

ZAHTEVI I METODE ISPITIVANJA ZRAKOPROPUSNOSTI

Zrakopropusnost omotača zgrade

PRIPREMIO:
Hrvoje Pešut, ing. građ.

Zrakopropusnost je strujanje zraka kroz omotač zgrade do kojega dolazi zbog poroznog omotača zgrade, propusnih zazora (fuga) ili zbog pukotina

Pod zrakopropusnošću podrazumijevamo strujanje zraka kroz omotač zgrade. Do strujanja zraka dolazi zbog poroznog omotača zgrade, propusnih zazora (fuga) ili zbog pukotina. Svako strujanje zraka kroz omotač zgrade utječe na energetske svojstvo zgrade.

Pouzdan i mjerljiv podatak o zrakopropusnosti omotača zgrade dobiva se pomoću ispitnog uređaja s ventilatorom tzv. "Blower door testom". Ispitni uređaj sastoji se od okvira s nepropusnim platnom, ispitnog ventilatora, upravljačke jedinice koja je povezana s računalom i programom za upravljanje. Svrha određivanja zrakopropusnosti omotača zgrade može biti:

- određivanje zrakopropusnosti omotača zgrade ili njezinog dijela kao usporedba s projektiranim i popisanim zahtjevima,
- utvrđivanje stanja omotača zgrade prije planirane adaptacije (rekonstrukcije),
- potvrda kvalitete izvedene adaptacije (rekonstrukcije),
- usporedba mjerenjem dobivenih rezultata sa sličnim zgradama ili dijelovima zgrada.

Zahtjevi i metode ispitivanja zrakopropusnosti omotača zgrade

Zahtjevi za zrakonepropusnost navedeni su u *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (NN 110/08 i 89/09), kao i zahtjevi za mjerenje zračne propusnosti građevine prema HRN EN 13829:2002 (*Toplinske značajke zgrada; Određivanje*

propusnosti zraka kod zgrada, Metoda razlike tlakova).

Prema *Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*, ispunjavanje zahtjeva o zrakonepropusnosti dokazuje se i ispitivanjem na izgrađenoj zgradi prema normi HRN EN 13829:2002 i to metodom određivanja A:

- za višestambene zgrade zahtjevi moraju biti zadovoljeni za svaki stan,
- za nestambene zgrade zahtjevi se odnose na omotač grijanog dijela zgrade.

Za razliku tlakova između unutarnjeg i vanjskog zraka od 50 Pa, izmjereni tok zraka, sveden na volumen grijanog zraka, ne smije biti veći od:

- $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada bez mehaničkog uređaja za provjetravanje,
- $n_{50}=1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada s mehaničkim uređajem za provjetravanje.

Europska norma HRN EN 13829:2002, namijenjena mjerenju zračne propu-

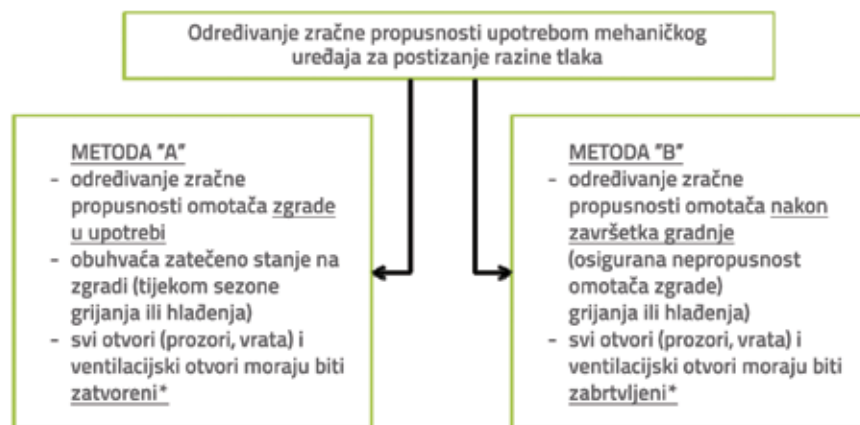
snosti građevine, propisuje upotrebu mehaničkog uređaja za postizanje razlike tlaka, te navodi dvije metode ispitivanja: metodu A i metodu B, slika 1. Razlika između pojma *zatvoreno* (kod metode A) i *zabrtvljeno* (kod metode B) jest u tome što se kod zabrtvljenih otvora koristi dodatno sredstvo za brtvljenje. Dodatni zahtjevi odnose se na sljedeće:

- sustav grijanja s korištenjem unutrašnjeg zraka treba biti isključen,
- otvoreni kamini i peći trebaju biti očišćeni od pepela i zatvoreni,
- mehanička ventilacija (i klimatizacijski sustav) treba biti isključena,
- odvodni sifoni trebaju biti napunjeni vodom.

