

MĚŘENÍ TESNOSTI BUDOV

**METODOU
TLAKOVÉHO SPÁDU
BLOWER-DOOR TEST**



LEGISLATIVA

Na úvod si něco řekněme o tom, jak je těsnost staveb ošetřena legislativně. Ve vyhlášce 137/1998Sb. [1] je v §28 odstavci 2 následující ustanovení:

„Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly zaručeny požadavky na:

- *tepelnou pohodu uživatelů,*
- *požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí,*
- *stav vnitřního prostředí pro technologické činnosti a pro chov zvířat,*
- *nízkou energetickou náročnost při provozu stavby.“*

V odstavci 3 jsou potom zezávazněny české technické normy (ČSN) z oblasti tepelné techniky. Do této oblasti patří rovněž ČSN 73 0540-2 [2], ve které jsou stanoveny hlavní požadavky na budovy z hlediska tepelné techniky. Šířením vzduchu konstrukcí a budovou se v uvedené normě zabývá kapitola 7, kde se požaduje, aby součinitel spárové průvzdušnosti i_{LV} spár a netěsností v konstrukcích a mezi konstrukcemi navzájem, kromě funkčních spár výplní otvorů, byl v průběhu celé doby užívání budovy téměř nulový, tj. byl nižší než nejistota zkušební metody pro jeho stanovení. Pro průvzdušnost funkčních spár

výplní otvorů potom platí zvláštní požadavek $i_{LV} \leq i_{LV,N}$, kde $i_{LV,N}$ je požadovaná hodnota, která závisí na typu výplně otvoru (okno, dveře), způsobu větrání a výšce objektu. Požadované hodnoty jsou uvedené v tabulce 5 jmenované ČSN.

Celkovou průvzdušnost obvodového pláště budovy nebo ucelené části lze ověřit celkovou intenzitou výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa. Doporučeno je splnění podmínky $n_{50} \leq n_{50,N}$, kde $n_{50,N}$ je celková intenzita výměny vzduchu daná tabulkou 1. Pokud jsou splněny uvedené hodnoty v závislosti na způsobu větrání budovy, považuje se budova za těsnou.

Platným předpisem, podle kterého lze stanovit průvzdušnost budov, je v Evropě a tedy i v České republice ČSN EN 13859 [3]. O tom, jaká důležitost se v ČR přikládá těsnosti staveb, vypovídá i fakt, že uvedená norma (platná již od roku 2000) byla přijata pouze vyhlášením ve věstníku jen v anglickém znění. Přitom se jedná o metodu ověřující zákonné požadavky na budovy.

PROČ A KDY MĚŘIT PRŮVZDUŠNOST STAVEB?

Netěsnosti ve stavební konstrukci mohou významně ovlivnit tepelné ztráty, povrchové teploty, vlhkostní režim skladeb a vzduchovou

neprůvzdučnost. Tedy kromě tepelně technických vlastností ovlivňují také akustické vlastnosti budov. U tepelných ztrát se jedná o nadměrnou filtraci vzduchu, kdy je třeba ohřívat i vzduch, který projde netěsnostmi do objektu, nebo naopak, kdy ohřátý vzduch nekontrolovatelně z místnosti uniká. Pokud přijde teplý vzduch z interiéru do styku s chladnou konstrukcí, může docházet k povrchové kondenzaci, což vede k vlhkostním problémům. Vliv netěsností na akustické vlastnosti lze ukázat na moderních oknech s mikroventilační funkcí. Každý, kdo taková okna vlastní, může potvrdit, že rozdíl mezi vzduchovou neprůvzdučností při mikroventilační poloze a zcela zavřeném oknu je značný. Obdobně to funguje i u netěsností v obalových konstrukcích.

