

242 STRAN TIPŮ, TRENDŮ, NÁVODŮ A DOBRÝCH RAD PRO VÁŠ DŮM A ZAHRADU

CENA 88 Kč / 124 Sk ZÁŘÍ 2005

# můj dům

STAVÍME > ZAŘIZUJEME > BYDLÍME

STAVBA

# VYTÁPĚNÍ a řízené větrání nízkoenergetických domů

**U MODERNÍCH STAVEB OD SEBE NELZE  
ODDĚLOVAT SYSTÉMY VYTÁPĚCÍ  
A VĚTRACÍ. SOUČASNÁ SNAHA PO CO  
NEJMENŠÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI  
OBJEKTU JE TOTIŽ PŘEDURČUJE K TOMU,  
ABY SE VZÁJEMNĚ DOPLŇOVALY.**

**Vytápění** obytných staveb bylo ve střední Evropě odnepaměti zajišťováno výhradně lokálními zdroji, jako jsou pece, krby nebo kamna. Tyto topné zdroje byly umístěné v jednotlivých místnostech a spolu s netěsnými okny vytvářely v budovách po dlouhá staletí plně funkční systém vytápění a větrání. Intenzita výměny vzduchu byla přitom závislá na provozu topného zdroje. Důležité také bylo, že lokální zdroje zajišťovaly výrazně sálavou složku tepla. Ta byla nezbytná pro eliminaci „studeného sálání“ nedostatečně izolovaných obvodových stěn. I v době odstávky zajišťoval trvalý „aerační“ tah v teplých vnitřních komínkách dostatečnou intenzitu podtlakového větrání. Místnosti sociálních zařízení se větraly okny do fasády nebo do velkorozměrných vnitřních světlíků činžovních domů.

S výjimkou několika extrémních letních dnů, kdy docházelo ke zpětným tahům, fungovaly tyto systémy bezpečně a spolehlivě, třebaže byly provozovány nárazově.

V průběhu 20. století se začaly masivně prosazovat ústřední teplovodní systémy vytápění. Kotel ústředního vytápění se instaloval zpočátku do bytů a následně mimo obytné prostory, nejčastěji do sklepa. Novým způsobem vytápění však došlo k radikální změně mikroklimatických podmínek. Při nezměněných tepelných parametrech obvodových konstrukcí totiž citelně chyběla

a chybí sálavá tepelná složka, neboť přenos tepla tělesy ústředního vytápění je nyní převážně konvekční a pro dosažení tepelné pohody je nutno místnosti výrazně přetápět. Současně se lepšími izolacemi omezuje i trvalý přívod vzduchu do místností. Při nezměněném chování obyvatel (sušení prádla v bytě, vaření bez digestoře, neodvětrané plynové sporáky), podtrženém ještě např. dodatečným utěsněním oken, dochází na chladném povrchu nevyhovujících obvodových stěn k masivnímu výskytu plísní, umocněném často ještě tepelnými mosty. V ojedinělých případech byly realizovány i teplovzdušné otopné soustavy se samostatným okruhem od kotle v suterénu. Ani těm

se však nepodařilo zajistit požadovaný komfort, neboť nebyly vybaveny filtry a roznášely prach. Také vyžadovaly velké průřezy vzduchovodů, a tím vznikaly problémy s přenosem hluku. Zdrojem byl navíc většinou kotel na tuhá paliva, který ani nebylo možné účinně regulovat.

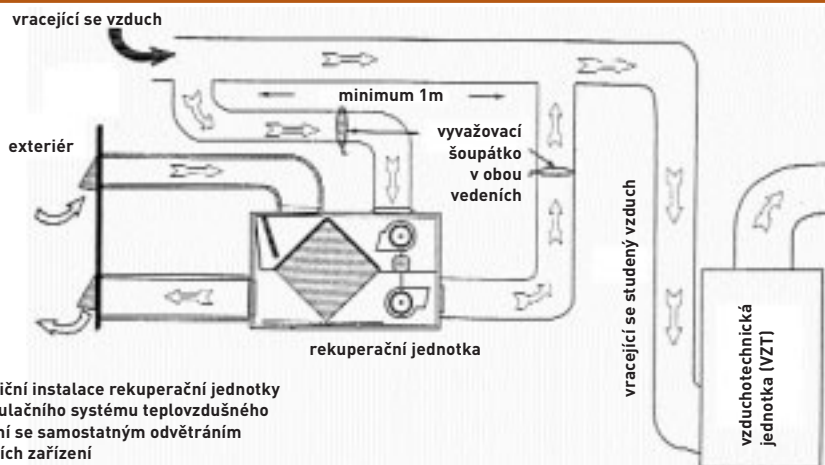
## Zahraníční koncepce vytápění a větrání

