

MOŽNOSTI DODATEČNÉHO ZATEPLOVÁNÍ DVOUPLÁŠŤOVÝCH STRECH

V 70. LETECH DVACÁTÉHO STOLETÍ DOŠLO V SOUVISLOSTI S MASIVNÍ VÝSTAVBOU PANELOVÝCH OBJEKTŮ KE ZNAČNÉMU ROZMACHU RŮZNÝCH TYPŮ PLOCHÝCH VĚTRANÝCH DVOUPLÁŠŤOVÝCH STRECH. TENTO TYP STŘECH SE S OHLEDEM NA TEHDEJŠÍ KVALITU STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ (PŘEDEVŠÍM TEPELNÝCH IZOLACÍ) UKÁZAL V POROVNÁNÍ SE STŘECHAMI JEDNOPLÁŠŤOVÝMI MĚNĚ RIZIKOVÝ, A PROTO SE PROSADIL VE VELKÉM MNOŽSTVÍ. V SOUČASNÉ DOBĚ DOCHÁZÍ S OHLEDEM NA STÁŘÍ HYDROIZOLAČNÍHO SOUVRSTVÍ K JEJICH REKONSTRUKCI, A TO NEJEN Z HLEDISKA OBNOVY JEJICH HYDROIZOLAČNÍ FUNKCE, ALE SOUČASNĚ Z HLEDISKA JEJICH DODATEČNÉHO ZATEPLENÍ.



Teoretickou možností dodatečného zateplení dvouplášťové střechy je položení tepelné izolace na spodní plášť tak, aby chom splnili požadovaný součinitel prostupu tepla, a současně ponechat ve střeše větrací otvory, které tak mohou nadále odvádět přebytečnou vlhkost ze skladby. Tato varianta je ovšem z technického hlediska obtížně realizovatelná, protože je většinou nutné rozebrání horního pláště. Navíc dodatečná tepelná izolace může větrací otvory překrývat a bránit větrání vzduchové vrstvy. Ve většině případů proto zůstává varianta zateplení horního pláště. V případě, že bychom položili tepelnou izolaci na horní plášť a ponechali současně větrací otvory průchozí, nedosáhneme dostatečného účinku. Je nutné si uvědomit, že vliv horní tepelné izolace je závislý právě na velikosti větracích otvorů. Pro ověření vlivu větrání na vliv tepelné izolace jsme použili výpočet průměrného součinitele prostupu tepla větrané dvouplášťové střechy v závislosti na velikosti větracích otvorů a dimenzi dodatečné tepelné izolace na horním plášti. Průměrná rychlost větru, která je ve výpočtu zásadním vstupním údajem, je dle podkladů Českého hydrometeorologického ústavu 3 m/s. Jako modelová je zvolena střecha s následující skladbou:

Původní skladba

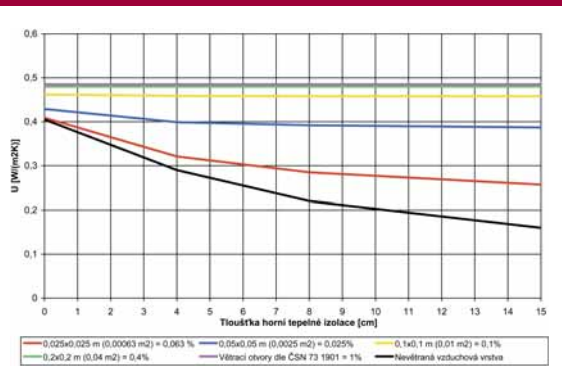
- železobetonový panel
- tepelná izolace z minerálních vláken ($\lambda = 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$) tloušťky 80 mm
- větraná vzduchová vrstva průměrné tloušťky 450 mm
- železobetonový panel
- původní hydroizolační souvrství

Vrstvy doplněné při rekonstrukci

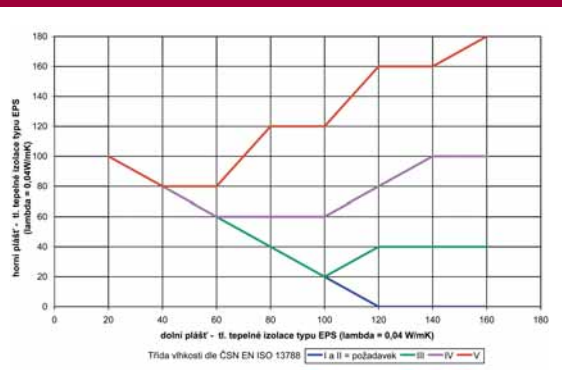
- tepelná izolace ($\lambda = 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$) proměnné tloušťky
- nové hydroizolační souvrství

Výstupy výpočtů jsou uvedeny v grafu /01/. Na svislé ose grafu je uvedena hodnota průměrného součinitele prostupu tepla střechy a na vodorovné ose je znázorněna dodatečná dimenze tepelné izolace na horním plášti. Jednotlivé křivky náležejí různým průřezovým rozměrům větracích otvorů připadající na příčný úsek široký 1 m. Délka úseku je 10 m.

