



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Školení energetických poradců a manažerů

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



ŠKOLENÍ ENERGETICKÝCH PORADCŮ A MANAŽERŮ



Podpora vzdělávání a zvyšování odborných kompetencí energetických poradců a manažerů poskytujících poradenské služby v oblasti energetiky, klimatu a renovací budov.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY

Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Lektor: Ing. Milan Bělík, Ph.D.
Školitel: Česká fotovoltaická asociace, Ústav Fotovoltaiky a Elektromobility, z.ú.

Ing. Milan Bělík, Ph.D.
Ing. Petr Maule, LL.M., MBA
JUDr. PhDr. Petr Maule, MBA
Ing. Milan Hošek

Komplexní analýza systému větrání budov



Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Větrání jako základní pilíř moderního bydlení

Problém moderních staveb

Když se v místnosti nevyměňuje vzduch, začne stoupat koncentrace oxidu uhličitého (CO_2), vlhkost a těkavé organické látky z nábytku či čisticích prostředků

Vlhkost se pak sráží na chladnějších místech (např. v rozích nebo za skříněmi) a vzniká ideální prostředí pro plísně

Staré domy s netěsnými okny měly výhodu - vzduch se neustále, byť pasivně, obnovoval

Moderní řešení vyžaduje aktivní přístup – buď pravidelné větrání instalací řízeného větrání s rekuperací tepla

Větrání jako základní pilíř moderního bydlení



ZDRAVOTNÍ DOPADY



KDYŽ SE NEVĚTRÁ, **KONCENTRACE OXIDU UHLÍČITÉHO (CO₂)** RYCHLE STOUPÁ - TŘEBA UŽ PO PÁR HODINÁCH SPÁNKU V LOŽNICI MŮŽE BÝT PŘES 2000 PPM, COŽ VEDE K ÚNAVĚ, BOLESTEM HLAVY, SNÍŽENÉ KONCENTRACI

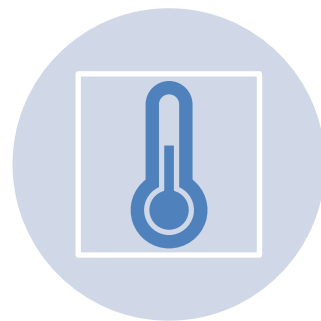


TICHÝM ZABIJÁKEM JE **FORMALDEHYD**, KTERÝ SE UVOLŇUJE Z DŘEVOTŘÍSKY, LAMINÁTŮ A TEXTILIÍ, VE VYŠŠÍCH KONCENTRACÍCH MŮŽE VYVOLÁVAT PODRÁŽDĚNÍ OČÍ A DÝCHACÍCH CEST

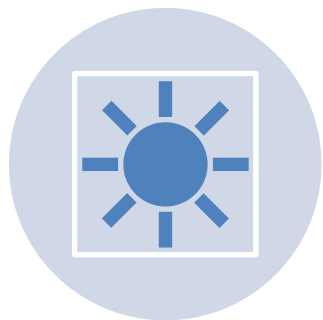
Větrání jako základní pilíř moderního bydlení



Ochrana konstrukce



Pokud v interiéru dlouhodobě kolísá vlhkost a chybí pravidelná výměna vzduchu, začne se vodní pára hromadit v místech, kde je nižší teplota – typicky v rozích, u oken, za nábytkem nebo ve stykových spárách konstrukce



Vlhké prostředí navíc vytváří ideální podmínky pro **rozvoj plísní a hub**, které mohou konstrukci trvale poškodit



Dlouhodobé zvýšení vlhkosti vede i k degradaci **tepelných izolací, korozi kovových prvků** a v extrémních případech k **statickému poškození** konstrukce

Přirozené větrání



Klasické otevírání oken nebo větrání netěsnostmi, má sice svou tradici a jednoduchost, ale v dnešních podmínkách už nestačí



