

Ispitivanje zrakopropusnosti s termovizijskim snimanjem „Prve ECO-SANDWICH obiteljske kuće”

Doc.dr.sc. Bojan Milovanović
Građevinski fakultet,
Sveučilišta u Zagrebu



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING



Uvod

- Međunarodna regulativa u području zgradarstva određuje sve strože kriterije u pogledu energetske učinkovitosti i energetskeg svojstva zgrada.
- Gubici topline postaju posebno značajni kod vrlo niskoenergetskih zgrada
 - (toplinski mostovi) i
 - zrakopropusnost zgrade (problemi uzrokovani infiltracijom zraka kroz vanjsku ovojnicu zgrade).
- **Gradnja zgrada gotovo nulte energije, kao i energetska obnova postojećih zgrada vrlo je kompleksan proces.**



ISPUNJAVANJE ZAHTJEVA O ZRAKOPROPUSNOSTI

- Dokazuje se ispitivanjem na izgrađenoj novoj ili rekonstruiranoj postojećoj **zgradi** prema HRN EN 13829:2002, metoda određivanja A, prije tehničkog pregleda zgrade.
 - za razliku tlakova između unutarnjeg i vanjskog zraka od **50 Pa**,
 - $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada bez mehaničkog uređaja za ventilaciju, odnosno
 - $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada s mehaničkim uređajem za ventilaciju.



Smoke pressed out by a Blower Door fan to show the roof leaks



AKREDITACIJA



- Prema „Zakonu o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje” obavezna akreditacija prema **HRN EN ISO IEC 17025** za provođenje mjerenja
- Članak 44.
 - Pravna ili fizička osoba obrtnik **osposobljenost za poslove ispitivanja dokazuje potvrdom o akreditaciji** prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 koju je izdalo nacionalno akreditacijsko tijelo za određenu metodu ispitivanja, a time dokazuje i osposobljenost za metodu ekvivalentnu toj metodi ispitivanja za isto ili slično svojstvo, koju zahtjeva plan ispitivanja ili je određena u projektu građevine.
- Zakon stupa na snagu 1.6.2017.



ISPUNJAVANJE ZAHTJEVA O ZRAKOPROPUSNOSTI

- Obvezna primjena zahtjeva za **ZG0E** i zgrade koje se projektiraju na:
 - $Q''_{H,nd} \leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – Kontinentalna Hrvatska
 - $Q''_{H,nd} \leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – Primorska Hrvatska
- Za stambene zgrade koje imaju više od jednog stana zahtjevi **moraju biti ispunjeni za svaki stan!**
- Za nestambene zgrade zahtjevi se odnose **na ovojnicu grijanog dijela zgrade**

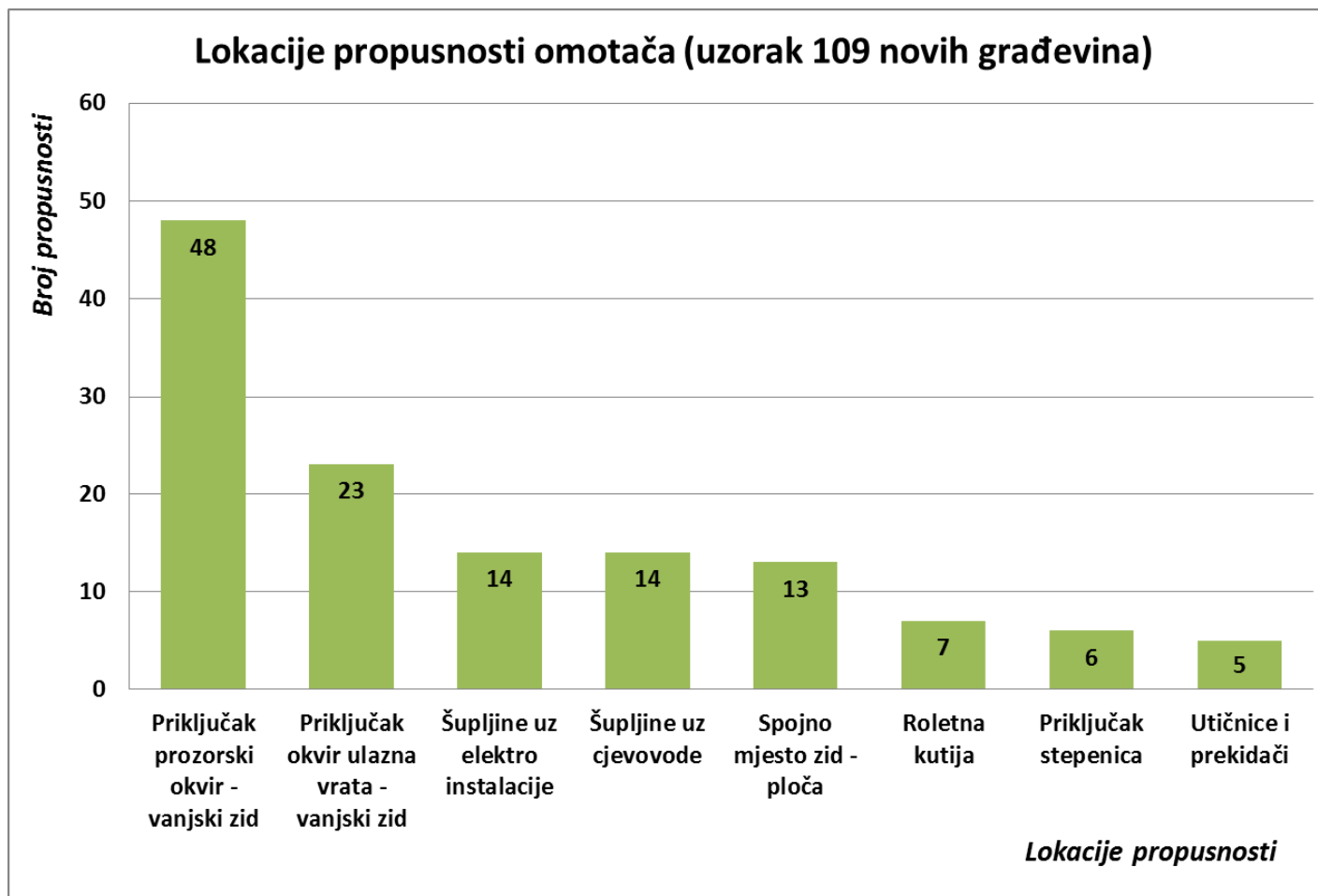


ZAŠTO?

- Teoretska (projektirana) i stvarno izvedene karakteristike vanjske ovojnice zgrade se mogu značajno razlikovati
- Gubici topline zbog infiltracije zraka imaju značajan utjecaj na potrebnu energiju za korištenje zgrada...
- **IZVEDBA DETALJA JE VRLO VAŽNA!**



UOBIČAJENE LOKACIJE PROPUŠTANJA



Izvor:

H. Böhmer, T. Brinkmann-Wicke, et al.

Luftdichtheitsmessung in der Praxis: Für Neubauten und energetische Gebäudemodernisierungen von Hannover Institut für Bauforschung e.V. (Herausgeber),



MATIJA ANTUN RELJKOVIĆ
SATIR ILITI DIVJI ČOVİK (1762.)



