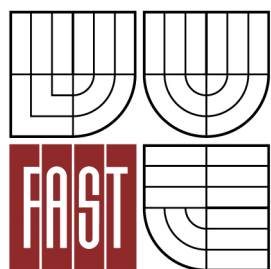




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**RODINNÝ DŮM V NOVÉM MĚSTĚ NAD METUJÍ**

**F SEMINÁRNÍ PRÁCE - VETRACI SYSTEMY PRO RODINNE DOMY -**  
**VZT**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**TOMÁŠ SHÁNĚL**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. BOHUSLAV BRUKNER**

BRNO 2014

## OBSAH

|  |               |
|--|---------------|
| <b>ÚVOD</b>  | <b>str. 3</b> |
| <b>1. Význam větrání a rekuperace vzduchu budov</b>        | <b>str. 3</b> |
| 1.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima                          | str. 3        |
| 1.2. Mikrobiální mikroklima                                | str. 4        |
| 1.3. Aerosolové mikroklima                                 | str. 4        |
| 1.4. Odérové mikroklima                                    | str. 4        |
| 1.5. Toxické mikroklima                                    | str. 4        |
| <b>2. Současný stav větrání a rekuperace vzduchu budov</b> | <b>str. 4</b> |
| 2.1. Požadavky na množství vyměňovaného vzduchu            | str. 5        |
| 2.2. Přirozené větrání                                     | str. 5        |
| 2.3. Nucené větrání  | str. 6        |
| 2.4. Nucené rovnotlaké větrání                             | str. 7        |
| 2.5. Centrální systémy                                     | str. 7        |
| 2.6. Lokální systémy                                       | str. 8        |
| 2.7. Rovnotlaký větrací systém s rekuperací tepla          | str. 8        |
| 2.8. Nucené podtlakové větrání                             | str. 9        |
| 2.9. Centrální podtlakové systémy                          | str. 9        |
| 2.10. Lokální podtlakové systémy                           | str. 10       |
| <b>3. Části vzduchotechnického systému</b>                 | <b>str.12</b> |
| 3.1. Vzduchotechnická jednotka                             | str.12        |
| 3.2. Rekuperační výměník                                   | str.13        |
| 3.3. Filtry  | str.13        |
| 3.4. Regulace  | str.14        |
| 3.5. Vzduchotechnické rozvody                              | str.14        |
| 3.6. Přívod vzduchu  | str.14        |
| 3.7. Odvod vzduchu   | str.15        |
| 3.8. Přívodní a odtahové výusti                            | str.15        |
| 3.9. Energetické úspory                                    | str.15        |
| <b>4. Závěr</b>  | <b>str.16</b> |
| <b>5. Zdroj</b>  | <b>str.16</b> |

# VĚTRACÍ SYSTÉMY PRO RODINNÉ DOMY

## ÚVOD

Vzduch je nezbytný k životu. Tato skutečnost dostává v současnosti nový význam, neboť civilizační rozvoj na jedné straně znečišťuje životní prostředí a na druhé straně poskytuje nástroje, kterými se proti tomuto znečištění můžeme bránit. Takovým nástrojem je i větrání. Během života se v lidském organismu ukládají látky, jejichž hlavní složku tvoří z více než 80 % vzduch.



Větrání je možné definovat jako proces výměny znečištěného (opotřeбенého) vzduchu za vzduch čerstvý.

Větrání se obecně rozděluje na větrání přirozené a nucené (VZT jednotka). Přirozené větrání zahrnuje větrání infiltrací (spárami oken a dveří), aerací (dva otvory s převýšením), provětráváním (otevřené okno), šachtové (svislá šachta, světlík) a příčné větrání (2 protilehlá okna).

## **1. Význam větrání a rekuperace vzduchu budov**

Vnitřní prostředí budov lze hodnotit podle následujících kritérií:

### **1.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima** je nejdůležitější složkou pro zajištění zdravého vnitřního prostředí budov.

Hygienicky doporučené vyšší relativní vlhkosti vzduchu (v rozsahu 50 až 70 %), které zabraňují vysychání sliznic však pravidelně vedou ke vzniku plísní (například rodu *Alternaria*, *Aspergillus*, ...), hlavně v chladných a nevětraných rozích místností, nadpražích a ostěních. Důsledkem je pak zvýšená nemocnost obyvatel, časté nevolnosti, alergie, záněty průdušek, aj.

V současnosti nabývá tento fenomén nebývalých rozměrů při nezodpovědném utěšňování okenních spar v celém rozsahu bez alternativní náhrady. Navíc se při vyšší relativní vlhkosti vzduchu nad 60 % zvyšuje až na dvojnásobek procento přežívajících mikroorganismů (např. *Staphylococcus*, *Streptococcus*) vůči výskytu mikroorganismů při relativní vlhkosti 30 až 40 %. Při poklesu relativní vlhkosti se naopak výrazně snižuje počet roztočů v textiliích a výskyt následných alergií - astma.

Mezi hlavní zdroje vlhkosti v budovách patří především metabolismus člověka (produkce 50 až 250 g vodní páry/h/1, podle druhu činnosti), koupelny (produkce 700 až 2600 g vodní páry/h), kuchyně (produkce 600 až 1500 g vodní páry/h) a sušení prádla (produkce 200 až 500 g vodní páry/h/5 kg).

V řadě vyspělých zemí se proto pro dodržení optimální relativní vlhkosti vzduchu mezi 35% a 45 % předepisuje nucené řízené větrání bytů, s trvalou intenzitou větrání  $n = 0,3$  až  $0,5$  h<sup>-1</sup>.

**1.2. Mikrobiální mikroklima** je vytvářeno mikroorganismy bakterií, viry, plísněmi, sporami a pyly. Vážným problémem se v poslední době stávají alergické syndromy na spory různých druhů plísní a pylových částic. Dosud nejúčinnějším způsobem, jak snížit mikrobiální koncentrace v budovách, je dokonalé větrání s přívodem kvalitního venkovního vzduchu.

**1.3. Aerosolové mikroklima** - aerosoly se v ovzduší vyskytují ve formě pevných částic (prachů) nebo kapalných částic (mlhy). Domovní prach, zvláště částice pod 1 mikrometr, je další hlavní příčinou postižení astmatem.

