



HI-SMART: BALÍK VYŠŠIEHO VZDELÁVANIA PRE TAKMER NULOVÚ SPOTREBU ENERGIE A NÁVRH INTELIGENTNÝCH BUDOV

MODULE # 3

ČASŤ 6: VETRANIE REKUPERÁCIOU TEPLA

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS

6.1. ÚVOD

Budovy, ktoré sa dnes stavajú, musia spĺňať náročné energetické požiadavky, ktorých cieľom je znížiť vplyv stavebného sektora na spotrebu energie a emisie CO₂ (EPBD – smernica o energetickej hospodárnosti budov). Znepokojujúce sú aj renovácie starých budov (EÚ – vlna renovácie alebo Európska zelená dohoda), keďže množstvo budov, ktoré sa majú renovovať, poskytuje veľkú možnosť úspor energie. Nové a novozrekonštruované budovy sú teda vysoko izolované a majú vzduchotesné otvory (okná, dvere, atď.). Otázka vetrania a jeho energetickej náročnosti získava v takýchto budovách čoraz významnejšiu úlohu. Minimálne 50% tepelných strát je spôsobených vetraním v budovách postavených v súčasnosti.

Úloha vetrania však nesúvisí len s energetickou účinnosťou. Majitelia a dizajnéri sa musia pri spotrebe energie postarať o to, aby bol pre užívateľa k dispozícii dostatok čerstvého vzduchu (minimálna miera hygienického vetrania), aby sa zachovalo zdravie a pohoda, produktivita užívateľa. Nedostatočné vetranie môže spôsobiť poškodenie budovy alebo poškodenie zdravia obyvateľov (alergie – plesne; syndróm chorej budovy: únava, zápal dýchacích ciest; produktivita).

Ďalším stavebným prvkom, ktorý môže byť vetraním (alebo jeho nedostatkom) ovplyvnený, je plynový spotrebič s otvoreným spaľovaním, ktorý sa stále používa v mnohých existujúcich budovách na vykurovanie a prípravu teplej vody. Tento problém sa vyskytuje hlavne v prípade projektov renovácie, kde sa renovuje plášť budovy, ale systémy údržby budovy zostávajú nedotknuté. Plynové spotrebiče s otvoreným spaľovaním využívajú na zásobovanie spaľovacieho procesu vzduchom vzduch z miestnosti, kde sú inštalované. Aby sa predišlo poruchám a nehodám, musí byť k spotrebiču privádzaný dostatok vzduchu, čo môže v konečnom dôsledku viesť k zvýšeniu tepelných strát vetraním.

6.2. PROSTRIEDKY VETRANIA

Existuje niekoľko spôsobov, ako zabezpečiť vetranie obytných budov:

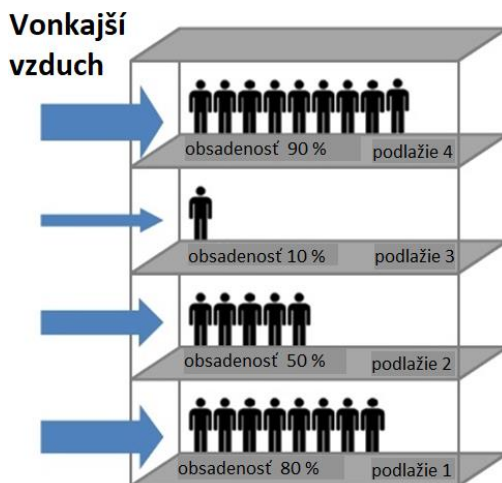
- Najjednoduchším, no zároveň najväčším plytvaním energiou je manuálne otváranie a zatváranie okien. Správny spôsob vetrania s ručným otváraním okien je nasledovný: Vetranie by malo byť krátke a efektívne – s priečnym prevetrávaním cez priestory.
- Ďalšou možnosťou je inštalácia prívodov vzduchu na okná (alebo dvere). Existuje niekoľko rôznych typov vstupných operácií: manuálne otváranie/zatváranie vstupu, hygroskopické operácie atď.

- Najsofistikovanejším a energeticky efektívnym riešením vetrania obytných budov sú mechanické vetracie jednotky s rekuperáciou tepla. Toto riešenie je potrebné podrobnejšie preskúmať neskôr.

Ako je uvedené vyššie, energetická náročnosť vetracích systémov môže byť znepokojujúca v prípade budov, ktoré sú postavené v súlade so súčasnými predpismi o energetickej účinnosti. Existujú však metódy, pomocou ktorých je možné znížiť energetickú náročnosť vetracieho systému, a to:

- prispôsobenie vetrania skutočným požiadavkám a/alebo,
- rekuperácia energie z vetrania - z odpadového vzduchu.

Úprava vetrania, t. j. riadené vetranie nastane, keď sa zistí potreba vetrania a prevádzkový čas sa skrúti s časom, keď vetranie nie je potrebné (obrázok 1).



Obrázok 1. Požiadavka riadeného mechanického vetrania [<https://www.horizon-engineering.com>]

Minimálna miera vetrania je stále potrebná, v závislosti od obsadenosti a potrieb budovy (nedostatočné vetranie by mohlo spôsobiť poškodenie budovy alebo poškodenia zdravia obyvateľov).

Poznámka: Počas obdobia pandémie Sars-Cov-2 sa neodporúčalo riadené vetranie. Namiesto toho sa odporúčalo zvýšiť intenzitu vetrania, aby sa nezvyšovala koncentrácia vírusu vo vnútorných priestoroch.

