



nZEB u obnovi / TRESS

Tehnička rješenja za energetska
i statičku sanaciju zgrada



ALUKÖNIGSTAHL
SCHÜCO JANSEN



KNAUF



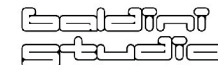
balini
studio

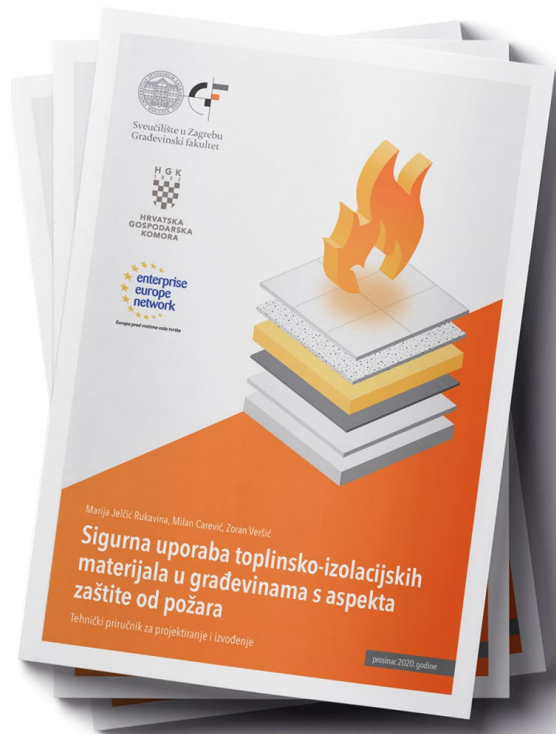
EMA



Sigurna uporaba toplinsko izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara – prikaz priručnika

doc.dr.sc. Marija Jelčić Rukavina





IZDAVAČ	Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Hrvatska gospodarska komora
AUTORI	doc. dr. sc. Marija Jelčić Rukavina, dipl. ing. građ. Milan Carević, dipl. ing. arh., viši predavač izv. prof. dr. sc. Zoran Veršić, dipl. ing. arh.
RECENZENTI	doc. art. Mateo Biluš, dipl. ing. arh. prof. dr. sc. Ivana Banjad Pečur, dipl. ing. građ. Tomislav Skušić, dipl.ing.stroj.
CRTEŽI	Marin Binički, dipl. ing. arh., predavač
LEKTURA	Sandra Baksa, prof.
DIZAJN I PRIJELOM	ART FAMILIA, Zagreb
TISAK	Kerschoffset, Zagreb

PODRŠKA PRIRUČNIKU

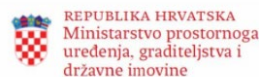
Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine daje podršku priručniku *Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara* stoga što osim pregleda postojeće regulative isti nudi i preporuke za unapređenje u cilju povećanja sigurnosti korisnika zgrade, smanjenja materijalne štete, očuvanju okoliša te što je izrađen od strane struke. Posebno pozdravljamo činjenicu da će Priručnik biti namijenjen uključenima u proces procjene pristiglih projekata za energetska obnovu zgrada, investitorima i projektantima, stručnjacima za zaštitu od požara, članovima udruga i komora, studentima i profesorima na fakultetima, inspektorima MUP-a, učenicima graditeljskih strukovnih škola kao i različitim programima cjeloživotnog obrazovanja.

Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine

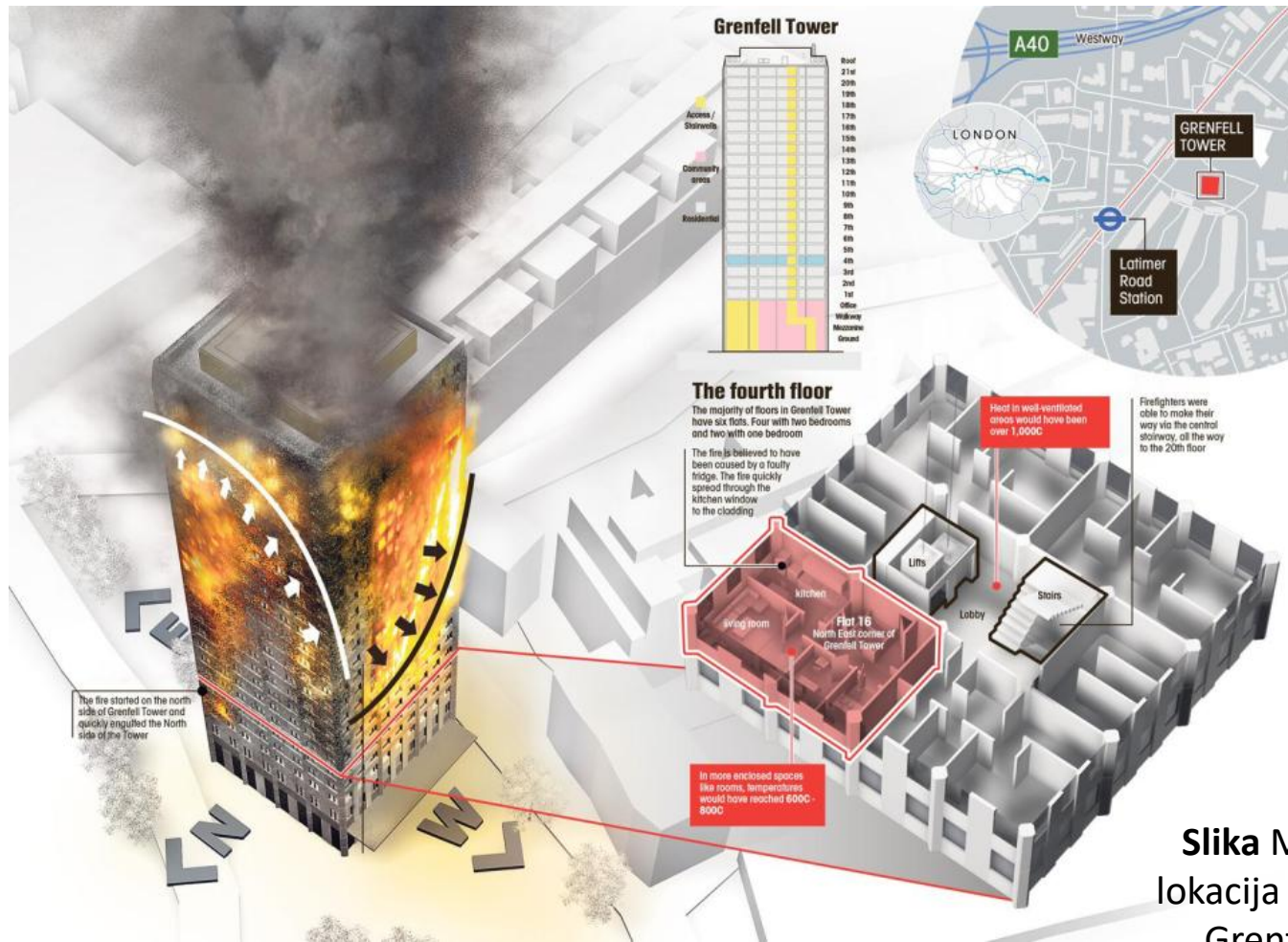
Ministarstvo unutarnjih poslova pozdravlja i podržava svaku inicijativu koja je vezana na provođenje i unapređenje sustava sigurnosti u slučaju požara u Republici Hrvatskoj, osobito ako je u to uključena šira društvena zajednica (Hrvatska gospodarska komora, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska udruga za zaštitu od požara, predstavnici proizvođača toplinske izolacije). Priručnik *Sigurna uporaba toplinsko-izolacijskih materijala u građevinama s aspekta zaštite od požara* je potreban, da bi se poboljšanja pri projektiranju i izvođenju toplinsko - izolacijskih materijala u građevini jednostavnije primijenila i učinila regulativu jasnijom, a u narednom periodu bit će koristan svim sudionicima u gradnji.

Kao resorno ministarstvo u području sigurnosti u slučaju požara podržavamo ovaj i slične projekte i otvoreni smo za daljnju suradnju u tom području.

