

Supported by
INTELLIGENT ENERGY
EUROPE
Uz potporu
passnet Af

Prikaz mjerenja zrakopropusnosti i termovizijskog snimanja obiteljske kuće

Bojan Milovanović, dipl.ing. grad.
Dr.sc. Ivica Kušević, dipl.ing.fizike

ISTUŽUJENJE U OBLASTI
GRADNOSTROJARSTVA
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Zrakopropusnost zgrade:

- mjera nekontroliranog propuštanja zraka (curenje) kroz ovojnicu zgrade.

$$\text{prisilno/namjerno provjetravanje} + \text{nekontrolirano propuštanje} = \text{ukupno provjetravanje}$$

4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

Zadatak:

- izmjeriti zrakopropusnost kuće
- termografijom pokušati otkriti mjesta eventualnog propuštanja zraka
- mjerenje održano 29.10.2011.

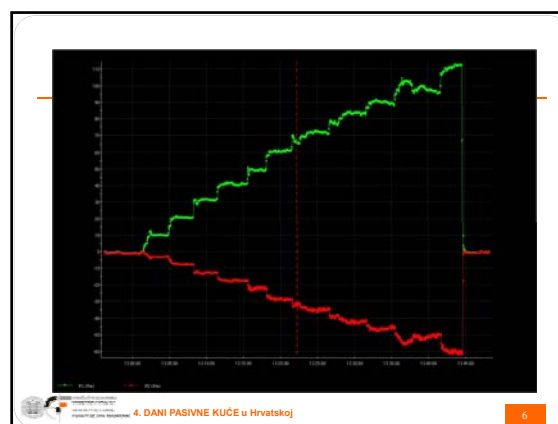
4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

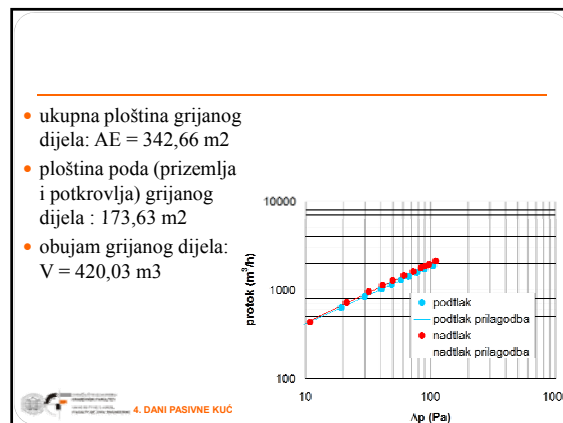
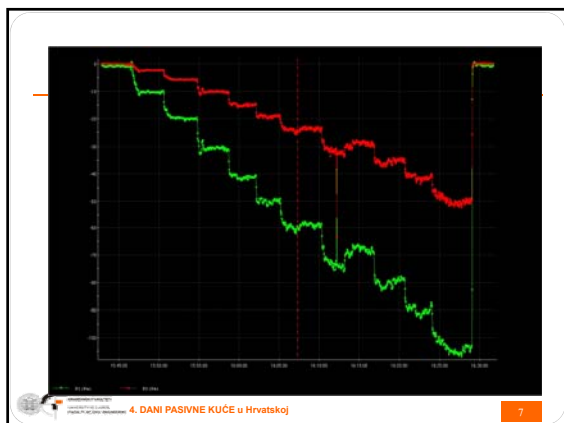
Što se radi (prema normi HRN EN 13829)?

- kod nametnute razlike tlaka Δp izvan i unutar kuće izmjerimo protok zraka Q (npr. u m^3/h)
- uz izmjerenu unutarnji obujam zgrade V (npr. u m^3) izračunamo broj izmjena zraka $n=Q/V$ (u $1/h$)
- uz izmjerenu površinu oplošja AE izračunamo brzinu protoka zraka po jedinici ploštine $q=Q/AE$ (u $m^3/(hm^2)$)
- korištena metoda A iz norme (ispitivanje zgrade koja se koristi) (TEHNIČKI PROPIS);
- Stanje omotača zgrade treba biti reprezentativno za vrijeme sezone u kojoj se koriste sustavi za grijanje ili hlađenje

