

# Stavební listy

časopis pro stavebnictví  
journal of civil engineering

5 / 2006

■■■  
**Pasivní rodinné domy  
Český ráj - Koberovy**

■■■  
**Nízkoenergetická  
výstavba budov  
a problematika systémů  
vnitřního a vnějšího  
zateplení**

■■■  
**ČVUT v Praze vylepšuje  
podmínky pro studium**



pro



a odbornou veřejnost

ISSN 1211 - 4790 / ROČNÍK XII / 2006 / CENA 18 Kč

# Soubor 13 pasivních rodinných domů Český ráj - Koberovy

## The Group of thirteen passive Houses Český ráj - Koberovy

The first mass solution of passive houses building in Czech Republic is mentioned in this contribution. Urban, architectural and structural solution are described including the modern heat recovery air ventilating system. Used building system of multiple separated shells by ATREA s.r.o. provides entire elimination of thermal bridges. The final costs of such passive buildings are fully comparable with common buildings.

Koncem roku 2005 byly zahájeny přípravné a projekční práce na výstavbě souboru 13 pasivních nízkonákladových rodinných domů, jako prvního demonstračního projektu skupinové výstavby pasivních domů (PD) v České republice. V současnosti je vydáno územní rozhodnutí a připravují se realizace inženýrských sítí. Zahájení vlastní výstavby PD je v 07/2006.

### Urbanistická koncepce výstavby

Soubor výstavby je situován uprostřed intravilánu obce Koberovy v nadmořské výšce 430 m.n.m. Chráněné krajinné oblasti (CHKO) Český ráj. Koncepce výstavby respektuje stávající tradiční charakter vesnické zástavby - jak charakterem, tak i typologickou formou - kam je kompozičně začleněna jednoduchými sedlovými střechami v jednotném sklonu, výškou hřebenu, charakterem štítů a přesahy střech. Jednotlivé domy jsou umístěny podél neprůjezdné místní komunikace s koncovým obratištěm, která umožňuje pouze pomalý průjezd bez vjezdu cizích vozidel.

Trasování komunikací po vrstevnici mírného západního svahu zajišťuje snadnou zimní údržbu a neomezuje oslunění domů. Jednotlivé parcely mají velikost v rozsahu 900 až 1400 m<sup>2</sup> podle individuálních požadavků jednotlivých stavebníků.

Situování domů co nejlíže na hranice pozemku uvolňuje celý prostor přilehlých zahrad k rekreačním účelům. Osazení domů podle **Obr. 1** s orientací hřebenů střech v ose východ - západ zajišťuje celodenní jižní oslunění hlavního podélného průčelí a zároveň umožňuje nejvýhodnější instalaci solárních termických kolektorů. Postupné natáčení orientace jednotlivých domů od jihu (J) až k jihojihozápadu (JJZ) originálně uvolňuje nerušený výhled z hlavních průčelí mezi sousedními domy, potlačuje jinak hrozící monotónnost nové výstavby a odpovídá charakteru obce. Pásová bariéra vzrostlé zeleně opticky vymezuje nerušený výhled a zároveň člení zahrady na veřejnou a intimní část, se zakomponováním obytných teras, popřípadě jezírek s dešťovou vodou.

**Obr. 1 - General výstavby 13 pasivních rodinných domů v lokalitě Český ráj - Koberovy**



### Architektonické řešení

Vychází z tradiční klasické koncepce vesnického stavení s obytným podkrovím, bez podsklepení, s přímým výškovým napojením přízemí na okolní terén. Po projednání s CHKO Český ráj jsou dominantními prvky jednoduché sedlové střechy ve sklonu 45°, navazující přístřešky pro auta, limitní výška podkrovních nadezdívek, vstupy zásadně na okapové (severní) fasádě, vyloučení balkonů a lodžii. (**Obr. 2**). Je zajímavé, že tyto standardně tradiční požadavky CHKO vlastně logicky navazují na moderní zásady pasivní výstavby!

Koncepce domů je řešena na důsledně ve standardu pasivního domu s měrnou potřebou tepla na vytápění do 15 kWh(m<sup>2</sup>a), s důslednou orientací podélného průčelí k jihu až jihozápadu pro využití pasivních solárních zisků a s prodloužením stínících přesahů střech. Hlavní obytný prostor bezprostředně navazuje na obytnou terasu a zahradu, výškově se tím současně řeší i případný bezbariérový provoz. Polouzavřený přístřešek garážového stání současně překrývá i hlavní vstup a chrání jej před povětrnostními vlivy.