Přirozené větrání zajišťuje okamžitou výměnu vzduchu, ale má nulovou energetickou účinnost



Dalším problémem je závislost na počasí: když nefouká vítr nebo je venku příliš chladno, výměna vzduchu je nedostatečná



Přirozené větrání navíc nefiltruje vzduch – spolu s čerstvým kyslíkem pouštíš dovnitř prach, pyl, alergeny, hluk z ulice a hmyz

Nucené (řízené) větrání



Nucené neboli řízené větrání je odpovědí na problémy, které vznikly s moderní výstavbou a snahou o maximální těsnost obálky budovy



systém nuceného větrání využívá ventilátory a rozvodné potrubí, které zajišťují nepřetržitou a kontrolovanou výměnu vzduchu ve všech částech domu



Je zcela nezávislé na vnějších vlivech, takže fungují i v mrazech, při bezvětří nebo v prašném prostředí



klíčovým prvkem je filtrace přiváděného vzduchu – kvalitní filtry zachytí prach, pyl, hmyz i částečně smog.

Hygienické a technické normy pro dimenzování



Koncentrace CO₂

- Klíčový indikátor kvality vzduchu. Maximální přípustná hodnota: 1500 ppm (vyhláška 268/2009 Sb.), doporučená hodnota: 1000 ppm

Objemový průtok

- Minimální dávka čerstvého vzduchu: 15 m³/h na osobu. Optimální hodnota pro běžnou aktivitu: 25 m³/h na osobu

Intenzita výměny vzduchu

- Základní požadavek: 0,3 h⁻¹. Doporučená hodnota pro vyšší kvalitu: 0,5 - 0,7 h⁻¹. Při nepřítomnosti osob: 0,1 h⁻¹

Aplikace normových požadavků v praxi



Množství vzduchu na osobu

- Minimální normativní množství čerstvého vzduchu na osobu přibližně $15 \text{ m}^3/\text{h}$, což je naprosté minimum nutné pro udržení základní kvality vnitřního prostředí
- Odborníci doporučují 25 až $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu jako optimální množství pro zdravé a komfortní bydlení

Aplikace normových požadavků v praxi



Intenzita výměny vzduchu

Podle norem (např. **ČSN EN 15665** nebo **ČSN 73 0540-2**):

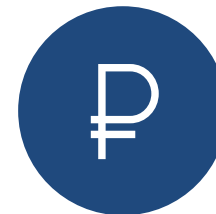
Normativní hodnota: $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$
→ tedy minimální hygienická
výměna vzduchu

Doporučená hodnota: $n = 0,5$ až
 $0,7 \text{ h}^{-1}$ → optimální rozsah pro
běžné obytné prostory

Aplikace normových požadavků v praxi



KONCENTRACE CO₂



PODLE NOREM A
HYGIENICKÝCH
DOPORUČENÍ (NAPŘ.
ČSN EN 13779) PLATÍ
TYTO ORIENTAČNÍ
HODNOTY:



