



Nízkoenergetický bytový DŮM SE SOLÁRNÍ STĚNOU

Navržený teplovzdušný vytápěcí systém přináší spolu s masivním zateplením nesporné úspory ve vytápění. Předmětem projektu je také zapojení solární stěny do energetické koncepce budovy ve vztahu k vytápěcímu systému.

U nízkoenergetického bytového domu je kladen velký důraz na tepelné technické a energetické parametry, které se blíží pasivním objektům, z nichž principiálně vychází. Nové ideové pojetí řeší dosavadní energetické nevýhody obdobných konstrukcí. Součástí projektu je snaha o vyhodnocení navrženého řešení.

VŠE PODŘÍZENO ÚSPORÁM

Bytový dům má půdorys dvakrát zalomeného čtverce. Tento třípodlažní, nepodsklepený objekt má konstrukční výšku 3 m. Z dispozičního hlediska je objekt rozdělen na šest bytových jednotek s centrálním komunikačním a technickým prostorem. V každém podlaží se vyskytují dvě bytové jednotky. Zastřešení tvoří sedlová střecha. Povrchovou úpravou fasády je žlutá omítka Baumit. Klempířské výrobky jsou vyrobeny z pozinkovaného ocelového plechu a natřené šedou barvou. Okna, prosklené části a vchodové dveře mají bílé rámy.

Součástí domu je solární stěna, která plní funkci architektonickou a současně je určena k podpoře vytápění. Příjezd k bytovému domu je zajištěn z ulice před hlavním vstupem. Parkovací stání se nacházejí před objektem a jsou situovaná přímo u hlavního vchodu do objektu. Stěnové konstrukce budou realizovány ze systému VELOX. Obvodové nosné zdivo je navrženo jako ztracené bednění ze štěpkocementové desky VELOX WS tl. 35 mm + desky pěnového polystyrenu tl. 250 mm (WS-EPS 285) a štěpkocementové desky VELOX WSD 50 tl. 50 mm. Toto bednění bude vylito prostým betonem C16/20 tl. 150 mm. Skladba konstrukce je zajištěna ocelovou VELOX stavební sponou. Pro řešení bodových tepelných mostů způsobených kotvami je fasáda z exteriérové strany doplněna kontaktním fasádním systémem ROCKWOOL FASROCK tl. 50 mm. Vnitřní konstrukce jsou navrženy ze systému VELOX, jedná se o mezibytovou příčku TT 25 a příčky tl. 100 mm. Veškeré zasklení v obvodovém plášti budovy tvoří izolačního trojskla do dřevěných rámců.

TEPELNÁ TECHNIKA

Tepelné technické posouzení a výpočty dle ČSN 730540 jsou zpracovány pomocí softwaru TEPL0 2008, AREA 2008 a ZTRÁTY 2008. Parametry všech obvodových konstrukcí plní normou doporučené hodnoty. Součinitele prostupu tepla obvodové stěny $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, podlahy 1. NP $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, zatepleného stropu nad 3. NP $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, v místě solární stěny $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a výplně otvorů dosahují hodnoty max. $U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

V práci byly posouzeny některé detaily, např. osazení oken, napojení konstrukcí apod. Zvláštní pozornost byla věnována řešení tepelného mostu u paty svislých konstrukcí, které je problematickým místem nízkoenergetických domů. Tepelné mosty v těchto místech stavebních konstrukcí jsou často větší příčinou úniku tepelné energie než u jiných krizových míst. Vhodným řešením problému je vložit do paty zdi nosnou tepelně izolační vrstvu, kterou se tento tepelný most přeruší. Novou konstrukčně materiálovou možností řešení tepelných mostů jsou tvárnice Schöck Novomur. Jedná se o prvek s výplní z vysokopev-

nostního betonu se skleněnými vlákny. Izolant tvárnice je proveden z Polystyrolu. Tvárnice Novomur jsou skladebného rozměru, odpovídajícího polovině výšky keramických tvárnic.

