

Význam Blower Door testu – merania tesnosti obvodového plášťa budov

Ing. Jozef Löffler

Autor pôsobí vo Výskumnom ústave vzduchotechniky v Piešťanoch.

Recenzoval: doc. Ing. Peter Tomlein, PhD.

Značnej časti odbornej verejnosti je pojem tesnosti budov a Blower Door testu už známy. V ostatnom čase sa využitie tejto metódy stáva pri overení kvality dodaného diela, výpočte potreby energie, energetickom audite a certifikácii budov samozrejmosťou, a to najmä pre jednoduché a rýchle meranie.



Pokúsime sa priblížiť dôvody na uskutočnenie Blower Door testu, význam tesnosti obvodového plášťa budovy a charakteristiky celkovej netesnosti budovy n_{50} (1/h).

V Blower Door teste sa stanovuje vzduchová priepustnosť obvodového plášťa budovy. Označuje sa aj ako metóda diferenčného tlaku a je podrobne opísaná v norme STN EN 13829 [6]. Výsledkom merania Blower Door testu je intenzita výmeny vzduchu n_{50} (1/h) pri tlakovej diferencii 50 Pa.

Meranie v praxi predstavuje nielen samotné meranie, ale aj hľadanie netesných miest s ich následným utesňovaním a opätovné meranie. Meranie a utesňovanie má teda priamy vplyv na zvýšenie tesnosti, a tým aj na zlepšenie hospodárnosti budovy s účinkom na energetickú triedu. Bez merania sa nemôže zaručiť kvalita budovy z pohľadu vzduchotesnosti a potvrdiť jej energetická trieda. V európskych krajinách je protokol o meraní tesnosti – Blower Door test – obvykle súčasťou energetického certifikátu alebo pasu budovy.

Potreba energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou

Ak hovoríme o potrebe energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou, treba si položiť otázku, či sa vôbec oplatí zaoberať tesnosťou budovy. Pre názornosť sa vyčíslila potreba energie na vykurovanie za rok zo záťaže infiltráciou v závislosti od koeficientu prievzdušnosti n_{50} (1/h). Vzhľadom na názornosť sa neuvádzajú ďalšie parametre výpočtu v zmysle normy STN EN 13465, ako sú:

- vykurovaná plocha, objem, charakteristika budovy,
- expozícia a poloha budovy,
- poloha a orientácia k prevládajúcemu smeru vetra,
- koeficient a exponent budovy.

Z grafu na obr. 1 vyplýva, že koeficient prievzdušnosti n_{50} predstavuje významnú hodnotu potreby energie na vykurovanie za rok zo záťaže infiltráciou. Názorne možno porovnať potrebu energie na vykurovanie za rok zo záťaže infiltráciou v závislosti od koeficientu prievzdušnosti n_{50} s celkovou potrebou energie na vykurovanie. Základom porovnania sú prevzaté údaje o celkovej potrebe energie na vykurovanie súčasných klasických novostavieb [1]. Z grafu na obr. 2 vyplýva, že podiel potreby energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou môže za rok predstavovať aj viac ako 40 % z celkovej potreby energie na vykurovanie v závislosti od koeficientu prievzdušnosti n_{50} .

Zabezpečenie vzduchotesnosti v etape návrhu

Vzduchotesnosť obvodového plášťa budovy je vecou projektu, dodržiavania technologických postupov a výberu materiálov. V záujme znižovania energetickej náročnosti budov a dosiahnutia požadovaných energetických tried tesnosti budovy je nevyhnutné navrhnuť vzduchotesné vrstvy a vhodné opatrenia kontroly podľa jednotlivých etáp realizácie. Dobrá koncepcia tesnosti sa musí dať zobraziť na reze budovy neprerušenu kontúrou.

Význam merania tesnosti a potreba Blower Door testu

Význam merania tesnosti spočíva najmä v tom, že vzduchová netesnosť je skrytá chyba, ktorá sa pri preberaní domu inak nezistí, aj keď realizátor garantuje dobrý stav. Okrem samotného merania je dôležité tieto netesnosti lokalizovať a odstrániť. Lokalizácia sa robí tak, že sa pri konštantnom tlaku (napr. 50 Pa) hľadajú netesnosti na typických miestach, kde sa dajú zistiť rukou, anemometrom, prúdovou sondou alebo dymom z vyvíjača dymu.