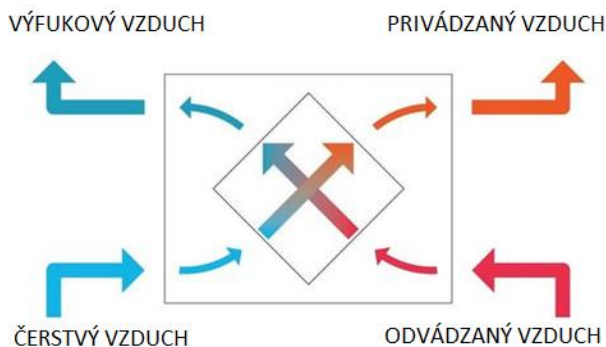
6.3. ÚLOHA REKUPERÁCIE TEPLA PRI VETRANÍ

Privádzaný vzduch sa v zime ohrieva a v lete niekedy ochladzuje. Použitím rekuperácie tepla vo vetracom systéme je možné znížiť tepelnú energiu potrebnú na vykurovanie.

Úlohou spätného získavania tepla je prispievať k úsporám energie a v mnohých európskych krajinách je nevyhnutnosťou, ak majú byť splnené požadované cieľové hodnoty stanovené smernicou EPB, najmä z klimatických dôvodov. Taktiež je potrebné udržiavať požadovanú kvalitu vnútorného vzduchu a tepelnú pohodu obyvateľov. [1]

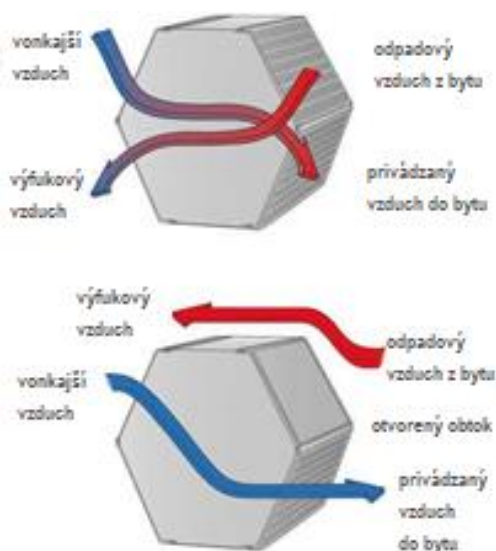
Prevádzka vetrania s rekuperáciou tepla

V zime: Rekuperáciou zvyškového tepla v odvádzanom vzduchu sa privádzaný čerstvý vzduch predhrieva a zvyšuje sa entalpia privádzaného vzduchu pred vstupom do miestností. Vetracie jednotky s rekuperáciou tepla zvyčajne získavajú asi 75–95 % tepla z odpadového vzduchu.



Obrázok 2. Mechanické vetranie so spätným získavaním tepla (MVSZT) v zime [passivehouseschool]

V lete: Horúci čerstvý vzduch vstupuje do jednotky, ochladzuje sa vo výmenníku tepla a ventilátor posúva vzduch do miestnosti. Z vlhkých miestností bytu je odvádzaný vlhký odpadový vzduch. Tento odstránený vzduch ochladzuje prichádzajúci vzduch vo výmenníku tepla. Ak je vonku chladnejšie počasie (nočná doba, zemný výmenník tepla), použije sa obtok a nedochádza k výmene tepla medzi prívodom a odvodom tepla. Činnosť obtoku je znázornená na obrázku 3.



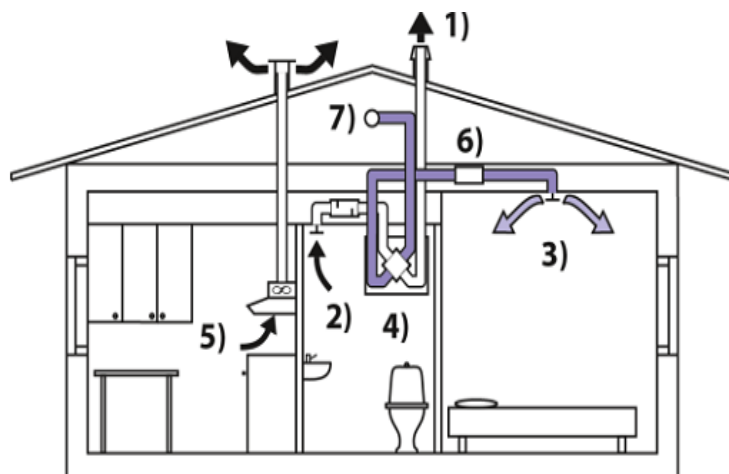
Obrázok 3. Prevádzka MVSZT v lete - obtok
[\[https://www.international.zehnder-systems.com/\]](https://www.international.zehnder-systems.com/)

Rekuperácia entalpického tepla (EHT)

V tomto prípade sa rekuperuje nielen teplo, ale aj vlhkosť z odpadového vzduchu. napr. v zime môže byť suchý čerstvý vzduch zvlhčený vlhkosťou z výfukového vzduchu. Na to, aby to fungovalo, je nevyhnutný predpoklad, a to je potrebná vnútorná emisia vlhkosti. V lete to funguje podobne, ale v opačnom smere; Vyfukovaný vzduch môže znížiť obsah vlhkosti prichádzajúceho čerstvého vzduchu.

6.4. NÁVRHY VETRACÍCH SYSTÉMOV S REKUPERÁCIOU TEPLA

Najbežnejším systémom v obytných budovách je, keď je vzduch privádzaný potrubím a ventilátorom vháňaný do obytných miestností a odvádzaný je potrubím s ventilátorom z kuchýň, kúpeľní a WC. Medzi týmito dvomi prúdmi vzduchu je umiestnené spätné získavanie (rekuperátor) tepla. Kuchynské digestory často odvádzajú aj odpadový vzduch, v tomto prípade bez rekuperácie tepla (pozri obrázok 4.)



