

VETRACIE JEDNOTKY NA REKUPERÁCIU TEPLA



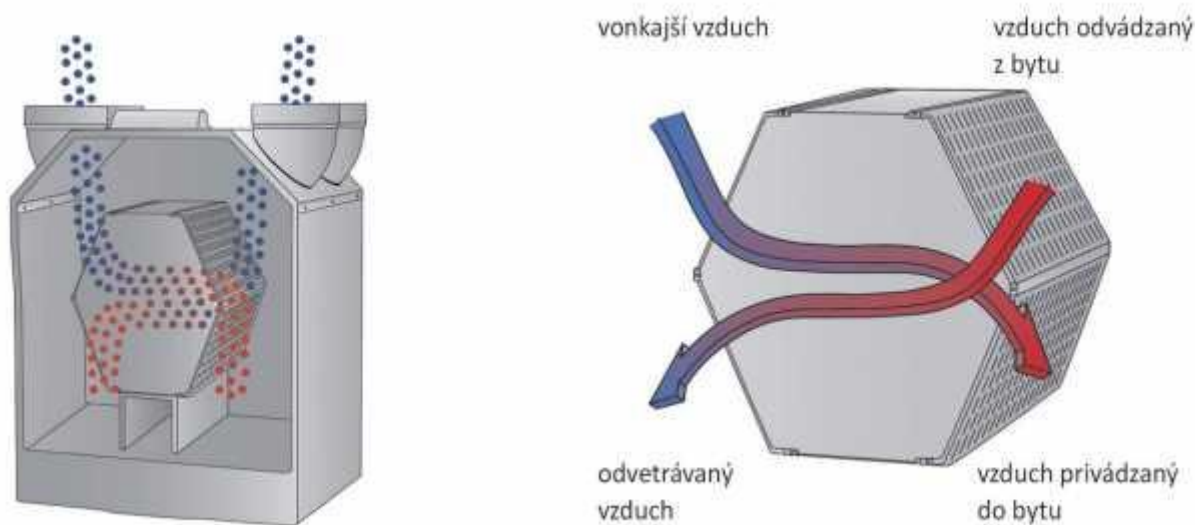
Sú základom na účinné riadené vetranie rodinných domov. Ak sa zabezpečí efektívna izolácia plášťov budov a aplikácia dvoj- alebo trojsklených okien v spojení s riadeným systémom vetrania s rekuperáciou tepla, môže sa spotreba energie na vykurovanie znížiť v porovnaní so staršou zástavbou až o 90 %.

Mnoho z budovaných a dokončených rodinných domov už nezodpovedá požiadavkám na energeticky úsporné domy (spotreba energie max. 70 kWh/(m² .rok)) a len niektoré spĺňajú kritériá nízkoenergetických domov (max. 50 kWh/(m² . rok)) či pasívnych domov (max. 15 kWh/(m² . rok)). Stanovené energetické požiadavky možno dosiahnuť predovšetkým efektívnou izoláciou plášťov budov a aplikáciou dvoj- alebo trojsklených okien v spojení s riadeným systémom vetrania s rekuperáciou tepla. Celkovo sa pritom môže spotreba energie na vykurovanie znížiť v porovnaní so staršou zástavbou, kde spotreba energie dosahuje až 250 – 300 kWh/(m² . rok), až o 90 %.

Výmenníky tepla

Základom každého systému riadeného vetrania s rekuperáciou tepla sú vetracie „rekuperačné“ jednotky (obr. 1). Srdcom každej vetracej jednotky sú výmenníky tepla, ktoré zabezpečujú rekuperáciu tepla (spätné získavanie tepelnej energie z odvádzaného vzduchu a jeho odovzdávanie späť privádzanému čerstvému vzduchu). Prenos tepla prebieha cez tenké membrány. V žiadnom prípade však pri tom, ako sa dnes ešte mnohí mylne domnievajú, nedochádza k cirkulácii alebo premiešaniu vzduchu – do miestností sa privádza vždy čerstvý čistý

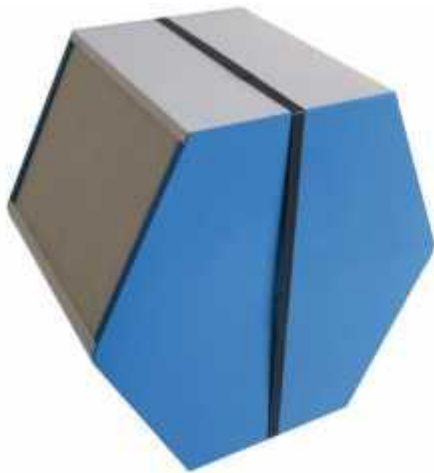
vzduch. Rekuperácia vráti do objektu späť teplo, ktoré by sa stratilo vetraním otvoreným oknom.