4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj





loška	podtlak		nadtlak		Jednaki protok: $Q_v = C \cdot \sqrt{\Delta p}$ (m³/h)	podtlak	nadtlak	srednja vrijednost		
	Δp (Pa)	protok zraka (m³/h)	Δp (Pa)	protok zraka (m³/h)						
1	9,73	103,5	10,90	130,7	C:	92,71	89,37			
2	19,40	127,1	21,18	121,0						
3	29,10	146,4	32,17	110,1	u_{10} (90%)	2,81	7,30			
4	40,60	162,7	41,43	112,5						
5	49,05	174,8	49,95	128,9	u_{10} (90%)	0,8170	0,8749			
6	58,05	189,1	61,51	145,0						
7	66,62	1418,1	77,73	1011,3	C:	93,1	89,8			
8	78,14	1558,7	84,12	1788,8						
9	88,99	1701,0	90,98	1851,1	u_{10} (90%)	2,8	7,3			
10	104,99	1857,9	97,83	1941,7						
11			110,64	2113,0	u_{10} (90%)	1170	1259	1178		
12										
13					u_{10} (90%) (m³/h):	60	203	62		
14										
15	Broj izmjena zraka kod 50 Pa:				n_{50} (1/h):		2,78 3,00 2,82			
16					u_{10} (90%) (1/h):		0,21 0,51 0,19			
17					u_{10} (90%) (m³/h):		3,114 3,671 3,151			
18					u_{10} (90%) (m³/h):		0,194 0,191 0,216			

4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

9

Razočarani rezultatom?

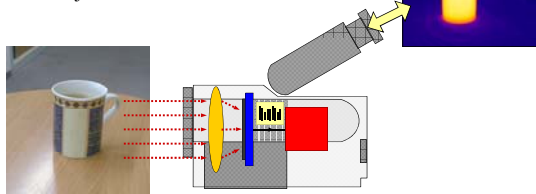
- ELA (equivalent leakage area): ekvivalent ploštine ovojnice kroz koju curi zrak kod određene razlike tlaka
- - podtlak ELA(50 Pa)=357 cm² (= 0,01 % ploštine grijanog dijela od 342,66 m²)
- - nadtlak ELA(50 Pa)=383 cm² (= 0,011 % ploštine grijanog dijela od 342,66 m²)

4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj



Načelo rada kamere

- Kamera **pretvara** infracrveno zračenje koje ljudsko oko ne može detektirati u vidljivu sliku