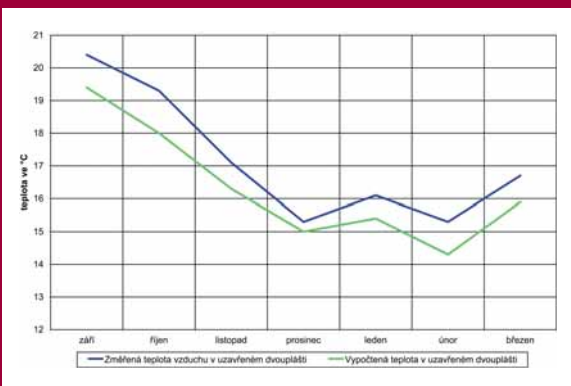
01



02



02



03

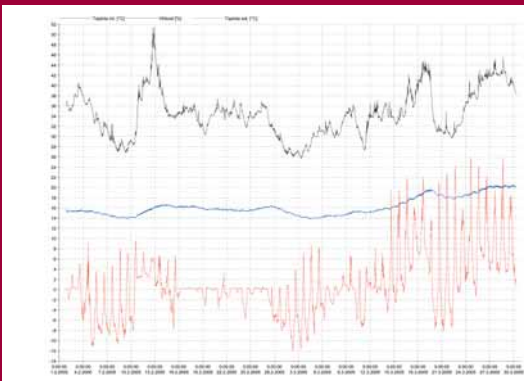
Z grafu je zřejmé, že zachování větracích otvorů obvyklé velikosti znehodnotí vliv přidání tepelné izolace.

Obecně lze říci, že s rostoucí plochou větracích otvorů klesá vliv horní tepelné izolace na výsledný součinitel prostupu tepla. Proto má smysl vést úvahy o uzavření vzduchové vrstvy dvouplášťové střechy.

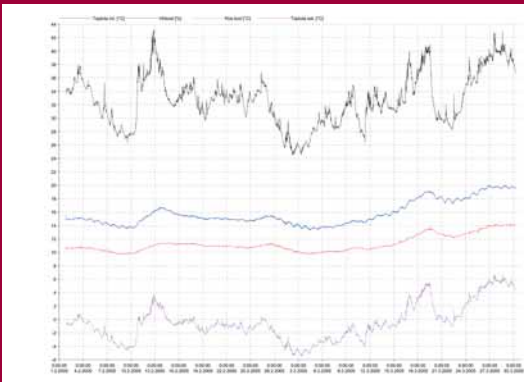
Uzavření větrání vzduchové vrstvy má ovšem svá úskalí. V případě, že chceme mít tepelně-technicky fungující dvouplášťovou střechu právě při uzavřené vzduchové vrstvě, je třeba na horní plášť navrhnout takové množství tepelné izolace, aby při nízkých teplotách v exteriéru nedocházelo k extrémní kondenzaci na spodním líci horního pláště. Čím je dimenze tepelné izolace na dolním plášti větší, tím větší musí být i navržená dimenze horní tepelné izolace.

Z grafu /02/, zpracovaného Atelierem stavebních izolací při příležitosti Kongresu Kutnar 2003, je patrná potřebná tloušťka nové tepelné izolace v závislosti na tloušťce původní izolace. Hodnoty tloušťky nové tepelné izolace jsou zvoleny tak, aby byly splněny požadavky na součinitel prostupu tepla, na množství z kondenzované vodní páry a na aktivní vlhkostní bilanci střechy. Graf je vypracován pro objekty s těsným spodním pláštěm, to znamená s pláštěm tvořeným například železobetonovými panely se zalitými spárami bez jakýchkoliv dalších

04



05



Graf /04/ - záznamy z měření relativní vlhkosti a teplot ve dvouplášťové střeše – sonda 1

LEGENDA:

- černá relativní vlhkost vzduchu ve vzduchové vrstvě
- modrá teplota vzduchu ve vzduchové vrstvě
- červená teplota horního povrchu horního pláště (asfaltového pásu)

Z grafu na první pohled vyplývá, že relativní vlhkost vzduchu ve vzduchové vrstvě (černá) je poměrně nízká, což je příznivé. Dále z grafu vyplývá, že teplota vzduchu ve vzduchové vrstvě (modrá) je poměrně konstantní. To je důsledkem účinné dodatečné tepelné izolace horního pláště.

