



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet

Marija Jelčić Rukavina, Milan Carević, Ivana Banjad Pečur

# ZAŠTITA PROČELJA ZGRADA OD POŽARA

Priručnik za projektiranje i izvođenje

listopad 2017. godine

<b>AUTORI</b>	Doc.dr.sc. Marija Jelčić Rukavina, dipl.ing.građ. Milan Carević, dipl.ing.arh., viši predavač Prof.dr.sc. Ivana Banjad Pečur, dipl.ing. građ.
<b>RECENZENTI</b>	Professor Emerita dr.sc Dubravka Bjegović, dipl.ing.građ. Doc.dr.sc. Zoran Veršić, dipl.ing.arh.
<b>ILUSTRACIJE</b>	Monika Jezidžić, mag.ing. aedif. David Božajić, univ. bacc.ing.aedif.
<b>LEKTURA</b>	Amalija Milovac, prof.
<b>DIZAJN I PRIJELOM</b>	Zvonimir Mandić, dizajner
<b>NAKLADA</b>	Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 2017.

ISBN: 978-953-8168-14-7  
e-ISBN: 978-953-8168-15-4

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem  
000965602.

PRIRUČNIK JE IZRAĐEN U SURADNJI S:



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



Ministry of Construction and Physical Planning

**MINISTARSTVO GRADITELJSTVA I PROSTORNOGA UREĐENJA**

# SADRŽAJ

1	PREDGOVOR .....	4
2	POJMOVNIK .....	5
3	ENERGETSKA UČINKOVITOST I ZAŠTITA PROČELJA OD POŽARA .....	8
4	MEHANIZMI ŠIRENJA POŽARA PO PROČELJU .....	12
4.1	Prikaz većih požara čije je širenje vezano uz načine izvedbe pročelja .....	16
5	HRVATSKI PROPISI KOJI REGULIRAJU ZAŠTITU OD POŽARA GRAĐEVINA .....	19
5.1	Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10) - prikaz najvažnijih članaka koji se odnose na temu Priručnika .....	19
5.2	Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15) .....	20
5.3	Detaljani prikaz članaka citiranog Pravilnika koji obuhvaća zahtjeve vezane za izvedbu pročelja .....	28
6	KONKRETNA PROJEKTANTSKA RJEŠENJA KOD GORIVIH KONTAKTNIH I VENTILIRANIH PROČELJA .....	39
6.1	Kontaktne sustave pročelja (ETICS sustavi) .....	39
6.2	Primjer pozicioniranja prekidnih udaljenosti na zgradi skupine ZPS 5 .....	45
6.3	Ventilirana pročelja .....	50
7	PROBLEMI U PRAKSI KOJE PRAVILNIK NE OBRAĐUJE I PREPORUKE .....	51
7.1	Energetska obnova starih zgrada bez izrađenog elaborata zaštite od požara .....	51
7.2	Ventilirana pročelja .....	51
7.3	Izvedba protupožarnih pojaseva (barijera) kod zgrada skupine ZPS1-ZPS3 i ZPS5 .....	51
7.4	Pojasevi od negorivog materijala kod spoja zgrada različitih visina .....	51
7.5	Oblaganje završetaka požarnih zidova .....	52
7.6	Zone prskanja, odnosno vlažne zone na pročelju .....	52
7.7	Prolazi, podgledi i istaknuti dijelovi zgrade .....	53
7.8	Vanjska evakuacijska stubišta .....	54
7.9	Zahtjev za jednoznačnim definiranjem razine projekta u kojem se razrađuju detalji vezani za zahtjeve zaštite od požara pročelja .....	55
8	CITIRANA REGULATIVA I LITERATURA .....	56
DODATAK 1:	Klasifikacija građevinskih materijala prema svojstvu reakcije na požar .....	58
DODATAK 2:	Ispitivanja ponašanja pročelja u požaru u velikom mjerilu .....	62

# 1 PREGOVOR

Obveza povećanja energetske učinkovitosti zgrada u zemljama Europske unije posljedično utječe i na promjene vezane uz drugi temeljeni zahtjev za građevine, a to je sigurnost u slučaju požara. Deblji slojevi toplinskih izolacija ujedno znače i veća požarna opterećenja zgrada pa ako se koriste izolacije od gorivog materijala u slučaju pojave požara, i veći i značajniji rizik od prijenosa požara na susjedne prostore i prostore viših katova te nepovoljan utjecaj na okoliš zbog emisije velikih količina dima.

