

KURS ZA ENERGETSKI AUDIT

ELEMENTI ELABORATA **A**

2.4 Proračun koeficijenta transmisionih gubitaka

2.6 Analiza elemenata omotača zgrade u smislu nepropusnosti za vazduh – proračun koeficijenata ventilacionih gubitaka

Pripremio: Dr Nenad Kažić

2.4 Proračun koeficijenta transmisionih gubitaka

Koeficijent transmisionih gubitaka zgrade, H_{tr} , predstavlja transmisione gubitke Objekta u 1 s (fluks) pri $\Delta t = (t_i - t_e) = 1$ C.

$$H_{tr} [W/K] = (\sum A_j) U_e \Delta t \Big|_{=1C}$$

$$U_e [W/m^2 K] = (\sum A_i U_i + \sum L_k \Psi_k + \sum X_j) / \sum A_i$$

Linijski toplotni mostovi

Tačkasti toplotni mostovi

U_e - Ekvivalentni (efektivni) koeficijent omotača zgrade

A_i - Površina i - tog dijela omotača zgrade

2.4 Proračun koeficijenta transmisionih gubitaka

Koeficijent transmisionih gubitaka po $1m^2$ omotača zgrade, $H_{tr}^*[W/m^2K]$.

$$H_{tr}^*[W/m^2K] = H_{tr} / A_e$$

$A_e [m^2]$ je površina spoljnjeg omotača zgrade: fasada, krov i osnova.

NOVI PROPISI

Stambene zgrade

$$H_{tr}^*_{Max} = 0.8$$

NOVI PROPISI

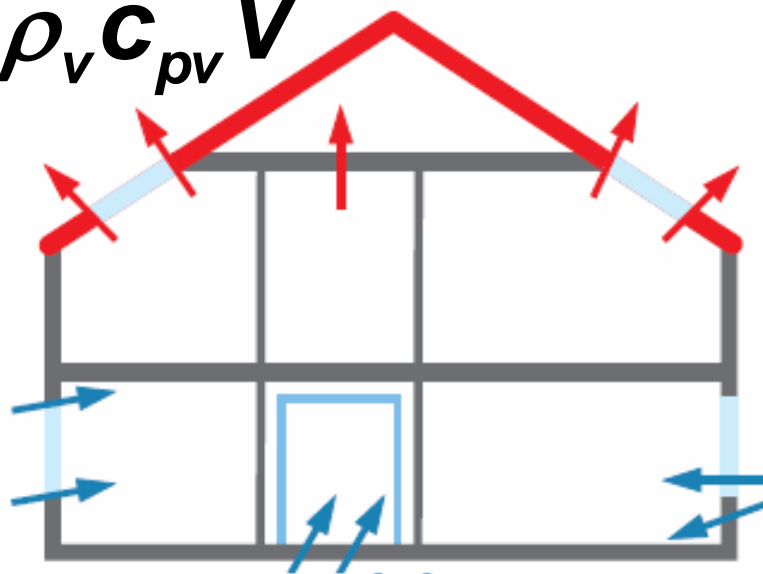
Staklene fasade

$$H_{tr}^*_{Max} = 1.5$$

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha - proračun koeficijenta ventilacionih gubitaka

Koeficijent ventilacionih gubitaka zgrade H_v predstavlja ventilacione-infiltracione gubitke Objekta u 1 s (flux, W) pri $\Delta t = (t_i - t_e) = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$. ($\rho_v = 1.2 \text{ kg/m}^3$, $c_{pv} = 1 \text{ kJ/kgK}$)

$$H_v [W/K] = \dot{m}_v c_{pv} \Delta t|_{=1^\circ\text{C}} = \rho_v c_{pv} \dot{V}$$



2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha - proračun koeficijenta ventilacionih gubitaka

$$H_v [W/K] = \dot{m}_v c_{pv} \Delta t|_{=1} c = \rho_v c_{pv} \dot{V}$$

$$H_v [W/K] \approx 1.2 * 1000 * (nV/3600)$$

$$H_v [W/K] \approx nV/3.$$

Broj izmjena na čas $n [h^{-1}]$: pokazuje koliko se puta izmijenio vazduh u prostoriji za 1 h

$V [m^3]$ – Zapremina Objekta (vazduha)

$n [h^{-1}]$ – Broj izmjena na čas (nepripremljeni vazduh) 5

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha - proračun koeficijenta ventilacionih gubitaka

Koliko je $n=?$

- a. Po definiciji n se odnosi samo na prirodnu ventilaciju-infiltraciju (ne mašinsku)
- b. Prirodna Ventilacija-Infiltracija predstavlja ulazak vazduha kroz procjepe, zidove, prozore itd.
- c. Po propisima $n_{min}=0.5 \text{ h}^{-1}$

