



Zaštita od požara na energetski obnovljenim zgradama

Bojan Milovanović

Prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, dipl.ing.građ., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Dr.sc. Bojan Milovanović, dipl.ing.građ., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Koliko često se dogode požari na zgradama?



Broj požara?

London, England (2006)



- **50% građana Europe** će u svom životu biti izloženi požari
- **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 - **požari u građevinama**

Godina	Broj požara	Ukupna materijalna šteta [HRK]	Poginuli	Ozlijeđeni
2011	2600	205.356.904	40	69
2013	2188	187.310.778	25	96
2014	1501	49.435.777	23	106



Što se dogodilo u posljednjih nekoliko mjeseci

- 31.12.2015. - **četvrti veliki požar na neboderu** u Dubai-ju od 2012.
 - started around 17:30 GMT on Thursday and quickly shot up the 63-storey **Address Hotel**



RANIJI POŽARI:

- April 29, 2012,
 - 40 katova „Al Tayer Tower”
- November 18, 2012.
 - 37 katova „Tamweel Tower”
- February 21, 2015
 - 79 katova “Torch Tower”

- **Skopje – 16.2.2016.**
 - Požar na zgradi makedonskog proizvođača i distributera električne energije EVN-a i ELEM-a **tijekom rekonstrukcije**



GORI KONZUM U SARAJEVU: Već tri sata gase požar, evakuirana susjedna zgrada!



12:53 20.05.2016

Autor: Danas.hr

Foto: YouTube



U požaru koji je jutros oko 8.30 sati izbio u zgradi Konzuma na Trgu solidarnosti broj 4 u sarajevskom naselju Alipašino Polje, ozlijeđen je jedan vatrogasac koji se borio s vatrenom stihijom, javlja [Klix.ba](#).

Evakuirana je i susjedna zgrada u koju je počeo ulaziti gusti dim. Iako je prema prvim informacijama požar lokaliziran u 08.44 sati uz pomoć triju vatrogasnih vozila, vatra se proširila na krov objekta, a dim i na okolne objekte.



BACILI DJECU S PETOG KATA: Očajni roditelji spašavali djecu od požara



11:23 25.05.2016

Autor: Webcafe.hr

Foto: Screenshot



U nastavku vam prenosimo napete prizore snimljenog za vrijeme požara u stambenoj zgradi u Rusiji. Roditelji su pokušavali spasiti djecu iz gorućeg stana na petom katu zgrade i bacali je kroz prozor.

Svibanj 2016.

Sportska dvorana u Zlatar Bistrici

- 02.01.2016.



Zapaljen automobil trenera Tomislava Ivkovića

- 06.03.2016



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.

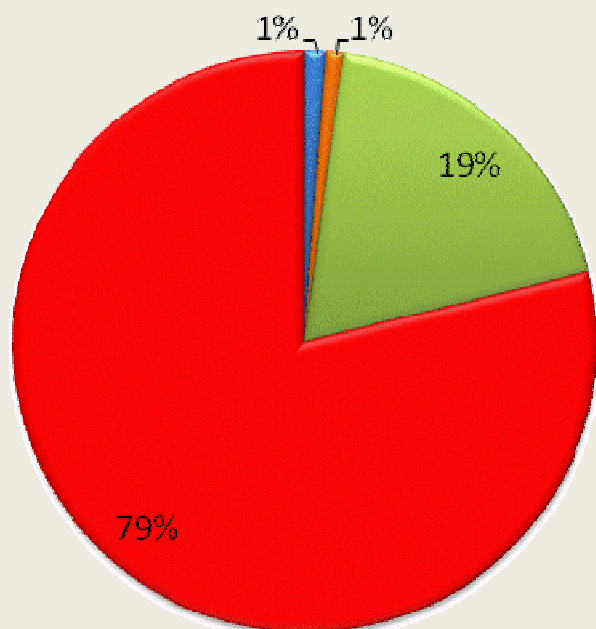
U veljači 2012. sam morao gasiti požaru zgradi koja je bila u cjelokupnoj obnovi. Požar je počeo tijekom noći. Nije bilo vrata između stanova i drvenih stepenica.

*Osim toga, mnogo građevinskog materijala je bilo uskladišteno u zgradi, spremno zarad 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.”