**1.4. Odérové mikroklima** - mimo běžné odéry (kouření, příprava jídel) se v interiéru dnes vyskytují i styreny, formaldehydy a odpary z nátěrů, tedy látky dříve neznámé. Jako kritériální a exaktně měřitelná hodnota se všeobecně udává koncentrace 0,10 % CO<sub>2</sub> (Pettenkoferovo kritérium) a pro odstranění pocitu vydýchaného vzduchu z produkce tělesných odérů pak dokonce 0,07 % CO<sub>2</sub> (tj. 700 ppm = 1 300 mg/m<sup>3</sup>). Zásadním způsobem lze kvalitu odérového mikroklimatu v budovách ovlivnit pouze dostatečným přívodem čerstvého vzduchu. Základní a ve světě uznávaná hodnota intenzity větrání se udává 25 m<sup>3</sup>/hod čerstvého venkovního vzduchu na jednu osobu pro odvedení běžných tělesných odérů (pro neadaptované osoby).

**1.5. Toxické mikroklima** - je vytvářeno toxickými plyny s patologickými účinky. V interiéru budov je zdravotně nejzávažnějším plynem CO. Ve špatně nebo cirkulačně větraných kuchyních s neodvětranými plynovými sporáky vzniká oxid dusíku NO<sub>x</sub> až 50 mikrogramů/m<sup>3</sup> s prokazatelně karcinogenními účinky. Formaldehyd způsobuje ve vyšších koncentracích dráždění očí a sliznic, současně je i alergenem a potenciálním karcinogenem.

Kromě omezení škodlivin přímo v jejich zdroji je nejjednodušší a nejúčinnější způsob odstranění znečištěného vzduchu větrání. Větrací systém by měl kontrolovaným způsobem přivádět odpovídající množství čerstvého vzduchu nezbytného pro život a odvádět vzduch znečištěný.

## **2. Současný stav větrání a rekuperace vzduchu budov**

Stále se zpřísňující požadavky na kvalitu obvodových konstrukcí bytových staveb a snižování průvzdušnosti všech spár s sebou přináší řadu problémů:

- výrazně klesá přirozená výměna vzduchu v interiéru až pod hodnoty  $n < 0,05$  h<sup>-1</sup> naprosto nevyhovující z hygienických hledisek
- při neměnné produkci vodních par průměrné rodiny do interiéru bytu (až 10 l/den) dochází pak k výskytu plísní se silně negativními důsledky pro lidské zdraví

- kondenzovaná vlhkost nepříznivě ovlivňuje vzhled i životnost stavebních konstrukcí
- při minimalizaci tepelných ztrát objektů dochází již k problémům při zaregulování klasických vodních otopných soustav
- dochází k přehřívání staveb letní solární zátěží, prakticky bez možnosti přirozeného odvětrání

Nedostatečné množství přiváděného vzduchu způsobuje, že se cítíme špatně, máme bolesti hlavy a závratě, pociťujeme únavu, máme podrážděnou sliznici nosohltanu, vnímáme pocit dráždění v krku a na kůži, jsme citlivější, objevují se u nás příznaky alergií.

## 2.1. Požadavky na množství vyměňovaného vzduchu

Větrání obytných budov u nás není ošetřeno žádným předpisem (na rozdíl od pracovišť, škol atd.). Obecně se zde větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,6 h<sup>-1</sup>, nebo aby přívod čerstvého vzduchu byl 15 až 30 m<sup>3</sup>/h na osobu (v místnostech s vyšší aktivitou osob, např. ve fitness místnostech má být přívod vzduchu 25 až 50 m<sup>3</sup>/h). V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1 h<sup>-1</sup> kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např. těkavé látky uvolňující se z nábytku).

Pro výpočet potřeby tepla na vytápění u obytných budov se všeobecně předpokládá, že je splněn požadavek intenzity výměny vzduchu 0,5 h<sup>-1</sup>.

Doporučené hodnoty mikroklimatu obytných budov

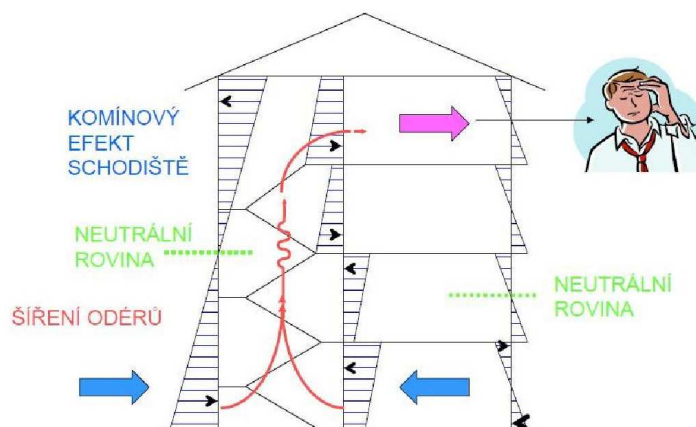
| Parametr                  | Označení a jednotka | Otopné období |           | Letní období |           |
|---------------------------|---------------------|---------------|-----------|--------------|-----------|
|                           |                     | optimální     | přípustné | optimální    | přípustné |
| Výsledná teplota          | $t_i$ [°C]          | 20,8 +/- 0,8  | 18 - 24   | 26 +/- 0,5   | 22 - 28   |
| Relativní vlhkost         | rh [%]              | 30 - 55       | 20 - 70   | -            | -         |
| Rychlost proudění vzduchu | w [m/s]             | max. 0,15     | max. 0,20 | max. 0,15    | až 1,0    |

## 2.2. Přirozené větrání

Nejjednodušším, nejméně účinným, avšak stále nejčastěji používaným typem větrání je větrání využívající přírodní síly (gravitace) – přirozené gravitační větrání. Hnací silou tohoto větrání je rozdíl hustot teplého lehčího vzduchu z místnosti a těžšího čerstvého vzduchu ve venkovním prostředí.

Množství vzduchu přiváděného do místností za hodinu by mělo být rovno minimálně polovině jejich objemů. Za předpokladu, že celkový objem domu o ploše 140 m<sup>2</sup> a výšce místnosti 2,5m je 350 m<sup>3</sup>, by přiváděné množství vzduchu mělo být 175 m<sup>3</sup>/hod. Samozřejmě stejný průtokový objem vzduchu by měl být z místností odveden.