Ve vyspělých zemích (USA, Kanada, Skandinávie) se dnes běžně používají moderní teplovzdušné systémy zajišťující zároveň větrání i vytápění. Jsou založeny na vytápění s nucenou cirkulací, účinnou filtrací a dokonalou regulací. Topné médium – v tomto případě teplý vzduch s teplotou do

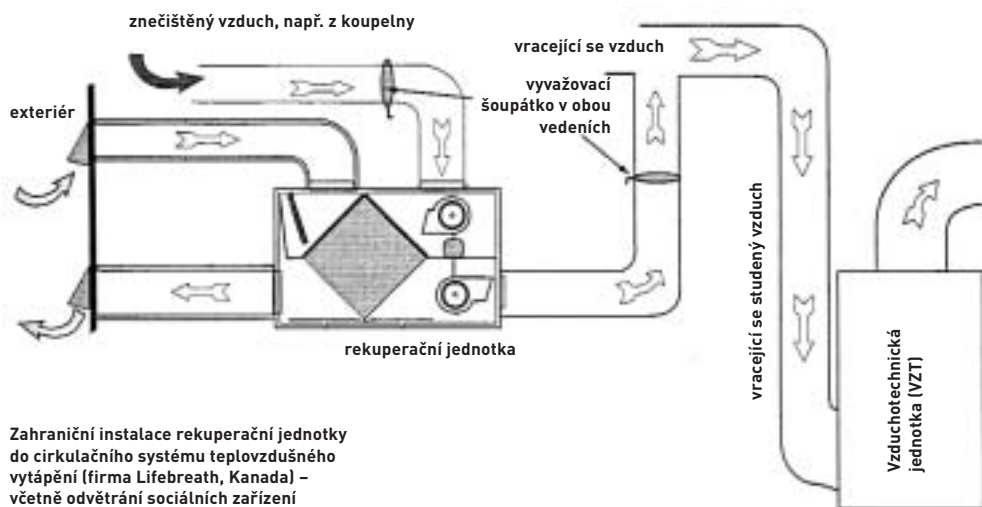


Mřížka může sloužit jako nasávací zdroj řízeného větrání stejně jako lokální odvětrání např. sociální místnosti

**Text:** Petr Morávek | **Foto:** archiv firmy Atrea, Veronika Kučerová



Zahraníční instalace rekuperační jednotky do cirkulačního systému teplovzdušného vytápění se samostatným odvětráním sociálních zařízení



Zahraniční instalace rekuperační jednotky do cirkulačního systému teplovzdušného vytápění (firma Lifebreath, Kanada) – včetně odvětrání sociálních zařízení

40 °C – je od vzduchotechnické jednotky rozváděn potrubním systémem do každé místnosti podlahovými mřížkami. Pod dveřmi bez prahů se odvádí do chodeb a přes centrální sací mřížku se nasává zpět k jednotce, kde se filtruje a ohřívá na teplovodním nebo plynovém registru.

Vlastní výměna vzduchu byla v minulosti zajištěna infiltrací oken, potom přívodním potrubím z vnější žaluzie do sacího okruhu a teprve v poslední době přes samostatnou rekuperační jednotku. Odvětrání sociálních zařízení se původně navrhovalo s odděleným odsáváním, u současných moderních systémů již přes centrální rekuperační jednotku. I přes dokonalé zateplení, které zaručuje minimální teplotu vzduchu a stěn, je u těchto zahraničních koncepcí rodinných domů běžně navrhována i krbová vložka. Ovšem spíše než praktické plní úkoly estetické a psychologické.

