

Ohřev podloží letními (solárními) přebytky – krok k pasivnímu standardu při regeneraci budovy

Jan Hollan, AdMaS - Advanced Materials, Structures and Technologies Centre of the
Brno University of Technology

Fakulta stavební, Veveří 95, 602 00 Brno,
+420 606 073 562:, e-mail: hollan@ped.muni.cz

Yvonna Gaillyová, Ekologický institut Veronica,
Panská 9, 602 00 Brno, tel: 542 422 758, email: yvonna.gailly@veronica.cz

1. Úvod

Co je účelem budov, v nichž bydlíme nebo přes den pobýváme? Chránit nás před mnohými stavy počasí. Před deštěm, větrem, nočním a zimním chladem, letním denním horkem, sluncem. My se dále zaměříme jen na chod teplot. Budova jejich výkyvy tlumí. Při vhodném užívání může být její nitro teplejší, než je průměrná teplota venku, to umožňují zasklená okna. Nebo může být naopak chladnější, toho lze docílit větráním jen během noci. Udržovat takto pasivně značný rozdíl průměrných teplot interiéru oproti exteriéru mohou snadno zvládnout budovy těsné a velkoryse tepelně izolované.

Pokud jde o chod teplot interiéru během ročních období, ten budova samotnými solárními zisky a načasováním větrání úplně „zrušit“ nemůže. Její teplotu ale může velmi stabilizovat podložní či okolní zemina, v níž je amplituda ročního chodu teplot malá. V subtropích, kde je se její teplota pohybuje kolem 20 °C, tak ke komfortu stačí, je-li obydlí dostatečně zanořeno v zemi. Ve vyšších zeměpisných šířkách se tak původně žilo také, v zemnicích či polozemnicích – jen v nich v zimě bylo potřeba důkladné oblečení, protože teploty pod 10 °C už bez něj příjemné nejsou. I dnes takové interiéry užíváme, pobýváme-li ve vinném sklepě, v zimě příjemně suchém.

Dnešní nadzemní budovy v mírném pásu ale úplně pasivní stabilizaci teploty svých interiérů zeminou nevyužívají, až na výjimky, jako je slavná budova Lovinsových a Rocky Mountain Institute. Užívají leda zemní tepelné kolektory, jimiž proudí vzduch či solanka. Jsou trvale teplejší než podloží, tepelnému toku do něj se nové budovy brání vrstvou tepelné izolace. Staré masivní budovy to tak ale nečinily, ani neměly jak. Změnit jejich nejspodnější podlaží na stav odpovídající dnešním požadavkům na komfort přesto lze. Je potřeba podložní zeminu ohřát na úroveň subtropickou. Letní solární přísun tepla na budovu to může zajistit, pakliže se aktivním systémem vhodně využije. Technika k tomu potřebná je dnes již zcela běžná, jen ji tak začít využívat.

2. Motivy a princip řešení

Pasivní budovy se staví většinou tak, že jsou odděleny od podloží důkladnou, nepřerušovanou tepelnou izolací. U starých budov takového oddělení docílit nelze, přinejmenším paty jejich zdí budou i nadále tepelně propojeny s podložím. To znamená

nejen nežádoucí únik tepla v době, kdy se v nich topí. Vede to i k nemile chladným povrchům spodku dolního podlaží v období letním, kdy za dusných dní může jejich teplota být i pod rosným bodem, a ony pak rychle vlhnou. Zvlhnout a plesnivět mohou i předměty na podlaze a u zdí, ještě více pak podlaha či zem jimi zakrytá, která není ohřívána zářením z teplejšího okolí. Suterénní byty se tehdy stávají velmi nekomfortními. Jedinou možnou nápravou je, teplotu oněch povrchů dostatečně zvýšit.

Ohřívát základové zdi lze za horkých dní teplem, které jinde přebývá. Může jít o teplo odebírané z jiných konstrukcí či z interiérového vzduchu, tedy teplo odváděné z budovy jejím systémem chlazení, pokud nějaké má. Jinou možností je využít solárních kolektorů, které za slunných jarních a letních dní mají běžně přebytek výkonu.

Solární přebytky jsme použili v našem rodinném domě na Lipové 19 v Brně. K dosavadnímu odběru tepla z primárního okruhu, čili vyhřívání vodního tepelného zásobníku, jsme v květnu 2012 přidali paralelní větev, kdy primární kapalina ohřívá dolní část zdí u podlahy suterénního pokoje. V provozu mohou být obě větve současně či jen jedna z nich. Odpojení vyhřívání zásobníku lze uplatnit jak v situaci, když je již příliš teplý, tak i v situaci, že je solární příkon tak malý, že už by primární okruh vodu v zásobníku neohříval. Zdi s teplotou pod 20 °C ale ohřívát dokáže, i když jen malým výkonem. I ten je ale řádově vyšší, než tepelný příkon, který by do zdí dodávalo jen sálání teplejších povrchů interiéru a interiérový vzduch, který má v suterénu takové zvrstvení, že se nepromíchává, chladný se drží při zemi.