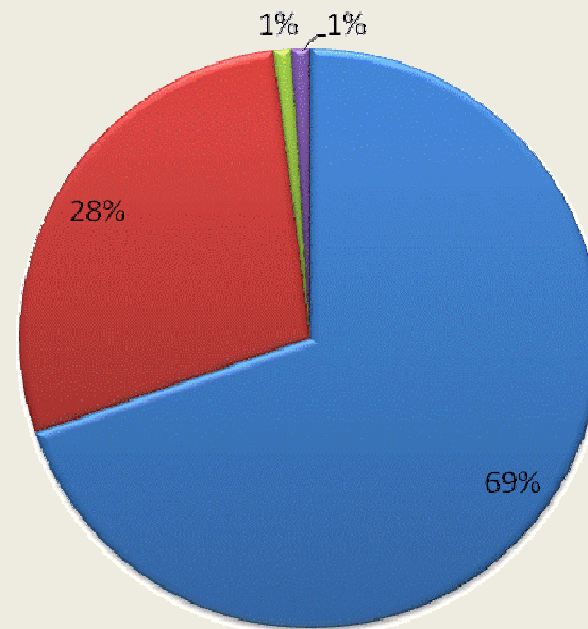


Broj požara fasade prema visini zgrade



■ 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

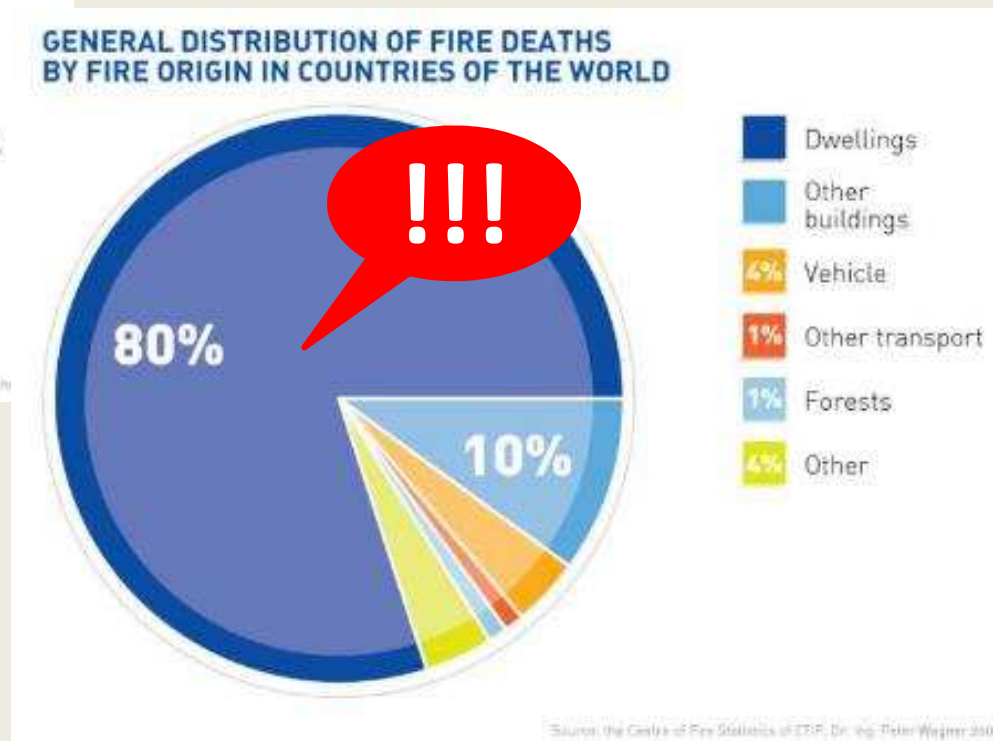
Požar na fasadama - stambene, uredske, zgrade institucija



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...



Izvor:

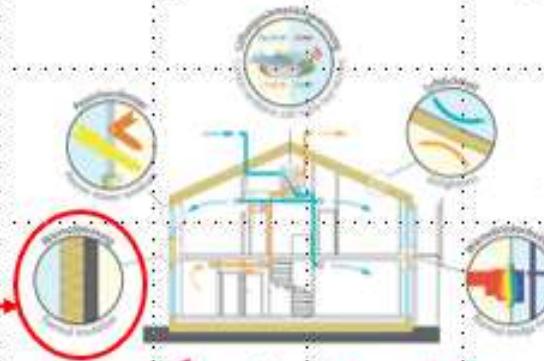
- Centre of Fire Statistics CTIF

INTRODUCTION



Source: DG Energy: EU Energy in Figures 2012

Energy efficient buildings



Source: www.passivhaus-institut.de/



Ajman, UAE
(March, 2016)



Dubai, UAE (January, 2016)



Dubai, UAE (February, 2015)



Macedonia
(February, 2016)



Paris, France
(September, 2015)



Zlatar Bistrica, Croatia
(January, 2016)

- The interaction of different materials within the system on building level are key to **how it will perform in fire** and it is therefore necessary to test facade systems in a **test that replicates a realistic fire scenario**.
- Urgent need to start considering **fire safety** as an integral part of **sustainable building design!**

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



Promjene...

