

# Trombeho stěna

## Obsah

Úvod.....	2
Historie .....	2
Princip Trombeho stěny .....	2
Funkce Trombeho stěny v období podzim až jaro .....	4
Funkce Trombeho stěny v létě.....	4
Obecné zásady návrhu Trombeho stěny .....	5
Výhody Trombeho stěny .....	6
Nevýhody Trombeho stěny .....	7
Trombeho stěna v Netunicích .....	8
Závěr.....	10
Zdroj.....	11

## Úvod

Trombeho stěnu jsem si vybrala z toho důvodu, že její princip pomáhá v šetření nákladů na vytápění rodinných domů (a nejen jich). Její řešení je energeticky nenáročné. Funguje i bez nutnosti přívodu elektrické energie. Bez čerpadel, trubek, vody. Například u solárních článků při výpadku elektřiny přestávají čerpadla fungovat a je nutno mít například záložní zdroj.

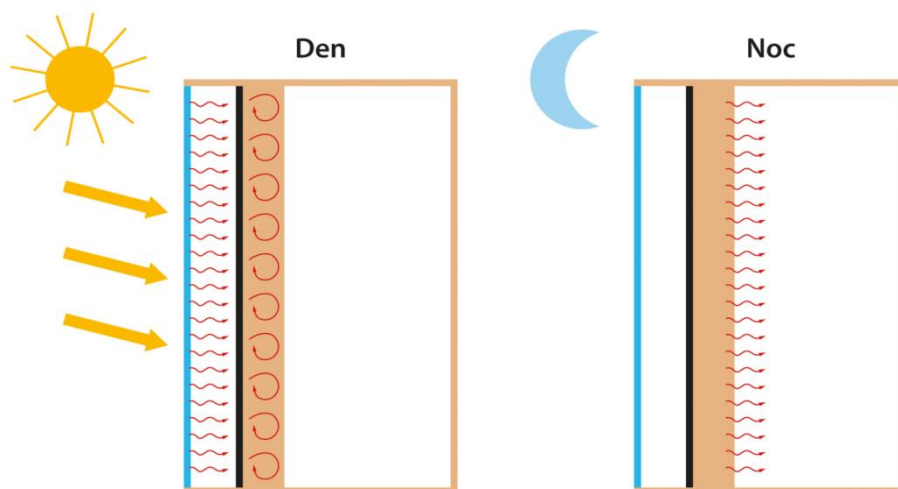
## Historie

Princip Trombeho stěny byl poprvé navržen v roce 1881 Edvardem Morseem, 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 Morseem 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

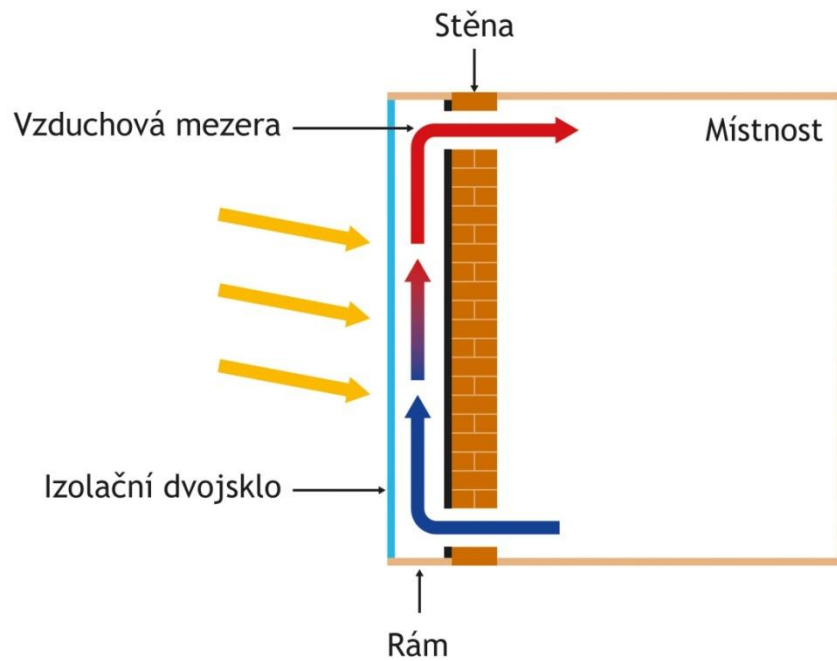
Funkce Trombeho stěny lze rozdělit na primární a sekundární.

