



HRVATSKA
OBRRTNIČKA
KOMORA

ENERGETSKA UČINKOVITOST U ZGRADARSTVU
-OKRUGLI STOL –
23. listopada 2012.

Raspoloživi resursi za izvedbu
- educiranost, raspoložive tehnologije, najčešće
greške u izvedbi, ustanovljavanje konačnog
stanja - mjerenja

Bojan Milovanović, dipl.ing.građ.



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

Stanje u Hrvatskoj...

- Veliki broj potpuno neizoliranih objekata...



Stanje u Hrvatskoj...

- Potrebno je znati da je u RH na kraju 2006. godine postojalo **1 957 501** stambenih jedinica (uz rast od 1% od 2002.) – izvor Državni zavod za statistiku
- **> 2 000 000** stambenih jedinica krajem 2010. godine
- **Više od 80% njih ne zadovoljava** uvjete propisa iz 1987 godine



Stanje u Hrvatskoj...

17. ožujak 2011. | Ivan Pandrić

Građevina izgubila 40.000 radnih mjesta, još 32 tvrtke pred stečajem, slijede novi otkazi

Oko 20.000 radnih mjesta izgubljeno je u velikim tvrtkama, 10.000 u obrtima i još toliko u pratećim djelatnostima, kažu u HGK

Ako je točna teorija da građevinarstvo prvo ulazi u krizu, ali prvo i izlazi iz nje, statistički podaci i informacije iz tvrtki pokazuju da smo daleko od oporavka. U srijedu je Državni zavod za statistiku objavio podatke po kojima je lani vrijednost novih narudžbi pala za 34,6 posto u odnosu na 2009. godinu, a vrijednost izvršenih radova je pala za 26,1 posto. Izgradnja stanova je prepolovljena.

Izvor:
Poslovni dnevnik
17.3.2011.

ENERGETSKA UČINKOVITOST

– preuzete obveze –

- do 2020 g. Hrvatska postavila za cilj: 3×20
 - za 20% smanjiti ukupnu energetska potrošnju, odnosno poboljšati energetska učinkovitost
 - za 20% smanjiti emisiju CO₂ (staklenički plin)
 - za 20% povećati udio obnovljivih izvora energije



Projektiranje zgrada...

Budućnost? Sadašnjost?

- Pojmovi “niskoenergetska kuća”, “pasivna kuća”, “kuće bez emisije CO₂”, “zelene kuće” sve se češće pojavljuju u javnosti (stručnoj i općoj...)
- **Mijenjaju se stari principi projektiranja i izgradnje zgrada** s ciljem zadovoljavanja uvjeta koji se postavljaju na zgrade...



KVALITETA GOTOVOG PROIZVODA

- Kvaliteta je sveobuhvatna izvrsnost, odnosno određeni stupanj izvrsnosti.
- Govori se o dva koraka:
 - kvaliteti konstrukcije odnosno projekta i
 - kvaliteti konformnosti, odnosno **usklađenosti s projektiranim rješenjem**
- putem kojih se kvaliteta ugrađuje u proizvod u skladu s izraženim potrebama i željama potrošača



Što impliciraju pojedini postupci na konačni proizvod



- Nestručno izvedena “poboljšanja” vrlo često rezultiraju građevinskom štetom
 - korištenje neadekvatnih materijala i tehnologije



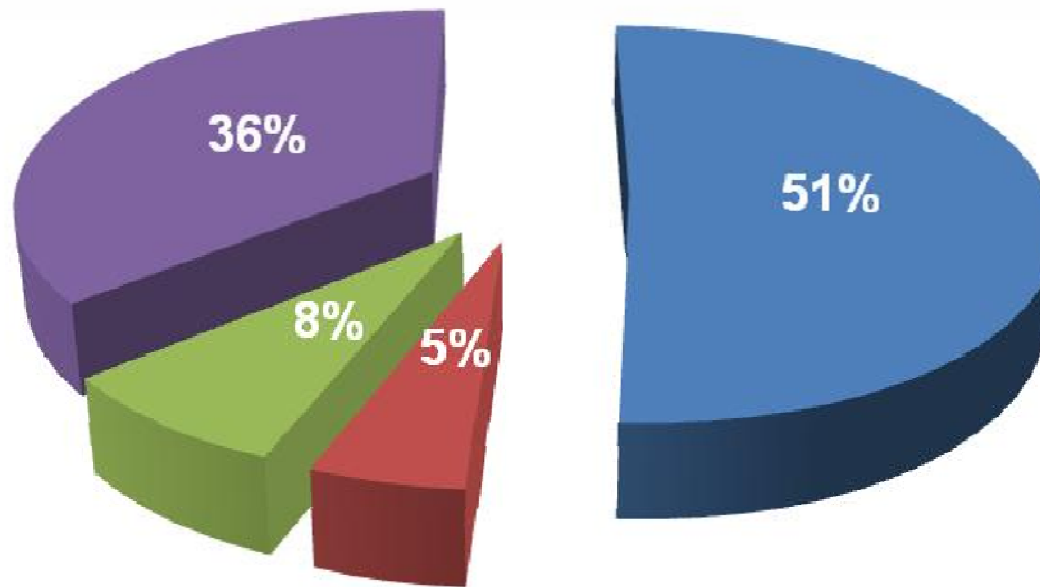
- Ulica Domovinskog rata – Vukovar
- 150 m² fasade palo nakon nevremena



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



Uzroci preranog dotrajavana konstrukcija



- Nedovoljne pozornosti posvećene pitanju trajnosti tijekom izvođenja konstrukcije
- Neredovito održavanje ili neodržavanje tijekom uporabe konstrukcije
- Nepravilan izbor materijala
- Nedovoljne pozornosti posvećene pitanju trajnosti u projektu konstrukcije