Bohužel z důvodů omezení tepelných ztrát jsou stavěny domy velmi těsné a v tomto případě je velmi obtížné, aby přirozené větrání trvale zajistilo potřebné množství

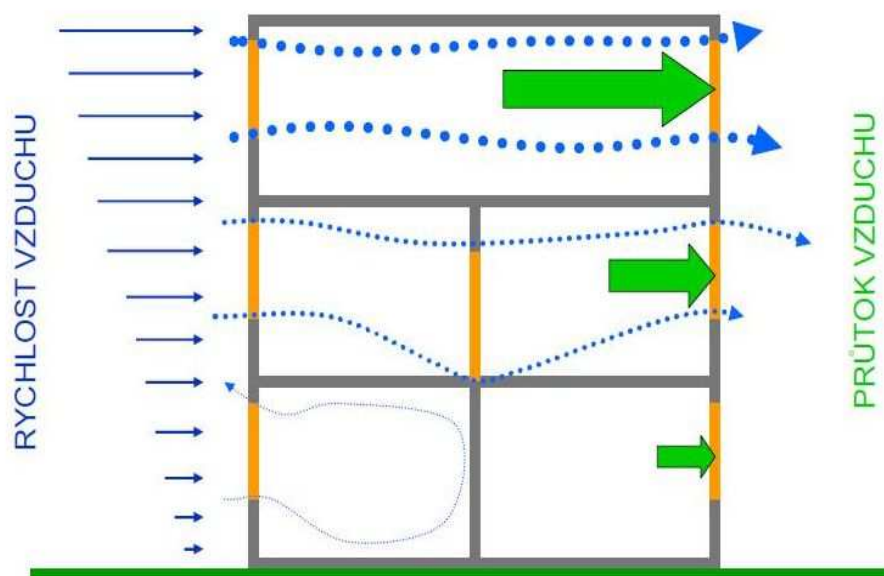


vzduchu, a tím i odpovídající komfort. Důsledkem je pak špatná kvalita vzduchu a zhoršená pohoda pobytu v místnosti, někdy dokonce zdravotní komplikace uživatelů. Výhodou přirozeného gravitačního větrání je, že funguje samo o sobě, není třeba instalovat dodatečné větrací zařízení včetně vzduchotechnických rozvodů.

Nevýhody přirozeného větrání jsou:

- Malá účinnost systému v těsných objektech. Při větrání je třeba zajistit nejen přívod vzduchu, ale také jeho odvod. Znečištěný vzduch je odváděn výstupními větracími komíny (šachtami), čerstvý vzduch se dovnitř dostává netěsnostmi, které v moderních budovách velmi neradi vidí jak investoři, tak uživatelé. Trvalé otevření oken není vhodné vzhledem k tepelným ztrátám budovy.
- Nemožnost řízení systému větrání. Přirozené gravitační větrání funguje o to dynamičtěji, čím je větší rozdíl hustot vnitřního a vnějšího vzduchu. Výměna vzduchu je tím intenzivnější, čím je chladnější venkovní prostředí, a méně intenzivní, čím je venkovní prostředí teplejší. Proto je velmi obtížné kontrolovat množství přiváděného vzduchu, který navíc není nijak upravován (filtrací, ohřevem).
- Chybějící komfort. Netěsnosti (případně otevřená okna) způsobují v chladném období nepříjemný průvan. Prvky, kterými je čerstvý vzduch přiváděn, často způsobují, že hluk z venkovního prostředí snadno prostupuje do místností.
- Zvýšené náklady. Použitý vzduch je teplý a jeho prostým odvodem dochází k úniku energie vynaložené na jeho předchozí ohřátí. Zároveň je vynakládáno velké množství energie na ohřátí chladného venkovního vzduchu.
- Horší bezpečnost objektu. Pro zajištění dostatečné kvality vzduchu a telené pohody zůstávají v létě otevřena okna i v nepřítomnosti osob, což snižuje bezpečnost objektu.

Proudění vzduchu budovou závisí na dispozičním řešení – tlakovým odporům při proudění vzduchu, na výšce nad terénem, s kterou roste rychlost větru.

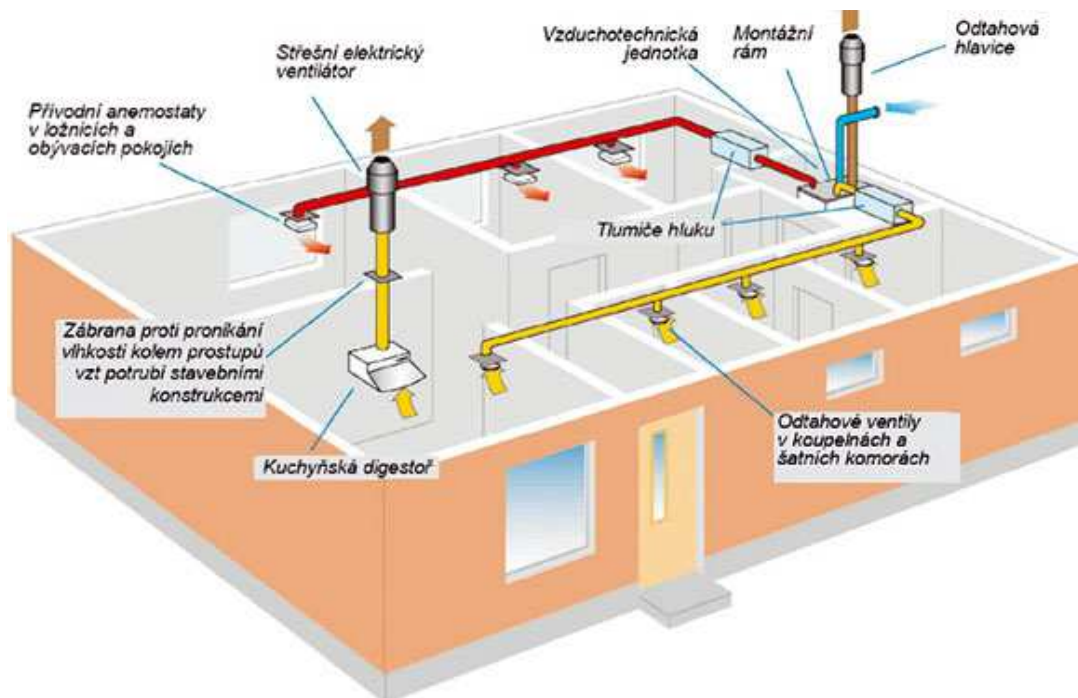


### 2.3. Nucené větrání

Zajišťuje ho vhodný ventilátor; jeho výhodou je víceméně konstantní výměna vzduchu, nezávislá na rozdílu teplot a intenzitě větru. Umožňuje přivádět do místnosti právě tolik čerstvého vzduchu, kolik je potřeba. Nevýhodou je nutnost rozvodů větraného vzduchu,

spotřeba elektrické energie a pochopitelně i investiční náklady. Nucené větrání se dá kombinovat s předehřevem nasávaného větracího vzduchu.

