

Průsvitná tepelná izolace na vodárenském objektu

Translucent thermal insulation at water works building

Doc. Ing. Josef CHYBÍK, CSc.
Fakulta architektury VUT Brno

V posledních letech jsou pro praktické užití také aplikovány tepelné izolační materiály, které umožňují netradičním způsobem přispět k pasivnímu využití sluneční energie. Jedná se o hmoty, které mají schopnost propouštět sluneční záření a současně podobně jako klasické (vláknité nebo pěnové) tepelné izolace zamezují tepelným ztrátám.

V německy mluvících zemích jsou tyto tepelné izolace, nazývány „Transparente Wärmedämmung“ a běžně jsou označovány zkratkou TWD. Dosud v technické praxi, podobně jako u našich západních sousedů, též nejčastěji hovoříme o tzv. transparentních neboli průhledných (průsvitných) izolacích. Jejich funkce a vlastnosti byly popsány např. v [1] popř. na stránkách VVI [2]. V České republice, snad pro jejich vysokou cenu, byly použity jen ve velmi malém rozsahu. Za všechny jmenujme rodinný dům ve Volyni [3] nebo obytné domy ve Strážném v západních Čechách, kde se ve fragmentech fasády uplatnil materiál Sto Therm Solar.

1. VODÁRENSKÁ ČERPAČÍ STANICE VE ŠVÝCARSKÉM BETTLACHU

V zahraničí nalézáme více realizací. Podívejme se blíže na jednu ze zajímavých aplikací, která se podle návrhu českého architekta Eugena Elgarta uskutečnila ve švýcarské obci Bettlach v kantonu Solothurn [4].

Původní představa stavebníka byla taková, že čerpačí stanice bude mít podobu přízemního objektu s obvodovým pláštěm vytaženým nad terén, se zastřešením sedlovou střechou. Ze zkušeností s takto koncipovanými objekty však vyplynulo, že v zimě, bez topného zdroje, nebylo možno v interiéru zajistit teplotu kolem +10 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu nižší než 60 %.

Za podmínek nízkých teplot a vyšších relativních vlhkostí vnitřního vzduchu, potom u tradičním způsobem realizovaných staveb, docházelo na površích stavební konstrukce a na technologickém zařízení ke kondenzaci vodní páry. Například v létě nežádoucím způsobem kondenzovala vodní pára na potrubním vedení a v zimě se objevovala kondenzát na kontaktech elektrického zařízení.

Proto se hledala energeticky úsporná cesta jak uvedené nedostatky odstranit. Byly přijaty dva principy, které v současném stavitelství nejsou příliš frekventované:

- pasivní využití sluneční energie,
- zapuštění stavby pod terén, obr. 1.



Obr. 1 – Celkový pohled na vodárenský objekt

Tyto dva netradiční způsoby výstavby do značné míry ovlivnily také stavební konstrukce. Obvodový plášť – stěny, strop i podlahu tvoří železobetonová monolitická konstrukce tl. 250 mm, která je z části zapuštěná do původního terénu. Na ni je aplikováno hydroizolační souvrství, obr. 2. Na izolaci chráníci stavbu proti zemní vlhkosti, je uložen tepelný izolant z extrudovaného polystyrénu o síle 100 mm, obr. 3.

Úsporně bylo naloženo i s vytěženou zeminou, která se použila na zasypání stavby. Její mocnost nad železobetonovou stropní konstrukcí dosahuje 850 mm. Zasypáním stavby se vytvořilo „zemní mikroklima“, u kterého se předpokládá, že v hloubkách větších než 1 m dosahuje teplot +5 až +10 °C. V takto upravených konstrukcích lze očekávat, že vlivem interakce vnitřního prostředí čerpačí stanice a obklopující zeminy se vytvoří ustálené teplotní prostředí. Tím došlo ke značnému omezení vlivu vnějšího klimatu na stavební konstrukce.



Obr. 2 – Hydroizolační povlak na železobetonové konstrukci



Obr. 3 – Instalace tepelné izolace z extrudovaného polystyrénu

Jihozápadní železobetonová stěna, která jako jediná je vystavena vlivu venkovní povětrnosti je obložena prů-



Obr. 4 – Nanášení lepicí hmoty na železobetonovou stěnu



Obr. 5 – Aplikace tepelně izolačních desek Sto Therm Solar

svitnou tepelně izolační vrstvou Sto Therm Solar. Izolace v tloušťce 100 mm se aplikovala kontaktním způsobem, pouhým přilepením k podkladu obr. 4 a 5. Tvoří ji čtyři desky velikosti 1200 mm x 2000 mm. Systém kapilár vytvořený z polykarbonátu je uspořádán kolmo k železobetonovému podkladu. Na povrchu této tepelně izolační desky je průsvitná vrstva, ze skleněných sférických čoček. Hodnota jejího součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,08$ W/m.K, faktor difúzního odporu polykarbonátové desky $\mu = 1$ a faktor difúzního odporu skleněné povrchové úpravy $\mu = 930$.