Obrázok 4. Prevádzka mechanického vetrania v obytných budovách [1]

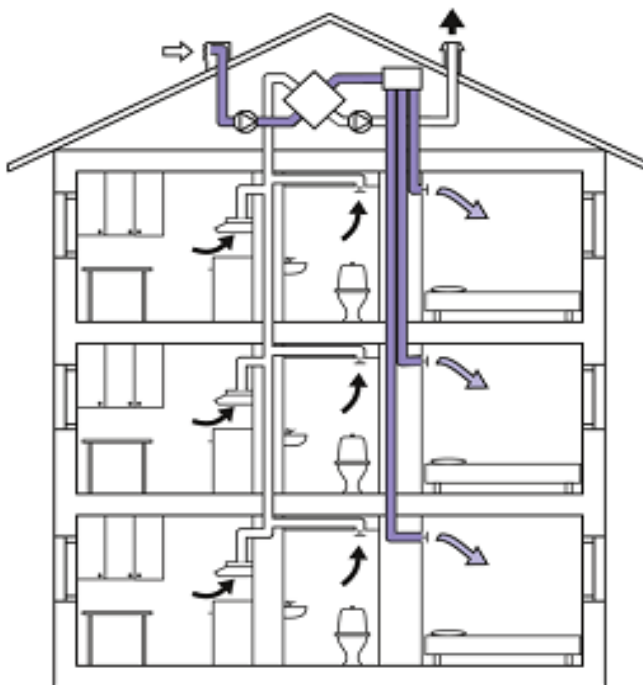
1 – odpadový vzduch, 2 – odvádzaný vzduch, 3 – prívod vzduchu do spálne,
4 – vetracia jednotka s rekuperáciou tepla, 5 – kuchynský odvod, 6 – tlmič hluku,
7 – nasávanie vonkajšieho vzduchu

Vonkajší vzduch je nasávaný zvonku (7) a prechádza do vetracej jednotky (4). Tu sa privádzaný vzduch ohrieva odvádzaným vzduchom vo výmenníku tepla, čiže sa získava teplo. Potom vzduch opäť prechádza potrubím do miest prívodu (3). V prípade potreby sa na zníženie hluku z vetracieho systému používajú tlmiče hluku (6). Odpadový vzduch je nasávaný z priestorov, ako sú kúpeľne/WC (2) a vzduch prechádza cez výmenník tepla/jednotku rekuperácie tepla, aby ohrieval prichádzajúci čerstvý vzduch.

V prípade bytových domov sa môžu na vetranie priestorov použiť systémy:

- centrálné,
- decentrálné,
- individuálne vetranie miestností.

Centrálne systémy



Obrázok 5. Centrálne mechanické vetranie v bytovom dome [1]

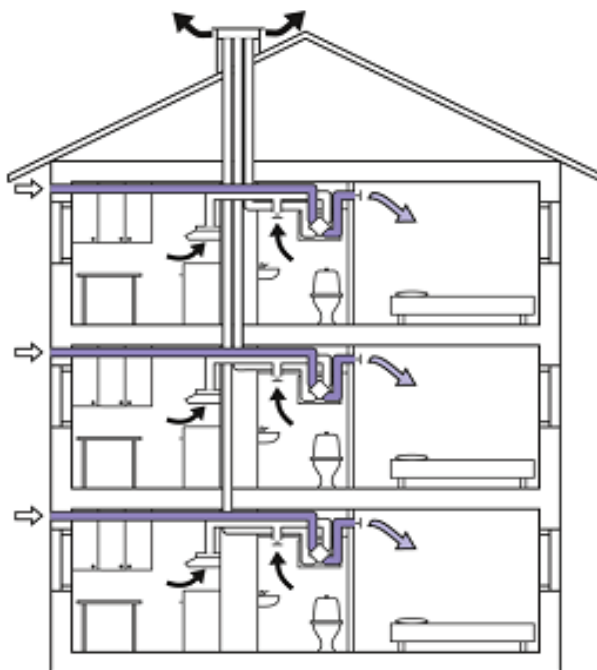
Koncept je podobný tomu, ktorý bol zavedený skôr pre obytné budovy. Jedna centrálna vetracia jednotka zásobuje byty v dome cez rozvody do spální a obytných miestností. Vzduch je odsávaný z kuchýň, kúpeľní a WC zvlášť z každého bytu. Výfukové kanály vstupujú do výmenníka tepla vetracej jednotky. Potom sa odpadový vzduch odstráni z budovy. Ovládanie tohto centrálného systému je v porovnaní s decentrálnym riešením o niečo zložitejšie. Údržba systému je však jednoduchšia.

Poznámka k obrázku 5

Schematický náčrt z príručky REHVA nastoľuje niekoľko praktických otázok, na ktoré treba upozorniť. Obrázok je užitočný, pretože je veľmi ľahké ho sledovať a pochopiť fungovanie systému. V skutočnosti si však umiestnenie rekuperačnej jednotky v podkroví vyžaduje veľkú pozornosť. Môže nastať riziko, že podkrovie nemá správnu izoláciu, a preto zariadenie na rekuperáciu tepla nebude schopné plniť svoju úlohu. Pri inštalácii v podkroví musí byť samotná jednotka pokrytá izoláciou. Ďalším problémom, ktorému je potrebné venovať pozornosť, je nasávanie čerstvého vzduchu zo strechy, keďže vo väčšine klimatických podmienok v Európe

môže sneh spôsobovať problémy s nasávaním vzduchu. Okrem toho v lete môže teplo zo strechy spôsobiť poruchu alebo nadmernú potrebu chladenia, ak sa odtiaľ odoberá vzduch.

