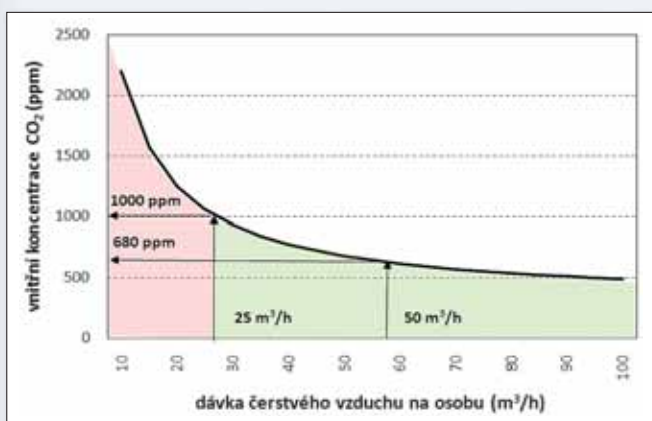




# Větrání

Volba konceptu větrání panelového domu má významný vliv na kvalitu vnitřního prostředí a množství energie, které je potřebné k pokrytí tepelné ztráty větráním. Kvalitu vnitřního prostředí ovlivňuje především množství přiváděného čerstvého vzduchu. Z tohoto pohledu lze uspořít regulací přiváděného vzduchu dle aktuální potřeby uživatelů bytu. Dochází tak ke snížení tepelné ztráty větráním při zachování vyhovujících a komfortních parametrů vnitřního prostředí. Dále lze tepelnou ztrátu větráním snížit tak, že teplota přiváděného vzduchu bude vyšší než venkovní teplota. Toho lze dosáhnout rekuperací tepla z odpadního vzduchu. V obytných místnostech, kde jsou lidé nejvýznamnějším zdrojem škodlivin, je rozhodující kritérium kvality vnitřního vzduchu v bytech koncentrace oxidu uhličitého, která se udává v jednotkách ppm (parts per milion). Ve venkovním prostředí je obsah  $\text{CO}_2$  přibližně 0,035 %, což odpovídá hodnotě 350 ppm. Ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, byla stanovena jako přijatelná horní mez hodnota 1 000 ppm pro vnitřní prostředí. Z tohoto kritéria vnitřní koncentrace  $\text{CO}_2$  pak vychází jako minimální dávka čerstvého vzduchu na osobu cca 25  $\text{m}^3/\text{h}$ .



Závislost množství čerstvého vzduchu na koncentraci oxidu uhličitého v interiéru (Zdroj: EkoWATT)

Při intenzivnějším větrání bude koncentrace  $\text{CO}_2$  v interiéru klesat pod požadovanou hranici 1000 ppm, na druhou stranu se zvýší energetická ztráta větráním. V případě přísunu vzduchu např. 50  $\text{m}^3/\text{hod}$  na osobu bude v interiéru koncentrace  $\text{CO}_2$  kolem 680 ppm, avšak na úkor vyšších energetických ztrát. Přísun čerstvého vzduchu 25  $\text{m}^3/\text{hod}$  na osobu je přijatelný jak z pohledu vnitřního prostředí, tak i z pohledu energetických ztrát.

V dnešní době se panelové domy zateplují a vyměňují se v nich stará okna za nová těsná, která mají nižší průvzdušnost, jelikož díky kvalitnímu kování po celém obvodu okenních křidel okna velice dobře přiléhají k rámu. Tím se snižuje infiltrace čerstvého venkovního vzduchu do budovy. Součinitel infiltrace je u nových oken řádově 20x nižší než u starých dřevěných oken. Novými zavřenými okny se přivádí v průměru pouze 1  $\text{m}^3/\text{h}$ . V důsledku toho se v interiéru zvyšuje obsah škodlivin, zejména  $\text{CO}_2$  a vodních par. Následně se okna z vnitřní strany rosí a mohou vznikat plísňe. Vnitřní prostředí se stává nezdavé a je tedy nutné větrat.