### Současné problémy mikroklimatu obytných budov

Energetická náročnost budov se výrazně podílí na celkové spotřebě energií vyspělých

zemí. Připočteme-li k tomu obecný trend zdražování energií, je samozřejmé, že se zpřísňují i kritéria na energetickou náročnost budov. Výrazně se zvyšující tepelné odpory konstrukcí a dokonalé utěsnění všech spár budov však přináší řadu dříve neznámých problémů.

Zkušenosti s novými úspornými domy v Německu ukazují, že dochází k potížím při regulování běžných teplovodních soustav s velmi nízkými výkony a povrchovými teplotami. Následkem bývá masový výskyt plísní. Stávající systémy řízeného podtlakového větrání jsou sice dobře promyšlené (přívod z fasád je řešen okenními nebo podokenními šterbinami a odtah ventilátory v sociálních zařízeních), uživatelé si ale stěžují na pocit průvanu. Navíc v topném období průduchy ucpávají, čímž obydlí hermeticky utěsní, a celý větrací systém tak vyřadí z funkce.

Proto se prosazují malé vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla pro odtah i přívod vzduchu umístěné nad kuchyňskou linkou. Zkušenosti z provozu jsou výrazně lepší, problémem však zůstává nedostatečné provětrání všech koutů místností při nízkém

množství přiváděného vzduchu. Ani akustické přeslechy mezi obytnými místnostmi nejsou dosud zcela vyhovující.

### Integrovaný systém teplovzdušného vytápění a řízeného větrání

Z předchozích úvah je zřejmé, že v nové racionální výstavbě již není možné zajistit požadované hodnoty tepelně-vlhkostního a oděrového mikroklimatu běžnými způsoby, a je tedy nutné přikročit k uplatnění zcela nových systémů.

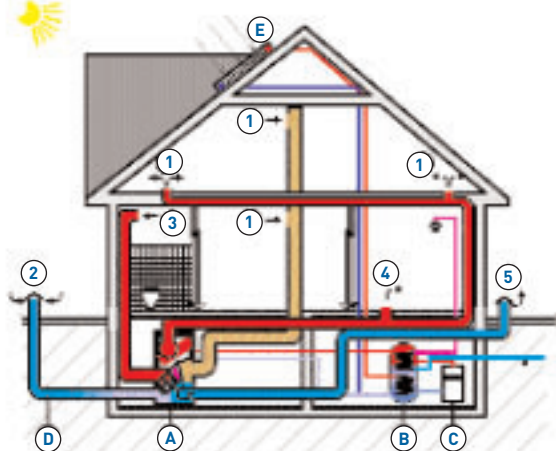
Pro energeticky úsporné rodinné domy byl v Čechách firmou Atrea, s. r. o., vyvinut a od roku 2000 hromadně dodáván kompletní stavebnicový systém teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla a chlazením zemním registrem. Princip moderního a ekonomického systému spočívá v dvouzónovém uspořádání okruhů vzduchotechnických rozvodů v rodinném domě. Primární okruh zajišťuje cirkulační teplovzdušné vytápění zároveň s řízeným podílem ►

### Zemní registr

V řadě případů byl realizován zemní registr pro přirozené letní klimatizované budovy. Jedná se o potrubí z hladkých, hermeticky těsných PVC trubek  $\varnothing 200$  mm v délce cca 20 m, uložených v hloubce 1,8–2 m pod terénem. Trubkami se přivádí vzduch maximálním výkonem

cirkulačního ventilátoru tj. 700–1100 m<sup>3</sup>/h. Bylo ověřeno, že v podloží zavodněných jítlů se v létě přiváděný vzduch o teplotě 30 °C ochlazuje až na 18 °C, a tím udržuje teplotu v interiéru max. 24–25 °C. Naopak v zimním období se přiváděný mrazivý vzduch o teplotě –15 °C předehtívá až na +6 °C, čímž zamezuje zamrznutí rekuperačního výměníku jednotky a snižuje spotřebu tepla pro ohřev. Celková účinnost rekuperace se přitom zvyšuje až na 92 %.