Stanje	Infiltracija
Prozori i spoljni zidovi u lošem stanju	$\sim 0.5 - 1.0 \text{ h}^{-1}$
Prozori i spoljni zidovi u normalnom stanju	$\sim 0.3 - 0.6 \text{ h}^{-1}$
Novi prozori i spoljni zidovi dobro zadihtovani	$\sim 0.2 - 0.4 \text{ h}^{-1}$

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha - proračun koeficijenta ventilacionih gubitaka

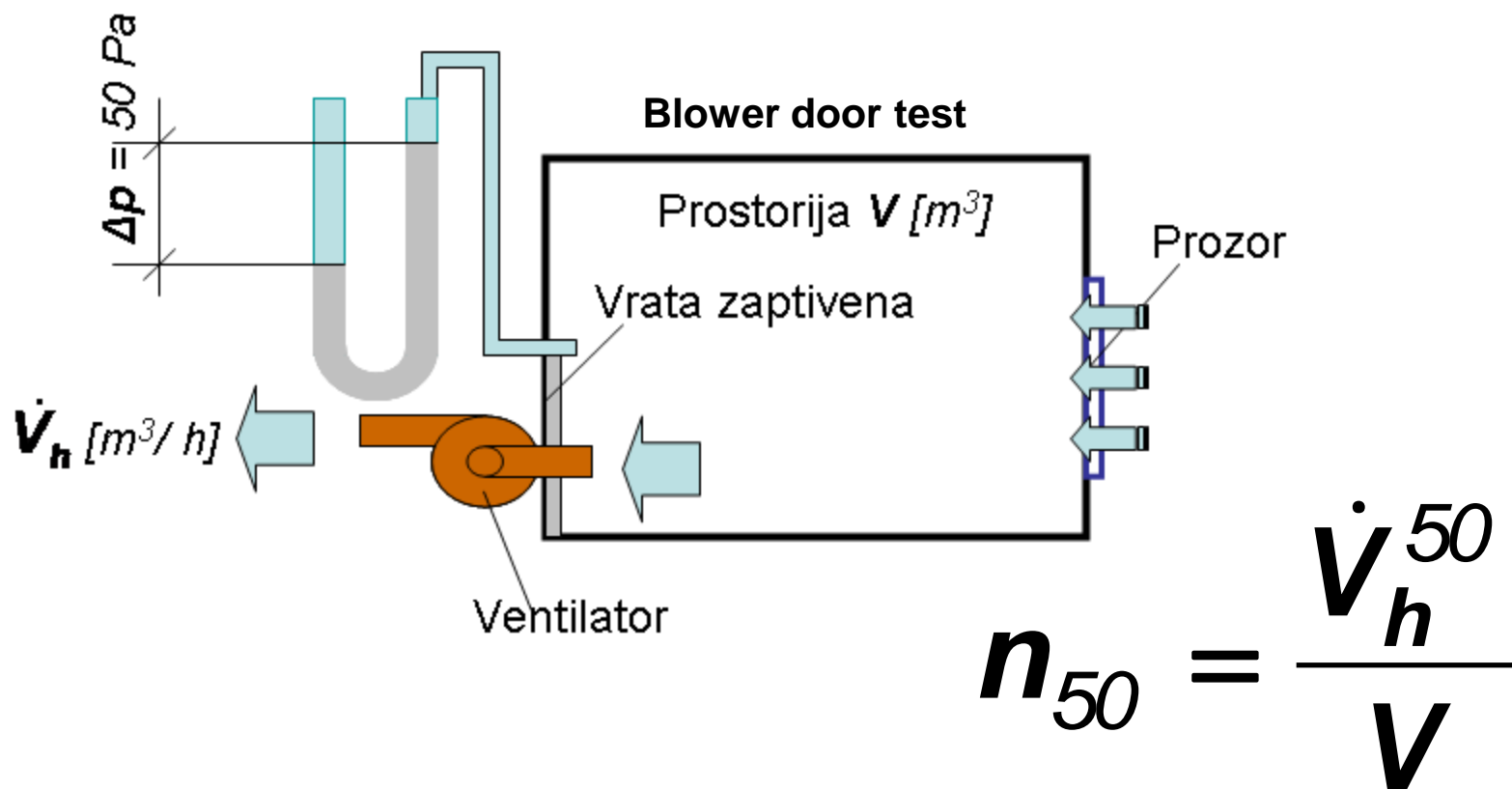
INFILTRACIJA-VENTILACIJA

STANDARDNE ZGRADE

Položaj krila prozora i vrata	Broj izmjena (h ⁻¹)
Prozor zatvoren, vrata zatvorena	0 – 0,5
Prozor otklopljen, roletne drvene spuštene	0,3 – 1,5
Prozor otklopljen bez roletni	0,8 - 4
Prozor poluotvoren	5 - 10
Prozor potpuno otvoren	9 - 15
Prozor i vrata potpuno otvoreni (poprečno provjetravanje)	približno 40