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 načerno. 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.



Primární funkce

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. Otvory mohou být opatřeny uzavíratelnými klapkami. Tak je umožněna regulace.

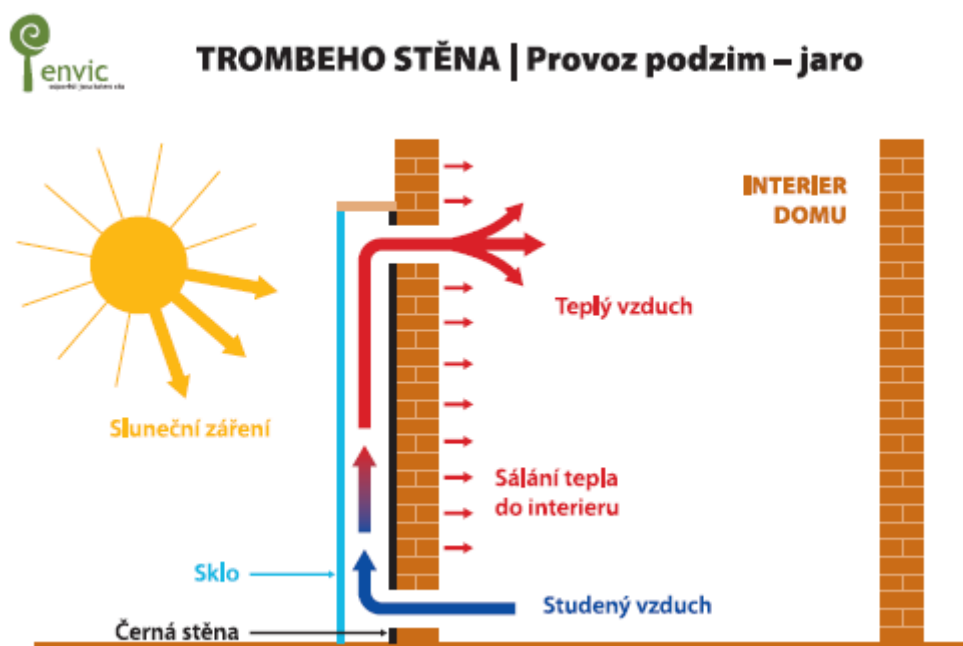


Sekundární funkce

## Funkce Trombeho stěny v období podzim až jaro

Sluneční záření dopadá na černou stěnu a zahřívá ji. Teplo se akumuluje ve stěně. Zároveň je zahříván vzduch ve vzduchové mezeře mezi stěnou a sklem. Teplý vzduch stoupá vzhůru a vzniká proudění – studený vzduch z interiéru domu proudí spodním otvorem do vzduchové mezery, kde se ohřívá, stoupá vzhůru a proudí horním otvorem ve stěně zpět do interiéru, který je takto přitápěn.

Po západu Slunce již není ohříván vzduch ve vzduchové mezeře, ale v masivní stěně je stále akumulováno teplo, které je vyzařováno do interiéru domu.



