

# Solární komín pro větrání a pasivní chlazení

## A solar chimney for ventilation and passive cooling

Ing. Pavel CHARVÁT, Ph.D.

Prof. Ing. Miroslav JÍCHA, CSc.

Ing. Josef ŠTĚTINA

Odbor termomechaniky a techniky prostředí

Fakulta strojního inženýrství VUT  
Brno

Recenzent

doc. Ing. Karel Brož, CSc.

V článku jsou popsány experimenty s využitím solárních komínů pro větrání a pasivní chlazení uskutečněné na Odboru termomechaniky a techniky prostředí FSI VUT v Brně. Testovány byly dva typy solárního komínu – lehká konstrukce a konstrukce s akumulací tepla.

**Klíčová slova:** přirozené větrání, solární komín, pasivní chlazení

The article deals with the experiments aimed at the utilization of solar chimneys in ventilation and passive cooling. These experiments were performed at the Department of Thermodynamics and Environmental Engineering of the Brno University of Technology. Two different constructions of a solar chimney were tested – a light-weight construction and a construction with thermal mass.

**Key words:** natural ventilation, solar chimney, passive cooling

Snaha o snižování energetické náročnosti budov vede ke stále většímu využívání obnovitelných zdrojů energie. V mnoha zemích vlády přímo či nepřímo podporují využívání obnovitelných zdrojů energie a také využití tepelných čerpadel, které umožňuje výrazně snížit spotřebu primární energie.

Výrazné zlepšení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí, ke kterému došlo během posledních dvou desetiletí, staví do popředí zájmu otázku větrání. U nízkoenergetických domů a zejména u domů pasivních je spotřeba energie spojená s výměnou vzduchu uvnitř budovy zpravidla největší položku. Proto je v posledních letech věnováno velké úsilí vývoji nových větracích systémů. Přirozené větrání, které je v současnosti nejrozšířenějším způsobem větrání nejen u nás ale prakticky v celé Evropě, nemůže zpravidla zajistit požadovanou kvalitu vzduchu a tepelnou pohodu prostředí při, alespoň přijatelné, spotřebě energie. Do hry tedy stále častěji vstupuje větrání mechanické (v lepším případě i s využitím zpětného získávání tepla) a také větrání hybridní.

Další problematikou, které začíná být věnována značná pozornost, je oblast chlazení v letním období. Léto roku 2003 v České republice bylo nejteplejším létem za celou dobu sledování teploty vzduchu tj. od roku 1775. Zkušenosti z Kalifornie během posledních let ukazují, že použití mechanického chlazení (v kombinaci s budovami, které nemají příliš dobré tepelně technické vlastnosti) vede k přetěžování rozvodné elektrické sítě a následným výpadkům dodávky energie. V mírném klimatickém pásmu, ve kterém leží i Česká republika, se lze mechanickému chlazení zpravidla vyhnout vhodným návrhem budovy a využitím pasivního chlazení – intenzivního větrání.

Odbor termomechaniky a techniky prostředí se problematice větrání v obytných budovách věnuje již několik let a to i v rámci mezinárodních projektů výzkumu a vývoje. Jednou z oblastí řešených v současnosti na Odboru termomechaniky a TP je použití tzv. solárních komínů v rámci hybridních větracích systémů. Cílem je stanovit možnosti využití solárních komínů pro větrání a pasivní chlazení v mírném klimatickém pásmu.

### POPIS SOLÁRNÍHO KOMÍNU

Solární komín je velmi jednoduché zařízení, které umožňuje přeměňovat solární energii na kinetickou energii proudění vzduchu. Solární komíny je možné využívat k různým účelům, mezi jinými též k výrobě elektrické energie a větrání. V Austrálii se připravuje projekt elektrárny na principu solárního komínu s výkonem 200 MW.

V oblasti větrání lze solárním komínem zlepšit činnost šachtového větrání za teplých a slunečných dnů, kdy je malý rozdíl mezi teplotou vzduchu uvnitř a vně budovy a je tedy malá vztlaková (hnací) síla způsobující proudění vzduchu větrací šachtou.

Princip činnosti solárního komínu pro větrání je vidět na obr. 1. V tomto případě má solární komín tvar plochého vzduchového kolektoru s prosklením na jedné straně a absorpčním povrchem uvnitř na druhé straně vzduchové mezery. Vzduch se v solárním komíně účinkem slunečního záření ohřívá a tím se snižuje jeho hustota. Dochází tak k nárůstu vztakové síly, která způsobuje proudění vzduchu z místnosti ven.

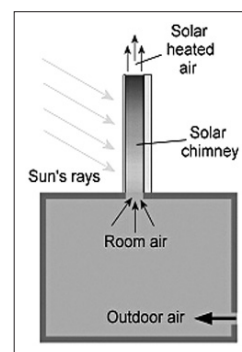
Je zřejmé, že tento systém může pracovat i v případě, kdy je teplota uvnitř místnosti nižší než venkovní teplota a klasické šachtové větrání by bylo neúčinné. Podobně jako u šachtového větrání se tah solárního komínu zvětšuje s výškou komínu. Pro dosažení potřebného průtoku vzduchu se však jeví efektivnějším zvětšování délky komínu než jeho výšky.