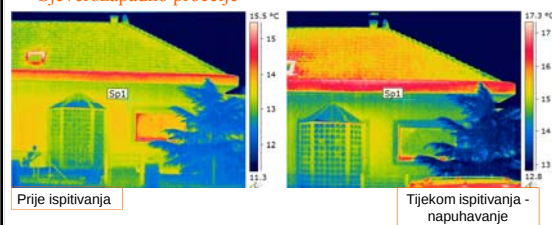


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

13

Ispitivanje IC kamerom

- Sjeverozapadno pročelje**

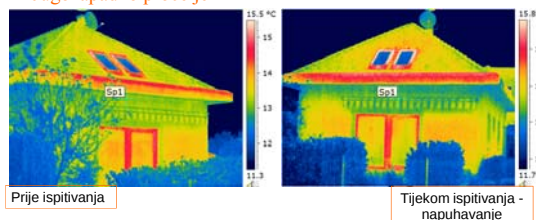


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

14

Ispitivanje IC kamerom

- Jugozapadno pročelje**

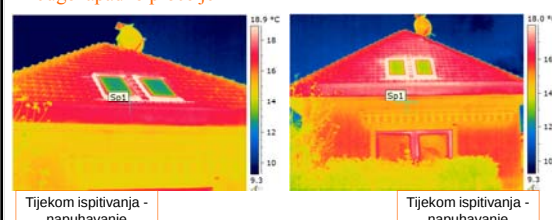


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

15

Ispitivanje IC kamerom

- Jugoistočno pročelje**

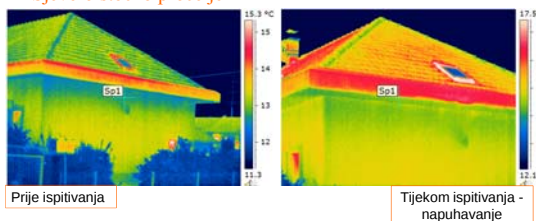


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

16

Ispitivanje IC kamerom

- Sjeveroistočno pročelje**

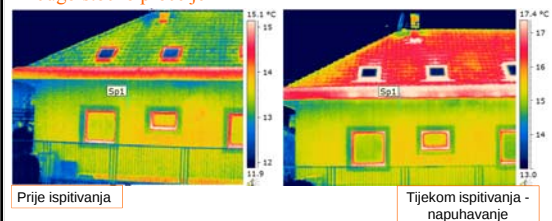


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

17

Ispitivanje IC kamerom

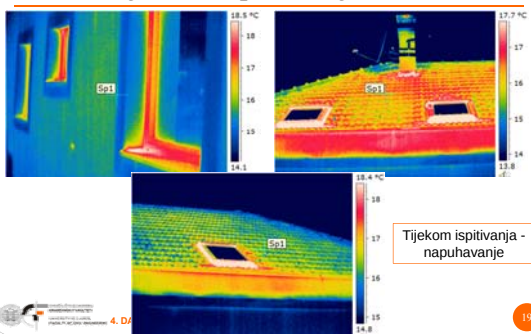
- Jugoistočno pročelje**



4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

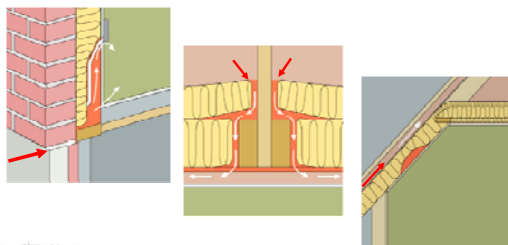
18

Prozori tijekom napuhavanja



Propusnost

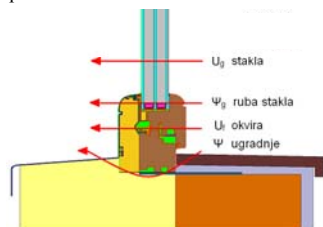
- Podrijetlo loše izolacije



4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

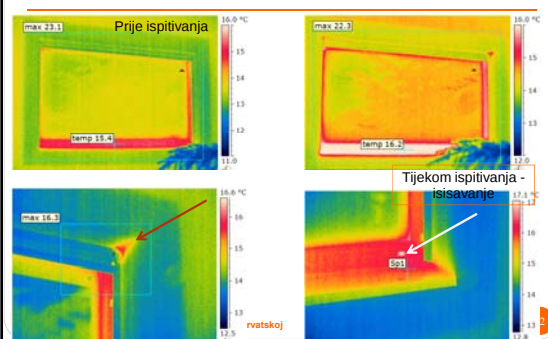
Gubici topline kroz prozore