Funkce materiálu je následující. Dopadající sluneční záření po proniku tepelnou izolací ohřeje černou plochu železobetonové konstrukce. Tady může teplota dosáhnout až 65 °C. Teplo je pak vedeno stěnou a v závislosti na jejích fyzikálních vlastnostech je po 6 až 8 h převedeno na vnitřní povrch.

Významnou vlastností této tepelné izolace je, že funguje selektivně, když její nejvyšší účinnost je v zimě a nejnižší v létě. Malá výška slunce v zimním období díky geometrii čoček způsobí, že průsvitná tepelná izolace je „propustnější“ a ozáření betonové konstrukce dosáhne vyšší intenzity. V létě potom v důsledku velkého úhlu dopadu slunečních paprsků je podstatná část sluneční energie odrážena již na povrchu izolace. Je tím zabráněno nežádoucímu vzestupu teploty na vnitřním povrchu konstrukce. Tento efekt způsobuje, že není nutno používat drahých a někdy i nespolehlivých stínících zařízení. Nepříznivě se ovšem může projevit faktor znečištění povrchu, který významně přispívá ke snížení účinnosti průsvitného izolačního systému.

Při projektování vodárenského objektu se předpokládalo, že teplota vnitřního vzduchu nepoklesne pod $t_{ai} = 11$ °C a relativní vlhkost vzduchu bude nižší než 70 %. Součas-

ně se měly vytvořit podmínky, které by zajistily, aby na žádné vnitřní ploše stavebních konstrukcí, ani na plochách potrubí a vodárenského zařízení nepoklesla teplota na teplotu rosného bodu nebo níže. Přitom se předpokládalo, že teplota vody proudící v potrubí se bude pohybovat v rozmezí od 8 do 11 °C. Pro okrajové podmínky $t_{aj} = 11$ °C a $\varphi_{ai} = 70$ % vychází teplota rosného bodu $t_w = 5,75$ °C. Pokud by na kterékoliv části stavební konstrukce teplota dosáhla a nebo poklesla pod tuto úroveň došlo by na ní ke kondenzaci vodní páry.

2. TEPLOTNÍ A VLHKOSTNÍ STAV V INTERIÉRU ČERPAČÍ STANICE

Teplotní a vlhkostní stav v interiéru čerpačích stanic byl v letním období od 18. 6. do 5. 8. a v zimním období od 25. 12. do 11. 2. monitorován měřeními. Záznam teploty na povrchu technologického zařízení a na stavebních konstrukcích byl zjišťován na vnitřní ploše konstrukce opatřené průsvitnou tepelnou izolací, na povrchu stěny z vnější strany obložené extrudovaným polystyrénem a na povrchu vodovodního potrubí. Zároveň se měřila relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

Ze zjištěných teplot a relativních vlhkostí vzduchu byla stanovena teplota rosného bodu, na jejímž základě se prověřovalo do jaké míry může dojít ke kondenzaci vodních par na jednotlivých površích.

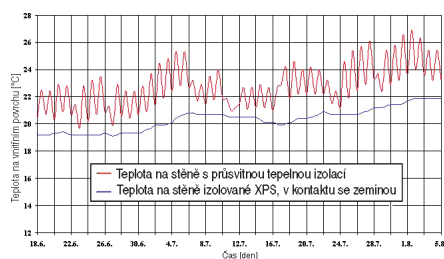
2.1 Záznam interních podmínek v letním období

Na obr. 6 je záznam teploty vzduchu a teploty na vnitřním povrchu stavební konstrukce měřený ve dnech 18. 6. až 5. 8.

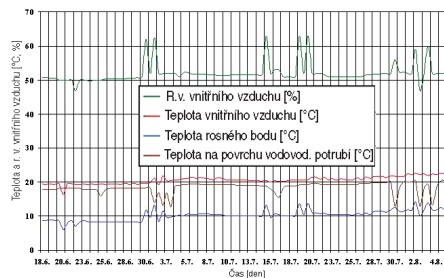
Z průběhu teplot je zřejmé, že teplota na povrchu opatřené průsvitnou tepelnou izolací se pohybuje od 19,7 do 26,9 °C. Kdežto na stěně s opaktní izolací je rozptýl teplot v rozmezí 19,1 až 21,9 °C. To znamená, že podle očekávání jsou povrchové teploty na stěně s průsvitnou tepelnou izolací výrazně vyšší.

Více činitelů vnitřního prostředí je zaznamenáno na obr. 7. Nacházíme zde průběh teploty vnitřního vzduchu a relativní vlhkost vnitřního vzduchu. Relativní vlhkost vnitřního vzduchu se ve značné části časového intervalu pohybuje mírně nad úrovní 50 %, přičemž minimum je 46,8 %. Pouze v okamžicích otevření dveří, které nastávají při kontrolách zařízení se vlhkost krátkodobě zvýšila nad úroveň 60 %. Maximum je zjištěno na úrovni 63,0 %. Teplota vnitřního vzduchu se v převážné míře pohybuje kolem 20 °C, přičemž lokálními extrémami jsou teploty 16,4 a 22,7 °C.