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

Celkový energetický koncept objektu ovlivňuje systém vytápění. Jednou z výhod teplovzdušného vytápění je schopnost pružně reagovat na změnu tepelné ztráty v důsledku různých pasivních zisků tepelné energie, zejména solárních. Jelikož energeticky úsporné objekty spotřebují na vytápění méně energie, postačí na jeho dotápění distribuovat teplo pomocí větrací jednotky s rekuperací tepla. Ohřev vzduchu na požadovanou hodnotu zajišťuje elektrické ohřevné zařízení, a to z důvodu přísunu elektrické energie vyprodukované pomocí fotovoltaických panelů umístěných na jižní straně objektu.

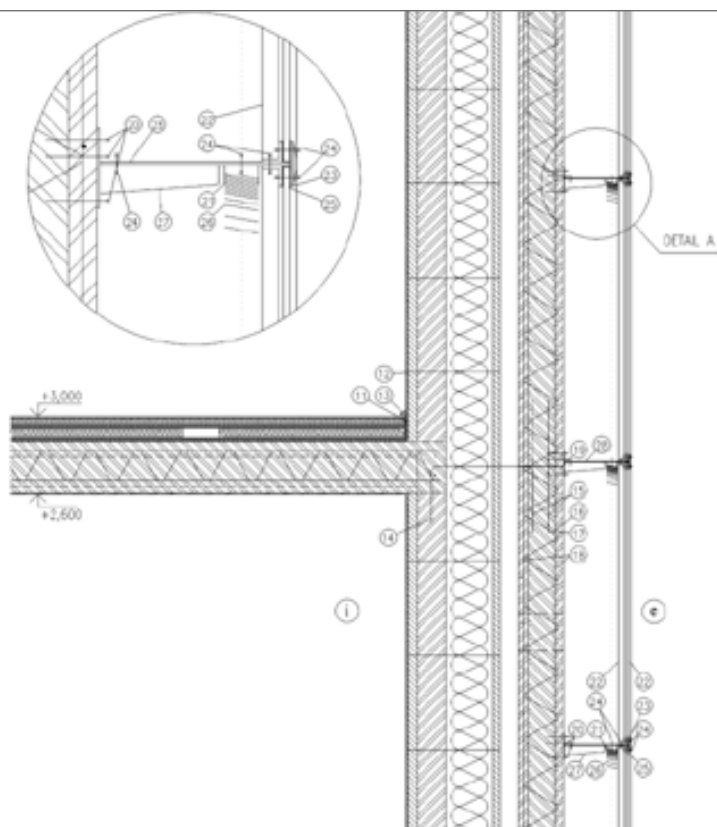
Celý systém teplovzdušného vytápění doplňuje solární stěna, což je inovačním řešením. Solární stěna s uzavřeným systémem meziprostoru je charakteristická nutným dynamickým pohybem vzduchu s možností jeho regulace v závislosti na podmínkách a teplotě venkovního prostředí atd. Objemový průtok meziprostorem solární stěny je zde kontrolován technikou prostředí budovy, tj. teplovzdušným vytápěním. Z hlediska vytápění lze považovat tepelné zisky solární stěny za doplňkový zdroj tepla, který umožňuje snížit výkon otopné soustavy a šetřit teplem se všemi kladnými efekty na životní prostředí.

SOLÁRNÍ STĚNA

Trombeho stěna je jednou z možností využití solárního záření k přitápění budov.



01 > Trombeho stěna je jednou z možností využití solárního záření k přitápění budov



02

02 > Konstrukce solární stěny – navržená vzduchová mezera tl. 100 mm by měla sloužit jako prostor pro vyrovnání termodynamických změn v hlavním meziprostoru solární stěny a také vzduchem nahřívát akumulaci betonovou stěnu i z interiérové strany

Obvykle jižní stěna budovy je postavena z masivního materiálu dobře akumulujícího teplo – například z plných cihel, betonu, kamene apod. Stěna se vzduchovou spárou je černá nebo tmavá a využívá skleníkový efekt, protože před povrch stěny je umístěna ve vzdálenosti několika centimetrů skleněná tabule, která vytváří vzduchovou spáru.

Na vnější straně se zeď zahřívá působením slunečních paprsků a získané teplo zajišťuje proudění vzduchu spárou.