NORMATIVNÍ
(HRANIČNÍ)
HODNOTA: 1 500 PPM



DOPORUČENÁ
HODNOTA: 1 000 PPM

Aplikace normových požadavků v praxi



Průvzdušnost obálky

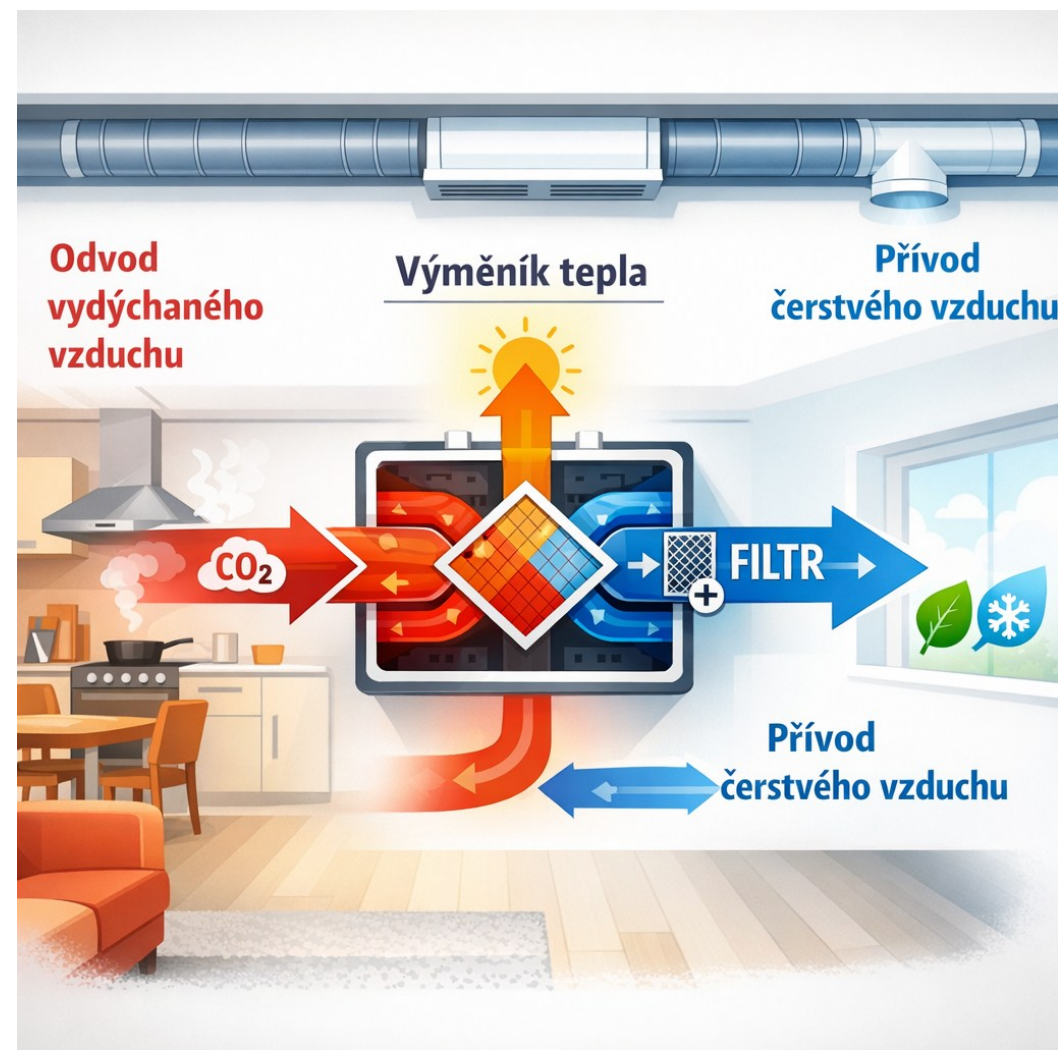
Podle normy **ČSN EN ISO 9972**
a metodiky **TNI 73 0330** platí:

Normativní hodnota: $n_{50} = 1,0$
 h^{-1} (pro budovy s řízeným
větráním s rekuperací tepla)

Doporučená hodnota: $n_{50} = 0,8$
 h^{-1} (tzv. úroveň II podle
klasifikace kvality těsnosti)

Co je větrání s rekuperací a jak funguje?

- **Odvod vydýchaného vzduchu** - Teplý, vydýchaný vzduch je odváděn z interiéru
- **Výměník tepla** - Vzduchové proudy jsou fyzicky odděleny a nikdy se nemísí. Teplo z odváděného vzduchu předehřívá přiváděný vzduch
- **Přívod čerstvého vzduchu** - Filtrovaný a předehřátý čerstvý vzduch je přiváděn do interiéru