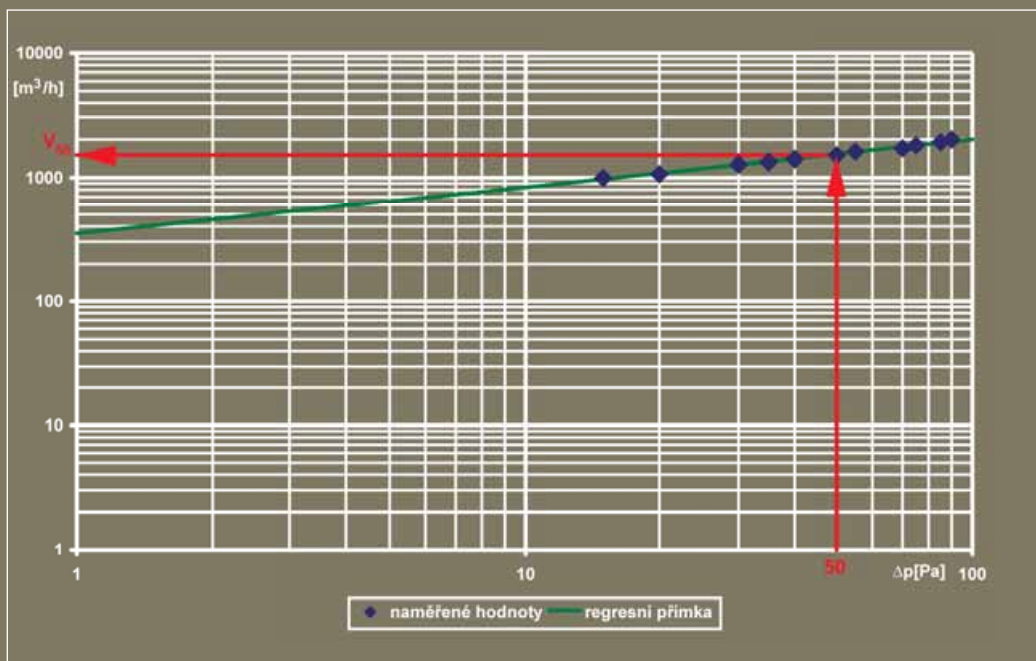
U novostaveb se měřením kontroluje provedení vzduchotěsných vrstev a těsnost spár mezi jednotlivými prvky a okny (dveřmi) a to:

- před jejich zakrytím – využijí především prováděcí firmy, projektanti nebo stavební dozor;
- po jejich zakrytí – využijí především investoři jako kontrolu kvality celého díla.

U stávajících staveb se kontroluje míra těsnosti, na základě které lze rozhodnout, zda a v jakém rozsahu jsou nutné stavební úpravy.

TABULKA 01 – DOPORUČENÉ HODNOTY CELKOVÉ INTENZITY VÝMĚNY VZDUCHU

Větrání v budově	$n_{50,N}$ [h ⁻¹]
Přirozené	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění – pasivní domy	0,6



01

ČÍM SE BLOWER-DOOR TEST PROVÁDÍ?

Jedním ze způsobů měření průvzdušnosti budov, který odpovídá i výše citované ČSN EN 13859 [3], je tzv. blower-door test. Toto měření je od podzimu 2006 novinkou ve službách, které nabízí Atelier stavebních izolací.

Měřicí aparatura blower-door test se obvykle skládá z teleskopického rámu se vzduchotěsnou plachtou, ventilátorů (s plynulou regulací výkonu), tlakových čidel (pro interiér a exteriér) a řídicí jednotky s regulátorem otáček. Tlaková čidla a řídicí jednotka mohou být připojeny k PC.

Vzduchotěsná plachta obsahuje jeden nebo více otvorů pro umístění ventilátorů. O počtu ventilátorů rozhoduje jejich maximální výkon, objem měřené budovy nebo místnosti a předpokládaná míra těsnosti. U přenosných ventilátorů se maximální výkon pohybuje v rozmezí od 1 000 m^3/h do 10 000 m^3/h a při

použití dvou a více kusů se jejich výkony sčítají. Pro měření obrovských hal se potom používají nepřenositelné ventilátory umístěné na autopřívěsech, jejichž maximální výkon může převyšovat i 100 000 m^3/h . Atelier stavebních izolací má k dispozici tři ventilátory o celkovém maximálním výkonu přes 27 000 m^3/h .

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PŘI MĚŘENÍ

Měření lze provádět za jakýchkoliv podmínek, ale pro obdržení dostatečně přesných hodnot a následně správné vyhodnocení mají být splněny dvě následující podmínky:

$$1) H (t_i - t_e) \leq 500 \text{ [m K]}$$

kde
 H je výška měřené místnosti/budovy [m],
 t_i je teplota vzduchu v interiéru [K],
 t_e je teplota vzduchu v exteriéru [K].

2) Rychlost větru nesmí být větší než 6 m/s nebo nesmí přesahovat stupeň 3 na Beaufortově stupnici (viz tab. /02/).

PODSTATA MĚŘENÍ

Před měřením je třeba dokonale utěsnit všechny otvory, které nemají ovlivnit měření (např. ventilátory, digestoře, komíny, sifony apod.). Následně se do okna nebo dveří osadí teleskopický rám se vzduchotěsnou plachtou a patřičným počtem ventilátorů. Tlakovými čidly připojenými k řídicí jednotce se změří tlak vzduchu v interiéru a exteriéru. Následně se do měřeného prostoru vrhá nebo se odsává vzduch tak, aby vznikl požadovaný tlakový rozdíl, např. 10 Pa. Zaznamenaná se množství vzduchu pro udržení tohoto tlakového rozdílu. Potom se tlakový rozdíl zvýší (např. na 20 Pa) a opět se měří. Tímto způsobem se pokračuje po tlakový rozdíl 90 Pa až 100 Pa. Naměřené hodnoty se vynesou do grafu s osami v logaritmickém měřítku, což umožní proložení regresní přímky (obr. /01/). Nakonec se na přímce odečte objemový tok vzduchu V_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa a podle následujícího vztahu se vypočítá aktuální výměna vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa:

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V} [h^{-1}]$$

kde
V je celkový objem místnosti.
Hodnota n_{50} se porovná s hodnotami v tab. /01/.