Obr. 1 Vetracie jednotky Zehnder sú štandardne vybavené krížovými protiprúdovými výmenníkmi tepla s prenosom tepla cez tenké plastové membrány na princípe protiprúdu. Zabezpečujú rovnomernú výmenu odvádzaného znečisteného a privádzaného čerstvého vzduchu s rekuperáciou až 95 %

Entalpické výmenníky

Problémy s nízkou vlhkosťou (najmä v zimnom období), keď klesá vonkajšia vlhkosť pod 20 %, a vysychanie drevených výrobkov v interiéri odstraňujú vetracie jednotky vybavené entalpickým výmenníkom (obr. 2). Ten dokáže v porovnaní s výmenníkom tepla odovzdávať z odvádzaného vzduchu do privádzaného čerstvého vzduchu nielen teplo, ale aj vysoký podiel (až 60 – 70 %) vzdušnej vlhkosti a tak pasívne, bez dodatočnej elektrickej energie, pomáhať optimalizovať relatívnu vlhkosť vzduchu v rodinnom dome. Entalpický výmenník zvyšuje zároveň komfort vetrania aj v zimnom období, keďže jednotka s entalpickým výmenníkom môže efektívne pracovať až do vonkajšej teploty približne $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ bez nutnosti znižovať výkon v dôsledku rizika zamrznutia výmenníka. Vďaka tomu netreba vo väčšine miest južnej a západnej časti SR riešiť dodatočnú ochranu proti zamrznutiu (napríklad zemný výmenník tepla alebo elektrický predhrievač), ktorá zvyšuje obstarávacie náklady a náklady na elektrickú energiu. V rámci horských oblastí SR sa odporúčajú vetracie jednotky s entalpickým výmenníkom aj elektrickým predhrievaním, ktoré pracujú na 100-percentný výkon až do -20 až $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 2 Entalpické výmenníky Zehnder sa vďaka inovatívnej konštrukcii s polymérovými membránami jednoducho čistia prepláchnutím alebo ponorením do vody, vďaka čomu sa mnohonásobne zvyšuje ich životnosť bez znižovania účinnosti rekuperácie. Špeciálna antibakteriálna vrstva polymérovej membrány Microban zabraňuje možnosti prestupu odvádzaných pachov, mikrobov a škodlivín a zachováva vysoko hygienické prostredie. Tieto výmenníky novej generácie sa dodávajú k všetkým vetracím jednotkám Zehnder ComfoAir s prietokom vzduchu 160, 200, 350 aj 550 m³/h a zároveň dodatočne aj ku skôr zakúpeným jednotkám so štandardným výmenníkom tepla

Vetracie jednotky

Základným parametrom vetracej jednotky je prietok vzduchu. Pri konkrétnom objekte sa volí jednotka s prietokom vzduchu, ktorý je stanovený podľa platných noriem, najmä v závislosti od jeho veľkosti a počtu osôb – užívateľov. Do jednej miestnosti, napríklad obývacej izby, sa navrhujú decentrálne vetracie jednotky s prietokom vzduchu 100 m³/h, ktoré majú prívod a odvod vzduchu priamo za jednotkou, s tým, že podľa vyústenia vzduchu na fasáde musia byť od seba vzdialené min. 1,5 m. Do jedného bytu sú určené centrálné vetracie jednotky s prietokom vzduchu 150 až 200 m³/h a rozvodom vzduchu do jednotlivých miestností. Do rodinných domov sa podľa ich veľkosti hodia jednotky s prietokom od 350 do 550 m³/h. V bytových domoch a menších kancelárskych alebo multifunkčných objektoch sa v rámci internej alebo externej inštalácie využívajú jednotky s prietokom od 800 do 7 000 m³/h.

