

ENERGETSKA UČINKOVITOST

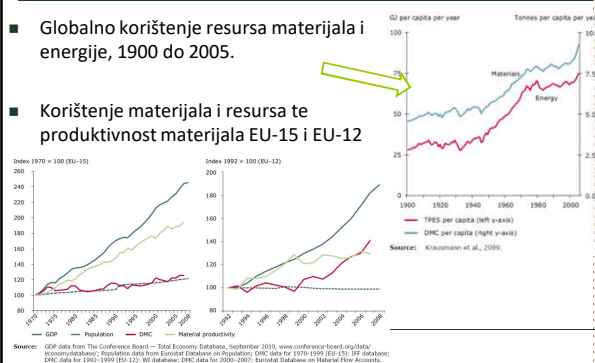


Doc.dr.sc. Bojan Milovanović

1

TRENDOVI

- Globalno korištenje resursa materijala i energije, 1900 do 2005.
- Korištenje materijala i resursa te produktivnost materijala EU-15 i EU-12



UVOD



Tuesday Dec 15, 2009

Obama: 'Insulation Is Sexy Stuff'

"I know the idea may not be very glamorous, although I get really excited about it.

We were at the roundtable and somebody said, "Insulation's not sexy," and I disagree. Frank, don't you think? **Insulation is sexy stuff. Here's what's sexy about it: saving money.**

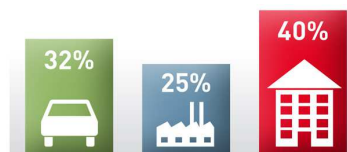
Think about it this way. If you haven't upgraded your home yet, it's not just heat or cool air that's escaping, it's **energy and money that you are wasting.**

If you saw \$20 bills just sort of floating through the window, up into the atmosphere, you'd try and figure out how you were going to keep that. **But that's exactly what's happening because of that lack of efficiency in our buildings.**"



POTROŠNJA ENERGIJE

- od ukupne potrošnje energije u Europi, čak 40% se koristi u zgradama

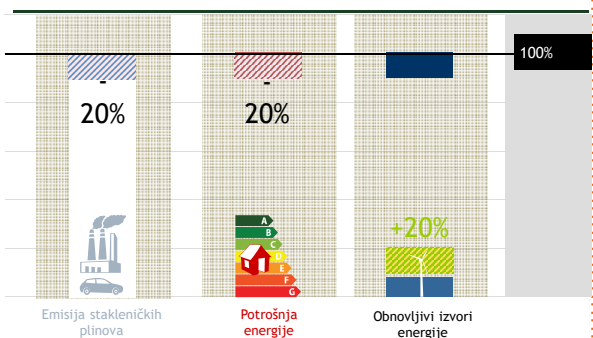


Note: Energy consumption in agriculture, fishing and "other" makes up 3% of final energy consumption, and is not included in the above figure

Source: DG Energy: EU Energy in Figures 2012

- 32% of all energy in the EU is used for transport
- 25% of all energy in the EU is used by industry
- 40% of all energy in the EU is used by buildings

POLITIKA EU



POLITIKA EU

Targets for 2030

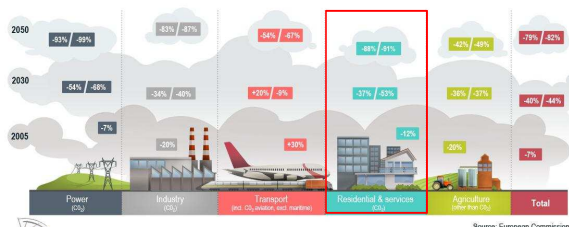
- a **40% cut in greenhouse gas emissions** compared to 1990 levels
- at least a **27% share of renewable energy consumption**
- at least **27% energy savings** compared with the business-as-usual scenario



POLITIKA EU - 2050 ENERGY STRATEGY

Low-carbon strategy for 2050

Targets compared to 1990 levels



MEĐUNARODNA REGULATIVA U PODRUČJU ZGRADARSTVA

- određuje sve strože kriterije u pogledu energetske učinkovitosti i energetskog 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.**

"We choose to go to the moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard, because **that goal will serve to organize and measure the best of our energies and skills**, because that challenge is one that we are willing to accept, one we are unwilling to postpone, and one which we intend to win."