Projektanti, stavebníci, investori, prevádzkovatelia a majitelia chcú šetriť energiou. Každý dom – či už navrhovaný individuálne, alebo ako hotový – preto musí spĺňať požiadavky

Tab. 1 Tabuľka na určenie korekcií (neúplná)

Druh stavby	Priehradová konštrukcia izolovaná, malý počet poschodí n_{50} (1/h)	Tehlové a blokové murivo, malý počet poschodí n_{50} (1/h)	Betónová/zdvojená fasáda, vysoký počet poschodí n_{50} (1/h)
Základná netesnosť	3	8	3
Bez PE izolačnej vrstvy	+3	+3	-
Pivnica/revízny vstup/závesný podhľad	+1	+1	-
Súbor (nepravouhlý pôdorys)	+1	+1	+1
Neutesnené prechody inžinierskych sietí	+1	+1	+1
Radový dom	-1	-2	-
Sendvičová izolácia stien	-	-1	-
Utesnené okenné/dverové rámy	-1	-1	-1



Obr. 1 Potreba energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou Q_c v závislosti od koeficientu priepustnosti n_{50}

na izoláciu a tesnosť. Straty energie stoja pe-
niaze a bez tesnosti sa celá izolácia nevyuži-
je, takže sa obvodový plášť budovy musí sta-
vať tesný. To by malo byť predmetom záujmu
všetkých zúčastnených strán. Blower Door
test patrí už mnoho rokov k stavbe nízkoener-
getických domov a vzduchotesnosť budovy sa
tým stáva znakom kvality.

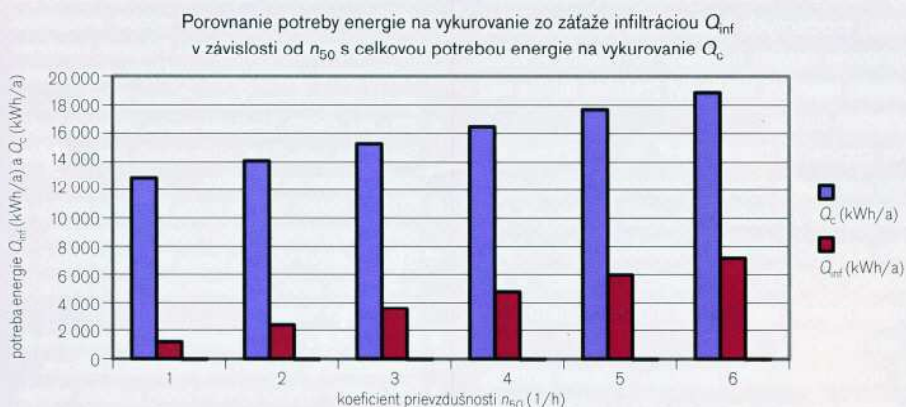
História merania tesnosti

- 1974 – norma DIN 4108-7 stanovuje vzduchovú priepustnosť okien,
- 1989 – uskutočňuje sa prvé meranie tesnosti metódou „blowerdoors“,
- 1990 – vzniká návrh normy ISO/DIS 9972 na meranie tesnosti,
- 1991 – prvá budova dosahuje úroveň tesnosti $n_{50} < 3$ (1/h),
- 2001 – do platnosti vstupuje norma STN EN 13829 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Stanovenie vzduchovej priepustnosti budov. Metóda pretlaku pomocou ventilátora,
- 2002 – smernicou 2002/91/ES sa stanovujú požiadavky na jednotlivé triedy celkovej spotreby energie budov vrátane strát infiltráciou.

Zisťovanie chýb a porúch Blower Door testom

Blower Door testom možno zistiť tieto hlavné chyby a poruchy konštrukcie domu:

- netesný kontakt stierky steny s betónovou podlahou,
- netesné zabudovanie okna do vonkajšej steny,
- po obvode neúplne utesnený podlahový poter (prestup vzduchu cez betón podlahy),
- prienik cez izoláciu poteru smerom k okrajom,
- priepustnosť vzduchu cez podomietkové elektrické zásuvky,
- priepustnosť vzduchu medzi suchou montážou steny a obkladom stropu,
- priepustnosť vzduchu cez konštrukcie strechy, vikiera, strešného okna, strešnej plochy,
- priepustnosť vzduchu cez okná, pivničné okná, vonkajšie dvere, prestupy vonkajších stien, prírodné a odvodné potrubia a podobne,
- netesné spoje okenných rámov, okenných škár,
- stropy a strešné nosníky prechádzajúce cez vzduchotesnú vrstvu,
- prestupy rúr, zásuviek a káblových zväzkov cez obvodový plášť a vzduchotesnú vrstvu,
- netesné styky betónu a drevených prvkov,
- netesné konštrukčné spoje.