**XIII. OD GAZDALUKA STVOR KUĆA,
MARVE DRŽANJE, ORANJE, KAZANI I
DRUGA**

Najpri: tebi kuća ne valjade, to vas svaki i od sebe znade;
jer iznutra niti baš izvana, nije ona ničim umazana,
neg izvana kroz brvna se vidi, kako starac u zapečku sidi;
pak se **ni ond' ne more ugrijeti, jer pendžeri nisu zatvoriti,**
neg onako stoje odjazen i cile zime i cile jeseni.

Pustu šumu zalud pokvariste i na vatru kod kuće složiste.

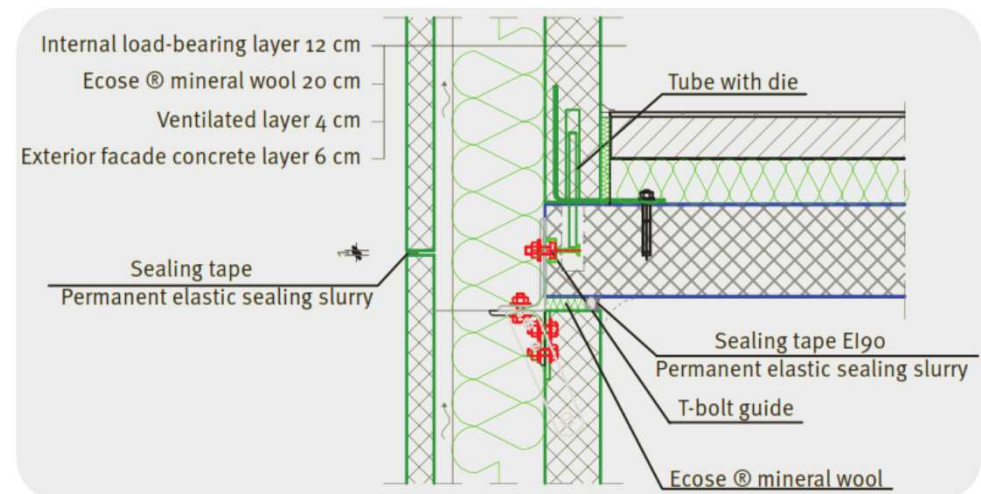
Što u zimi ti drva navoziš, polovicu da u fati složiš,
mogao bi za novce prodati i srčali-pendžere kupiti,
pak bi bolje kroz srču vidio i **u sobi u toplu sidio,**
a ne bi se toliko mučio, neg bi laglje drvaca skućio.

JESMO LI SE PROMIJENILI?



PREDGOTOVLJENI ZIDNI PANELNI SUSTAV

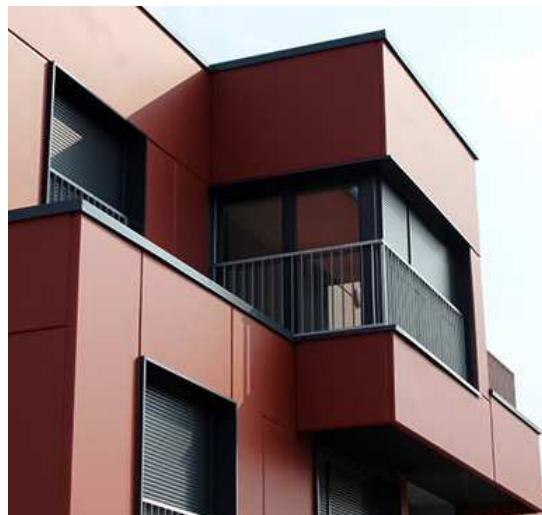
- ECO-SANDWICH
 - ventilirani predgotovljenih zidni panel izrađen od betona s recikliranim agregatom te sloja mineralne vune, za smanjenje korištenja energije za grijanje i hlađenje u zgradama



PRIMJER ISPITIVANJA

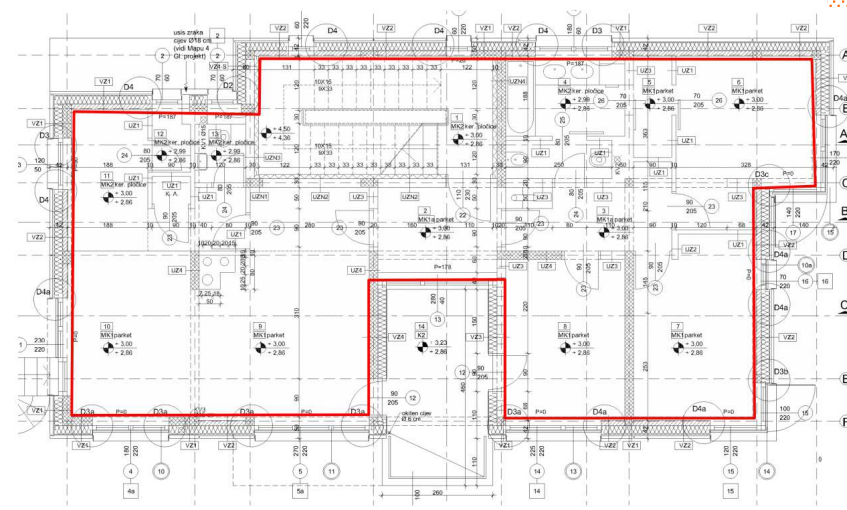
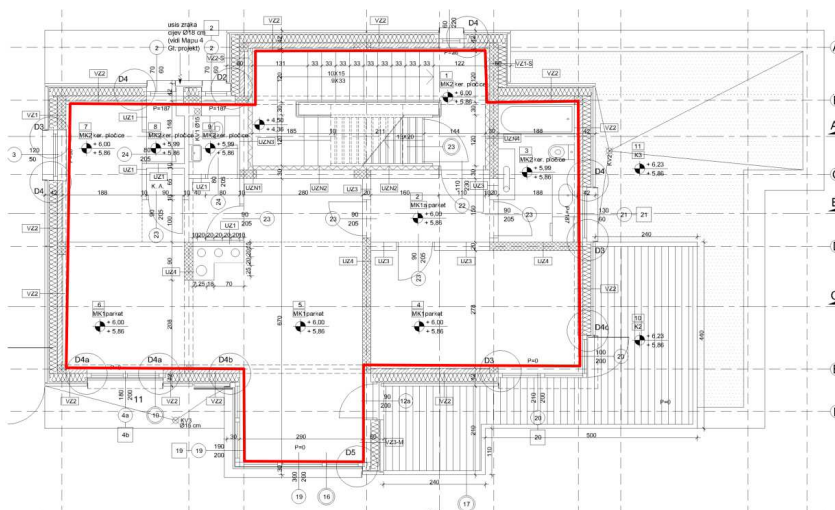
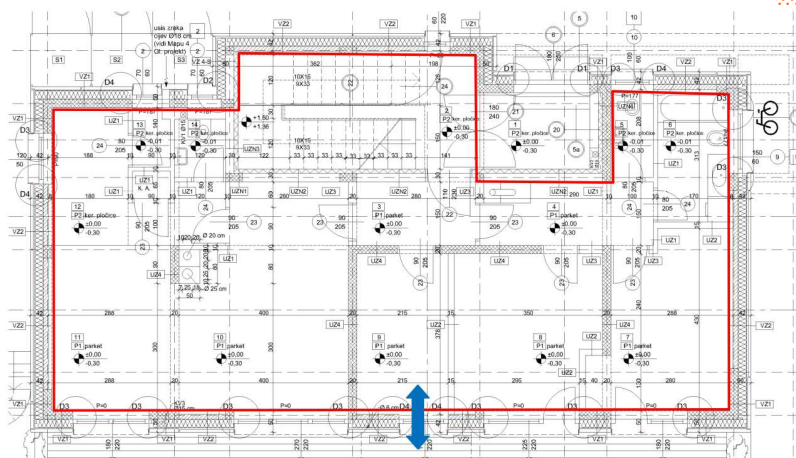
Prva ECO-SANDWICH® obiteljska kuća
APOS Koprivnica

Autor: Ljubomir Mišćević, 2015.



