



HRVATSKA UDRUGA ZA
ZAŠTITU OD POŽARA
Savska cesta 144 a
10 000 Zagreb, HR



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

Izborna godišnja skupština i Pozvana predavanja

Ponašanje fasada u požaru kao bitna odrednica planirane energetske obnove zgrada

Bojan Milovanović, dipl.ing.građ.

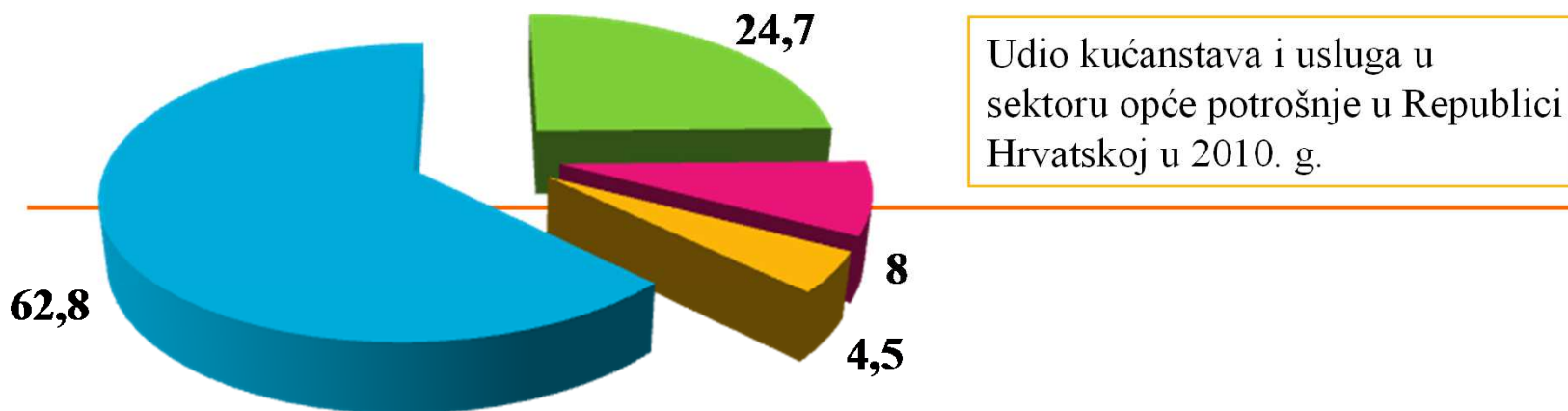


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Energetska učinkovitost

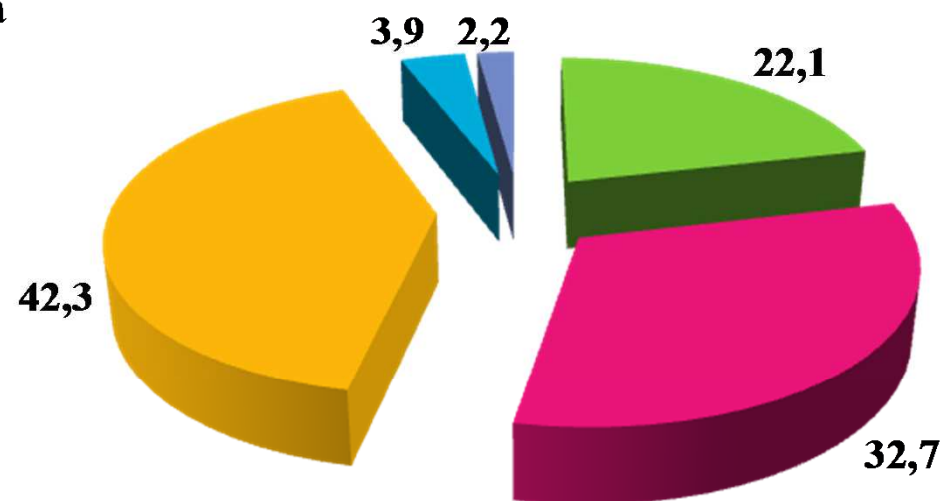
- ZAŠTO?
 - Kyoto protokol
 - Nedostatak energije i nesigurnost u opskrbi energijom
 - Stalan rast cijena energije i energenata





■ Uslužni sektor
■ Građevinarstvo
■ Poljoprivreda
■ Kućanstva

Udio ukupne potrošnje u zgradarstvu u 2010. g. u ukupnoj potrošnji konačne energije



■ Industrija
■ Ukupna potrošnja u zgradama
■ Građevinarstvo
■ Promet
■ Poljoprivreda

Ukupna potrošnja energije

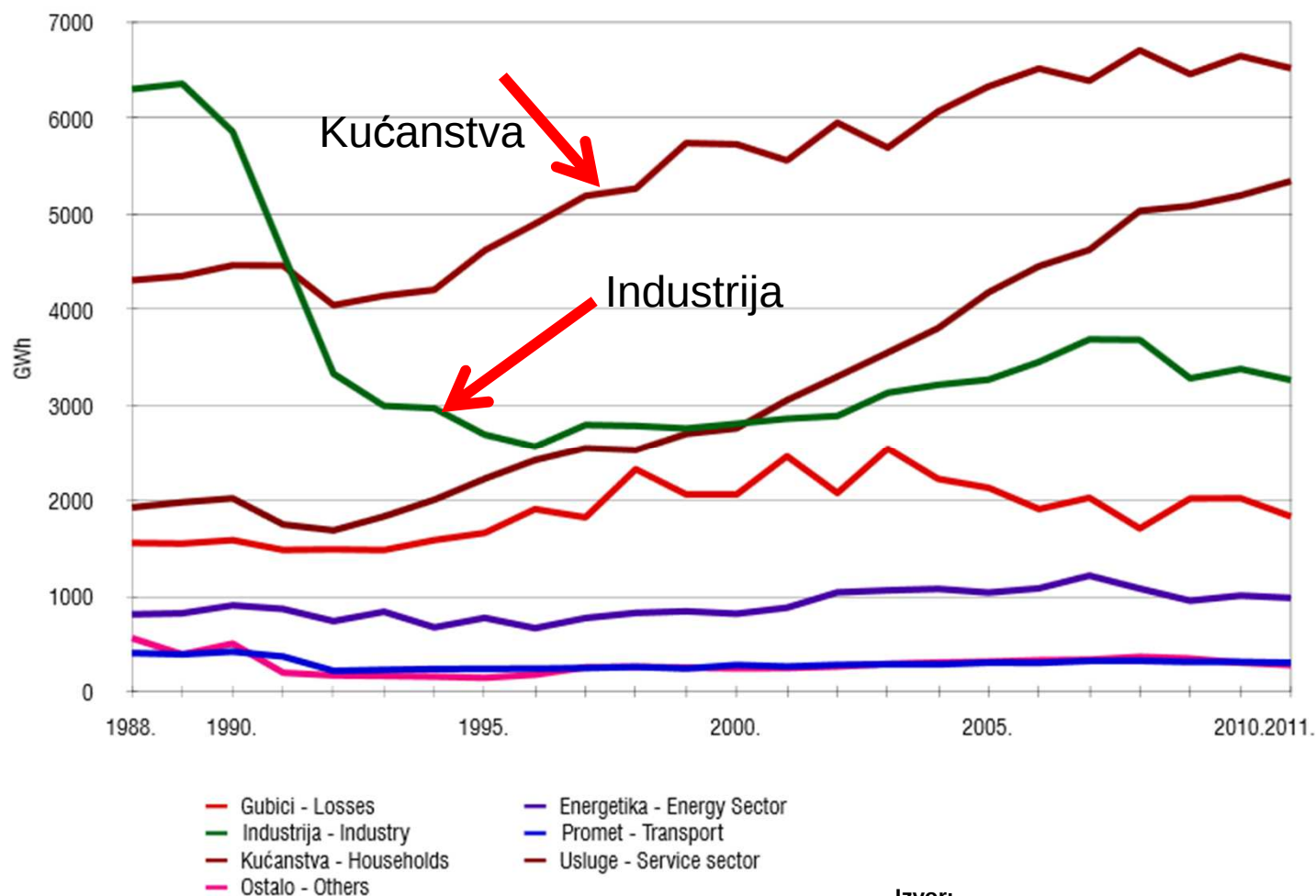
- **Razvoj ukupne potrošnje energije** u razdoblju od 1988. do 2010. godine.
 - U odnosu na prethodnu godinu ukupna potrošnja energije u 2010. godini **povećana za 0,8 posto.**
 - stagnacija ukupnoj potrošnji energije u razdoblju od 2005. do 2010. godine
 - Od 1992. godine, ukupna potrošnja energije je do 2010. godine rasla s prosječnom **godišnjom stopom od 1,8 posto.**



