

materiály pro stavbu 8 / 2008

XIV. ročník - říjen - 85 Kč

Patinující oceli
pro mostní konstrukce



Obytný soubor pasivních domů Koberovy

Vady plochých střech

Sanační omítky



Obytný soubor pasivních domů Koberovy

V srpnu 2007 byl dokončen a předán k užívání pilotní obytný soubor dvanácti pasivních rodinných domů a školícího střediska v Koberovech jako první hromadně realizovaná experimentální výstavba v ČR na bázi úsporné dřevoskeletové konstrukce.

Urbanistická koncepce

Výstavba je situována na pozemku svažujícím se k jihu. Koncepce respektuje regulativy Chráněné krajinné oblasti Český ráj v intravilánu obce, požadující výhradně sedlové zastřešení, vstupy z podélných fasád, omezený rozsah prosklení a další. Situování hřebenu jednotlivých domů v ose západ – východ, při postupném natáčení jejich hlavních průčelí od jihu až k jihozápadu, minimalizuje vzájemné zastínění a zaručuje nerušený výhled do zahrad. Rozvolněná koncepce nevytváří monotónní řadovou „uliční zástavbu“. Nový obytný soubor logicky navazuje na současný charakter okolní zástavby obce.

Stavebně-architektonické řešení

Stavebně-architektonické řešení vychází z jedinečné typologie staveb regionu Českého ráje, charakterizovaných zcela jednoduchou tvarovou kompozicí, hladkými plochami sedlových střech z šedočerné břidlice z místních lomů, kompaktní-

mi plochami dřevěných obkladů a přesahy střech sedlového zastřešení, vytvořenými konzolami stropních trámů.

Dominují plochy šedočerných střešních krytin Eternit – Dacora, na které navazuje variabilní řešení fasád s celoplošným či částečným obkladem ze sibiřského modřínu, a dřevěné přístřešky pultového nebo plochého zastřešení s vegetačními střechami. Polouzavřené prostory přístřešků přitom vytvářejí i velmi atraktivní pobytové prostředí.

Dispoziční řešení zásadně orientuje podélný trakt hlavního obytného prostoru do jižního průčelí s rozsahem prosklení přes 30 % a s krytím přesahem střechy přes 950 mm. Na severní stranu jsou orientovány vstupní, sociální a technické prostory, schodiště, volně navazující přístřešky pro auto a zahradní kolna. Prostor podkroví je rozčleněn do 3 až 4 ložnic, koupelny a šatny. Prosklení v podkroví v rozsahu 15–20 % plochy místností zajišťuje dostatečné denní osvětlení.

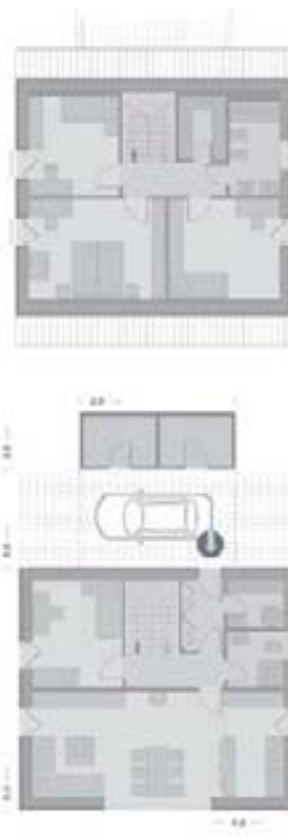
Užitná plocha základní velikosti domu 9,60x8,60 m je 132 m² (plus 39 m² pochozí půda), obestavěný prostor celkem 513 m². Objemový faktor tvaru AV = 0,57.

Stavebně-energetické řešení

Vychází z úsporného systému unifikované dřevoskeletové konstrukce společnosti Atrea, s. r. o. Přízemní část vytváří soustava sloupků v rozteči 1,5 až 3 m, uložených na základovém prahu, ve zhlaví spojených soustavou podélných lepených průvlaků a příčných ztužidel. Prostorové ztužení zajišťují nárožní diagonální ztužidla. Vzájemné stykování všech prvků je řešeno styčnickovými deskami a kotvami systému BOVA a hřebíkovými spoji typu KH. Podkrovní a střešní část objektu tvoří velkorozponové staveništní vazníky, jejichž spodní pásnice jako spojité nosník vytváří přímo stropy přízemí. Tento bezvaznicový hambalkový systém zcela uvolňuje celý prostor podkroví bez jakýchkoliv podpor pro dosažení zcela variabilní dispozice. Podélné ztužení krovové soustavy vazníků zajišťují diagonální zavětrovací kříže ve spodním líci krokví.

Celá konstrukční soustava skeletu je zhotovena přímo na stavbě ze sušeného řeziva SM/JD vlhkosti 12–14 % bez impregnace. Vyšší profily jsou z lepených KH profilů délky max. 13,2 m. Staveništní výroba vazníků je vysoce produktivní (0,3 h na kompletaci jednoho kusu).

