

topenářství[®] instalace



2004
říjen

27 Kč

časopis pro vytápění, instalace, vzduchotechniku a ekologii



INFO 001

Diskuze k článku „Teplovzdušné vytápění rodinného domu očima projektantů vzduchotechniky“

V sešitu 3/2004 časopisu Topenářství instalace, byl zveřejněn článek autorů Rubinová, Kašpar, Rubina, kde byly publikovány výsledky měření parametrů mikroklimatu v RD Kubis vybaveném novou koncepcí teplovzdušného systému vytápění a řízeného větrání s rekuperací tepla.

Jelikož se jedná o velmi aktuální a perspektivní téma ve vztahu k novým koncepcím výstavby energeticky úsporných domů a zveřejněné údaje vyvolaly řadu otázek, byla redakcí časopisu Topenářství instalace sezvána pracovní schůzka, jejímž cílem bylo objasnit a doplnit názory a tvrzení jak autorů, tak recenzenta a poskytnout dodavateli systému prostor pro obhájení použitého řešení.

Diskuze se zúčastnili za autorský kolektiv ing. Olga Rubinová Ph.D., recenzent článku ing. Vladimír Galád, za dodavatele systému ing. Petr Morávek, CSc. a dále ing. Josef Hodboď, šéfredaktor časopisu Topenářství instalace, který schůzku inicioval a řídil.

V první části diskuze byly komentovány jednotlivé závěry z uvedeného článku, v druhé části byl diskutován výhled a perspektivy systému.

Úvodem bylo dodavatelem vysvětleno, že popisovaná realizace teplovzdušného systému vytápění z roku 2002 je jedna z prvních v České republice a v průběhu dalších let je systém neustále vyvíjen, a postupně došlo k řadě změn. Realizovaná stavba proto zaostává za současnými možnostmi a stavem poznání. K jednotlivým bodům článku pak byly po delší diskuzi přítomných dohodnuty následující závěry s celou řadou doplňujících faktů:

- V zásadě je nutné si uvědomit, že teplovzdušné vytápění není automaticky vhodné pro jakýkoliv objekt. Atraktivita jeho použití stoupá s klesající tepelnou ztrátou objektu a tedy i s rostoucí povrchovou teplotou vnitřních stěn a s rostoucím požadavkem zajistit hygienicky nutnou výměnu vzduchu nuceným větráním, neboť přirozené větrání včetně infiltrace není vzhledem k vysoké těsnosti spár dostatečné nebo vůbec možné, a s rostoucím požadavkem na ochlazení vnitřního prostředí v teplých obdobích, kdy je funkce vytápění nahrazena funkcí chlazení. Proto i v diskuzi uváděné argumenty je nutné vztahovat především k uplatnění teplovzdušného vytápění v oblasti nízkoenergetických domů.
- Průtok cirkulačního vzduchu jednou podlahovou vyústkou 80 až 100 m³·h⁻¹ není doporučený, ale maximální, s ohledem na tlakové ztráty a vlastní hlučnost. Konkrétní vzduchová množství se dimenzují zásadně podle zadané výpočtové tepelné ztráty místnosti a požadavku na větrání. Pro běžné případy množství nepřesahují 30 až 60 m³·h⁻¹. Podle nových směrných projekčních podkladů firmy Atria se pro vyšší požadované výkony již doporučuje navrhovat zdvojené vyústky napojené na společný přívodní kanál.
- Podlahové kanály vložené bez horní izolace těsně pod nášlapnou vrstvou podlahy v obytných místnostech zvyšují i její povrchovou teplotu. Tím se částečně eliminuje absence radiační složky interiéru (která však u vysoce tepelně izolovaných domů již přestává být nezbytná). Podle měření provedených firmou Atria přitom nepřevyšuje tepelný tok hodnotu 10 W·m⁻² (při max. teplotě povrchu 27 °C, která je tak podstatně nižší, než je přípustné u klasického podlahového vytápění). Celkově pak nepřevyší tyto tepelné zisky z podlahy asi 8 až 10 % tepelné ztráty místnosti. V popisovaném případě byl rozvodný VZT kanál pro podkroví veden přes obytný prostor přízemí. Ve všech dalších realizacích však již je rozvodná komora podkroví samostatně napojena stoupačkou přímo od centrální jed-

notky. Tím nedochází ke zbytečnému prohřívání podlah přízemí a zmíněný nedostatek byl odstraněn.