Schéma vzduchotechnického systému nuceného větrání v rodinném domě:



## 2.4. Nucené rovnotlaké větrání

Nucené rovnotlaké větrání představuje vyšší kvalitu větrání než nucené podtlakové větrání, resp. hybridní větrání. Použije se však i tam, kde není z hygienických důvodů možné zajistit přívod vzduchu podtlakem z obvodové stěny, např. při požadavku na přívod méně znečištěného vzduchu než je venkovní ovzduší (např. v blízkosti zdroje znečištění, nebo komunikace), nebo tehdy, je-li venkovní prostředí zatíženo nadměrným hlukem, který nelze utlumit přívodními elementy podtlakových systémů (obytný prostor přilehlý k rušné komunikaci).

Rovnotlaké větrací systémy zajišťují nucený přívod čerstvého vzduchu a současně odvod vzduchu znehodnoceného. Výhodou nuceného rovnotlakého systému větrání je možnost využití zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu, čímž se výrazně snižuje spotřeba tepla na ohřev venkovního vzduchu. Pro dopravu vzduchu slouží většinou dvojice ventilátorů umístěných v kompaktní vzduchotechnické jednotce, která obsahuje zpravidla filtraci atmosférického vzduchu, výměník ZZT, případně ohříváč (např. pro teplovzdušné vytápění). Větrací zařízení slouží pro přívod a předehřev venkovního vzduchu, dohřev vzduchu je uskutečňován otopnou soustavou, nebo ohříváčem. Ventilátory mají možnost regulace výkonu v několika stupních (regulace otáček), což umožňuje ovládat zařízení na základě aktuálních požadavků (vlhkost, koncentrace CO<sub>2</sub> apod.).

Nevýhodou oproti podtlakovým systémům mohou být vyšší pořizovací náklady, vyšší spotřeba energie pro pohon ventilátorů, které musí hradit tlakovou ztrátu vzduchovodů a prvků větrací jednotky (především výměníku ZZT), dále pak prostorové nároky pro umístění zařízení větrání a vzduchovodů.

## 2.5. Centrální systémy

Jádrem systému je centrální vzduchotechnická jednotka, která zajišťuje dopravu venkovního a znehodnoceného vzduchu včetně úpravy vzduchu (filtrace a předehřev). Jednotka bývá zpravidla vybavena výměníkem ZZT (Obr. 2a). Pro vzájemnou polohu sání a výfuku vzduchu je nutné dodržet minimální vzdálenosti. Přívod a odvod vzduchu je realizován dvojicí vzduchovodů, kterými je vzduch distribuován k jednotlivým bytovým jednotkám a odkud je

vzduch rozváděn do příslušných místností. Pro rozptýlení přiváděného vzduchu v obytných místnostech slouží distribuční elementy s dostatečným dosahem proudu, tak aby byla místnost rovnoměrně provětrána.

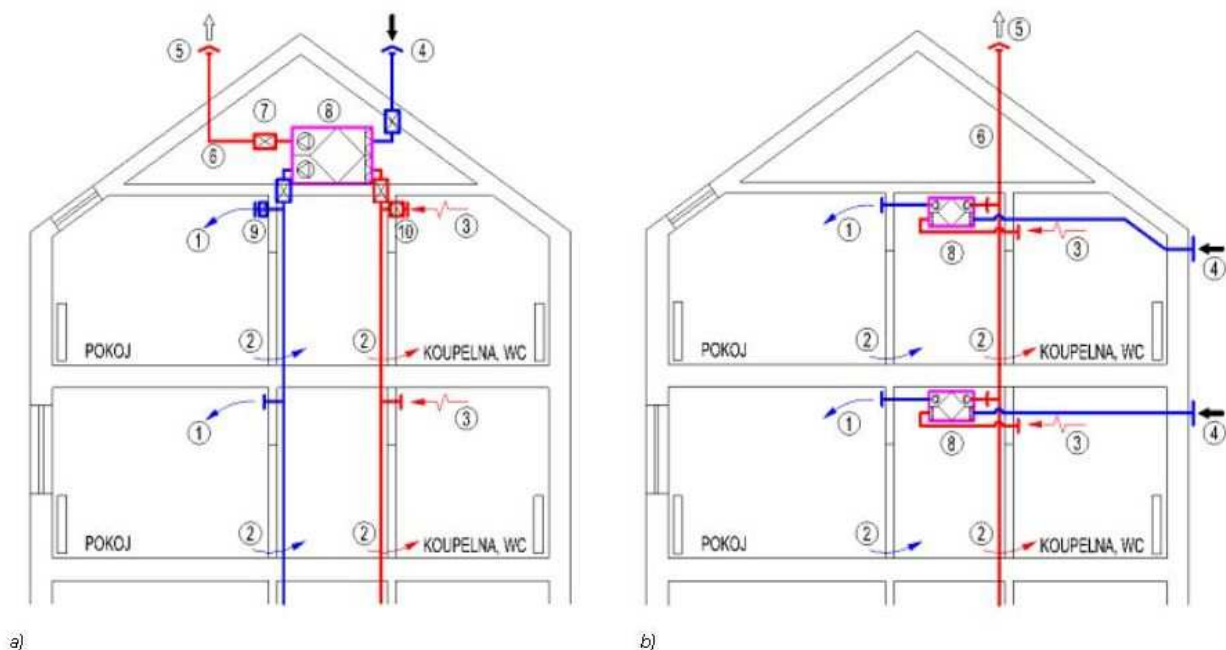
V případě nuceného rovnotlakého větrání, realizovaného centrální větrací jednotkou pro více bytů, musí zařízení automaticky vyrovnávat tlakové poměry v přívodních i odváděcích vzduchovodech při zásahu jednotlivých uživatelů. K tomu slouží ventilátory s proměnnými otáčkami (funkce byla popsána v kapitole o centrálním podtlakovém větrání).

Nevýhodou centrálního rovnotlakého systému větrání jsou zejména zvýšené nároky na prostor pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů. Ventilátory musí být opatřeny tlumiči hluku tak, aby nedocházelo k obtěžování obyvatel bytových jednotek nebo k šíření hluku do venkovního prostředí. Může rovněž docházet k nežádoucímu přeslechům mezi bytovými jednotkami. Vzduchovody je možné opatřit přeslechovými tlumiči, nebo se koncové elementy napojují přes ohebné hadice s útlumem hluku. Náklady na provoz centrálního zařízení jsou rozpočítávány mezi jednotlivé bytové jednotky paušálně, bez ohledu na užívání systému větrání.