- Pojedinačni gubici topline u funkciji ukupnih toplinskih gubitaka kroz prozor

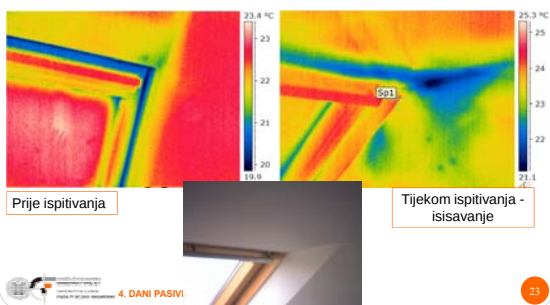


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

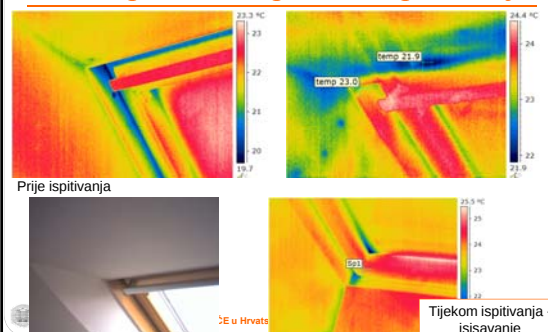
Prozor u dnevnom boravku



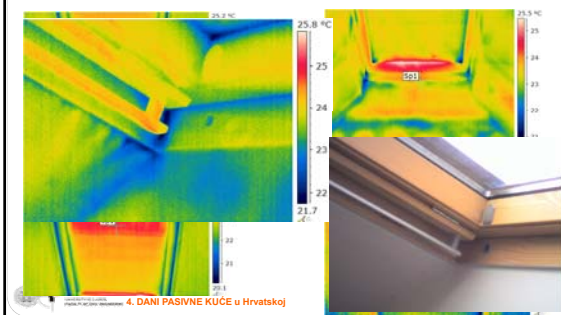
Krovni prozor – kupaoonica u potkrovlju



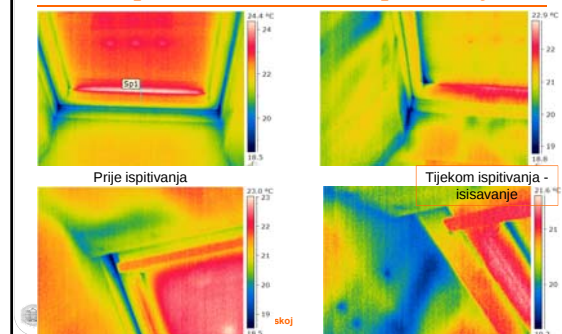
Krovni prozor – kupaoonica u potkrovlju



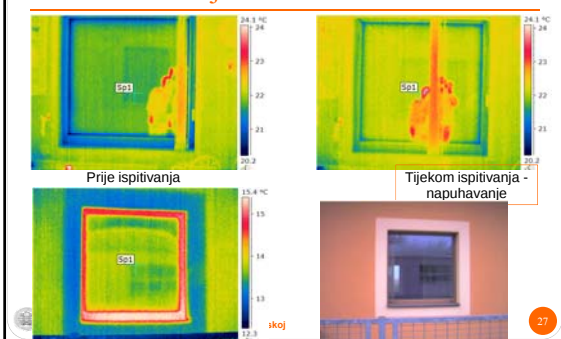
Krovni prozor – soba u potkrovlju



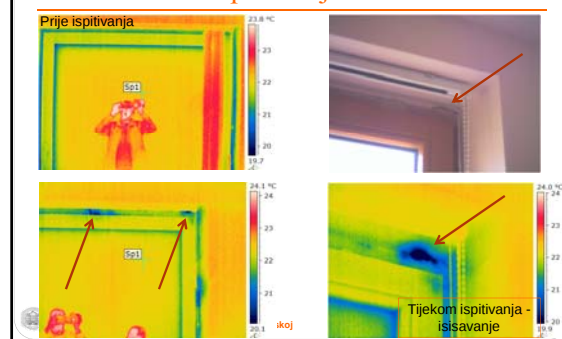
Krovni prozor – radionica u potkrovlju



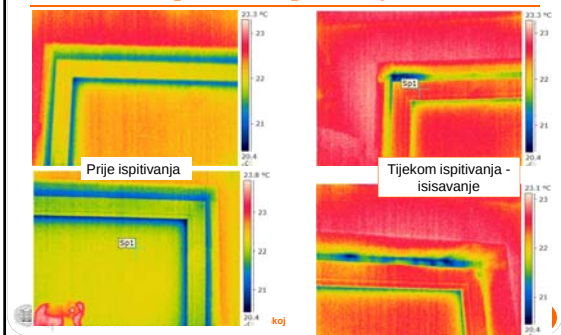
Prozor u kuhinji



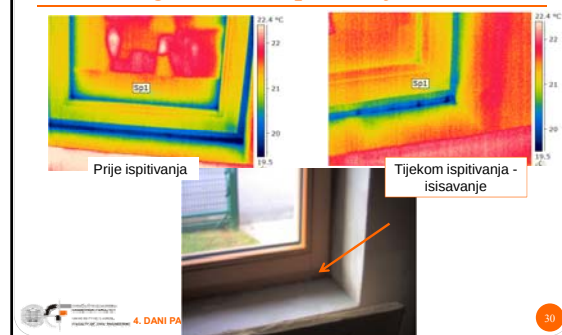
Prozor u sobi u prizemlju



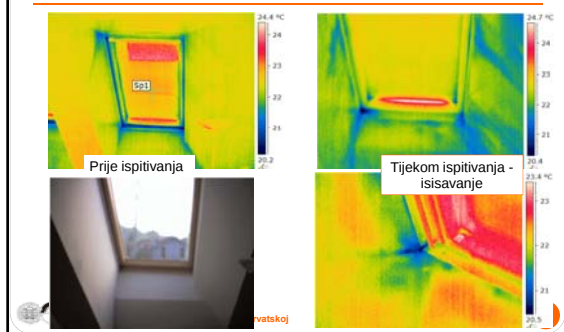
Prozor u kupaoj u prizemlju



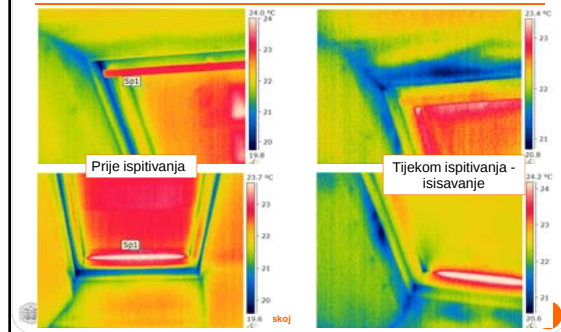
Prozor u garderobi u prizemlju



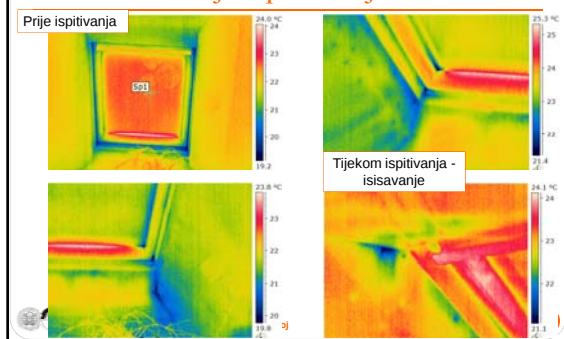
Prozor u dnevnom boravku u potkrovlju



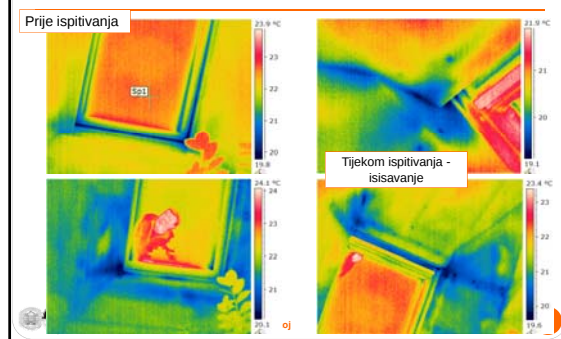
Prozor u dnevnom boravku u potkrovlju



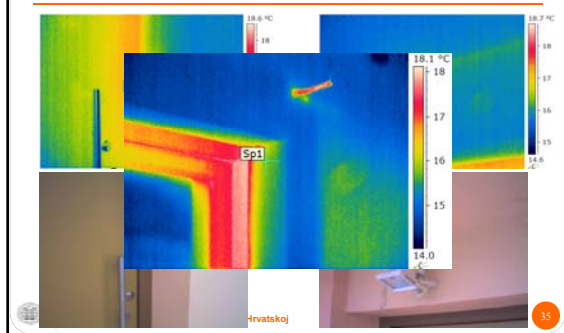
Prozor u kuhinji u potkrovlju



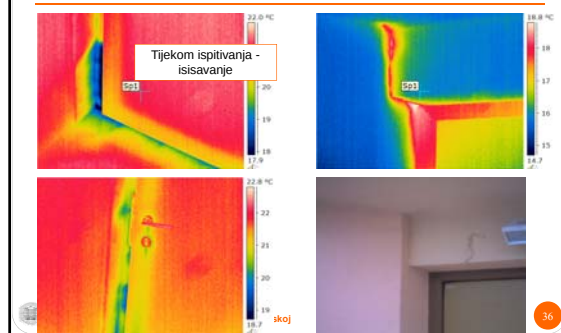