September 12, 1962;
Rice University, Houston, Texas



Ovo je kuća koja grije za svega 200 kn mjesečno

15.10.2013. 12:54 • Objava za medije

Pratnja iz ove kuće koja ne bi trebala za desetstotinu kuće od 150 m² neto bruto površine zahtijevati energiju 200 kuna mjesečno za grijanje? Možda i previše brzih odgovorima, ali za obitelji Lipovec iz Cetine to iskustvo postaje realnost.

Pratnja iz ove kuće koja ne bi trebala za desetstotinu kuće od 150 m² neto bruto površine zahtijevati energiju 200 kuna mjesečno za grijanje? Možda i previše brzih odgovorima, ali za obitelji Lipovec iz Cetine to iskustvo postaje realnost.

Mjesečno 5 kava za grijanje i hlađenje 140 m²

ZGRADA GOTOVO NULTE ENERGIJE

- **ZG0E je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva.**
- Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije podmiruje se iz **obnovljivih izvora**, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi **na zgradi ili u njezinoj blizini**.
- ukupna potrošnja E_{prim} - energija za grijanje, hlađenje, ventilaciju i pripremu PTV ne prelazi vrijednosti:
 - **30 kWh/(m²·a)** kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest $> 3\text{ °C}$ (primorska klima)
 - **40 kWh/(m²·a)** kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest $< 3\text{ °C}$ (kontinentalna klima)



PASSIVE HOUSE STANDARD

Performance Requirements

- Specific Heating Demand ($q_{h,s}$): $\leq 15\text{ kWh/m}^2/\text{a}$
- Specific Cooling Demand: $\leq 15\text{ kWh/m}^2/\text{a}$
- Maximum Heat Load ($p_{h,s}$): $\leq 10\text{ W/m}^2$
- Primary Energy: $\leq 120\text{ kWh/m}^2/\text{a}$ (38.1 kWh/ft²)
- Airtight Shell (n_{50}): $\leq 0.6\text{ ACH @ }50\text{ Pa}$
- Excess Temperature (over 25 °C degrees Celsius) $\leq 10\%$

Verified using PHPP software

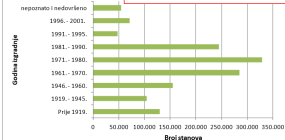
STANJE U HRVATSKOJ...

Izvor: MGIPU

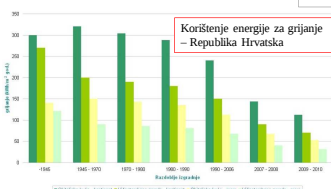
Program energetske obnove stambenih zgrada za razdoblje od 2013. do 2020. godine s detaljnim planom za razdoblje od 2014. do 2016.



Stambeni fond Republike Hrvatske prema godini izgradnje

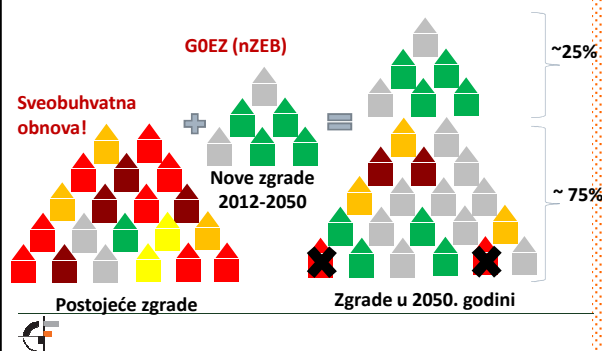


Korištenje energije za grijanje - Republika Hrvatska

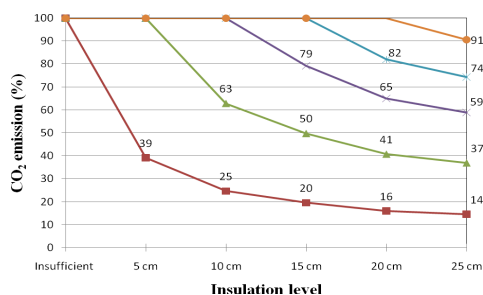


ZGRADE U EU DO 2050.:

JEDAN CILJ, DVA VELIKA IZAZOVA!



SMANJENJE EMISIJE CO₂ OVISNO O POČETNOM STUPNJU IZOLACIJE



Ako ste uključeni u novi projekt, i ako ne radite na tome da bude što zeleniji i što energetski učinkovitiji, znajte da će biti funkcionalno zastario čim se otvori i ekonomski nekonkurentan tokom cijelog svog životnog vijeka.