VELIČINE POTREBNE ZA RAČUN

- Ploština svih podova grijanog dijela: $A_F = 336,0 \text{ m}^2$
 - prizemlje $119,9 \text{ m}^2$,
 - 1. kat $126,3 \text{ m}^2$ i
 - 2. kat $89,8 \text{ m}^2$.
- Ploština ispitivanog dijela: $A_E = 735,6 \text{ m}^2$,
 - uključujući ploštinu izlaza na ravni krov.
- Obujam ispitivanog dijela: $V_E = 983,6 \text{ m}^3$,
 - uključujući obujam izlaza na ravni krov.



ISPITIVANJE ZRAKOPROPUSNOSTI

Ispitivanja su provedena:

- 24. kolovoz 2016. godine
- između 13:00 i 18:00 sati
- tijekom suhog perioda u trajanju od 5 dana
- temperatura vanjskog zraka od 24 do 26 °C,
- temperatura u unutrašnjeg zraka bila 22 °C.

ISPITNA OPREMA

- Minneapolis Blower Door, Model 4/230 V, proizvođača The Energy Conservatory

Snimanje je provedeno IC kamerom:

- ThermaCAM P640 proizvođača FLIR koja ima slijedeće karakteristike:
- rezolucija slike 640*480
- temperaturna osjetljivost 60 mK
- raspon temperature od -40 do 1500 °C
- leća 24°

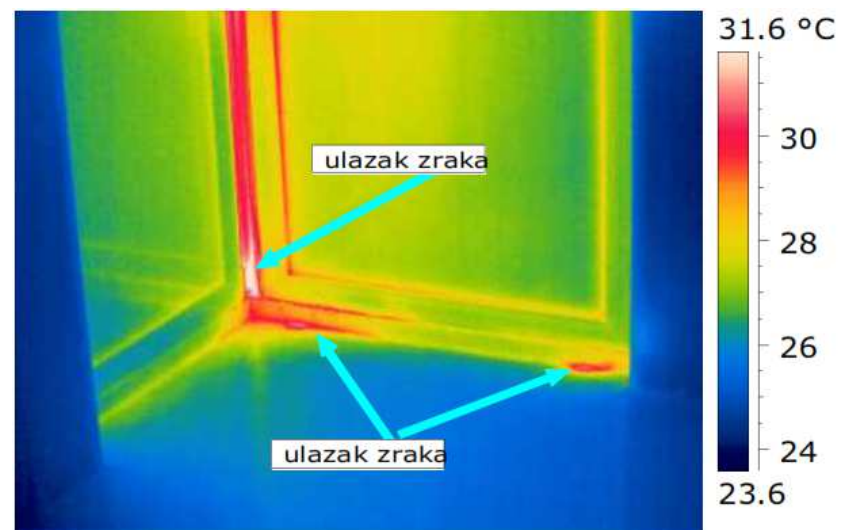
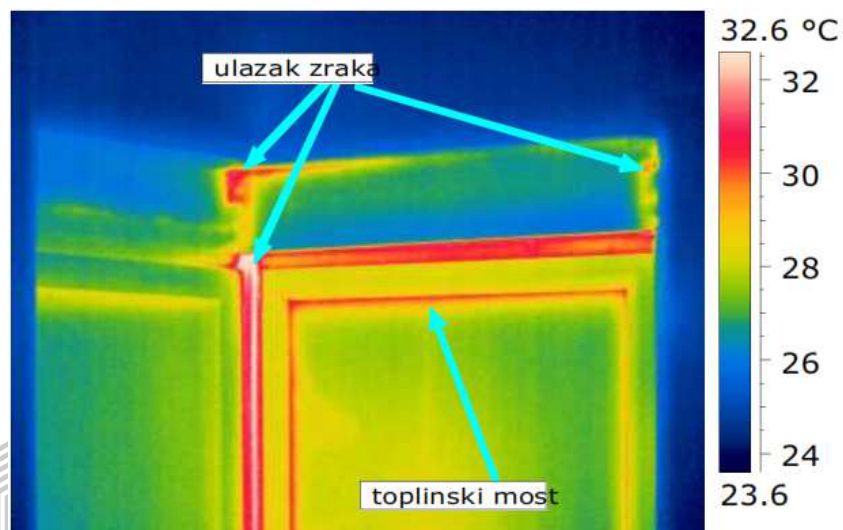
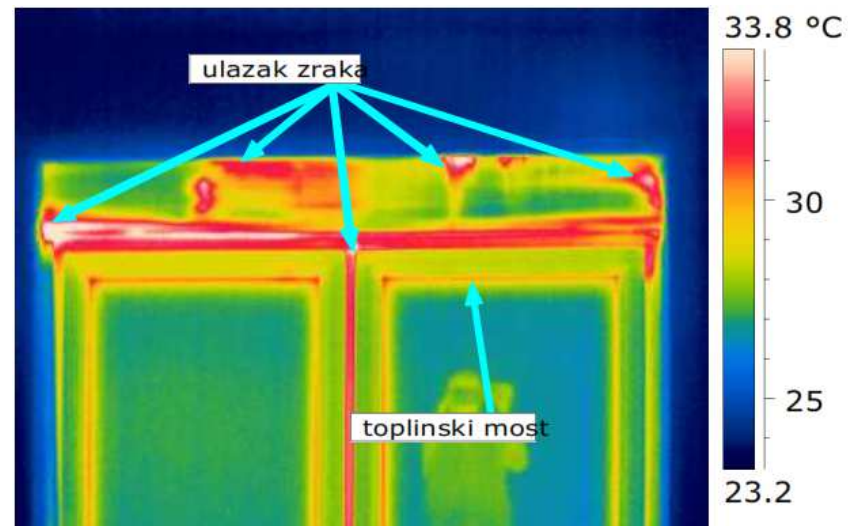
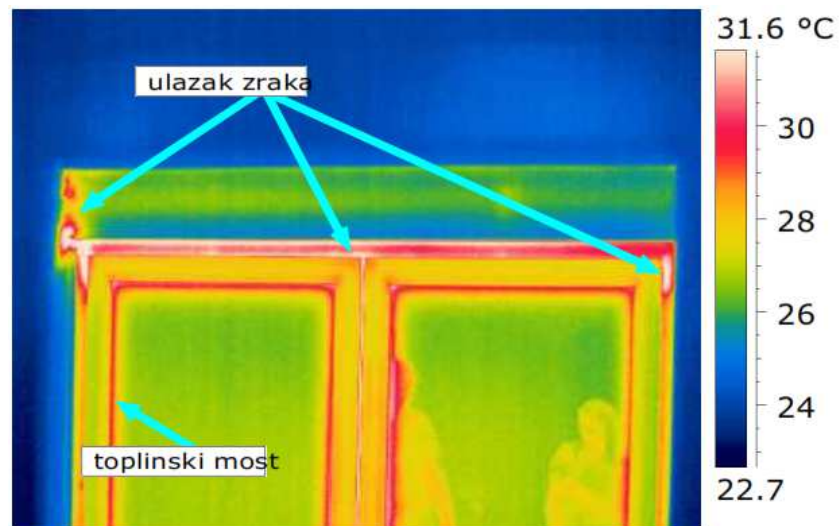


