

BYDLENÍ • BYDLENÍ • BYDLENÍ • BYDLENÍ • BYDLENÍ • BYDLENÍ

BYDLENÍ TŘETÍHO MILLENIA

NÍZKOENERGETICKÉ

DOMY

STAVEBNÍ
INFORMACE



Teplovzdušné vytápění a řízené větrání nízkoenergetických staveb

Již od roku 1999 se hromadně realizují v ČR teplovzdušné systémy vytápění integrované s řízeným větráním a rekuperací tepla z odpadního vzduchu, 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 kriteria pro dosažení tohoto standardu.

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 tepelných 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 ukazatelů je však u nové koncepce výstavby nutno zachovat, či spíše ještě zvýšit kvalitu jejich mikroklimatu. Jedná se hlavně o dodržení

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 užitné 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 střežoevropském klimatu je vhodnější preference vnitřních zisků před solárními zisky, přičemž rozsah okenních ploch nemá převýšit 25 – 30 % plochy fasády.

Tabulka 1.1 Zásady nízkoenergetické výstavby (NERD)

vhodná orientace pozemku ke 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, tj. $n < 0,9 \text{ h}^{-1}$ 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 kWh/m ² /rok (ČSN EN 832)

optimálních teplot vzduchu, povrchů, relativní vlhkosti a zajištění kvality vzduchu z hlediska oděrů a CO₂.

Teplovzdušné vytápění a větrání s rekuperací

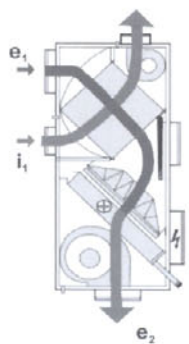
Teplovzdušné cirkulační systémy kombinované s větráním a rekuperací sloučují dle tab. 1.4 tzv. „americký systém“ (pouze teplovzdušná cirkulace vzduchu bez přívodu), s tzv. „německým systémem“ (pouze rovnotlaké větrání s rekuperací) do jednotné vzduchotechnické soustavy, integrující v sobě navíc režim přímého chlazení (zemním registrem), 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 teplovzdušné 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.



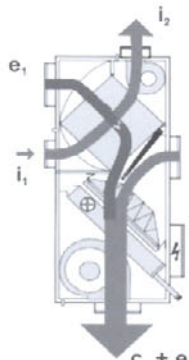
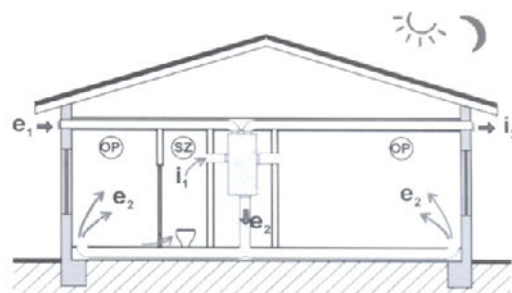
Tabulka 1.4 Provozní režimy teplovzdušného vytápění a větrání – systém Atrea



1

Rovnotlaký větrací režim

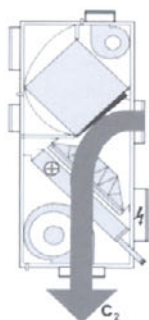
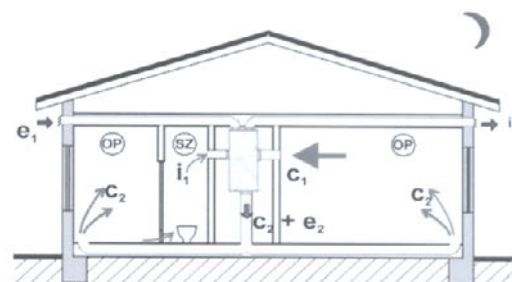
celoroční období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_c = 0$
 Rovnotlaké větrání s nastavitelným výkonem 100 až 180 m³/h, s rekuperací nebo přes by-pass. Je určen pro celoroční větrání a dotápění pasivních domů (bez cirkulace) nebo provoz nízkoenergetických domů v přechodném období. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka v poloze „2“.