Aby bylo do místnosti přiváděno alespoň minimální množství čerstvého vzduchu, jsou na oknech osazovány přivětrávací otvory nebo je do-

Koncentrace $\text{CO}_2$	Účinky na lidský organizmus
330 - 370 ppm	~ vnější prostředí
450 – 1 000 ppm	~ dobrá úroveň, příjemný pocit
1 000 – 2 000 ppm	~ pocit ospalosti a horšího vzduchu
2 000 – 5 000 ppm	~ možné bolesti hlavy, nižší schopnost koncentrace, snížená pozornost
> 5 000 ppm	~ pocit těžkého vzduchu a nevolnosti, zvýšený tep
> 15 000 ppm	~ potíže s dýcháním
> 30 000 ppm	~ bolesti hlavy, závratě a nevolnost
> 45 000 ppm	~ letargie a ztráta vědomí

Vliv oxidu uhličitého na lidský organizmus. (Zdroj: H. Doležilková, Rezidenční mikroprostředí)



Centrální podtlakový ventilátor – současné obvyklé, avšak nedostatečné řešení větrání panelových domů. (Foto: EkoWATT)

poručeno mít okna otevřena na tzv. 4. polohu kliky. Zejména je ale třeba věnovat pozornost pravidelnému, krátkému a intenzivnímu větrání. Většina uživatelů toto však nedodrží a množství přiváděného vzduchu zdaleka nedosahuje požadované úrovně, a to především v noci, kdy uživatelé nemůžou manuálně regulovat intenzitu větrání. Především v noci často koncentrace  $\text{CO}_2$  stoupají nad 2000-3000 ppm, kdy dochází ke zvýšenému riziku negativního vlivu na zdraví a i po několik hodinách spánku se člověk může ráno cítit stále unaven, neodpočat. Komfortnějším řešením je instalace kvalitního ventilačního systému, u kterého je přísun vzduchu zajištěn regulací v závislosti na počtu lidí a koncentraci  $\text{CO}_2$  v místnosti, tedy na aktuální potřebě větrat.

## Původní systém větrání panelových domů

Původní systém větrání panelových domů byl založen na přívodu čerstvého vzduchu okny a na centrálním odtahu znečištěného vzduchu z kuchyní, WC a koupelen pomocí centrálních ventilátorů umístěných na stoupacím potrubí na střeše objektu. Tyto ventilátory měly ovšem vysokou spotřebu energie a hluknost, a proto byly často nahrazeny samostatnými ventilátory pro každý byt umístěnými na potrubí z jednotlivých bytů do centrální šachty. Nevýhodou tohoto systému je nežádoucí šíření oděrů mezi byty. Při návrhu tohoto způsobu větrání se navíc počítalo s tím, že odváděný vzduch je nahrazován stejným objemem vzduchu přiváděného okny, což však už po výměně oken nemusí

platit. Dalším problémem je technický stav větracích zařízení, které je dnes již v řadě panelových domů zastaralé a nefunkční. V současnosti jsou v České republice na střeších panelových domů často k vidění tzv. rotační hlavice, které se prodávají jako náhrada původních centrálních ventilátorů. Původním záměrem výrobců této hlavice bylo zvýšení účinnosti provětrávání dvouplášťových střeš, které mají velmi nízkou tlakovou ztrátu. Systémy větrání panelových domů mají tuto ztrátu mnohem vyšší, a proto rotační hlavice nejsou schopny zajistit dostatečné provětrání bytů v panelových domech a neposkytují plnohodnotnou funkční náhradu původních ventilátorů.