- Vzduchové výkony vyústek v přízemí měřeného vzorového domu RD Kubis byly při zaregulování záměrně zvýšeny na úkor podkroví, neboť přízemní prostory jsou určeny jako shromažďovací a výstavní prostory RD Rýmařov, s vysokou zátěží osobami. Nejedná se tedy o klasický obytný prostor v rodinném domě. Nesoulad výkonů jednotlivých vyústek v přízemí nebyl způsoben záměrně projektem nebo dodavatelem systému. Jeho příčinou je zřejmě nekvalifikovaný zásah obsluhy, tj. svévolné vyjmutí regulačních clonek z potrubí.
 - Zaregulování vzduchového výkonu běžnými klapkami, které by odpovídalo obvyklému stavu v otopných soustavách s tělesy osazenými regulačními ventily umožňujícími individuální regulaci teplot v místnostech, je v daném podlahovém systému rozvodu vzduchu skutečně nemožné (k tomuto problému viz dále). Dodavatelem byl proto vyvinut a je používán systém kalibračních perforovaných clonek z pěněného polyetylénu, které se volně vkládají do kanálů buď v rozvodné komoře nebo u vyústek. Tím se umožní přesné nastavení projektem určeného průtoku vzduchu s možností jednoduchého vyjmutí při periodickém čištění kanálů.
- Individuální provozní nastavení polohy listů vyústek se na nových zařízeních provádí jednoduše ručně ovladačem shora mřížky bez vyjímání z podlahy.
- Problém zvýšené hlučnosti při uzavření vyústky nastává pouze při nesprávném základním zaregulování, tj. až při průtoku nad 80 až 100 m³·h⁻¹. Pro běžné průtoky do 70 m³·h⁻¹ byla v místnosti běžně vybavené nábytkem a záclonami změřena hladina hluku max. 25 dB (A). Při plném uzavření vyústky pak poklesla hladina hluku na 23 dB (A). Je však nutné si uvědomit, že teplovzdušné vytápění neplní jen funkci transportu tepla, ale zajišťuje i předepsanou hygienickou výměnu vzduchu. Z tohoto pohledu se jeví nadměrné uzavírání vyústky jako problematické až zdraví poškozující. Smysluplné je snad plné uzavření vyústky v místnosti, kterou nikdo neobývá. Jak je ve vzduchotechnických rozvodech běžné, změna průtoku vzduchu v jedné místnosti vyvolá změnu tlakových poměrů v celé síti, proto nemůže uzavření vyústky provést více uživatelů najednou.

Rubinová: Jak je ve vzduchotechnických rozvodech běžné, změna průtoku vzduchu v jedné místnosti vyvolá změnu tlakových poměrů v celé síti, proto nemůže uzavření vyústky provést více uživatelů najednou. (Morávek vpravo)