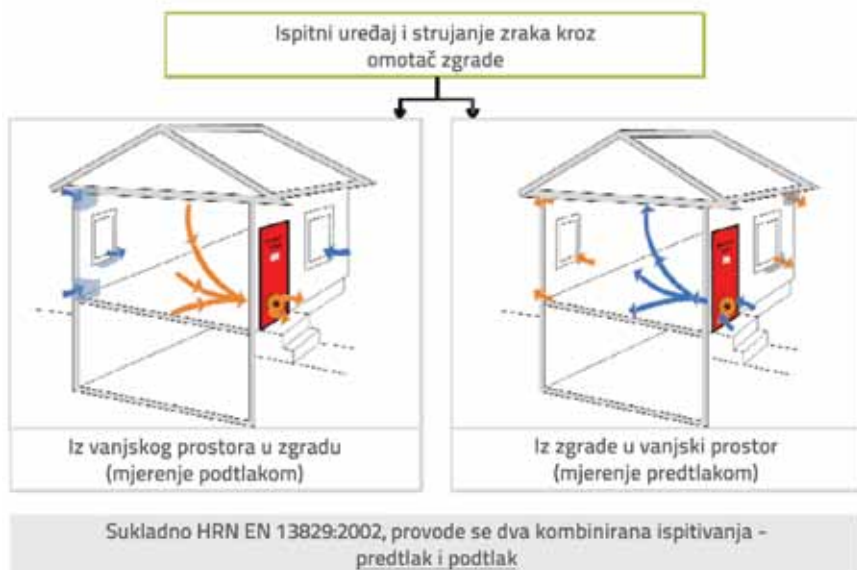
Iskustva iz prakse pokazuju da se primjenom metode B, prije potpunog završetka gradnje (npr. *visoki roh - bau*), mogu detektirati propusti i nedostaci u gradnji. U tom slučaju otklanjanje mogućih nedostataka je jednostavnije i u konačnici jeftinije.

Uređaj za ispitivanje zrakopropusnosti omotača zgrade

Upotrebom ispitnog uređaja s ventilatorom stvara se razlika tlaka između



Slika 1. Usporedba metoda ispitivanja zračne propusnosti prema HRN EN 13829:2002



Slika 2. Strujanje zraka kroz omotač zgrade

zraka u zgradi i vanjskog zraka te dolazi do strujanja zraka iz vanjskog prostora u zgradu ili iz zgrade u vanjski prostor, slika 2.

Pri razlici tlaka između unutarnjeg i vanjskog zraka od 50 Pa ili više, detektiraju se propusna mjesta na omotaču zgrade. U svrhu lakše vizualizacije i određivanja mikrolokacije strujanja zraka, upotrebljava se generator dima, anemometar ili IC kamera, slika 3.

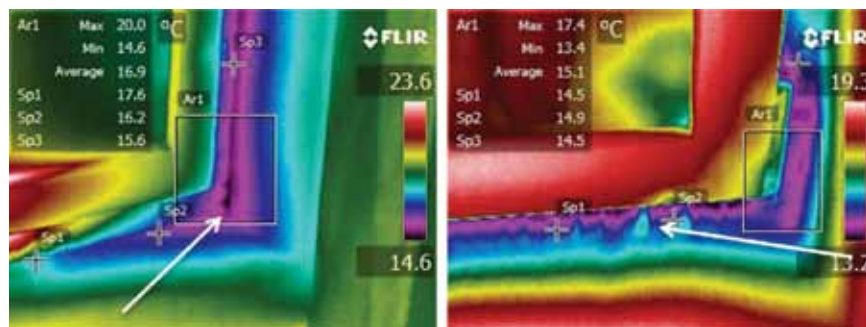
Svaki od navedenih načina ima svoje prednosti i nedostatke s obzirom na: metodu ispitivanja (Metoda A ili Metoda B), strujanje zraka kroz omotač zgrade (predtlak ili podtlak) te vizualnu kontrolu omotača zgrade (izvana ili iznutra).

Primjeri ispitivanja zrakopropusnosti omotača zgrade



Slika 3. Neki od načina detektiranja propusnih mjesta

Radi što boljšeg razumijevanja postupka ispitivanja zrakopropusnosti, u radu se prikazuje ispitivanje zrakopropusnosti omotača obiteljske kuće građene sredinom 70-ih godina, tlocrtna površina 188 m². Propusna mjesta na omotaču detektirana su IC kamerom, slika 4. Za prikazani slučaj proveden je izračun teoretskih godišnjih ventilacijskih gubitaka kod različitih izmjena zraka, tablica 1.