Možností konstrukcí solárního komínu je celá řada. I když lze solární komín realizovat bez použití transparentních materiálů, jak tomu bylo v dávné minulosti, v současné době jsou transparentní materiály základem konstrukce solárních komínů. Také dvojitá skleněná fasáda, která je poměrně často používána u administrativních budov, pracuje v některých režimech činnosti jako solární komín.

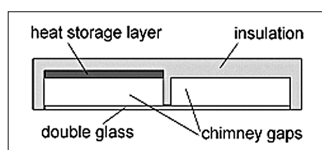
Na odboru termomechaniky a techniky prostředí byly postaveny, a jsou v současné době testovány, dvě různé konstrukce solárního komínu. Cílem experimentů je stanovit možnosti využití solárních komínů pro větrání a pasivní chlazení obytných budov v podmínkách České Republiky.

Jeden solární komín je postaven jako lehká konstrukce, druhý obsahuje betonovou vrstvu pro akumulaci tepla. Akumulační betonová vrstva umožňuje činnost solárního komínu po západu slunce – noční větrání (pasivní chlazení). Řez experimentálními solárními komíny je na obr. 2.

Oba testované komíny mají stejné rozměry a jsou umístěny v jednom boxu. Rozměry vzduchové mezery komínu jsou: šířka 750 mm, hloubka 200 mm.



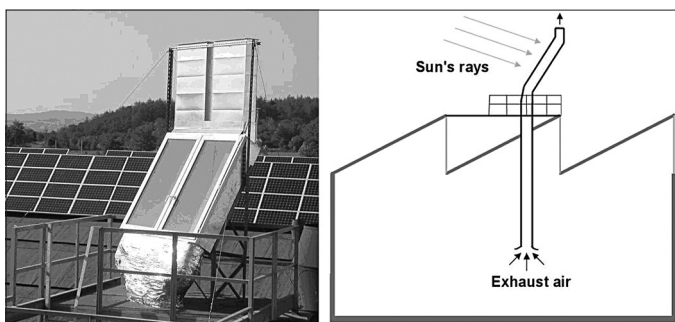
Obr. 1 – Princip solárního komínu pro větrání



Obr. 2 – Řez solárními komíny

Výška prosklené části komínu je 1500 mm. Jako prosklení je použito dvojitě izolační sklo. Prosklená část komínu je skloněna 30° od vertikály. Naklonění zvětšuje průmět absorpční plochy komínu do směru šíření slunečních paprsků v letním období, kdy je slunce vysoko na obloze. Odsklonem od vertikály se také zlepšuje přestup tepla z absorpčního povrchu do vzduchu ve vzduchové šterbině.

Nad prosklenou částí komína je umístěna ještě plechová část o výšce dalších 1500 mm. Zesponu jsou k solárním komínům připevněna dvě vertikální kruhová potrubí (vzduchovody) o délce 5 m, které slouží k měření průtoku (obr. 3). Komíny jsou na střeše tzv. těžké laboratoře Odboru termomechaniky a techniky prostředí a jsou orientovány přímo na jih. Byla zvažována i varianta solárních komínů se změnou náklonu prosklené části a možností otáčet celé zařízení okolo vertikální osy, ale vzhledem k technickým obtížím se tato varianta neuskutečnila.



Obr. 3 – Experimentální solární komíny

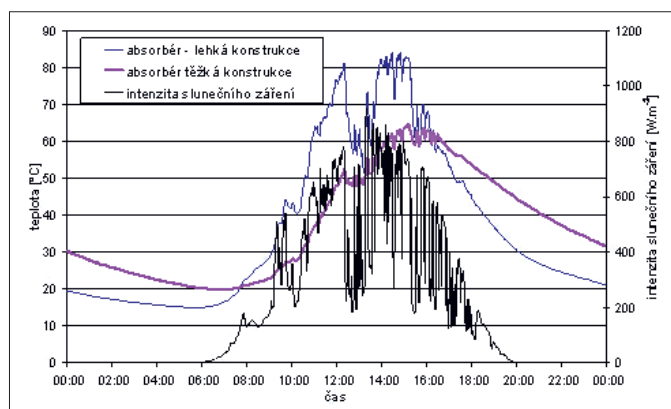
Pro monitorování činnosti solárních komínů je použit měřicí systém se záznamem dat do počítače, s výhledem na možnou prezentaci činnosti komínu on-line na internetu. V každém ze vzduchovodů jsou umístěny dva průtokoměry pro měření průtoku vzduchu. Kromě průtoku vzduchu jsou sledovány také další parametry jako teplota vzduchu na vstupu a výstupu solárního komínu, teplota absorpčních povrchů, venkovní teplota, intenzita slunečního záření a další.