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



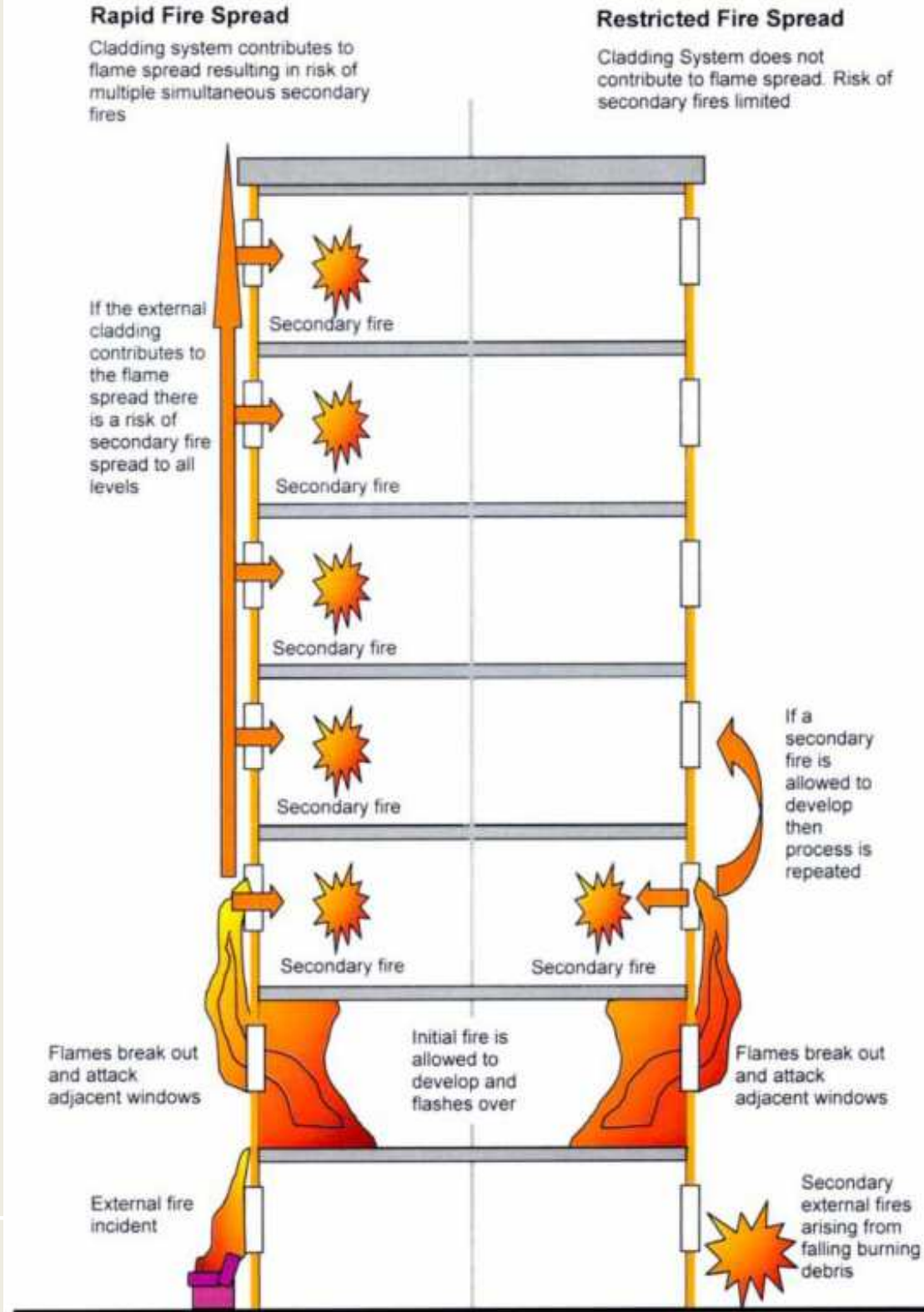
Zadatak zaštite od požara na fasadama

- **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**



Širenje požara

- zapaljivi materijali
- šupljine
 - kao dio sustava
 - stvorene delaminacijom
- Vatra može doprijeti 5 -10 puta dalje nego u slučaju njezine izvorne duljine



Energijska učinkovitost

-

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.



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



Miskolc, Mađarska 15 kolovoz 2005

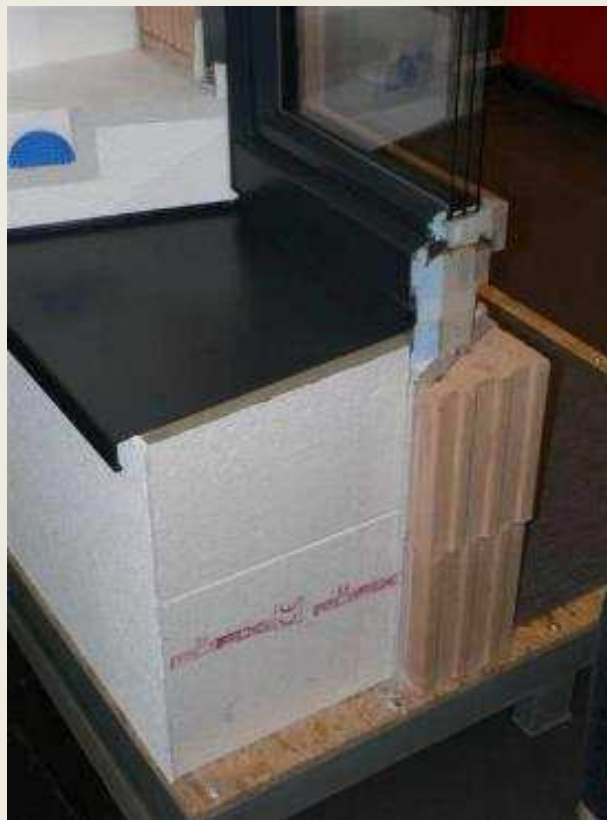
- Vertikalno širenje požara po fasadi izrađenoj s ETICS sustavom sa 6. na 11. kat zgrade
- Faktori koji su doprinijeli požaru:
 - Izolacija od EPS-a,
 - neadekvatna ugradnja izolacije i završne žbuke,
 - bez korištenja barijera od MW, naročito oko prozora