Dispozice domů umožňuje řešit i alternativu tzv. „startovacího bydlení“ mladé rodiny, kdy v první etapě je zprovozněna pouze přízemní část objektu s neobytnou půdou. Až v další etapě života se může zcela nezávisle vybavit celé obytné podkroví. Na **Obr. 3a, b** jsou uvedeny vzorové dispozice přízemí a podkroví v neúspornějších verzích 5 + kk s celkovou výměrou užitné plochy 121 m<sup>2</sup> (+ 36 m<sup>2</sup> půdní prostor). Konkrétní řešení jednotlivých domů řeší pro konkrétní stavebníky významní architekti se zkušenostmi s nízkoeenergetickou výstavbou. Všechny domy budou vycházet z výše uvedených jednotných pravidel zástavby a budou používat shodný konstrukční systém.

### Stavebně - konstrukční řešení

Všechny domy využívají vlastní skeletový konstrukční systém fy Atrea s.r.o. podle **Obr. 4**.

Nosnou konstrukci přízemí tvoří skeletová soustava z lepených dřevěných prvků (sloupků, průvlaků, ztužidel) osazených na základovém prahu, s diagonálním závětrováním, s běžnou technologií spojovacích prostředků.

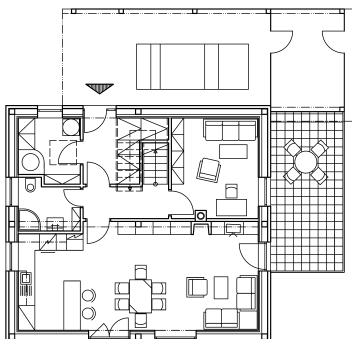
Celková spotřeba dřeva nepřesahuje 2,7 m<sup>3</sup>.

Na průvlaky jsou osazeny dřevěné velkorozponové vazníky, jejichž spodní pásnice jako spojitý nosník vytváří přímo stropní konstrukci přízemí. Vazníky jsou přímo na stavbě sbíjeny z prken, tím odpadá nákladná doprava velkorozměrných prefabrikátů. Vazníky vytváří v podkroví zcela volný prostor bez vnitřních podpor pro libovolné řešení vnitřních dispozic.

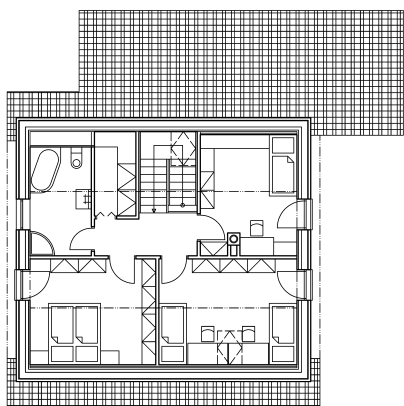
Obvodové stěny, podle **Obr. 5**, jsou nenosné, složeny ze dvou samostatných pláštů bez spřažení, s výplní minerálně vláknitou izolací. Oba pláště mají nosnou kostru buď z tenkostěnných pozinkovaných „U“ profilů, nebo dřevěných latí, a jsou



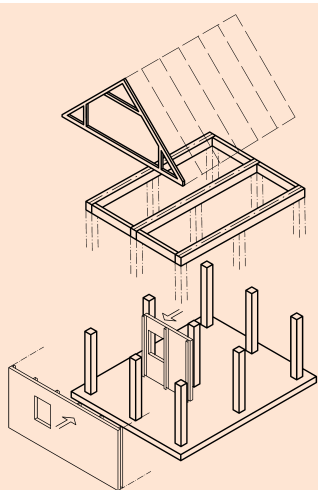
Obr. 2 - Pasivní rodinný dům Koberovy



Obr. 3a - Půdorys přízemí standardního pasivního domu (varianta A/1)



Obr. 3b - Půdorys podkroví standardního pasivního domu (varianta B/1)



Obr. 4 - Schéma skeletové konstrukční soustavy pasivního domu

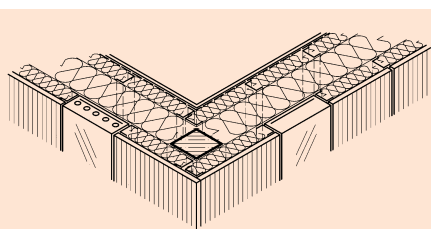
dimenzovány pouze na vodorovná zatížení. Vnitřní plášť se instalací dutinou a parotěsnou zábranou je ze sádrovláknitých desek. Vnější plášť je řešen v několika variantách s předsazenou termofasádou připevněnou na desky Fermacell, s výstužnou funkcí, případně s větraným dřevěným obkladem.