Izvor:

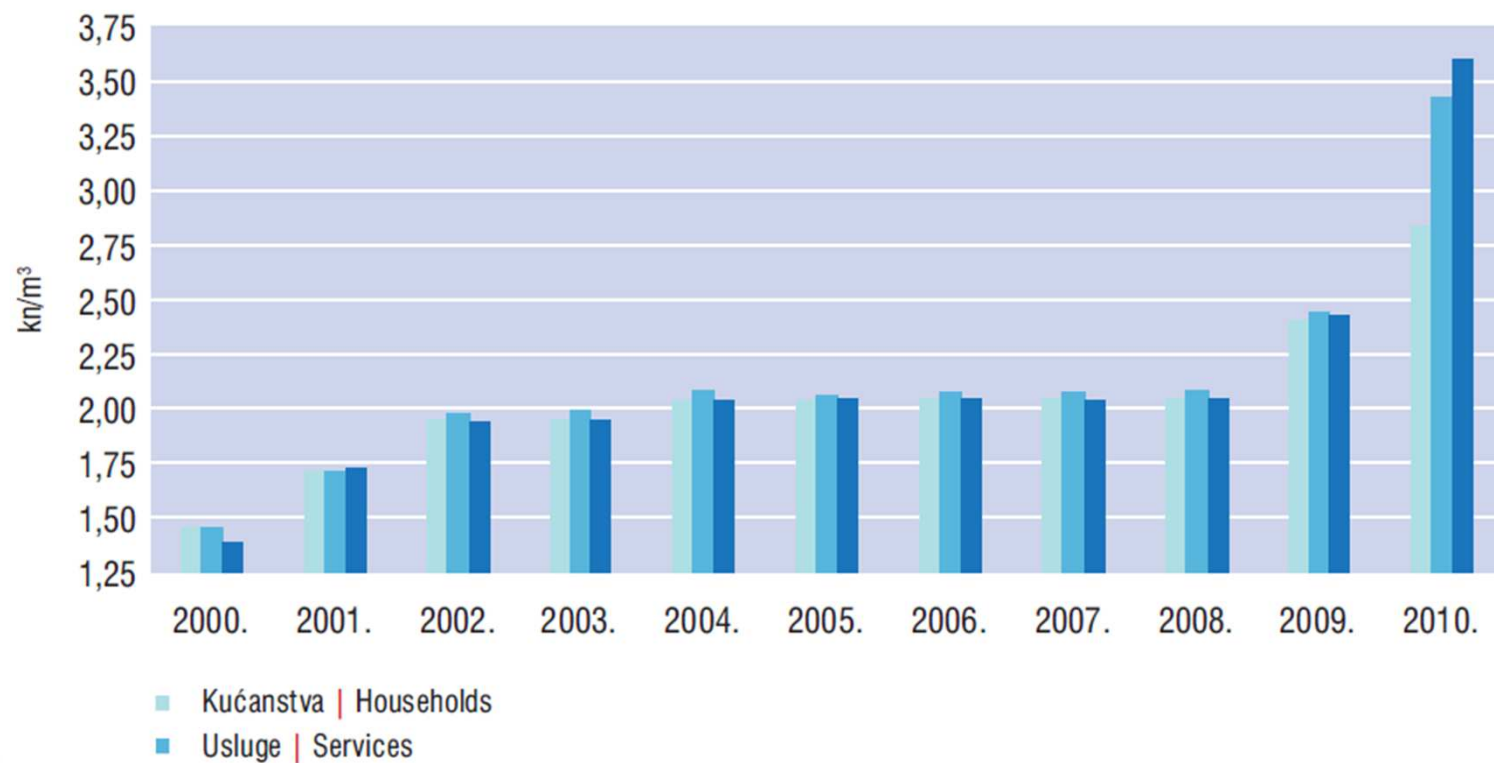
Ministarstvo gospodarstva;
ENERGIJA U HRVATSKOJ GODIŠNJI ENERGETSKI
PREGLED, 2010

