

# Trombeho stěna - vyhodnocení efektivity v diplomové práci

## Trombeho stěna - vyhodnocení efektivity v diplomové práci

V dubnu 2009 skončila první etapa měření teplot a slunečního záření na tzv. **Trombeho stěně** na rodinném domě. Naměřená data zpracovali a vyhodnotili **Ing. Marie Hánová** a **Bc. Tomáš Langhammer** v rámci své diplomové (respektive bakalářské) práce při studiu na **Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni**. V článku jsou k dispozici aktuálně dostupné výsledky měření, naměřená data i plný text diplomové práce. Měření pokračuje i nadále a bude předmětem dalšího výzkumu.

### Trombeho stěna

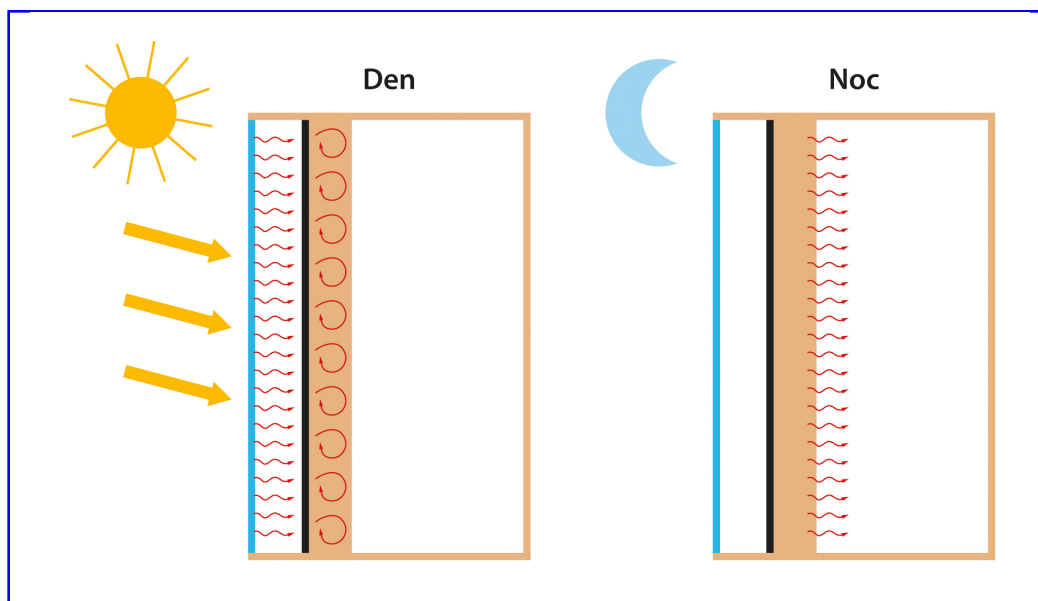
#### **Historie**

Princip Trombeho stěny byl poprvé navržen v roce 1881 Edvardem Morsem, který ji také nechal patentovat ve Spojených státech amerických. Sám ale svůj vynález nepostavil. Trombeho stěna byla poprvé postavena až v roce 1964 v rámci projektu solárního domu ve Francii Edvardem Morsem a Felixem Trombem, po němž také dostala jméno. Zde ale Trombeho stěna nebyla příliš efektivní – v podstatě se jednalo jen o cihlovou zeď natřenou na černo. Postupem času však byla zdokonalována a spolu s moderními materiály je používána v řadě nově postavených domů ve Francii.