- K problému individuální regulace teplot v jednotlivých místnostech je zřejmé, že u nízkoenergetických (NED) a pasivních (EPD) domů s extrémně zvýšenými tepelnými odpory obvodových konstrukcí vůči vnitřním stěnám, lze jen velmi obtížně dosáhnout větších diferencí teplot mezi místnostmi než 1 až 2 °C, a to bez ohledu na použitý otopný systém. Díky parametrům obvodových konstrukcí se u těchto domů dosahují teploty vnitřních povrchů stěn prakticky shodné s teplotami vzduchu, které lze pak volit mezi 19 až 20 °C. Tohoto stavu lze však dosáhnout pouze u budov se zcela minimalizovaným prosklením obvodového pláště. V těchto případech může vzduchotechnický systém vhodně zajistit požadovaný rychlý pokles teplot vzduchu v celém objektu, např. před spaním, při automatickém přestavení regulačního termostatu, pokud má k dispozici dostatečně chladný venkovní vzduch. Podobného efektu, i když s pomalejším a neřízeným průběhem, lze však dosáhnout i přirozeným větráním bez nároku na energii. Nutnou podmínkou shodného tepelného chování jednotlivých místností budovy je jejich podobnost z hlediska průběhu tepelné ztráty/zátěže v čase, tedy podíl zasklených a neprůhledných konstrukcí a orientace ke světovým stranám.
- K argumentaci nárůstu teplot v podkrovní ložnici vlivem solární zátěže bylo shodně konstatováno, že extrémní odpolední tepelný zisk zde může dosáhnout až 3 kW (celoprosklená stěna cca 5 m² (!), U = 1,1 W · m⁻² · K⁻¹, bez stínění, s minimální možnou akumulací tepla do podlah a stěn vlivem odlehčené stavební konstrukce RD Kubis) a dodržení požadovaných teplot v takovém případě může zajistit jen skutečná klimatizace. Obecně se z tohoto důvodu jako problematické jeví stavební konstrukce objektů s velkými prosklenými plochami vnějších stěn směrem na jih, které není možné zastínit, ačkoliv je v současnosti architekti velmi rádi používají. Je nutné si uvědomit fakt, že obvyklé pevné zastínění (vodorovné slunolamy) problém nemůže zcela vyřešit, pouze jej omezí. I v přechodných ročních obdobích je totiž v nízkoenergetických domech při přímém oslunění nadbytek tepla. Slunce je nad obzorem níže, a proto aby zastínění bylo účinné, muselo by „de facto“ okno zcela zakrýt.
- Ve zmíněném RD Kubis použitý vzduchotechnický systém s maximálním cirkulačním výkonem 564 m³ · h⁻¹ je při gradientu teplot maximálně 5 K mezi osluněnými a neosluněnými místnostmi schopen přenést tepelný výkon pouze 940 W! Při velmi nízké akumulační schopnosti lehkého objektu pak nutně došlo k teplotnímu diskomfortu. Návrhy nízkoenergetických a energeticky pasivních domů, které zohledňují nežádoucí tepelné zisky z oslunění, proto používají podstatně nižší rozsahy prosklení osluněných fasád, navrhuje se účinné protisluneční clony a v bilancích se upřednostňuje spíše využití vnitřních zisků přes vysoce účinnou rekuperaci tepla před zisky od slunečního záření.
- Cirkulační digestoř s uhlíkovým filtrem je navržena a určena pouze pro efektivní záchyt aerosolů a pachů s nastavitelným výkonem 180 až 500 m³ · h⁻¹. Při sepnutí digestoře se teplovzdušná otopná soustava automaticky přepíná do větracího rovnotlakého režimu s ohřevem. Zásadním předpokladem úspěchu je právě toto vzájemné provázání činnosti digestoře a vzduchotechniky! Odsávání vodních par z prostoru kuchyně přitom zajišťuje odsávací ventil ve stropě, který se umísťuje co nejbližší nad sporákem. Vzhledem k rovnotlakému provozu nemůže docházet k rozvedení kuchyňských oděrů do ostatních prostor domu (podmínkou je samozřejmě pravidelná údržba a výměna filtrů v digestoři).
- Často doporučované řešení přímým vyústěním digestoře do venkovního prostředí je u nových nízkoenergetických domů naprosto chybné! Hermeticky utěsněná okna (viz Blower – door test) nemohou zajistit požadovaný přívod čerstvého vzduchu a účinnost odsávání je v takovém případě zcela znehodnocena. Přímé nasávání čerstvého

vzduchu z venkovního prostoru by způsobovalo nadměrné tepelné ztráty a narušovalo by chod vzduchotechniky.