## 2.6. Lokální systémy

Lokální rovnotlaké větrací systémy slouží pro individuální větrání bytových jednotek. Pro větrání slouží „malá“ větrací jednotka, která je vybavena filtrací vzduchu, ventilátory a zpravidla výměníkem ZZT. Sání vzduchu může být realizováno společným potrubím, nebo samostatně z fasády každé bytové jednotky (Obr. 2b). Odvod vzduchu je v tomto případě řešen společným potrubím nad střechu objektu.

Nevýhodou lokálního systému je zejména poměrně nízká účinnost ventilátorů (vč. pohonu), zvýšené nároky na prostor pro umístění VZT jednotky a vzduchovodů uvnitř obytného prostoru. Výhodou je zejména zajištění trvalé kvality vnitřního vzduchu s minimální spotřebou tepelné energie pro ohřev větracího vzduchu. Uživatel má absolutní kontrolu nad systémem větrání včetně nákladů spojených s provozem a údržbou zařízení, které jsou plně v režii dané bytové jednotky.



Obr. 2 Nucené rovnotlaké větrání s přívodem a odvodem vzduchu realizované větrací jednotkou se ZZT

a) centrální, b) lokální

1 přiváděný venkovní vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 sání venkovního vzduchu, 5 odpadní vzduch, 6 potrubní síť, 7 tlumič hluku, 8 větrací jednotka se ZZT, 9 alternativní dohřev, 10 přeslechový tlumič

## 2.7. Rovnotlaký větrací systém s rekuperací tepla

Větrání domu zajišťuje centrální vzduchotechnická jednotka. Obsahuje ventilátory pro přívod i odvod vzduchu, filtry a rekuperační výměník tepla, který získává energii ze vzduchu

odváděného z objektu (rekuperace tepla). Přiváděný vzduch je veden vzduchotechnickými rozvody do obytných zón v domě a průběžně nahrazuje znečištěný vzduch vzduchem čerstvým.

Výhody rovnotlakého větracího systému:

- Přivádí do místností čerstvý, přefiltrovaný vzduch o správné teplotě a současně ochraňuje vnitřní prostor před hlukem a průvanem. Přispívá tak k vyššímu komfortu bydlení.
- Odvádí nadbytečnou vlhkost, a tím přispívá k ochraně objektu před plísněmi, nepříjemnými pachy a chemicky nebezpečnými látkami, které nepříznivě působí na zdraví obyvatel.
- Zpětně získané teplo z odváděného vzduchu je využito k ohřevu přiváděného venkovního vzduchu. Tím se snižují náklady na vytápění, spoří se energie a rostou finanční úspory majitelů.
- Systém automaticky reaguje na změnu vnějších podmínek bez nutnosti asistence a pravidelných zásahů obyvatel domu.
- Systém větrání s rekuperací tepla zajišťuje cirkulaci a výměnu vzduchu v celém domě, dokonce i při zavřených dveřích v interiéru. Pro tento účel je třeba vhodně podříznout dveře nebo nainstalovat speciální průchozí mřížky ve stěnách. Tyto zásahy spolu s instalací, umístěním větracího systému a vyšší pořizovací cenou lze považovat za určitou nevýhodu tohoto systému.

## 2.8. Nucené podtlakové větrání

V obytných budovách je podtlakové větrání realizováno nuceným odvodem vzduchu z místností se zdrojem škodlivin nebo vlhkosti (hygienické zázemí, kuchyně) a přísáváním vzduchu z venkovního prostředí.

Přívod venkovního vzduchu u podtlakového větrání je nutné (při současných požadavcích na průvzdušnost okenních spár) zajistit přívodními větracími otvory integrovanými do výplní stavebních otvorů (oken) nebo zabudovanými v obvodových stěnách. Přívodní otvory se zpravidla umísťují pod okna za/nad otopná tělesa, případně pod strop nad okna. Do každé obytné místnosti lze vzduch přivádět přes větrací otvor, který může být osazen i kvalitním filtrem případně tlumičem hluku. Větrací otvory mohou být různého tvaru, např. kruhové, obdélníkové nebo úzké štěrby, a lze je opatřit regulací průtoku vzduchu. Ohřev venkovního vzduchu při podtlakovém větrání zajišťuje otopná soustava.

Výhodou podtlakového větrání je jednoduchost zařízení a relativně nízké pořizovací náklady (v porovnání s nuceným rovnotlakým větráním). Nevýhodou je zejména absence zařízení pro zpětné získávání tepla a s tím spojené vyšší provozní náklady na ohřev větracího vzduchu.

## 2.9. Centrální podtlakové systémy

Pro dopravu odváděného vzduchu slouží centrální ventilátor napojený na příslušné stoupační potrubí, který je umístěn zpravidla v nejvyšším místě budovy – v podkroví nebo na střeše (Obr. 1a). Ventilátor hradí tlakové ztráty vzduchovodu a systému distribuce vzduchu včetně tlumičů hluku a přívodních a odvodních prvků. Výhodou je poměrně vysoká účinnost centrálních ventilátorů (v porovnání s ventilátory decentralizovaného větrání). Jelikož je ventilátor zdrojem hluku, je nutné při návrhu centrálního podtlakového větrání přijmout příslušná protihluková opatření. Zejména je nutné zabránit šíření hluku směrem do stoupačního potrubí tak, aby nedocházelo k obtěžování obyvatel bytových jednotek. Rovněž je nutné posoudit šíření hluku do venkovního prostředí. Mezi výhody centrálního podtlakového větrání patří skutečnost, že nedochází k nežádoucímu přenosu pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami.