Uvažavajući ovu činjenicu većina zemalja Europske unije donijela je propise kojima se definiraju načini sprečavanja mogućeg prijenosa požara preko pročelja zgrada s gorivom toplinskom izolacijom. Ti se propisi temelje na izvedbi pojaseva od negorivih materijala, ili nalažu uporabu negorivih izolacija u visokim zgradama i zgradama s povećanim rizikom u slučaju pojave požara kao što su zgrade u kojima boravi veliki broj ljudi koji se ne mogu samostalno evakuirati, npr. bolnice, dječji vrtići, domovi za stare i nemoćne ili druga mjesta okupljanja većeg broja osoba, kao što su koncertne dvorane, disco klubovi, škole i sl.

I u hrvatskoj regulativi donesene su slične odredbe koje su definirane *Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara* (NN 29/2013, 87/2015). Spomenuti je propis složen, a zahtjevi vezani uz način izvedbe i pozicioniranje negorivih pojaseva na pročelju opisani su tekstualno, uz malo grafičkih prikaza uobičajenih u tehničkoj praksi. Pored toga među projektantima, ali i nadležnim inspekcijskim tijelima koji izdaju suglasnosti (potvrde) na glavne projekte postoje dileme trebaju li se ti pojasevi prikazivati u glavnim ili izvedbenim projektima. Nadalje, projektanti i izvođači nemaju dovoljno iskustva s takvim načinom izvedbe pročelja. Sve su to razlozi koji često dovode do različitih, pogrešnih interpretacija ili, u krajnjem slučaju, i do ignoriranja propisa vezanih uz protupožarne barijere od negorivih izolacija. Zbog toga je glavni dio Priručnika temeljen upravo na jasnom definiranju zahtjeva utvrđenih propisom, kao i tehničkom praksom, kojima se utvrđuju pozicije i detalji izvedbe dijelova pročelja koji trebaju biti od negorive izolacije.

Osim pregleda postojeće regulative, u ovom su Priručniku, dane preporuke za unaprjeđenje iste, a sve u cilju zaštite ljudskih života i povećanja sigurnosti korisnika zgrada, smanjenja materijalne štete i očuvanja okoliša.

## Kome je Priručnik namijenjen?

- uključenima u proces procjene pristiglih projekata za energetska obnova zgrada
- investitorima, projektantima i izvođačima
- stručnjacima za zaštitu od požara
- inspektorima zaštite od požara
- članovima udruga: HUZOP (Hrvatska udruga za zaštitu od požara), HUPFAS (Hrvatska udruga proizvođača toplinskih fasadnih sustava), HSZG (Hrvatski savjet za zelenu gradnju), HKA (Hrvatska komora arhitekata), HKIG (Hrvatska komora inženjera građevinarstva) i HUEC (Hrvatska udruga energetskih certifikatora)
- studentima na arhitektonskim i građevinskim fakultetima
- učenicima graditeljskih strukovnih škola
- različitim programima cijeloživotnog obrazovanja, između ostalih i kroz CROSKILLS projekt

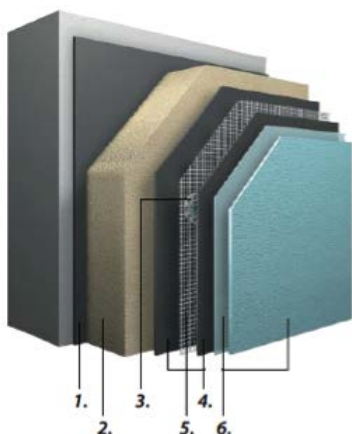
Zahvaljujemo na korisnim sugestijama Ministarstva unutarnjih poslova i Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja.

Autori

## 2 POJMOVNIK

U ovom poglavlju daju se definicije pojmova koji se koriste u ovom Priručniku. Ako postoje definicije pojmova u važećoj regulativi, one su preuzete u izvornom obliku, a ostale su pojmove definirali autori radi lakšeg praćenja Priručnika.

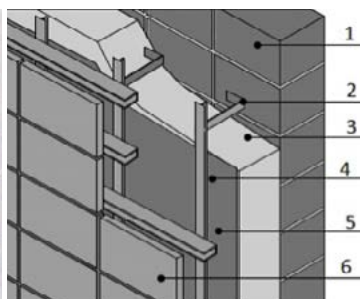
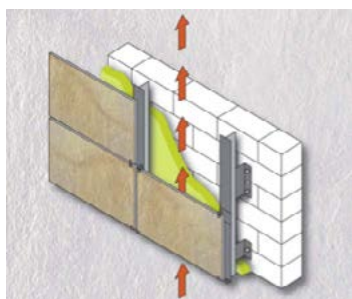
- | **Pročelje** se definira kao sustav građevnih proizvoda koji se primjenjuju na vanjskom zidu zgrade (nosivom ili nenosivom), a kojim se istodobno osiguravaju propisana svojstva fizike zgrada (zaštita od vremenskih utjecaja, toplinska izolacija) i zaštita od požara.
- | **ETICS sustav (kontaktno pročelje)** je na gradilištu izveden sustav koji se sastoji od tvornički proizvedenih proizvoda. Isporučuje se od proizvođača kao potpuni sustav, a na slici 1 naveden je minimum prilagođenih mu komponenti koje sadrži. ETICS sustav se naziva i povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju, kontaktna fasada ili kontaktni sustav pročelja.