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha

Ispitivanje propustljivosti na vazduh (n_{50})



Mjeri se zapreminski protok (\dot{V}_h^{50}) u trenutku kad je razlika pritisaka između unutrašnjosti prostorije i okoline $\Delta p = 50 \text{ Pa}$. Zatim se određuje broj izmjena vazduha n_{50} .

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha

Ispitivanje propustljivosti na vazduh

Blow Door Test

$$n_{50} = \frac{\dot{V}_h^{50}}{V}$$

Predlog propisa:

$n_{50} \leq 1.5$ – Objekat sa mašinskom instalacijom,

$n_{50} \leq 3$ – Objekat bez mašinske instalacije,

Klasa propustljivosti stolarije se može odrediti prema izrazu: **$k = (\dot{V}_h / L) / \Delta p^{2/3}$**
gdje je **L** dužina fuga.

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha

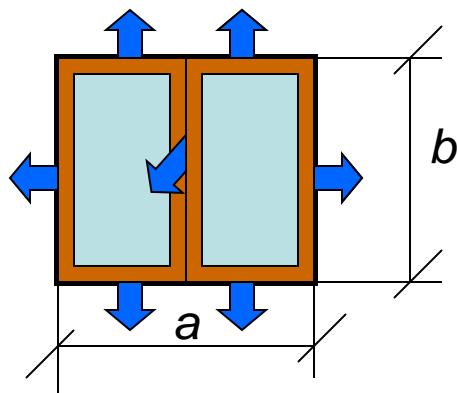
KOLIKO JE ***n*** AKO ZNAMO ***n*₅₀**?

$$\mathbf{n} \sim \frac{\mathbf{n}_{50}}{10(15)}$$

2.6 Analiza omotača zgrade s obzirom na nepropusnost vazduha



Propusnost fuga (koeficijent propusnosti k) se prema **EN 12207** označava kao ukupna propusnost, koja odgovara struji vazduha (m^3/h), koja pri $\Delta p = 1 \text{ Pa}$ prolazi kroz fugu dugačku 1 m između okvira i krila.



Dužina fuga $L = 2a + 3b$

Za prozore i prozorska vrata i prozore na krovnim površinama, propisana je propusnost fuga **klase 2** za objekte do 2 puna sprata i **klasa 3** za objekte sa više od dva sprata.

Koeficijent propusnosti fuga za prozore iznosi prema **EN 4108** za **klasu 2**

$k_2 = 2.0 \text{ m}^3 / (\text{mh Pa}^{2/3})$ a za **klasu 3** $k_3 = 1.0 \text{ m}^3 / (\text{mh Pa}^{2/3})$.