Ministarstvo unutarnjih poslova

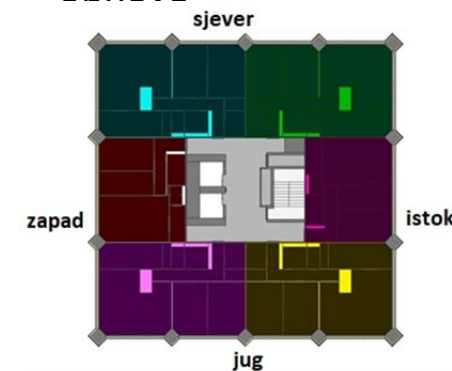


Grenfell Tower, 2017. godina

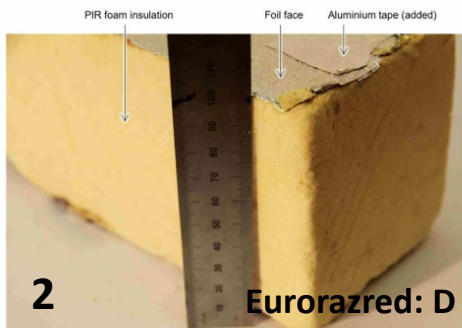


Slika Toranj Grenfell prije i nakon energetske obnove

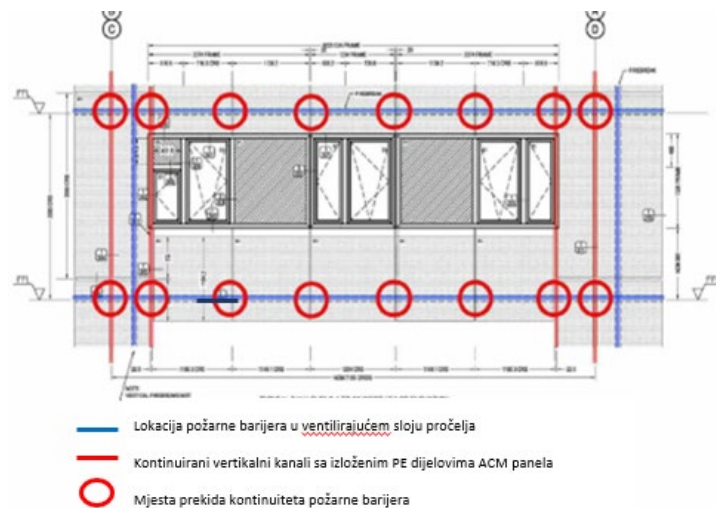
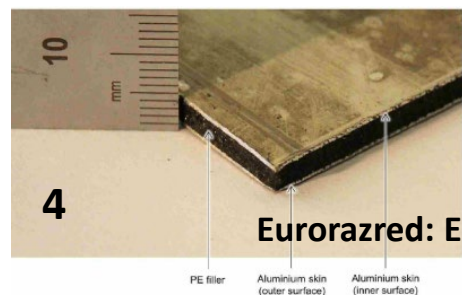
Slika Makro i mikro lokacija požara fasade Grenfell Tower-a



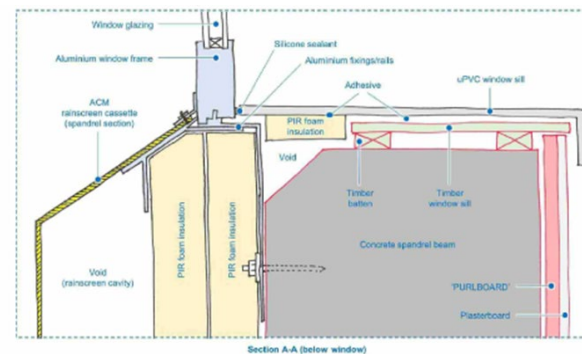
Grenfell Tower, 2017. godina - energetska obnova, 2011-2016



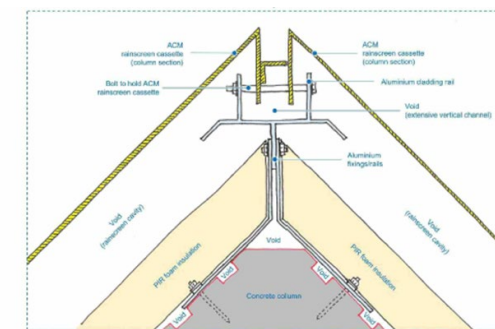
1. armirano-betonski zid
2. PIR (poliizocijanurat) toplinska izolacija (2 x 80 mm)
3. ventilirani sloj (140 mm; na stupovima i 155 mm)
4. aluminijski kompozitni panel (4 mm)
5. aluminijska obloga (0.5 mm)
6. PE (polietilenska) toplinska izolacija (3 mm)



Slika Mjesta na pročelju na kojem su 'rezane' barijere

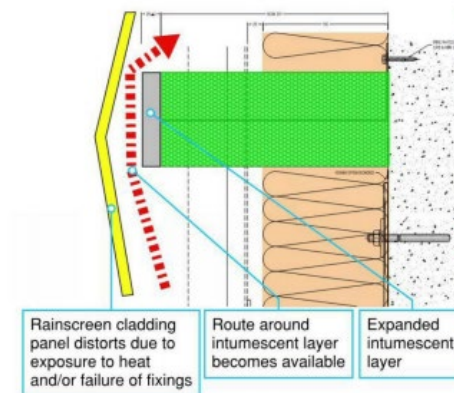
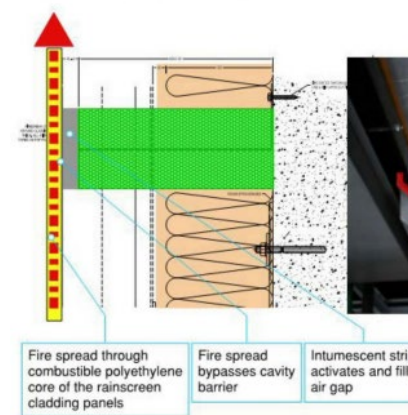


Slika Detalj pročelja na parapetnom zidu



Slika Detalj pročelja na stupu

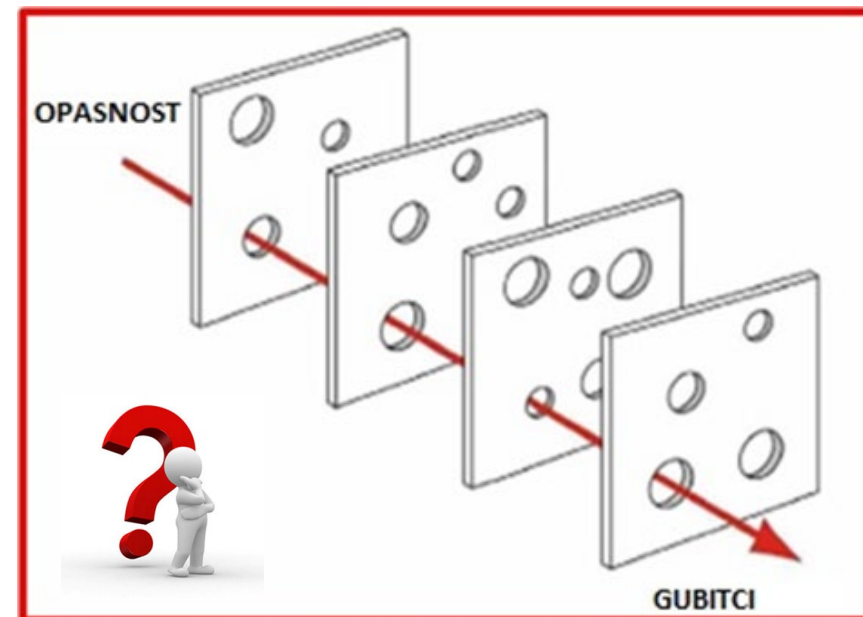
IZVOR: Bisby, L. (2018). Grenfell Tower Fire Public Inquiry: Phase 1 - Expert Report.