## Systémy větrání zajišťující stálou kvalitu vnitřního prostředí

- centrální podtlakové větrání s individuální regulací podle koncentrace CO<sub>2</sub>
- rovnotlaké větrání s centrální rekuperací
- rovnotlaké větrání s lokální rekuperací
- kompaktní jednotka

## Centrální podtlakové větrání s individuální regulací podle koncentrace CO<sub>2</sub>

Centrální podtlakový systém je řízený systém větrání. Centrální systémy zajišťují větrání určité skupiny bytů společně – centrálně. To znamená, že například vzduch z bytů, které sousedí s jednou instalační šachtou po celé výšce objektu, je odsáván pomocí jednoho ventilátoru umístěného na vyústění této šachty na střeše. V případě řízeného podtlakového systému větrání se pomocí regulovatelných ventilů v bytech a odtahového ventilátoru s proměnnými otáčkami na střeše objektu ovládá podtlak v jednotlivých bytových jednotkách a tím i objem odváděného vzduchu. Přívodními prvky systému jsou buď větrací okenní lišty nebo přívětrávací prvky umístěné za otopným tělesem. Ty v závislosti na aktuální koncentraci CO<sub>2</sub>, případně též relativní vlhkosti a potřebě přísunu vzduchu pro spalování (vaření), zajišťují přísun čerstvého vzduchu přímo z fasády. Tento systém je z pohledu výše investice levnější variantou než například systém s rekuperací tepla. Po energetické stránce je na tom ale hůře. Úspory se dosahuje hlavně řízeným větráním, např. když byt není zbytečně větrán v době, kdy jeho uživatelé nejsou doma. Otopná soustava tak nemusí zbytečně "dohánět"

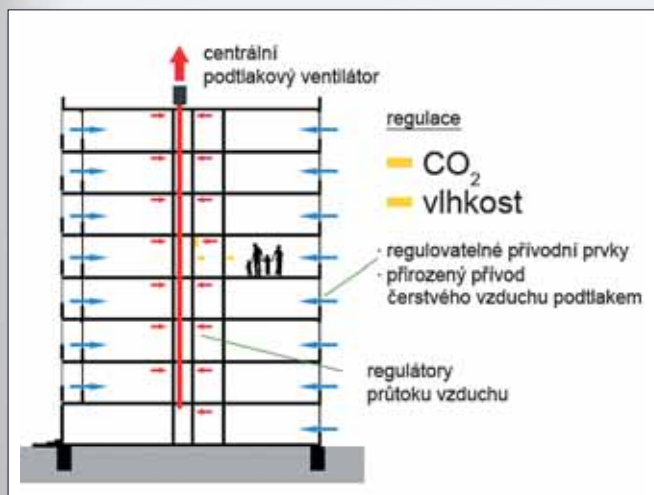
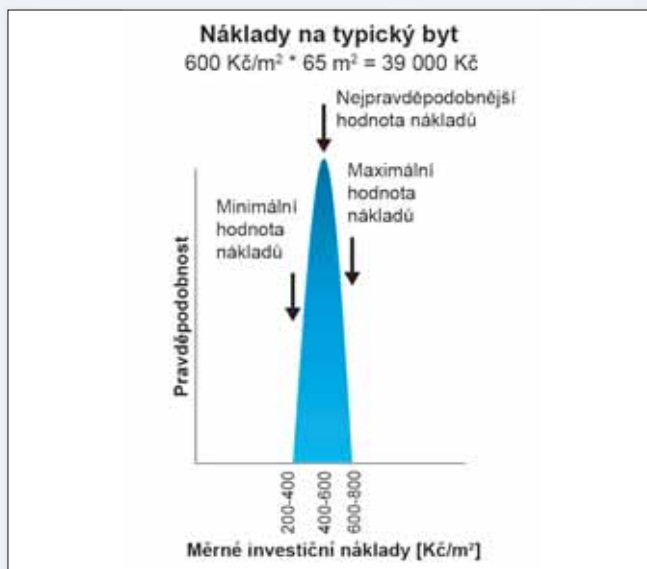


Schéma centrálního podtlakového systému větrání v panelovém domě. (Zdroj: EkoWATT)



Rozmezí měrných investičních nákladů na realizaci opatření vztahené na m<sup>2</sup> užité podlahové plochy bytů při použití centrálního podtlakového větrání s individuální regulací podle koncentrace CO<sub>2</sub>. (Zdroj: EkoWATT)

v této době tepelnou ztrátu. Výhodou tohoto systému stejně jako všech následujících konceptů větrání je trvalé zajištění kvalitního vnitřního prostředí.