2

Cirkulační vytápěcí a větrací režim

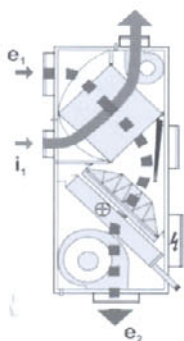
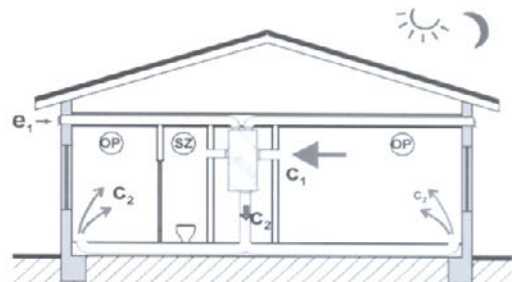
topné období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_c = 0,5 - 1,5 / h^{-1}$
 Teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací nízkoenergetických domů s cirkulačním výkonem až 1100 m³/h a větracím výkonem do 180 m³/h. Oba ventilátory zapnuty, směšovací klapka v poloze „1/A; 1/B“.



3

Cirkulační vytápěcí režim - bez větrání

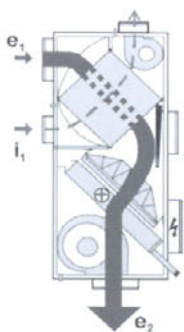
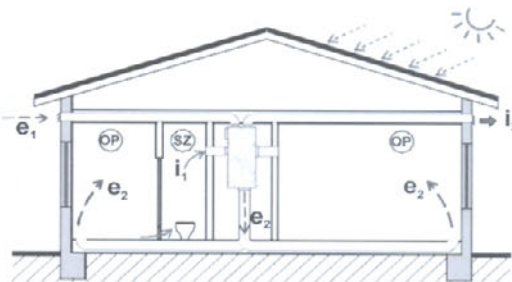
topné období
 $n_v = 0$ $n_c = 0,5 - 1,5 / h^{-1}$
 Používá se pro vytápění a temperování domů bez pobytu osob. Ventilátor odpadního vzduchu vypnut, směšovací klapka v poloze „0“.



4

Větrací režim podtlakový

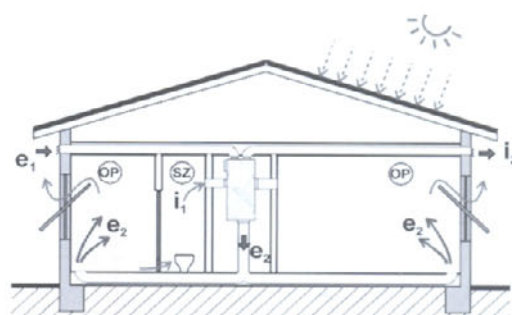
letní a přechodné období
 $n_v = 0,3 - 0,5 / h^{-1}$ $n_c = 0$
 Podtlakové odsávání sociálních zařízení, s částečným přívodem filtrovaného větracího vzduchu přes jednotku, a infiltrací okny. Ventilátor cirkulace vypnut, směšovací klapka v poloze „2“.



5

Větrací režim přetlakový

letní období
 $n_v = 1 - 1,8 / h^{-1}$ $n_c = 0$
 Intenzivní letní přetlakové větrání obytných prostor plným přívodem venkovního vzduchu (případně ze zemního registru). Odvod vzduchu pootevřenými okny. Ventilátor odpadního vzduchu spínán dle potřeby, směšovací klapka v poloze „2“, klapka by-passu otevřena.



c₁ vstup cirkulačního vzduchu z obyt. místnosti do jednotky
 c₂ výstup cirkulačního vzduchu z jednotky do obyt. místnosti
 e₁ vstup čerstvého venkovního vzduchu do jednotky