Potrošnja električne energije u pojedinim sektorima

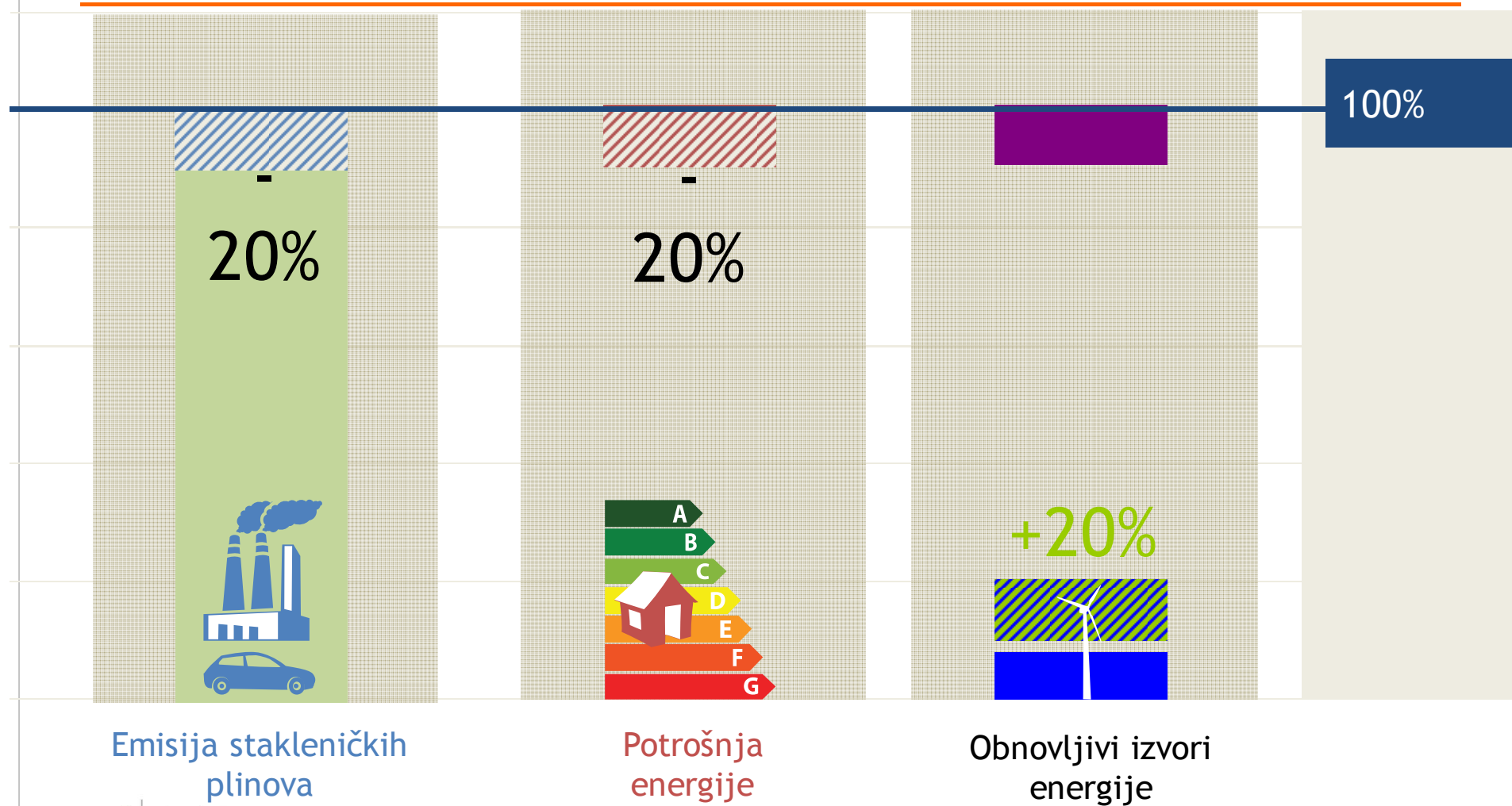


Cijena energenata u RH

- Kretanje prosječne prodajne cijene prirodnog plina od 2000. do 2010. godine



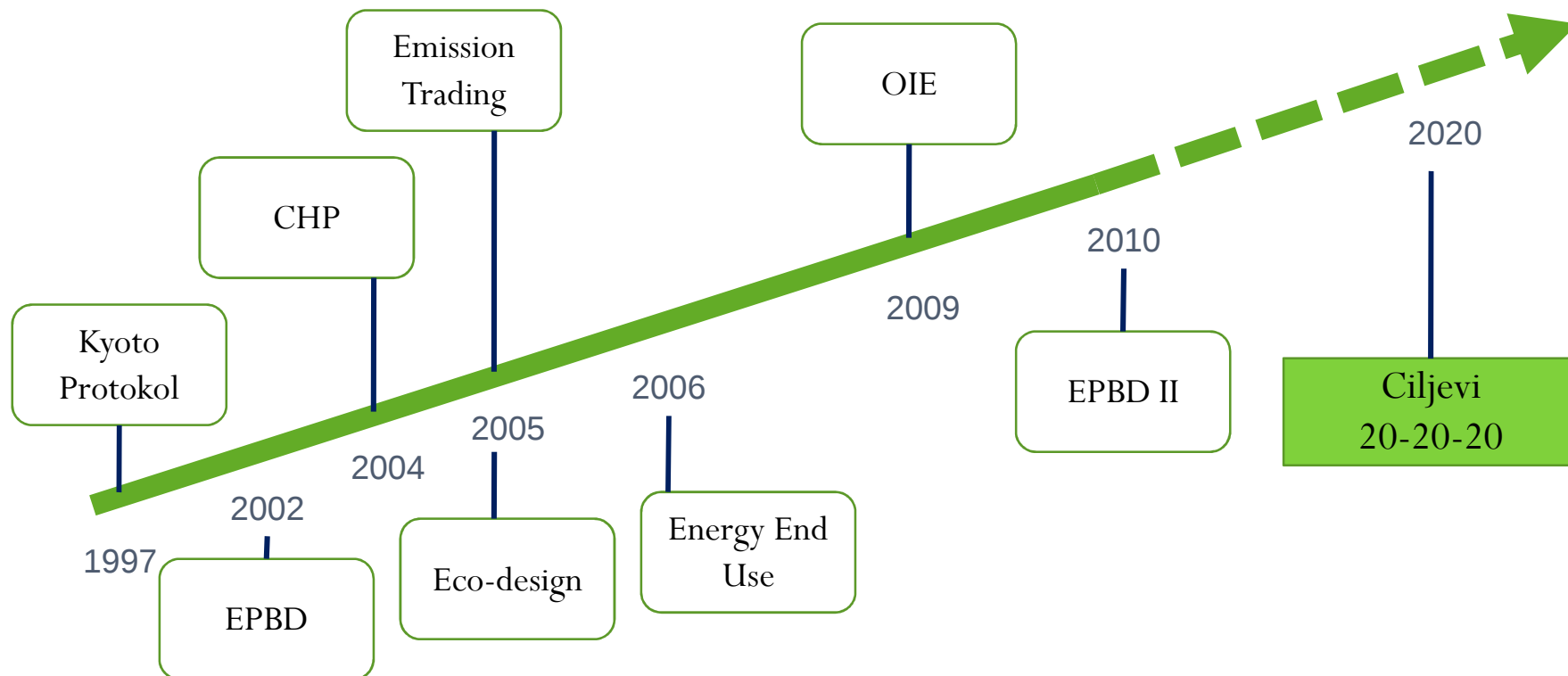
Politika EU



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

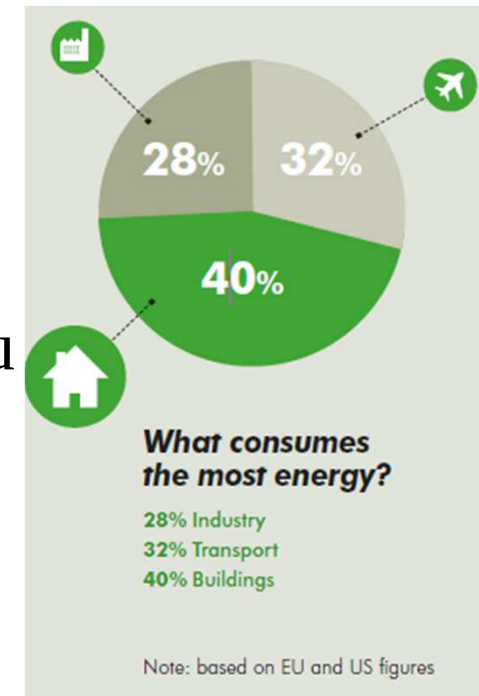
Savjetovanje HUZOP-a

Politika EU



Smanjenje potreba za energijom

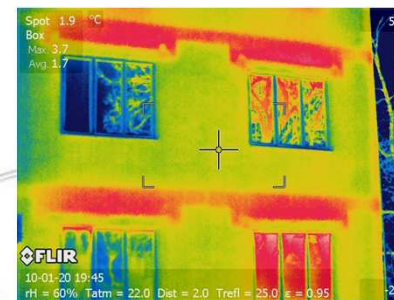
- ***Buildings and energy: impossible to ignore!***
 - *Zgrade i energija – nemoguće zanemariti*
- Iako je potrebno osigurati domaću proizvodnju energije (ne zanemariti i obnovljive izvore), **veliki se potencijali uštede nalaze u zgradama**, što je potrebno prepoznati i djelovati



Postizanje ciljeva, realno ili...?

- U RH u 2010. evidentirano ukupno 149,38 E6 m² korisne površine stambenih zgrada
- Nestambene zgrade 43,38 E6 m² od čega zgrade javne namjene 9,58 E6 m²

Čak **83 %** postojećih zgrada u RH toplinski ne zadovoljava niti Propise o toplinskoj zaštiti i uštedi energije **iz 1987. g.**



Postizanje ciljeva, realno ili...?

- Uz pretpostavku:
 - da se godišnje obnovi **3% površine zgrada**, oko 5 E6 m² i
 - da se pri tome potrošnja energije za grijanje smanji sa **200-250 kWh/m²a na 20-50 kWh/m²a**,
 - uz doprinos gradnje 10% zgrada godišnje u standardu G0EZ
- ostvarile bi se uštede finalne energije od 20,60 PJ čime bismo se **približili cilju 22,76 PJ energetske uštede do 2020. godine**

Izvor: EIHP



SLOVENIJA – stanje danas

36%

energije u Sloveniji potroši se u zgradama

80 mio EUR

kazni za prekoračene emisije CO₂ (I.2009)

preko 110.000

trenutno nezaposlenih u Sloveniji





Procjena troškova provedbe Programa obnove stambenih zgrada 2013.-2020.

**Procijenjeni trošak provedbe
Programa godišnje**

Procjena troška do kraja 2016.

**Procjena troška do kraja
2020.**

817.5 milijuna kn

2.5 mld kn

5 mld kn

FZOEU
382,5 mil/godišnje

FZOEU
1 mld kn

FZOEU
2 mld kn

- Država osigurava sredstva putem FZOEU i strukturnih fondova EU prosječno oko 47% potrebnih sredstava
- + JLP(R)S iz proračuna daje doprinos od prosječno 6%.
- Novčana ušteda:
 - razdoblje povrata investicija u obnove vanjskih ovojnica (OK.1 i VZ.3): 11-13 godina
 - prosječno sve mjere: razdoblje financijskog povrata oko 7 godina



Zašto?

- Mnogi zapaljivi materijali se koriste u izvedbi fasadnih sustava, a sve s **ciljem poboljšanja energetske učinkovitosti, smanjenja infiltracije vode i zraka te zbog njihove estetske vrijednosti.**
- Postoji mnogo dokumentiranih požara u svijetu koji uključuju prijenos požara po vanjskoj ovojnici zgrada.



Shanghai



CCTV Tower, Beijing fire

Zašto?

Frieder Kircher
Viši službenik –
Vatrogasna služba Berlina



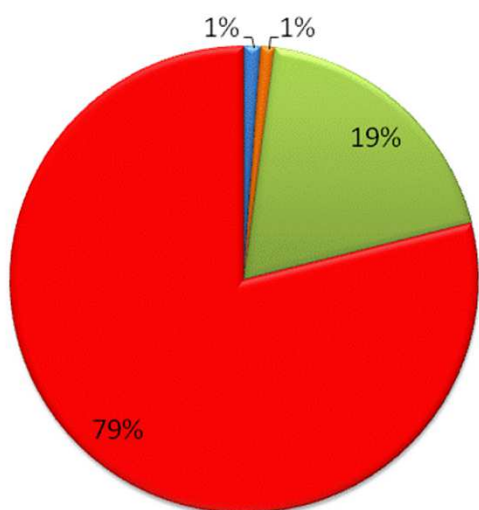
“Najopasnije vrijeme kada se zgrada može zapaliti je tijekom njezine izgradnje i obnove.