Decentrálne systémy



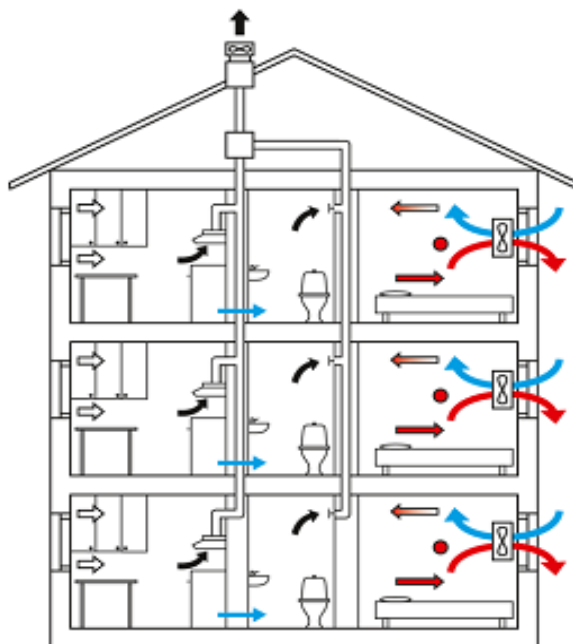
Obrázok 6. Decentrálne mechanické vetranie v bytovom dome [1]

V tomto prípade majú jednotlivé byty samostatné menšie vetracie rekuperačné jednotky inštalované v sekundárnom priestore (napr. WC). Čerstvý vzduch je nasávaný zvonku a ohrievaný odťahom vo vetracej jednotke bytu. Ohriaty vzduch je privádzaný do spální a obývacích izieb. Následne je vzduch odsávaný z kúpeľní, WC

alebo kuchýň a vedený do výmenníka tepla. Z vetracej jednotky je vzduch odvádzaný samostatným potrubím (každý byt má vlastné) do exteriéru.

Individuálne vetranie miestností

V prípade rekonštrukcie budov často nie je možné inštalovať potrubné systémy a centrálné jednotky na vetranie budov. Možným riešením vetrania/rekuperácie tepla je aplikácia izbových vetracích jednotiek.



Obrázok 7. Vetracie jednotlivých miestností s rekuperáciou tepla [1]

Vetracie jednotky sú inštalované v spálňach a/alebo obývacích izbách. Ak je tam starý mechanický výfukový systém, môže to mať významný vplyv na účinnosť týchto jednotiek. Ak je odpadový vzduch odvádzaný z kúpeľní alebo WC, prietok privádzaného vzduchu cez jednotku sa zvýši, čo vedie k nevyváženému stavu, keď je privádzaný objemový prietok vzduchu vyšší než objemový prietok odsávaného vzduchu cez jednotku.

Pre tento typ riešenia nie je možný útlm zvuku a v krajinách s chladným podnebím je potrebná stratégia odmrazovania.

6.5. DIZAJNOVÉ PARAMETRE

Pri návrhu vetracej jednotky s rekuperáciou tepla je potrebné zväžiť niekoľko parametrov:

- objemový prietok vzduchu
 - pre kvalitu vnútorného vzduchu v domácnostiach,
 - na odstraňovanie vlhkosti a škodlivín,
- spotrebu energie (elektrickej),
- hluk a prívian.



Požadované rýchlosti prúdenia vzduchu v domácnostiach

EN 16789-1 špecifikuje požadované množstvo vzduchu na osobu podľa kategórií:

- kategória I: 10 l/s
- kategória II: 7 l/s
- kategória III: 4 l/s

Dané hodnoty a rýchlosť výmeny vzduchu, ktorá je pre obytné budovy 0,5 1/h, sú základom pre návrh vetracích systémov systémov.

Nasledujúca tabuľka (Tabuľka 1.) obsahuje minimálne rýchlosti prúdenia vzduchu, ktoré sú potrebné v obytných budovách.

Tabuľka 1. Minimálne požadované rýchlosti prúdenia vzduchu v obytných budovách [1]

	Prívod (l/s)	Odvod (l/s)	Rýchlosť prúdenia (m/s)
Obývacia izba > 15 m ²	8+0,27 l/s,m ²		0,1
Spálňa > 15 m ²	14		0,1
Obývacia izba a spálňa 11-15 m ²	12		0,1
Spálňa < 11 m ²	8		0,1
WC		10	
Kúpeľňa		15	
Kuchyňa bez / s digestorom		8 / 25	

Objemový prietok privádzaného vzduchu by sa mal rovnať objemovému prietoku výfukového vzduchu, aby sa dosiahlo vyvážené vetranie. Pri práci z tabuľky je možné, že celkový objemový prietok privádzaného a odvádzaného vzduchu nebude rovnaký. V takýchto prípadoch by sa mala nižšia hodnota zvýšiť, aby sa splnila požiadavka na vyššiu hodnotu objemového prietoku vzduchu. V bytových bytoch zvyčajne prietok odvádzaného vzduchu určuje návrhový prietok vzduchu a objemový prietok privádzaného vzduchu sa musí zvýšiť, aby bol systém vetrania vyvážený.



Otázka kuchynských digestorov

V nových a vo vzduchotesných budovách odsávače pár nemôžu nasávať vzduch zvonku dovnútra, aby sa odstránilo znečistenie, takže prúdenie vzduchu musí byť kompenzované. Digestory sú významné zariadenia, ktoré pri prevádzke odsajú približne 25 l/s. Ak tento prúd vzduchu nie je kompenzovaný, v interiéri môže vzniknúť podtlak. Podtlak môže mať za následok, že napr. deti nevedia otvoriť dvere do miestnosti. Ak digestory nie sú kompenzované, je potrebné dbať na to, aby nadmerný podtlak nebol väčší ako 30 Pa – čo je hraničná hodnota pre otváranie dverí do miestnosti.

