



č. 3/2005



STAVEBNÉ HMOTY

Magazín pre odborníkov v stavebníctve



Teplovzdušné vytápění a řízené větrání nízkoenergetických staveb

Ing. Petr Morávek, CSc.
Atrea s.r.o.

Již od roku 1999 se hromadně realizují v ČR teplovzdušné systémy vytápění integrované s řízeným větráním a rekuperací tepla z odpadního vzdu-

chu, jako rovnocenná náhrada klasických teplovodních soustav prakticky u všech technologií výstavby rodinných domů.

S platností nové tepelně – technické normy ČSN 730 540 – 2 od roku 2002 se radikálně změnila i původní nároky na obvodové konstrukce

budov, požadavky na těsnost a celkovou energetickou náročnost. Poprvé se u nás oficiálně v normě zavádí pojem „nízkoenergetické výstavby“ s limitovanou spotřebou energie na vytápění a na její celkový provoz, a dále se specifikují i kritéria pro dosažení tohoto standardu.

Tabulka 1.1 Zásady nízkoenergetické výstavby (NERD)

vhodná orientace pozemku k světovým stranám
orientace obytných místností k jihu pro 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
(obvodové stěny: $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$; střechy: $U < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$; okna: $U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)
nízká výrobní energetická náročnost stavebních materiálů (vhodnost např. dřevostaveb)
dokonalá vzduchotěsnost celé stavby (měřená Blower door testem dle EN 13829, t.j. $n < 0,9 \text{ /h}^{-1}$ při $\Delta p = 50 \text{ Pa}$)
instalace řízeného větrání s rekuperací 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 $35 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ (ČSN EN 832)

V SRN, Rakousku, Švýcarsku a Skandinávii se dnes stávají běžným pojmem tzv. „energeticky pasivní domy (EPD), jako další stupeň budov NERD. Jejich obvodové konstrukce jsou z dnešních hledisek již extrémně tepelně zesílené (viz. tab. 1.2) a hlavně se využívá vnitřních a vnějších tepel-

ných zisků uplatněním vysoce účinných rekuperačních systémů při větrání, které se spolu s ohřevem TUV stává dominantním spotřebitelem energie v domě.

Mimo striktní hodnocení ekonomických a environmentálních ukaza-

telů je však u nové koncepce výstavby nutno zachovat, či spíše ještě zvýšit kvalitu jejich mikroklimatu. Jedná se hlavně o dodržení optimálních teplot vzduchu, povrchů, relativní vlhkosti a zajištění kvality vzduchu z hlediska oděrů a CO_2 .



Tabulka 1.2 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 a větrání	W/m ²	> 110	20 - 40	< 10
měrná spotřeba tepla - pro ÚT vytápění a VZT větrání	kWh/m ² /a	170 - 220	30 - 70	≤ 15
měrná spotřeba tepla - pro ohřev TUV	kWh/m ² /a	35	< 20	10 - 15
měrná spotřeba elektrické energie - v domácnosti (EI)	kWh/m ² /a	30	< 20	10 - 15
souhrnná měrná spotřeba (ÚT+VZT+TUV+EI)	kWh/m ² /a	235 - 285	70 - 110	35 - 45
souhrnná spotřeba primárních paliv PEZ	kWh/m ² /a	-	-	< 120
minimální požadovaný součinitel prostupu tepla - stěnou	W/m ² /K	-	< 0,18	< 0,12
minimální požadovaný součinitel prostupu tepla - okna	W/m ² /K	-	< 1,0	< 0,85

*/ průměrný rodinný dům 140 m² užité plochy

**/ u domů EPD kryjí vnitřní zisky až 35% celkové spotřeby tepla k vytápění, solární zisky až 30% a zbytkové spotřeba je cca 35%.

***/ v středoevropském klimatu je vhodnější preference vnitřních zisků před solárními zisky, přičemž rozsah okenních ploch nemá převyšit 25 - 30% plochy fasády.