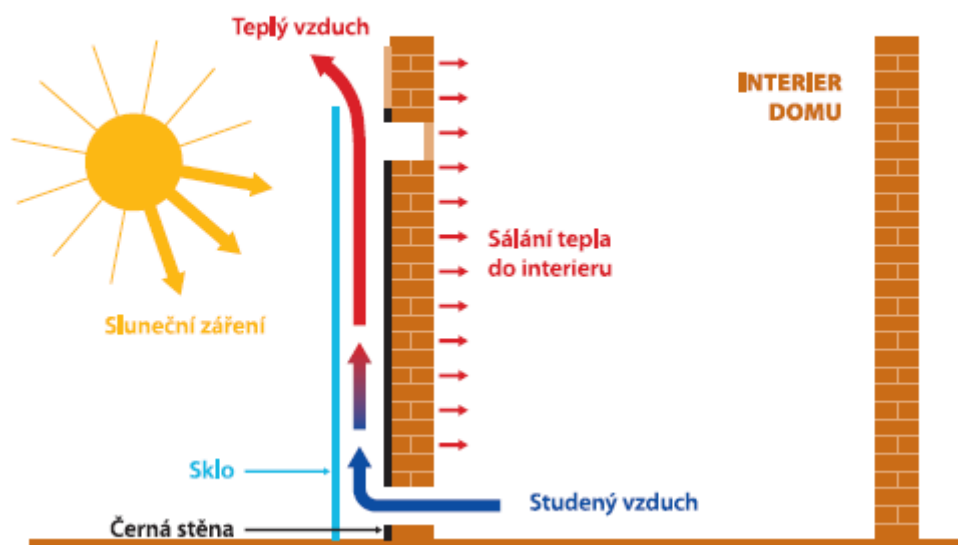
Trombeho stěna - provoz podzim až jaro

## Funkce Trombeho stěny v létě

V létě by se dům přehříval – v letním období je proto horní otvor ve stěně uzavřen klapkou – teplý vzduch ze vzduchové mezery nemůže pronikat do interiéru. Zároveň je otevřena horní klapka ve vzduchové mezeře, kterou je pak teplý vzduch odváděn do exteriéru.

Pokud je současně v severní chladnější stěně domu otevřen nějaký větrací otvor, systém zajišťuje letní provětrávání domu. Prouděním vzduchu ve vzduchové mezeře je vytvořen podtlak – větracím otvorem v severní stěně proudí do domu chladnější čerstvý vzduch. Dále je vzduch nasáván spodním otvorem do vzduchové mezery Trombeho stěny, v ní stoupá vzhůru a horní klapkou uniká do exteriéru.

## TROMBEHO STĚNA | Provoz v létě



Trombeho stěna - provoz v létě

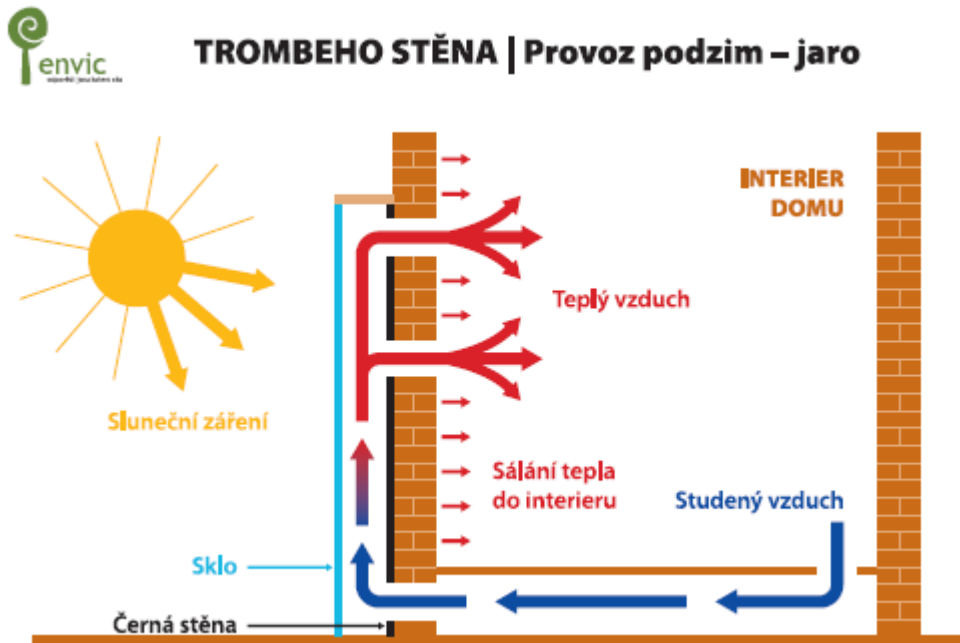
### Obecné zásady návrhu Trombeho stěny

1. Pokud je teplota ve vzduchové mezeře vyšší, než teplota ve vytápěném interiéru musí být zajištěno proudění vzduchu – v ideálním případě konstantní rychlostí (konstantní rychlost lze zajistit použitím nuceného proudění např. ventilátorem). Vzduch proudí spodním otvorem z interiéru do vzduchové mezery a horním zpět do interiéru. V případě jednoduchého návrhu jako je ten na obrázku, je toto obvykle zajištěno přirozeným prouděním (které však nezajistí konstantní rychlost proudění).

V případě použití delšího nebo složitějšího přívodu studeného vzduchu do stěny, je obvykle nutné použít nuceného proudění pomocí ventilátoru. Studený vzduch je v tomto případě veden z nejstudenějšího severního koutu domu potrubím pod podlahou pomocí ventilátoru. Tímto způsobem je efektivněji využita Trombeho stěna (vstupující vzduch je co nejchladnější), ale proudění v potrubí již musí zajistit ventilátor.