“OSTANAK NA MJESTU” STRATEGIJA ZA VISOKE ZGRADE

CP3:1962, ADB 2013 i BS9991, 2015

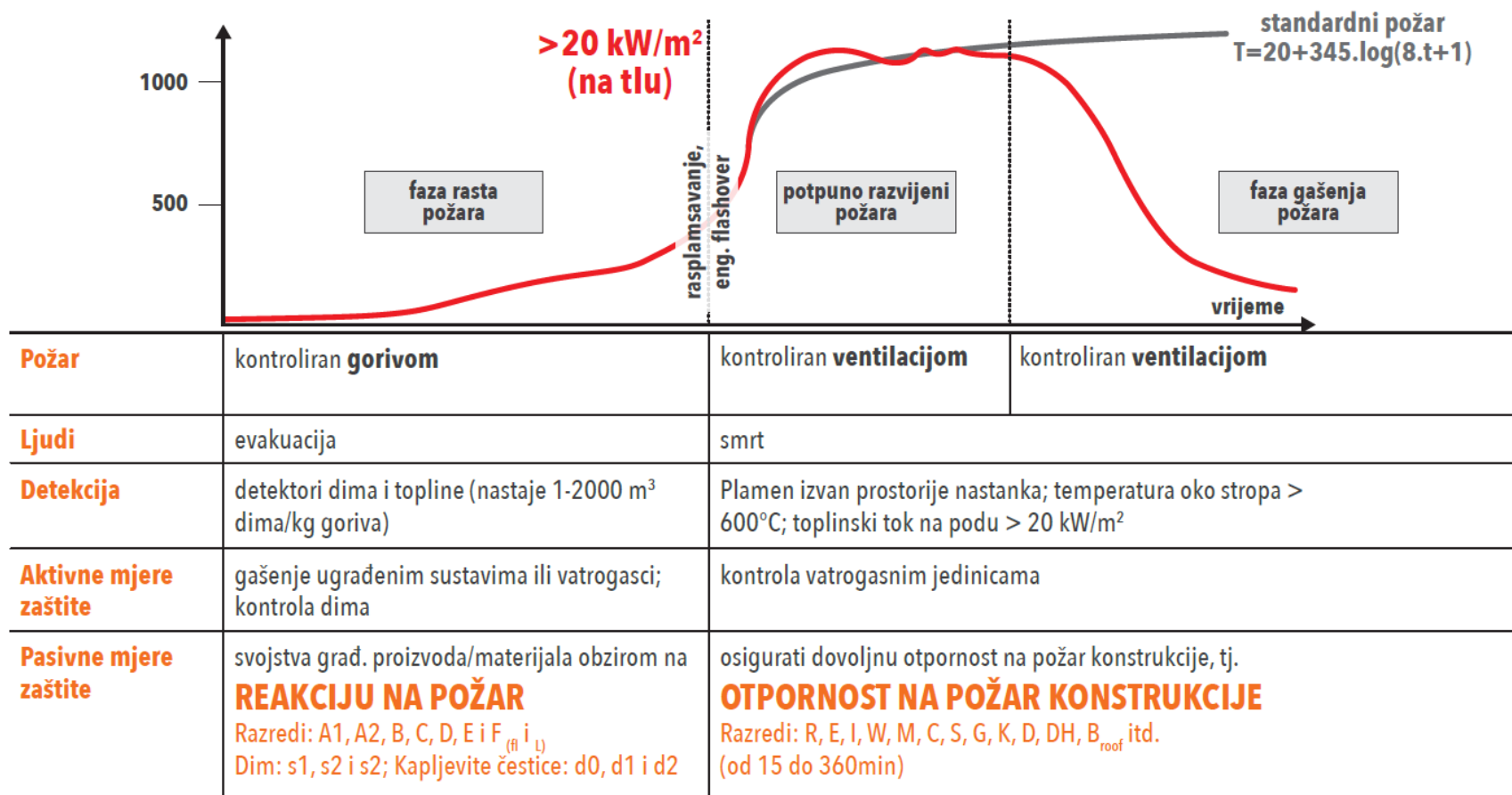
- **Veliki broj požarnih odjeljaka – svaki stan pojedinačno, servisni lift, stubište, zajednički hodnici**
- Oprema za unutarnje gašenje požara u ranoj fazi
- Požarna vrata na stanovima, koja će osigurati funkciju požarnih odjeljaka
- Kontrola dima u foajeima
- Ventilacija stubišta
- Kratak put evakuacije do sigurnog mjesta u zgradi; osiguranje odgovarajućeg osvijetljenja i adekvatnih oznaka putova evakuacije
- Konstrukcije i materijali koji će ograničiti širenje požara unutar foajea ako se požar proširi iz stanova
- Vatrodojava unutar svakog pojedinog stana u zgradi koji će omogućiti alarmiranje i evakuaciju stanara stana u kojem je nastao požar
- Stanari upoznati sa planom evakuacije za koji je zadužen vlasnik zgrade
- Održavanje aktivnih i pasivnih sustava zaštite, itd.