Educiranost

REDOVITO ŠKOLOVANJE											
	zanimanje	broj učenika koji su pohađali školu između 2006. -2009.					broj učenika koji su pohađali školu između 2009. -2013. (šk.g. 2009./10.,2010./11.,2011./12.,2012./13.)				
		1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno	1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno
graditeljstvo	UKUPNO 4.god.	1102	1023	968	925	4018	1068	1116	1062	1111	4357
	zidar	117	132	140	0	389	104	113	100	0	317
	klesar	17	11	17	0	45	25	27	25	0	77
	dimnjačar	0	0	0	0	0	21	18	12	0	51
	fasader	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	tesar	29	25	37	0	91	48	44	39	0	131
	krovopokrivač	0	1	6	0	7	10	7	6	0	23
	armirač	2	2	1	0	5	0	3	0	0	3
	monter suhe gradnje	55	48	45	0	148	91	80	67	0	238
	podopolagač	5	14	17	0	36	10	6	11	0	27
	keramičar oblogač	148	139	158	0	445	122	127	134	0	383
	rukovatelj samoh.građ.stroj.	133	124	116	0	373	107	102	93	0	302
	mehaničar građ. i rud. stroj.	0	0	0	0	0	7	7	9	0	23
	UKUPNO 3.god.	506	497	537	0	1540	545	534	496	0	1575



Educiranost

REDOVITO ŠKOLOVANJE											
	zanimanje	broj učenika koji su pohađali školu između 2006. -2009.					broj učenika koji su pohađali školu između 2009. -2013. (šk.g. 2009./10.,2010./11.,2011./12.,2012./13.)				
		1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno	1.r	2.r	3.r	4.r	ukupno
strojarstvo	instalater grijanja i klimatizacije	424	430	466	0	1320	390	353	364	0	1107
	plinoinstalater	186	152	155	0	493	115	107	129	0	351
	vodoinstalater	323	253	269	0	845	191	220	215	0	626
	UKUPNO 3.god.	933	835	890	0	2658	696	680	708	0	2084
obrada drva	stolar	233	254	225	0	712	344	363	309	0	1016
	UKUPNO 3.god.	233	254	225	0	712	344	363	309	0	1016
ostale usluge	soboslikar-ličilac	191	147	174	0	512	131	113	112	0	356
	UKUPNO 3.god.	191	147	174	0	512	131	113	112	0	356
obrada stakla	staklorezač	2	0	3	0	5	3	4	1	0	8
	UKUPNO 3.god.	2	0	3	0	5	3	4	1	0	8
UKUPNO 3.r.		1865	1733	1829	0	5427	1719	1694	1626	0	5039
SVEUKUPNO 3. i 4.r.		2967	2756	2797	925	9445	2787	2810	2688	1111	9396

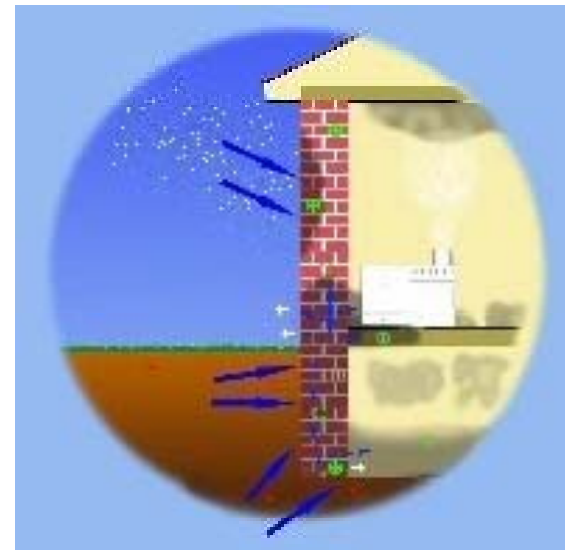


Educiranost

- Zanimanja u graditeljstvu
 - u klasičnom modelu obrazovanja za obrtnička zanimanja **ne postoje niti sadržaji niti posebni nastavni predmeti kojima bi se iscrpljivala znanja o energetskej učinkovitosti niti u jednom segmentu strukovne teorijske niti praktične nastave.**
- Zanimanje instalater grijanja i klimatizacije
 - Izborni predmet „**Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava**“
 - Na **zahtjeve obrtničkih i poduzetničkih tvrtki** da se instalateri obrazuju barem u pojmovnom smislu i sa sustavima iskorištenja solarne energije
 - Zbog mogućnosti lakše prilagodbe proizvodnim programima proizvodnji i montaže takvih sustava.

Vlaga - kvaliteta

- **Vlaga** je čimbenik koji najviše **smanjuje kvalitetu** građevnih dijelova zgrade i njenih konstruktivnih elemenata
 - (studije ukazuju da je kod problema sa zgradama, **u 70% slučajeva direktni ili indirektni uzročnik vlaga**)



Građevinske štete uzrokovane vlagom

- Posljedice su dobro poznate,
 - nastanak mikroorganizama (gljivica i plijesni), bubrenje i otpadanje boje i žbuke sa zidova, nedozvoljeno vlaženje građevnog elementa.
- ali **uzroci često nisu prepoznati.**