Provoz našeho systému způsobil, že v dusných letních dnech nezůstávala teplota pat zdí na úrovni 16 °C, jaká byla dříve, ale zvýšila se na oněch 20 °C. Pobyt v místnostech byl příjemný, zcela zmizel někdejší sklepní odér. Nyní na podzim, na konci sezóny hojných solárních přebytků, jsou teploty pat zdí o dva stupně vyšší než na jaře.

3. Technické provedení dnešní a budoucí

Zdrojem tepla pro ohřev pat zdí je solární systém se dvěma velkoplošnými kolektory o úhrnném netto obsahu 12 m². Ty jsou ale dosti zastíněné a neselektivní. Přepínání mezi ohřevem zásobníku, zdí, nebo obou současně se děje ručně (autor pracuje doma). Čerpadlo solárního systému je stejnosměrné, napájené fotovoltaickým panelem rovnoběžným s kolektory, tempo čerpání tedy roste s ozářeností panelu.

Experimentální systém předávání tepla do zdí jsme realizovali stejnými součástkami, jaké jsou užity ve starých svépomocně sestavených solárních kolektorech, zaváděných v letech 1997 a 1998 v programu Slunce pro Bílé Karpaty. Jde hliníkové plechy šířky 20 cm (někde i 30 cm), které jsou přitlačeny k patě zdi hliníkovými trubkami o vnějším průměru 12 mm a vnitřním 10 mm. Hydraulické spoje jsou provedeny gumovými hadicemi. Kdyby šlo o solární systém moderní, s trubkami měděnými a leťovanými spoji, použily by se takové i pro ohřev pat zdí, opět jen přitlačené na plechy, ale zvlněné, kvůli dilataci.

Náš dosavadní systém ohřevu zdi má jen tři paralelní větve. Pro docílení vyššího tepelného příkonu do podloží budovy systém v budoucnu doplníme dalšími dvěma větvemi a rozsáhlejší vodorovnou hliníkovou plochou předávající teplo do země, kterou uložíme pod tepelnou izolaci podlahy – tu ještě v místnosti nemáme. Půjde vlastně o obdobu podlahového topení, jen teplo z ní půjde ne do interiéru, ale do exteriéru. Věříme, že tak po letech docílíme stavu, kdy podloží nejen nebude kazit letní komfort, ale sníží se i únik tepla do něj v zimě tepeným mostem, který představují zdi,

4. Integrace s dalšími opatřeními

Vyhřívání základových zdí lze kombinovat s jejich vnější tepelnou izolací, nejnáze s izolací krinolínovou (Schirmdämmung), tedy jdoucí jen mírně šikmo do dále od domu, jako v ¹. V takovém případě lze během let očekávat vzrůst teploty podloží a tedy i snižování zimních tepelných ztrát. Nebo nakonec i toho, že podloží bude v zimě dům vyhřívát... tedy v případě, že teplo není z podloží odváděno protékající spodní vodou.

Obdobná řešení lze uplatnit u všech starých budov. Pokud se regenerují s důsledným uplatněním technologií pasivních domů, lze postupným ohřátím jejich podloží docílit toho, že i budovy s méně než dvěma patry pasivní standard nakonec opravdu splní. Zvláštního zvýšení komfortu tím lze docílit u obydlí rekreačních, která s takovou soustavou nemusí být nehostinná, když tam obyvatelé přijedou po delší nepřítomnosti. U nich se solární ohřev podloží může dobře uplatnit i v zimě, neb potřeba přípravy teplé vody je v nich nevelká.

Ohřívání podloží domu je také šancí pro to, aby lidé neinstalovali jen malé kolektorové plochy z obavy, že jejich letní výkon bude přílišný. Velkorysé kolektorové plochy pak samozřejmě zajistí i větší solární pokrytí celoroční spotřeby tepla na ohřev vody.

5. Projekty s podobnými prvky

Již zmíněný dům Lovinsových a RMI v Coloradu z roku 1984 se vyznačuje mj. tím, že tepelné izolace ve zdech jsou prodouženy ještě dále dolů do země a že betonové podlahy budovy nemají naopak tepelnou izolaci žádnou. Spolu s podložím tak tvoří tepelný zásobník pro pasivní solární ohřev – rovnou skrze okna i teplým interiérovým vzduchem během teplých dní. Během zimy postupně chladnou, pak se znovu ohřívají. Teplota v interiéru se neudržuje uměle konstantní nezávisle na ročním období, zato je masivní podlahou i zdi výborně stabilizována v průběhu dne. V betonové vrstvě byly při stavbě položeny hadice pro možnost napojení na solární systém, k tomu ale došlo až v roce 2009. Předtím se za zatažených dní v mrazech přitápělo občas kaminky na dřevo. Místo nich je nyní na střeše více solárních panelů a podlahy se v případě potřeby ohřejí přidaného stratifikovaného vodního zásobníku ². Obytné budovy s obdobným tepelným konceptem byly zřejmě postaveny i jinde, např. v Dolních Rakousích, popisy po jejich zhotovení jsem ale v literatuře nenalezl.