Obr. 2 Porovnanie potreby energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou Q_{inf} v závislosti od koeficientu priepustnosti n_{50} s celkovou potrebou energie na vykurovanie Q_c

Tab. 2 Hodnoty vzduchovej netesnosti celej budovy n_{50} jednobytových budov na bývanie (neúplná)

Rok výstavby	Neprievzdušné konštrukcie n_{50} (1/h)	Normálne (priemerné) konštrukcie n_{50} (1/h)	Prievzdušné konštrukcie n_{50} (1/h)
do 1940	10	15	20
od 1941 do 1960	6	13	20
od 1961 do 1975	5	10	15
od 1976 do 1988	2	6	10

Normalizované požiadavky na tesnosť

Požiadavky na tesnosť budov sú zahrnuté v týchto predpisoch:

DIN V 4108-7 (1996)

- $n_{50} < 3$ (1/h) pre budovy s prirodzeným vetraním,
- $n_{50} < 1$ (1/h) pre budovy s mechanickým vetraním.

DIN 4108-7 (2001) [10]

- $n_{50} < 3$ (1/h) pre ostatné budovy,
- $n_{50} < 1$ (1/h) pre budovy s vetracím systémom.

Pre pasívne domy platí $n_{50} < 0,6$ (1/h). Aj keď pojem pasívny dom nie je v normách a legislatíve zatiaľ zakotvený, všeobecne sa vychádza z uznávaných definícií inštitútu Passivhaus Institut Darmstadt.

Meranie verzus výpočet

Prečo je lepšie koeficient prievzdušnosti n_{50} Blower Door testom zmerať, než ho teoreticky vypočítať podľa normy STN EN 13465 [7]? Pri výpočte potreby energie na vykurovanie budovy zo záťaže infiltráciou možno postupovať dvoma spôsobmi. Buď sa pri výpočte použije skutočne nameraný koeficient prievzdušnosti n_{50} , alebo sa použije normalizovaný výpočet podľa [7], pričom sa použijú aj normy STN EN 15241 [8] a STN EN 15242 [9]. Metodika výpočtu prietoku vzduchu netesnosťami podľa [7] sa zakladá na objemovom prietoku vo vzťahu k vnútornej teplote a na jednozónovom modeli. Pri výpočte sa používa rovnica bilancie objemového prietoku, ktorá sa rieši alternatívne podľa neznámeho vnútorného tlaku. Pomocou tohto postupu možno získať objemový prietok určitých parametrov hodnôt vnútornej teploty a klimatických údajov vonkajšieho prostredia pri určitom prevádzkovom stave.

Vzduchotesnosť budovy charakterizuje koeficient prievzdušnosti n_{50} (hodnota prievzdušnosti budovy formou intenzity výmeny vzduchu pri 50 Pa), ktorý vyjadruje násobnosť výmeny vzduchu pri tlakovej diferencii medzi vnútorným a vonkajším prostredím 50 Pa.

Prietok netesnosťami v prípade známej hodnoty celkovej netesnosti možno vypočítať týmto postupom:

Súčiniteľ netesnosti plochy obklopujúcej budovu možno vypočítať z hodnoty n_{50} podľa rovnice:

$$C_{inf} = 0,278 \cdot n_{50} \cdot (1/50)^n \cdot V \quad (\text{dm}^3/\text{s}); \text{ pri } 1 \text{ Pa}$$

kde n_{50} je výmena (1/h) pri pretlaku 50 Pa, n – prietokový exponent (štandardná hodnota 0,67), V – objem budovy.

Prietok vzduchu cez netesnosti vplyvom infiltrácie potom možno vypočítať ako:

$$V_{inf} = C_{inf}(dp)n \quad (\text{dm}^3/\text{s})$$

Základné hodnoty netesnosti celej budovy n_{50} pri rozličných druhoch stavieb a korekčných hodnotách jednotlivých kritérií prievzdušnosti možno určiť podľa [7] z tabuľkových hodnôt dvoma metódami – A a B.