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



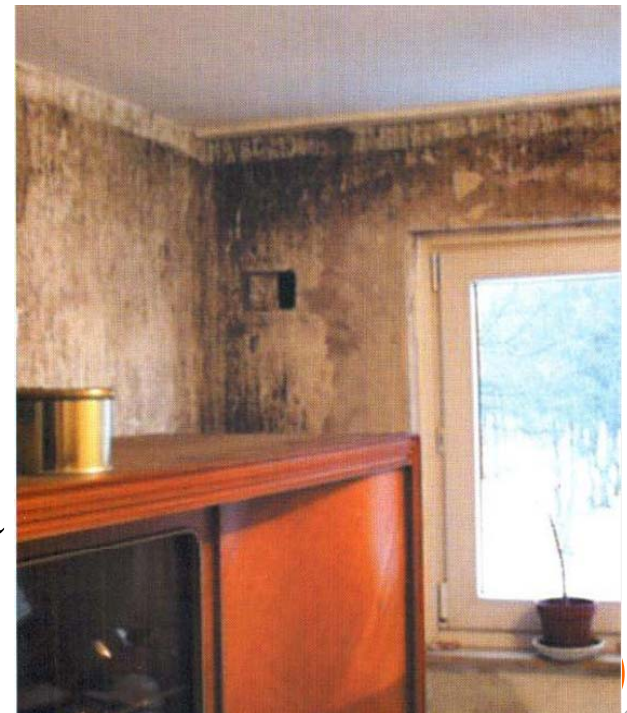
Građevinske štete uzrokovane vlagom



- Površinska kondenzacija i problemi s difuzijom vodene pare **kod novih, još neuseljениh objekata**
- ako je **zgrada „zatvorena“** prije potpunog isušivanja građevinske vlage zaostale u materijalima konstrukcija i obloga.

Fizikalni procesi i građevni dijelovi

- Prirodni proces izmjene topline i vlage između unutarnjeg i vanjskog prostora ne može se potpuno zaustaviti.
- Građevne dijelove zbog toga treba projektirati na način da se osigura **ispravan fizikalni proces**.
- **ISPRAVAN FIZIKALNI PROCES** neće dopustiti kondenzaciju vodene pare **u građevnom dijelu ili na njemu** u mjeri koja može izazvati građevinsku štetu.



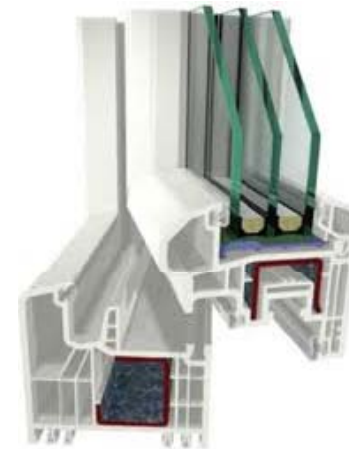
Izvedba poboljšanja na vanjskoj ovojnici

- 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
 - veći utjecaj toplinskih mostova na ukupnu potrošnju energije.



Danas...

- Današnje norme i propisi su sve zahtjevnije u pogledu uštede energije.
- Velika se pozornost daje dobroj izolaciji zidova objekata i ugrađene stolarije.
 - Zahtjevi za boljom toplinskom izolacijom i zrakonepropusnosti prozora i vrata su sve veći
 - Kako bi se smanjio utjecaj stolarije na ukupne gubitke energije.



Utjecaj toplinskih mostova

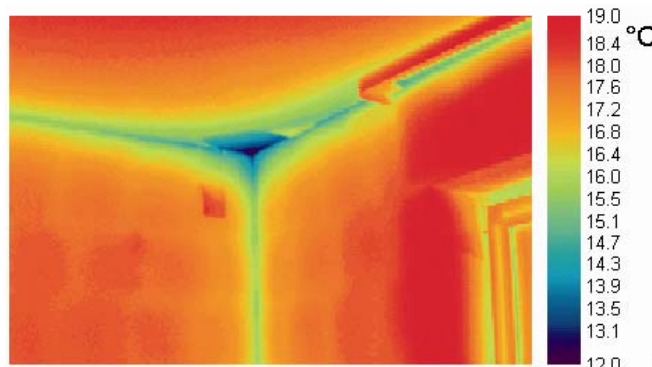
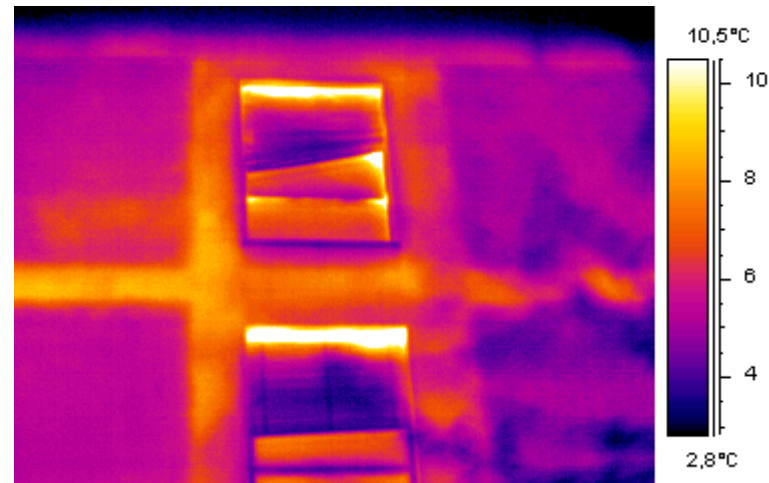
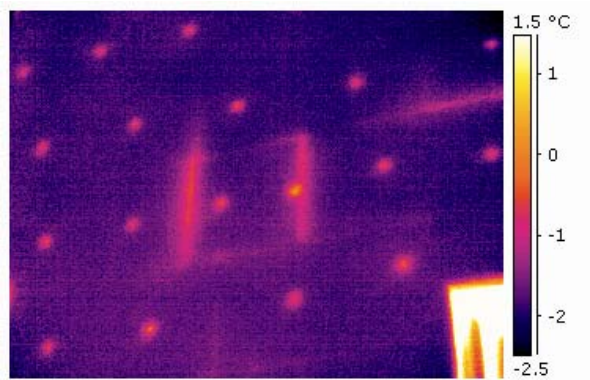
- Toplinski mostovi su mjesta u oplošju grijanog dijela zgrade gdje se toplinski tok povećava radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela.