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



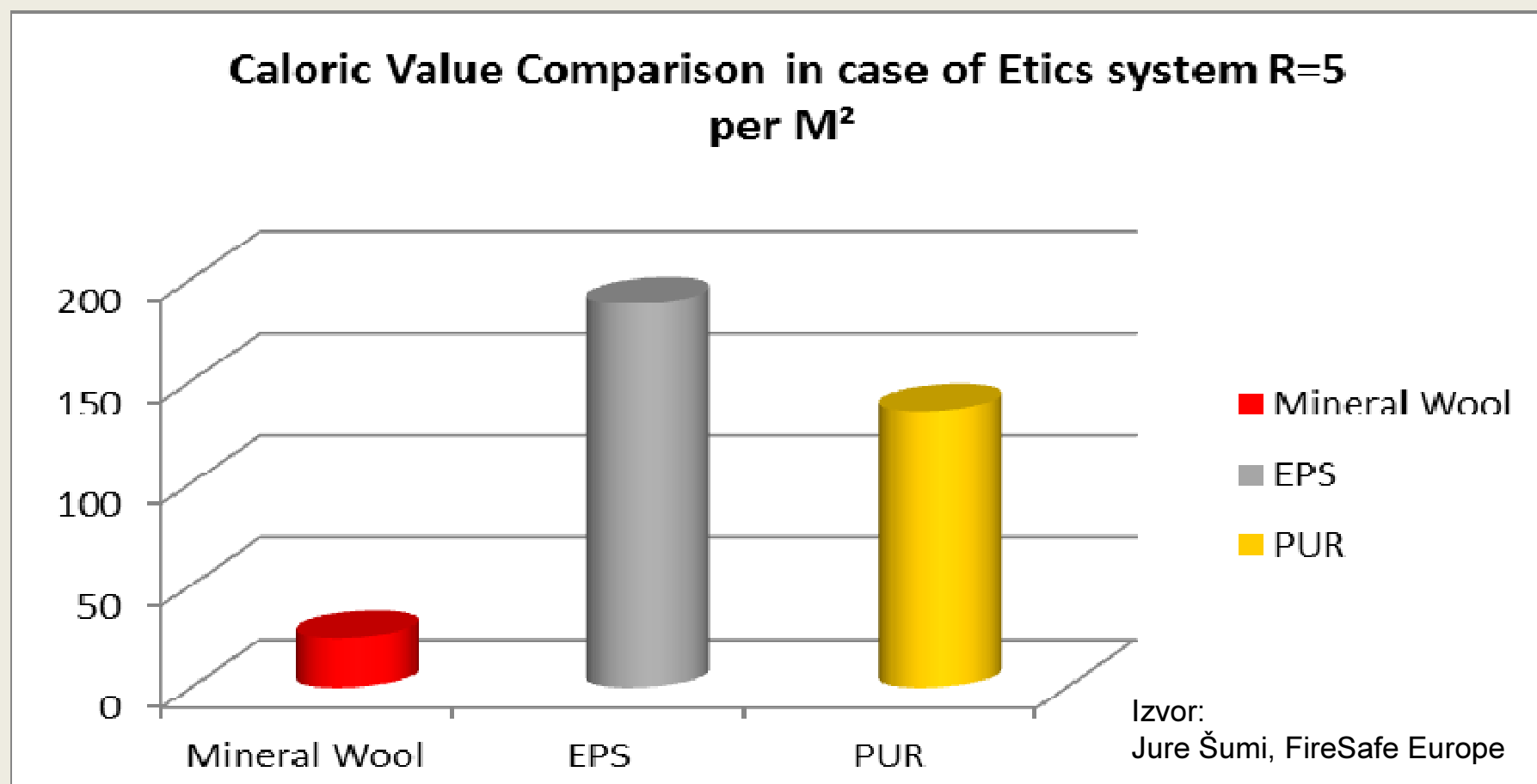
Obnova će donijeti...

- veću debljinu izolacije
- **Nekoliko puta više izolacije!**



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 elemente je potrebno uzeti u obzir...

- ... da bismo smanjili rizik od požara u zgradama?
 - Vrsta građevinskih materijala i sustava
 - Mogućnosti sigurne evakuacije
 - Korišteni sustavi aktivne i pasivne sigurnosti
 - ventilacija & odsisnici, detektori dima, sprinkleri, protupožarna vrata...
 - Namjena zgrade
 - trgovački centri & industrijske hale



Koje su izvedbe kritične?



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

Koje su izvedbe kritične?

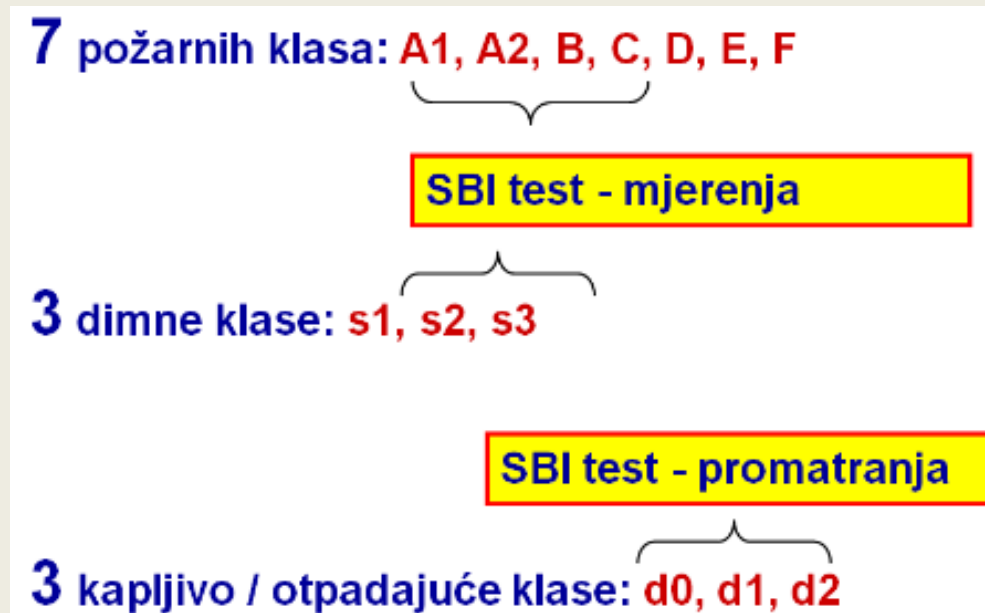


- **Visoke zgrade**
 - Višestruki rizik od širenja požara, ozbiljne posljedice
 - Ograničena evakuacija – obično jedan evakuacijski put!
 - Ograničena sredstva za gašenje požara – samo iznutra



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



Slide 27

M1

ovo je iz Carevićevih predavanja, ali tu ima jedna greškica: SBI mjerenja su za razrede A2, B, C,D (valjda se ova crta ispod pomaknuila u lijevo), a pošto se razred dokazuju sa više ispitivanja od SBI testa, ovo izgleda nedorečeno ili netočno. Stavila sam sijedeći slide

Marija; 3.5.2014.