Otvory na horní a dolní straně spáry umožňují přenos tepla prouděním vyhřátého vzduchu do pokojů uvnitř budovy. Při správné konstrukci stěny má betonové jádro akumulovanou tepelnou energii ještě po západu slunce a zajišťuje tak dostatečný komfort uvnitř budovy.

NÁVRH NOVÉHO TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Velkou část principiálních nevýhod Trombeho stěny lze eliminovat navrže-

ným řešením. Aplikováním solární stěny mezi venkovní prostředí a systém vnitřního teplovzdušného vytápění lze efektivně řídit parametry a funkci solární stěny. Podzemní registry vedené pod vodní plochou dodávají potřebné množství vzduchu o téměř konstantní teplotě.

Nákladnou klimatizaci nahrazuje chlazení vzduchu už v podzemních registrech v době, kdy je solární stěna odstavena z provozu. Výhodou je, že díky vyšším tepelným ziskům v přechodných obdobích je solární stěna schopna vyrovnávat měnící se teplotu půdy. Návrh tohoto systému je přednostně určen pro krytí tepelných ztrát objektu hlavně v tzv. přechodových obdobích, tj. jaro a podzim.

Čerstvý vzduch projde přes solární stěnu, kde získá tepelnou energii a je rozveden systémem kanálů do interiéru budovy pomocí rekuperační jednotky, tzn. že teplovzdušné vytápění rozvádí teplý vzduch ze solární stěny přímo na potřebná místa. Pokud solární stěna nevykazuje energetický zisk, vzduch bude veden ze zemního výměníku přímo do rekuperační jednotky.

Povedlo se odstranit několik nevýhod pomocí nového řešení. Celá konstrukce je představena před fasádu, čímž se výrazně sníží součinitel prostupu tepla celé skladby. Zaizolováním zadní stěny nedochází k přehřívání přilehlé konstrukce. Instalací vnitřních žaluzií se změní součinitel prostupu tepla, zabrání se akumulaci sluneční energie a přehřívání prostoru v letním období.

Jednoduché sklo nahrazuje polykarbonátová deska, čímž se zlepší součinitel prostupu tepla a řeší se problémy kotvení, tuhost a roztažnost skla. Díky těmto úpravám může být použit jako masivní materiál beton a není nutno přistupovat k horšímu tepelně akumulaci a dražšímu materiálu. Nerovnoměrnost přitápění je řešena pomocí teplovzdušného systému vytápění, tj. je tu možnost regulace.



POROVNÁNÍ TEPELNÉ ZTRÁTY A ENERGETICKÉHO ZISKU PRO 21. BŘEZEN

Solární stěna energeticky pokrývá potřebu tepla na vytápění v čase od 8.30 do 16.30 hod. Představuje, že akumulační jádro solární stěny dokáže vydávat tepelnou energii další hodinu, tj. do 17.30. V tuto dobu tedy není nutné topit pomocí odporového ohřívače umístěného v teplovzdušné jednotce. Pomocí solární stěny je kryta potřeba na vytápění během 21. března téměř po dobu devíti hodin. Pro obsáhlejší vyhodnocení byla zpracována tři měření pro každý 21. den daného měsíce a pro dané hodiny. Kombinací získaných hodnot jsme schopni v daný den v určitou hodinu zjistit tepelnou ztrátu a energetický zisk solární stěny. Z měření vyplývá viditelný energetický přebytek, který je nutno řešit pomocí regulace teplovzdušným systémem a systémem žaluzií. Další variantou řešení energetických přebytků je rozvoj systému směrem k odebrání přebytečného tepla a jeho využití, tzn. doplnění akumulačního jádra o systém vodovodního potrubí pro ohřev vody. Solární ohřev vody je pak zajištěn potrubím končícím v akumulačním teplovodním zásobníku ve vrcholu solární stěny. Zde bychom si měli uvědomit, že pokud tepelné zisky překročí požadovaný výkon otopné soustavy, dochází k nežádoucí tepelné zátěži.

den pro 21. březen. Nejvýhodnější se jeví co nejmenší hodnota, kde je teplotní zisk největší. Toto řešení naráží na nutnou potřebu dodaného množství vzduchu do příslušného prostoru, což je prioritní. Nelze omezovat množství vzduchu na úkor teplotního zisku.