- **Termografska snimka** jasno ukazuju na lošije toplinski izolirane površine (prozori) i konstruktivne toplinske mostove (balkon)

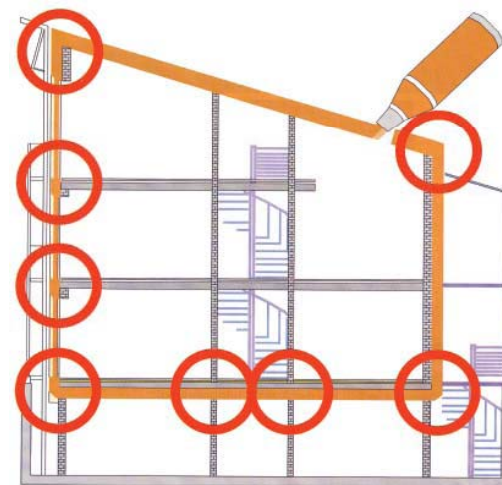
Podjela toplinskih mostova

- Toplinske mostove možemo najjednostavnije podijeliti kao:
 - Točkaste Linijske i trodimenzionalne



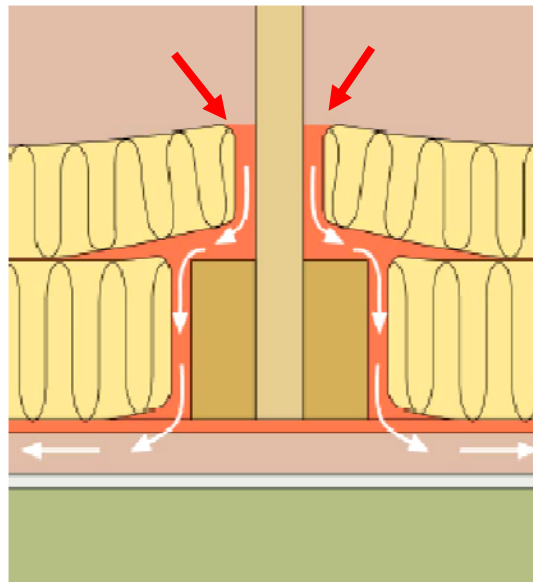
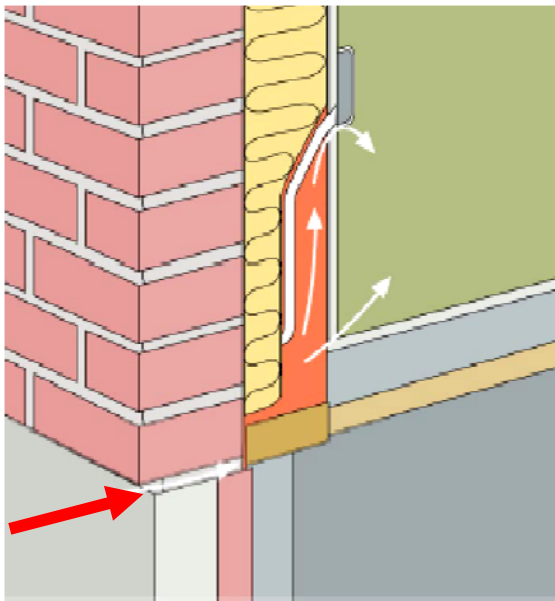
Dobro izolirane zgrade - principi