Sadržaj priručnika

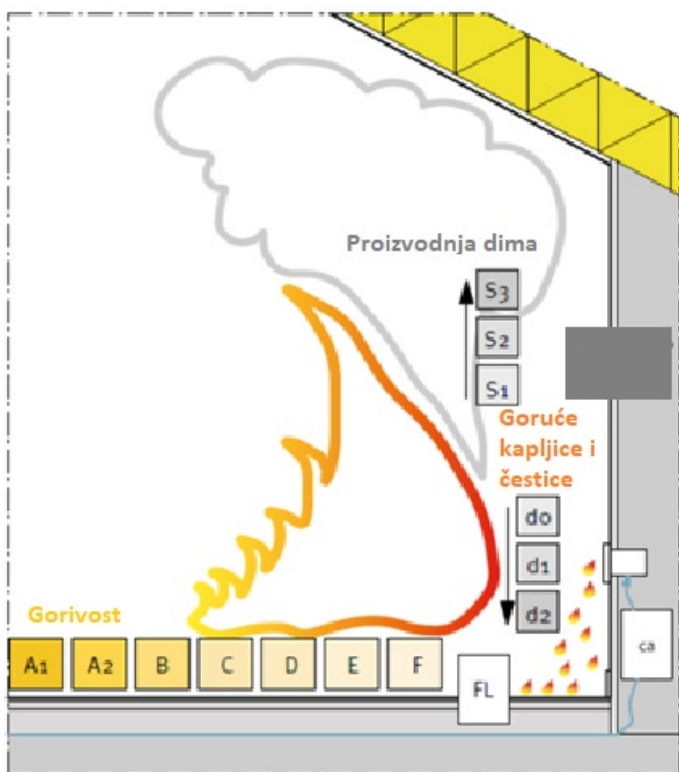
- Uvod (zašto je potreban Priručnik i komu je namijenjen)
 - Pojmovnik
1. Utjecaj toplinsko-izolacijskih materijala na širenje požara u građevini
 2. Toplinsko-izolacijski materijali u građevinarstvu
 3. Zaštita od požara i gorivi materijali - općenito o ciljevima i strategiji zaštite od požara
 4. Hrvatski propisi koji reguliraju područje zaštite od požara u građevinama
 5. Konkretna projektantska rješenja za pojedine građevinske elemente i preporuke za dopunu hrvatske regulative
 6. Problemi u praksi i preporuke
 7. Korištena literatura i norme

Razvoj požara u zatvorenom prostoru



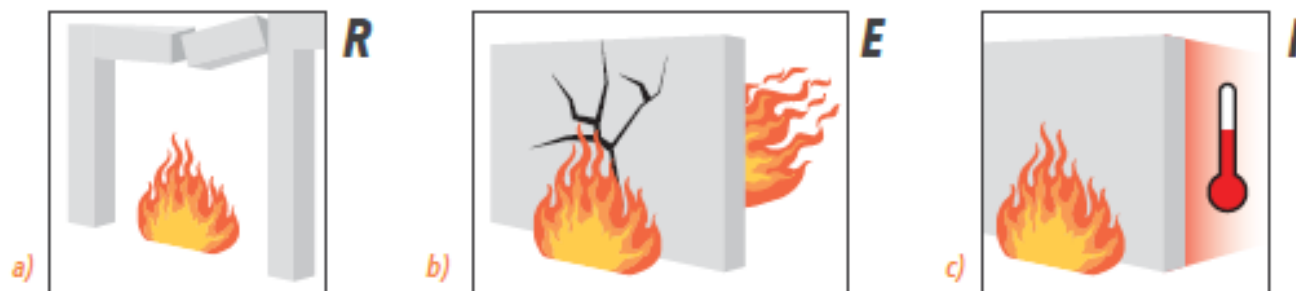
1. Utjecaj toplinsko-izolacijskih materijala na širenje požara u građevinama

• Reakcija na požar



• Otpornost na požar

- **Nosivost (R)** - svojstvo konstrukcijskog elementa da nosi opterećenje u uvjetima požara;
- **Cjelovitost (E)** - svojstvo konstrukcijskog elementa da održi funkciju odvajanja pri sprečavanju širenja plamena;
- **Izolacija (I)** - svojstvo konstrukcijskog elementa da spriječi razvoj visokih temperatura na neizloženoj površini građevinskog elementa.