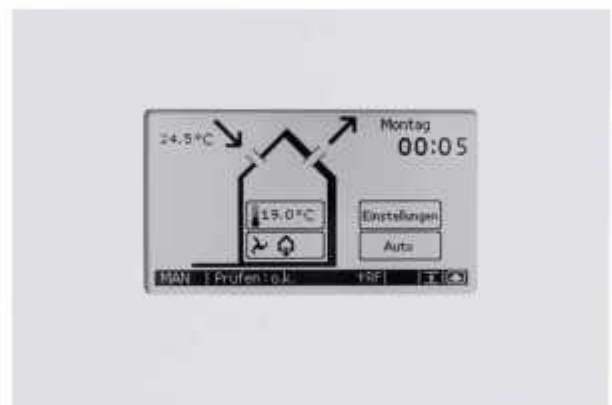
Účinnosť vetracích jednotiek

Účinnosť vetracích jednotiek je daná účinnosťou rekuperácie vo výmenníku tepla. Celkom určite je určujúcim kritériom pri voľbe jednotky, lebo oddeľuje lacné jednotky s účinnosťou okolo 60 až 70 % a kvalitné produkty s účinnosťou vyššou ako 90 %. Je pritom nevyhnutné poznamenať, že výrobcovia často uvádzajú účinnosť, ktorú nemožno v skutočnosti dosiahnuť. Z tohto dôvodu sa stále viac vyhľadávajú vetracie jednotky s certifikátom uznávaného inštitútu Passivhaus Institut, v ktorom je uvedená minimálna účinnosť rekuperácie vetracích jednotiek pri vyváženom prietoku

vzduchu. Ďalšou významnou súčasťou jednotiek sú ventilátory. Napríklad vetracie jednotky Zehnder využívajú ventilátory s jednosmernými EC motormi so zníženým podielom trenia, s nízkou spotrebou elektrickej energie a tichým chodom. O hospodárnosti ich prevádzky vypovedá najlepšie údaj o energetickej účinnosti, ktorý je uvedený v certifikáte od Passivhaus Institut – pri jednotke ComfoAir 350 je to $0,29 \text{ Wh/m}^3$ (max. hranica na získanie tohto certifikátu je $0,45 \text{ Wh/m}^3$).

Ovládanie a ostatné príslušenstvo

Pre užívateľov je, samozrejme, veľmi dôležité ovládanie, ktoré by malo umožniť reguláciu prietoku vzduchu a pritom by malo byť čo najjednoduchšie. Pri riadenom vetraní možno spravidla regulovať intenzitu vetrania manuálne v niekoľkých úrovniach, a to automaticky podľa denného času, požadovanej hladiny CO₂ alebo podľa úrovne relatívnej vlhkosti vzduchu, teploty či ich kombinácií (obr. 3). Ovládací panel možno umiestniť napríklad na stenu v obývacej izbe, odkiaľ bude komunikovať s vetracou jednotkou. Okrem základných údajov, ako sú dátum, čas, nastavená teplota, prietok vzduchu, nastavený program ventilácie, ukazuje displej aj výzvy na vykonanie údržby – ako napríklad čistenie alebo výmena filtrov či čistenie ventilov. Dočasné nastavenie vetracej jednotky na najvyššiu úroveň vetrania na účely čo najrýchlejšieho odvetrania vlhkosti z kúpeľne po sprchovaní sa môže zabezpečiť pomocou rázového kúpeľňového spínača. Teplý odvádzaný vzduch sa vo výmenníku ochladzuje privádzaným vonkajším vzduchom. To spôsobuje, že sa vo výmenníku zráža vlhkosť odvádzaného vzduchu. Z toho dôvodu sa musí jednotka napojiť cez odpadový sifón na odvod kondenzátu. O čistotu vzduchu privádzaného do miestností a o ochranu jednotky sa starajú filtre. V každej jednotke bývajú dva filtre – na prívode vzduchu do jednotky a na odvode vzduchu (jemný filter). K ďalšiemu príslušenstvu jednotky patria montážny sokel na postavenie na zem (jednotky sa môžu zvyčajne aj zavesiť), pripojovacie potrubie, predohrev vzduchu, tlmiče hluku a rozdeľovače.