-- Jerry Yudelson, bivši član Uprave U.S. Green Building Council -a

ŠTO NAS ČEKA

Winter is here!

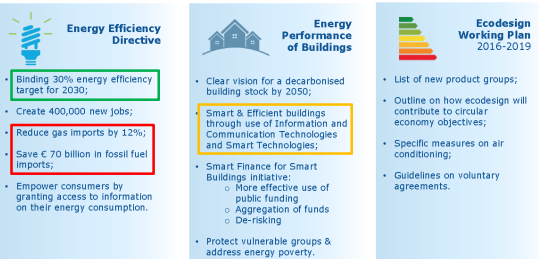


WINTER PACKAGE

■ **30 November 2016**, the European Commission published "**Clean Energy For All Europeans**" package, more commonly referred to as the "Winter Package"

ENERGY EFFICIENCY

ACHIEVING THE BINDING 30% ENERGY EFFICIENCY TARGET BY 2030



SMARTNESS MATTERS!

RATIONALE



Acknowledging and leveraging building smartness in the Energy Performance of Buildings Directive



Modern nearly zero-energy buildings are in essence smart, flexible buildings.



Building smartness is beneficial:

- Leads in itself to significant energy savings in a cost-effective way.
- Improves comfort.



Smart buildings are key enablers of our future energy system

- Larger share of renewables,
- Distributed supply,
- Adaptive demand-side.



19

10 principles for smart buildings in a decarbonised energy system



- All principles important separately, but most effectively considered together
- Apart from principle 1, the sequence is not in order of importance



- Pogled na činjenice...

- Što se događa u oko nas?



STANJE U HRVATSKOJ...

- Tijekom posljednjih nekoliko godina pokazalo se da iz određenih razloga **kvaliteta projekata** arhitektonske ili građevinske struke u dijelu koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu **opada**,
- a ovo je dodatno popraćeno **neodgovarajućim izvođenjem** samih radova.

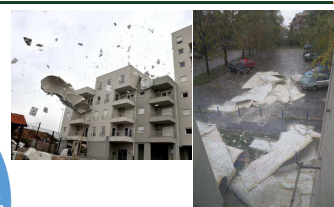
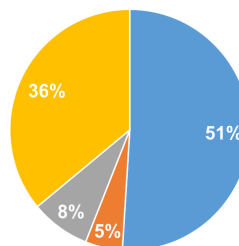


POTENCIJALNI UZROCI PROBLEMA

- Uzroci problema su često:
 - veliki broj podizvođača i obrtnika kojima nedostaje znanja o usklađenosti poslova s drugim izvođačima (**cross-crafting**),
 - Nedostatak vremena za međusobnu komunikaciju i koordinaciju pri rješavanju problema koji su **novi i/ili drugačiji**,
 - nekoordiniranosti ili pak „pogrešnog“ redoslijeda izvođenja radova uzrokuju štetu, pri čemu je često vrlo teško odrediti odgovornost.
- Zbog svega navedenog, **kvaliteta izvedenih radova, pogotovo u dijelu energetske učinkovitosti, može biti upitna.**



UZROCI PRERANOG DOTRAJAVANA



- Nedovoljna pozornost posvećena pitanju trajnosti tijekom izvođenja
- Neredovito održavanje ili neodržavanje tijekom uporabe
- Nepравilan izbor materijala
- Nedovoljna pozornost posvećena pitanju trajnosti u projektu

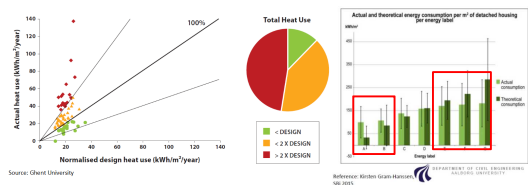


STVARNA & PROJEKTIRANA POTROŠNJA

- Usporedba projektirane potrošnje i stvarne potrošnje

- Uzroci:

- korištenje
- Izvođenje???



Source: Ghent University

Reference: Krišna Gnanapavan, 100, 2015

Basert på 230.000
parceller med
energimærke.

Tallene er endnu ikke
publiseret, og
dermed ikke endeligt
valideret.

PROBLEM – HLAĐENJE!