REZULTATI ISPITIVANJA

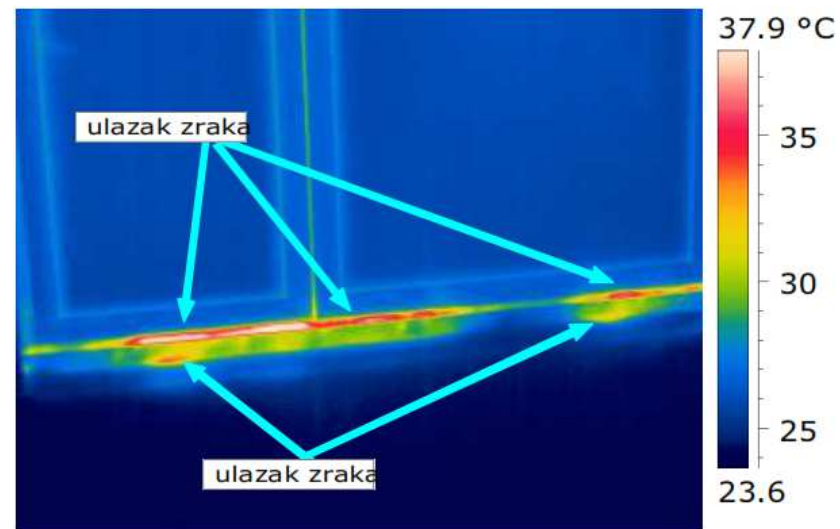
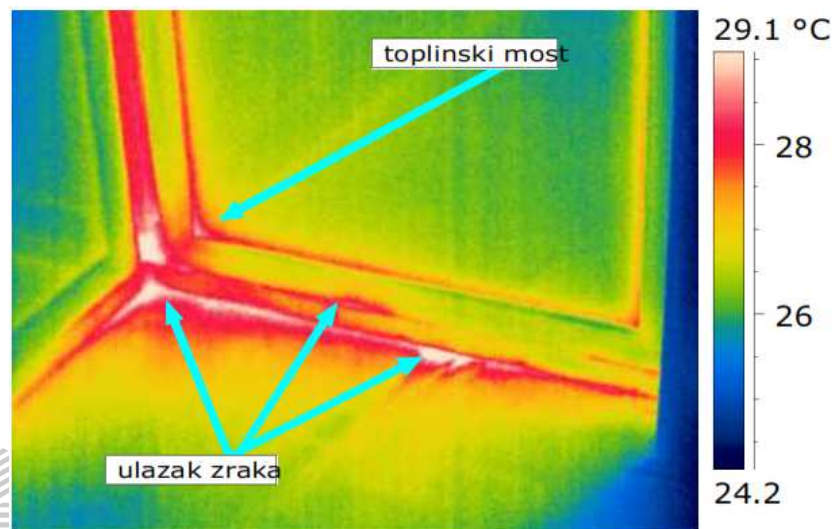
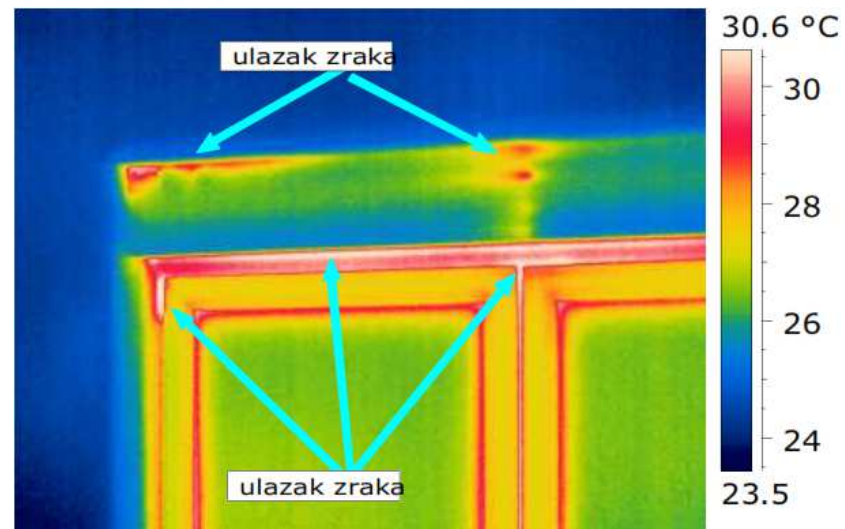
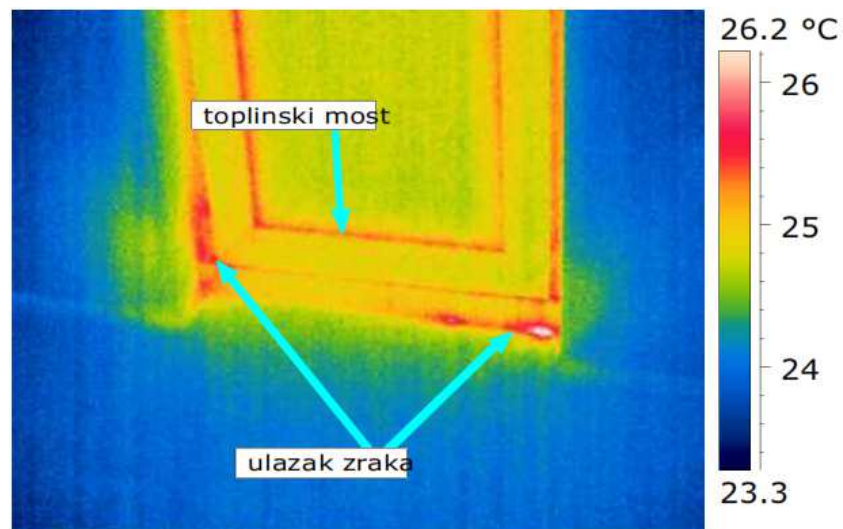
- ispitivanja zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade prema normi:
 - HRN EN 13829:2002: Toplinske značajke zgrada – Određivanje propusnosti zraka kod zgrada – Metoda razlike tlakova (ISO 9972:1996, preinačena; EN 13829:2000) – metoda A - ispitivanje omotača zgrade u korištenju (svi otvori prema van zabrtvljeni)
- provedeno od strane Instituta IGH (dr.sc. Ivica Kušević)
 - metoda ispitivanja akreditirana od strane HAA

	Podtlak	Nadtlak	Srednja vrijednost
Koeficijent protoka zraka C:	169,9 (12,7)	125,5 (6,0)	-
EkspONENT protoka zraka n:	0,63 (0,02)	0,72 (0,01)	-
Koeficijent zrakopropusnosti C_L :	167,6 (12,5)	124,3 (5,9)	-
Veličine kod razlike tlaka od $\Delta p=50$ Pa:			
Protok zraka kod 50 Pa (m^3/h):	1941 (286)	2105 (194)	2053 (161)
Broj izmjena zraka kod 50 Pa, n_{50} (1/h):	2,0 (0,3)	2,1 (0,2)	2,1 (0,2)
Zrakopropusnost omotača kod 50 Pa, q_{50} ($m^3/(hm^2)$):	2,6 (0,4)	2,9 (0,3)	2,8 (0,2)