Tepl vzdušné vytápění a větrání s rekuperací

Tepl vzdušné cirkulační systémy kombinované s větráním a rekuperací slučují dle tab. 1.4 tzv. „americký systém“ (pouze tepl vzdušná cirkulace vzduchu bez přívodu), s tzv. „německým systémem“ (pouze rovnotlaké větrání s rekuperací) do jednotné vzduchotechnické soustavy, integrující v sobě navíc režim přímého chlazení (zemní registr, nebo intenzivního nočního předchlazení).

Princip systému spočívá v dvouzónovém uspořádání okruhů vzduchotechnických rozvodů v rodinném domě (případně bytovce) dle obr. 1.5, 1.6, kde:

- primární okruh zajišťuje cirkulační tepl vzdušné vytápění, zároveň s řízeným podílem čerstvého vzduchu a rekuperací tepla s přívodem podlahovými mřížkami do každé obytné místnosti
- sekundární okruh zajišťuje zcela oddělené odvětrání sociálních zařízení, kuchyní, případně šaten, s rekuperací tepla

Oba okruhy vzduchotechnických rozvodů jsou vyústěny do společné vzduchotechnické jednotky DUPLEX RD (alter. RB, RC). Podle zvoleného režimu na regulátoru CP pak zajišťuje jednotka celoročně požadavky na mikroklima domu v režimech (viz tab. 1.4):

- č. 1: rovnotlaké větrání s rekuperací tepla
- č. 2: tepl vzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací
- č. 3: tepl vzdušné cirkulační vytápění (bez větrání)
- č. 4: podtlakové větrání sociálních zařízení s přívodem přehřátého vzduchu
- č. 5: přetlakové letní větrání případně chlazení s přívodem vzduchu přes zemní registr

Zásady technického řešení a dimenzování systému

- cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností se společně rozvádí jednotlivými plochými vzduchovody z pozinkovaného plechu rozměru 200 x 50mm, uloženými v tepelně - izolační vrstvě podlahy těsně pod nášlapnou vrstvou. Vyústění rozvodů přes podlahové vyústky s regulací do místnosti se doporučuje vhodně pod okny





pro eliminaci chladu, a proti případnému zastavení nábytkem. Tímto větveným 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 vzduchovodů a odvádí zpět k jednotce.
- v jednotce se cirkulační a čerstvý vzduch filtruje na filtru G4 s účinností až 94%, ohřívá na teplovodním registru a radiálním pomaloběžným ventilátorem (s nastavitelným příkonem 60 až 180 W) se rozvádí přes tlumiče 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 předehřívá v rekuperačním protiproudém výměníku s účinností až 90%.
- odpadní vzduch ze sociálních zařízení a vodní pára z kuchyně se trvale, případně s nárazovým zvýšením, odvádí odsávacími ventily s regulací a potrubními kruhovými rozvody průměru 100 až 160mm přivádí k jednotce. 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 do atmosféry.
- odsávací digestoře nad sporáky se navrhuje jako cirkulační s uhlíkovými filtry pro zachycení pachů,

s nastavitelným výkonem 150 až 450 m³/h.

- regulaci vzduchových výkonů a tím i teplot v jednotlivých místnostech zajišťují ručně ovládané klapky v podlahových vyústkách rozměru 250 x 100mm
- zvýšení teploty v koupelnách se řeší instalací topných žebříků s teplovodním nebo elektrickým ohřevem, případně instalací podlahového vytápění (např. topné folie)
- při max. výkonu přivádí standardní podlahová vyústka 250 x 100mm až 90 m³/h vzduchu, tj. při spádu 45/20° topný výkon až 700 W.

Zemní registr

V řadě realizací byl realizován zemní registr pro přirozené letní klimatizování budovy. Jedná se o potrubí z těsných PP, PVC trub ø 200mm v délce cca 20m, uložené v hloubce 1,8 – 2m pod terémem, kterým se přivádí vzduch k jednotce DUPLEX max. výkonem cirkulačního ventilátoru tj. 700 – 1100 m³/h.