Z hlediska spotřeby materiálu se jedná o velmi úsporný konstrukční systém, kdy pro dům o za-





stavené ploše 9,6x8,6 m činí spotřeba řeziva pro přízemí 3,1 m³ a pro celou podkrovní a střešní část (včetně stropů přízemí) je spotřeba pouze 4,8 m³ řeziva.

Obvodové stěny tl. 400 mm jsou sestaveny ze dvou samostatných nenosných pláští se skládanou výplní desek minerální vlny ROCKMIN. Venkovní plášť je řešen variantně s dřevěným obkladem na latě s provětrávanou dutinou před pojistnou vrstvou TYVEK nebo s tenkovrstvou omítkou na fasádní izolaci FASROCK. Vnitřní plášť je řešen výhradně ze vzájemně lepených sádrovláknitých desek FERMACELL tl. 12,5 mm na laťový rošt s instalačním prostorem. Parotěsná vrstva je z fólie JUTAFOL N, důsledně lepené ve spojích butylkaučukovými páskami a zajištěné latěmi.

Před zaklopením všech vnitřních povrchů sádrovláknitými deskami byla prováděna opakovaná kontrolní měření průvzdušnosti metodou tlakového spádu (spolupráce s ČVUT v Praze, ing. Jiří Novák) s celkovým dobrým výsledkem. Parotěsné fólie byly osazovány a přelepovány speciálními páskami s maximální pečlivostí.

Zvláštní pozornost byla věnována i napojení pomocí těsnících pásek na okna. Střešní plášť byl realizován shodně s využitím desek z minerální vlny ROCKMIN, osazených na CD lišty na prodloužené a vyztužené závěsy. Okenní konstrukce od firmy Slavona mají dřevěné rámy a trojitě zasklení ($U = 0,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$). Velké okenní plochy v přízemí jsou řešeny jako pevné zasklení.

Všechny rozhodující konstrukční detaily celého objektu byly ověřeny podrobným tepelně-technickým výpočtem, včetně vícerozměrného vedení tepla (vliv tepelných mostů a tepelných vazeb). Podlahové konstrukce přízemí s tloušťkou izolace 200 mm jsou netradičně řešeny s využitím levných EPS Stabil 200, jejichž tuhost a stlačitelnost plošně vyhovuje statickým požadavkům. Pod velkými lokálními břemeny (krbová kamna, koupelnové vany) jsou navíc osazeny opěrné rošty.

Všechny domy souboru jsou důsledně řešeny jako energeticky pasivní. Součástí této koncepce je:

- přiměřená velikost a efektivní řešení půdorysného uspořádání,

Tabulka 1: Hodnoty součinitelů prostupu tepla (systematické tepelné mosty jsou započteny v těchto hodnotách)

Název konstrukce	U [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
Podlaha na terénu	0,17
Obvodová stěna	0,11
Podélná stěna 2NP	0,08
Střeška šikmá	0,09
Strop podkroví	0,09
Dveře vstupní	1,14
Okna v obvodové stěně	0,84

- vysoce tepelně izolované konstrukce na obálce budovy,
- důsledná eliminace tepelných mostů v konstrukcích,
- maximální omezení tepelných vazeb mezi konstrukcemi,
- vysoká neprůvzdušnost obálky budovy,
- mechanické větrání se zpětným získáváním tepla,



- přiměřená velikost oken s výraznější orientací na osluněnou stranu,
- využití obnovitelných energetických zdrojů (solární systém, vytápění dřevem).

Technické zařízení

Teplovzdušné vytápění, větrání a chlazení zajišťuje dvouzónový systém rekuperační jednotky Duplex RB s napojením na zemní cirkulační výměník tepla a s rozvodem ohřátého vzduchu nad krbovými kamny do celého objektu. Podlahové kanály v plochem provedení jsou vyústěny pod okny podlahovými výústkami. Potrubní VZT

rozvody jsou pak většinou vedeny v prostoru stropů a centrálně vyústěny v technické místnosti.

Je zde použit integrovaný zásobník tepla IZT 615 (615 I), do kterého je napojen solární okruh a okruh krbových kamen na kusové dřevo s teplovodní vložkou. Topná voda z IZT 615 ohřívá teplovodní registr větrací jednotky a otopné žebříky v koupelnách. Výstup průtočně ohřívávané teplé vody je napojen přímo do sociálních zařízení a dále přes termostatický ventil do myčky nádobí a pračky, kde zajišťuje až 60% úsporu přímotopné elektrické energie.

Rozvody elektro NN, STA a počítačové sítě jsou důsledně rozvedeny v oddělených integrovaných kolektorech v instalační dutině po celém obvodu přízemí i podkrovní. Výrazně se tím zkracuje doba montáží a prakticky vylučuje riziko následného poškození kabelů.