Hodnotenie

Pocit prievanu závisí od rýchlosti prúdenia vzduchu, teploty vzduchu a intenzity turbulencií. Hodnotenie konceptu (DR) je jedným z nepríjemných parametrov, ktorému je potrebné sa vyhnúť, preto sa ako návrhová hodnota odporúča maximálna stredná rýchlosť vzduchu 0,1 m/s. V tomto prípade je hodnota DR 10 %, čo znamená, že percento nespokojných z dôvodu konceptu je 10 %. EN 16798:1 [5] zahŕňa tento parameter lokálneho nepohodlia. (Pôvod: ISO 7730)

Je potrebné poznamenať, že existujú prípady, keď prievan môže zvýšiť pocit pohodlia cestujúcich. To platí napríklad v lete, kedy môže byť prievan príjemný a môžu byť povolené vyššie rýchlosti prúdenia vzduchu.

Hlučnosť

Hluk je problémom v obytných budovách, pretože ľudia sú citlivejší na hluk v pokojnejšom prostredí. Nasledujúca tabuľka (Tabuľka 2) obsahuje maximálne povolené hladiny akustického tlaku v rôznych priestoroch v obytnom prostredí.

Tabuľka 2. Návrh ekvivalentnej nepretržitej hladiny hluku [1]

Návrhová ekvivalentná nepretržitá hladina hluku, $LA_{eq,nT}$	dB (A)
Spáľňa	25
Obývací izba	30
miestnosť s vyššou vlhkosťou vzduchu	35

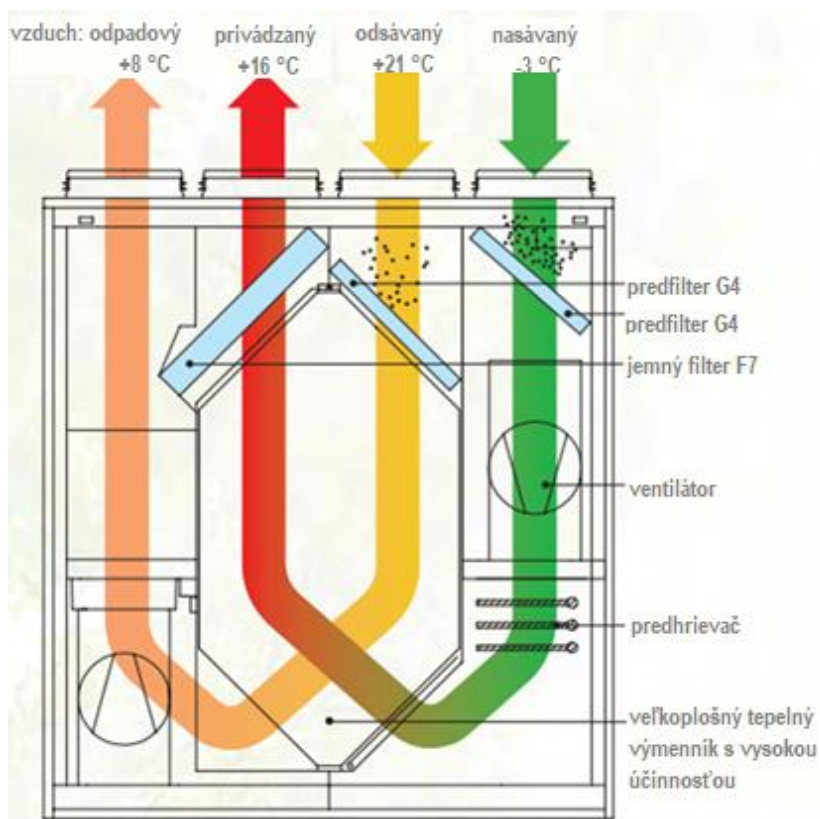
Je potrebné poznamenať, že hluk nie je problémom len v interiéri. Hladina hluku spôsobená vetraním nemôže presiahnuť hodnotu 45 dB(A) ani v exteriéri - na balkóne budovy alebo pri okne suseda.

6.6. SYSTÉMOVÉ PRVKY VETRACÍCH JEDNOTIEK SO SPÄTNÝM ZÍSKAVANÍM TEPLA

Najpodstatnejšou časťou rekuperačnej jednotky je samotný výmenník tepla.

Výmenníky tepla môžu byť rekuperačné, ako doskové výmenníky tepla, alebo regeneračné, ako sú rotačné výmenníky tepla.

Jednotka spätného získavania tepla



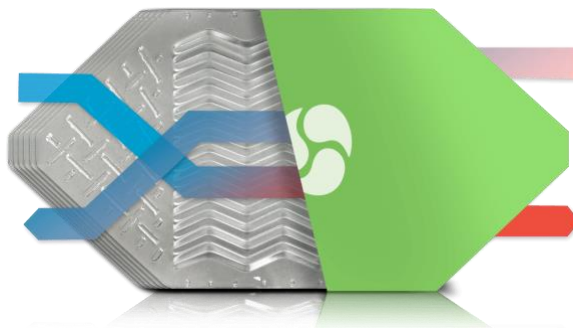
Princíp funkcie spätného získavania tepla

- | | |
|---|--|
| ■ = odvod | ■ = nasávanie |
| ■ = výfuk | ■ = privod |

Obrázok 8. Princíp funkcie jednotky spätného získavania tepla (SZT)

[www.heliosventilatoren.de] [2]

Doskové výmenníky tepla sa používajú protiprúdovo, pretože toto riešenie je pre takéto úlohy rekuperácie tepla efektívnejšie. Doskové výmenníky tepla pozostávajú z tenkých kovových vrstiev (hliník alebo oceľ), ktoré sú usporiadané tak, že z jednej strany do jednotky vstupuje odvádzaný vzduch a vymieňa si teplo s privádzaným čerstvým vzduchom, pričom vstupuje do jednotky z opačného smeru a prúdi do rôznych vrstiev jednotky. Tým sú oba prúdy navzájom utesnené, cez kovové rebrá sa prenáša iba teplota. [3]



Obrázok 9. Činnosť doskového výmenníka tepla

[\[https://ericorporation.com/products/aluminum-plate-counterflow-heat-exchanger/\]](https://ericorporation.com/products/aluminum-plate-counterflow-heat-exchanger/)

Poznámka: Vzhľadom na pandémiu Sars-Cov-2 je prevádzka doskových výmenníkov tepla bezpečná; nenesie žiadne riziká (žiadna kontaminácia nasávaného vzduchu), rotačné výmenníky tepla je potrebné preskúmať na netesnosť vzduchu – netesnosť nesmie byť väčšia ako 5 %, aby mohli byť prevádzkované.