## SYSTÉM TEPOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ TEPLA A ZEMNÍM REGISTREM



- 1 cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností
  - 2 venkovní vzduch přiváděný zemním registrem
  - 3 odpadní vzduch z WC, koupelny, kuchyně
  - 4 cirkulační vzduch z místností do vzduchotechnické jednotky
  - 5 výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci
- A vytápěcí a větrací jednotka DUPLEX RD  
 B integrovaný zásobník tepla IZT 950  
 C dřevokotel zplynovací  
 D zemní registr  
 E solární vakuové kolektory

## JAK SPOČÍTAT MNOŽSTVÍ VZDUCHU?

Často diskutovaným problémem je dimenzování výkonu vzduchotechnického systému pro zajištění požadovaných hygienických parametrů. Obecně uznávanou hodnotou je tzv. Pettenkoferovo kritérium, které stanoví optimální hodnotu 0,1 % CO<sub>2</sub> (tj. 1000 ppm = 1 l/m<sup>3</sup>) ve vnitřním ovzduší jako indikátoru znečištění vzduchu lidskými oděry (C<sub>0</sub>). Při běžné produkci 16–20 l CO<sub>2</sub>/h/os (m) a venkovní koncentraci (C<sub>e</sub>) 0,03 % CO<sub>2</sub> (tj. 300 ppm = 0,3 l/m<sup>3</sup>) vychází nutné množství čerstvého vzduchu na osobu:

$$V_{\min} = \frac{m}{C_0 - C_e} = \frac{16 \text{ až } 20}{1 - 0,3} = 23 \text{ až } 28 \text{ m}^3/\text{h/os}$$

■ Pro částečně adaptované osoby v obytných budovách však lze uvažovat o přijatelném snížení kvality vzduchu až na hodnotu 0,15 CO<sub>2</sub> (tj. 1500 ppm = 1,5 l/m<sup>3</sup>). Potom vychází nutné množství čerstvého vzduchu:

$$V_{\min} = \frac{16 - 20}{1,5 - 0,3} = 13 \text{ až } 16 \text{ m}^3/\text{h/os}$$

■ Pro běžnou čtyřčlennou rodinu již ale tato hodnota nezajišťuje požadované množství vzduchu nutné pro odvětrání sociálních zařízení podle DIN 1946-2 (WC = 40 m<sup>3</sup>/h; koupelna = 60 m<sup>3</sup>/h; kuchyně = 60 m<sup>3</sup>/h). Pak je nutné řešit lokální zvýšení výkonů odsávání při využívání těchto prostor. Obdobně dochází k hygienickým problémům při nárazovém využívání menších uzavřených obytných místností větším počtem obyvatel, kdy ani řízený přívod vzduchu nedokáže zajistit splnění hygienických nároků.

## Výhody teplovzdušných systémů s centrálním větráním

- jediný systém pro vytápění, větrání, chlazení, rekuperaci tepla a odsávání sociálních zařízení
- úspora nákladů na rozvody a tělesa teplovodního ústředního vytápění a odsávací ventilátory sociálního příslušenství
- sloučení funkcí cirkulačního vytápění a nezávisle řízeného větrání s rekuperací tepla do jediného agregátu vzduchotechnické jednotky
- úspora nákladů na rozvody a tělesa teplovodního ústředního vytápění i odsávací ventilátory sociálního příslušenství
- záruka hygienicky nutných trvalých výměn vzduchu v domě s možností řízeného nárazového zvýšení
- úspora až 90 % nákladů na větrání
- rychlý zátop s pružnou regulací teploty
- dokonalá filtrace cirkulačního a větracího vzduchu, a tím i celkové snížení prašnosti v domě
- společným systémem podlahových plochých potrubí se v domě rozvádí teplotně médium (cirkulační vzduch) zároveň se vzduchem větracím
- možnost instalace elektropolarizačního filtru
- možnost integrace solárních vzduchových systémů (vzduchových kolektorů a okenních kolektorů) do vzduchotechnických rozvodů
- vyloučení vzniku plísní
- účinné letní noční „předchlazení“ interiéru
- využití všech energetických zisků z provozu domácnosti pro přehřev větracího vzduchu rekuperací
- využití solárních zisků z osluněných oken, případně z teplovzdušného krbu s okamžitým přenosem tepla do ostatních neosluněných místností
- instalací zemního potrubního registru se přiváděný větrací vzduch v zimě účinně přehřívá a v létě ochlazuje
- dokonalou cirkulaci se využívá objemu vzduchu v celém domě (zvláště u minimálně obsazených nebo trvale nevyužívaných domů a bytů s částečnou neodstranitelnou infiltrací vzduchu netěsností stavebních konstrukcí)
- podlahové rozvody výhodně zvyšují povrchovou teplotu podlahových nášlapných vrstev
- rovnotlaký systém větrání vylučuje problémy zvýšené infiltrace ve spárách objektu při podtlakovém větrání

čerstvého vzduchu a rekuperací tepla s přívodem podlahovými mřížkami do každé obytné místnosti.