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**



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?

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



- Znanstveni partneri:



5. PROJEKT "FFT"



Oznaka uzorka	S1	S2	S3
Opis uzorka	ETICS sa zapaljivom toplinskom izolacijom (EPS) + organska završna žbuka	ETICS sa nezapaljivom toplinskom izolacijom (MW) + organska završna žbuka	ETICS sa zapaljivom toplinskom izolacijom (EPS) + organska završna žbuka Sa požarnim barijerama iznad otvora (njemački standard)
	B-s2,d0	A2-s1,d0	B-s2,d0 (A2-s1,d0 barrier)



Rezultati ispitivanja – vizualne karakteristike



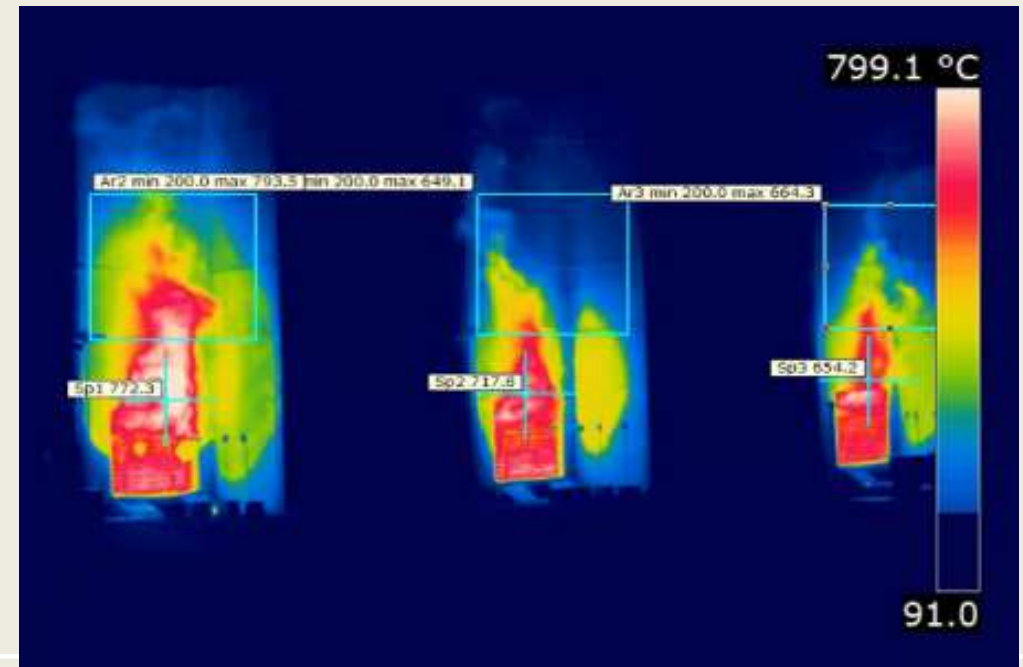
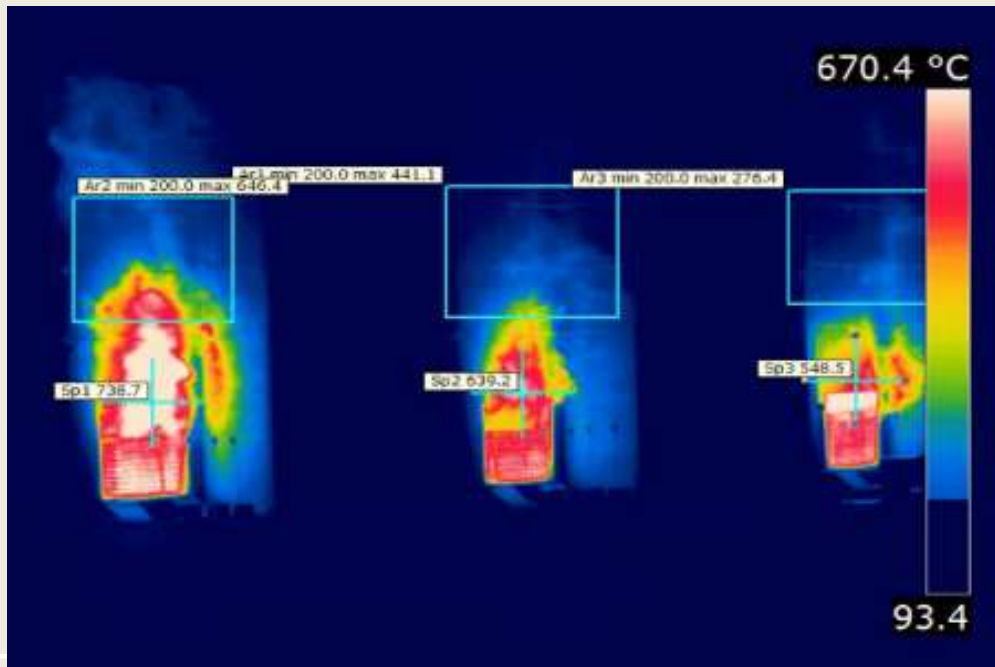
- Fastest fire spread, both vertically and horizontally, was present on TS_1 accompanied with significantly more smoke production compared to TS_2
- Fire barrier however, didn't prevent fire from consuming the TS_2 → EPS melted and pooled on top of the fire barrier → melted EPS drip out as burning droplets after the render cracked → delayed smoke production & smouldering
- On TS_1 the whole EPS insulation burned out, while on TS_2 the EPS insulation had melted only partially