REZULTATI ISPITIVANJA

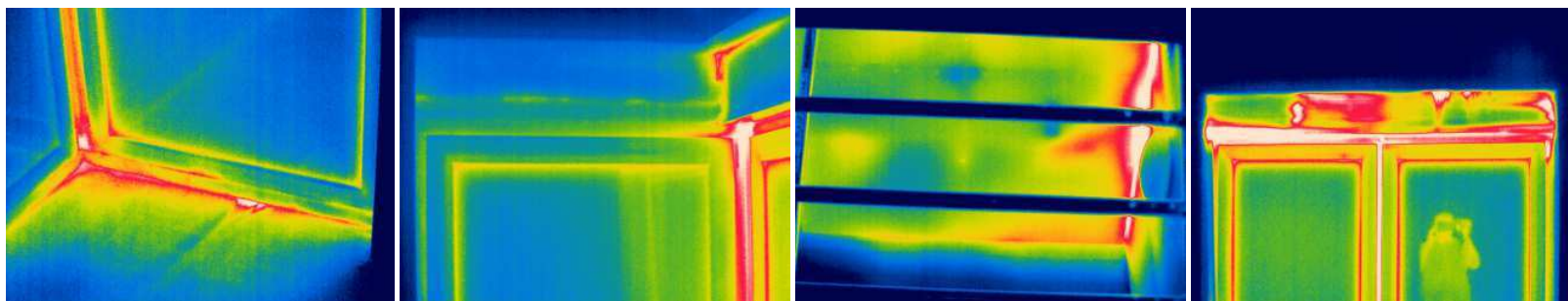


REZULTATI ISPITIVANJA



REZULTATI ISPITIVANJA

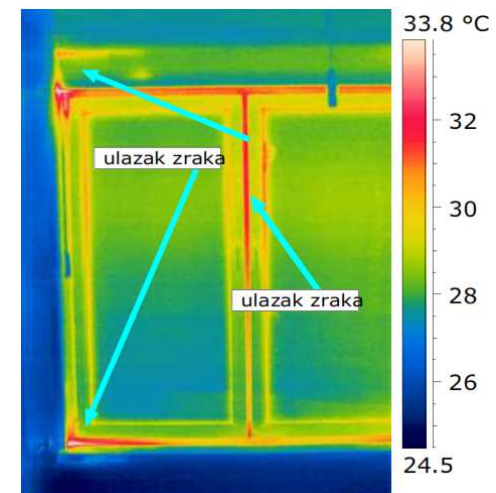
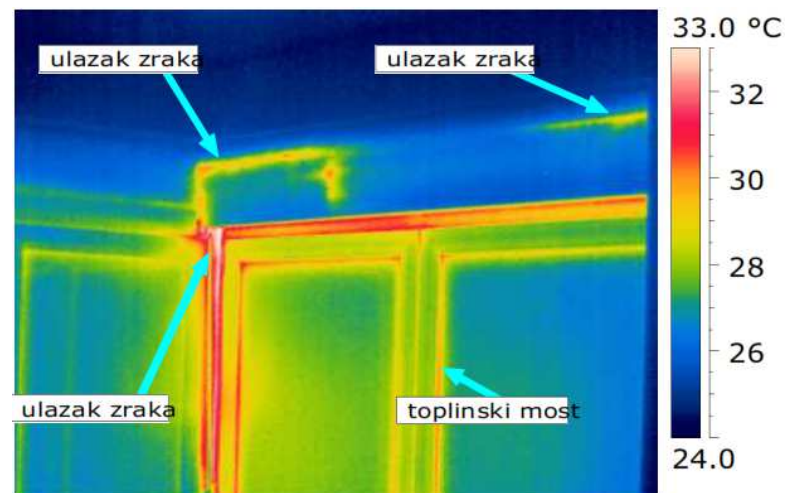
- Prilikom termografskog ispitivanja, utvrđeno je kako postoji infiltracija na mjestima:
 - ugradnje prozora,
 - što se naročito odnosi na ugradnju kutija za rolete,
 - Ugradnju ugaonih prozora.
 - brtvljenja krila prozora (vrata) te doprozornika (dovratnika).
- Vidljivo je da je na prozorima koji nemaju kutije za rolete, infiltracija znatno manja.



RAZLIČITE FAZE PROJEKTA

- Koliko se bavimo pitanjima koje se dotiču energetske učinkovitosti u različitim fazama?
 - Utvrđivanje stanja (za postojeće zgrade)
 - Utvrđivanje projektnog zadatka
 - Projektiranje
 - Gradnja
 - Primopredaja

KOMUNIKACIJA?



PROJEKTIRANJE

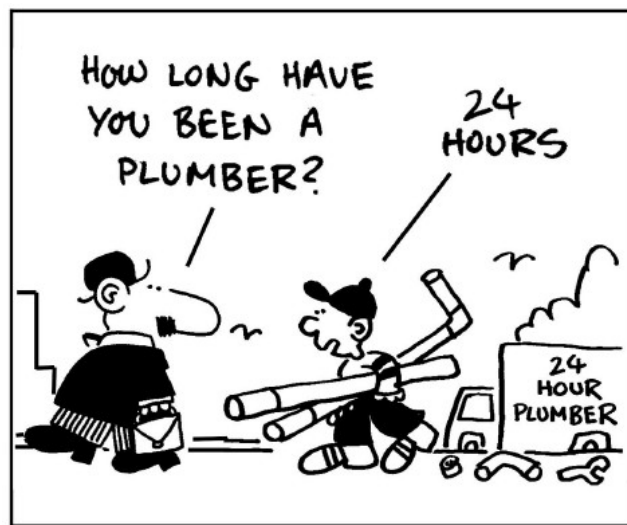
- U zemljama s naprednim pristupom energetske učinkovitosti u zgradarstvu **preporučuje se izrada:**
 - Plan osiguranja kvalitetne toplinske brane zgrade
 - Plan osiguranja kvalitetne zrakonepropusnosti zgrade
 - Plan minimiziranja toplinskih mostova
 - Plan kvalitetne ventilacije prostora
 - U slučajevima kada se više od 1/3 prozora zamijeni ili se više od 1/3 krova obiteljske kuće kvalitetno zabrtvi

Da li se izrađuju ovakvi planovi kod nas?



ZNANJE!!!

- Znanje u projektiranju ali izvođenju vanjske ovojnice zgrade posebno se ističe kod zgrada visoke razine toplinske zaštite
 - kod kojih do većeg izražaja dolazi rješavanje detalja kao što su toplinski mostovi ili pak proboji na vanjskoj ovojnici zgrade.
- s povećanjem razine toplinske zaštite povećava se važnost projektiranja i izvedbe detalja
 - koji kod takvih zgrada, ukoliko su nesmotreno izvedeni, mogu uzrokovati pojavu građevinske štete