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

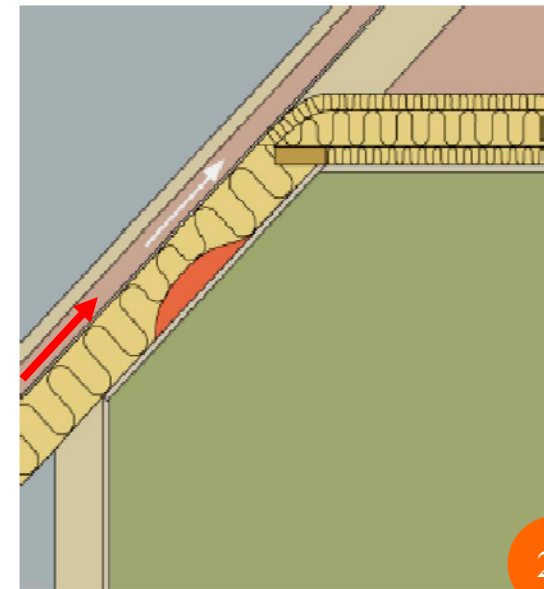


Propusnost

- Podrijetlo loše izolacije



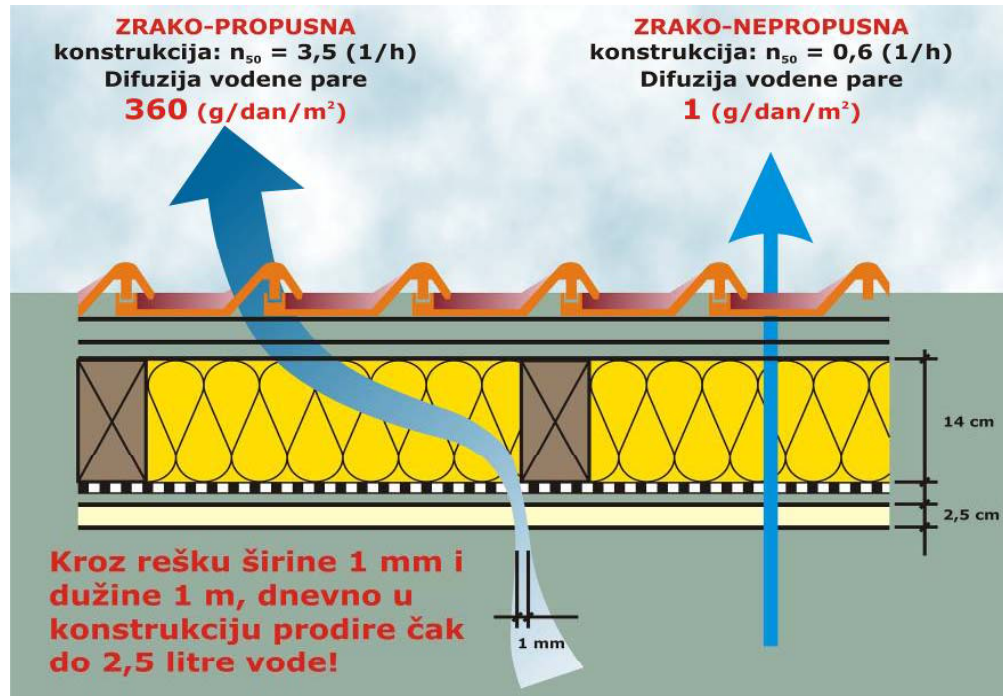
Smoke pressed out by a Blower Door fan to show the roof leaks



Zrakonepropusnost (Airtightness)-uvjet za izbjegavanje pojave građevinskih šteta



Ulazak vodene pare u građevne dijelove zgrade



Source: Centrum pasivního domu



Problemi zbog loše zrakonepropusnosti

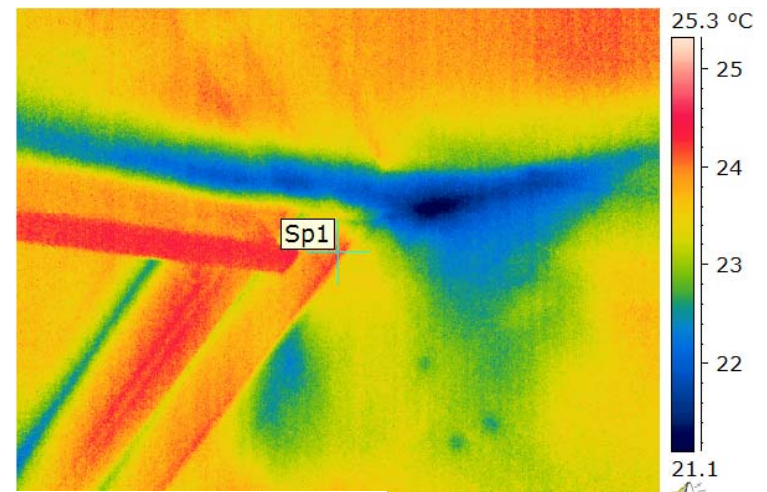
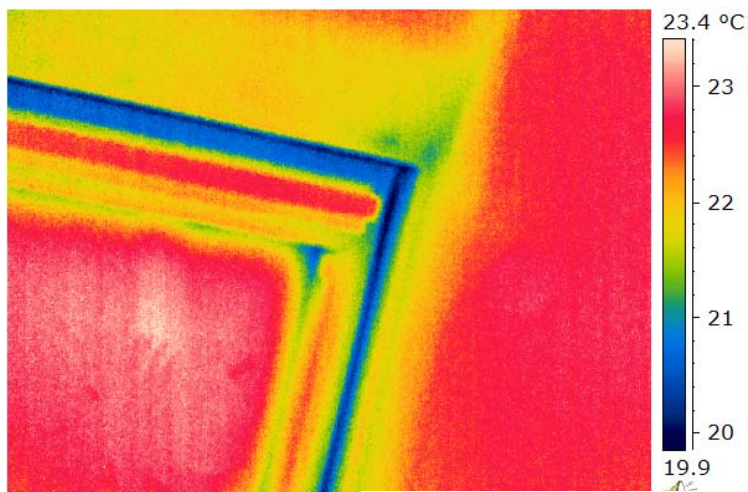
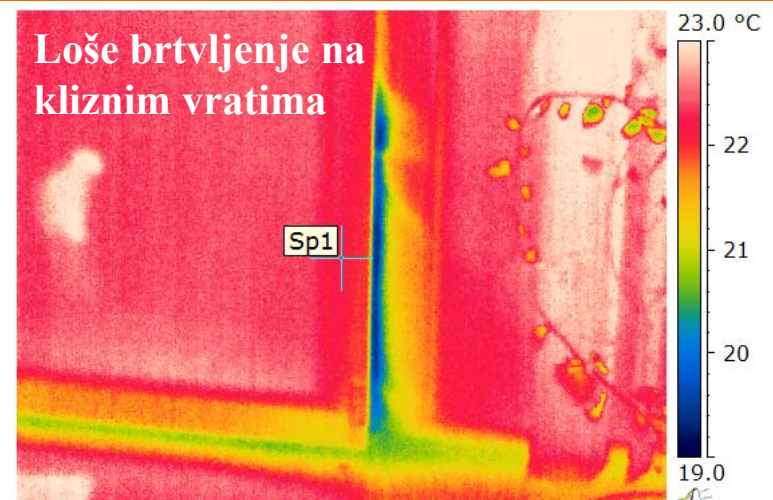
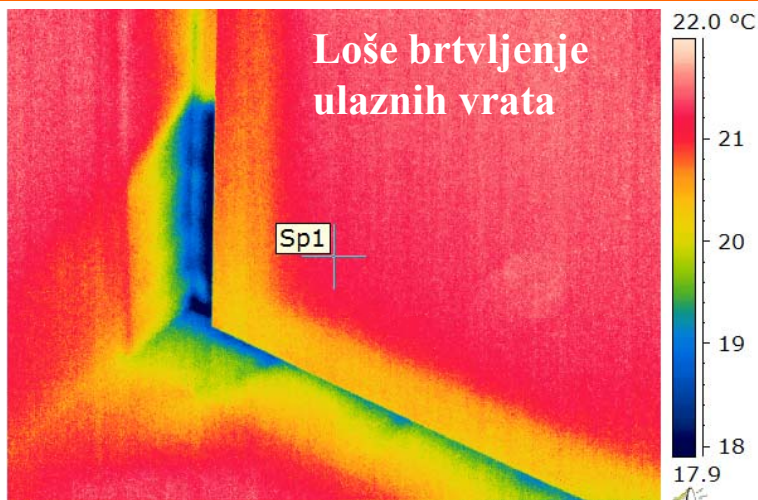