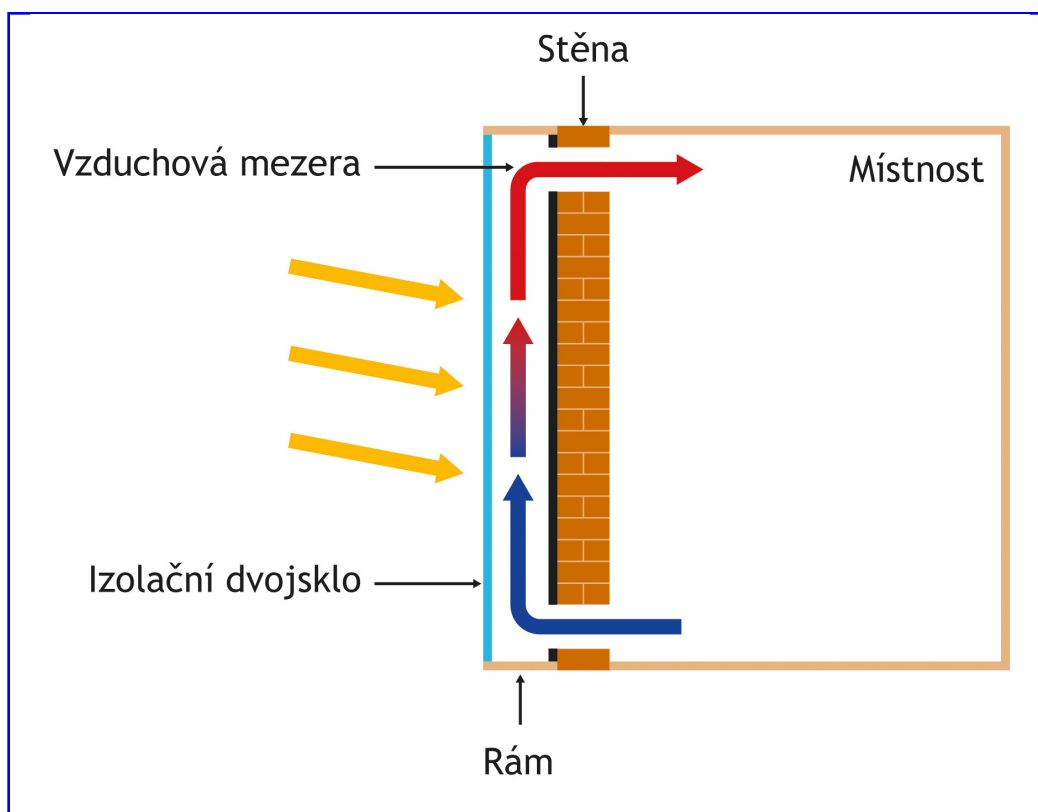
#### **Princip Trombeho stěny**

Funkce Trombeho stěny lze rozdělit na primární a sekundární.

Primární funkcí Trombeho stěny je ohřev zdi, u níž je Trombeho stěna postavena. Jedná se o zeď, postavenou např. z cihel nebo betonu, která je natřená na černo. Před ní je ve vzdálenosti 10 až 20 cm předsazena skleněná plocha. Dopadající sluneční paprsky se po dopadu na stěnu přeměňují v teplo, které se akumuluje do zdi. Účinek je umocněn prostorem mezi zdí a skleněnou plochou fungující jako skleník (obr. 1).



Sekundární funkce Trombeho stěny již využívá vzduch zahřátý mezi sklem a zdí k vytápění domu. Schéma je stejné, jen u paty a vrcholu Trombeho stěny jsou otvory. Spodním otvorem proudí do Trombeho stěny chladnější vzduch z místnosti. V Trombeho stěně se postupně ohřívá a stoupá nahoru. Nejteplejší vzduch odchází horním otvorem zpět do místnosti, která je takto přitápěna (obr. 2). Otvory mohou být opatřeny uzavíratelnými klapkami. Tak je umožněna regulace.



Regulace může být prováděna kombinací různých opatření. Základními jsou uzavíratelné klapky u otvorů a větrací lišta umístěná zvenčí na vrcholu Trombeho stěny. Větrací lištu lze v případě potřeby otevřít a nechat ohřátý vzduch proudit do okolí. Pokud jsou teploty uvnitř domu příliš vysoké, lze zabránit dopadu slunečních paprsků na zeď Trombeho stěny pomocí žaluzií.

### Měření Trombeho stěny v Netunicích u Plzně

V období od září 2008 do května 2009 probíhalo měření Trombeho stěny na objektu v Netunicích u Plzně. Cílem měření bylo zhodnocení přínosu Trombeho stěny k vytápění domu.

Toto provedení Trombeho stěny bylo opatřeno šesti otvory ve zdi – dolní (nasávací), střední a horní. Trombeho stěna byla také opatřena větrací lištou, která však v průběhu měření nebyla použita. Vzduch byl nasáván ve vzdálených rozích místnosti a byl veden kanálky pod podlahou vytápěné místnosti do Trombeho stěny. V ústí kanálků do stěny byly umístěny ventilátory, které umocňovaly výměnu vzduchu. Základní stav pro měření byl následující – uzavřená všechna okna a dveře, bez jakéhokoliv vytápění, spodní klapky a horní klapky Trombeho stěny otevřeny, střední klapky a větrací otvor Trombeho stěny uzavřen, Trombeho stěna nezakrytá.

Celkem bylo použito 13 čidel, z toho 12 teplotních a jedno jako snímač

intenzity slunečního záření. Jedno teplotní čidlo snímalo venkovní teplotu, čtyři čidla byla umístěna v domě (u nasávacích otvorů a v přízemí a patře domu), šest čidel snímalo teplotu na různých místech v Trombeho stěně a jedno čidlo bylo použito pro korekci vlivu sálání tepla na měřené hodnoty (obr. 3 a 4).