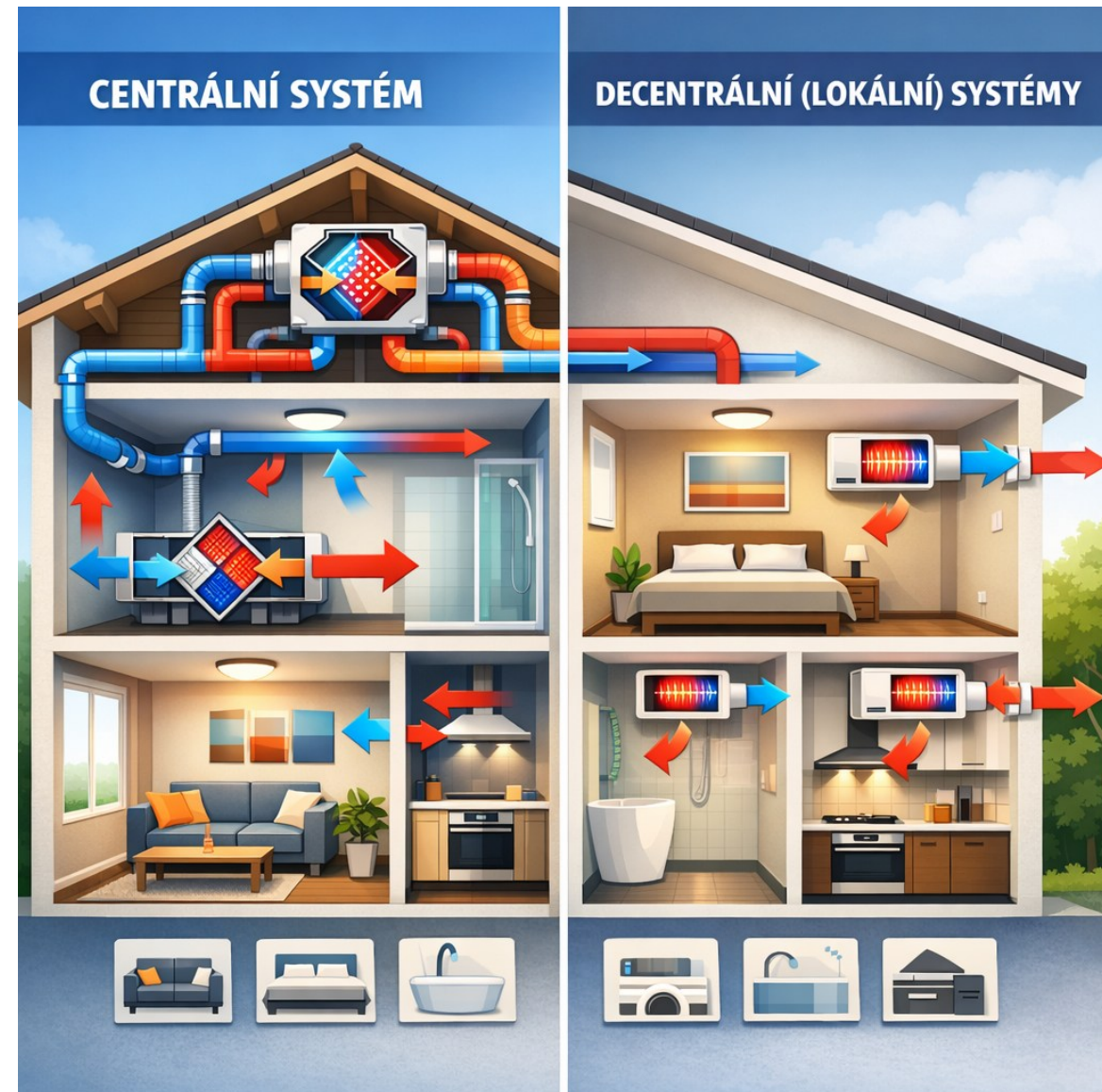
Typy rekuperačních systémů



Centrální systémy



Decentrální (lokální) systémy



Typy rekuperačních systémů - Centrální systémy



- Nejefektivnější řešení pro moderní a těsné domy
- **V domě je jedna centrální rekuperační jednotka**, která je pomocí potrubního systému propojena se všemi místnostmi. Vzduch se přivádí do obytných zón (obývací, ložnice, pracovny) a odvádí se z míst s vyšší vlhkostí a zápachem (koupelny, kuchyně, WC)
- **Vysoká účinnost rekuperace** – z odváděného teplého vzduchu se získává teplo pro předehřev čerstvého přívodu
- Nepřetržitá, rovnoměrná a kontrolovaná výměna vzduchu v celém objektu
- **Tichý provoz** – umístění mimo obytné prostory

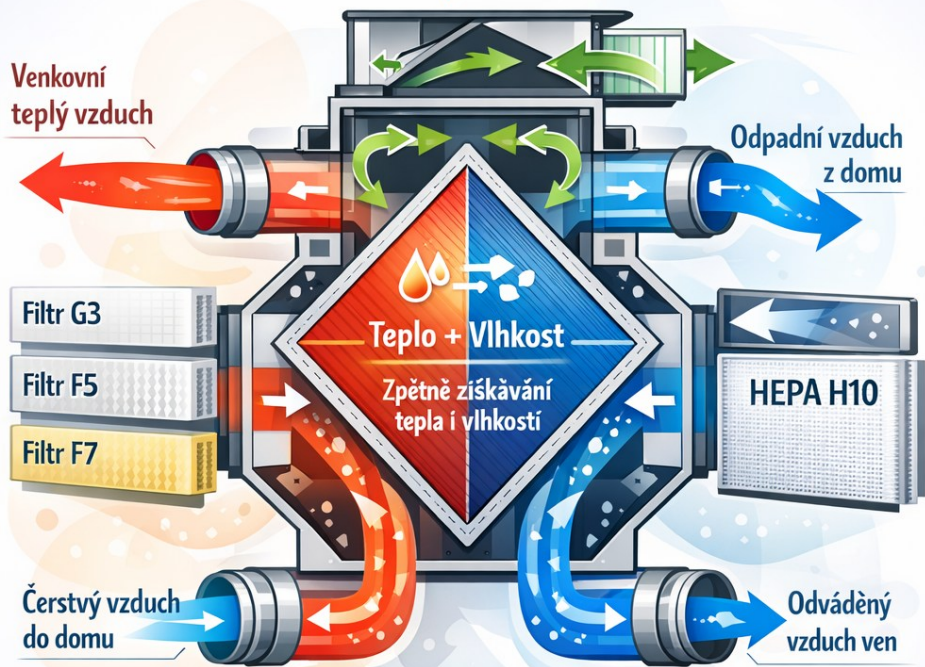
Typy rekuperačních systémů – Decentrální (lokální) systémy



- Jsou moderní a praktickou alternativou tam, kde by instalace centrálního systému byla technicky nebo finančně náročná
- **Každá místnost má vlastní malou větrací jednotku**, která se instaluje přímo do otvoru ve **vnější stěně**
- Jednotka střídavě **nasává a odvádí vzduch** přes keramický výměník tepla
- **Ideální pro rekonstrukce a menší byty**
- **Jednoduchá montáž** – nepotřebují žádné potrubní rozvody
- **Nízký provozní hluk a nízká spotřeba energie**
- Nevýhodou oproti centrálním systémům je **nižší komfort řízení**

Automatický letní bypass

Venkovní
teplý vzduch



Doplňkové komponenty rekuperačních systémů

- **Entalpický výměník** - Zajišťuje zpětný zisk nejen tepla, ale i vlhkosti (až 73%) z odváděného vzduchu. Chrání před přesušeným vzduchem v topné sezóně
- **Automatický letní bypass** - V létě přesměruje proud vzduchu mimo výměník, zabraňuje nežádoucímu předehřívání a umožňuje chlazení interiéru chladnějším nočním vzduchem
- **Filtry** - Chrání jednotku i zdraví obyvatel. Různé třídy filtrů (G3, F5, F7, HEPA H10) zadržují jemný prach, pyl a alergen. Vyžadují pravidelnou výměnu