Prozor na stubištu



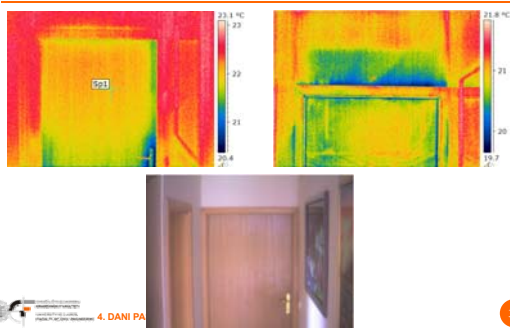
Instalacije



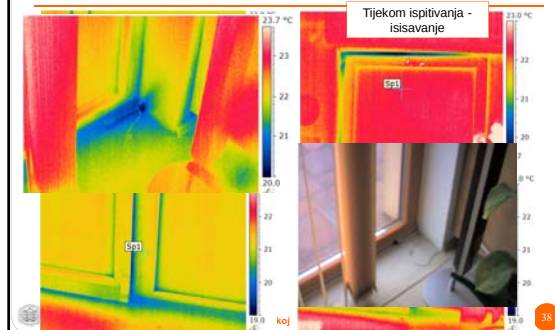
Ulazna vrata



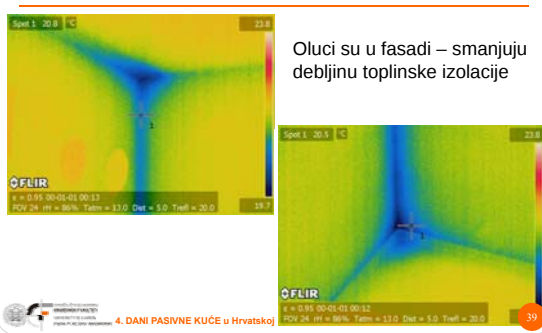
Vrata prema garaži



Klizna vrata na terasu



Toplinski mostovi



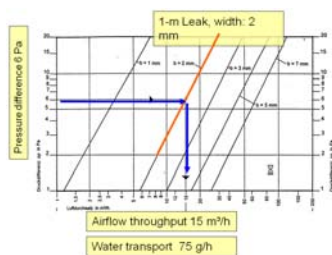
Oluci su u fasadi – smanjuju debljinu toplinske izolacije

Usporedba

- U prozorskim sustavima starije izvedbe, kod kojih je brtva znatno lošija
 - *koeffcijent propusnosti reške do 10 m³ /mh*
 - *tj. za 1 sat kroz 1m fuge krilo-štok prođe 10 m³ zraka*
- U prozorskim sustavima novije izvedbe
 - *koeffcijent propusnosti reške do 0,1 m³ /mh*
 - *1m fuge krilo-štok za 1 sat propusti u prosjeku 0,1 m³ zraka.*

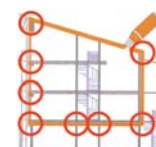
Zrakopropusnost

- Nomogram za proračun toka zraka kroz mjesta propuštanja



Dobro izolirane zgrade - principi

- Omotač zgrade uključuje dva elementa
 - *Kontinuirana zračna barijera*
 - *Potpuno izolacijsko pokrivanje*
- Oni moraju biti kontinuirani i u međusobnom kontaktu

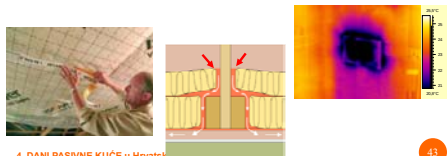


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

42

Dobro izolirane zgrade - principi