U veljači 2012. sam morao gasiti požaru zgradi koja je bila u cjelokupnoj obnovi. Požar je počeo tijekom noći. Nije bilo vrata između stanova i drvenih stepenica.

*Osim toga, mnogo građevinskog materijala je bilo uskladišteno u zgradi, spremno za rad sljedeći dan, što znači da je **postojalo mnogo zapaljivih materijala i ničega da spriječi širenje požara.***

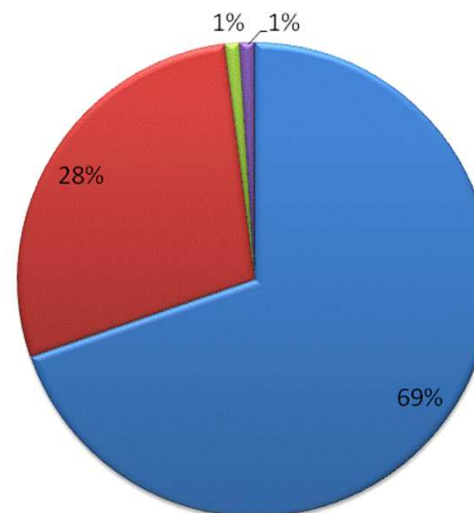
Kada su stigli prvi vatrogasci, cijela zgrada je bila u plamenu, od prizemlja do krova. Nisu imali nikakve šanse da kontroliraju plamen.”

Broj požara fasade prema visini zgrade



■ 11-100 katova ■ 6-10 katova ■ 3-5 katova ■ 1-2 kata

Požar na fasadama - promatrani svi tipovi zgrada



■ 1-2 kata ■ 3-5 katova ■ 6-10 katova ■ 11-100 katova

Požar na fasadama - stambene, uredske, zgrade institucija

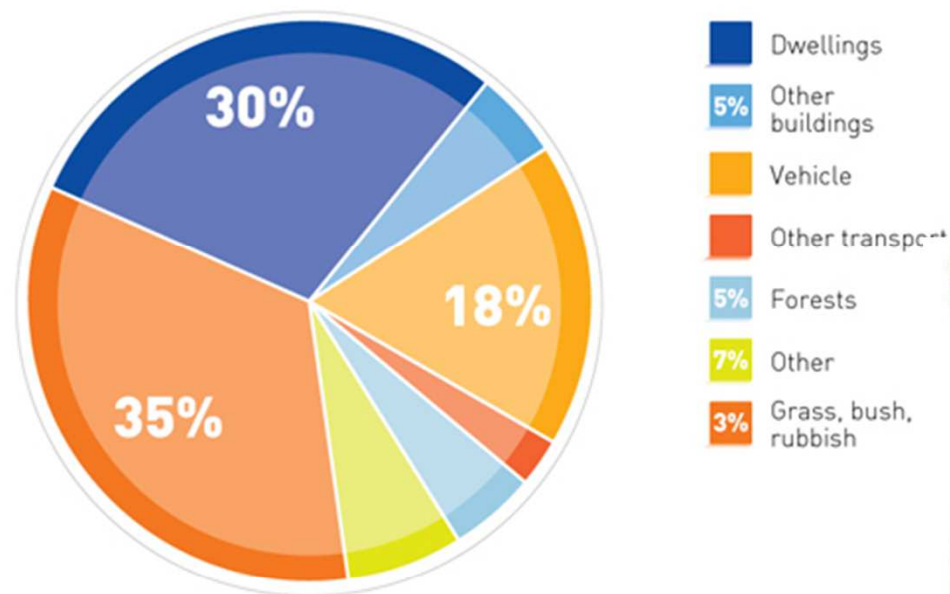


Fire hazards of exterior wall assemblies containing combustible components

N. White, M. Delichatsios, M. Ahrens, A. Kimball
1st International Seminar for Fire Safety of Facades, Paris (France), 2013

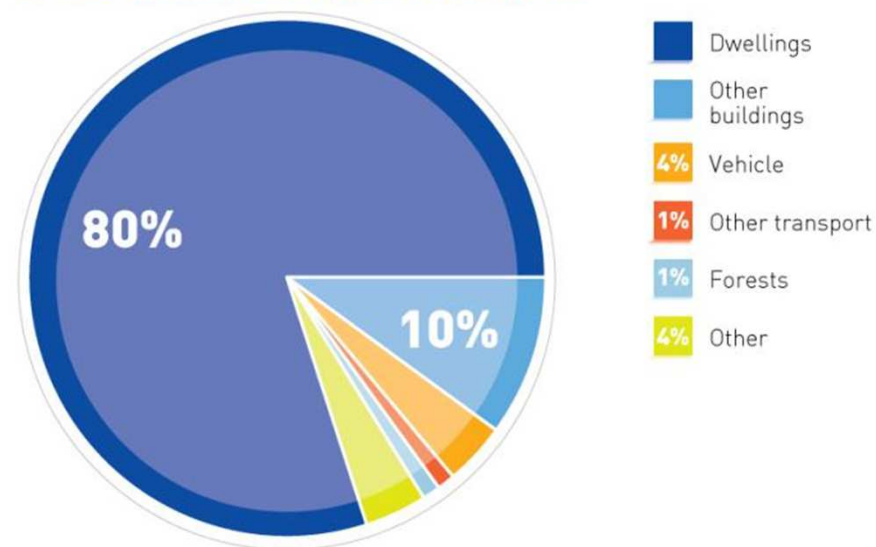
Činjenice koje su poznate...

GENERAL DISTRIBUTION OF FIRES
BY FIRE ORIGIN IN COUNTRIES OF THE WORLD



Source: the Centre of Fire Statistics of CTIF, Dr. Ing. Peter Wagner

GENERAL DISTRIBUTION OF FIRE DEATHS
BY FIRE ORIGIN IN COUNTRIES OF THE WORLD



Source: the Centre of Fire Statistics of CTIF, Dr. Ing. Peter Wagner 2006

Izvor:

- Centre of Fire Statistics CTIF

Zašto?

- 50% svih tvrtki pogođenih požarom **bankrotiraju unutar 3 godine** (Source: Geneva Assoc.)
- 30% smrti i ozljeda povezanih s požarom u svijetu vezano je uz **djecu** (Source: NIBRA)
- 80 % smrtnih slučajeva povezanih s požarom dogodila su se zbog udisanja **dima i otrovnih plinova** (Source: NIBRA)

Izvor:

- Fire Safe Europe

Shanghai, China 2010



Zašto?

- **50% građana Europe** će u svom životu biti izloženi požaru
- **70.000 ozbiljnih ozljeda povezanih s požarom** godišnje u Europi (potrebna hospitalizacija) (Source: NIBRA)
- Samo u Njemačkoj **600 smrtnih slučajeva godišnje** sa štetom uzrokovanom požarom u visini od cca **6 milijarde EUR** (Source: German Fire Protection Assoc./VFDB)
- Odjel za strateško planiranje, analitiku i razvoj MUP-a RH
 - u 2011. godini **ukupno 2600 požara u građevinama** .
- Ukupna materijalna šteta uzrokovana požarom **205.356.904 kuna**,
- **Broj poginulih osoba u RH iznosio 40, a ozlijeđenih 69.**

London, England (2006)



Nekoliko velikih požara

- Prijenos požara po fasadi



April 17, 2014
Cambridge, Massachusetts
REUTERS/John Cetrino



November 18, 2012
Dubai, UAE
Tom Bell-Wright



May 15, 2012
Roubaix, France



April 4, 2013; Grozny
© RIA Novosti. Said
Tsarnaev

Promjene...

- Zgrade oko nas se mijenjaju
 - Novi materijali
 - Moderne tehnologije
 - Veće, više zgrade
- Znamo li se prilagoditi?



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...