Výhody protiprúdových výmenníkov tepla používaných v systéme vetrania:

- vysoká citlivá rekuperácia tepla,
- úplné oddelenie prúdu čerstvého a odpadového vzduchu – žiadny prenos zápachu alebo vlhkosti,
- účinnosť rekuperácie tepla až 93 %,
- hliník je odolný voči korózii.

Nevýhody protiprúdových výmenníkov tepla používaných v systéme vetrania:

- za určitých podmienok môže vo výmenníku tepla dôjsť ku kondenzácii, v tomto prípade musí byť skondenzovaná voda bezpečne odstránená,
- výmenníky tepla sú citlivé na vytvorenie námrazy.

Rotačné výmenníky tepla



Obrázok 10. Rotačný výmenník tepla

[\[https://ericorporation.com/products/rotary-heat-exchanger/\]](https://ericorporation.com/products/rotary-heat-exchanger/)

Prevádzka rotačných výmenníkov tepla [3]:

V zime sa rotačný výmenník tepla ohrieva vzduchom odvádzaným zvnútra, zatiaľ čo vonkajší vzduch sa ohrieva z výmenníka tepla.

V lete sú rotačné výmenníkové fólie chladené odvádzaným vzduchom a teplo je odovzdávané nasávanému vzduchu.

V rotačných výmenníkoch sa prenáša aj vlhkosť, pretože fólie kolesa sú potiahnuté materiálmi, ktoré môžu vlhkosť absorbovať a vlhkosť uvoľňovať (hygroskopická úprava).

V takomto výmenníku tepla teda dochádza k výmene citeľného tepla (v dôsledku teplotného rozdielu), ako aj k výmene latentného tepla (v dôsledku kondenzácie - vyparovania).

Koleso sa otáča medzi dvoma prúdmi vzduchu, napr. akonáhle sa zahreje na jednej strane, otáča sa na druhú, aby sa zohrial studený prúd.

Účinnosť takéhoto rotačného výmenníka tepla je až 85 %, pričom vytvorenie námrazy je zriedkavý problém, preto je možné ho použiť v chladnom podnebí. Prenos vlhkosti môže byť výhodou aj v chladnom podnebí, pretože sa dá vyhnúť nízkej relatívnej vlhkosti v interiéri.

Je potrebné venovať pozornosť tomu, že rotačné výmenníky tepla nemusia byť použiteľné v prípade malých bytov s vysokou hustotou obyvateľov.

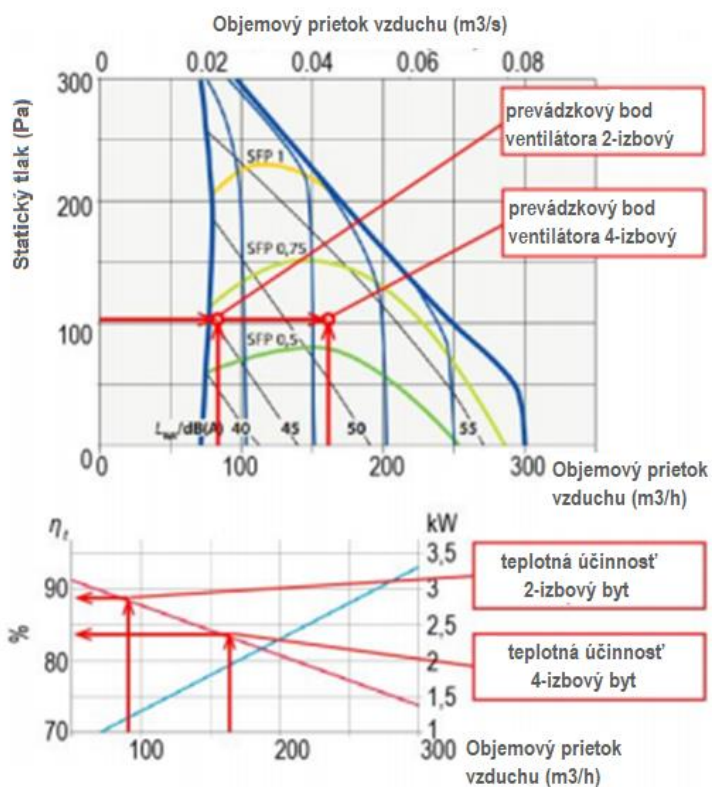
Výber rekuperačných jednotiek [1]:

Aby bolo možné vybrať jednotku rekuperácie tepla:

- musí byť známy návrhový prietok vzduchu (súčet prietokov vzduchu v miestnosti)
- musí sa byť určený predpokladaný pokles tlaku v potrubí (skutočný pokles tlaku bude potrebné vypočítať neskôr):
 - o pre menšie byty môže byť počiatočná hodnota poklesu tlaku 100 Pa,
 - o pre bytové domy počiatočná hodnota tlakovej straty môže byť 200 Pa,
 - o aby sa zohľadnili poklesy tlaku spôsobené počas prevádzky (napr. filtre), pridáva sa hodnota tlakovej straty 50 Pa.