Obr. 3: Umístění čidel č. 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11 a 12 a snímače slunečního záření  
I



Obr. 4a: Umístění čidel 2, 4



Obr. 4b: Umístění čidel 2, 5

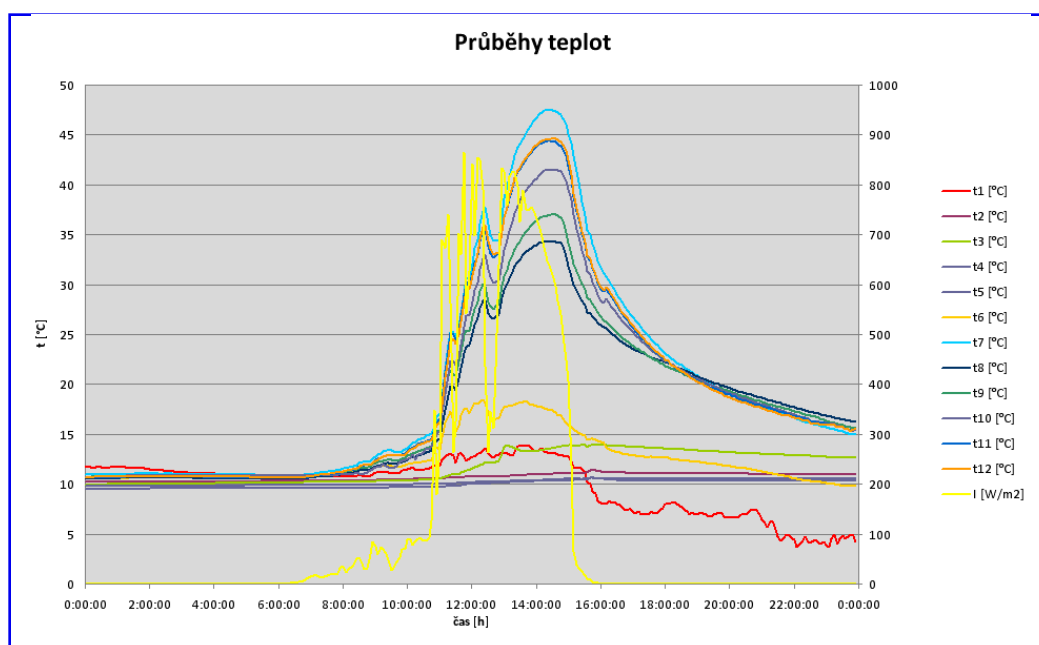
Tabulka umístění všech čidel:

Čidlo	Popis
-------	-------

t1	Teplota vnějšího vzduchu 2m nad povrchem (se slunečním krytem)
t2	Teplota vnitřního vzduchu 1m nad povrchem - přízemí (se slunečním krytem)
t3	Teplota vnitřního vzduchu 1m nad povrchem - 1. patro (se slunečním krytem)
t4	Teplota ve vstupních otvorech studeného vzduchu - dlouhý kanál
t5	Teplota ve vstupních otvorech studeného vzduchu - krátký kanál
t6	Teplota vzduchu ve vzduchové mezeře Trombeho stěny - dolní (se slunečním krytem)
t7	Teplota vzduchu ve vzduchové mezeře Trombeho stěny - horní (se slunečním krytem)
t8	Teplota vzduchu ve výstupním otvoru Trombeho stěny - prostřední pravý otvor
t9	Teplota vzduchu ve výstupním otvoru Trombeho stěny - prostřední levý otvor
t10	Teplota vzduchu ve výstupním otvoru Trombeho stěny - horní pravý otvor
t11	Teplota vzduchu ve výstupním otvoru Trombeho stěny - horní levý otvor, volný snímač

t12	Teplota vzduchu ve výstupním otvoru Trombeho stěny - horní levý otvor, snímač v trubce
I	Intenzita slunečního záření dopadajícího na stěnu

Data byla automaticky sbírána v pětiminutových intervalech modulem TMS – Trombe Wall Measuring System – a poté zpracována do grafů průběhů teplot, kde je zanesen i průběh intenzity slunečního záření (obr. 5). Jednotlivé označení teplot odpovídá rozmístění čidel (viz obr. 3 a 4).