1. Utjecaj toplinsko-izolacijskih materijala na širenje požara u građevinama

- Otpornost krova na djelovanje požara s vanjske strane

Ispitni uzorak može biti:

- krovna konstrukcija sa svim slojevima koji će se pojaviti u krovu
- sustav krovnog pokriva predviđen za opću upotrebu na različitim normiranim podlogama.



1. Utjecaj toplinsko-izolacijskih materijala na širenje požara u građevinama

- Otpornost krova na djelovanje požara s vanjske strane

NORMIRANA PODLOGA	PODRUČJE PRIMJENE
drvene gredice s razmacima dasaka $\leq 0,5$ mm	svaka drvena kontinuirana podloga minimalne debljine 16 mm i s razmacima $\leq 0,5$ mm svaka negoriva kontinuirana podloga minimalne debljine 10 mm
drvene gredice s razmacima dasaka $5 \pm 0,5$ mm	svaka drvena podloga svaka negoriva podloga s razmacima ≤ 5 mm (uključujući neprofilirane čelične podloge)
negorive kalcij-silikatne ploče	svaka negoriva kontinuirana podloga minimalne debljine 10 mm
trapezni profilirani čelični lim	svaka profilirana i neprofilirana čelična podloga svaka negoriva kontinuirana podloga minimalne debljine 10 mm

RAZRED	KRITERIJ
$B_{\text{roof}}(t1)$	napredovanja plamena prema gore, unutar i izvana na uzorku $< 0,700$ m
	napredovanje plamena prema dolje, unutar i izvana na uzorku $< 0,700$ m
	maksimalna duljina zapaljenja – unutarnja i vanjska $< 0,800$ m
	ne pojavljuje se otpadanje zapaljivih čestica s izložene strane uzorka
	ne pojavljuje se otpadanje zapaljivih čestica s neizložene strane uzorka
	pojedinačni otvor na uzorku krova > 25 mm ²
	zbroj površina svih otvora na uzorku krova < 4500 mm ²
	bočno širenje plamena ne doseže rubove zone mjerenja
	ne pojavljuje se tinjanje u uzorku
maksimalan promjer unutarnjeg i vanjskog napredovanja plamena na ravnim krovovima $< 0,200$ m (širenje plamena ocjenjuje se u bilo kojem smjeru)	

Otpornost krova na djelovanje požara s vanjske strane ovisi o svim slojevima krovne konstrukcije (tj. nosiva konstrukcija, razdjelni i završni slojevi).

3. Toplinsko-izolacijski materijali u građevinarstvu

Materijal	Toplinska provodljivost, λ [W/mK]	Gustoća [kg/m ³]	Eurorazred	Otpor difuziji vodene pare, μ [-]
Anorganski vlaknasti				
Staklena vuna	0,035-0,050	15-150	A1, A2	1-2
Kamena vuna	0,035-0,050	20-200	A1	1-2
Anorganski pjenasti				
Pjenasto staklo	0,045-0,060	100-150	A1	∞
Organski				
Ekspandirani polistiren (EPS)	0,032-0,042	10-30	E	20-100
Ekstrudirani polistiren (XPS)	0,033-0,040	25-50	E	80-200
Fenol-formaldehid (PF)	0,020-0,021	35-40	B-D	30-50
Poliuretani (PUR)	0,023-0,040	25-160	D-E	60
Poliisocijanurat (PIR)	0,023-0,040	28-40	C-E	50-100
Organski - vlaknasti				
Celuloza (papirna vlakna)	0,038-0,040	30-70	E	2-3
Kokosova vlakna	0,040-0,045	140	E	1-10
Konoplja (vlakna konoplje)	0,038-0,040	30-42	E	1-2
Ovčja vuna	0,035-0,040	25-60	E	1-2
Drvena vlakna	0,038-0,058	55-140	E	5
Materijali novih tehnologija				
Aerogel	0,013-0,021	100-150	A1	2-5,5
Vakuumska izolacija	0,008	180-210	A2	∞

4. Hrvatski propisi koji reguliraju područje zaštite od požara u građevinama

ZAKONI (definiraju osnovne principe)

ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA (NN 92/10)
ZAKON O ZAPALJIVIM TEKUĆINAMA I PLINOVIMA
(NN 108/95, 56/10)

PODZAKONSKI AKTI (detaljno razrađuju odredbe zakona)

PRAVILNICI:**Pravilnik o otpornosti na požar i ostalim zahtjevima...**(NN 92/13,
87/15)
PRIZNATA PRAVILA TEHNIČKE PRAKSE (OIB, NFPA, CFPA...)