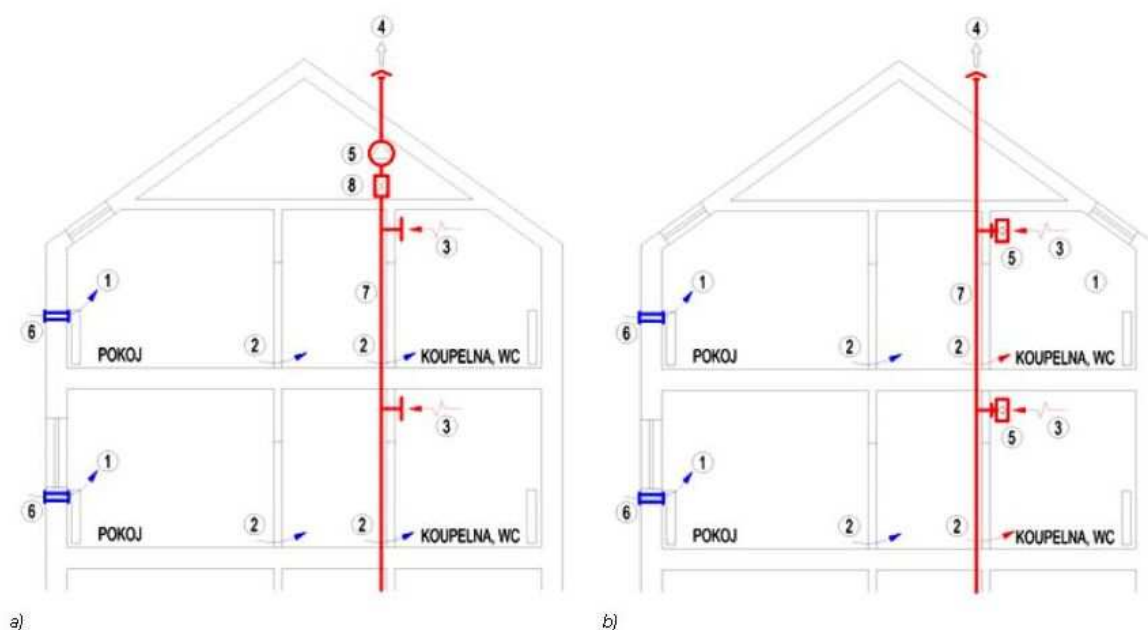
V současnosti jsou na trhu centrální podtlakové systémy, které umožňují trvalé větrání řízené podle potřeby (DCV - Demand control ventilation). Ventilátory mají možnost regulace otáček (EC motory) a měnit tak vzduchový výkon na základě aktuálních požadavků (potřeby). Systém je vybaven čidly CO<sub>2</sub> popř. vlhkosti v každém bytě. Na základě odezvy čidla dochází k automatickému otevírání a zavírání (samočinně, nebo elektricky) odvodního prvku, čímž dochází ke změně statického tlaku v odvodním potrubí. Ventilátor, vybavený snímačem tlakové difference, reaguje na změny tlaku změnou otáček a udržuje ve stoupačním potrubí konstantní tlak.

## 2.10. Lokální podtlakové systémy

Pro větrání slouží lokální radiální ventilátory napojené na stoupací potrubí, kterým je vzduch vyfukován zpravidla nad střechu (Obr. 1b). Odvodní ventilátor je umístěn buď přímo v dané místnosti odkud je vzduch odsáván (WC, koupelna), nebo může být opatřen dvěma až třemi hrdly pro společný odvod vzduchu z několika místností jednoho bytu současně. V takovém případě je možné ventilátor umístit do podhledu, nebo přímo do svislé stoupací šachty. Nevýhodou malých radiálních ventilátorů je především jejich nízká účinnost a hluchost, která je emitována přímo do obytného prostoru. Z tohoto důvodu je nutné pro trvalé větrání volit ventilátory s nízkou hladinou akustického výkonu, pracující s relativně nízkým dopravním tlakem.

Lokální podtlakové větrání je většinou použito i pro nárazové větrání kuchyní. V takovém případě je nutné zajistit, aby nedocházelo k přenosu pachů mezi jednotlivými bytovými jednotkami. Odsávací zákryty většinou obsahují kromě ventilátoru a příslušného filtru zpětnou klapku. Tato klapka by měla být těsná a po určité době provozu zařízení by měla být vyčištěna. Bohužel většina výrobců odsávacích zákrytů neumožňuje snadný přístup ke zpětné klapce, která se po určité době provozu může stát nefunkční.

Použití cirkulačních odsávacích zákrytů v kuchyních, kde není instalován nucený odvod vzduchu, se nedoporučuje. Typickým příkladem použití jsou pasivní obytné domy, u kterých jsou kladeny vysoké nároky na neprůvzdušnost obálky budovy a použití podtlakového větrání je nevhodné. Větrání kuchyně je řešeno trvale jako rovnotlaké s nuceným příívodem a odvodem vzduchu v kombinaci s cirkulačním odsávacím zákrytem pro nárazové větrání v době užívání kuchyně.



**Obr. 1** Nucené podtlakové větrání s příívodem vzduchu větracími otvory a odvodem vzduchu do společného potrubí

a) centrální, b) lokální

1 příváděný venkovní vzduch, 2 převáděný vzduch, 3 odváděný vzduch, 4 odpadní vzduch, 5 odvodní ventilátor, 6 přívodní větrací otvor, 7 potrubní síť, 8 tlumič hluku

Porovnání parametrů otopných a větracích systémů v rodinném domě

| Zajištění požadovaných parametrů    | teplovodní vytápění - klasické |                                   |                               |                                       | teplovodní vytápění - cirkulační      |   |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
|                                     | s infiltrací                   | s těsnými okny (nárazové větrání) | s odsáváním sociální zařízení | s řízeným větráním a rekuperací tepla | s řízeným větráním a rekuperací tepla | s řízeným větráním tepla a zemním registrem |
| tepelná pohoda                      | dokonalé zajištění             | nesplňuje                         | částečné zajištění            | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| větrání obytných prostor            | dokonalé zajištění             | částečné zajištění                | částečné zajištění            | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| nárazové větrání (režim "party")    | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| odvětrání soc. zařízení             | nesplňuje                      | nesplňuje                         | částečné zajištění            | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| účinnost provětrání                 | částečné zajištění             | nesplňuje                         | nesplňuje                     | částečné zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| rekuperace tepla                    | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| využití interních a externích zisků | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | částečné zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| filtrace přiváděného vzduchu        | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| noční předchlazení                  | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | částečné zajištění                    | dokonalé zajištění                    | dokonalé zajištění                          |
| přímé chlazení                      | nesplňuje                      | nesplňuje                         | nesplňuje                     | nesplňuje                             | částečné zajištění                    | dokonalé zajištění                          |