Obrovskou výrobní halou s plochou 1,8 ha užívající tento koncept je Sunhouse aneb Greiner Sonnenhaus firmy Xolar v Horních Rakousích v Eberstanzell. Pro běžný provoz již dnes zřejmě stačí zem pod podlahou ohřívat teplem odebíraným ze strojů, počáteční nahřátí mnoha metrů zeminy zajistily solární kolektory. Systém hadic pod podlahou budovy, předávající teplo do zeminy, je dlouhý 100 km. V létě jde teplo ze vzduchu v hale do podlahy, většinu chladného období jde naopak z podlahy do interiéru. Podlaha je se zeminou propojena tepelně co nejlépe, na zdi budovy naopak navazuje tlustá svislá tepelná izolace jdoucí až do hloubky 6 m. Efektivní číselnou hodnotu měrné tepelné prostupnosti podlahy pro „topné období“ udávali projektanti jako $u = 0,02$ ^{3 4}.

Experimentální projekt rodinného domu s ukládáním solárních přebytků do jeho podloží pomocí plastových hadic se solankou je detailně popsán v ⁵, viz též ⁶. Dům má ale pod sebou spojitou 30 cm tlustou tepelnou izolaci, takže podloží nevyužívá pasivně. Aby teplo neunikalo do boků, navazuje na vodorovnou izolaci pod budovou ještě izolační zástěrka, jdoucí od budovy šikmo ven pod úhlem asi 45°, dlouhá asi 45 cm a silná 14 cm. Teplo se z podloží v zimě odebírá tepelným čerpadlem, přičemž se podloží vychladí výrazně pod hodnotu, kterou by mělo bez soustavy pro dodávání a odběr tepla. Projekt autoři hodnotí jako ne příliš vhodný pro dům tak malého půdorysu.

V jiné zkoumané novostavbě, velké školní budově, se teplo do podloží aktivně nepředává. Základová deska budovy je rovnou na terénu, vrstva tepelné izolace je až na ní, na podlahách, přerušovaná zdi. Pro potlačení vlivu těchto tepelných mostů je ale po stranách budova opatřena opět tepelně izolačními zástěrami (Dämmschürze) tloušťky 20 cm, jdoucími svisle až do hloubky 2 m pod základovou desku. Opatření je hodnoceno jako velmi prospěšné, aplikovatelné všude, kde tepelné oddělení interiéru od podloží není dost dobré; podrobný rozbor viz ⁷.

6. Další informace

Snímky provedení systému ohřívání pat zdí a podloží, termografické snímky, záznamy měření atd. lze nalézt na stránce <http://amper.ped.muni.cz/pasiv/zem/>.

7. Literatura

1. Lang, G. et al. *Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau - Umsetzung des Passivhausstandards und -komforts in der Altbauseanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Pettenbach*. 157 (2007). <<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3868>>
2. Amory's Private Residence. (2009). <<http://www.rmi.org/Amory%27s+Private+Residence>>
3. Xolar Fabrik Eberstanzell. <<http://www.nachhaltig-bauen.at/praxisbeispiele/xolar-fabrik-eberstanzell>>
4. Sunhouse | XOLAR - Industrial Solar Solutions GmbH. <<http://www.xolar.at/sunhouse.html>>

5. Peper, S., Schnieders, J., Ochs, F. & Feist, W. *Messtechnische Untersuchung und wissenschaftliche Auswertung zur saisonalen Wärmespeicherung über Sole-Register unter der Bodenplatte eines Passivhauses mit Dämmschürze. Abschlussbericht.* (Fraunhofer Irb Verlag: 2011). <http://www.passivhausplattform.de/downloads/studien_passivhausinstitut/100_monitoring_passivhaus_mit_solarspeicher_2010.pdf>
6. Passivhaus mit saisonalem Solarspeicher im Erdreich.
<http://passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/030101_neubau_wohnungsbau/04_saisonaler-solarspeicher_erdreich/04_saisonaler-solarspeicher_erdreich.htm>
7. Peper, S., Schnieders, J. & Feist, W. *Langzeiterfahrung zur Funktion der Dämmschürze beim Projekt Passivhaus Grundschule Frankfurt-Riedberg.* (Passivhaus Institut: 2011). <http://www.dbu.de/projekt_26309/_db_1036.html>