- REPUBLIC-MED-a i SEEDPass-a

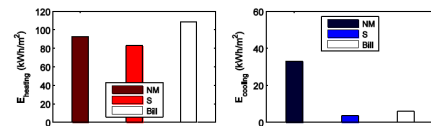


Figure A1.11. Annual energy consumption for the existing case heating and cooling in Obrovac

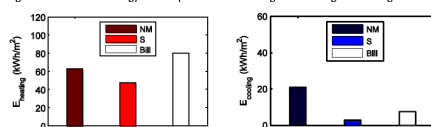


Figure A1.12. Annual energy consumption for the existing case heating and cooling in Zadar

EUROPEAN STANDARDISATION

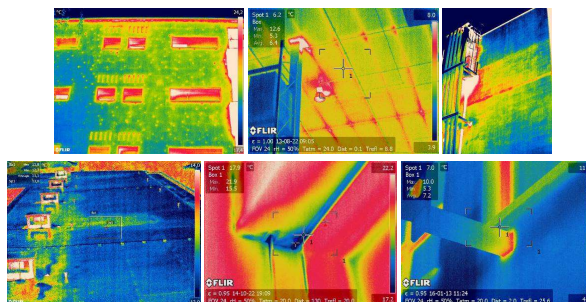
Mandate M 480 of the European Commission to CEN

- **Technical Committee (TC) 371** "Project Committee on the Energy Performance of Buildings" develops standards related to the EPBD
- Overarching standard
 - General principles and rules for all solution
 - Full set of indicators, requirement, and calculation as one solution that can be used
- A special focus is the comparison of measured and calculated energy performance

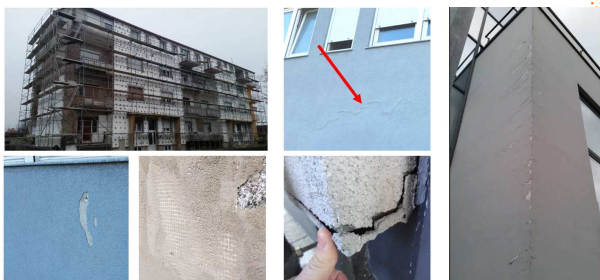
Any calculation is only as good as the actual planning and construction.

The influence of quality is often neglected!!!

JESMO LI ZAISTA SPREMNI ZA IZVEDBU KVALITETNE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE?



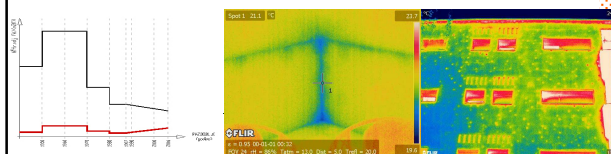
JESMO LI ZAISTA SPREMNI ZA IZVEDBU KVALITETNE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE?



TOPLINSKI MOSTOVI

TREND RELATIVNOG PORASTA UČEŠĆA DULJINSKIH TOPLINSKIH GUBITAKA U RAZDOBLJU OD 2006. GODINE DO DANAS...

- U današnje se vrijeme nastavlja trend jačanja toplinskih brana i smanjenja prijenosnih gubitaka topline,
- ali taj trend ne prate rješenja zaštite zona toplinskih mostova,
- **učešće duljinskih gubitaka u ukupnim prijenosnim gubicima topline relativno povećava**, ako je to shematski prikazano na desnom dijelu donjeg dijagrama.



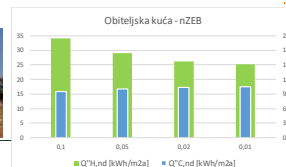
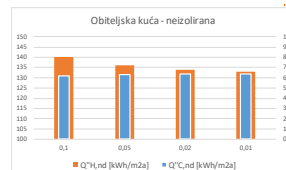
PRIMJER: - UTJECAJ TM NA POTROŠNJU ENERGIJE

Kuća u Varaždinu

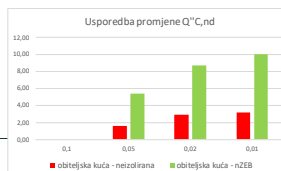
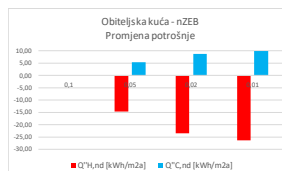
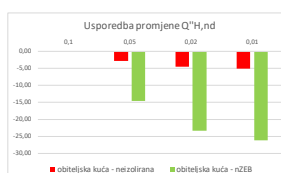
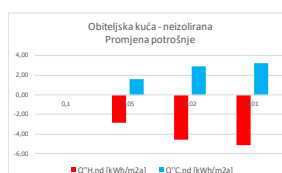
- $A_k = 182,40 \text{ m}^2$
- $A = 407,45 \text{ m}^2$
- $V_e = 570 \text{ m}^3$