Bylo ověřeno, že v létě se přiváděný vzduch + 30°C v registru ochlazuje až na + 18°C a tím udržuje teplotu v interiéru max. 24 – 25°C.

V zimním období se naopak přiváděný mrazivý vzduch – 15°C předehřívá až na + 6°C, zamezuje tak zamrznání rekuperačního výměníku jednotky a snižuje spotřebu tepla pro ohřev. Celková účinnost rekuperace se přitom zvyšuje až na 92%.

Podle řady odborných publikací a výzkumných prací uveřejněných v SRN v posledních letech lze pro zemní registry běžně použít:

- plastové potrubí z tvrdého PVC (KG, DIN, 19534)
- polypropylenové potrubí
- kameninové trubky (DIN 1230, DIN EN 295)
- litinové trubky (DIN 19522)

Podle výsledků studií Institutu pro hygienu a fyziologii práce (odbor hygieny prostředí)ETM v Curychu bylo u 10-ti realizací zemních registrů se vstupním filtrem měřeno mikrobiální znečištění a následně obsah alergenů (potrubí cementové a plastové). V naprosté většině byly zjištěny koncentrace kmenů mikroorganismu po průchodu

zemním registrem nižší než ve vzduchu venkovním.

Samozřejmostí u instalovaných zemních registrů je možnost dokonalého periodického čištění, tj. přímá trasa ZR bez ostrých lomů, vstupní filtrace tř. min.G 4 (F 7), vyspádování potrubí, hladký povrch potrubí, celosvařované vstupní šachty z PP včetně dna a připojovacího hrdla, hermetické stykování potrubí (hrdlové na kroužky).

Výhody teplovzdušných systémů s centrálním větráním:

- sloučení funkcí cirkulačního vytápění a nezávisle řízeného větrání s rekuperací tepla do jediného agregátu
- úspora nákladů na rozvody a tělesa teplovodního ústředního vytápění
- 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 teplotnosné médium (cirkulační vzduch) zároveň se vzduchem větracím
- možnost instalace elektropolarizačního filtru
- možnost chlazení, vlhčení a odorizace cirkulačního vzduchu
- možnost integrace solárních vzduchových systémů (vzduchových kolektorů a okenních kolektorů) do vzduchotechnických rozvodů
- vyloučení vzniku plísní
- účinné letní noční „předchlazení“ interiéru





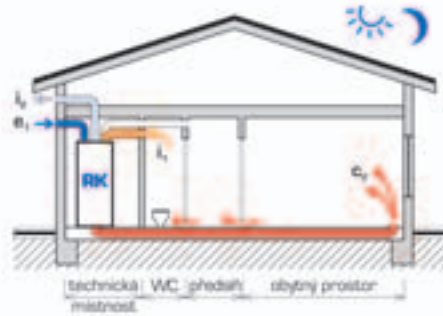
Tabulka 1.4 Provozní režimy teplovzdušného vytápění a větrání – systém Atrea



1

Rovnotlaký větrací režim

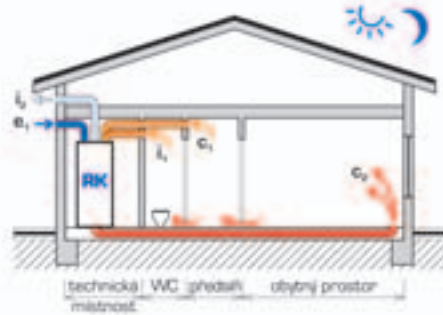
celoroční období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_n = 0$
 Rovnotlaké větrání s nastavitelným výkonem 80 až 250 m³/h, s rekuperací nebo přes by-pass. Je určen pro větrání a dotápění (bez cirkulace) v přechodném období. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka uzavřena.