Na základe týchto údajov je možné vybrať jednotku z katalógov výrobcov.

Po výbere jednotky je k dispozícii špecifický výkon ventilátora.



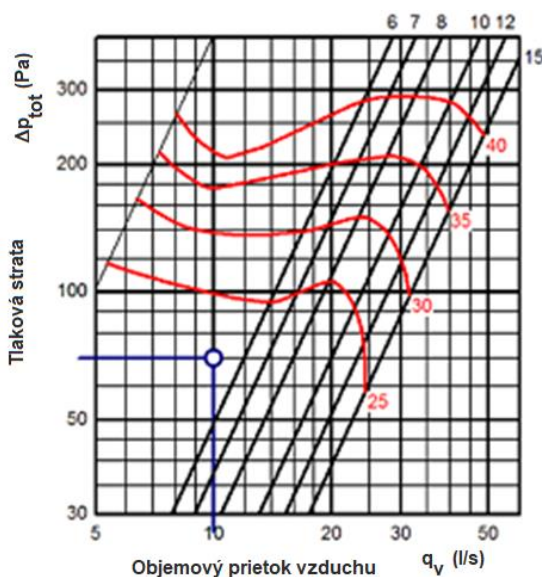
Obrázok 11. Príklad na určenie špecifického výkonu ventilátora podľa diagramu [1]

Na obrázku 11 je možné vidieť príklad schémy vzduchotechnickej jednotky, ktorý je prevzatý z katalógu na určenie špecifického výkonu ventilátora, ktorý je potrebný na zabezpečenie potrebného prietoku vzduchu. Na diagrame sú znázornené dva prípady: prevádzkový bod ventilátora pre 2-izbový a prevádzkový bod ventilátora pre 4-izbový byt. Pracovný bod ventilátora by mal byť v strede prevádzkovej oblasti s čistými filtrami, aby pri zvýšení poklesu tlaku v dôsledku znečisteného filtra bolo možné udržať prietok.

Vzduchové koncové jednotky

Požiadavky na vzduchové koncové zariadenia [1]:

- Zariadenie musí byť tak volené, aby privádzaný vzduch dosiahol obsadenú zónu.
- Difúzory a výfukové mriežky by mali mať možnosť nastavenia poklesu tlaku, aby sa mohli dosiahnuť požadované prietoky.
- Tlaková strata difúzorov a mriežok nesmie byť príliš vysoká, pretože to má za následok vyšší výkon ventilátora a zvýšenú spotrebu energie.
- Difúzory a mriežky nesmú spôsobovať hluk.



Obrázok 12. Diagram výberu pre napájací difúzor [1]

Na obrázku 12 je možné vidieť príklad schémy výberu pre napájacie difúzory. Červené čiary sú hladiny akustického tlaku. Modré čiary označujú prípad, keď je prietok vzduchu 10 l/s a hladina akustického tlaku je nižšia ako 25 dB. Os „x“ predstavuje objemový prietok vzduchu (l/s), zatiaľ čo os „y“ predstavuje hladinu akustického odporu (Pa).



Umiestnenie komponentov systému

Je potrebné dbať na to, aby bola vzduchotechnická jednotka umiestnená tak, aby bolo možné ju pohodlne napojiť na potrubie, elektrickú sieť a odvod kondenzátu a zároveň s dostatočným priestorom a prístupom pre budúcu údržbu. Jednotky by mali byť umiestnené vo vnútri objektu (napr. kuchyňa, chodba, kúpeľňa).

Vzduchové koncové zariadenia (prívod a odvod) by mali byť umiestnené v miestnostiach s účinnou výmenou vzduchu.

Potrubie

Potrubie by malo mať také rozmery, aby zabezpečilo požadované objemové prietoky vzduchu a rýchlosti prúdenia v rámci povolených limitov týkajúcich sa hluku a energie. Špeciálne polymérové potrubia poskytujú extra tlmenie hluku, nízky odpor a hygienický transport vzduchu.

6.7. VÝPOČET POKLESU TLAKU

Výpočet poklesu tlaku pozostáva:

- pokles tlaku v dôsledku trenia,
- pokles tlaku v jednotlivých prvkoch potrubia, ako sú ohyby, vetvy, vzduchové koncovky, klapky.

Pokles tlaku v dôsledku trenia (podľa základov dynamiky tekutín):

- závisí od rozmerov potrubia a rýchlosti prúdenia vzduchu,
- potrubie by malo byť dimenzované tak, aby pokles tlaku trením nepresiahol hodnoty 0,6 až 1 Pa/m,
- rýchlosti prúdenia vzduchu sa musia kontrolovať na hluk.

Pokles tlaku v jednotlivých prvkoch potrubia závisí od:

- rýchlosti prúdenia vzduchu,
- súčiniteľa tlakovej straty prvkov potrubia.

$$\Delta p = \xi \cdot p_d \quad (\text{Pa})$$

kde:

Δp – pokles tlaku (Pa),

ξ – súčiniteľ tlakovej straty (-),



p_d – dynamický tlak (Pa).

Filtre

Existuje množstvo smerníc (národná úroveň, úroveň EÚ atď.), ktorými sa možno riadiť pri výbere filtrov pre vetráciu jednotku. Tu sú spomenuté dve:

- a) Cieľ podľa smernice EÚ 2008/50
 - ročný priemer pre PM10 by mal byť < 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a pre PM2,5 by mal byť < 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- b) usmernenie WHO
 - cieľ pre ročnú priemernú hodnotu pre PM10 je < 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a pre PM2,5 je < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dá sa povedať, že aplikáciou súčasnej dostupnej filtračnej technológie je možné splniť prísnejší cieľ WHO.