NORME

(obvezna primjena ukoliko su propisane zakonima i pravilnicima)

4. Hrvatski propisi koji reguliraju područje zaštite od požara u građevinama

• Npr. Krovovi

Tablica Zahtjevi Pravilnika o otpornosti na požar i ostalim... (NN 92/13, 87/15)

Konstrukcija	Zgrade podskupine (ZPS)					
	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
Ravni krovovi						
Gornji sloj debljine od najmanje 5 cm šljunka ili istovrijednog materijala						
- Izolacija (hidroizolacija i slično)	E	E	E	E	D	D
- Toplinska izolacija*	E	D	D	C	B	A2
Kad gornji sloj ne odgovara prethodnoj točki						
Izolacija	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	BKROV (t1)	NIJE PRIMJENJIVO
- Toplinska izolacija*	E	E	E	C	B	
Kosi krovovi ($20^\circ \leq \text{nagib} \leq 60^\circ$)						
- Pokrov	$B_{\text{KROV}}(t1)$	$B_{\text{KROV}}(t1)$	$B_{\text{KROV}}(t1)$	$B_{\text{KROV}}(t1)$	A2	A2
- Krovna ljepenka i folije	E	E	E	E	E	A2
- Krovna konstrukcija	E	E	E	A2	A2	A2
- Toplinska izolacija	E	D	C	A2	A2	A2

Tablica Izvod iz OIB smjernice 2019

RAZRED ZGRADE (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 nadzemnih katova	> 6 nadzemnih katova
4. Krovovi s nagibom ≤ 60°						
4.1 Krov (7)	$B_{\text{roof}}(t1)$	$B_{\text{roof}}(t1)$	$B_{\text{roof}}(t1)$	$B_{\text{roof}}(t1)$	$B_{\text{roof}}(t1)^{(8)}$	$B_{\text{roof}}(t1)^{(8)}$
4.2 Izolacijski sloj, tj. toplinska izolacija u krovnoj konstrukciji	E	E	E	$B^{(9)}$	$B^{(10)}$	$B^{(10)}$
⁽⁷⁾ Kod krovova s nagibom <20° dovoljan je gornji sloj od 5 cm šljunka ili sličnog materijala						
⁽⁸⁾ Kod krovova s nagibom od ≥20° pokrov, letve, kontraletve i oplata moraju odgovarati razredu A2; za letve, kontraletve i oplatu dopušteni su drvo i drveni materijali iz razreda D						
⁽⁹⁾ U sljedećim slučajevima dopušteni su i EPS, XPS i PUR razreda reakcije na požar E: - na krovovima s nagibom od <20° tj. na stropu posljednjeg kata ili - na krovovima s nagibom od ≥20°, koji su izvedeni u razredu reakcije na požar A2 te, u skladu s tablicom 1b glede otpornosti na požar, ispunjavaju kriterije E i I						
⁽¹⁰⁾ Na krovovima s nagibom od <20° tj. na stropu gornjeg kata dopušteni su i EPS, XPS i PUR razreda reakcije na požar E, ako je strop izveden od materijala razreda reakcije na požar A2 i ako, u skladu s tablicom 1b glede otpornosti na požar, ispunjava kriterije E i I						

4. Hrvatski propisi koji reguliraju područje zaštite od požara u građevinama – krovovi (nastavak)

- Mišljenje nadležnog Ministarstva unutarnjih poslova, Uprave za upravne i inspekcijske poslove, Sektora za inspekcijske poslove, klasa: 214-02/19-11/17, ur.broj: 511-01-208-19-2 datiranog 27.5.2019. godine (a koji se poziva i na dopis istog izvora, klasa: 214/02/17-14/60, ur.broj: 511-01-208-17-2 datiran 20.6.2017.) u kojem se navodi:

*„Kod izvedbe ravnog krova toplinska izolacija **može biti razreda reakcije na požar E**, uz uvjet da je nosiva krovna konstrukcija razreda reakcije na požar A2, otpornosti na požar REI 90 te da je vanjski završni sloj debljine najmanje 5 cm razreda reakcije na požar A2 (kamene ploče, glazura, keramika i slično te šljunak), odnosno da ne postoji mogućnost prijenosa požara na toplinsku izolaciju.*

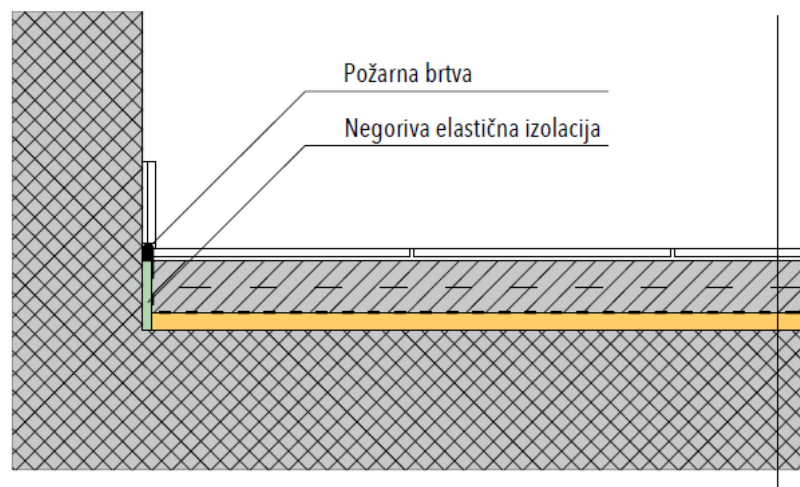
Ukoliko se radi o prizemnoj samostojećoj zgradi, iz koje je moguće provesti kompletno brzu evakuaciju, mišljenja smo da nosiva krovna konstrukcija može biti otpornosti na požar REI 60. U 2. izmjeni i dopuni Pravilnika, koja je u završnoj fazi donošenja, otpornost na požar nosive konstrukcije ovisit će o podskupini u koju se zgrada razvrstava.“