Při vyšších sekcích solární stěny nebo při menším průtoku vzduchu se vzduch ohřeje na vyšší výstupní teplotu, avšak energetický výkon solární stěny a její účinnost většinou klesá, protože se zvyšují tepelné ztráty. Při výstupní teplotě ze zemního výměníku do solární stěny +2 °C je získaná teplota na vstupu do rekuperační jednotky zhruba 11 °C. Venkovní prostředí má teplotu 5,4 °C, takže solární stěna a zemní výměník při průtoku 1 m/s ušetří dohřev o 5,6 °C. V rekuperačním výměníku se vzduch ohřeje na 18,2 °C, takže jej musíme pomocí elektrického dohřevu dohřát o 2 °C na výsledných 20 °C.

V případě nasávání přímo venkovního vzduchu o teplotě 5,4 °C pomocí rekuperace jej dohřejeme na 17,1 °C a pomocí elektrického dohříváče musíme vzduch dohřát o 3 °C. Tento minimální rozdíl je dán závislostí předávání tepla na rozdíl teplot. Během roku se však tyto hodnoty výrazně mění.

MODERNÍ ŘEŠENÍ VZDUCHOTECHNIKY

Cílem práce je projekt nízkoenergetického bytového domu s šesti bytovými jednotkami různých velikostí a řešení některých atypických částí, např. aplikace a konstrukce solární stěny. Snahou je najít moderní způsob, jak při návrhu energetického subsystému (např. vzduchotechniky) využít stavební konstrukce budovy ve prospěch splnění požadované funkce daného systému.

V každém případě se solární stěna svými energetickými zisky z alternativního zdroje – solárního záření podílí na energetické úspoře budovy v zimním a přechodovém období, a také na významné redukci tepelné zátěže v letním období. Výhodou je, že díky tepelným ziskům v přechodných obdobích je solární stěna schopna vyrovnávat měnící se teplotu půdy.

Bc. Jiří Labudek

Fakulta stavební

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Získaná ocenění: 1. místo za nejlepší diplomovou práci, ocenění děkana FAST VŠB-TUO, úspěšná obhajoba při vysokoškolské odborné činnosti – SVOČ – 3. místo na SVOČ stavebních fakult České republiky a Slovenské republiky a dvakrát 1. místo ve školním kole SVOČ.



03

03 > Nové ideové pojetí řeší dosavadní energetické nevýhody obdobných konstrukcí

Problémem navrženého systému může být to, že neexistují komplexní matematické modely pro toto technické řešení.

KONSTRUKCE STĚNY

Obvodový plášť byl ponechán v původním navrženém stavu, ale bez vnějšího kontaktního zateplovacího systému. Navržená vzduchová mezera tl. 100 mm by měla sloužit jako prostor pro vyrovnání termodynamických změn v hlavním meziprostoru solární stěny a také vzduchem nahřívát akumulační betonovou stěnu i z interiérové strany. Vzduchová mezera slouží rovněž pro přerušování prostupu tepla vedením do obvodového pláště budovy a k vyrovnání objemových změn ohřívajícího vzduchu. Spolupůsobení mezi hlavním prostorem a vzduchovou mezerou tl. 100 mm zajišťu-

jí otvory v akumulační stěně. Tato akumulační stěna, tvořená filigránovou konstrukcí vyplněnou betonem C16/20 je v místě styku dvou navazujících betonových desek kotvená pomocí pásové oceli 80 x 4 mm do železobetonového vence v úrovni stropu objektu. Do akumulační stěny jsou přikotveny ocelové konzoly, které vynášejí polykarbonátové desky a vnitřní žaluzie, což vytvoří hlavní větrací komoru o tl. 300 mm, která ve vrcholu stěny ústí do nasávání teplovzdušného vytápění. Na ocelové konzole je uložen děrovaný plech, aby se proud vzduchu rovnoměrně rozptýlil po celém meziprostoru solární stěny.

MODELOVÝ VÝPOČET

Teplotní zisk velmi záleží na průtoku vzduchu. Modelový výpočet byl prove-