A balancing Act

Source: Bill Duncan

Architects, designers and builders face competing demands:

- Aesthetics & Innovation
- Environmental performance & resource efficiency
- Energy efficiency
- Sustainability
- Rapid construction & Cost containment

Fire safety is not the predominant consideration

Energetska učinkovitost

- Poštivanjem zahtjeva EPBD II i EE direktiva **izravno se utječe na veću količinu toplinske izolacije i ugradnju sustava obnovljivih izvora energije.**
- **Povećava se:**
 - Požarno opterećenje
 - rizik od požara u zgradama
- **Smanjuje se**
 - vrijeme potrebno da se mali požar razvije do stupnja kad on predstavlja značajnu opasnost – **cca 3 minute***



*Source: Swedish fire and rescue service

Zadatak zaštite od požara na fasadama

- **Spriječiti brzo širenje požara preko više od 2 etaže** iznad ili ispod mjesta inicijacije požara prije reakcije vatrogasnih postrojbi (u većini slučajeva 15-20 min)
- Bez opasnosti od **padanja velikih dijelova fasade**



Nakon 12 minuta

„flash-over“ 1. etaža



Nakon 20 minuta

„flash-over“ 2. etaža



Nakon 25 minuta

Energijska učinkovitost

- Izolacija vanjske ovojnice zgrade je ključna, ali...
- Projektanti imaju **odgovornost pridržavati se temeljnih zahtjeva za građevinu pri povećanju energetske učinkovitosti zgrade**
 1. mehanička otpornost i stabilnost
 2. **sigurnost u slučaju požara**
 3. higijena, zdravlje i okoliš
 4. sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe
 5. zaštita od buke
 6. gospodarenje energijom i očuvanje topline
 7. održiva uporaba prirodnih izvora.



Sigurnost u slučaju požara

- Građevine moraju biti projektirane i izgrađene tako da u slučaju izbijanja požara:
 1. nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja
 2. nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno
 3. širenje požara na okolne građevine je ograničeno
 4. korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni
 5. sigurnost spasilačkog tima je uzeta u obzir.



Ponavljanje je majka znanja!



- Nezadovoljenje bitnih zahtjeva!
- Nestručno izvedena “poboljšanja” vrlo često rezultiraju građevinskom štetom!
 - mehanička otpornost i stabilnost?
 - sigurnost u korištenju?
 - ušteda energije i toplinska zaštita?
 - zaštita od požara?



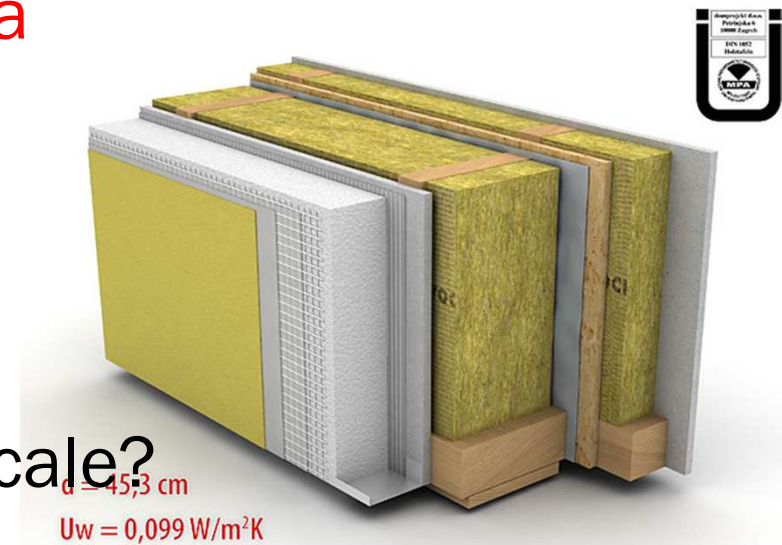
- Ulica Domovinskog rata – Vukovar
- 150 m² fasade palo nakon nevremena

Što impliciraju pojedini postupci na konačni proizvod – zgradu?



Zahtjevi na vanjsku ovojnicu

- Povećanje toplinskog otpora građevnih dijelova vanjske ovojnice
- Smanjenje zrakopropusnosti
- Minimiziranje toplinskih mostova
- Kompleksni problemi rješavanja detalja
- Požar?
 - Ponašanje materijala?
 - Ponašanje sustava?
 - Ponašanje na zgradi – full scale?



Zašto brinuti o zaštiti od požara zbog ETICS fasade?

- Količina gorive izolacije na vanjskim zidovima raste: i u m² i u debljini
- Tehnologije se razvijaju: žbuka je tanja i organska
- Za vrijeme obnove, zaštita od požara je posebno potrebna
- Deklarirana zaštita od požara se postiže jedino ukoliko građ. praksa osigurava savršenu aplikaciju

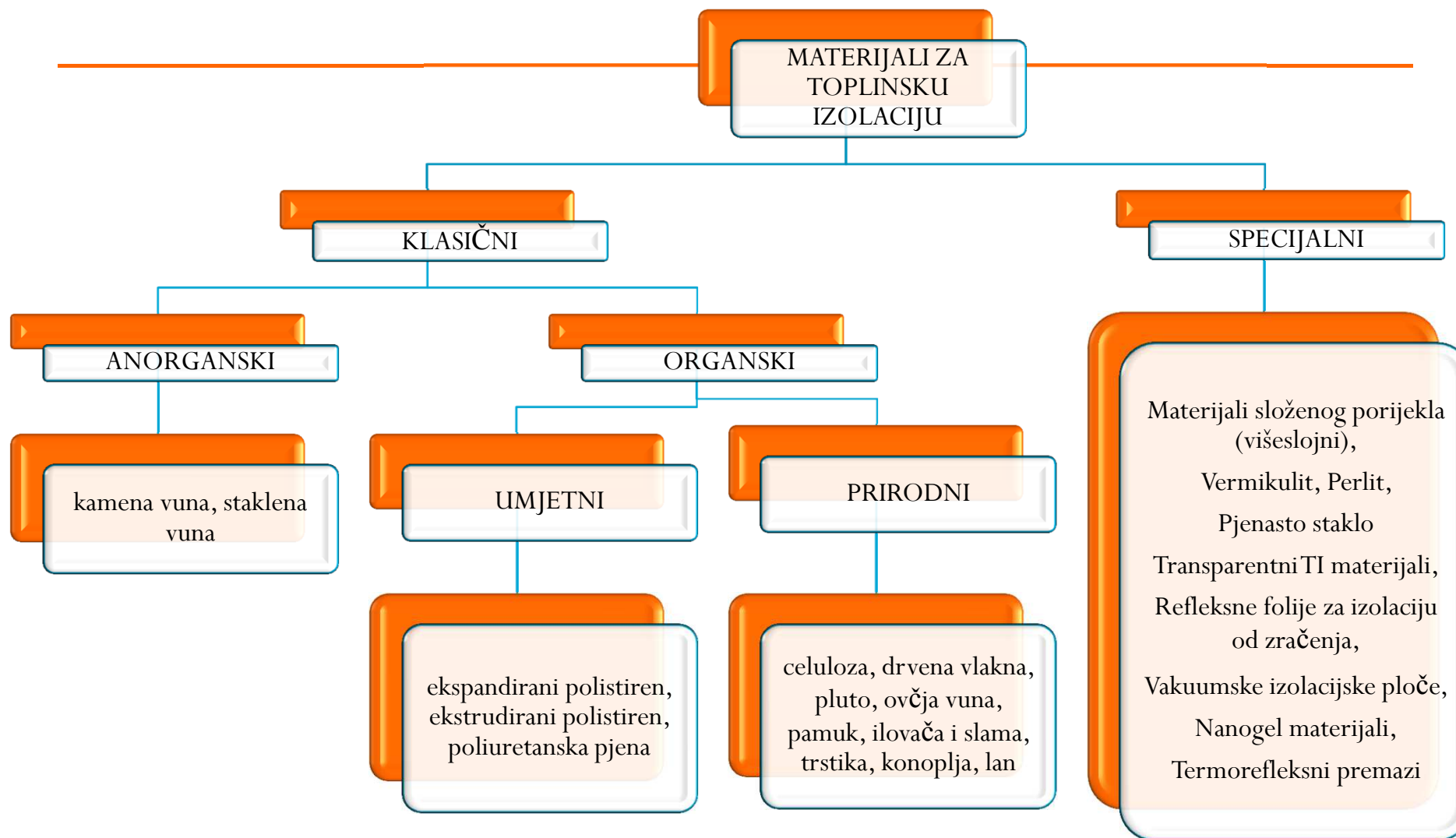


Obnova će donijeti...

- veću debljinu izolacije
- Nekoliko puta više izolacije!