2

Cirkulační vytápěcí a větrací režim

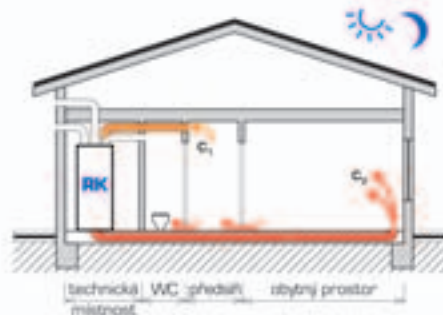
topné období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_n = 0,5 - 1,5 / h^{-1}$
 Teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací nízkoenergetických a pasivních domů s cirkulačním výkonem až 1200 m³/h a větracím výkonem do 250 m³/h. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka směřuje venkovní a cirkulační vzduch.



3

Cirkulační vytápěcí režim s nárazovým větráním

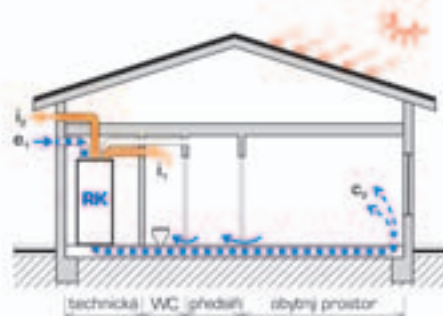
topné období
 $n_v = 0$ $n_n = 0,5 - 1,5 / h^{-1}$
 Základní doporučený provozní režim cirkulačního vytápění. Při pobytu osob se impulsem z WC a koupelny přepíná nárazově na větrací režim č. 2. s nastavitelným doběhem, impulsem z kuchyně na režim č. 1 bez doběhu. Případně se větrání cyklicky spíná v nastaveném intervalu na režim č. 2.



4

Větrací režim podtlakový

letní a přechodné období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_n = 0$
 Podtlakové odsávání sociálních zařízení, s částečným přívodem filtrovaného větracího vzduchu přes jednotku. Ventilátor cirkulace vypnut, směšovací klapka v poloze „2“.



5

Větrací režim přetlakový

letní období
 $n_v = 0,5 - 2,0 / h^{-1}$ $n_n = 0$
 Intenzivní letní přetlakové větrání obytných prostor plným přívodem venkovního vzduchu, případně ze zemního registru. Lze využít i pro noční předchlazení. Odvod vzduchu pootevřenými okny. Ventilátor odpadního vzduchu spínán impulsem, směšovací klapka v poloze „2“, klapka by-passu otevřena.



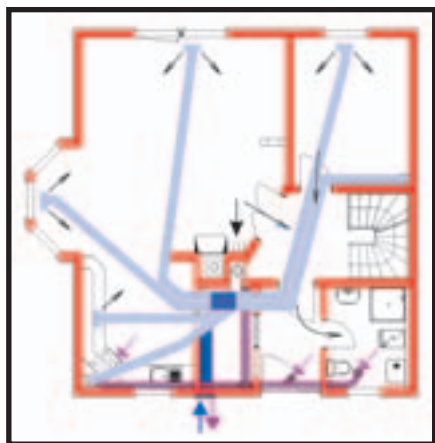
c_1 — vstup cirkulačního vzduchu z obytných místností do jednotky
 c_2 — výstup cirkulačního vzduchu z jednotky do obytných místností
 e_1 — vstup čerstvého venkovního vzduchu

e_2 — výstup čerstvého vzduchu z jednotky do obytné místnosti
 i_1 — vstup odpadního vzduchu ze sociálního zařízení do jednotky
 i_2 — výstup odpadního vzduchu z jednotky