Paušalni dodatak

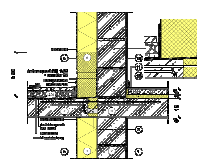
- $\Delta U_{TM} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{TM} = 0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{TM} = 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$



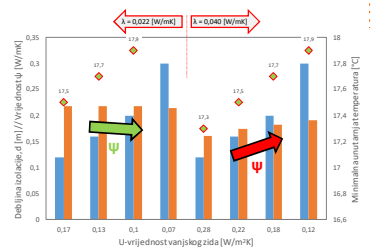
PRIMJER: - UTJECAJ TM NA POTROŠNJU ENERGIJE



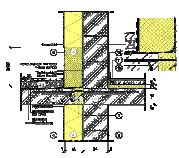
PRIMJER: - OVISNOST DEBLJINE TI NA ψ



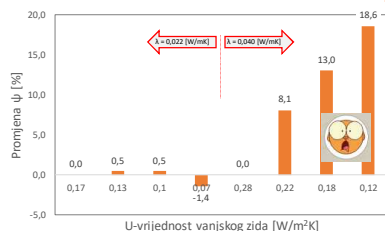
- Toplinska provodljivost izolacije λ
- 0,022 [W/mK] (PIR)
- 0,040 [W/mK] (MW)



PRIMJER: - OVISNOST DEBLJINE TI NA ψ



- Toplinska provodljivost izolacije λ
- 0,022 [W/mK] (PIR)
- 0,040 [W/mK] (MW)



ZRAKONEPROPUSNOST

MATIJA ANTUN RELIKOVIĆ
SATIR ILITI DIVJI ČOVİK (1762.)

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

Najpri: tebi kuća ne valjaje, 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 ugriti, jer pendžeri nisu zatvoriti,
neg onako stoje odjazezi cile zime i cile jeseni.

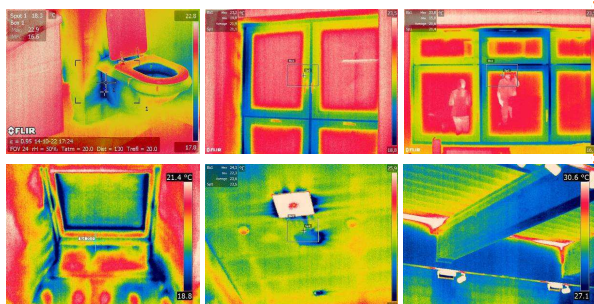
Pustu šumu zalud pokvariste i na vatru kod kuće složiste.
Što u zimi ti drva navoziš, polovicu da u fati složiš,
mogao bi za novce prodati i srčali-pendžere kupiti,
pak bi bolje kroz srču vidio i u sobi u toplu sidio,
a ne bi se toliko mučio, neg bi laglje drvaca skućio.



JESMO LI SE PROMIJENILI?



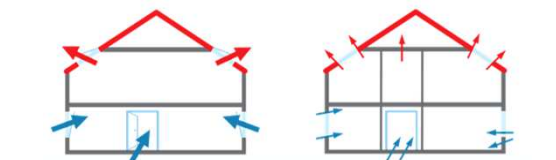
JESMO LI ZAISTA SPREMNI ZA IZVEDBU KVALITETNE VANJSKE OVOJNICE ZGRADE?



ZRAKOPROPUSNOST ZGRADA

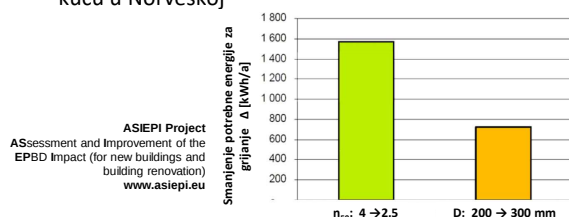
- Mjera **nekontroliranog propuštanja (infiltracije) zraka kroz vanjsku ovojnicu zgrade.**

$$\text{Prisilno/namjerno provjetravanje} + \text{Nekontrolirano propuštanje} = \text{Ukupno provjetravanje}$$

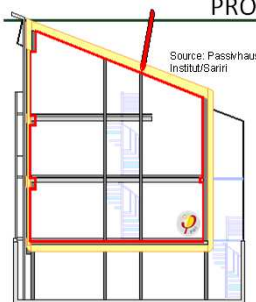


RAZLIKA - GUBICI ENERGIJE PUTEM EKSFILTRACIJE ZRAKA KROZ VANJSKU OVOJNICU

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



ZRAKOPROPUSNOST JE POTREBNO PLANIRATI I PROJEKTIRATI!

