnění (alergie, astma apod.). Ač je za větrání nutno platit peníze, neboť je spojeno s určitou spotřebou energie, zdraví člověka by mělo mít v tomto směru přednost. Problematika kvality vnitřního prostředí má tak nečekaně celospolečenský charakter v podobě nákladů státu na zdravotní péči. Větrání je záležitostí, která se vyplácí z dlouhodobého hlediska. Bylo by jistě zajímavé zhodnotit, jak vysoké jsou náklady na zdravotní péči jedinců, zejména pak dětí, majících zdravotní problémy v podobě respiračních onemocnění, alergií apod.

Současný trend snižování spotřeby energie za každou cenu vede k řešením, která jsou z hlediska zajištění zdravého vnitřního prostředí v obytných budovách nedostatečná. Jedná se zejména o masivní zateplování a výměnu oken při současném zachování systému větrání, který se tím stává zpravidla nefunkčním. Je jisté, že pokud chceme zajistit požadovanou kvalitu vnitřního ovzduší, musíme spotřebovat energii pro dopravu a ohřev vzduchu. Snahou je tuto spotřebu minimalizovat, k čemuž lze použít různá technická řešení. S nástupem nové generace výstavby obytných budov v podobě nízkoenergetických (tzv. pasivních) domů se situace začíná výrazně zlepšovat a nedílnou součástí energeticky úsporného řešení bývá celkové nucené větrání se zpětným získáváním tepla.

1.2 Způsoby větrání

V době panelové výstavby obytných domů bylo větrání řešeno přirozeným způsobem, kdy vzduch trvale pronikal do vnitřních prostor okenními spárami. V souvislosti s opatřeními ke snížení spotřeby energie zejména na vytápění poklesl přirozený přívod vzduchu v nových a rekonstruovaných budovách s těsnými okny na minimum. Výrobci oken museli zareagovat na vzniklou paradoxní situaci, kdy měli splnit tepelnětechnické a akustické vlastnosti oken na straně jedné a požadavky na větrání na straně druhé. Většina oken tak umožňuje tzv. „mikroventilaci“, což je poloha okna

mezi otevřeným a zavřeným režimem. Výrobci však vlastnosti okna v takové poloze nejsou nuceni uvádět, nicméně je jisté, že například neprůzvučnost okenní výplně je takovou polohou znehodnocena. Z pohledu tepelnětechnického se zase jedná o nekontrolovatelný, přirozený přívod venkovního vzduchu, kterému se snažíme vyhnout. Navíc uvedený způsob větrání nelze označit za trvalý, neboť značně závisí na chování člověka.

Možností, o níž je nutné se zmínit, je provětrávání, tj. přerušované větrání otevřením okna. Z energetického i hygienického hlediska se doporučuje větrat krátce, často a velkými průřezy. Zde však narážíme na podstatný problém, neboť provětrávání vyžaduje od uživatelů budovy jistou sebekázeň a systematickosti, kterou v noci během spánku není možné v zimním období prakticky zajistit.

Z uvedeného vyplývá, že zajištění kvalitního vnitřního prostředí přirozeným větráním je za současných podmínek výstavby poměrně obtížné. Řešení tedy vyžaduje poněkud sofistikovanější přístup v podobě využití nucených větracích systémů.

Při **nuceném větrání** je proudění vzduchu ve větraném prostoru způsobeno nuceným (mechanickým) účinkem – většinou ventilátory. Naproti tomu při zmiňovaném **přirozeném větrání** dochází k proudění vzduchu ve větraném prostoru vlivem přirozeného tlakového rozdílu – rozdílných hustot (teplot) vzduchu vně a uvnitř větraného prostoru – a účinku větru. **Větrání hybridní** pak představuje kombinaci přirozeného a nuceného větrání. Jedná se o poměrně propracovaný větrací systém, který vyhodnocuje, zda přirozené větrání postačuje pro větrání daného prostoru (zajišťuje požadovanou kvalitu vzduchu); pokud tomu tak není, uvede se do provozu nucené větrání. Pro snížení energetické náročnosti větrání byl vyvinut systém tzv. **větrání podle potřeby** (DCV – Demand Control Ventilation), což je řízení průtoku venkovního vzduchu podle kvality vzduchu, zpravidla podle koncentrace CO₂ ve větraném prostoru

V praxi se uplatňují nucené **podtlakové** a **rovnotlaké** systémy větrání. U podtlakových systémů dochází k přívodu vzduchu podtlakem přes větrací otvory umístěné v obálce budovy. K dopravě vzduchu slouží odsávací ventilátor. Rovnotlaké systémy zajišťují celkové větrání s přívodem i odvodem vzduchu. Výhodou oproti podtlakovým systémům je skutečnost, že umožňují využít zpětné získávání tepla, proto se užívají pro větrání pasivních budov. Podtlakové systémy nelze pro pasivní budovy použít, nicméně najdou své uplatnění například při rekonstrukcích panelových domů, kde prostor instalační šachty bývá značně omezen.