Metóda A

Vzduchovú tesnosť budovy podľa tejto metódy osobitne ovplyvňuje konštrukcia stavby. Pri výbere charakteristiky netesnosti podľa tab. 1 sa preto musí vyberať najskôr podľa druhu stavby, pre ktorú je zamýšľaná budova najvhodnejšie usporiadaná. Pri niektorých druhoch stavieb, pri ktorých sa musia kombinovať hodnoty z rozličných stĺpcov tabuľky, môže byť zmena jedného článku korektúry žiaduca.

Metóda B

Podľa tejto metódy je určujúcim kritériom vzduchovej tesnosti vek budov (rok výstavby – tab. 2). Vzduchová tesnosť (vzduchotesnosť) moderných budov, ktorých zariadenie vyhovuje novým normám vo vzťahu k vzduchovej tesnosti, môže byť zreteľne lepšia než starších budov.

Na doplnenie treba uviesť, že vzduchová tesnosť podľa tabuľky vzduchotesných konštrukcií sa zakladá na meraní švédskych budov a prievzdušných konštrukcií holandských budov. V iných európskych krajinách a pri iných typoch konštrukcií môžu byť tieto hodnoty odlišné.

Z normalizovaného postupu určenia potreby energie na vykurovanie zo záťaže infiltráciou vyplýva pomerná neistota. Tabuľkové hodnoty celkovej netesnosti nie sú vhodné na nové budovy,

Výhody vzduchotesnej stavby

Základné výhody vzduchotesnej stavby spočívajú v tom, že sa:

- znížia tepelné straty,
- zníži riziko kondenzácie,
- zvýši hlukový útlm voči okoliu,
- zníži možnosť prievanu a znečisťovania vnútorného prostredia nefiltrovaným vzduchom.

Investovať do overovania vlastností budovy Blower Door testom sa oplatí z dôvodu:

- preukázania kvality diela voči zákazníkovi,
- možnosti kontroly kvality vyhotovenia od subdodávateľov,
- potvrdenia splnenia stanovených projekčných požiadaviek,
- vlastnej kontroly kvality,
- právnej istoty – vymedzenie nárokov záručného plnenia,
- skúšky po ukončení vlastných prác – odlišenie od chýb vzniknutých pri nasledujúcich prácach remesiel,
- získania informácií (aj pre laika) o skutočných vlastnostiach budovy a o kvalitatívnom vyhotovení vo vzťahu k tesnosti s možnosťou odstránenia zistených nedostatkov; žiadnym iným meraním to nejde tak jednoducho a rýchlo.

preto je na presnejšie vyjadrenie energetickej potreby zo záťaže infiltráciou vhodné meranie netesnosti Blower Door testom.

Foto a obrázky: archív autora, IEPD

Literatúra

1. PALEČEK, S.: Blower Door test průvzdušnosti budov – detekční metody. Tzb-info, 19. 2. 2007.
2. LÖFFLER, J.: Vetranie budov. Výpočtové metódy na stanovenie prietoku vzduchu v obytných priestoroch podľa EN 13465. In: Zborník z konferencie Vetranie a klimatizácia 2004, SSTP, 2004.
3. LÖFFLER, J.: Význam charakteristiky celkovej netesnosti budov n_{50} pre výpočet energetickej spotreby pre vetranie a infiltráciu a Blower Door test. In: Zborník z konferencie Vetranie a klimatizácia 2008, SSTP, 2008.
4. LÖFFLER, J.: Celková vzduchová netesnosť budovy ako významná charakteristika pre výpočet energetickej spotreby pre vetranie a infiltráciu. Príspevok z konferencie Energetická certifikácia ako základ hodnotenia energetickej hospodárnosti budov, Coneco, 2006.
5. STN EN 13829 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Stanovenie vzduchovej priepustnosti budov. Metóda pretlaku pomocou ventilátora.
6. STN EN 13465. Vetranie budov. Výpočtové metódy na stanovenie prietoku vzduchu v obytných priestoroch.
7. STN EN 15241 Vetranie budov. Výpočtové metódy na energetické straty spôsobené vetraním a infiltráciou v nebytových budovách.
8. STN EN 15242 Vetranie budov. Výpočtové metódy na stanovenie prietoku vzduchu v budovách vrátane infiltrácie.
9. DIN 4108-7 Tepelná ochrana budov a úspory energie. Časť 7: Vzduchotesnosť budov, požiadavky, projekčné a realizačné odporúčania a EnEV (nariadenie na úspory energie), 2001.