Účinnost rekuperace

Základní jednotky: účinnost **30 ÷ 60 %** - starší nebo jednoduché systémy bez protisměrného výměníku

Běžné moderní jednotky: účinnost **70 ÷ 85 %** - dnes standard u kvalitních rekuperačních jednotek

Špičkové jednotky: účinnost **nad 90 %** - dokážou z odváděného vzduchu získat téměř veškeré teplo

Pokud má venkovní vzduch -5 °C a vnitřní 22 °C , pak při účinnosti 90 % se přiváděný vzduch ohřeje z -5 °C až na cca 18 °C .

Účinnost rekuperace



Venkovní
vzduch -5°C



Vnitřní teplota
 22°C

Příklad:

Přívodní vzduch se ohřeje na cca

$=18^{\circ}\text{C}$



ZÁKLADNÍ JEDNOTKY
30 – 60 %



MODERNÍ JEDNOTKY
70 – 85 %



ŠPIČKOVÉ JEDNOTKY
NAD 90 %



Venkovní vzduch -5°C



Teplý vřduch
 22°C



Uvnitř přibližně **18°C**

Energetické a finanční úspory



Snížení spotřeby tepla na vytápění o 30 ÷ 50 %: díky tomu, že teplo z odváděného vzduchu není ztraceno, ale znovu využito, klesá spotřeba energie



Úspora až 90 % tepelné ztráty větráním: při klasickém větrání okny odchází veškeré teplo pryč. Rekuperace dokáže většinu tepla zachytit a vrátit do systému



Nízké provozní náklady: jediným trvalým výdajem je spotřeba elektřiny na ventilátory

Návratnost investice (ROI)

Rekuperace by neměla být vnímána primárně jako finanční investice s rychlou návratností, ale jako **investice do kvalitního vnitřního prostředí, zdraví a komfortu**

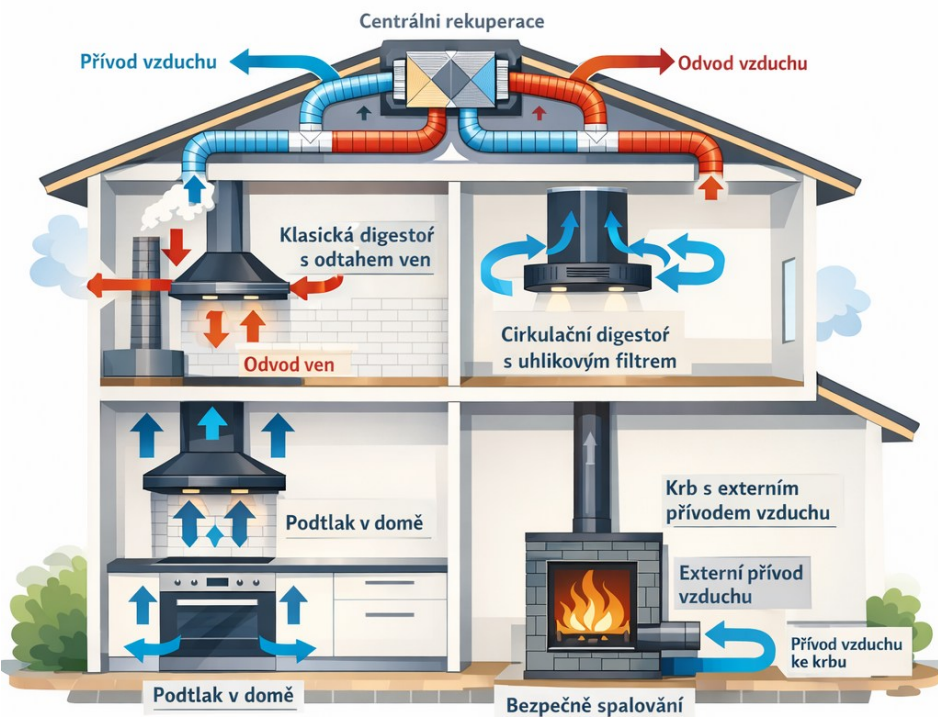
Příklad 1 - Modelový dům 480 m³, pořizovací náklady 80 000 Kč, roční úspora cca 10 500 Kč