Primjer ispitivanja

- Obiteljska kuća smještena u blizini Zagreba
- 1. “Pasivna kuća” u Hrvatskoj
 - Ukupna površina vanjske ovojnice zgrade $A_e = 342.66 \text{ m}^2$
 - Ukupna korisna površina je 173.63 m^2
 - Obujam grijanog zraka $V = 420.03 \text{ m}^3$.
- Projektirana vrijednost (PHPP)
 - $Q''_{\text{hnd}} = 11,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
 - Zrakopropusnost $n_{50} = 0,50 \text{ 1/h}$



Infiltracija

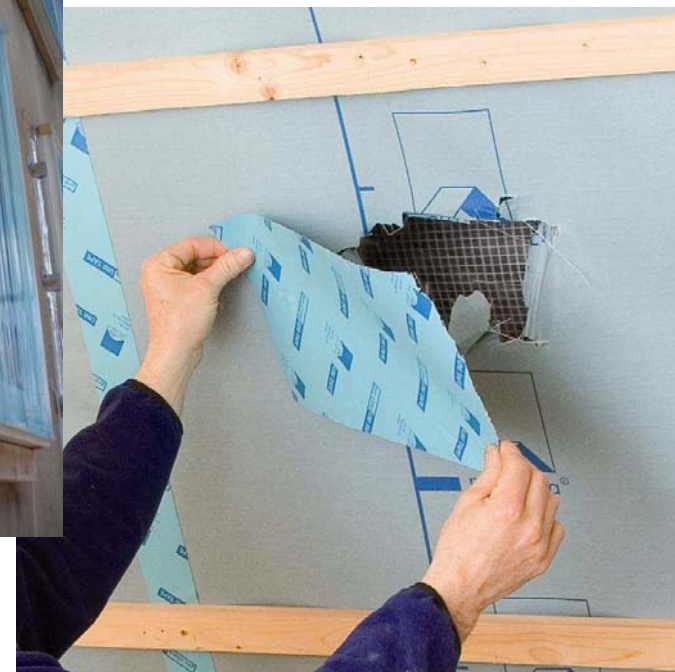


Rezultati

	Podtlak	Predtlak
Protok zraka pri $\Delta p = 50 \text{ Pa}$ [m ³ /h]	1259	1170
n_{50} [1/h]	3.00	2.78
w_{50} [m ³ /hm ²]	3.674	3.414
ELA [cm ²]	628	583
ELA [% ploštine vanjske ovojnice zgrade]	0.018	0.017

Detalji!

- Hermetičko zatvaranje koristeći posebne trake i profile za brtvljenje je također važno