### ■ Zásadní výhody navržené koncepce obvodového pláště přízemí

- libovolná tloušťka tepelné izolace
  - úplná eliminace tepelných mostů v ploše stěn
  - libovolný návrh a kombinace konstrukcí i povrchů obou plášťů
  - realizace místními firmami přímo na stavbě, která výrazně zlevňuje náklady, nároky na dopravu, odpadá náročné převážení a montáž stěnových panelů
  - realizace plášťů pod zastřešením skeletové konstrukce, která zajišťuje dokonalou ochranu před povětrnostními vlivy
  - skladebná koncepce umožňuje nezávislou instalaci stěnových vodních, vzduchových nebo fotovoltaických panelů, včetně pozdějších změn
- Neprůvzdušnost domu zajišťuje vnitřní parotěsná zábrana z vyztužené PE fólie, samostatně pro každé podlaží, čímž se zcela vyloučí problematické prostupy přes spodní pásnice vazníků.

### ■ Rozhodující návrhové tepelné - technické parametry výstavby

- obvodové stěny:  $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- střecha:  $U = 0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- podlaha:  $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- okna a výplně:  $U = 0,72 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- strop přízemí:  $U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- výpočtová celková tepelná ztráta:  $Q_{\text{max}} = 1,95 \text{ kW}$
- min. výp. teplota:  $t_{\text{v min}} = -15^\circ\text{C}$
- max. výp. teplota:  $t_{\text{v max}} = +32^\circ\text{C}$
- střední globální záření dopadající na horizontální plochu:  $1050 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  (dle WMO)
- orientace hlav. průčelí:  $J \text{ až } JJZ (180^\circ - 205^\circ)$
- ekvival. intenz. větrání:  $n = 0,18 - 0,25 \text{ h}^{-1}$
- rozsah prosklení: **do 28 % plochy fasád**



Obr. 5 - Detail sestavného obvodového pláště s vestavěnou nosnou konstrukcí dřevěného skeletu a integrovanými solárními kolektory (voda; vzduch)

### ■ Teplovzdušné vytápění a větrání s rekuperací tepla

#### Koncepce

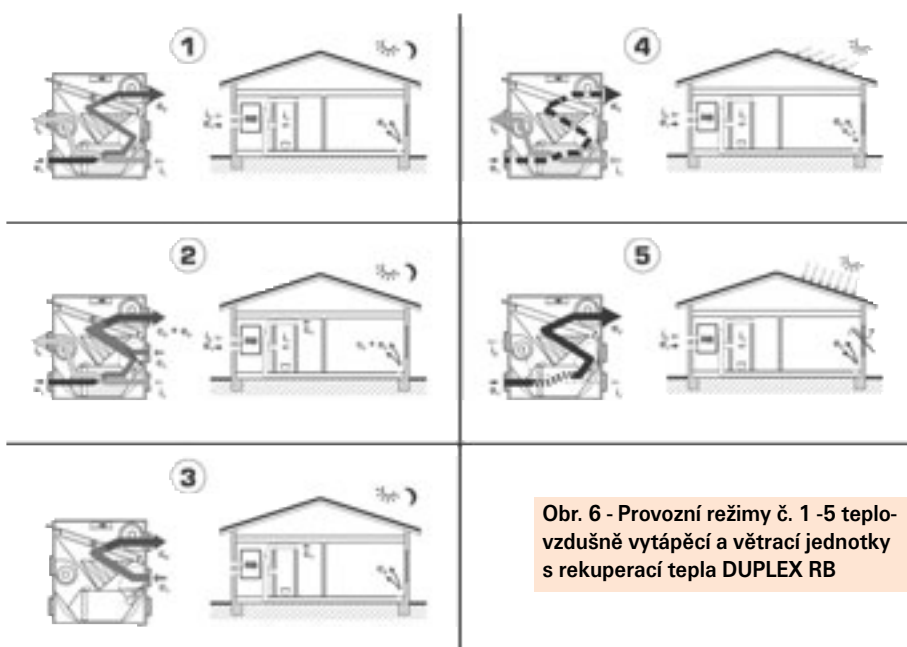
Všechny objekty budou standardně vybaveny dvouzónovým systémem teplovzdušného cirkulačního vytápění a větrání s rekuperací tepla fy Atrea s.r.o. Centrální podstrovní jednotka DUPLEX RB obsahuje nízkoteplotní vodní ohřivač, filtr G4, pomaluběžný cirkulační ventilátor, ventilátor odpadního vzduchu, protiproudý rekuperační výměník se základní účinností 90 % (bez kondenzace), směšovací klapku volby režimů a vestavěnou digitální regulaci. Podlahovými rozvody profilu 200 x 50 mm se rozvádí směs cirkulačního a čerstvého vzduchu do podokenních podlahových výústek v každé obytné místnosti. Pod dveřmi bez prahů se vzduch pak odvádí do předsíní k centrálním mřížkám a zpět do jednotky, kde se filtruje, dohřívá a směšuje s čerstvým vzduchem. Z WC, koupelen a kuchyní se odpadní vzduch odsává samostatným kruhovým potrubím k jednotce, kde v rekuperačním výměníku předává teplo čerstvému vzduchu a vyfukuje se ven. Nad kuchyňskými sporáky se standardně instaluje cirkulační digestoř s uhlíkovým filtrem pro záchyt tukových aerosolů, prostor koupelen je nárazově dotápěn infrazářičem, nebo otopným žebříkem.