5. Konkretna projektantska rješenja za pojedine građevinske elemente i preporuke za dopunu hrvatske regulative

- Podovi
- Pregradni zidovi otporni na požar u podu s gorivom izolacijom
- Stropovi na granici požarnog odjeljka
- Krovovi
- Požarni zidovi na krovu s gorivom toplinskom izolacijom
- Balkoni i terase

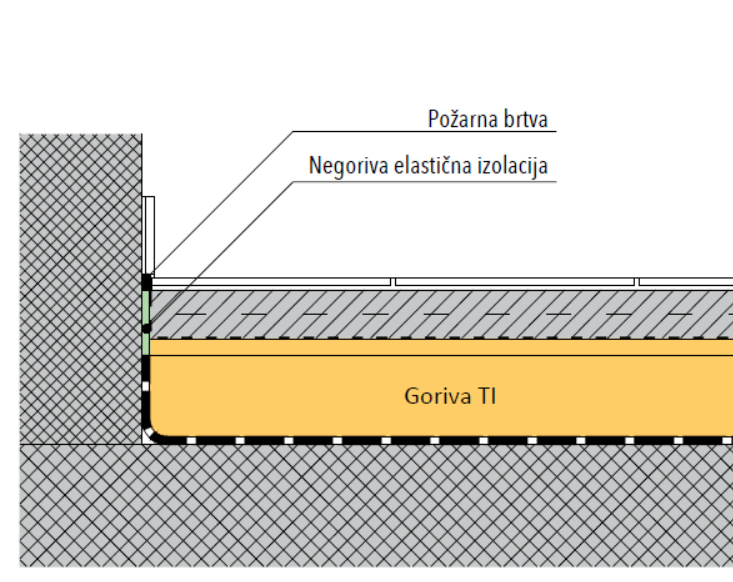
5. Konkretna projektantska rješenja za pojedine građevinske elemente i preporuke za dopunu hrvatske regulative

- Npr. Podovi



SLOJEVI PODA:
Ker. pl. u fleksibilnom ljepilu
Armirani cem. estrih (min. debljina 5 cm)
PE folija
Zvučna izolacija (min. eurorazred E)
Armiranobetonska ploča

Slika 23 Rubni detalj poda međukatne konstrukcije s gorivom zvučnom i toplinskom izolacijom



SLOJEVI PODA:
Ker. pl. u fleksibilnom ljepilu
Armirani cem. estrih (min. debljina 5 cm)
PE folija
Zvučna izolacija (min. eurorazred E)
Toplinska izolacija (min. eurorazred E)
Hidroizolacija
Armiranobetonska ploča

Slika 24 Rubni detalj poda na tlu s gorivom zvučnom i toplinskom izolacijom

6. Problemi u praksi i preporuke

- Iako je naizgled dopuštena uporaba široke lepeze gorivih materijala, od razreda reakcije na požar E pa do B, ovako zamišljen sustav ne funkcionira jer pojedinih materijala u spomenutim razredima reakcije na požar praktično nema na hrvatskom tržištu.
- U podovima toplinsko-izolacijski materijali u pravilu završe između dva sloja cementnih materijala (betona i cementnog estriha) koji sprječavaju bilo kakav kontakt potencijalnog požara s tim materijalima, pa požarna svojstva takvih materijala nemaju praktično nikakav značaj. Uz ispravno brtvljenje spojeva ne postoje razlozi da se u takvim situacijama ne koriste i materijali razreda reakcije na požar E, što je uobičajena praksa u mnogim europskim zemljama.
- Slična je situacija i kod ravnih krovova sa završnim slojem šljunka.

6. Problemi u praksi i preporuke

- Sigurna ugradnja gorivih toplinsko-izolacijskih materijala podrazumijeva ispravno projektiranje i izvedbu te je u tom smislu osjetljivija od ugradnje negorivih materijala.
- Požar u neboderu Grenfell, prema analizama, pokazuje da je jedan od ključnih problema bio u vezi s krivo odabranom kombinacijom materijala za energetska obnovu te krivo izvedenim barijerama od negorivog materijala. U tom smislu, znanja hrvatskih projektanata te izvođača i nadzornih inženjera traže više edukacije koja, uključujući i istraživanja i ispitivanja u požarnim laboratorijima, praktično ne postoji.
- U tom smislu potrebno je organizirati edukacije na razini fakulteta ili strukovnih udruga s obzirom na to da se radi o poslu obnove koji će trajati najmanje jedno desetljeće.

Najljepše zahvaljujem
na pažnji!

Doc.dr.sc. Marija Jelčić Rukavina
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

Fra Andrije Kačića-Miošića 26
10000 Zagreb, Croatia

 +385 1 4639 537

 marija.jelcic.rukavina@grad.unizg.hr