### 3. Části vzduchotechnického systému

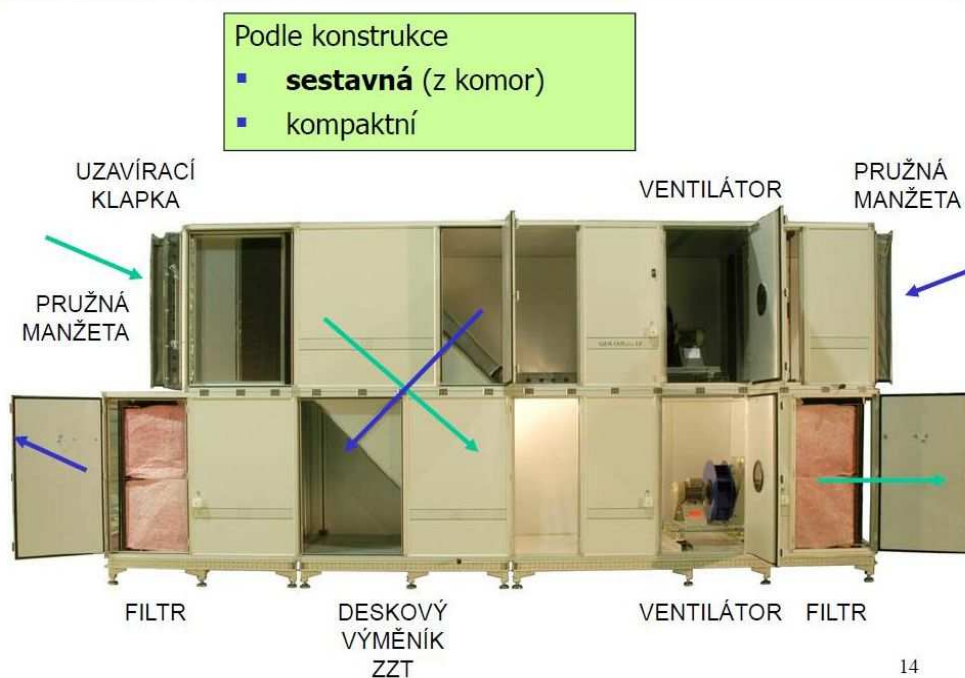
#### 3.1. Vzduchotechnická jednotka

Skládá se z ventilátoru přívodního vzduchu, ventilátoru odtahového vzduchu, výměníku zpětného získávání tepla (výměník ZZT), filtrů, skříně vzduchotechnické jednotky, automatiky a přídavných zařízení (ohřivačů apod.).

Pokud je to možné, měla by být strojovna vzduchotechnických zařízení umístěna co nejdále od místností na spaní. Je potřeba zabezpečit přístupnost (možnost připojení) prvků přivádějících a odvádějících vzduch. Jednotka vyžaduje údržbu, jako například pravidelnou výměnu filtrů, a není tedy vhodné její umístění na nepřístupném místě. Optimální umístění je v hospodářsko-technickém zázemí, na půdě, ve sklepě nebo v garáži. Před montáží je nutno ověřit, zda zařízení bude možno přepravit stávajícími dveřmi nebo bude nutno využít jiný vstup.

Jednotky jsou napájeny z běžné zásuvky elektrické sítě 230 V. Prvek řídicí činnost jednotky (přepínač, programátor nebo regulátor) má být umístěn v místě vhodném pro obsluhu. Pokud je regulátor vybaven funkcí měření teploty v místnosti, jeho nejvhodnější umístění je v některé z hlavních obytných místností.

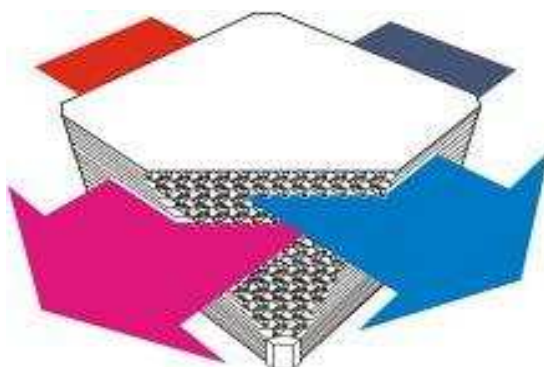
#### Sestavná VZT jednotka



14

### 3.2. Rekuperační výměník

Výměník v jednotce představuje tu část, která nám zajišťuje úsporu nákladů. Teplo z odváděného vzduchu je v něm předáváno vzduchu přiváděnému. V praxi se používají deskové a rotační výměníky, které dosahují vyšší účinnosti. Schéma deskového výměníku pro větrání:



### 3.3. Filtry

#### Kompaktní (bloková) VZT jednotka



VENTILÁTOR

Podle konstrukce

- sestavná (z komor)
- **kompaktní**

OHŘÍVAČ

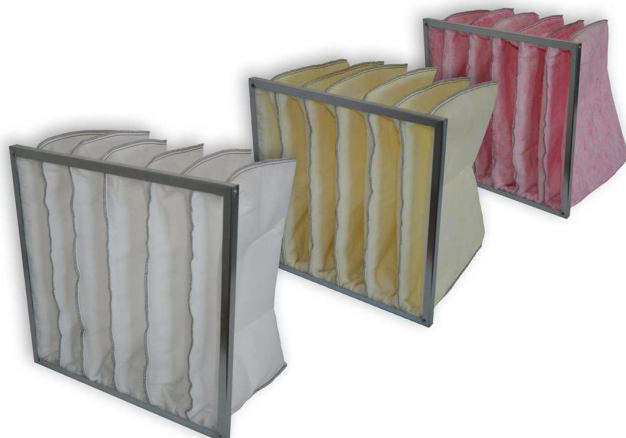
SMĚŠOVACÍ KLAPKA

DESKOVÝ VÝMĚNÍK ZTT

FILTR

16

Filtry zajišťují čistotu vzduchu a plní v jednotce dvojí funkci. Čistí vzduch přiváděný do místností, ale také chrání výměník tepla před jeho znečištěním a neprůchodností. Nejčastěji používané filtry jsou G3, G4, F5, F6, F7. Čím větší číslo v označení, tím je filtr účinnější. Principy funkce zařízení vyšších tříd vylučují možnost čištění filtrů vyklepáváním nebo praním. S dobou používání se tlakový spád na filtrech zmenšuje, což snižuje účinnost jednotky a vede k nutnosti výměny filtrů. Jednotky na vysoké technické úrovni mají ukazatel znečištění filtru.



### 3.4. Regulace

Úkolem regulace je řízení vzduchotechnické jednotky za účelem udržování nastavené teploty a množství přiváděného vzduchu. Sestava použitých regulátorů a čidel determinuje funkce, které může automatika vykonávat (např. je možno vytvořit vazbu mezi množstvím přiváděného vzduchu a vyšší vlhkostí nebo obsahem oxidu uhelnatého). Řídicí systém může informovat o poruchách a nutných servisních úkonech, jako je nutnost výměny filtru.