**Presented photos are taken during the Test 1*

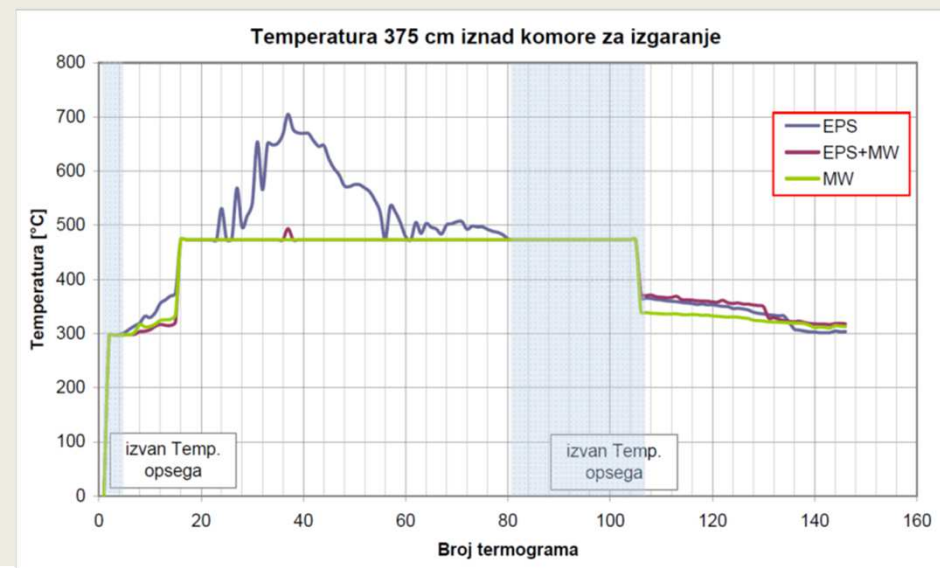
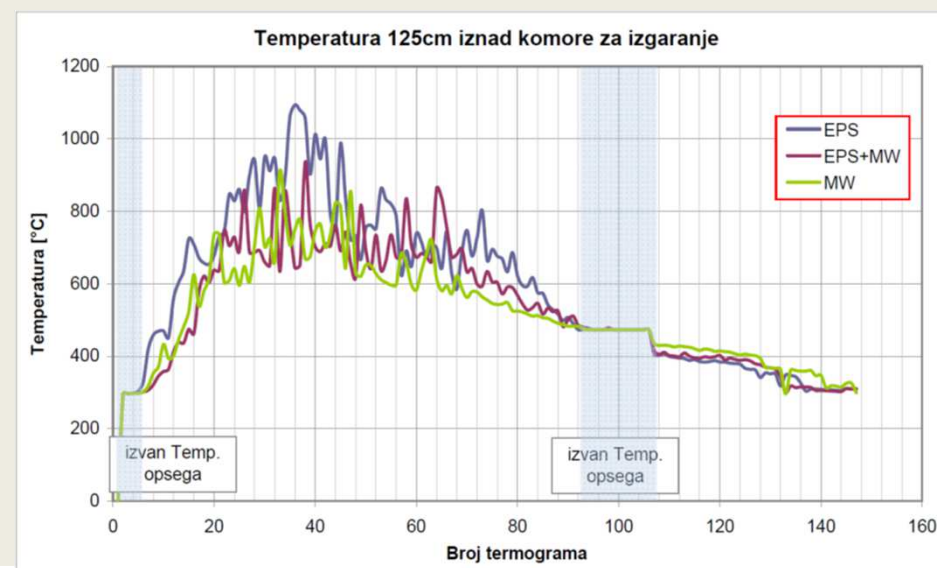
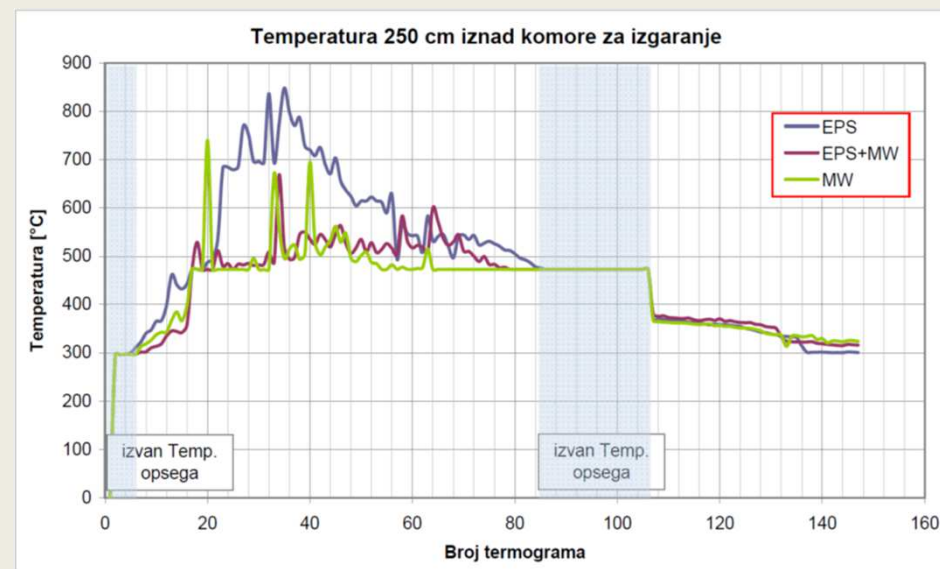
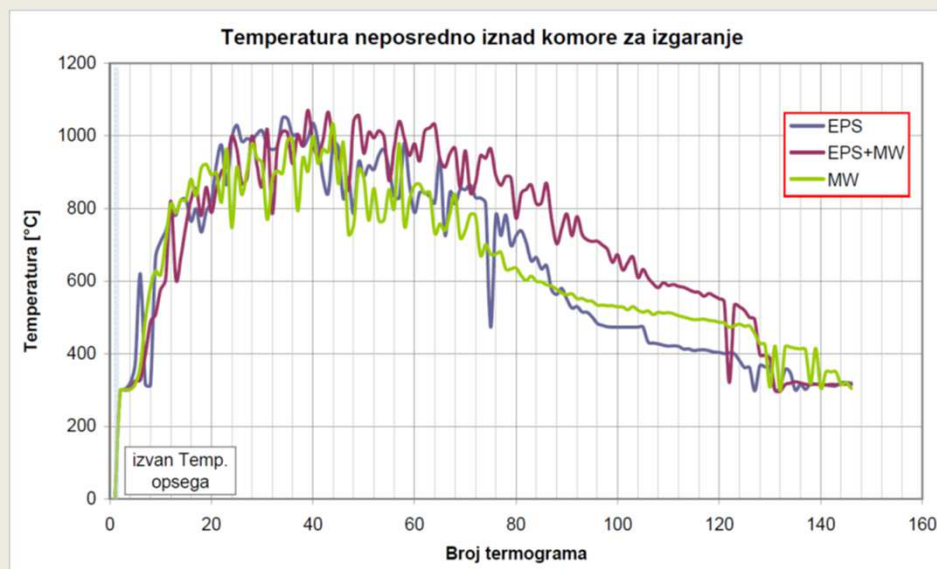
5. PROJEKT "FFT"