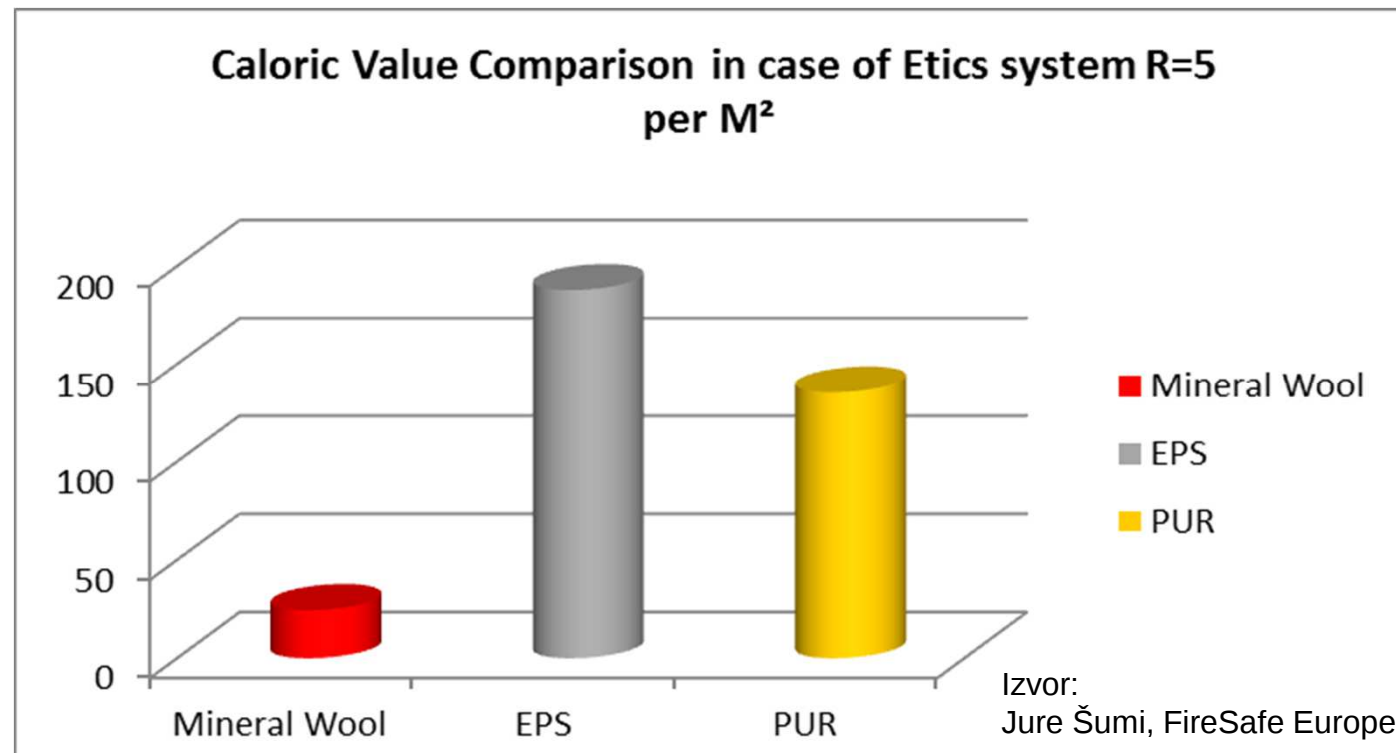


Podjela materijala za toplinsku izolaciju



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!**



Koje su izvedbe kritične?



- **Javne zgrade od društvenog interesa**
 - Kuće za starije i nemoćne
 - Zdravstvene ustanove
 - Škole i vrtići



Koje su izvedbe kritične?



- **Visoke zgrade**
 - Višestruki rizik od širenja požara, ozbiljne posljedice
 - Ograničena evakuacija – obično jedan evakuacijski put!
 - Ograničena sredstva za gašenje požara – samo iznutra

Što kažu države članice EU?

- Države članice odlučuju koju razinu **zaštite od požara** primjeniti i kako.
- zbog nedostatka dogovora Europski standardi odnose se samo na **razrede**.
- **razred** predstavlja samo minimum sigurnosti za male požare



FULL SCALE ISPITIVANJA

- Ponašanje fasadnih sustava u požaru se ne može u potpunosti ocijeniti provođenjem laboratorijskih ispitivanja.
- na ponašanje fasadnih sustava utječu parametri poput
 - mehaničkih svojstava (stabilnost, padanje komada i čestica, otapanje) i
 - širenje požara kroz šupljine
 - može se **procijeniti samo kroz full scale ispitivanja sa realnim konstrukcijama i izvedbama fasade**
- Pri čemu je vidljivo da u stvarnosti na širenje požara **nije bitna samo reakcija komponenti na požar**, nego i drugi detalji, kao kvaliteta pričvršćenja, požarne barijere itd.

Izvor:

Fire safety of ETICS with EPS material properties and relevance for fire safety during transport, construction and under end use conditions in external thermal insulation component systems

Edith Antonatus *BASF SE, Ludwigshafen, Germany*

1st International Seminar for Fire Safety of Facades, Paris (France), 2013

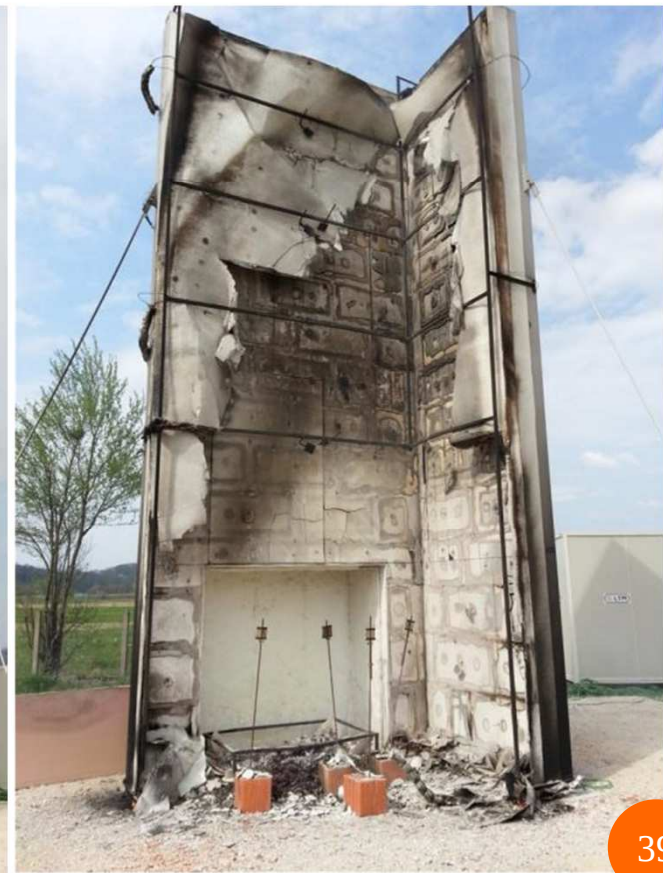
CONFIRMED
DECEMBER 2007

Fire performance of external cladding systems —

Part 1: Test method for non-loadbearing
external cladding systems applied to
the face of the building



Izvor:
Dr Sarah Colwell; BRE Global



Što kažu države članice EU?

- **Zakoni** koji reguliraju zaštitu od požara na ETICS sustavu **se jako razlikuju**
- Euroclass nije prihvaćen kao jedini kriterij u mnogim državama
 - posljedično, **jedan ETICS sustav je siguran u jednoj ali ne i u drugoj zemlji**



Što kažu države članice EU?