## Rovnotlaké větrání s centrální rekuperací

Větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu je spojováno spíše s výstavbou nízkoenergetických a pasivních domů a administrativních budov než s rekonstrukcí panelových domů. Pokud ale chceme v bytech udržet zdravé prostředí s koncentrací CO<sub>2</sub> kolem 1000-1200 ppm a zároveň udržet tepelnou ztrátu větráním v únosných mezích, stává se instalace nuceného větrání s rekuperací nutným opatřením. Jedná se o rovnotlaký systém nuceného větrání. Do bytu je tedy přiváděno i odváděno stejné množství vzduchu. V případě centralizovaného systému se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu je zařízení umístěno v technickém podlaží, případně na střeše. Odtud jsou provedeny rozvody po objektu. Přívod i odvod je umístěn ve stoupacím potrubí v bytových jádrech. Zde vzniká základní problém tohoto systému, kdy je třeba bytové jádro vybavit vzduchotechnickým potrubím a kuchyni cirkulační digestoří. Jelikož účinnost závisí také na množství rekuperovaného vzduchu, při této variantě

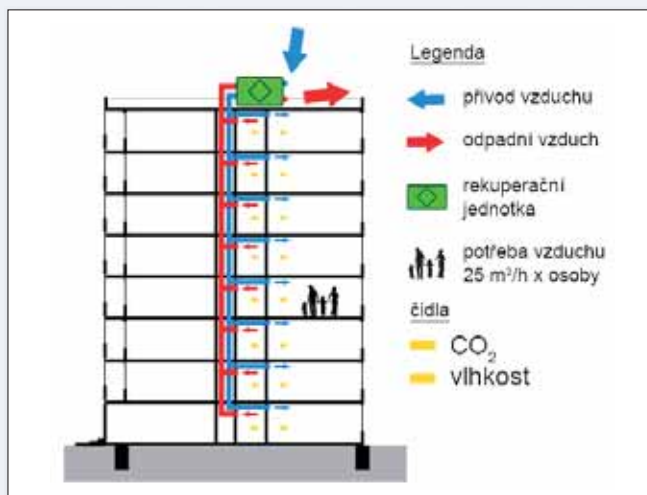
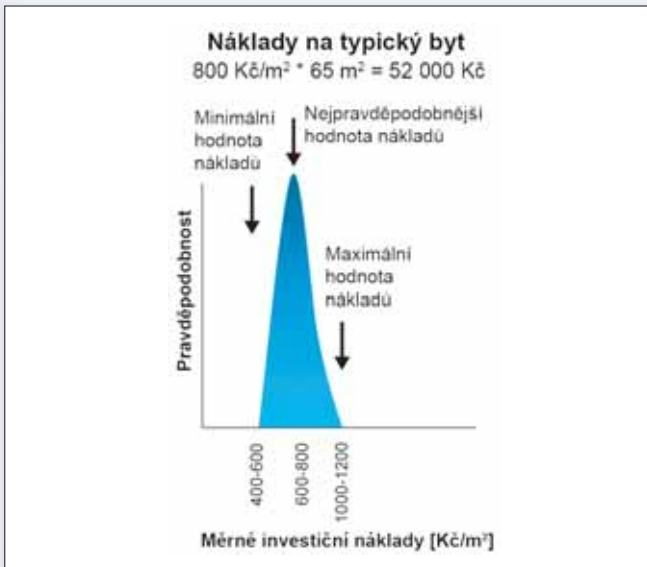


Schéma rovnotlakého větrání s centrální rekuperací v panelovém domě. (Zdroj: EkoWATT)