#### Provozní režimy

Jednotka DUPLEX RB zajišťuje podle nastavení na ovládacím panelu celkem 5 provozních režimů (viz Obr. 6):

- č. 1: rovnotlaké větrání s rekuperací (nebo přes by - pass)
- s nastavitelným výkonem 90 - 160 m<sup>3</sup>/h
- č. 2: cirkulační vytápění a větrání s rekuperací
- s nastavitelným výkonem cirkulace 210 - 420 m<sup>3</sup>/h, a větrání 90 - 160 m<sup>3</sup>/h
- č. 3: cirkulační vytápění bez větrání
- s nastavitelným výkonem 300 - 580 m<sup>3</sup>/h, a topným výkonem až 3,6 kW
- č. 4: podtlakové větrání
- s nastavitelným výkonem 90 - 160 m<sup>3</sup>/h
- č. 5: přetlakové letní větrání
- s nastavitelným výkonem do 650 m<sup>3</sup>/h

Jako základní je navržen provozní režim č. 3 - pouze cirkulační, kdy větrání se aktivuje nárazově externím signálem z WC, koupelen. Tím jednotka přechází do režimu č. 2, s nastavitelným doběhem 1 až 10 minut. Při externím signálu z kuchyně přechází jednotka do režimu č. 1. Je tak eliminováno šíření pachů z volných kuchyňských koutů do obytného prostoru. V noci se automaticky spíná větrání v nastavitelném časovém úseku (např. každou hodinu na 18 minut). Podle nově zpracovaných grafů průběhu CO<sub>2</sub> pro modelový případ tento systém bezpečně zajišťuje koncentrace CO<sub>2</sub> v domě do 1200 ppm.



**Obr. 6 - Provozní režimy č. 1-5 teplovzdušně vytápěcí a větrací jednotky s rekuperací tepla DUPLEX RB**

Vestavěný teplovodní ohřívač má při teplotě topné vody 50 °C maximální topný výkon 3,6 kW a vykřívá i nárazový zátop po topné přestávce. Provoz ohřívače je spínán nastavitelným digitálním termostatem v referenční místnosti.

#### Vlhkostní problematika

Tento cirkulačně – směšovací systém teplovzdušného vytápění s řízeným podílem větracího vzduchu odstraňuje zásadní problém standardních větracích systémů s vytápěcí funkcí, což je přílišné snižování vlhkosti v bytech v zimním období. Právě v období nejnižších venkovních teplot, kdy je nutno intenzivně dotápět byty teplým vzduchem a současně je větrat, je absolutní vlhkost venkovního vzduchu často i méně než 2 g/kg s.v. Tento problém se v ČR vyskytl v celé řadě případů, kdy docházelo k nadměrné výměně vzduchu, a tím ke snižování relativní vlhkosti až na hodnoty pod 20 – 25 %, což je z hygienických hledisek již zcela nepřístupné. Dochází totiž k oprávněným stížnostem na „sucho“, vysychání sliznic a následným onemocněním horních cest dýchacích.