Sekundární okruh zajišťuje zcela oddělené odvětrání sociálních zařízení a kuchyně, s rekuperací tepla.

Oba okruhy vzduchotechnických rozvodů jsou vyústěny do společné vzduchotechnické jednotky DUPLEX RD. Podle zvoleného režimu na regulátoru pak tato jednotka celoročně zajišťuje:

- rovnotlaké větrání s rekuperací tepla,
- teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací,

## SYSTÉM ROZVODŮ TEPOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ V RODINNÉM DOMĚ

rozvod čerstvého vzduchu pomocí vzduchovodů

odsávání a vývod znečištěného vzduchu

přívod čerstvého vzduchu

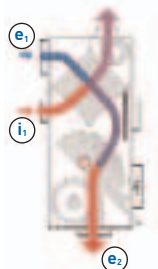




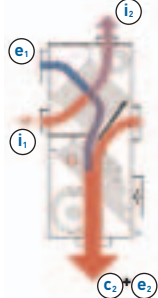
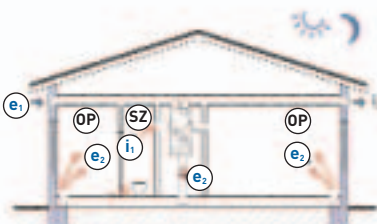
Víte,  
že...

Při maximálním výkonu přivádí standardní podlahová výústka (250 x 100 mm) až 90 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Při spádu 45/20 °C se jedná o topný výkon až 700 W.

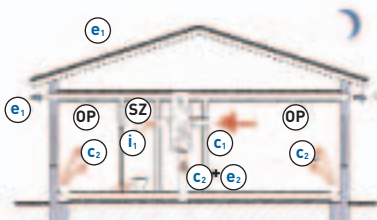
## PROVOZNÍ REŽIMY DVOUZÓNOVÉ JEDNOTKY DUPLEX RD



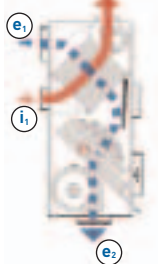
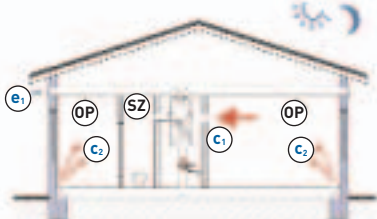
**1 ROVNOTLAKÝ VĚTRACÍ REŽIM**  
celoroční období  
Rovnotlaké větrání s nastavitelným výkonem 100 až 180 m<sup>3</sup>/h, s rekuperací nebo přes by-pass. Režim je určen pro celoroční větrání a dotápění pasivních domů (bez cirkulace) nebo provoz nízkoenergetických domů v přechodném období. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka v poloze 2.



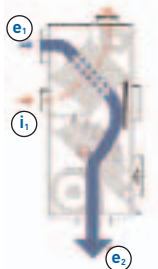
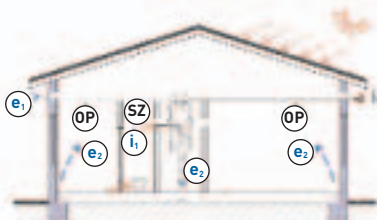
**2 CIRKULAČNÍ VYTÁPĚCÍ A VĚTRACÍ SYSTÉM**  
topné období  
Teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací nízkoenergetických domů s cirkulačním výkonem až 1100 m<sup>3</sup>/h a větracím výkonem do 180 m<sup>3</sup>/h  
Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka v poloze 1.