Graf /05/ - záznamy z měření relativní vlhkosti a teplot ve dvouplášťové střeše – sonda 2

LEGENDA:

- černá relativní vlhkost vzduchu ve vzduchové vrstvě
- modrá teplota vzduchu ve vzduchové mezeře
- červená teplota spodního povrchu horního pláště
- fialová teplota rosného bodu vzduchu ve vzduchové mezeře

Z grafu na první pohled vyplývá, že naměřená povrchová teplota spodního povrchu horního pláště (červená) se významně nepřibližuje teplotě rosného bodu (fialová), tzn., že nehrozí tvorba kondenzace na spodním povrchu horního pláště střechy.





prostupů napojujících vzduchovou vrstvu na interiéř.

Skladba modelové střechy, se kterou graf počítá, je následující:

PŮVODNÍ SKLADBA

- železobetonový panel
- tepelně izolační vrstva
- vzduchová vrstva
- železobetonový nebo keramický panel.
- hydroizolace z oxidovaných asfaltových pásů

DODATEČNÁ SKLADBA

- desky z pěnového polystyrenu
- hydroizolační fólie

Z grafu je zřejmé, že doplnění dimenze horní tepelné izolace je pro jakoukoliv vlhkostní třídu reálné

a je pouze nutné zvážit, zda se ekonomicky vyplatí danou tloušťku tepelné izolace navrhnout.

Na kongresu Kutnar 2003 byly definovány zásady přeměny dvouplášťové střechy s větranou vzduchovou vrstvou na střechu s nevětranou vzduchovou vrstvou a jsou stručně shrnuty v následujících bodech:

- vzduchotěsný spodní plášť,
- uzavření větracích otvorů,
- nutnost tepelně-technického výpočtu – návrh tepelné izolace horního pláště musí potlačit účinek tepelné izolace spodního pláště,
- s původní parozábranou doporučujeme neuvažovat (nelze zkontrolovat její stav, zpravidla asfaltový pás typu A nebo R),

- pokud je ve střeše zabudovaná vlhkost, je vhodné zrušit větrání až po vyschnutí vrstev,
- pro střechu s horním dřevěným bedněním přeměnu na nevětranou dvouplášťovou střechu nenavrhovat,
- pokud hrozí ve vzduchové vrstvě povrchová kondenzace na vnitřním povrchu atiky, je nutné tepelně doizolovat obvodovou konstrukci atiky (obvykle zvenku).

Doc. Ing. Zdeněk Kutnar, CSc. tehdy vyzval účastníky kongresu k praktickému ověření výsledků teoretických výpočtů. Atelier stavebních izolací výzvu přijal a provedl měření parametrů vzduchu ve střeše s uzavřenou vzduchovou vrstvou.



PRAKTICKÁ MĚŘENÍ

Pro účely měření jsme si zvolili panelový objekt typu G57. Pro tento objekt navrhl projektant dodatečné zateplení střechy při současném zateplení obvodového pláště /obr. 08, 09/. Fasádním zateplovacím systémem tak byly uzavřeny původní větrací otvory vzduchové vrstvy.

Skladba střechy zkoumaného objektu od interiéru je následující:

PŮVODNÍ SKLADBA

- železobetonová deska tloušťky 95 mm
- heraklitová deska tloušťky 50 mm
- škvárový násyp tloušťky 80 mm
- vzduchová mezera průměrné tloušťky 450 mm
- železobetonová deska tloušťky 95 mm
- cementová malta tloušťky 10 mm
- souvrství oxidovaných asfaltových pásů

DODATEČNĚ PROVEDENÁ SKLADBA

- EPS tloušťky 140 mm
- 2 x SBS modifikovaný asfaltový pás

Dle grafu /02/ (na spodním plášti uvažujeme s ekvivalentní tloušťkou tepelné izolace 40 mm) vychází při vlhkosní třídě IV pro tehdejší požadavky minimální tloušťka tepelné izolace 80 mm, což by byla dostatečná dimenze pro splnění tehdejších požadavků na požadovaný součinitel prostupu tepla

$U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Projektant navrhl zateplení s ohledem na doporučenou hodnotu U , která byla dle tehdejší platné ČSN 73 0540-2 pro těžké střechy $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vychází tak tloušťka horní tepelné izolace 140 mm.

Pro měření byl použit teploměr a vlhkoměr se současným zobrazením teploty a relativní vlhkosti a se zobrazením teploty rosného bodu. Senzory teploty a vlhkosti jsou pevně spojené s přístrojem. V přístroji je konektor pro připojení další teplotní sondy s čidlem.