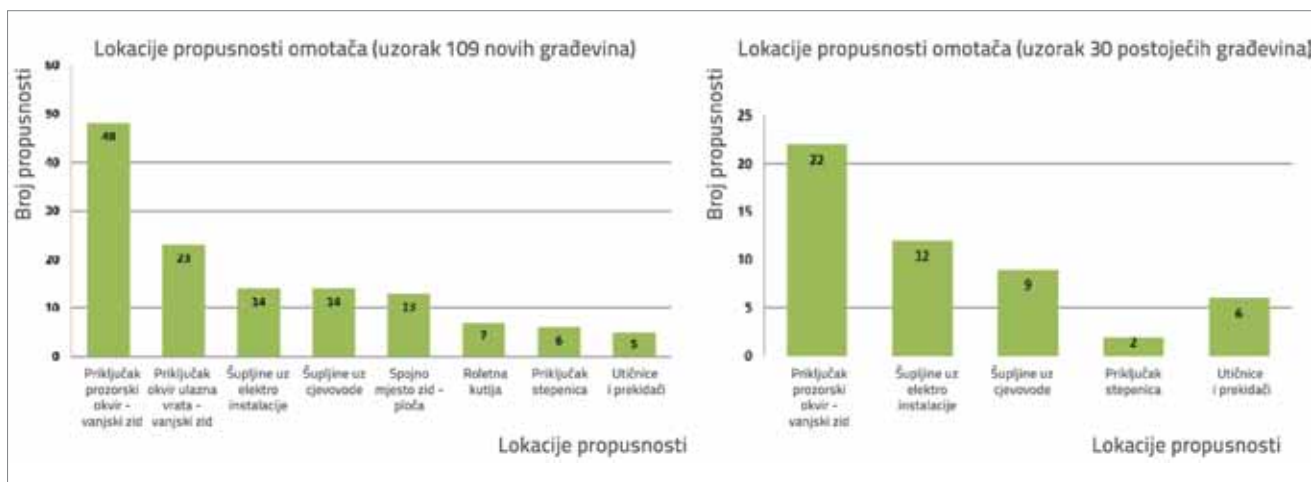
Slika 4. Karakteristična propusna mjesta prozorskog okvira (snimak IC kamera)

Iz prikazanih podataka može se izvršiti **ekonomsko, energetska i ekološka vrednovanje** za pojedini slučaj izmjena zraka. Iskustva na području određivanja zrakopropusnosti u EU rezultat su mjerenja i ispitivanja kroz duže razdoblje. Prema podacima IFB-a (Institut

Tablica 1. Teoretski godišnji ventilacijski gubici

Izmjena zraka - n ₅₀	n ₅₀ = 6,5 h ⁻¹	n ₅₀ = 3,0 h ⁻¹	n ₅₀ = 1,5 h ⁻¹	n ₅₀ = 0,6 h ⁻¹
Godišnji ventilacijski toplinski gubici*	6.044 [kWh/a]	2.790 [kWh/a]	1.395 [kWh/a]	558 [kWh/a]
Specifični ventilacijski toplinski gubici*	32,2 [kWh/m ² a]	14,8 [kWh/m ² a]	7,4 [kWh/m ² a]	2,9 [kWh/m ² a]

* Godišnji sadržaj energije u izmjenjenom zraku



Slika 5. Karakteristična mjesta propusnosti (ispitivanja u EU)

für Bauforschung), za obavljena ispitivanja zrakopropusnosti između 2006. i 2009. godine, navedena su karakteristična propusna mjesta na omotaču zgrade kod novogradnji i kod zgrada u upotrebi, slika 5.

Zaključak

Energetski učinkovite zgrade se projektiraju, grade i održavaju s ciljem uštede

energije. Mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu uključuju razne mogućnosti uštede energije. Zrakopropusnost omotača zgrade utječe na ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu u smislu uštede energije. Ispitivanje zrakopropusnosti pruža mjerljivi podatak o stanju omotača zgrade te se u kombinaciji s IC termografijom može provesti kvalitetna ocjena omotača zgrade. Ako se promatraju svi zainteresirani sudioni-

ci u gradnji (investitor, izvoditelj radova, kupac stana ili zgrade), tada ispitivanje zrakopropusnosti omotača zgrade investitoru služi kao dokaz zadovoljavanja propisanih zahtjeva, izvoditeljima radova kao dokaz kvalitete izvedenih radova, a kupcima kao potvrda dobivene vrijednosti za uložena sredstva.

Hrvoje Pešut, ing. građ.
e-mail: hrvoje.pesut@energonova.hr