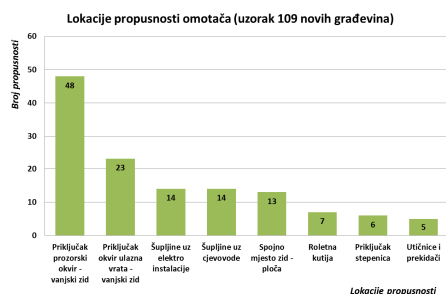


Projektiranje **JEDINSTVENOG** zrakonepropusnog
sloja na cijeloj vanjskoj ovojnici zgrade

$n_{50} \text{ max. } 0.60 \text{ h}^{-1}$

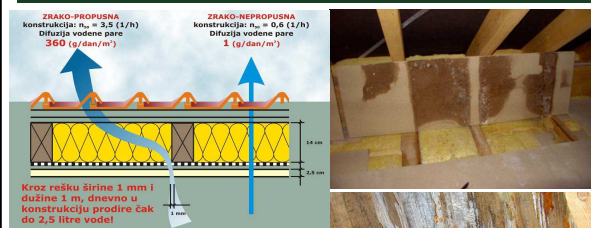


UOBIČAJENE LOKACIJE PROPUŠTANJA



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),

ULAZAK VODENE PARE U GRAĐEVNE DIJELOVE ZGRADE



Source: Centrum passivho domu



44

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



ISPUNJAVANJE ZAHTJEVA O ZRAKOPROPUSNOSTI

- Obvezna primjena zahtjeva za **ZGOE** 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**



AKREDITACIJA

IMPORTANT

- 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.**

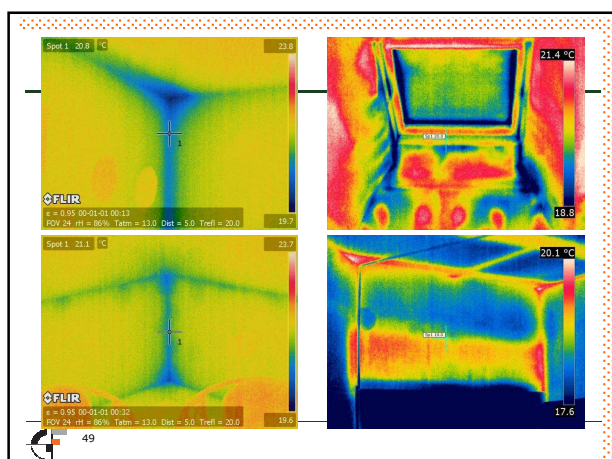


PRIMJER ISPITIVANJA

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



48



REZULTATI

	Podtlak	Predtlak
Protok zraka pri $\Delta p=50$ 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

PRIMJER ISPITIVANJA

Prva ECO-SANDWICH® obiteljska kuća
APOS Koprivnica
Autor: Ljubomir Mišević, 2015.

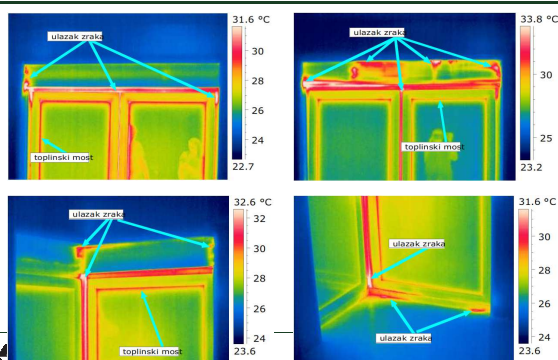


REZULTATI ISPITIVANJA

- 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

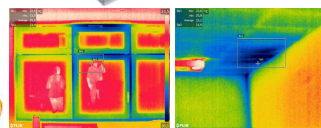
	Podtlak	Nadtlak	Srednja vrijednost
Koeficijent protoka zraka C:	169,9 (12,7)	125,5 (6,0)	-
Ekspozicija protoka zraka n:	0,63 (0,02)	0,72 (0,01)	-
Koeficijent zrakopropusnosti C _i :	167,6 (12,5)	124,3 (5,9)	-
Veličine kod razlike tlaka od $\Delta p=50$ Pa:			
Protok zraka kod 50 Pa [m ³ /h]:	1941 (286)	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