- Jiné možné řešení spočívá v zaústění digestoře do vzduchotechnické jednotky s rekuperací. Přináší však problém se zanášením potrubí aerosoly (i přes předfiltry) a hlavně vyžaduje zcela zbytečně nutně předdimenzování větracího výkonu jednotky až o $300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ vzhledem k požadavkům vyplývajícím z režimu teplotovzdušného vytápění. Je pozoruhodné, že aerosol, který se zachytí na filtrech je uživateli kuchyně vnímán negativně, zatímco pokud zůstane v samotné kuchyni, např. na omítce, záclonách nebo nábytku (v případě, že je digestoř pouze cirkulační), nevádí.

- K zachycování sluneční energie bylo konstatováno, že teplotovzdušné cirkulační soustavy pružně reagují na externí a interní zisky. Osluněné místnosti tak mohou být částečně „chlazeny“ a neosluněné místnosti „vytápěny“ cirkulačním vzduchem, kde množství takto transportovaného tepla závisí na velikosti průtoku vzduchu a rozdílu mezi teplotami vzduchu v místnostech s přebytkem tepla a teplotami v místnostech s nedostatkem tepla. Důležitým faktorem pro posouzení ekonomického významu takového transportu tepla je fakt, že jak bylo konstatováno výše, tak použitý vzduchotechnický systém s cirkulačním výkonem $564 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ je při gradientu teplot maximálně 5 K mezi osluněnými a neosluněnými místnostmi schopen přenést maximální tepelný výkon 940 W. Tepelná energie přenášená vzduchem mezi místnostmi je pak přímo úměrná průtoku vzduchu těmito místnostmi, tedy při doporučeném průtoku $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ činí 100 W. Pokud jedna z místností vykazuje tepelnou zátěž (vnitřní nebo vnější) o hodnotě vyšší jak 100 W, pak lze očekávat zvýšení teploty v této místnosti o 5 K. K účinné redistribuci tepla by byly zapotřebí výrazně vyšší průtoky vzduchu.

Význam transportu tepla v energetické bilanci domu závisí i na skutečnosti, jak dalece je teplo získané osluněním v daném okamžiku zapotřebí pro vytápění ostatních místností, neboť vzhledem k velmi nízké tepelné ztrátě je teplo do neosluněných místností nutné dodávat jen po mnohem kratší období než u domů s většími tepelnými ztrátami.

Teplotovzdušné soustavy tak částečně přispívají k efektivnímu rozvedení pasivních solárních zisků do celého objemu domu s podstatně vyšší celkovou akumulací kapacitou pro teplo ve srovnání s kapacitou pouze jediné osluněné místnosti. Dosud ne příliš prozkoumanou a ověřenou cestou ke zvětšení přínosu je zvýšení tepelně-akumulačních schopností stavebních konstrukcí nebo instalace teplotovzdušného zásobníku tepla.

- K dimenzování štěrbin pod dveřmi bez prahů bylo doloženo, že u energeticky úsporných domů lze pro běžné místnosti ložnic (12 až 15 m^2) uvažovat s max. výpočtovou tepelnou ztrátou cca 250 až 500 W. Tomu odpovídá při spádu $40/20$ °C maximální vzduchový výkon do $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, tj. $0,017 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pro standardní šířku dveří 800 mm s výškou štěrbin pouze 10 mm vychází rychlost v celém průřezu $2,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ při tlakové ztrátě 8 Pa.

Pro velké místnosti se pak navrhuje buď samostatné sací stěnové žaluzie (např. nad krbem pro rozvod tepla) nebo speciální stěnové mřížky s akustickým útlumem.