2. Pokud bude teplota vzduchu ve vzduchové mezeře nižší než v interiéru, proudění se musí zastavit. Musí být zavřena klapka na spodním vstupním otvoru do stěny – jinak by chladný vzduch (který klesá dolů) mohl proudit ze vzduchové mezery do interiéru.
3. Musí být zajištěna maximální vzduchotěsnost vzduchové mezery tak, aby bylo minimalizováno pronikání chladného venkovního vzduchu do vzduchové mezery.

4. Dispoziční řešení domu by mělo být takové, aby teplý vzduch vstupující do interiéru byl v daném prostoru využitelný a mohl bez překážek proudit do interiéru. Stejně tak tepelné záření ze stěny do interiéru by mělo být efektivně využito – šíření záření by neměly bránit významné překážky.



Trombeho stěna na domu v Netunicích - nucené proudění pomocí ventilátoru

## Výhody Trombeho stěny

- V základním řešení je výhodou obvykle jednoduchost provedení a nízká cena.
- Vyšší účinnost přeměny a využití sluneční energie než například u solárních kolektorů. Je zde využito přímé přeměny slunečního záření na teplo a jeho využití bez dalších mezistupňů, které snižují účinnost.
- Nižší tepelné ztráty stěnou než u stejně velkých prosklených jižních fasád (za předpokladu použití stejně kvalitního zasklení).
- Zajímavý architektonický prvek, vyjadřující snahu majitele domu o co nejefektivnější využití všech dostupných energií

## Nevýhody Trombeho stěny

- Pokud je stěna zhotovena z masivního materiálu (např. plná cihla) a před stěnou je jednoduché zasklení, je celkový tepelný odpor stěny poměrně nízký. V době kdy nesvítí Slunce, proto Trombeho stěna přispívá k tepelným ztrátám domu.

Možnosti zvýšení tepelného odporu Trombeho stěny:

- Náhrada předsazeného jednoduchého skla izolačním dvojsklem, případně doplněným o selektivní vrstvu pro zpětný odraz infračerveného záření a o náplň inertním plynem (neboli vzácné plyny). Nevýhodou tohoto řešení je zvýšená cena.
  - Instalace izolační rolety před skleněnou desku nebo do vzduchové mezery. Roleta je zatažena ve dnech, kdy nesvítí Slunce a v noci a omezuje tepelné ztráty obdobným způsobem jako předokenní izolační rolety.
  - Náhrada masivního materiálu - z kterého je postavena stěna - pórovitou děrovanou cihlou (například Porothersm) nebo pórobetonem (například Ytong). Velkou nevýhodou tohoto řešení je snížení tepelně-akumulačních schopností stěny a vyšší cena.
- Kratší doba, po kterou je teplo ve stěně akumulováno ve srovnání například se systémy s tepelně izolovanou akumulací nádrží.
  - Nerovnoměrné přitápění objektu vázané zejména na jižní část domu a prostory kam proudí teplý vzduch ze vzduchové mezery.

## **Trombeho stěna v Netunicích**

Merxbauerovi bydlí v Plzni, chalupu mají v Netunicích. Právě tady mají na domě zajímavý unikát, stěnu, která k vytápění domku využívá slunečního záření. Takových je v republice jen několik.

Měření bylo zahájeno na podzim 2008 v rámci diplomové práce. Skutečně významné závěry pak bude možné učinit po zpracování dat z více topných sezon.



15. srpna 2010 1:00



Majitel Tomáš Merxbauer předvádí Trombeho stěnu



Stěna byla postavena jako jedna z prvních v republice. I nyní je jich v Česku poskrovnu. "Už se tu ale bylo podívat spoustu lidí, kteří si stěnu chtějí také postavit," říká Merxbauer.

Postavit Trombeho stěnu jim navrhl projektant. "A k jeho údivu jsme to opravdu realizovali. Přišlo nám to jako dobrý nápad. Stěna při plném osvitu dává 16 kW tepla," uvádí Tomáš Merxbauer.

Pořízení stěny stálo zhruba 30 tisíc korun, další náklady nejsou zapotřebí. "Sice není možné teplo kumulovat jako u solárních panelů, ale to nám nevadí. Přijde mi to lepší, protože se ohřívá přímo vzduch," míní Merxbauer.