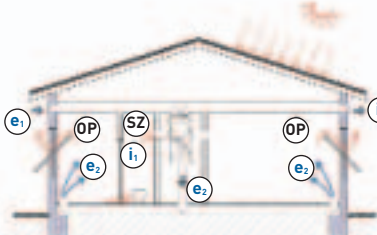
**3 CIRKULAČNÍ VYTÁPĚCÍ REŽIM - BEZ VĚTRÁNÍ**  
topné období  
Používá se pro vytápění a temperování domů bez pobytu osob.  
Ventilátor odpadního vzduchu vypnut, směšovací klapka v poloze 0.



**4 VĚTRACÍ REŽIM PODTLAKOVÝ**  
letní a přechodné období  
Podtlakové odsávání sociálního zařízení s částečným přívodem filtrovaného větracího vzduchu přes jednotku a infiltraci okny.  
Ventilátor cirkulace vypnut, směšovací klapka v poloze 2.



**5 VĚTRACÍ REŽIM PŘETLAKOVÝ**  
letní období  
Intenzivní letní přetlakové větrání obytných prostor plným přívodem venkovního vzduchu (případně ze zemního registru). Odvod vzduchu pootevřenými okny. Ventilátor odpadního vzduchu spínán podle potřeby, směšovací klapka v poloze 2, klapka by-passu otevřena.



**c<sub>1</sub>** – vstup cirkulačního vzduchu z obytné místnosti do jednotky  
**c<sub>2</sub>** – výstup cirkulačního vzduchu z jednotky do obytné místnosti  
**e<sub>1</sub>** – vstup čerstvého venkovního vzduchu do jednotky

**e<sub>2</sub>** – výstup čerstvého venkovního vzduchu z jednotky do obytné místnosti  
**i<sub>1</sub>** – vstup odpadního vzduchu ze soc. zařízení do jednotky  
**i<sub>2</sub>** – výstup odpadního vzduchu z jednotky



Vzduchotechnická dvouzónová jednotka DUPLEX RD

- teplovzdušné cirkulační vytápění (ovšem bez větrání),
- podtlakové větrání sociálních zařízení s přívodem predehřátého vzduchu,
- přetlakové letní větrání, případně chlazení s přívodem vzduchu přes zemní registr.

### Technické řešení a funkce vzduchotechnického systému

Cirkulační a čerstvý vzduch se do obytných místností rozvádí z centrální rozdělovací podlahové komory jednotlivými plochými vzduchovody z pozinkovaného plechu o rozměru 200 x 50 mm. Ty jsou uloženy v tepelněizolační vrstvě podlahy těsně pod nášlapnou vrstvou. Vyústění rozvodů přes podlahové výústky s regulací do místnosti se doporučuje umístit pod okna. Eliminuje se tím chlad a je i menší pravděpodobnost zastavení průduchu nábytkem. Tímto centrálním systémem se vylučují akustické přeslechy mezi obytnými místnostmi.

Cirkulační vzduch z jednotlivých místností se odvádí pod dveřmi bez prahů do předsíně či chodby, odkud se odsává stěnovou mřížkou pod stropem do svislých vzduchodů a odvádí zpět k jednotce.

V jednotce se cirkulační a čerstvý vzduch filtruje s účinností až 94 %, ohřívá na teplovodním registru a radiálním pomaloběžným ventilátorem (s nastavitelným příkonem 50 až 110 W) se rozvádí přes rozdělovací komoru s tlumičem hluku zpět do obytných místností. V jednotce se do cirkulujícího vzduchu současně přimísí v nastavitelném poměru čerstvý vzduch, který se přivádí z fasády nebo zemního registru přes předfiltr a predehřívá v rekuperačním výměníku s účinností až 80 % (alternativně i 91 %).