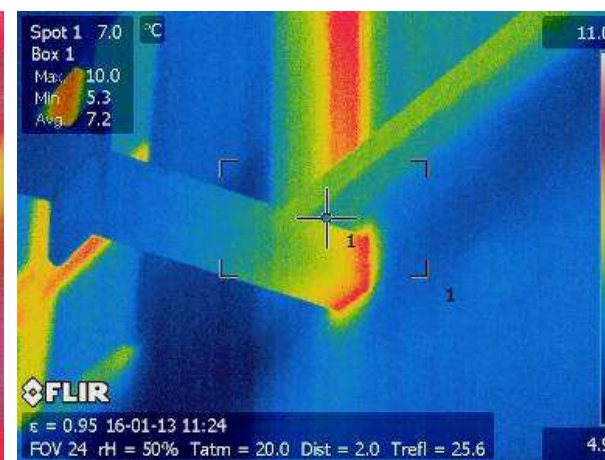
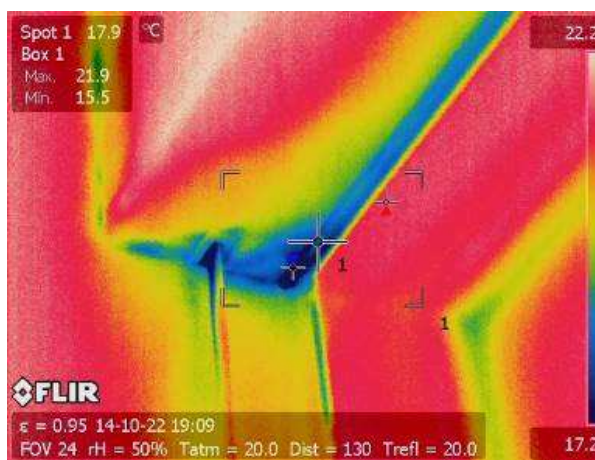
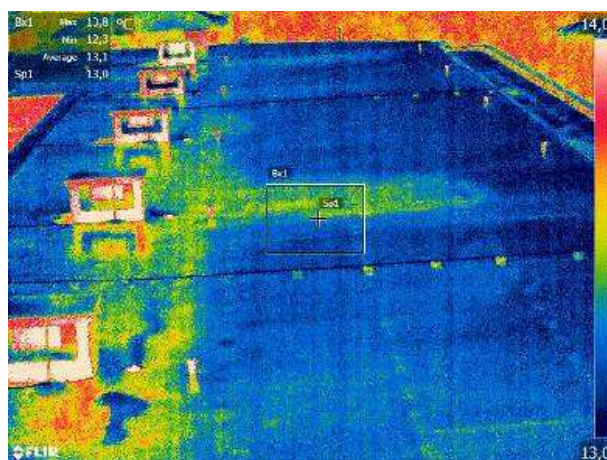
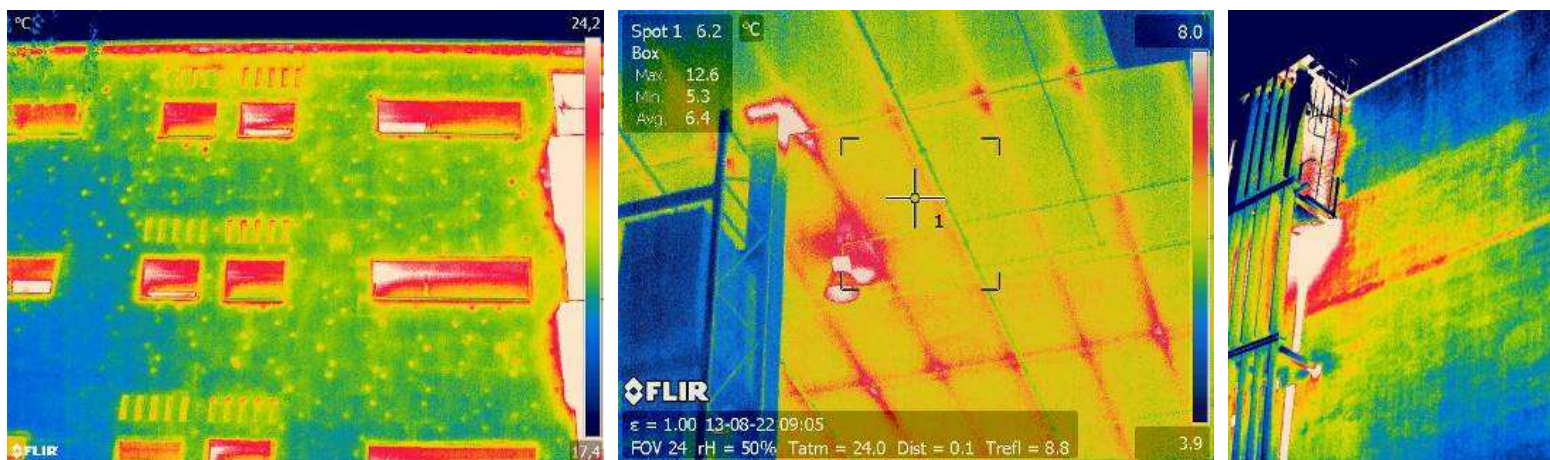
USAVRŠAVANJE



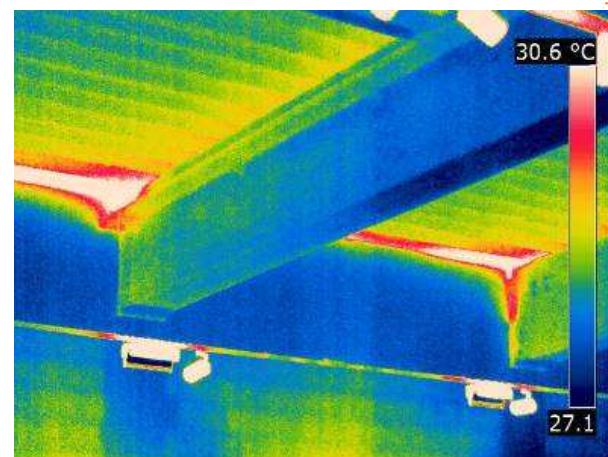
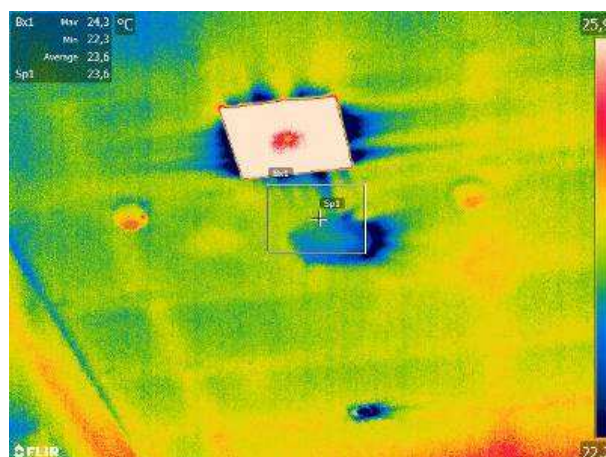
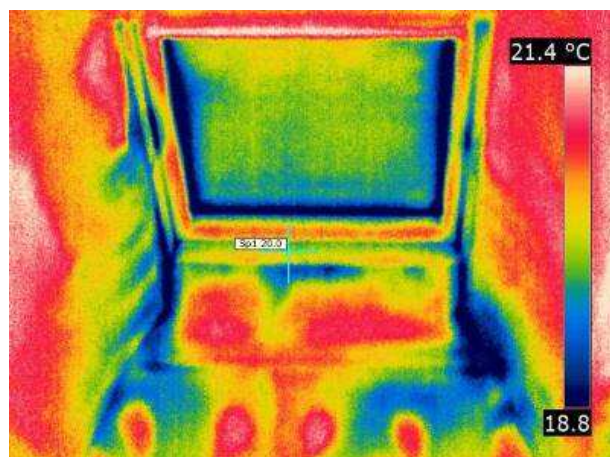
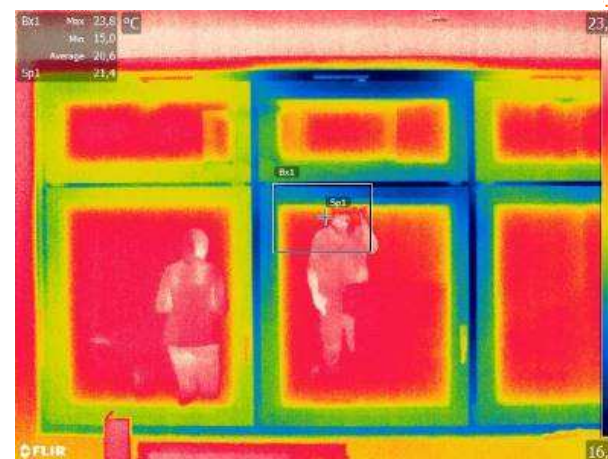
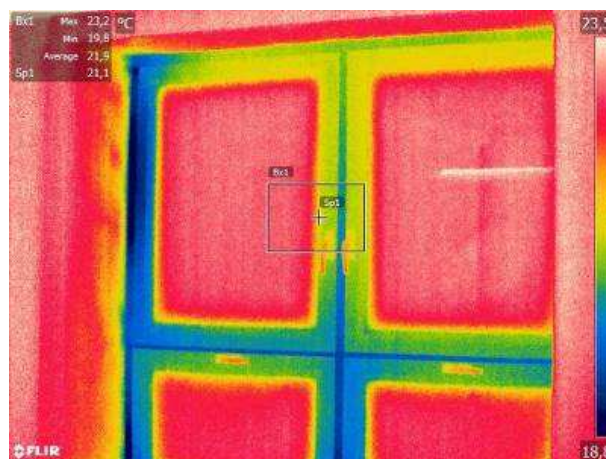
- Postoji potreba za stručnim usavršavanjem svih sudionika u procesu gradnje,
- a pokazalo se da je potrebno i certificiranje, odnosno povećanje broja stručno osposobljenih radnika koji sudjeluju u izvođenju vrlo-niskoenergetskih zgrada.