Miestne vonkajšie hodnoty PMx možno nájsť v databáze znečistenia okolitého ovzdušia WHO. Odporúča sa meniť filtre, keď sa počítačový pokles tlaku zdvojnásobí alebo aspoň raz za rok.

6.8. ŠPECIFICKÝ VÝKON VENTILÁTORA A SPOTREBA ELEKTRICKEJ ENERGIE VENTILÁTORA

Výpočet poklesu tlaku požadovaného/navrhnutého systému umožňuje presné výpočty špecifického výkonu ventilátora (SFP).

Pre zohľadnenie nárastu tlakovej straty filtrov počas prevádzky je potrebné pridať 50 Pa. Po získaní špecifického výkonu ventilátor možno odhadnúť ročnú spotrebu energie:

Ročná spotreba elektrickej energie ventilátora:

$$E_v = \text{SFP} \cdot q_v \cdot \tau \quad (\text{kWh})$$

Kde:

E_v – spotreba elektrickej energie (kWh),

SFP – špecifický výkon ventilátora ($\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$),

q_v – objemový prietok vzduchu (m^3/s),

τ – doba prevádzky (h).

Účinnosť rekuperácie tepla (známa aj ako tepelný pomer) a špecifický výkon ventilátora popisujú tepelnú a elektrickú účinnosť vetracích jednotiek. SFP popisuje účinnosť pohybu vzduchu, ktorá je založená na prietoku a celkovom príkone.

$$SFP = P/q_v \quad (\text{kW}/(\text{m}^3\text{s}))$$

Kde:

P - celkový príkon vetracej jednotky vrátane ventilátora, pohonu a ovládacích prvkov (kW),

q_v – objemový prietok vzduchu (m^3/s).

Účinnosť rekuperácie tepla možno vypočítať podľa EN 13141-7 [6] pre bytové vetracie jednotky. Obrázok 13 pomáha pochopiť, ako sa berú pomery teploty a pomery objemového prietoku, aby sa dala vypočítať účinnosť dodávky a výfuku.

$$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}} \quad (-)$$

$$\eta_{t,exh} = \frac{t_{12} - t_{11}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m11}}{q_{m22}} \quad (-)$$

Kde:

t_{22} - teplota privádzaného vzduchu ($^{\circ}\text{C}$),

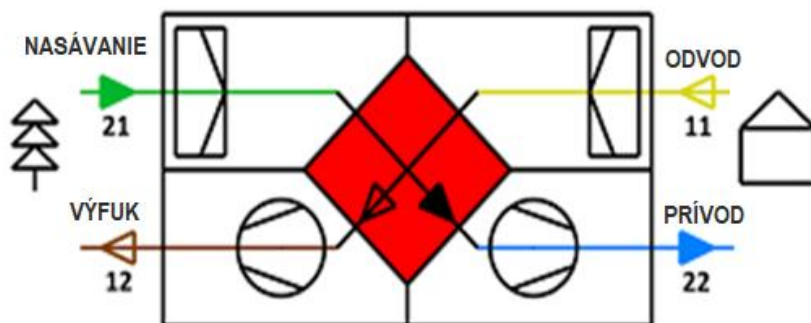
t_{21} - teplota vonkajšieho vzduchu ($^{\circ}\text{C}$),

t_{11} - teplota odvádzaného vzduchu z miestnosti ($^{\circ}\text{C}$),

t_{12} - teplota odvádzaného vzduchu z jednotky ($^{\circ}\text{C}$),

q_{m22} - objemový prietok privádzaného vzduchu (l/s),

q_{m11} - objemový prietok odvádzaného vzduchu (l/s).



Obrázok 13. Schématický náčrt pre výpočet účinnosti rekuperácie tepla [1]



Ročná energetická účinnosť je založená na pomere rekuperovanej energie a potreby tepla vetraním bez rekuperácie tepla. (EN 16798-3:2017) [4]

$$\varepsilon_{\text{sup}} = 1 - (Q_{\text{coil}} / Q_{\text{off}}) \quad (-)$$

Kde:

ε_{sup} – ročná účinnosť rekuperácie tepla (-),

Q_{coil} – ročná tepelná energia privádzaného vzduchu vrátane rozmrazovania (kWh),

Q_{off} – ročná tepelná energia privádzaného vzduchu bez spätného získavania tepla (kWh).

Vykurovacia energia pre vetraný privádzaný vzduch sa vypočítava pre každú prevádzkovú hodinu od t_{22} po menovitú hodnotu teploty privádzaného vzduchu (štandardne 18 °C) a sčítava sa pre všetky hodiny.

6.9. DOPLNKY PRE VETRANIE S REKUPERÁCIOU TEPLA

Vetracie jednotky s rekuperáciou tepla môžu byť doplnené zemnými vzduchovými výmenníkmi tepla.

V tomto prípade sú vzduchové potrubia inštalované 1 až 1,5 m pod úrovňou terénu. Vplyv vonkajšieho počasia nie je v tomto regióne významný.

V zime môže byť vzduch predhriaty teplom pôdy, takže predhriaty vzduch vstupuje do vetracieho systému a v lete môže byť vzduch predchladený v zemi. Tieto systémy by mohli byť užitočné v klimatických podmienkach s extrémnymi teplotami.

LITERATÚRA

- [1] REHVA Guidebook No. 25.: Residential heat recovery ventilation
- [2] Helios – KWL, and other manufacturer heat recovery products
- [3] ASHRAE Handbook: HVAC Systems and Equipment
- [4] EN 16798-3: Energy performance of buildings. Ventilation for buildings. Part 3: For non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4)
- [5] EN 16798-1: Energy performance of buildings. Ventilation for buildings. Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Module M1-6
- [6] EN 13141-7:2021: Ventilation for buildings. Performance testing of components/products for residential ventilation. Part 7: Performance testing of ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery)

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+