- Sve češće se provode veliki nacionalni testovi!
 - U Hrvatskoj održan 28.5.2014.
www.grad.unizg.hr/fft

- Organizatori:



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



- Znanstveni partneri:



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

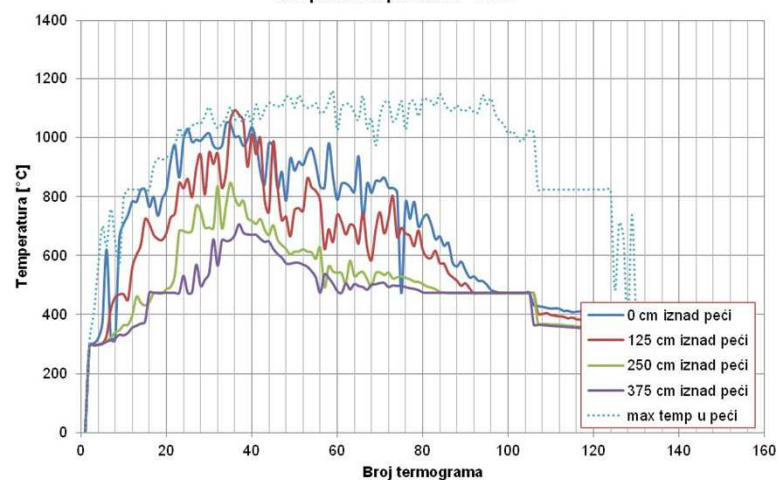
Savjetovanje HUZOP-a



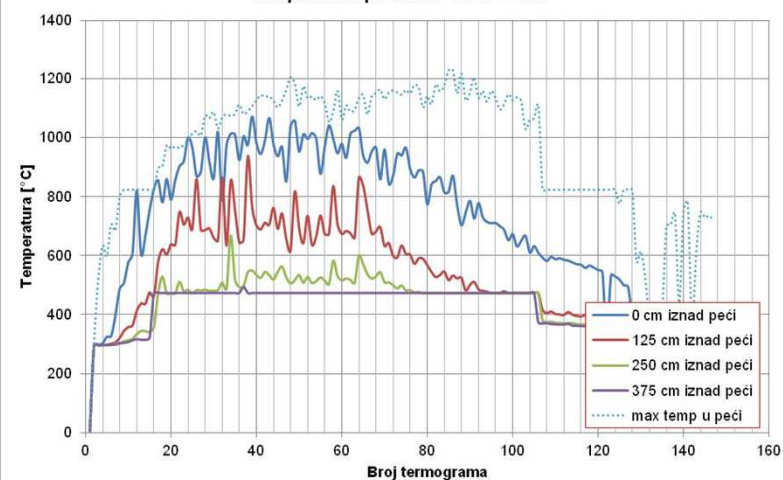




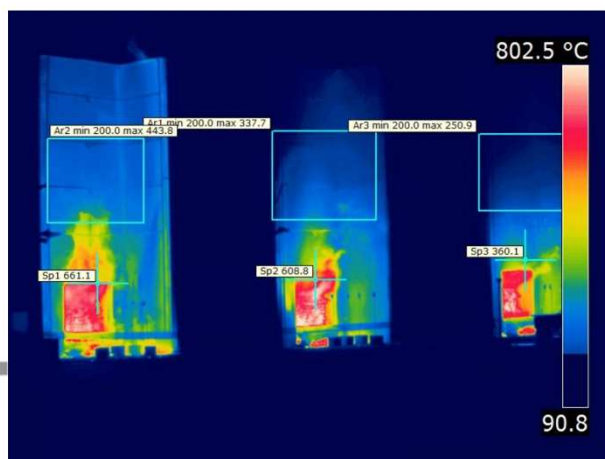
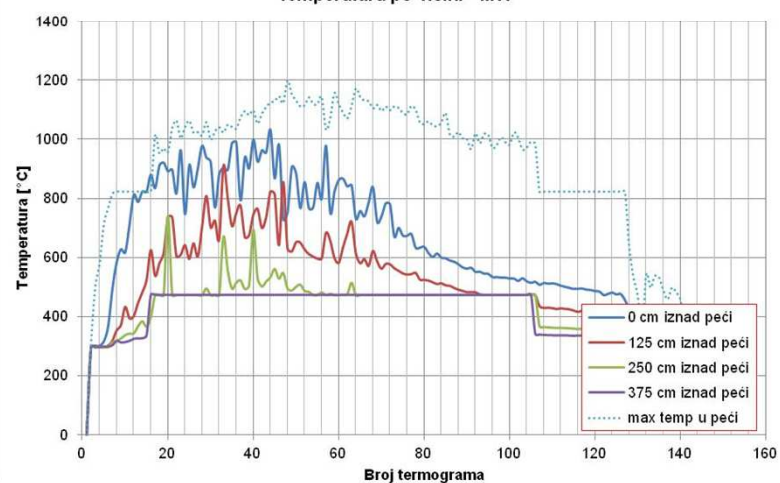
Temperatura po visini - EPS



Temperatura po visini - EPS + MW



Temperatura po visini - MW



Koje aspekte relevantne institucije razmatraju?

- EPBD II i EE Direktive će utjecati na masovne obnove zgrada diljem EU, što će utjecati na veću količinu izolacije

UŠTEDA ENERGIJE



MANJE EMISIJE



ZAŠTITA OD POŽARA



Obnova EPS-om u Hrvatskoj



Osijek, Četverolist
18 katova, 60 m, 300 stanara
Najviša zgrada u Osijeku



Ekonomski institut, Zagreb



Prva osnovna škola Ogulin

Obnova EPS-om u Hrvatskoj



Obnova zgrade Srednje škole u Koprivnici
Sufinancira Fond za zaštitu okoliša i
energetsku učinkovitost



Varaždin, Srednje škole, učenički dom
Ukupno 9 zgrada
u okviru Programa energetske obnove

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara

- Građevni proizvod koji se ugrađuje na fasadu treba zadovoljiti zahtjeve u pogledu **reakcije na požar** prema Prilogu 2, **Tablici 4**, Pravilnika
- sukladno hrvatskoj normi HRN EN 13501-1 i HRN EN 13501-5.

Građevni dijelovi	Zgrada podskupine (ZPS)									
	ZPS 1	ZPS 2	ZPS 3	Visoke zgrade						
Ovješeni ventilirani elementi pročelje										
Klasificirani sustav	D	D-d1	D-d1	C -d1		B -d1		A2-d1		
ili										
Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama										
Vanjski sloj	D	D	D	A2-d1		B-d1	A2-d1		B-d1	A2-d1
Podkonstrukcija										
– štapasta	D	D	D	D	ili	D	C	ili	C	A2
– točkasta	A2	A2	A2	A2		A2	A2		A2	A2
Izolacija	D	D	D	B		A2	B		A2	A2
Toplinski kontakti sustav pročelja										
Klasificirani sustav	D	D	D	C -d1		C -d1		A2-d1		
ili										
Sastav slojeva sa slijedećim klasificiranim komponentama										
– pokrovni sloj	B-d1	B-d1	B-d1	B-d1		B-d1		A2		A2
– izolacijski sloj	E	E	D	B		A2		A2		

47

Obnova: potrebna posebna pažnja

- Gorivi materijali tijekom obnove: izvor rizika od požara
- Nedovršene zgrade nisu u skladu s građevinskim zakonom!
- Požar na Sveučilišnom kampusu u Rijeci tijekom gradnje (travanj 2009.)



Obnova predgotovljenim panelima

- Energetskom obnova višestambene zgrade bez iseljavanja stanovnika



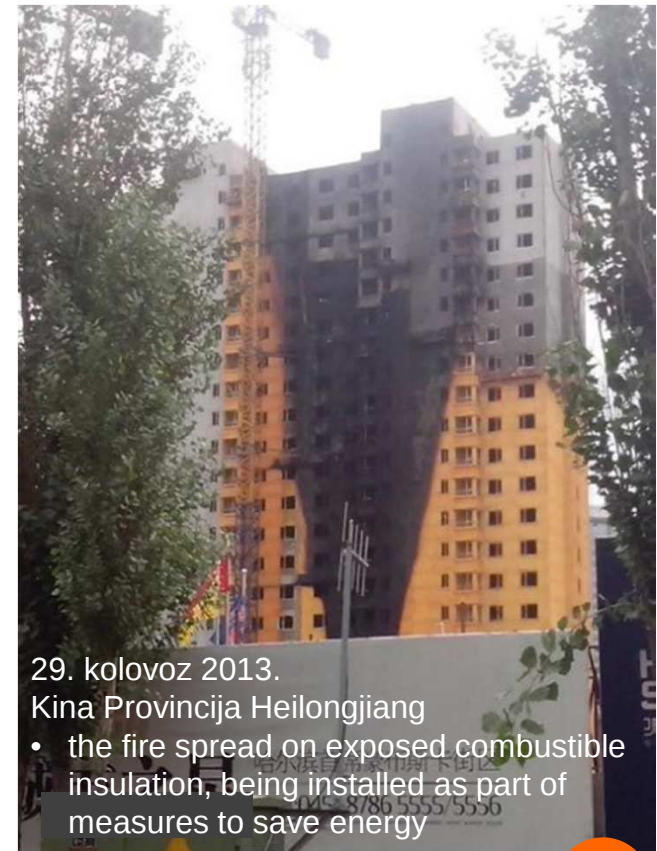
Johann Aschauer, Linz

Primjeri u svijetu – faza gradnje

28. kolovoz 2013. Bahrain

NSA Bahrain Fire Rescue chief *"The building went up in flames fast because the whole outside of the building is coated in petroleum-based insulation."*

The urethane insulation siding was used to insulate the whole building and it is very flammable when exposed, so once part of it caught fire the rest did.