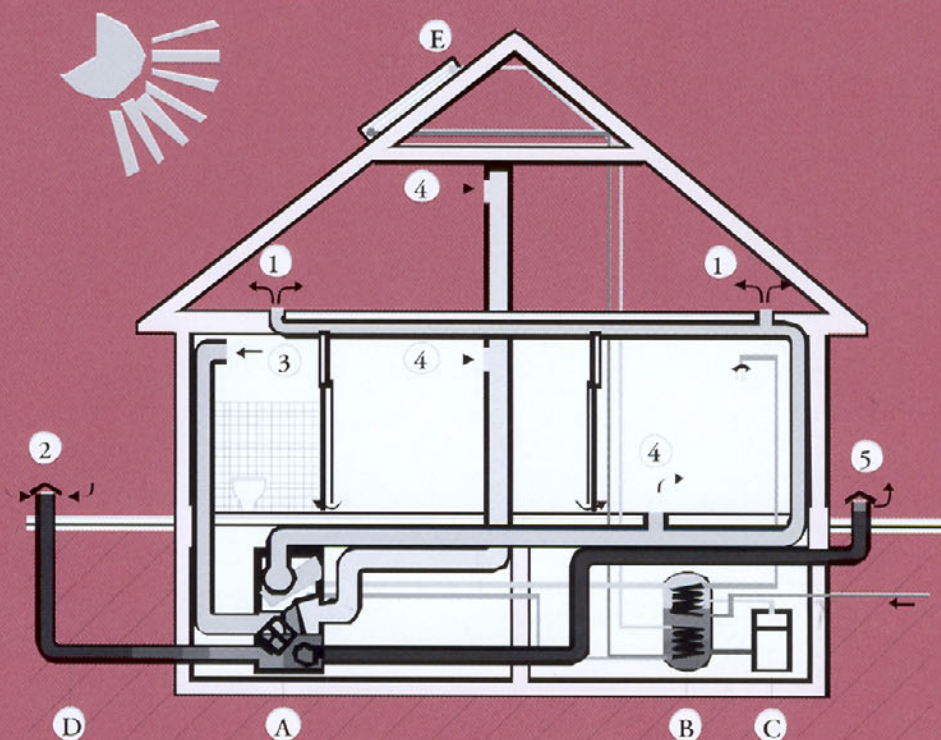
e₂ výstup čerstvého vzduchu z jednotky do obyt. místnosti
 i₁ vstup odpadního vzduchu ze soc. zařízení do jednotky
 i₂ výstup odpadního vzduchu z jednotky

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 mikroklíma domu v režimech (viz tab. 1.4):

- č. 1: rovnotlaké větrání s rekuperací tepla
- č. 2: teplovzdušné cirkulační vytápění a rovnotlaké větrání s rekuperací
- č. 3: teplovzdušné 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 dimensování systému

- cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností se společně rozvádí jednotlivými plochými vzduchovody z pozinkovaného plechu rozměru 200 x 50 mm, 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 pomaluběžným 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 přehřívá v rekuperačním křížovém výměníku s účinností až 80 % (alter. až 91 %).
- 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 160 mm 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 navrhují jako cirkulační s uhlíkovými filtry pro zachycení pachů, s nastavitelným výkonem 150 až 450 m³/h.
- regulaci vzduchových výkonů a tím i



Obr. 1.5 Systém teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla a zemním registrem
 Legenda: 1 – cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností; 2 – venkovní vzduch přiváděný zemním registrem; 3 – odpadní vzduch z WC, koupelny a kuchyně; 4 – cirkulační vzduch z místností do VZT jednotky; 5 – výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci; A – vytápěcí a větrací jednotka DUPLEX RD; B – integrovaný zásobník tepla IZT 950; C – zemní registr délky cca 20 m; E – solární vakuové kolektory.



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



teplot v jednotlivých místnostech zajišťují ručně ovládané klapky v podlahových vyústkách rozměru 250 x 100 mm

- 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 100 mm až 90 m³/h vzduchu, tj. při spádu 45/2° 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 o 200 mm v délce cca 20 m, uložené v hloubce 1,8 – 2 m 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 o teplotě + 30°C v registru ochlazuje až na teplotu + 18°C a tím udržuje v interiéru max. teplotu 24 – 25°C.

V zimním období se naopak přiváděný mrazivý vzduch – 15°C přehřívá až na + 6°C, zamezuje tak zamrzání 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), vypsádování 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 rekuperační 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 teplosnosné 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,
- využití všech energetických zisků v domě z provozu domácnosti pro přehřev větracího vzduchu rekuperační,
- využití solárních zisků z osluněných oken, případně teplovzdušného krbu s okamžitým přenosem tepla do ostatních neosluněných místností,
- instalací zemního potrubního registru se přiváděným větracím vzduchem v zimě účinně přehřívá a v létě ochlazuje,
- dokonalou cirkulací 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 nutné instalace dalších potrubních rozvodů. V interiéru se dále oceňuje úplně volný prostor bez těles ústředního vytápění, hlavně při obvyklém požadavku spuštění okenních žaluzií až k podlaze.

Ing. Petr Morávek, CSc.
Atrea s.r.o.