Odpadní vzduch ze sociálních zařízení a vod- ▶

**Tabulka 1: Srovnání energetických parametrů staré a nové výstavby**

parametr	jednotka	stará výstavba rodinných domů	nízko -energetické domy (NERD)	energeticky pasivní domy (EPD)
spotřeba tepla na vytápění a větrání*/	kWh/rok	až 25 000	až 9 800	< 2 100
měrný výpočtový příkon tepla pro vytápění větrání	W/m <sup>2</sup>	> 110	20–40	< 10
měrná spotřeba tepla – pro ÚT vytápění a VZT větrání	kWh/m <sup>2</sup> /a	170–220	30–70	≤ 15
měrná spotřeba tepla – pro ohřev TUV	kWh/m <sup>2</sup> /a	35	< 20	10–15
měrná spotřeba elektrické energie – v domácnosti (EI)	kWh/m <sup>2</sup> /a	30	< 20	10–15
souhrnná měrná spotřeba (ÚT+VZT+TUV+EI)	kWh/m <sup>2</sup> /a	235–285	70–110	35–45
souhrnná spotřeba primárních paliv PEZ	kWh/m <sup>2</sup> /a	-	-	< 120
minimální požadovaný součinitel prostupu tepla – stěny	W/m <sup>2</sup> /K	-	< 0,18	< 0,12
minimální požadovaný součinitel prostupu tepla – okna	W/m <sup>2</sup> /K	-	< 1,0	< 0,85

\*/ průměrný rodinný dům se 140 m<sup>2</sup> užitné plochy

ní pára z kuchyně se trvale, případně také nárazově, odvádí zpět k jednotce odsávacími ventily s regulací a potrubními kruhovými rozvody o průměru 100 až 160 mm. Tyto rozvody se osazují do stropů nebo podstropních zákrytů. V rekuperačním výměníku se předává teplo čerstvému vzduchu a po ochlazení se odpadní vzduch odvádí menším větracím ventilátorem přes fasádní žaluzie zpět do atmosféry.

Jetště je nutné dodat, že odsávací digestoře nad sporáky se navrhuje jako cirkulační s uhlíkovými filtry pro zachycení pachů a s nastavitelným výkonem. Regulaci vzduchových výkonů, a tím i teplot v jednotlivých místnostech zajišťují ručně ovládané klapky v podlahových vyústkách o rozměru 250 x 100 mm. Zvýšení teploty v koupelnách se řeší instalací topných žebříků s teplovodním či elektrickým ohřevem, případně instalací podlahového vytápění. ■

## KONTAKT

■ **ATREA, s. r. o.**, V Aleji 20, Jablonec nad Nisou  
tel.: 483 368 111, fax: 483 368 112  
e-mail: atrea@atrea.cz, www.atrea.cz

## Vztah jednotlivých topných systémů ve vztahu ke způsobu ventilace a stupni zajištění požadovaných parametrů

stupeň zajištění požadovaných parametrů	teplovodní vytápění klasické				teplovzdušné vytápění cirkulační		
	s infiltrací okny	s těsnými okny (nárazové větrání)	s odsávacím soc. zařízením	s řízeným větráním a rekuperační tepla	s řízeným větráním a rekuperační tepla	s řízeným větráním a rekuperační tepla a zemním registrem	
tepelná pohoda	●	○	○	●	●	●	
větrání obytn. prostor	○	○	○	●	●	●	
nárazové větrání	-	○	○	-	●	●	
odvětrání soc.zařízení	-	-	○	●	●	●	
účinnost provětrání	○	-	-	○	●	●	
rekuperace tepla	-	-	-	●	●	●	
využití interních a externích zisků	-	-	-	○	●	●	
filtrace přiváděného vzduchu	-	-	-	●	●	●	
noční předchlazení	-	-	-	○	●	●	
chlazení	-	-	-	-	○	●	

LEGENDA: ● dokonalé zajištění ○ částečné zajištění - nesplňuje

## ZÁSADY NÍZKOENER. VÝSTAVBY (NERD)

- vhodná orientace pozemku k světovým stranám
- orientace obytných místností k jihu kvůli využití pasivních solárních zisků
- kompaktní tvar budovy (poměr A:V) a optimální rozsah prosklení
- vyloučení tepelných mostů
- velmi nízké hodnoty součinitelů prostupů všech obvodových konstrukcí
- nízká výrobní energetická náročnost stavebních materiálů (např. dřevostaveb)
- dokonalá vzduchotěsnost celé stavby
- instalace řízeného větrání s rekuperační tepla, výhodně v kombinaci s nízkoteplotním teplovzdušným vytápěním a s využitím vnitřních tepelných zisků
- instalace bivalentního (doplňkového) topného zdroje na biomasu (krbová vložka, kamna)
- instalace solárních systémů pro podporu vytápění a ohřev TUV, s nízkoteplotní akumulací
- použití energeticky úsporných spotřebičů spotřeba tepla pro vytápění nižší než 35 kWh/m<sup>2</sup>/rok (ČSN EN 832)