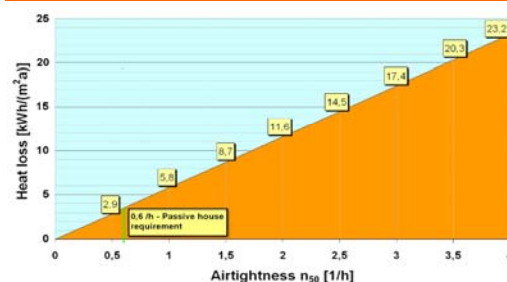
- Spriječiti putove infiltracije i konvekcije na tavanu i uske prostore
- Zabraviti spojeve u zidovima, podovima i stropovima
- Zabraviti otvore na krovovima
- Zabraviti prodore za cijevi i nekondicioniran prostor



4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

43

Zrakopropusnost zgrade – motivacija:



4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

Izvor: Passivet

44

Zrakopropusna vanjska ovojnica zgrade može rezultirati:

- Toplinski gubici
- Kondenzacija vodene pare
- Manja učinkovitost mehaničkih sustava ventilacije
 - (u odnosu na rekuperaciju topline)

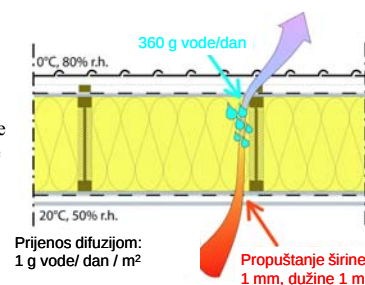


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

45

Zrakopropusna vanjska ovojnica zgrade

- Ulazak vodene pare u građevne dijelove zgrade



4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

46

Ispitivanje zrakopropusnosti

- Ispitivanje provesti prije izvođenja završnih radova...

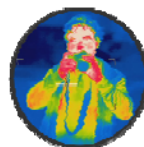


4. DANI PASIVNE KUĆE u Hrvatskoj

47

Hvala na pažnji!

Bojan Milovanović



KONTAKT:

bmilovanovic@grad.hr

ivica.kusevic@igh.hr