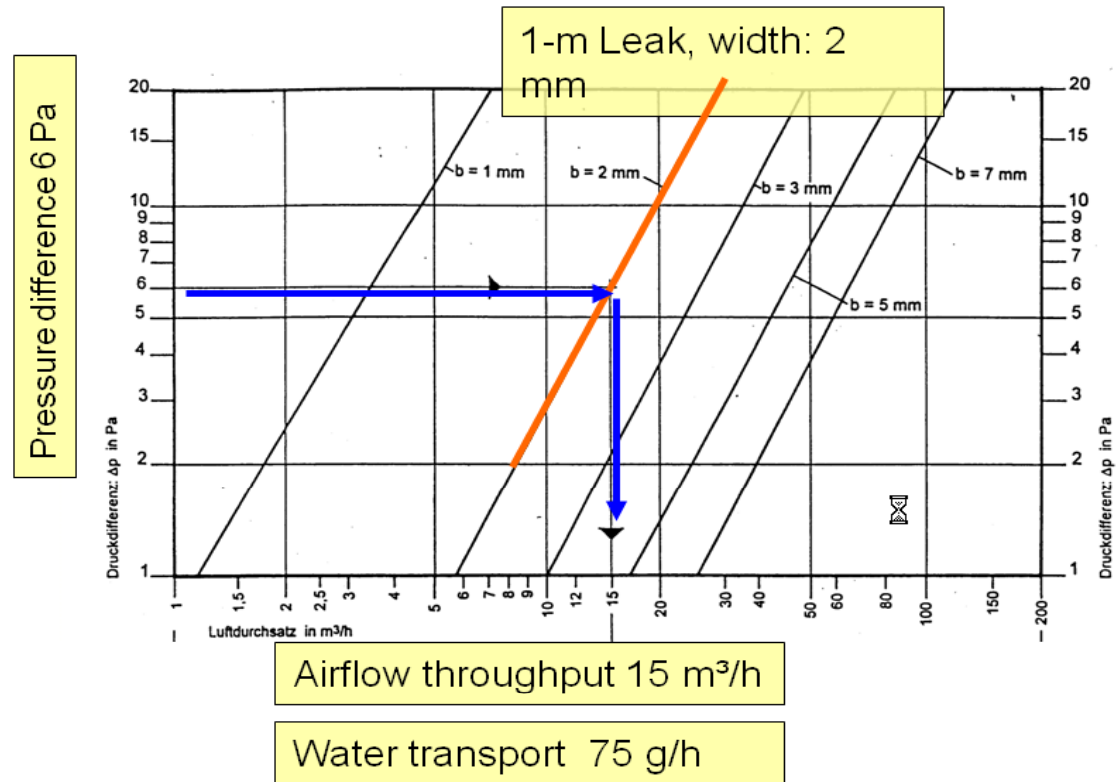


Zrakopropusnost vanjske ovojnice

- Infiltracija zraka se događa uslijed razlike tlakova na vanjskoj ovojnici zgrade

Izvor: IEE Passnet project

Nomogram za proračun toka zraka kroz mjesta propuštanja



Gubici energije putem eksfiltracije zraka kroz vanjsku ovojnicu

- **Belgija i Njemačka**

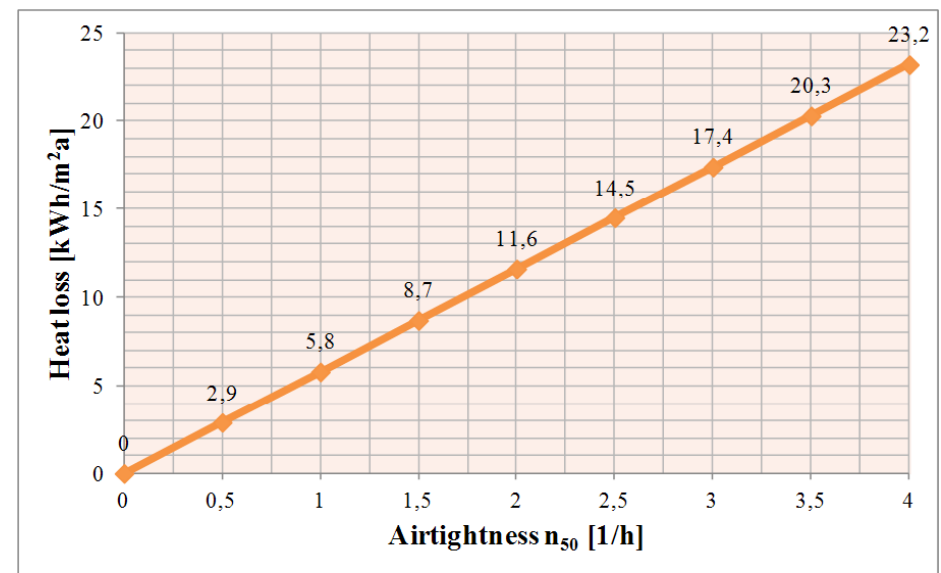
- Zrakopropusnost vanjske ovojnice odgovorna za **10% toplinskih gubitaka u zgradi**, odgovara instalaciji fotonaponskih panela.

- **Francuska**

- Udio je procijenjen na **2 do 5 kWh/m²a za jediničnu promjenu broja izmjena zraka u prostoriji (n₅₀)** energije potrebne za grijanje prostora.

- **Skandinavija**

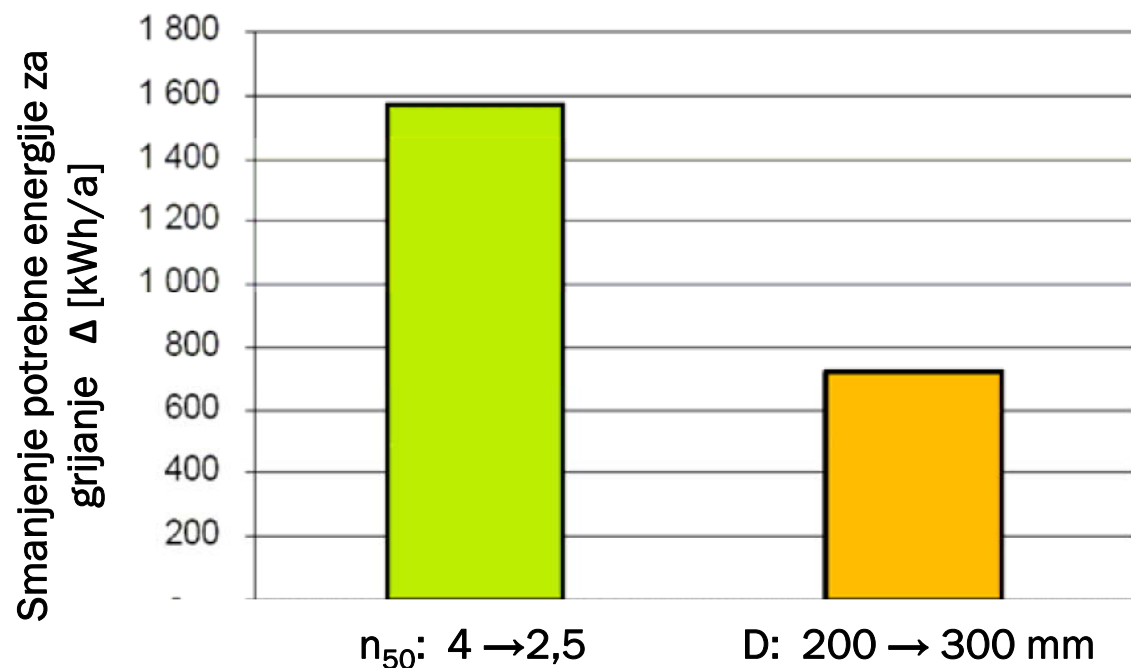
- Udio je procijenjen na približno **10 kWh/m² a za jediničnu promjenu broja izmjena zraka u prostoriji n₅₀**.