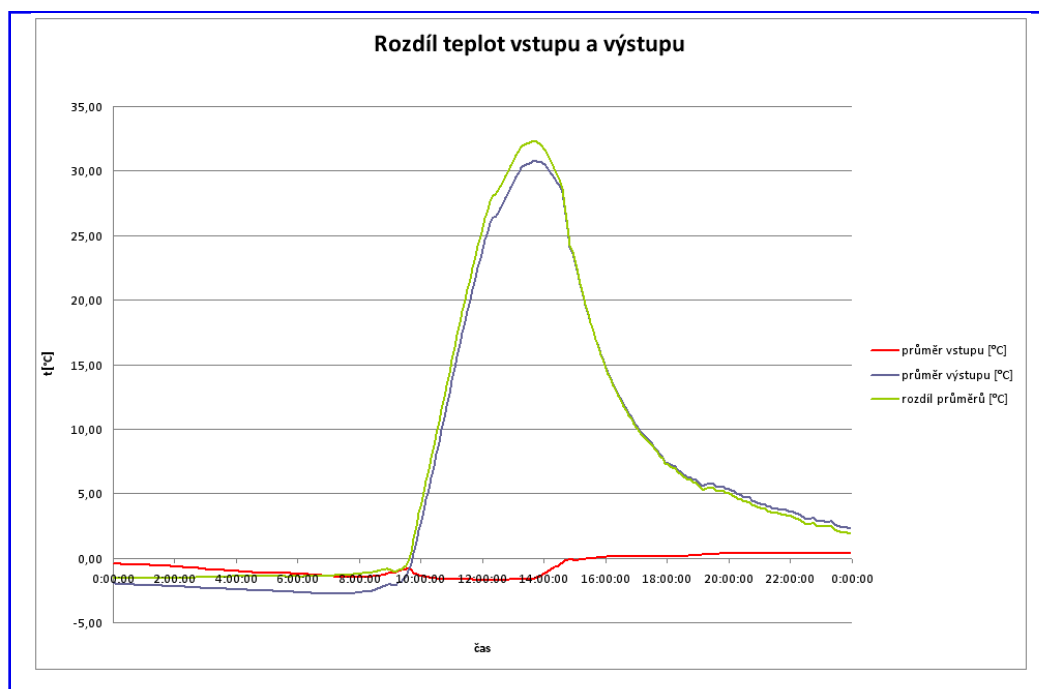
Obr. 5: Graf průběhu teplot ze dne 3. 11. 2008

Přídavným měřením bylo měření povrchových teplot vnitřních zdí domu. Tyto teploty byly měřeny vždy večer, kdy je jejich teplota největší. Protože zde byla Trombeho stěna postavena do výšky 2,5m z materiálu Porotherm a od 2,5m do 5m z plných cihel, sloužilo toto měření k potvrzení předpokladu, že cihla má lepší akumulační schopnosti než Porotherm nebo jiný lépe izolující materiál. V průměru byly teploty změřené u cihel o 1,7°C vyšší. Takto byl také prokázán jednoznačný přínos primární funkce Trombeho stěny, tudíž příspěvek sálavého tepla k vytápění místnosti.

## Zhodnocení měření

Hlavním bodem zhodnocení je konstatování, že Trombeho stěna je efektivně využitelná i v podmínkách České republiky, pokud jsou dodrženy následující podmínky: Trombeho stěna je orientována pokud možno jih a nic ji nezastiňuje, zeď Trombeho stěny je postavena z materiálu, který dobře nebo alespoň dostatečně akumuluje teplo (cihla, beton, Porotherm, porobeton apod.), Trombeho stěna je postavena z kvalitních dobře izolujících materiálů.

Trombeho stěna není schopna sama o sobě vytopit dům nebo místnost, zvláště v zimním období. Je však významným pasivním přítápěcím systémem. O tom svědčí i grafy pořízené z naměřených dat. Podíváme-li se na graf ze dne 10. 1. 2008, vidíme, že při slunném dni získáváme velký teplotní rozdíl v náš prospěch (obr. 6).



Obr. 6: Graf rozdílu teplot vstupu a výstupu ze dne 10. 1. 2009

### Další měření

Měření této Trombeho stěny bude i nadále pokračovat. Je třeba zjistit, jak se bude Trombeho stěna chovat v letním období. Dále by bylo vhodné získat další data z průběhu zimy a porovnat je s výsledky ze zimy 2008/2009. Skutečně důležitým však bude měření za podmínek běžného užívání domu – tedy až bude dům obydlen a vytápěn. Zde budou zahrnuty nezanedbatelné vlivy regulace a vytápění.