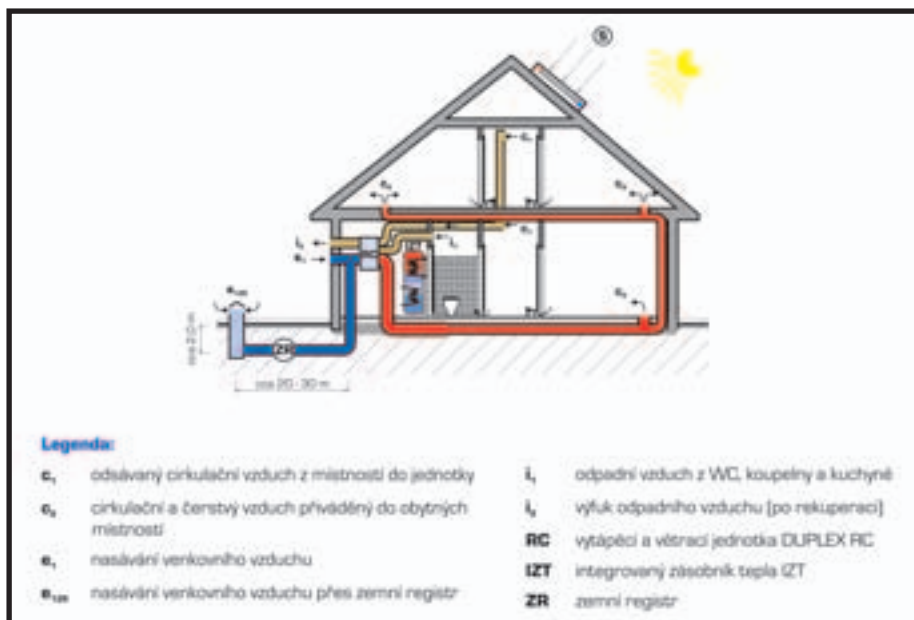


- využití všech energetických zisků v domě z provozu domácnosti pro přehřev větracího vzduchu rekuperací
- využití solárních zisků z osluněných oken, případně teplovzdušného krbu s okamžitým přenosem tepla do ostatních neosluněných místností
- instalaci zemního potrubního registru se přiváděným větracím vzduchem v zimě účinně přehřívá a v létě ochlazuje
- dokonalou cirkulaci se využívá objemu vzduchu v celém domě a tím umožňuje snížení dávek přiváděného čerstvého vzduchu na osobu (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 vůči podtlakovému větrání

Souhrnné zkušenosti s uplatněním teplovzdušných systémů u různých typů objektů jsou vynikající. Uživatelé hodnotí především kvalitu vzduchu v domě, rovnoměrné klima, výrazné snížení prašnosti (!), účinek chlazení zemního registru i převod solární zátěže do neosluněných místností a možnost vytápět krbem prakticky celý dům, bez nutnosti instalace dalších potrubních rozvodů. V interiéru se dále oceňuje úplně volný prostor bez těles ústředního vytápění, hlavně při obvyklém požadavku spuštění okeních záclon až k podlaze.



obr. 1.6 Systém rozvodů teplovzdušného vytápění a větrání v rodinném domě



obr. 1.5 Systém teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla a zemním registrem

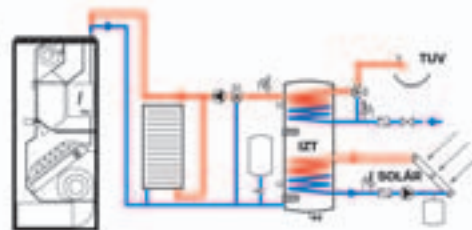
TEPLOVZDUŠNÉ VYKUROVANIE A VETRANIE s rekuperáciou tepla pre rodinné domy, byty a bazény

Spoločnosť ATREA už niekoľko rokov dodáva ucelený systém teplovzdušného vykurovania - rekuperačné teplovzdušné jednotky, akumulačné zásobníky tepla, špeciálne potrubné rozvody upravené pre použitie

v rodinných domoch, celý rad vyústiek, mriežok a v neposlednom rade aj kompletný systém energ. soustav a merania a regulácie.

Tento systém je už používaný v niekoľkých stovkách nových, najčastejšie nízkoenergetických, rodinných domoch na území Českej a Slovenskej republiky a v zahraničí.

Pre potreby projektantov a stavebníkov boli vydané kompletne projekčné podklady, ako pomôcka pre správny a komplexný návrh celého systému.



ATREA SK s.r.o., Družstevná 2, 945 01 Komárno
tel. +421 (35) 774 28 15, fax. +421 (35) 774 28 16
e-mail: atrea@atrea.sk www.atrea.sk