Source: IEE Passnet project

Gubici energije putem eksfiltracije zraka kroz vanjsku ovojnicu

- Relativno smanjenje potrošnje energije za grijanje sa **smanjenjem zrakopropusnosti (zeleno) i povećanjem debljine toplinske izolacije vanjskog zida** za obiteljsku kuću u Norveškoj



ASIEPI Project
Assessment and Improvement of
the EPBD Impact (for new
buildings and building renovation)
www.asiepi.eu



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

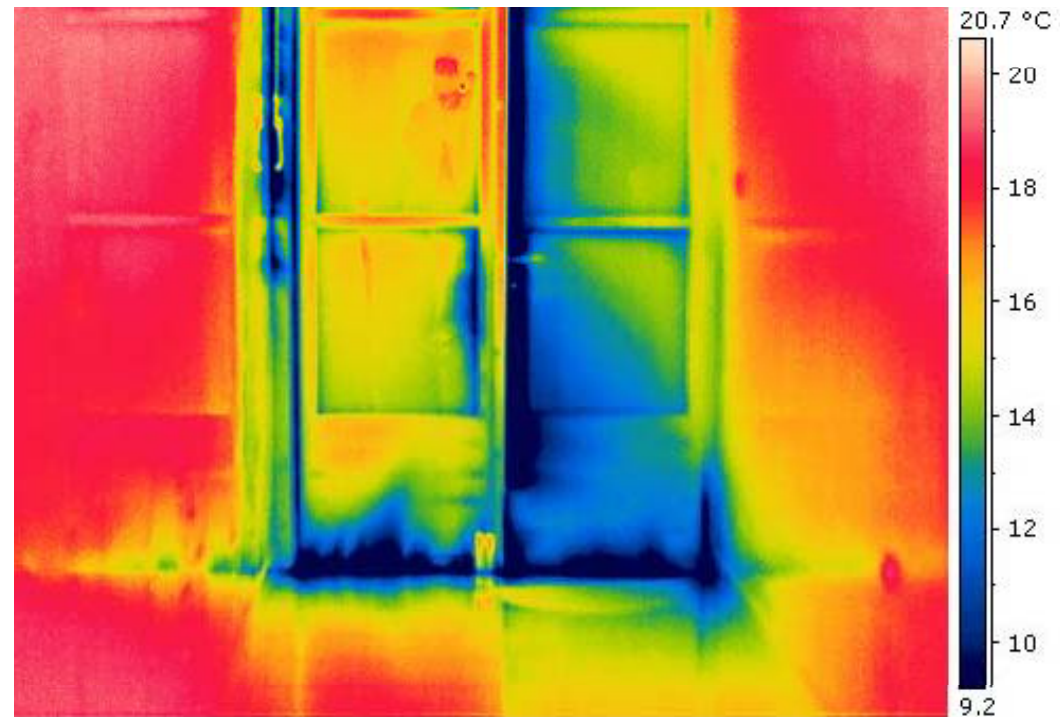


Bojan Milovanović

Gubici topline kroz prozore

- Infiltracija hladnog zraka zbog loše ugradnje i lošeg brtvljenja

Bez blower door-a

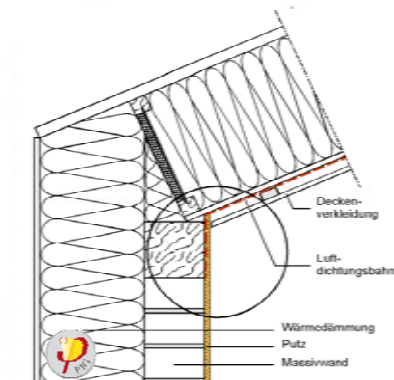


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING



Zaključak

- Relativni utjecaj postaje značajniji što je niža ukupna potrošnja energije u zgradi, npr. vrlo niskoenergetske zgrade,
 - Potrebno je podići svijest o važnosti **ispitivanja izvedenog stanja** u zgradama među projektantima, izvođačima i stručnom nadzoru
- **Zrakonepropusnost zgrade je potrebno projektirati**, čime se izbjegavali nepotrebne improvizacije radnika koje bi uzrokovale propuste u zračnoj barijeri.
 - Potrebno je riješiti detalje, definirati materijale i koriste
 - Osigurati izvođenje radova prema projektu.



BUILD UP Skills

- The EU Sustainable Building Workforce Initiative in the field of energy efficiency and renewable energy
- BUILD UP Skills se fokusira na **edukaciju i usavršavanje građevinskih radnika i instalatera u gradnji vrlo niskoenergetskih zgrada.**
- BUILD UP Skills PILLAR I: National Qualification and roadmaps
 - Uključeno **30 zemalja** Europe
 - CroSkills 8 partnera (GF, MGIPU, HOK, REC, AF, KI, GSC, UNDP)
 - 19 institucija podržalo

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**



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

Hvala na pažnji!



Bojan Milovanović

KONTAKT:

bmilovanovic@grad.hr