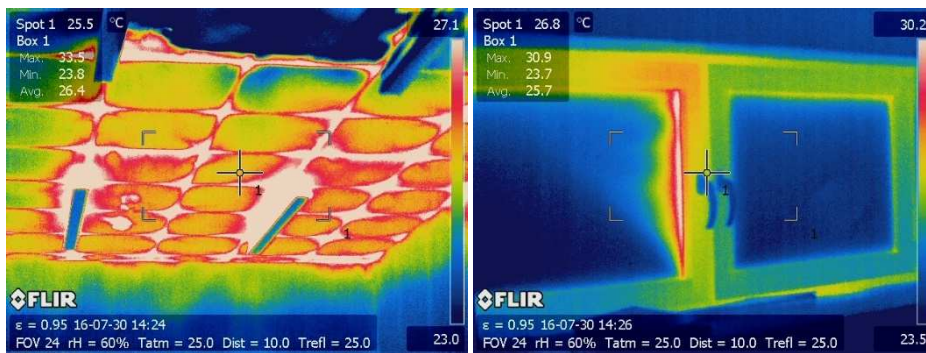
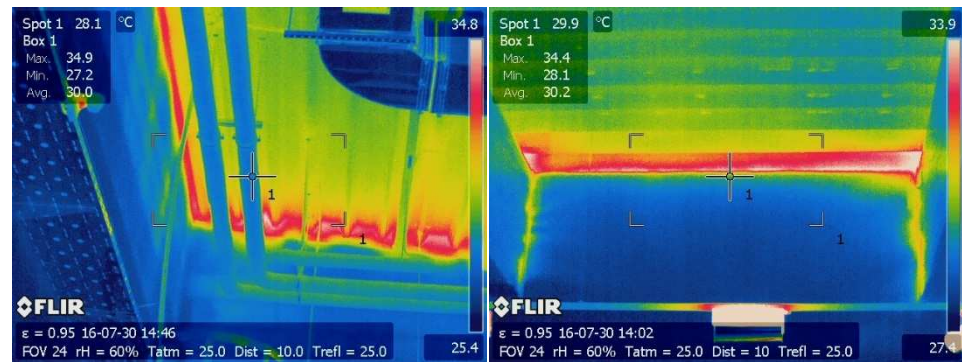
JESMO LI ZAISTA SPREMNI ZA IZVEDBU KVALITETNE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE?



JESMO LI ZAISTA SPREMNI ZA IZVEDBU KVALITETNE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE?

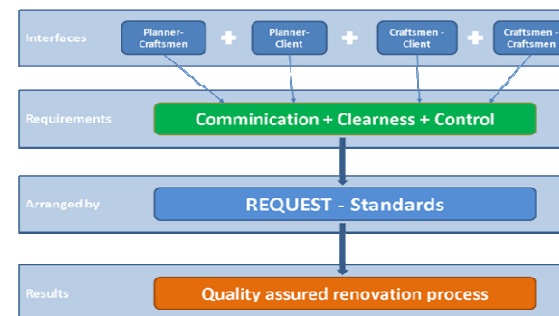


VELIKI INVESTITORI POČELI TRAŽITI...



USPJEŠNA ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA

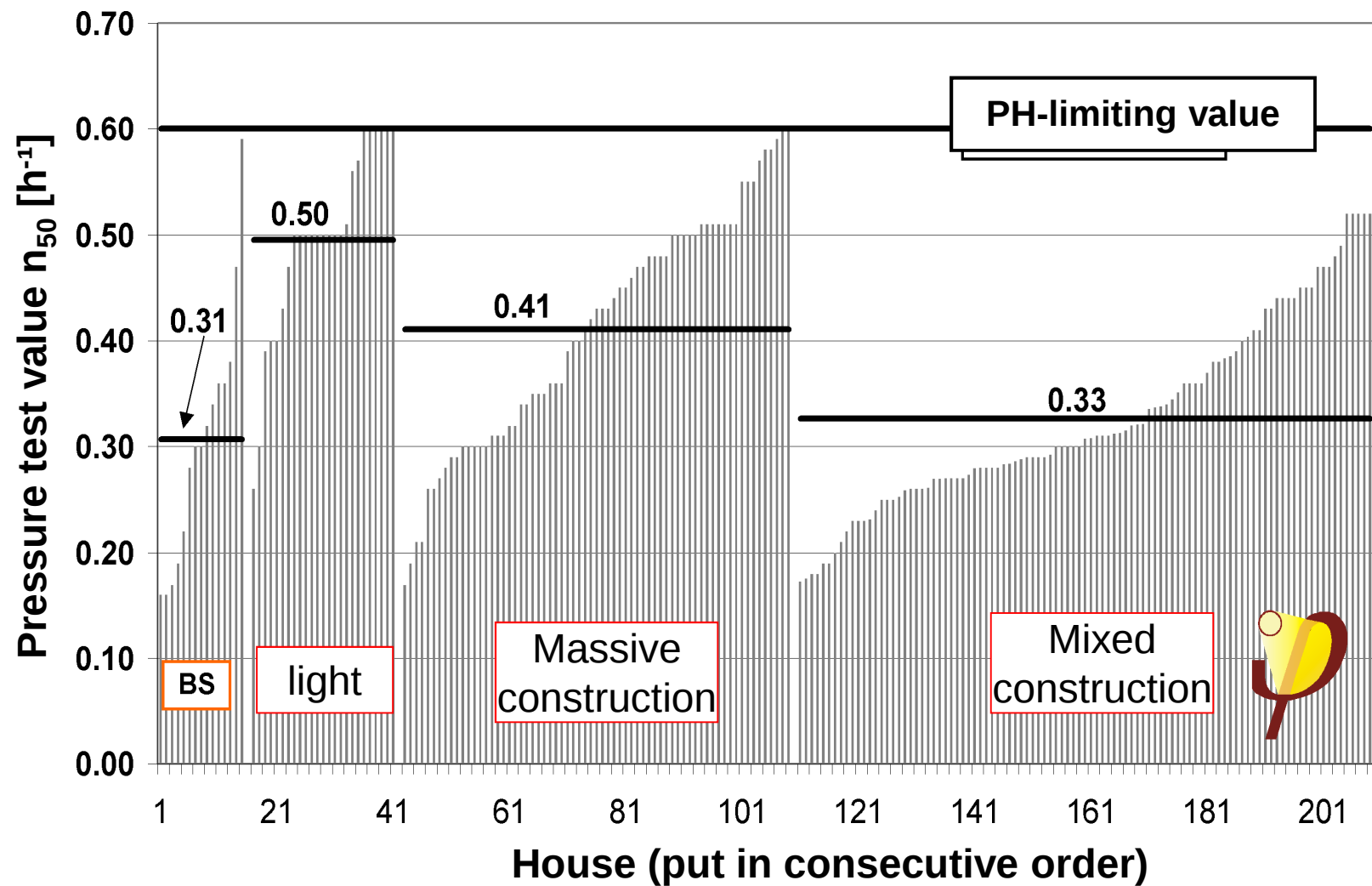
- Kvalitetni izvođači
 - Različiti podizvođači i stručnjaci održavaju **kvalitetnu komunikaciju** o tome koji zahtjevi su ključni i na što je potrebno obratiti pažnju za osiguranje kvalitetne gradnje
 - Pojasniti odgovornosti kod preklapanja i predaje (crossover and handover) radova
- Kvalitetan nadzor
 - Posebno prilikom završetka pojedinih radova
 - Definirati kriterije za prihvatanje radova koji će se zahtijevati
- Ispitivanje stanja nakon obnove
 - IC termografija, zrakopropusnost **PRIJE** obnove