Podle řady měření provedených dodavatelem na stavbách nečinily uživatelům žádné problémy ani rychlosti proudění pod dveřmi dosahující hodnoty $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Nikdy nebyl nepříznivě pocíťován průvan, ani nedochází k výraznějšímu lokálnímu znečišťování kobců pod dveřmi (což zároveň svědčí o vysoké účinnosti filtrace cirkulačního vzduchu ve vzduchotechnické jednotce). Měření dokazují, že rychlost proudění vzduchu po průchodu štěrbinou se velmi rychle snižuje již ve vzdálenostech řádu centimetrů od štěrbin.

K problému změny průtoku vzduchu vyústkou při otevření dveří byly doloženy výsledky experimentálních měření, kdy rozdíl výkonů nepřevyšil 8 až 10 % ze jmenovitého průtoku.



Galád (vpravo): Prostá návratnost vyšší investice do nízkoenergetického domu za současných cen může být okolo 40 let. Dobrým argumentem je jistě očekávaný růst energií, a proto je třeba v každém případě pečlivě porovnávat jak energetické, tak ekonomické ukazatele projektu.

Závěrem diskuze bylo zúčastněnými konstatováno, že všechny technicky vyspělé společnosti hledají a výrazně podporují nové cesty k radikálnímu snížení spotřeb energií. Energetická náročnost vytápění, větrání a klimatizace budov je přitom v celkových spotřebách primárních energetických zdrojů států vždy dominantní.

V zahraničí (SRN, Rakousko, Skandinávie, atd.) se proto již řadu let hromadně realizuje nová koncepce výstavby nízkoenergetických a pasivních budov, případně se na jejich parametry upravují i stávající objekty. Energetická náročnost je až o 90 % nižší než u běžné výstavby, přičemž porovnatelné pořizovací náklady u nové výstavby bývají vyšší pouze o 10 až 20 %. V těchto progresivních sofistikovaných objektech nelze uvažovat s klasickou koncepcí otopných soustav s velkou setrvačností a trvale netěsnými okny. Řízené větrání s vysoce účinnou rekuperací tepla je proto po dokonalém tepelně izolujícím obvodovém plášti budovy svým energetickým přínosem hned na druhém místě a je již standardním atributem moderní nízkoenergetické výstavby. Trend snižování spotřeby energií je celosvětově nezvratný a je již obsažen v legislativních opatřeních řady států včetně České republiky.

Optimizmus přicházející ze zahraničí je nutné korigovat s ohledem na cenovou situaci v České republice. Jsou-li pořizovací náklady domu se 150 m^2 vytápěné plochy cca 3 mil. Kč, pak při hypotetické ceně 1 Kč/kW můžeme uvažovat s ročním nákladem pouze za vytápění u standardně postaveného domu (například z Porothermu 44 P+D a okna s $U = 1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) ve výši asi 15000 Kč, v případě nízkoenergetického domu ($50 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$) polovinu, tj. 7500 Kč. Přitom nízkoenergetický dům bude minimálně o 10 % dražší, tedy o 300 tis. Kč. Prostá návratnost takové vyšší investice za současných cen je ($300 \text{ tis}/7500 \text{ tis} =$) 40 let. Dobrým argumentem je jistě očekávaný růst energií, a proto je třeba v každém případě pečlivě porovnávat jak energetické, tak ekonomické ukazatele projektu.

Diskutovaný systém teplotovzdušného vytápění, větrání a chlazení je u nás řadu let standardně používán a představuje jednu z cest, kudy se bude technický vývoj ubírat při hledání ekonomicky i ekologicky nejúspěšnějších řešení v budoucnosti. Z hlediska běžného uživatele se však jedná o nové řešení, na které nelze zcela přenášet nároky běžné u zavedených teplotovzdušných otopných soustav. Diskuze ukázala, že možnosti k uplatnění nových cest jsou. Realizační praxe však musí respektovat a aplikovat nejnovější poznatky.

□ z poznámek účastníků diskuze sestavil JH