Rozmezí měrných investičních nákladů na realizaci opatření vztahené na m<sup>2</sup> užité podlahové plochy bytů při použití rovnotlakého větrání s lokální rekuperací. (Zdroj: EkoWATT)

má rekuperace nižší účinnost než u lokální rekuperace. Pokud porovnáme centralizované řešení (jedna jednotka na stoupacím potrubí) s lokálním řešením (jednotka pod stropem v každém bytě), vychází pro většinu objektů investičně méně nákladné centralizované řešení oproti lokálnímu způsobu, a to již od počtu 4-5 nadzemních podlaží. Využitím rekuperace dochází ke značné úspoře tepla, čímž klesají náklady na vytápění pro obyvatele bytů, ovšem naopak náklady na elektřinu stoupají o spotřebu elektřiny na pohon ventilátorů. Centrální rekuperační jednotky mají v poměru k jednotlivým bytům nižší spotřebu elektrické energie než jednotlivé rekuperační jednotky umístěné v každém bytě. Centrální jednotka je napojena na společnou elektřinu v domě, která je až o 2 Kč/kWh dražší než bytová elektřina. I přesto vyjdou celkové provozní náklady na jeden byt v celkovém měřítku u centrální rekuperace nižší než u rekuperace lokální.

## Rovnotlaké větrání s lokální rekuperací (2 varianty)

Stejně jako u nuceného větrání s centrální rekuperací i u větrání s lokální rekuperací je třeba mít v bytovém jádru dvě vzduchotechnická potrubí na přívod a odvod vzduchu. Z tohoto důvodu se musí

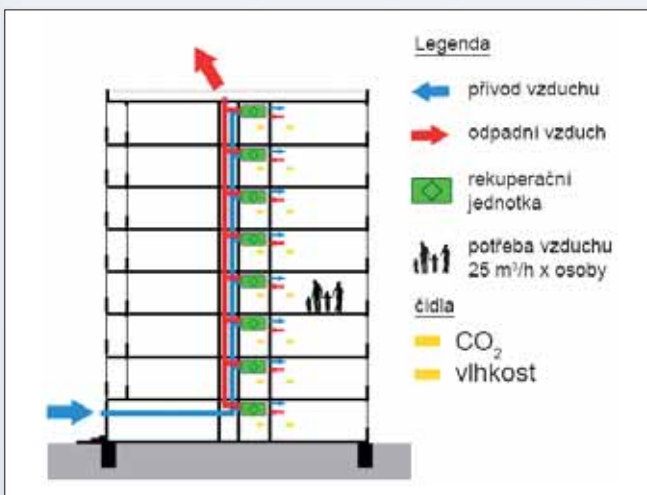
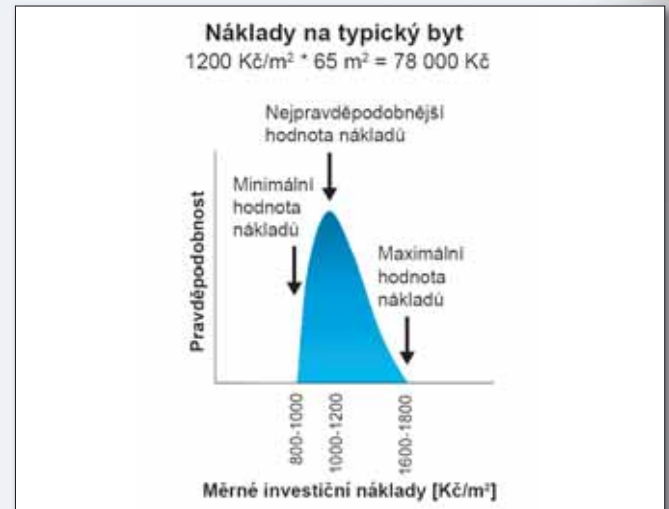


Schéma rovnotlakého větrání s lokální rekuperací. (Zdroj: EkoWATT)



Rozmezí měrných investičních nákladů na realizaci opatření vztahené na m<sup>2</sup> užité podlahové plochy bytů při použití rovnotlakého větrání s lokální rekuperací (varianta 1). (Zdroj: EkoWATT)

instalovat v kuchyních cirkulační digestoře. Ne ve všech panelových domech máme tuto možnost. Proto jsou pro toto opatření uvažovány dvě varianty provedení.