Příklad 2 - Modelový dům 500 m³, pořizovací náklady 150 000 Kč, účinnost rekuperace 77 %

Praktické provozní souvislosti

- **Instalace a kalibrace**
 - Klíčový je profesionální návrh a instalace
 - Zásadní je tzv. „zaregulování“ systému – tj. vyvážení přívodu a odvodu vzduchu
 - O „zaregulování“ je vystaven protokol (podklad pro záruku a dotace)
- **Pravidelná údržba**
 - Výměna filtrů v intervalu 3 ÷ 6 měsíců
 - Zanesené filtry snižují výkon a zvyšují spotřebu energie
 - Občasné čištění výměníku (rekuperátoru)





Soužití s dalšími technologiemi

- **Kuchyňská digestoř**
 - Standardní digestoř s odtahem narušuje tlakovou rovnováhu v domě a může vytvářet podtlak, který narušuje funkci rekuperace.
 - Cirkulační digestoř (filtruje a vrací vzduch)
- **Krb a kamna**
 - Krb odebírající vzduch z místnosti by narušil tlakovou rovnováhu v domě s rekuperací.
 - Krb musí mít vlastní, externí přívod vzduchu
 - Přívod musí být správně navržen, izolován

Dotační programy (Nová zelená úsporám)

- **Rodinné domy - centrální systémy -**
Maximální výše podpory pro centrální rekuperační systémy v rodinných domech **90 000 Kč**
- **Rodinné domy - decentrální systémy -**
Maximální výše podpory pro decentrální rekuperační systémy v rodinných domech **0 Kč**
- **Bytové domy -** Maximální výše podpory na jednu bytovou jednotku v bytových domech **35 000 Kč**



Požadovaná dokumentace pro dotaci



Odborný posudek - Projektová dokumentace zpracovaná autorizovaným projektantem



Protokol o měření průvzdušnosti - Tzv. Blower Door test prokazující dostatečnou vzduchotěsnost obálky budovy



Průkaz energetické náročnosti budovy - PENB pro novostavby



Zpráva o instalaci - Včetně fotodokumentace provedeného opatření

Větrání s rekuperací



Rekuperace dokáže zachytit až 90 % tepla, které by jinak při větrání uniklo. Výrazně tak snižuje náklady na vytápění a celkovou spotřebu energie



Zajišťuje nepřetržitý přísun filtrovaného čerstvého vzduchu bez prachu, pylu a hmyzu - ideální řešení pro alergiky i ve městech



Umožňuje větrat bez otevírání oken, čímž se snižuje hluk z ulice



Systém aktivně odvádí přebytečnou vlhkost, čímž brání vzniku plísní a chrání stavební konstrukci před degradací



Investice je sice vyšší než u klasického větrání, ale díky výrazným úsporám energie a možnosti dotační podpory se v dlouhodobém horizontu vyplatí.

Větrání okny

Při každém otevření okna uniká značné množství tepla, což vede ke zvýšeným nákladům na vytápění

Kvalita vzduchu závisí výhradně na venkovních podmínkách; do interiéru se dostává i smog, hmyz a nečistoty

Otevřená okna propouštějí hluk z dopravy a okolí, což ruší zejména ve městech

Nepravidelné nebo nedostatečné větrání vede k hromadění vlhkosti a vzniku plísní, zejména v rozích a za nábytkem

Jedinou „výhodou“ je, že větrání okny nevyžaduje žádnou investici