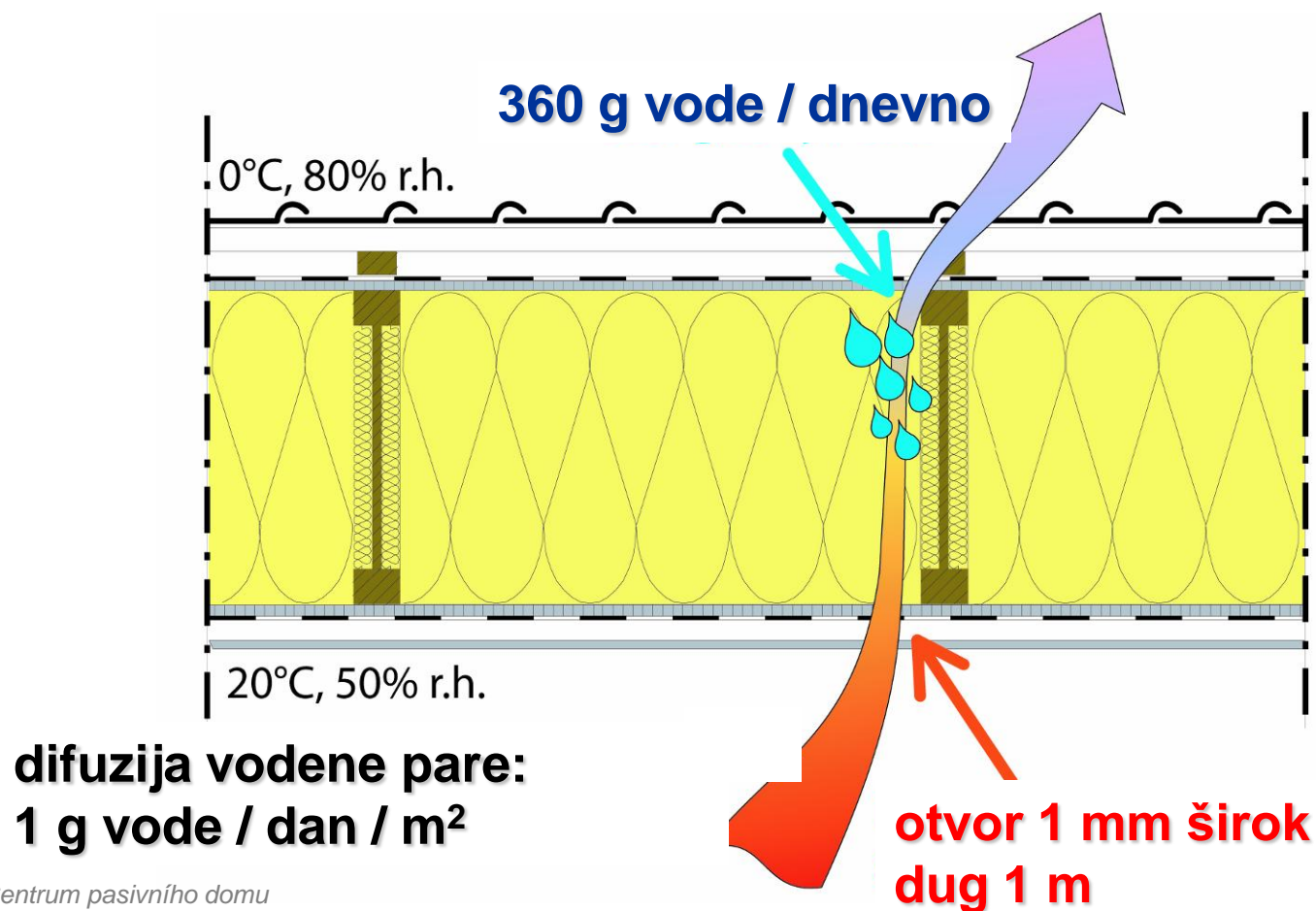
Propusnost omotača zgrade, za posledicu može imati:



- „curenje“ vazduha / prodor vlage u konstrukciju (rizik od oštećenja)
- toplotne gubitke
- nižu ukupnu efikasnost sistema mehaničke ventilacije

Propustljiv omotač zgrade

prodor vlage u konstrukciju

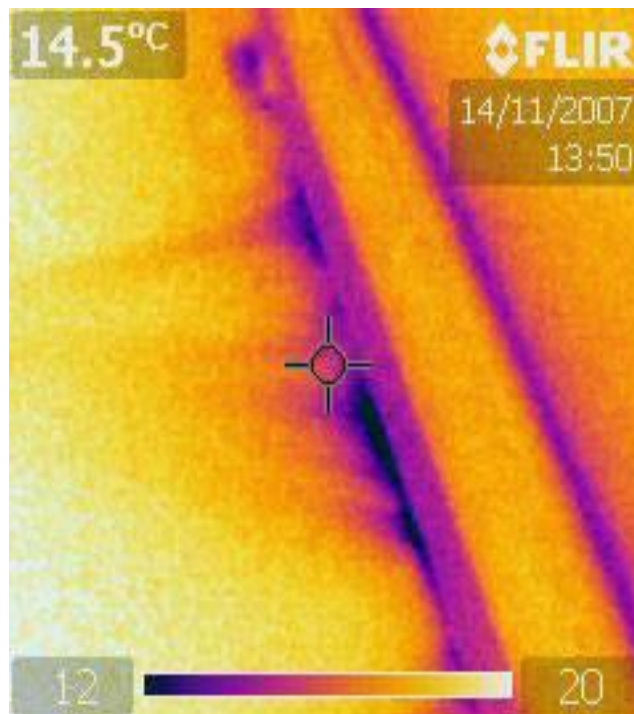


Izvor: Centrum pasivního domu

Za otkrivanje „curenja“ koriste se različite metode – anemometri, termovizija i dim mašine



Izvor: Centrum pasivního domu



Tipične greške izvedbi

- Ugradnja prozora
- Šupljine u PUR pjeni