PRIMJER ISPITIVANJA

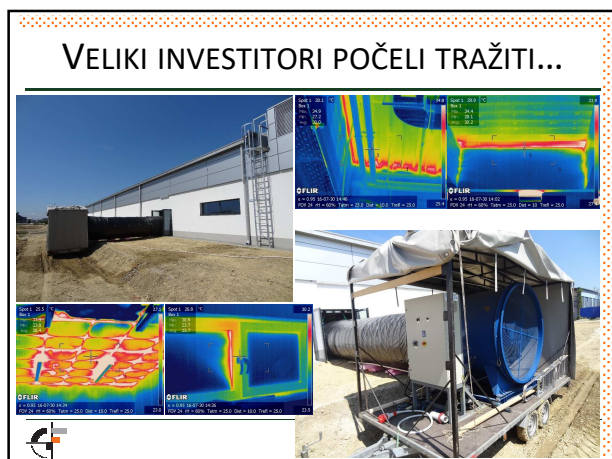
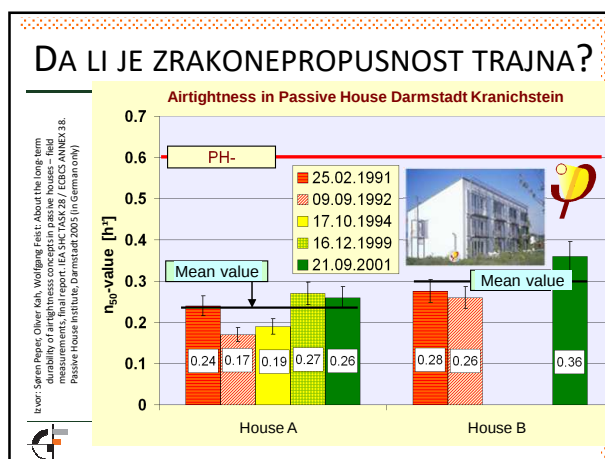
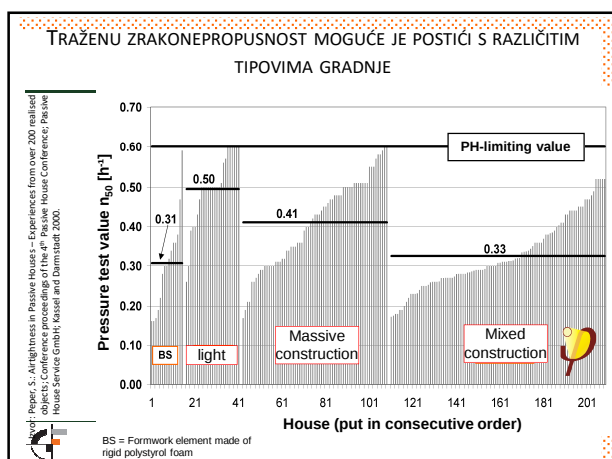
- Projektirano:
 - $n_{50}=0,5$ h⁻¹
- Rezultat simulacije:
 - 94 MWh
- Izmjereno:
 - $n_{50}=3,7$ h⁻¹
- Rezultat simulacije:
 - 290,72 MWh



Razlika 310% !!!

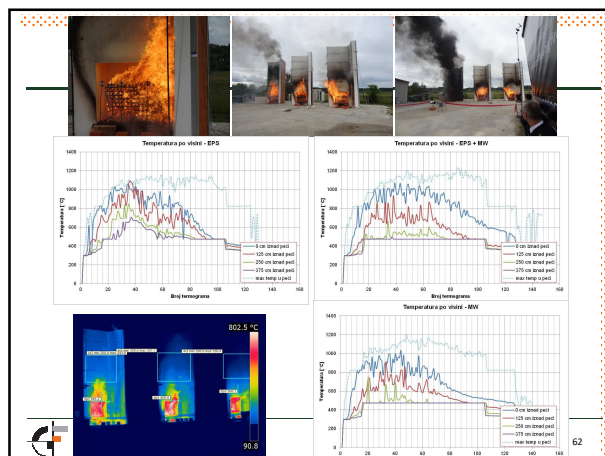
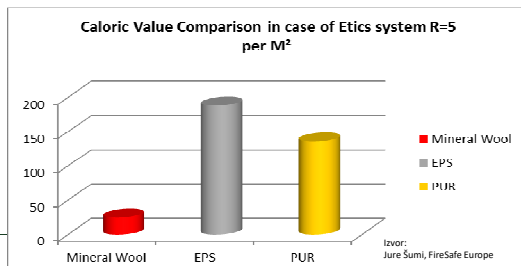