## VÝSLEDKY MĚŘENÍ

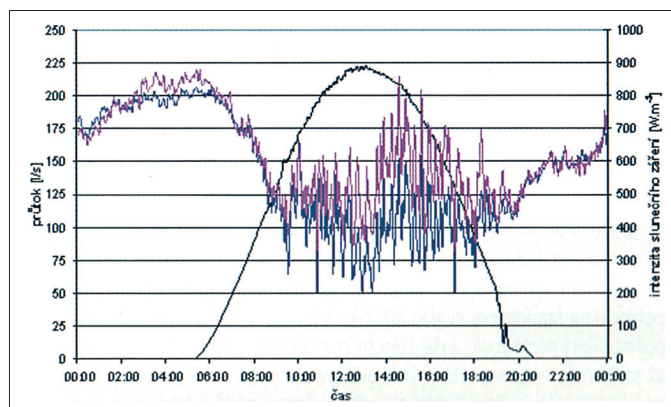
Měření na testovacích solárních komínech byla zahájena v březnu roku 2003. Vzhledem ke konfiguraci experimentálního zařízení je zřejmé, že výsledky zimních měření, resp. měření za podmínek kdy venkovní teplota je výrazně nižší než teplota uvnitř těžké laboratoře nejsou příliš zajímavé. V těchto situacích je hlavní hnací silou vztlak vyvolaný rozdílem teplot uvnitř a vně laboratoře a solární komín funguje jako „klasická“ větrací šachta. Tyto situace však nejsou zajímavé ani z hlediska použití solárních komínů, neboť za těchto podmínek je „klasické“ šachtové větrání schopno zajistit požadovanou výměnu vzduchu. Navíc je u přirozeného větrání velmi obtížné použít zpětné získávání tepla. Používání přirozeného větrání, a tím i solárních komínů bude v budoucnosti omezeno na situace, kdy větrání nepředstavuje nežádoucí tepelnou ztrátu.

Dva geometricky stejné komíny umístěné vedle sebe má výhodu okamžitého porovnání vlastností obou konstrukcí. Na obr. 4 jsou teploty povrchu absorpčív pro lehkou a těžkou konstrukci solárního komínu při uzavřených vzduchovodech.

Absorpční povrch lehké konstrukce solárního komínu je tvořen plechem natřeným matnou černou barvou. Jak je vidět na obr. 4 sleduje teplota absorpčív povrchu intenzitu slunečního záření. U betonové absorpčív vrstvy se projevuje setrvačnost, která má za následek že nejvyšší teplota povrchu je dosažena až za vrcholem intenzity slunečního záření. Pro porovnání solárního komínu s „klasickým“ šachtovým větráním bylo při experimentech sklo komínu s beto-



Obr. 4 – Teplota absorpčív povrchů



Obr. 5 – Porovnání solárního komínu s „klasickou“ větrací šachtou

novou vrstvou zakryto polystyrenem. Na obr. 5 je porovnání průtoku solárním komínem (lehká konstrukce) a „klasickou“ větrací šachtou (těžká konstrukce se zakrytým sklem).

Výsledky dosavadních měření ukazují, že průtok solárním komínem neklesne na nulu ani v případě, že je venkovní teplota vyšší než teplota uvnitř laboratoře. Zatím je otázkou jakou měrou se na dosažených výsledcích podílí vítr. Lze však říci, že účinek větru na činnost komínu je pozitivní. Na základě zkušeností z měření na testovacích komínech byly navrženy solární komíny pro demonstrační dům vybavený hybridním větráním budovaný v areálu VUT v Brně. Bude se jednat opět o dva komíny spojené v jednom bloku, z nichž jeden bude mít lehkou konstrukci a bude se používat především během dne. Druhý komín vybavený akumulací vrstvou bude během dne akumulovat sluneční záření v akumulací vrstvě a k jeho otevření dojde až po západu slunce. To by mělo umožnit pasivní chlazení domu intenzivním nočním větráním.

*Příspěvek byl přednesen na konferenci Klimatizace a větrání 2004.  
Spojení na autora: charvat@eu.fme.vutbr.cz*

## Použité zdroje:

- [1] AFONSO, C. and OLIVEIRA, A. (2000). *Solar chimneys: simulation and experiment*. Energy and Building, 32, 71–79.
- [2] CHARVAT, P., JIČHA, M., STETINA, J. (2003). *Performance of solar chimneys for hybrid ventilation*, Ventilation 2003, Sapporo, Japan.
- [3] HALLDORSSON, J. and BYRJALSEN, Ch. (2001). *Experimental and theoretical studies of a solar chimney with uniform wall heat flux*. MSc. thesis, Aalborg University, Denmark.
- [4] da SILVA, J. J. C., SILVA, A. M. and FERNANDES, E. O. (2001). *Passive cooling in livestock buildings*, Building Simulation 2001, Rio de Janeiro, Brazil.
- [5] SPENCER, S., CHEN, Z. D., LI, Y. and HAGHIGHAT, F. (2000). *Experimental investigation of a solar chimney natural ventilation system*. Roomvent 2000, Reading, UK. ■