Termogramami uzoraka:

- 9 minuta nakon zapaljenja izvora (lijevo)
- 15 minuta nakon zapaljenja izvora (desno)



Temperature vs. vrijeme



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 dijelovi	Zgrada podskupine (ZPS)											
	ZPS1		ZPS2		ZPS3			ZPS4		ZPS5		Visoke zgrade
Ovješeni ventilirani elementi pročelja												
Klasificirani sustav	E		D-d1		D-d1			C -d1		B -d1		A2-d1
ili												
Izvedba sa sljedećim klasificiranim komponentama												
Vanjski sloj	E		D		D			A2-d1		B-d1		A2-d1
Podkonstrukcija												
– štapasta	E		D		D			D	ili	D		A2
– točkasta	E		D		A2			A2		A2		A2
Izolacija	E		D		D			B		A2		A2
Toplinski kontaktni sustav pročelja												
Klasificirani sustav	E		D		D-d1			C-d1		B -d1		A2-d1
ili												
Sastav slojeva sa sljedećim klasificiranim komponentama												
– pokrovni sloj	E		D		D			C		B-d1		A2-d1
– izolacijski sloj	E		D		C			B		A2		A2

- 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.



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.)



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

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

Požari se uistinu događaju

Mermoz Tower, Roubaix, France May 2012.

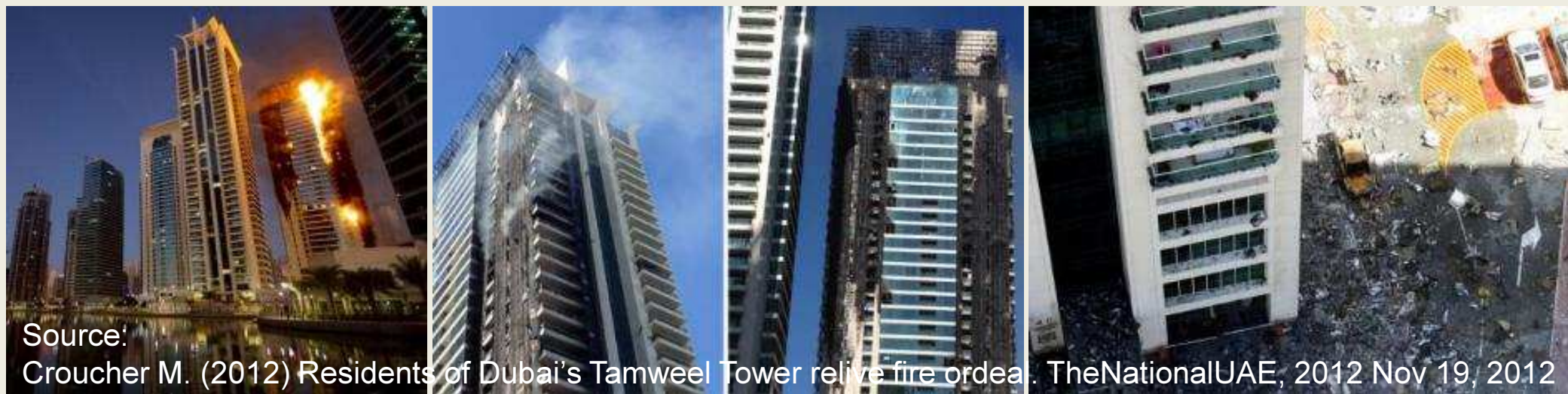
- Požar je počeo na balkonu 2. kata stambene zgrade od ukupno 18 katova.
- Širi se po visini zgrade po fasadi obloženoj s **alumijskim kompozitnim panelima**.