Izvor: REQUEST project



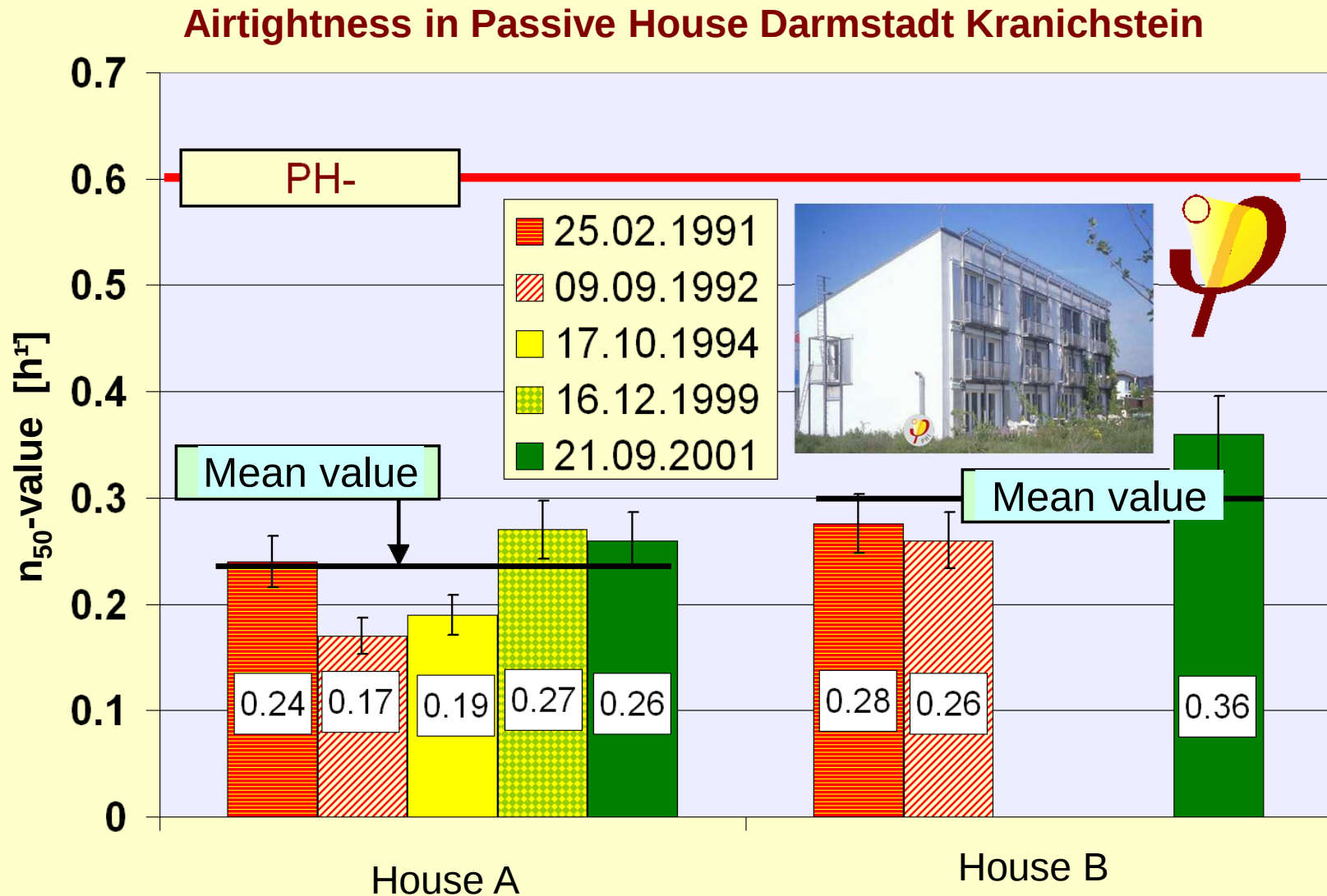
TRAŽENU ZRAKONEPROPUSNOST MOGUĆE JE POSTIĆI S RAZLIČITIM TIPOVIMA GRADNJE



BS = Formwork element made of rigid polystyrol foam

DA LI JE ZRAKONEPROPUSNOST TRAJNA?

Izvor: Søren Peper, Oliver Kah, Wolfgang Feist: About the long-term durability of airtightness concepts in passive houses – field measurements, final report. IEA SHC TASK 28 / ECBCS ANNEX 38. Passive House Institute, Darmstadt 2005 (in German only)



ZAKLJUČAK

- Tijekom posljednjih nekoliko godina došlo je **povećane aktivnosti oko poboljšanja energetske učinkovitosti postojećih zgrada**
 - Pokazalo se, da implementacija mjera za poboljšanje energijskog svojstva zgrada **u slučaju nestručne izvedbe može uzrokovati probleme** najčešće vezane uz
 - kondenzaciju vodene pare unutar građevnih dijelova zgrada,
 - povećanje relativne vlažnosti u zgradi i
 - veći utjecaj toplinskih mostova na ukupnu potrošnju energije.
- Općenito
 - s povećanjem razine toplinske zaštite povećava se važnost projektiranja i izvedbe detalja
- Situacija zahtijeva promjene stručnih kvalifikacija radnika na tržištu
 - formiranje radne snage koja će imati **dovoljno specifičnih znanja i vještina u EnU**



Objectives and scope



Bring all stakeholders together

Modernise the education system

Qualify the building workforce

Deliver high performing buildings

**On-site
work-
force**

**Further
education**

**All
buildings
types**



ECO-SANDWICH

www.eco-sandwich.hr



Hvala na pažnji!

Bojan Milovanović

bmilovanovic@grad.hr