První varianta je investičně náročnější a méně komfortní. Je vhodná v případě, kdy nemáme k dispozici dvě vzduchotechnická stoupací potrubí pro odtah a přívod vzduchu. Přívod vzduchu je proveden přímo z fasády objektu a odtah je pak vzduchotechnickou stoupačkou. Bytem je nutno vést přívodní potrubí nad podhledem a vybudovat bytové rozvody větracího vzduchu.



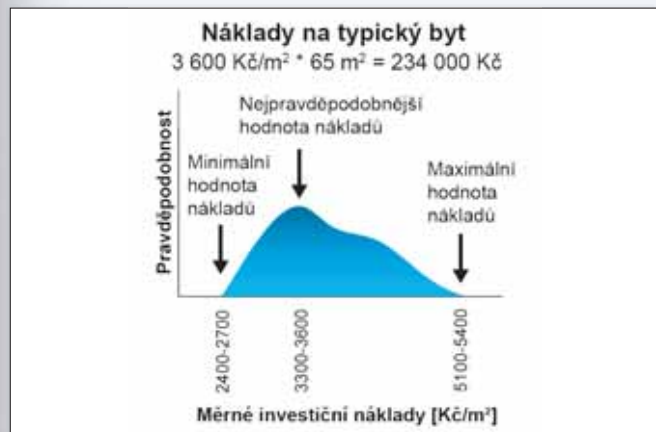
Rozmezí měrných investičních nákladů na realizaci opatření vztahené na m<sup>2</sup> užité podlahové plochy bytů při použití rovnotlakého větrání s lokální rekuperací (varianta 2). (Zdroj: EkoWATT)

Druhá varianta rovnotlakého větrání s lokální rekuperací počítá s možností dvou vzduchotechnických stoupacích potrubí. Jedno použijeme pro přívod vzduchu a druhé pro odtah. Tato varianta je investičně méně náročná, jak ukazuje graf výše. Ve výsledku je pro uživatele také komfortnější a nevyžaduje takové množství stavebních úprav v bytě.

## Řešení bytového větrání pomocí kompaktní jednotky větrání a přípravy teplé vody

V tomto případě se jedná o současné řešení bytového větrání a přípravy teplé vody, který již byl zmíněn v katalogovém listu „Teplá voda“ v kapitole příprava teplé vody pomocí kompaktní

jednotky. Kompaktní jednotka je velmi účinný systém, který je vzhledem k vysokým investičním nákladům prozatím jen málo rozšířen. V principu se jedná o rovnotlaké větrání s lokální rekuperací. Zařízení obsahuje rekuperační jednotku, která pracující v součinnosti s tepelným čerpadlem. Tepelné čerpadlo pro předehřev teplé vody využívá zbytkové teplo, které již nevyužije rekuperační jednotka.



Rozmezí měrných investičních nákladů na realizaci opatření vztahené na m<sup>2</sup> užité podlahové plochy bytů při použití kompaktní jednotky. (Zdroj: EkoWATT)

Tento systém lze použít jen v určitých typech objektů se dvěma vzduchotechnickými stoupačkami, které je nutno izolovat. Opatření tohoto typu je vzhledem k velikosti kompaktní jednotky a vzduchotechnickým rozvodům (bývají vedeny v podhledech) náročnější na prostor. Přes uvedené nevýhody a nákladnost tohoto opatření se jedná o velmi účinný systém, který při současných trendech zvyšování cen energií bude nutno v budoucnosti brát v úvahu. Navíc při instalaci kombinované jednotky dojde ke snížení sazby odebrané elektrické energie v bytě, což má vliv na další úspory nákladů pro uživatele bytu.