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



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



The Marina Torch, Dubai

20. veljače 2015.; 336 m



Zaključak

- 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



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**



POŽARNO INŽENJERSTVO



- u suradnji s:
 - ARHITEKTONSKIM FAKULTETOM SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
 - FAKULTETOM STROJARSTVA I BRODOGRADNJE SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
 - GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKIM FAKULTETOM SVEUČILIŠTA U SPLITU
 - VISOKOM ŠKOLOM ZA SIGURNOST, ZAGREB
 - INSTITUTOM IGH, ZAGREB
 - CTP, ZAGREB
- Stranim gostima predavačima

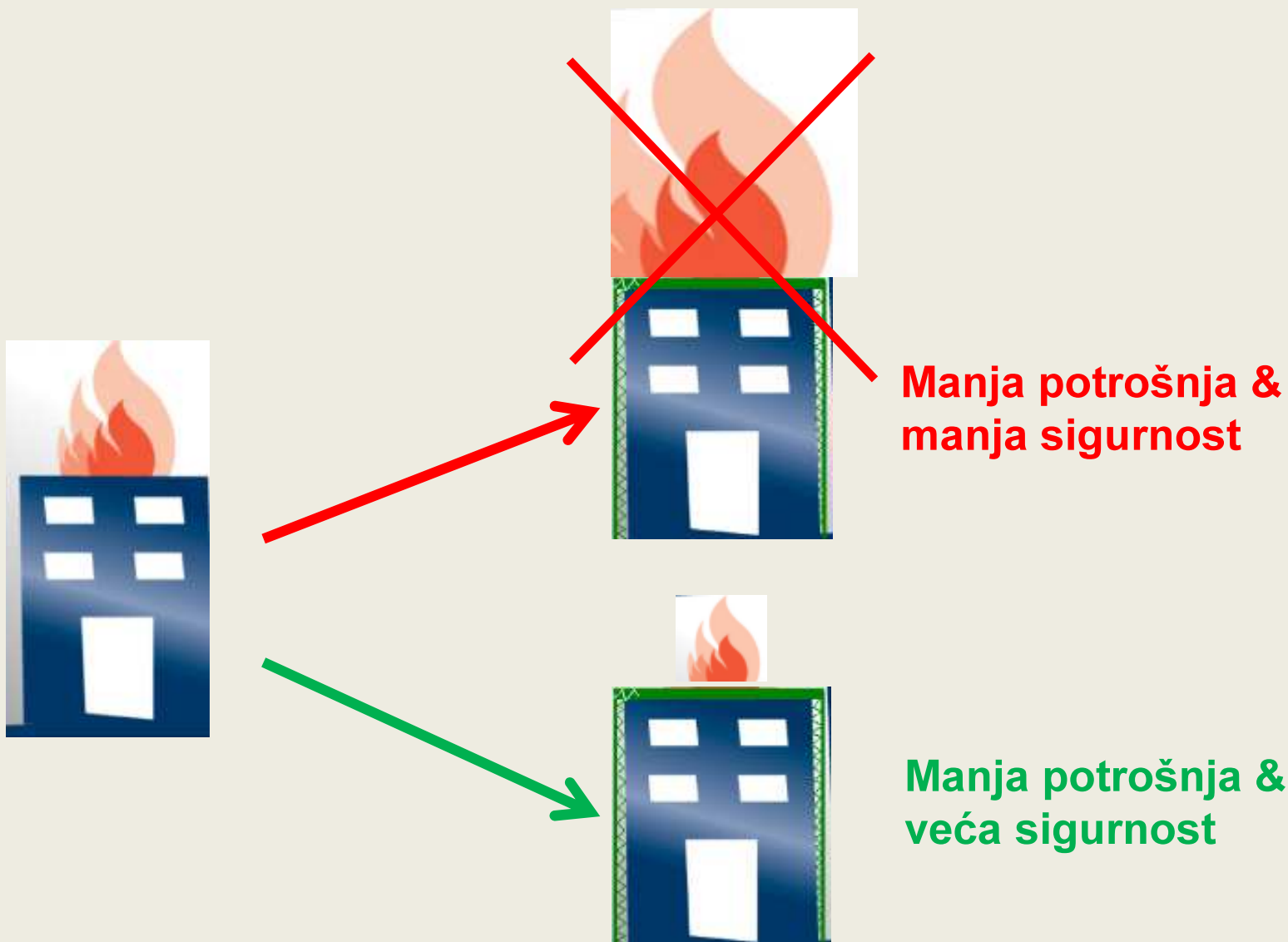


ZAKLJUČAK

- **Požari su isti** svugdje u svijetu, ali se diljem svijeta **propisi o zaštiti od požara** značajno **razlikuju**.
- **OVAKVIM PREDAVANJIMA I VIZUALNIM („ŠOKANTNIM”) POKUŠAVAMO PODIĆI SVIJEST O SIGURNOSTI U SLUČAJU POŽARA!**
- Naš cilj je surađivati sa donositeljima odluka i propisa kako bi se osiguralo drastično poboljšanje pravila o zaštiti od požara diljem EU.



Naš cilj = manje energije + više sigurnosti





Hvala na pažnji!



Bojan Milovanović

- KONTAKT:

bmilovanovic@grad.hr