Na jaře a na podzim, když svítí slunce, není třeba v domku téměř vůbec přitápět. "V zimě je to o něco horší. Ale kvůli tomu, že tu nebydlíme nastálo a jezdíme sem jen na chalupu, jsme chtěli stěnu využít i k tomu, aby se teplota v domě přes zimu udržela nad nulou, a to se bohatě splní," uvádí Merxbauer s tím, že jinak topí v kachlových kamnech.

Domek v Netunicích si rodina stavěla z 90 procent sama. "Taky to trvalo osm let, stěna pořádně funguje až od letošního jara 2010. Proti původnímu projektu jsem si navíc přidal ještě jednu součástku na ohřev vody, díky níž se v létě ohřeje 150 litrů na 40 stupňů během jediného dne," vysvětluje majitel.



Zařízení na ohřev vody

Podobná stěna mohla vzniknout už za socialismu v Přešticích na Domě dětí, kde ji navrhoval stejný projektant. "Projekt nevyšel. Nelíbila se jim totiž černá barva omítky, která je pro stěnu stěžejní," říká s úsměvem Merxbauer. Merxbauer má šanci získat ocenění v soutěži E. ON Energy Globe Award ČR 2010, dostal se mezi tři finalisty v kategorii Kutil.

V rámci diplomové práce se pokusil její autor provést měření teplot, pokud by Trombeho stěna „byla vyřazena z provozu“ a proto ji zakryl lesklou fólií. Výsledky potvrdily vliv stěny, ale nešly zpracovat, protože vítr fólii částečně strhnul a měření už nebylo opakováno.



Stěna zakrytá fólií

## **Závěr**

Jednoduché řešení Trombeho stěny s vyššími tepelnými ztrátami je vhodnější pro částečně nebo občas vytápěné, případně zcela nevytápěné objekty (rekreační chalupy, průmyslové objekty). Pro trvale vytápěné objekty a objekty dobře izolované je třeba zvolit minimálně řešení s izolačním dvojsklem před stěnou. Variant řešení existuje mnoho – ať už se jedná o možnosti snížení tepelných ztrát stěny, zvýšení slunečních zisků nebo další možnosti akumulace tepla (do další protilehlé stěny nebo i do vody apod.).

Jako u všech solárních systémů i v případě Trombeho stěny, lze slunečním zářením pokrýt pouze část potřeby tepla na vytápění domu. Velikost pokrytí potřeby tepla na vytápění Sluncem značně závisí na celkovém řešení domu. Nelze proto univerzálně stanovit, kolik procent energie či nákladů na energie Trombeho stěna (nebo jakýkoliv jiný solární systém) uspoří. Vždy je potřeba provést výpočet pro konkrétní stavbu. Obecně Trombeho stěna efektivněji využívá teplo ze slunečního záření než například solární kolektory. Navíc pokud jsou solární kolektory připojeny k otopné soustavě s vysokoteplotními topnými tělesy (jak lze ještě často vidět zejména u rekonstruovaných domů), je využitelnost takového systému zcela

minimální. Na druhou stranu Trombeho stěna umožňuje kratší dobu akumulace tepla než systémy se solárními kolektory a izolovanou akumulací nádrží.

Nakonec je třeba zdůraznit, že představa téměř 100% pokrytí potřeby tepla Sluncem je v našich klimatických podmínkách zcela nereálná ať už se jedná o solární kolektory nebo Trombeho stěnu. Vždy je třeba hlavní zdroj tepla, Slunce je vždy zdrojem doplňkovým.

## **Zdroj**

- <http://www.envic-sdruzeni.cz/aktuality/aktuality-obsah/trombeho-stena-zakladni-informace.htm>
- <http://www.envic-sdruzeni.cz/aktuality/aktuality-obsah/trombeho-stena-vyhodnoceni-efektivita-v-diplomove-praci.htm>
- [http://bydleni.idnes.cz/unikatni-trombeho-stena-sama-vytopi-rodinny-dum-zakladem-je-cerna-barva-lac-/stavba.asp?c=A100813\\_114506\\_stavba\\_web](http://bydleni.idnes.cz/unikatni-trombeho-stena-sama-vytopi-rodinny-dum-zakladem-je-cerna-barva-lac-/stavba.asp?c=A100813_114506_stavba_web)
- [http://cs.wikipedia.org/wiki/Trombeho\\_st%C4%9Bna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Trombeho_st%C4%9Bna)