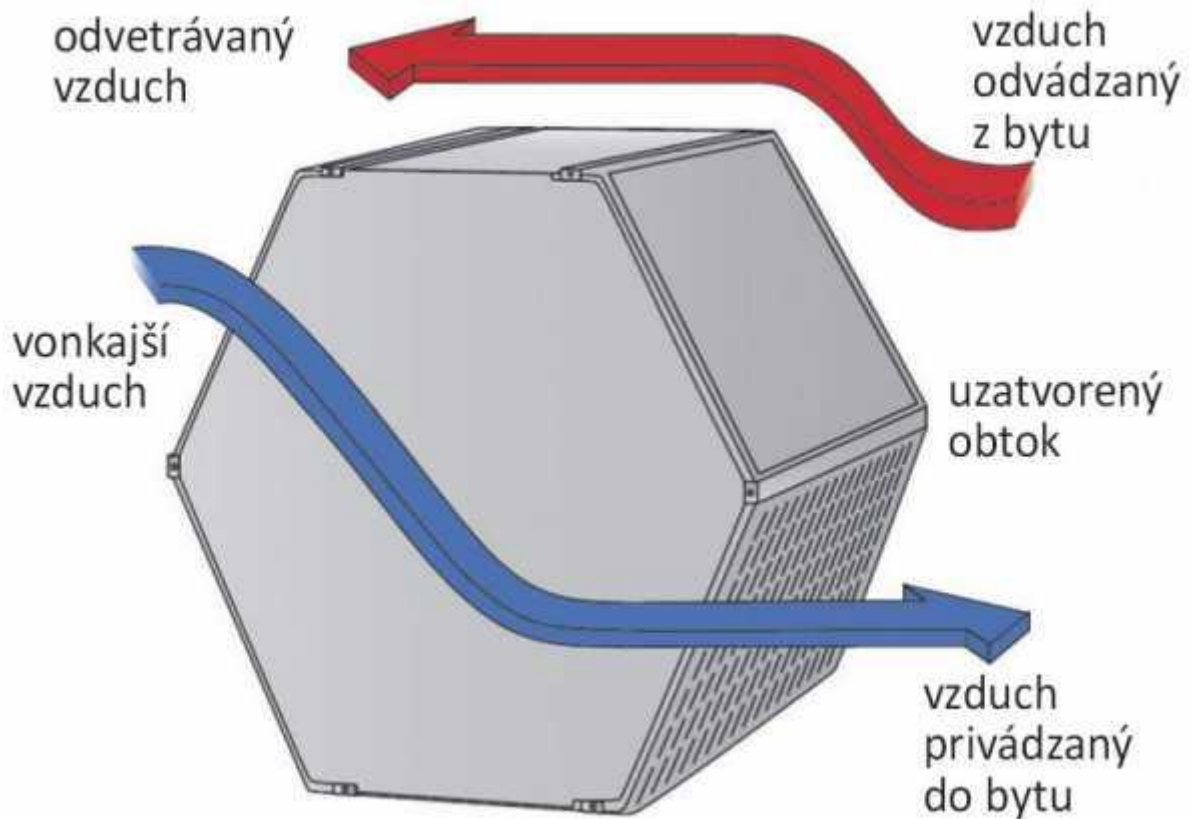


Obr. 3 Vetrací systém Zehnder sa riadi jednoducho obsluhovateľnou a programovateľnou ovládacou jednotkou ComfoSense s digitálnym displejom alebo jednotkou CC Luxe s dotykovým displejom. Umožňujú regulovať intenzitu vetrania manuálne v 4 úrovniach vetrania, automaticky

podľa denného času, požadovanej hladiny CO² alebo úrovne relatívnej vlhkosti vzduchu, podľa teploty či ich kombinácií. Po krátkej inštrukčii nemajú užívatelia žiadny problém s reguláciou vetrania. Digitálny panel ComfoSense má tlačidlový panel, CC Luxe sa ovláda pomocou dotykovej obrazovky a navyše umožňuje riadiť chladiacu jednotku ComfoCool

Letný obtok (by-pass)

Počas chladnejších nocí v letnom období možno okrem normálneho vetrania oknami používať aj automatickú funkciu obtoku, inak sa vyplatí využívať systém vetrania s rekuperáciou tepla. Tento obtok vedie odvádzaný vzduch okolo výmenníka tepla (obr. 4), čím sa zamedzí, aby sa privádzaný „chladnejší“ vzduch ohrieval teplým odvádzaným vzduchom. Parametre na automatické zapnutie obtoku sú nastavené ovládacou jednotkou.