Izvor: Mario Vašak, Anita Martinčević, Antonio Startić, Bojan Milovanović, Ninoslav Kurtalj, Nedjeljko Perić

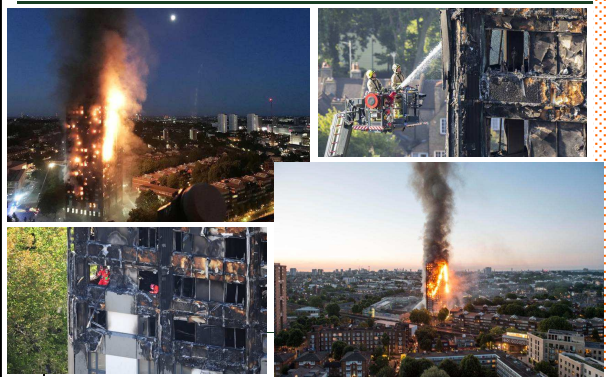


KALORIJSKA VRIJEDNOST IZOLACIJE?

Ukupna kalorijska vrijednost izolacijskih materijala primjenjivanih u ETICS sustavima po m^2 je **7.7 puta veća za EPS, odnosno 6 puta veća za PUR u odnosu na kamenu vunu!**



GRENELL TOWER DISASTER IN LONDON



SKOPJE: EVN - MACEDONIA'S ELECTRICITY PRODUCER AND TRANSPORTER



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



TKO ĆE IZVESTI OBNOVU SVIH OVIH ZGRADA?

Europski strukturni i investicijski fondovi

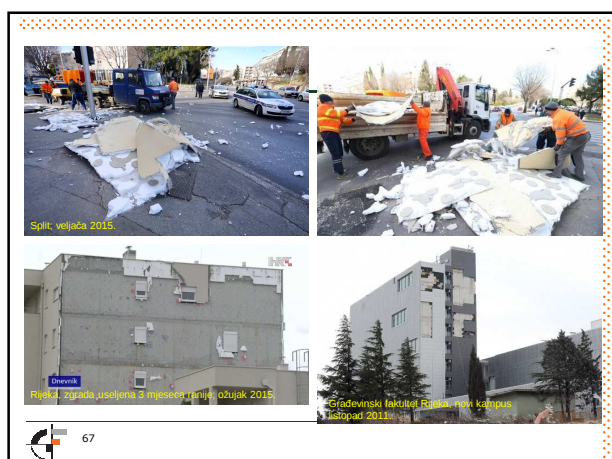
ZA ENERGETSKU OBNOVU ZGRADA JAVNIH USTANOVA KOJE OBAVLJAJU DJELATNOST ODGOJA I OBRAZOVANJA ZAPRIMLJEN JE 231 PROJEKT

22. veljače 2017. - Poziv za dostavu projektnih prijedloga 'Energetska obnova zgrada u javnim ustanovama koje obavljaju djelatnost odgoja i obrazovanja' službeno je zatvoren 21. veljače 2017. godine. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost u svojstvu Posredničkog tijela razine 2 (P12), zaprimio je ukupno 231 projekt čija ukupna vrijednost investicije iznosi oko 800 milijuna kuna, a traženi iznos bespovratnih sredstava oko 402 milijuna kuna.

Najveći broj zaprimljenih projekata dolazi iz Primorsko-goranske županije (29), zatim Osječko-baranjske županije (25), Grada Zagreba (17) i Vukovarsko-srijemske županije (16). Više...

Odobreno 616 projekata za energetska obnova zgrada

07.02.2017. ppg2017



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 **PRJE** obnove

Izvor: REQUEST project

ZAKLJUČAK

- 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!**
 - **Ne olako prelaziti preko važećih zakonskih odredbi**

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**

KVALITETA JE VAŽNA!
Customers should get what they paid for!