## Závěr

Oproti původnímu stavu větrání panelových domů dojde po zavedení centrálního podtlakového systému s individuální regulací dle koncentrace CO<sub>2</sub> vždy ke zvýšení spotřeby energie a tedy i ke zvýšení provozních nákladů. Tento systém je ze všech porovnávaných investičně nejméně náročný, ale po jeho zavedení nelze očekávat žádnou úsporu provozních nákladů. Oproti původnímu stavu je výhodou tohoto systému trvalé zajištění kvalitního vnitřního prostředí.

Úspory tepla na vytápění při aplikaci nového systému větrání lze dosáhnout zpětným využitím tepla z odváděného vzduchu v rekuperační jednotce. Jednotka bývá umístěna buď centrálně v suterénu objektu nebo lokálně v každém bytě. Aplikací těchto systémů lze dosáhnout přibližně úspory potřeby tepla na vytápění mezi 650–1300 kWh/rok na byt. Jednotlivé systémy s reku-

perací se liší především investičními náklady a spotřebou elektrické energie na pohon ventilátorů. Nejméně investičně náročná je instalace rovnotlakého systému s centrální rekuperací. To platí pro všechny panelové domy s výjimkou nízkých objektů. V nich se investice do centrálního systému rozloží na malé množství bytů. U systému s lokální rekuperací lze očekávat spotřebu elektrické energie přibližně 450 kWh/rok na byt při použití běžných ventilátorů bez regulace otáček, u centrální rekuperace je spotřeba elektřiny na byt závislá na počtu bytů, které jednotka „zásobuje“. U panelových domů s více než třemi podlažími je spotřeba elektřiny u centrální rekuperace vztahená na byt nižší než při volbě lokální rekuperace. Z ekonomického hlediska je výhodnější zvolit systém s centrální rekuperací, který má v přepočtu na byt nižší pořizovací cenu i roční provozní náklady.



Průběh instalace lokální rekuperační jednotky v bytě. Jednotka bude ve finálním provedení zakryta podhledem. (Zdroj: EkoWATT)

Kompaktní jednotka je nejnáročnější opatření z hlediska investičních nákladů. Při použití kompaktní jednotky dochází ke snížení energetické náročnosti přípravy teplé vody přibližně na polovinu, ke snížení ceny za odebranou elektrickou energii domácími spotřebiči a osvětlením v bytech. Ve výsledku je tak celková úspora (v investičním horizontu 40 let) nejvyšší ze všech porovnávaných opatření. Při předpokládaném růstu cen energií a postupném snižování ceny kompaktní jednotky je proto nutné počítat s její instalací jako s velmi perspektivním opatřením.

Rozhodující vliv na návratnost jednotlivých systémů má cena tepla. Při nižší ceně tepla je investice do všech porovnávaných systémů za dobu uvažované životnosti systémů nenávratná. Při vyšší ceně (až 1000 Kč/GJ) dosahuje pouze systém s centrální rekuperací tepla návratnost nepřesahující životnost systému, a to pro všechny budovy s více nadzemními podlažími. I když není investice do nuceného větrání vždy návratná, zajišťuje nám zdravé životní prostředí v bytech a pomáhá předějit tvorbu plísní a alergií.

Vydal: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Praha: Švábky 2, 180 00 Praha 8

České Budějovice: Žižkova 1 (budova PVT), 370 01 České Budějovice

Liberec: Rumunská 655/9, 460 01 Liberec

e-mail: info@ekowatt.cz

www.ekowatt.cz, www.energetika.cz, www.panelovedomy.ekowatt.cz

Texty: Jan Antonín, Jiří Beranovský, Petr Kotek, František Macholda, Zdeněk Ročárek, Lucie Šancová, Miroslav Purkert, Petr Vogel.

Grafika a obrázky: Petr Kotek, Milan Tobolka. Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2010.

ISBN 978-80-87333-05-1

Publikované výsledky jsou výstupem výzkumného projektu VAV-SP-3G5-221-07 zadaného MŽP ČR. Publikace je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.