Obr. 4 Počas chladnejších nocí v letnom období možno okrem normálneho vetrania oknami používať aj automatickú funkciu obtoku

Chladienie

Ochladený vonkajší vzduch je veľmi príjemný najmä v dusných letných dňoch. Možno ho zabezpečiť dvomi spôsobmi: buď zemným výmenníkom využívajúcim konštantnú teplotu zeminu na ochladenie alebo predhriatie vzduchu, alebo chladiacou jednotkou. V chladiacej jednotke ComfoCool od firmy Zehnder (obr. 5) sa počas teplých letných dní privádzaný vonkajší vzduch

aktívne ochladzuje a zvlhčuje pomocou tepelného čerpadla. V boxe jednotky sú integrované výparník, kompresor, kondenzátor a expanzný ventil. Nesmie sa však zabudnúť na odvod kondenzátu. Chladiaca jednotka sa inštaluje na vetraciu jednotku a riadi sa rovnakým ovládaním ako vetracia jednotka. Možno na nej nastaviť požadovanú teplotu – na jej dosiahnutie sa chladiaca jednotka automaticky zapína a vypína. Oproti klimatizačným jednotkám má chladiaca jednotka pomerne malý výkon 2,2 kW. Na druhej strane, spoločne s vetracou jednotkou dodáva do vnútorných priestorov čerstvý ochladený a „odvlhčený“ vzduch bez nepríjemného prievnu a s minimálnou hlučnosťou. V kombinácii s vonkajším zatienením okien zabezpečí vzduch v interiéri s teplotou o 6 až 8 °C nižšou, než má vonkajší horúci vzduch, takže predstavuje veľmi vhodné a dostatočné riešenie do rodinných domov a menších kancelárskych objektov.



Obr. 5 Príklad chladiacej jednotky Zehnder ComfoCool inštalovanej na vetraciu jednotku ComfoAir 550

Ochrana pred mrazom

Vetracie jednotky mávajú zariadenie, ktoré zabezpečuje ochranu pred mrazom. Tento automatický ochranný systém dočasne zníži rýchlosť ventilátora na prívode a tým obmedzí, alebo dokonca na chvíľu zastaví prívod vonkajšieho vzduchu do jednotky, ak v nej existuje riziko námrazy. Taká situácia môže nastať v prípade miernych až prudkých mrazov v zimných mesiacoch. Samozrejme, touto nevyváženou ventiláciou dochádza k obmedzeniu komfortu vnútorného prostredia, preto existujú možnosti, ako tomu predísť:

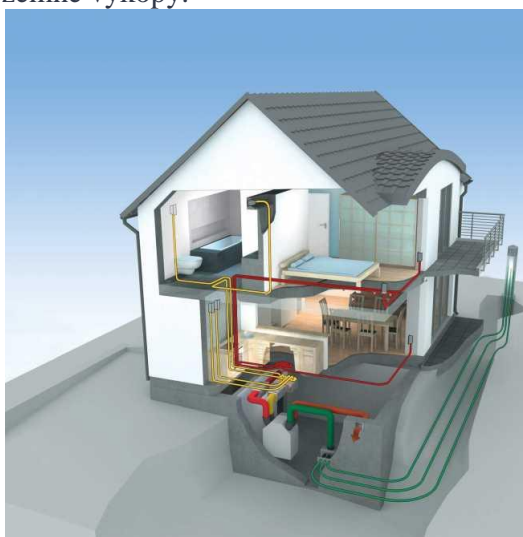
- použitím zemného vzduchového výmenníka,
- použitím zemného kvapalinového výmenníka,
- entalpickým výmenníkom,
- elektrickým predhrievačom osadeným na vstupe vetracej jednotky.