Solární termické panely (cca 6 m²) jsou na sedlové střeše uspořádány do svislých pásů, čímž se v podhorské oblasti s vyšší pokrývkou sněhu výrazně omezuje tvorba spodní ledové krusty a následně trvalá sněhová vrstva na horizontálních kolektorech. Na střeše školicího střediska je instalován fotovoltaický systém s výkonem 8,5 kWp s distri-

bucí do veřejné sítě (65 ks FV panelů KYOCERA KC 130 GHT-2, osazených na lišty Schletter se spodním odvětráním). Na sousedním domě je instalován fotovoltaický systém o výkonu 1,1 kWp, doplněný o zálohovací bateriový systém s inteligentním řízením. Obě fotovoltaické instalace jsou předmětem samostatných dílčích výzkumných projektů, řešených na ČVUT v Praze a podpořených z veřejných prostředků.

Lhůty výstavby

Zahájení stavby (inž. sítě, HTÚ) ... 07/2006

Zahájení stavby vlastních objektů (spodní stavby) ... 09/2006

Zahájení montáží dřevoskeletů ... 11/2006

Ukončení montáže dřevoskeletů (všech 13 objektů) ... 12/2006

Dokončení a předání objektů RD ... 05–06/2007

Ukončení výstavby (komunikace, sadové úpravy) ... 08/2007

Doba montáže celého skeletu (včetně staveništní přípravy pro 4člennou partu) ... 1,5 dne/1 RD

Monitoring v provozu

Domy jsou zaříděny do kategorie **A** (velmi úsporné) podle *Vyh. 148/2007 Sb.* Splňují obvyklé požadavky na energeticky pasivní domy. Pro provoz užívají obnovitelné energetické zdroje (solární systémy a kamna na dřevo s otopným okruhem). Celková neprůvzdušnost byla experimentálně ověřena. 4 domy z celkových 13 jsou předmětem dlouhodobého monitorování stavebně-energetických vlastností (spolupráce Výzkumné centrum CIDEAS Fakulta stavební ČVUT v Praze). Ukázkový dům (K6) slouží propagaci myšlenek nízkoenergetického stavění.

Environmentální hodnocení

Při uvážení faktorů energetické přeměny pro elektřinu (3,0), dřevo (0,1 s vlivem transportu a zpracování) a solární systém (0,05) je celkové množství primární energie potřebné na provoz jednoho domu přibližně 18 MWh (včetně uživatelské elektřiny), tj. 112 kWh/(m²a). Tím je splněn i obvyklý požadavek na energetický pasivní dům

podle ČSN 73 0540:2, Příloha A a podle mezinárodních zvyklostí – nejvýše 120 kWh/(m²a).

Oproti odhadnuté celkové potřebě dodávané energie ve výši 7,7 MWh (produkce solárního termického systému je již odečtena) stojí předpokládaná roční produkce elektrické energie fotovoltaickým systémem integrovaným do šikmé střechy (předpoklad roční produkce 7,5 MWh), což téměř kryje roční potřebu dodávané energie. Dům je možné v tomto smyslu prohlásit za energeticky nulový.

Realizace obytného souboru třinácti energeticky pasivních domů prokázala vysokou efektivnost použité dřevoskeletové konstrukce jak nízkou spotřebou řeziva, tak i vysokou produktivitou montáže za použití proudové metody výstavby. Investiční náklady na realizaci přitom nepřesáhly 20 000 Kč/m² užitné plochy, tj. 5070 Kč/m³ obestavěného prostoru (CÚ 2007), což jsou cenové relace odpovídající zcela běžnému standardu výstavby v ČR.

PETR MORÁVEK, JAN TYWONIAK

foto archiv firmy Atrea

*Ing. Petr Morávek, CSc., (*1946)*

je absolventem SvF ČVUT Praha, obor pozemní stavby (disertační práci napsal na téma Racionalizace spotřeb energie průmyslových objektů). Založil firmu ATREA, s. r. o., která vyvíjí činnost v oboru výroby a montáže vzduchotechniky a klimatizace se specializací na rekuperaci odpadního tepla. Zabývá se mikroklimatem a ekonomii provozu bytových, občanských a průmyslových staveb, posudky a energetickými audity staveb.

*Prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc., (*1957)*

se na Stavební fakultě ČVUT v Praze dlouhodobě zabývá tepelnou ochranou budov, navrhováním nízkoenergetických domů a otázkami udržitelné výstavby budov. Je spoluautorem ČSN 73 0540-2 (2002). Jako předseda komise pro normy v oboru tepelné ochrany staveb zastupuje Českou republiku při tvorbě Evropských norem.

Tabulka 2: Další stavebně-energetické vlastnosti

Měrná tepelná ztráta **H** (ČSN EN ISO 13789)

Plošné stavební prvky	67,2 W/K
Tepelné vazby – pozitivní*	+4,8 W/K
Tepelné vazby – negativní*	-3,4 W/K
Tepelné vazby – celkově*	2,2 % H
Ztrátový tepelný výkon cca	2,35 kW
Potřeba tepla na vytápění cca	3,1 MWh/a
Měrná potřeba tepla na vytápění (mírně odlišně podle objektu a s vlivem použité metodiky výpočtu v souladu s ČSN EN ISO 13790)	14–20 kWh/(m ² a)

*Pozn.: Výsledek výpočtu dvourozměrného vedení tepla