Ze záznamu je současně patrný průběh teploty na vnitřním povrchu vodovodního potrubí, která kolísá od 12,7 do 20,5 °C. Na základě zjištěné relativní vlhkosti a teploty vnitřního vzduchu byl zkonstruován průběh teploty rosného bodu. Z jeho záznamu je zřejmé, že ve vnitřním prostředí jsou vytvořeny podmínky, které nedovolí, aby na povrchu potrubí, resp. vodárenském zařízení vznikaly nežádoucí kondenzace.



Obr. 6 – Teploty v letním období na vnitřní ploše s průsvitnou tepelnou izolací



Obr. 7 – Teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v letním období

2.2 Záznam interních podmínek v zimním období

Stejně jako v období letním se i v období zimním zjišťovala teplota na stěnách s průsvitnou i neprůsvitnou tepelnou izolací. Měření se uskutečnilo ve dnech 25. 12. až 11. 2., což je dokumentováno na obr. 8. Teplota na stěně s průsvitnou tepelnou izolací se v závislosti na účinku slunečního záření pohybuje v rozmezí od 9,0 do 20,8 °C. Na stěně izolované tepelnou izolací z XPS je již menší teplotní rozptýlení, a to od 9,7 do 11,4 °C. Ze zápisu je také patrné jaké prudké změny v průběhu slunečního dne můžeme zaznamenat na stěně s průsvitnou tepelnou izolací. Tepelné zisky tak signifikantně, bez účinku otopného zařízení, přispívají k vytvoření příznivé vnitřní teploty.

V záznamu na obr. 9 je zachycen průběh relativní vlhkosti a teploty vnitřního vzduchu. Relativní vlhkost vnitřního vzduchu se pohybuje mírně nad úrovní 40 %. Její minimum je 40,6 %. Pouze v době údržby, kontroly nebo opravy došlo k jejímu krátkodobému zvýšení na 54,0 %

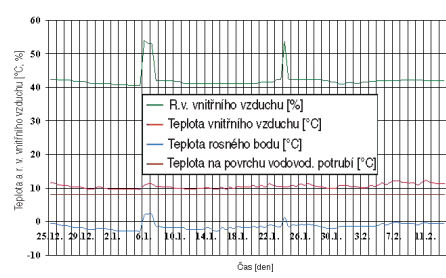
Teplota vnitřního vzduchu se v převážné části měřeného období pohybovala nad 10 °C. Lokálními extrémami jsou teploty 9,6 a 12,3 °C.

Teplota vodovodního potrubí má ustálenou hladinu 8,0 °C. Pro zjištění vnitřní podmínky byla opět výpočtem stanovena teplota rosného bodu, která se pohybuje v rozmezí od -2,8 do +2,2 °C. Je zřejmé, že v zimním období nevznikají žádné kolizní body, které by způsobovaly pokles teploty na površích vodárenského zařízení pod teplotu rosného bodu.

Situováním vodárenského objektu pod terén a použitím průsvitné tepelné izolace došlo k vytvoření příznivých mikroklimatických podmínek. Oproti vytýčeným předpokladům se sice zcela nesplnila podmínka, že teplota vnitř-



Obr. 8 – Teploty v zimním období na vnitřní ploše s průsvitnou tepelnou izolací



Obr. 9 – Teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v zimním období

ního vzduchu nepoklesne pod teplotu 11,0 °C. Bylo však dosaženo toho, aby relativní vlhkost vnitřního vzduchu byla nižší než 60 %.

Tento důležitý výsledek zjistil především to, že se nesetkáme s kondenzací na vnitřních površích stavební konstrukce ani na površích vodárenského zařízení.

Objekt čerpačích stanic s aplikací průsvitné tepelné izolace je ukázkou jaké možnosti poskytuje její použití. V dosavadní praxi ji nalézáme především jako součást tepelné izolačního systému na domech, kde se od ní očekává příspěvek ve formě pasivního využití sluneční energie a úsporu energie na vytápění. V čerpačích stanicích se uplatnil přínos tohoto materiálu ve vytvoření takových interiérových podmínek, které zajistí, aby ve vnitřním prostředí nedocházelo na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí a na vnitřním povrchu technologických vodárenských zařízení k podmínkám, které by jak v letním, tak i v zimním období způsobovaly vznik kondenzačních polí. Dosáhlo se toho použitím průsvitné izolace a kvalitním zaizolováním ostatních stavebních konstrukcí.

Použité zdroje:

- [1] VAVERKA, J., CHYBÍK, J., MRLÍK, F.: *Stavební fyzika 2*. Učebnice. Brno, VUTIUM 2000, 420 s. ISBN 80-214-1649-1.
- [2] CHYBÍK, J.: *Aplikace průsvitné – transparentní tepelné izolace*. Vytápění, větrání, instalace, 9, 2000, č. 1, s. 2-4. ISSN 1210-1389.
- [3] *Transparentní izolace – solární fasády*. In: <http://www.eccb.cz/>
- [4] ELGART, E.: *O energii a ekologii 1998*. Text k přednášce v rámci projektu „Ekologická etika architekta“. Fa VUT Brno, 1998, 23 s.

Poznámka: Problematika byla zpracována s podporou výzkumného záměru MSM 264100016.