Zemné výmenníky tepla

Tieto výmenníky tepla využívajú relatívne konštantnú teplotu zeminy (od 8 °C v zime až po 12 °C v lete) na predhriatie (v zime) alebo ochladenie (v lete) privádzaného čerstvého vonkajšieho vzduchu. Predhriaty vzduch zvyšuje v zimnom období teplotu privádzaného čerstvého vzduchu do miestnosti, čím ešte viac znižuje náklady na vykurovanie a zároveň chráni vetraciu jednotku proti námraze. Môžeme voliť z dvoch typov výmenníkov:

Vzduchový výmenník tepla

Pri tomto type sa vonkajší čerstvý vzduch nasáva do vetracej jednotky cez potrubie s priemerom približne 110 mm a s dĺžkou asi 40 až 50 m uložené v hĺbke minimálne 1,2 m v zemi (obr. 6). Potrubie musí mať sklon 2 až 3 % smerom k vetracej jednotke, kde sa musí zabezpečiť odvod kondenzátu. Tento výmenník tepla má pomerne malú účinnosť v pomere k nemalým nákladom na zemné výkopy.



Obr. 6 Vzduchový zemný výmenník od firmy Zehnder s paralelným vedením troch rúrok umožňuje čistenie rúrok a ušetrí náklady za kratší výkop, keďže má vďaka paralelnému vedeniu rúrok celkovú dĺžku maximálne 15 m

Zemný kvapalinový výmenník

Zemný kvapalinový výmenník (obr. 7) využíva na temperovanie privádzaného vzduchu zemnú sondu alebo soľankový kolektor – uzavretý okruh potrubia s nemrznúcou kvapalinou s dĺžkou približne 60 m, uložený takisto minimálne v hĺbke 1,2 m v zemi. Tepelná energia získaná soľankou zo zeminy sa využitím výmenníka tepla zapojeného pred vetracou jednotkou odovzdáva do nasávaného čerstvého vzduchu. Na jar a na jeseň, keď majú vonkajší vzduch a zem podobnú teplotu, je úspornejšie privádzaný vzduch netemperovať. Preto sa čerpadlo soľankového zemného výmenníka aktivuje len v prípade potreby. Oproti vzduchovému zemnému výmenníku je kvapalinový výmenník efektívnejší a cení sa najmä pri ochladení vzduchu v lete a ochrane jednotky proti námraze v zimnom období.



Obr. 7 Kvapalinový soľankový zemný výmenník tepla Zehnder ComfoFond-L s dĺžkou potrubia do 60 m. Vďaka jednoduchej inštalácii zemného výmenníka pred vetracou jednotku je ideálnym riešením na zvýšenie komfortu ochladením vzduchu v lete a predhriatie vzduchu v zime, ako do rodinných a bytových domov, tak aj nehnuteľností so spodnou vodou

Kompaktné vetracie jednotky

V ponuke výrobcov sa objavujú aj menšie jednotky s kompaktným tvarom na vetranie bytov až do veľkosti obytnej plochy 120 m² (obr. 8). Ponúkajú mimoriadne úsporné celkové riešenie na montáž komfortného vetrania s rekuperáciou tepla v nových alebo rekonštruovaných bytoch v bytových domoch. Vetracie jednotky majú mimoriadne malé rozmery, preto ich možno vstavať do kuchynskej závesnej skrinky alebo výklenku v stene, kam sa ukryjú aj všetky ostatné komponenty – napríklad tlmič hluku, rozdeľovač, pripojovací box a pod. Potrubie na prívod vonkajšieho čerstvého a odvod spotrebovaného vzduchu možno umiestniť nad kuchynskú linku. Rozvod čerstvého vzduchu do jednotlivých izieb a odvod vzduchu z WC a kúpeľne sa umiestňujú do podhl'adu predsieni alebo chodby.



Obr. 8 Inteligentné riešenie predstavuje nový kompaktný systém vetrania od firmy Zehnder do bytov s podlahovou plochou až 120 m². Centrálne vetracia jednotka Zehnder ComfoAir 180 má mimoriadne malé rozmery 680 × 560 × 280 mm, a preto ju možno bez problémov inštalovať do kuchynskej závesnej skrinky alebo aj do výklenku v stene. Vďaka entalpickému výmenníku môže navyše regulovať vlhkosť vzduchu.