HLEDÁNÍ NETĚSNOSTÍ

Pokud se měřením prokáže nedostatečná těsnost, lze pro nalezení netěsností použít několik metod. Mezi nejjednodušší patří metoda, kdy se v interiéru vytvoří kouř (zařízením pro tvorbu umělého kouře) a v exteriéru se sledují místa kudy uniká (při zapnutém přístroji blower-door). Další z metod je použití anemometru se sondou se žhavicím drátkem, kterým se kontrolují všechna podezřelá místa a měří se rychlost proudění vzduchu v m/s. Poslední metodou je použití termovizní kamery, kterou se v interiéru nebo exteriéru měří povrchové teploty obalových konstrukcí, viz obr. /02/ a /03/, na kterém je pohled na povrchové teploty na vnitřních površích v podkrovní střeše bez parozábrany. Při použití termovizní kamery je ale nutné, aby byl rozdíl teplot mezi interiérem a exteriérem alespoň 10 °C. Atelier stavebních izolací má k dispozici všechna výše uvedená zařízení.

<Viktor Zwiener>
<Ctibor Hůlka>

Další informace a ceny zkoušení vám sdělí:

Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.
viktor.zwiener@dektrade.cz
gsm: 731 544 905

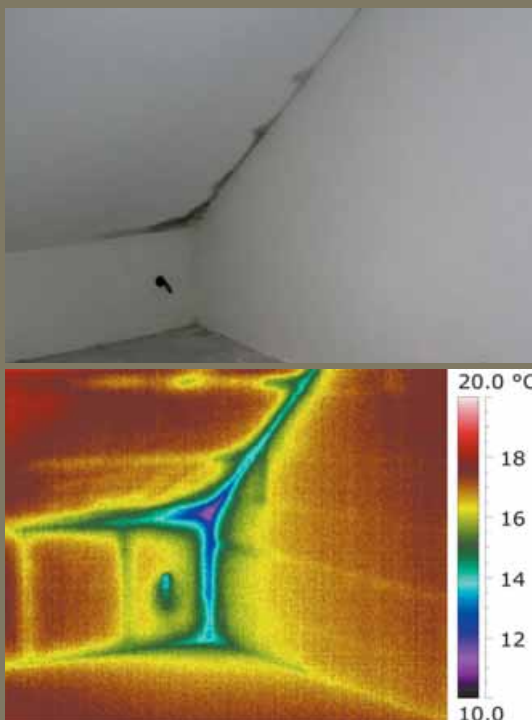
Ing. Ctibor Hůlka
ctibor.hulka@dektrade.cz
gsm: 605 205 324

BIBLIOGRAFIE

- [1] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj 137/1998Sb. „o obecných technických požadavcích na výstavbu“
- [2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [3] ČSN EN 13829 (73 0577) Tepelné chování budov – Stanovení průvzdušnosti budov – Tlaková metoda
- [4] www.wikipedia.cz

TABULKA 02 – BEAUFORTOVA STUPNICE RYCHLOSTI VĚTRU

St.	Vítr	Rychlost[m/s]	Charakteristika
0	bezvětrí	0,0 – 0,2	kouř stoupá svisle vzhůru;
1	vánek	0,3 – 1,5	kouř už nestoupá úplně svisle, korouhev nereaguje;
2	slabý vítr	1,6 – 3,3	vítr je cítit ve tváři, listí šelestí, korouhev se pohybuje;
3	mírný vítr	3,4 – 5,4	listy a větvičky v pohybu, vítr napíná prapory;
4	dosti čerstvý vítr	5,5 – 7,9	vítr zvedá prach a papíry, pohybuje větvičkami a slabšími větvemi;
5	čerstvý vítr	8,0–10,7	hýbe listnatými keři, malé stromky se ohýbají;
6	silný vítr	10,8–13,8	pohybuje silnějšími větvemi, telegrafní dráty sviští, nesnadné jest používat deštník;
7	prudký vítr	13,9–17,1	pohybuje celými stromy, chůze proti větru obtížná;
8	bouřlivý vítr	17,2–20,7	láme větve, vzpřímená chůze proti větru je již nemožná;
9	vichřice	20,8–24,4	menší škody na stavbách;
10	silná vichřice	24,5–28,4	na pevnině se vyskytuje zřídka, vyvrací stromy a ničí domy;
11	mohutná vichřice	28,5–32,6	rozsáhlé zpusťování plochy;
12	orkán	> 32,7	ničivé účinky.



02

03