### 3.5. Vzduchotechnické rozvody

Rozvody a vzduchotechnická potrubí slouží k distribuci vzduchu. Nejčastěji jsou zhotoveny z hliníku, pozinkované oceli (spiro) nebo umělých hmot. Spojují všechny prvky v systému. Pokud kanály procházejí nevytápěnými místnostmi, vyžadují z důvodů minimalizace tepelných ztrát vhodnou izolaci. Izolováním rozvodů dosáhneme rovněž snížení hlučnosti celé instalace. Návrh rozvodů je vhodné řešit již v průběhu zpracování projektu domu. Rozvody je možno vést stropem nebo nepoužívaným podstřešním prostorem, ale také ve stěnách. Správně navržená a provedená potrubní síť zajišťuje bezchybnou funkci systému na mnoho let. Chybně projektovaná síť naopak může vést ke zvýšení hluku a jiných problémů s instalací.



### 3.6. Přívod vzduchu

Vzduch je do systému přiváděn vstupní částí, tj. vstupní mřížkou různé velikosti, umístěnou obvykle na vnější stěně budovy. Má esteticky ukončit ventilační potrubí a zamezit vniku nežádoucích předmětů. Vstupní část musí být dostatečně vzdálena od komínových průduchů, odvětrávání kanalizace a výstupu odpadního vzduchu. Může mít podobu volně stojící konstrukce umístěné na zahradě u domu. Vstupní část má být umístěna na severní straně domu z důvodu ochrany před odběrem ohřátého vzduchu v letním období. Vstup by se neměl nacházet v blízkosti oken ložnic z důvodu generování hluku.

### 3.7. Odvod vzduchu

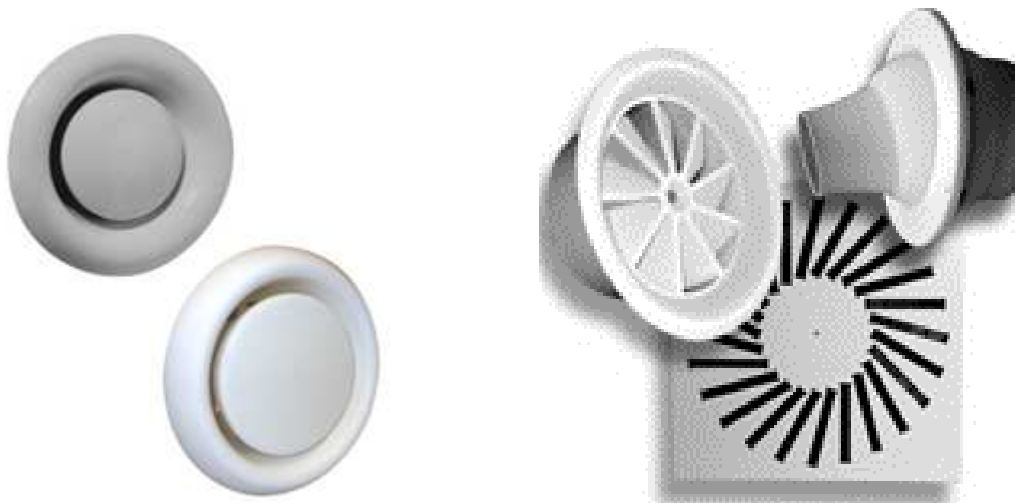
Odpadní vzduch je odváděn z objektu výstupní částí. Je to prvek rozvodu s podobnou konstrukcí jako vstupní část a rovněž generuje hluk, proto musí být nainstalován v dostatečné vzdálenosti od oken ložnic.

### 3.8. Přívodní a odtahové výusti

Jsou prvky ventilačních rozvodů, kterými je distribuován vzduch. Přívodní výusti slouží pro přívod čerstvého vzduchu, odtahové k odvádění znečištěného vzduchu. Přívodní se nejčastěji umísťují v „čistých“ místnostech, jako jsou ložnice, a odtahové v takzvaných „špinavých“ zónách, jako jsou kuchyně, koupelny, toalety, šatny.

Vzduch má mít zabezpečeno volné proudění z pokojů do koupelen a kuchyně. Z tohoto důvodu je nutno podřezat dveře do těchto místností minimálně 1,5 cm nad podlahu nebo je vybavit ventilačními mřížkami. Je důležité správné umístění mřížek a výustí, aby proudění vzduchu nezpůsobovalo nepohodlí.

Vzduchotechnické výusti by neměly být umístěny například nad židlemi, sedačkou nebo postelí, aby vzduch neproudil přímo na přítomné osoby. V některých prostorách je z důvodů správné distribuce vzduchu vhodné nainstalovat těchto přívodních mřížek a výustí větší množství.



### 3.9. Energetické úspory

Vysoké náklady na energii nás nutí k jejímu šetření. Je třeba si uvědomit, že v zimním období jsou ztráty tepla ve značné míře způsobeny větráním. Značné množství energie se spotřebuje k ohřátí čerstvého vzduchu přiváděného do místností. Ve špatně tepelně izolovaných objektech, ve kterých velká část ztrát připadá na obvodové konstrukce (stěny, okna, stropy), byl podíl větrání na tepelných ztrátách úměrně menší.

S lepší izolací obvodových konstrukcí se podíl ztrát větráním na celkové energetické bilanci zvětšuje. Ve svém důsledku to často směřuje k neúměrnému utěšňování objektu, což následně vede k dramatickému zhoršení kvality vnitřního vzduchu. Zatímco u přirozeného větrání je těsnost objektu nežádoucí či nevýznamná, při použití nuceného větrání se zpětným získáváním tepla je vzduchotěsnost budovy žádoucí. Je požadována z důvodu eliminace nekontrolovatelných průtoků vzduchu způsobujících dodatečné tepelné ztráty a vnikání znečištění.

## **4. Závěr**

Nucené větrání je jednou z instalací, kterou jsou stále častěji vybavovány moderní domy. Bohužel ne všichni investoři jsou si vědomi, že změna konstrukcí objektů v průběhu posledních let dramaticky změnila kvalitu vzduchu vnitřního prostředí, která ve značném stupni ovlivňuje pobytovou pohodu a zdraví uživatelů. Zde vidím nutnost informovat o této problematice budoucího uživatele rodinného domu v první řadě projektantem stavební části domu a následně projektantem vzduchotechniky, tj. specialistou v tomto oboru.

## **5. Zdroj**

[www.asb-portal.cz](http://www.asb-portal.cz)  
[www.fce.vutbr.cz/TZB/rubnova.o](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubnova.o)  
[www.prima-klima.cz](http://www.prima-klima.cz)  
[hestia.energetika.cz](http://hestia.energetika.cz)  
[vetrani.tzb-info.cz](http://vetrani.tzb-info.cz)