Príklad výpočtu prevádzkových nákladov vetracej jednotky

Vetracia jednotka: Zehnder ComfoAir 350

Využívaný prietok vzduchu pri najvyššej intenzite vetrania: 200 m³/h

Vonkajší tlak: 1 225 Pa

Energetická účinnosť jednotky podľa inštitútu Passivhaus Institut: 0,29 W/m³/h

$0,29 \text{ W/m}^3/\text{h} \times 200 \text{ m}^3/\text{h} = 58 \text{ W}$

$58 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} = 508 \text{ kWh}$ za 1 rok

Maximálna spotreba elektrickej energie vetracou jednotkou

$508 \text{ kWh} \times \text{cca } 0,18 \text{ €/kW} = 91,44 \text{ €/1 rok}$, t. j. 7,62 €/mesiac

Priemerná spotreba elektrickej energie vetracou jednotkou

Pri priemernom vetraní rodiny, v ktorej sú rodičia cez deň v práci a deti v škole, je spotreba najviac 1/3 z maximálnej spotreby = 30,60 €/1 rok, t. j. asi 2,55 €/mesiac.

Spotreba elektriny je teda veľmi nízka a vďaka úspore nákladov na vykurovanie rekuperáciou tepla sa mnohonásobne vyplatí.

Náklady na výmenu filtrov

Vo vetracej jednotke sú dva filtre. Odporúča sa výmena filtrov 1- až 2-krát za rok podľa miesta inštalácie. Cena jednej súpravy filtrov sa pohybuje okolo 47 €.

Celkové prevádzkové náklady na vetraciu jednotku: asi 78 €/rok

Podľa výpočtov niektorých užívateľov sú úspory pri nákladoch na vykurovanie 15-krát vyššie než prevádzkové náklady zariadenia.

K najmodernejším rekuperačným jednotkám patrí Zehnder ComfoAir 350, ktorá spája vysokú účinnosť a spoľahlivosť s jednoduchou obsluhou a údržbou. Jej vysokú kvalitu podčiarkuje získanie certifikátu od uznávaného inštitútu Passivhaus Institut. Je štandardne vybavená výkonnými EC ventilátormi s maximálnym prietokom 370 m³/h pri tlakovej strate 100 Pa, integrovaným protiprúdovým výmenníkom tepla s účinnosťou rekuperácie až 95 %, automatickým letným obtokom (by-passom) a filtrami triedy G4/F7. Jednoduchá údržba zahŕňa čistenie a výmenu filtrov a raz za 3 až 4 roky vyčistenie výmenníka. Má energetickú účinnosť 0,29 Wh/m³, rozmery 851 × 702 × 572 mm a hmotnosť 39 kg. Voliteľné príslušenstvo zahŕňa: entalpický výmenník s rekuperáciou vlhkosti až 70 %, elektrický a teplovodný predohrev, zemný výmenník, chladiacu jednotku a bezdrôtové ovládanie.

Jednotka Zehnder ComfoAir 350 je štandardne nastavená na tieto úrovne vetrania:

- nastavenie v neprítomnosti – 38 m³/h pri 3 Pa, výkon 10 W, hlučnosť 36 dB,
- nízka intenzita vetrania – 100 m³/h pri 20 Pa, výkon 21 W, hlučnosť 49 dB,
- stredná intenzita vetrania: 150 m³/h pri 65 Pa, výkon 44 W, hlučnosť 59 dB,
- vysoká intenzita vetrania: 225 m³/h pri 150 Pa, výkon 105 W, hlučnosť 70 dB,
- maximálna intenzita vetrania: 325 m³/h pri 235 Pa, výkon 243 W, hlučnosť 75 dB.

Zehnder ComfoAir 350 má analógové vstupy (0 – 10 V) na pripojenie rôznych snímačov a riadiacích ovládacích panelov:

- snímač CO₂ na reguláciu prietoku na základe úrovne oxidu uhličitého,
- snímač vlhkosti na reguláciu prietoku podľa úrovne vlhkosti,
- kúpeľňový spínač na dočasnú voľbu najintenzívnejšej ventilácie na čo najrýchlejšie odstránenie nadbytočnej vlhkosti po sprchovaní,
- digitálny ovládací panel CC Ease,
- dotykový ovládací panel CC Luxe umožňujúci navyše ovládať chladiacu jednotku,
- bezdrôtové ovládanie.

TEXT: Ing. Jiří Štekr

Foto a obrázky: Zehnder Group

Autor pôsobí v spoločnosti Zehnder Group Czech Republic, s. r. o., ktorá sa okrem iného zaoberá systémami komfortného vetrania s rekuperáciou tepla na vytvorenie energeticky úsporného a zdravého vnútorného prostredia.