Pro objektivní a přesné zjištění příspěvku Trombeho stěny je důležité průběžně měřit průtočný objem vzduchu Trombeho stěnou. Spolu se snímáním teplot

vzduchu by jej bylo možné použít pro výpočet absolutního tepelného příspěvku.

### Další informace

Článek o projektu Vyhodnocení efektivity Trombeho stěny - [zde](#)

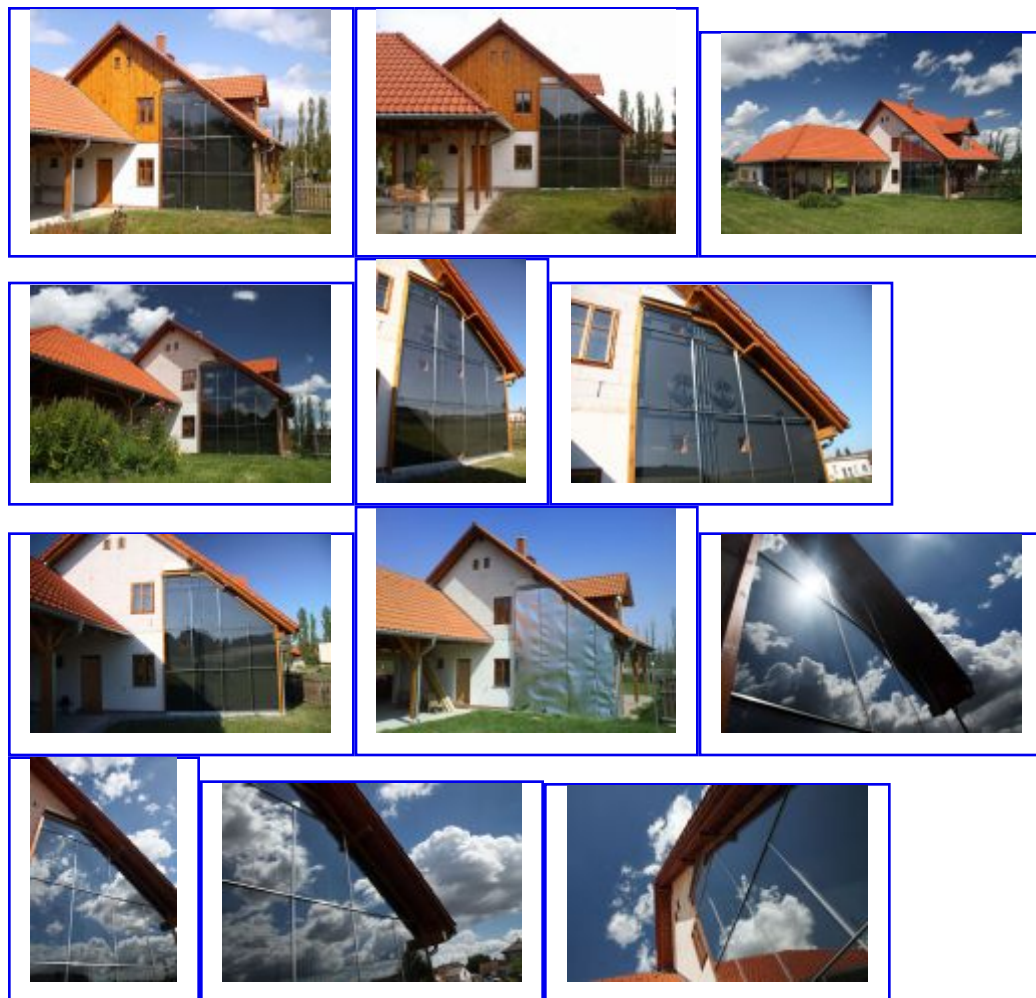
Základní informace o Trombeho stěně, informace pro návrh, norma pro výpočty - [zde](#)

Naměřená data zpracovaná pro diplomovou práci - ke stažení [zde](#)

Odkaz na internetové stránky domu s Trombeho stěnou - [Chalupa u Trombeho](#)

V průběhu projektu a řešení diplomové práce vznikla též brožura pro veřejnost - Trombeho stěna. Vydání brožury financoval Plzeňský kraj. K dispozici je v tištěné formě ve všech environmentálních informačních centrech sítě ENVIC - [www.envic.cz](http://www.envic.cz).

V elektronické formě je brožura i plné znění diplomové práce ke stažení na konci tohoto článku





[Brožura - Trombeho stěna](#)



[Diplomová práce - Trombeho stěna](#)

---

Vytisknout stránku

[© Všechna práva vyhrazena](#) - Envic

[tvorba webových stránek](#) PeVat.com