Ve střechě byly nainstalovány dva přístroje. Z jednoho přístroje byla vedena externí sonda na měření

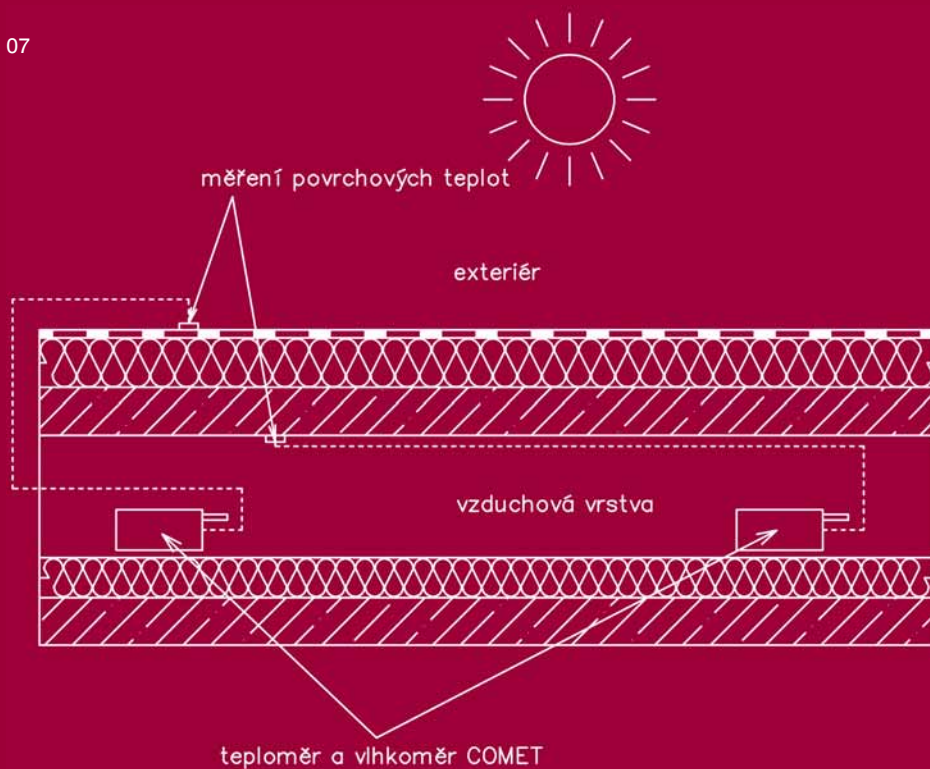
povrchové teploty hydroizolace z důvodu zjištění závislosti teploty vzduchu v uzavřené vzduchové vrstvě na povrchové teplotě v exteriéru. Z druhého přístroje bylo vedeno čidlo pro měření povrchové teploty na spodním líci horního pláště, aby bylo zjištěno, zda-li nedochází na tomto povrchu ke kondenzaci. Schéma zapojení přístrojů je znázorněno na obrázku /07/.

Přístup do vzduchové vrstvy je umožněn revizními otvory. Vždy jeden otvor se nachází v každé vchodové sekci. Aby bylo naše měření co nejpřesnější a byla vytvořena nevětraná vzduchová vrstva, byly všechny tyto otvory uzavřeny asfaltovým pásem /obr. 06/. Měření probíhalo v období září 2004 až března 2005.

POZNATKY MĚŘENÍ

Ve střechě se neprojevil žádné tepelně-technické problémy. Hlavní poznatky z měření uvádíme v následujících bodech:

07



- naměřená relativní vlhkost vzduchu ve vzduchové vrstvě nepřesahuje 50%
- na spodním líci horního pláště nedocházelo v celém období měření k povrchové kondenzaci a jeho povrchová teplota je minimálně o 5°C vyšší než teplota rosného bodu

Přímé záznamy z měření a komentáře k nim uvádíme v grafech /04/ a /05/.

Dále jsme provedli srovnání měřených hodnot teploty ve vzduchové vrstvě s hodnotami vypočtenými. Jako podklad pro průměrné výpočtové měsíční hodnoty teplot vzduchu posloužila data z Českého hydrometeorologického ústavu pro předemtné období. V grafu /03/ je uvedeno srovnání naměřených a vypočtených hodnot teplot vzduchu ve vzduchové vrstvě.

Z grafu /03/ vyplývá, že výpočet průměrné teploty vzduchu ve vzduchové vrstvě za jednotlivé měsíce téměř odpovídá praktickému měření, rozdíl mezi změřenými a vypočtenými hodnotami je minimální. Tepelně-technický výpočet tudíž odpovídá reálnému stavu.

ZÁVĚR

Na základě výsledků měření a jejich rozboru můžeme prohlásit, že u střeš s těsným spodním pláštěm a s horním pláštěm tvořeným železobetonovou deskou, resp. deskou z keramických panelů, je přeměna větrané dvouplášťové střechy na střechu s uzavřenou vzduchovou vrstvou v případě dodržení základních podmínek stanovených na kongresu Kutnar 2003 bez rizika.

<Pavel Štajnrt>