#### Výhody cirkulačního teplovzdušného systému vytápění a větrání s rekuperací

- sloučení funkcí nízkoteplotního vytápění a nezávisle řízeného větrání s rekuperací tepla do jediného agregátu a společných rozvodů
- záruka hygienicky nutných trvalých výměn vzduchu v domě s možností řízeného nárazového zvýšení podle skutečného obsazení domů (vylučuje extrémní vysoušení vzduchu)
- úspora až 85 % nákladů na větrání
- rychlý zátop s pružnou regulací teploty
- dokonalá filtrace cirkulačního a větracího vzduchu, a tím i celkové snížení prašnosti v domě
- možnost instalace elektropolarizačního filtru
- možnost chlazení, vlhčení a odorizace cirkulačního vzduchu
- možnost integrace solárních vzduchových systémů (vzduchových kolektorů a okenních kolektorů) do vzduchotechnických rozvodů

- účinné letní noční „předchlazení“ interiéru
- využití všech energetických zisků v domě z provozu domácnosti pro předehřev 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 předehřívá (až o 10 °C) a v létě ochlazuje (až o 7 °C)
- dokonalou cirkulaci se využívá objemu vzduchu v celém domě, a tím se umožňuje snížení dávek přiváděného čerstvého vzduchu na osobu (důležité zejména při malém obsazení domu).
- větevnatý potrubní rozvod odstraňuje problém s akustickými „přeslechy“ a umožňuje dokonalé čištění

#### Zdroje a zásobníky tepla

- Pro všechny domy jsou navrženy integrované zásobníky teplé vody IZT 615, které zajišťují v jediné nádrži N 600 mm:
- elektroakumulační ohřev topné vody
- průtočný ohřev pitné vody (OPV)
- akumulaci solárních zisků

Systém integrované přípravy topné a pitné vody v jediné nádrži s elektroohřevem (viz obr. 7) byl ekonomicky vyhodnocen jako nejrentabilnější ze všech posuzovaných variant zdrojů (např. zemní plyn, tepelná čerpadla, lokální zdroje) z hlediska souhrnných nákladů po dobu celé životnosti domu (včetně reinvestic, a při uvažovaném 5 % ročním nárůstu cen všech energií).

Pro solární přípravu OPV a podporu vytápění jsou navrženy 3 ks plochých solárních kolektorů s účinnou plochou 5,1 m<sup>2</sup> s orientací J až JJZ, při sklonu 45°. Vzhledem k nutnosti odstraňování sněhu

z plochy kolektorů v podhorských podmínkách by bylo použití vakuových kolektorů zřejmě neefektivní.

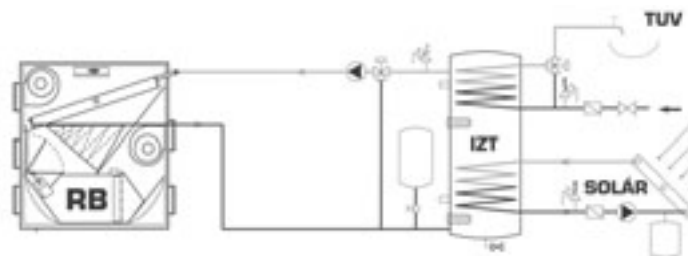
Tento kombinovaný systém ohřevu pitné vody a vytápění v jediném integrovaném zásobníku s vestavěným zdrojem umožňuje jednookruhové zapojení s jednoduchou regulací, na rozdíl od standardních tříokruhových systémů se dvěma zásobníky a externím kotlem, s komplikovanou regulací.

#### Záložní zdroje tepla

Ve všech pasivních domech jsou záložní zdroje navrženy ve formě krbových kamen v hlavní obytné místnosti, navíc s možností vaření. Tepelný zisk lze pak cirkulačním systémem (v režimu č. 3) rozvádět do všech obytných místností.

#### Závěr

Soubor 13 nízkonákladových pasivních rodinných domů hromadně realizovaných v jediné lokalitě bude první svého druhu v ČR. Dobrou organizací soustředěné výstavby na jediném staveništi je možné dosáhnout urychlení a z kvalitnější práce při výrazném snížení celkových nákladů.



**Obr. 7 - Energetická soustava vytápění, větrání a přípravy OPV pasivního domu.**

Soubor pasivních domů je demonstračním pilotním projektem s předpokládanou značnou publicitou. Má za cíl přesvědčit laickou i odbornou veřejnost o cenově dostupné filosofii nové výstavby jako jediné možné alternativě v budoucnosti. Detailní technické řešení bude podrobně analyzováno a optimalizováno z hlediska konstrukčního, z hlediska stavební fyziky i celkových stavebně-energetických vlastností. Předpokládá se měření rozhodujících vlastností před dokončením a po zahájení provozu (termografie, neprůvzdušnost) a dlouhodobé monitorování skutečných energetických parametrů. Těmto otázkám se bude věnovat výzkumné centrum CIDEAS na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Zajímavé budou jistě i odchylky vlastností jednotlivých individuálně řešených domů i s ohledem na skutečný způsob jejich užívání.

Ing. Petr Morávek, Ing. Jan Tywoniak