29. kolovoz 2013.

Kina Provincija Heilongjiang

- the fire spread on exposed combustible insulation, being installed as part of measures to save energy



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

Savjetovanje HUZOP-a

Fotovoltaici i požar...?

- Kroz povijest
 - Pokazalo se da vatrogasci imaju problema s gašenjem požara u zgradama s velikim površinama PV panela (zatvoreni sustav)



Source:
Photovoltaic's and Fire
Guide 2011

Fotovoltaici i požar

- Projektiranje, instalacija i održavanje PV sustava sukladno zahtjevima zaštite od požara

4 osnovna pravila

- Sprječavanje širenja požara
- Zaštita od izloženosti naponu
- Vanjski pristup gasiteljima
- Informacije i obavijesti za gasitelje



Požari se uistinu događaju

Mermoz Tower, Roubaix, France May 2012.

- Požar je počeo na balkonu 2. kata stambene zgrade od ukupno 18 katova.
- Širi se po visini zgrade po fasadi obloženoj s **aluminijskim kompozitnim panelima**.



Tamweel Tower, Dubai

18. studeni 2012

- 34 katova visoka zgrada – vanjska ovojnica od aluminijskih sendvič panela s **jezgrom od PUR-a**.
- Požar nastao na vrhu zgrade, širio se prema dolje po fasadi
- **značajna količina padajućih čestica**



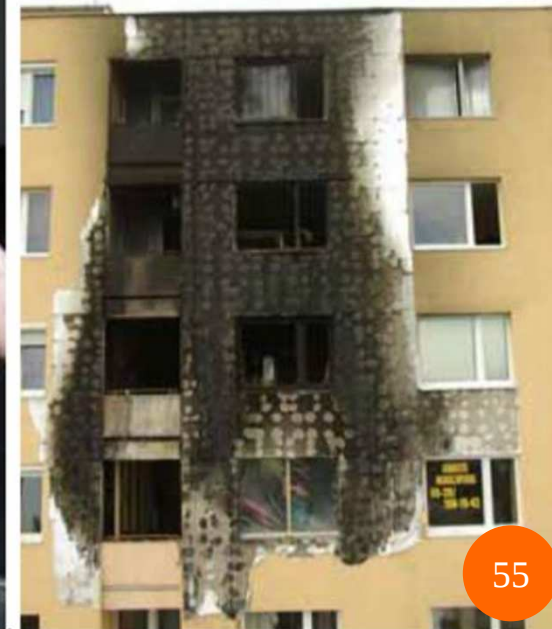
Source:

Croucher M. (2012) Residents of Dubai's Tamweel Tower relive fire ordeal. TheNationalUAE, 2012 Nov 19, 2012

Miskolc, Mađarska 15 kolovoz 2005

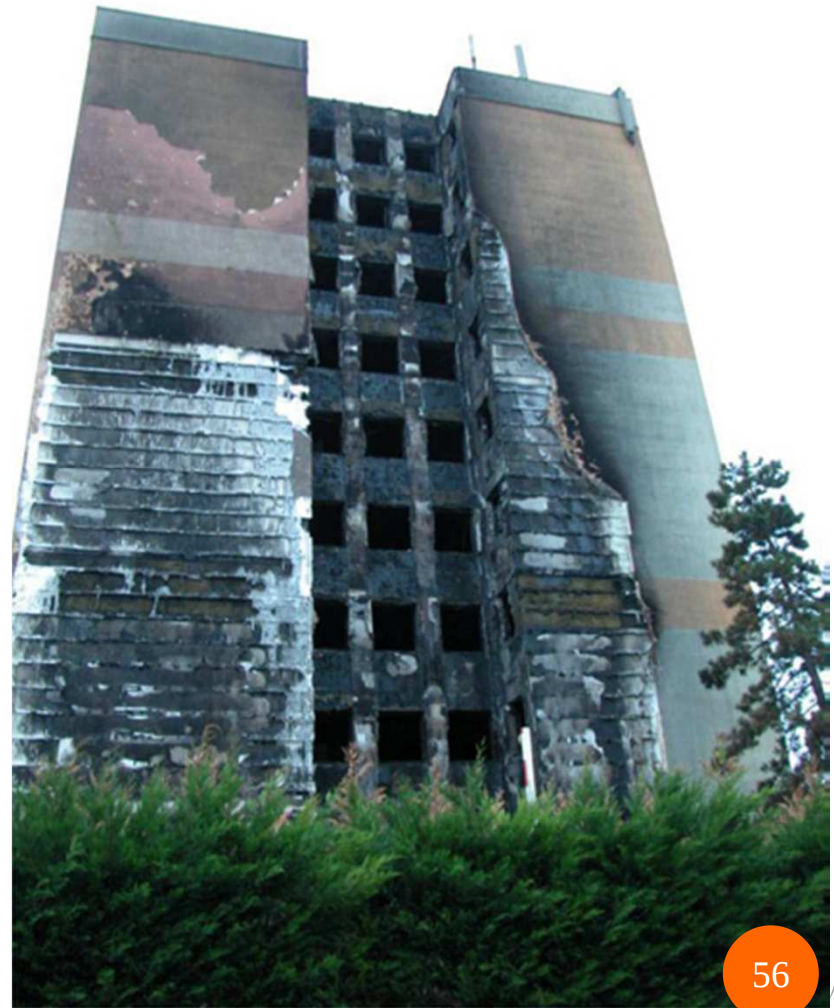
- Vertikalno širenje požara po fasadi izrađenoj s ETICS sustavom sa 6. na 11. kat zgrade
- Faktori koji su doprinijeli požaru:
 - Izolacija od EPS-a,
 - neadekvatna ugradnja izolacije i završne žbuke,
 - bez korištenja barijera od MW, naročito oko prozora

Source:
HAJPÁL M., editor (2012)
Analysis of a tragic fire case in panel
building of Miskolc.
Integrated Fire Engineering and
Response; 2012; Malta



Dijon, France 14 studeni 2010

- Požar je **započeo u kontejneru za smeće** s vanjske strane zgrade
- rezultirao je brzim vertikalnim širenjem po **ETICS fasadi** (izolacija od EPS-a s barijerama od MW)



Source:

Seven die in fire in immigrant hostel in Dijon,
France. BBC News Europe. 2010 14
November 2010

Zaključak

- Ovdje prikazani primjeri požara u zgradama se smatraju primjerima gdje su **upotrijebljeni materijali ili način ugradnje koji ne zadovoljavaju propise i kriterije ispitivanja**, i to u zemljama gdje je **kontrola gradnje vrlo razvijena**

FIRE SAFETY FIRST

www.firesafetyfirst.eu

FireSafetyFirst is a European pledge campaign asking Members and Candidate Members of the European Parliament to work for a fire safe Europe during the next European Parliamentary term (2014-2019)

Zaključak

- Europske direktive utječu na zaštitu od požara u zgradama
- Veliki broj zgrada za obnovu
 - mali broj stručnjaka s potrebnim znanjem o projektiranju zaštite od požara i stručnjaka s područja zaštite od požara.
 - **naročito inženjera koji rade u području energetske učinkovitosti**



Fire Safety and Sustainable Building Design

FiSSuB



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



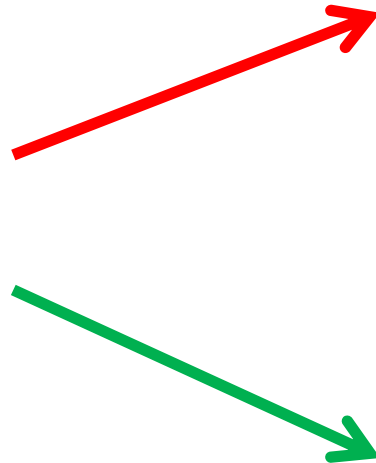
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



universidade
de aveiro

Naš cilj = manje energije + više sigurnosti

Energy efficiency - a huge opportunity to improve fire safety!



Manja potrošnja & manja sigurnost



Manja potrošnja & veća sigurnost



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

Hvala na pažnji!

Bojan Milovanović



KONTAKT:

bmilovanovic@grad.hr