1. Mort za lijepljenje
2. Toplinskoizolacijski materijal
3. Pričvrsnice
4. Mort za armaturni sloj
5. Staklena mrežica
6. Završni sloj: završni sloj s pretpremazom i/ili s dekorativnom žbukom

Slika 1 Komponente ETICS sustava pročelja

- | **Ventilirano pročelje** je sustav pročelja s ventilacijskim slojem između toplinske izolacije i završne obloge, koji je povezan s vanjskim zrakom putem otvora, koji omogućuju kontinuirano strujanje zraka, a sastoji se od komponenata prikazanih na slici 2.



1. Nosivi zid
2. Potkonstrukcija za panele
3. Toplinskoizolacijski materijal
4. Prozračna folija
5. Prostor za ventilaciju
6. Završna obloga/fasadni paneli

Slika 2 Komponente ventiliranog sustava pročelja

- | **Klasificirani sustav pročelja** je sustav koji je kao cjelina sa svim sastavnim komponentama ispitan i vrednovan postupcima propisanim normama obzirom na svojstvo reakcije na požar.
- | **Vanjski zid** je jednoslojna ili višeslojna, nosiva ili nenosiva zidna konstrukcija koja dijeli prostor unutar zgrade od vanjskog okruženja.
- | **Eurorazredi** su razredi reakcije na požar dobiveni temeljem zahtjeva propisanih normom HRN EN 13501-1:2010.
- | **Reakcija na požar** je doprinos materijala/proizvoda razvoju požara uslijed vlastite razgradnje do koje dolazi izlaganjem tog materijala određenim ispitnim uvjetima.
- | **Otpornost na požar** je sposobnost dijela građevine da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili cjelovitost (E) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili drugo očekivano svojstvo u slučaju požara.
- | **Rasplamsavanje (eng. flash-over)** je prijelaz u stanje potpunog zahvaćanja požarom svih površina gorivih materijala u prostoriji.
- | **Požarni zid** je posebna vrsta pregradnih konstrukcija otpornosti na požar najmanje REI-M 90 i izveden je od negorivih građevinskih proizvoda (reakcije na požar najmanje A2 po HRN EN 13501-1:2010) koji presijeca konstrukciju građevine od temelja do krova s posebno izvedenim krovnim završetkom koji onemogućuje prijenos požara. Požarni zid mora tražena svojstva REI osigurati i u slučaju mehaničkih udara (M) zbog eventualnog padanja okolnih konstrukcija pa se minimalna otpornost na požar označava kombinacijom oznaka i vremena: REI-M 90. Požarni zid sprečava prijenos vatre i dima na druge građevine i/ili požarne odjeljke u istoj građevini.
- | **Požarni odjeljak** je dio građevine koji je odijeljen od ostalih dijelova građevine pregradnom konstrukcijom i elementima određene otpornosti na požar.
- | **Poslovnim jedinicom** smatraju se prostori određene namjene koji obuhvaćaju radne i pomoćne prostore u funkciji te namjene, te ukupne površine do maksimalno dozvoljene površine požarnog odjeljka za tu namjenu.
- | **Industrijska ili proizvodna građevina** je zgrada ili dio zgrade u kojoj se obavlja proizvodnja, slaganje dijelova, priprema proizvoda za distribuciju i slično, s mogućim pratećim skladištenjem proizvoda ili robe koja se koristi za proizvodnju, te pratećim administrativnim i pomoćnim prostorima koji su u funkciji navedene namjene.
- | **Kota poda za boravak ljudi** je razlika između kote kolnika uz zgradu ili platoa namijenjenog za postavljanje vatrogasnog vozila s kojeg bi se odvijala intervencija u slučaju požara u zgradi i kote poda najviše etaže zgrade na kojoj borave ljudi.
- | **Tlocrtna bruto površina** uključuje površinu poda zajedno sa tlocrtnom površinom zidova u koje su uračunavaju obloge, obzide i dr. Tlocrtna bruto površina stanova i poslovnih jedinica koje se spajaju s jednim pregradnim zidom računa se do osi toga zida.

- | **Negorivi materijal** je tvar koja se ne može zapaliti, gorjeti, podržati gorenje ili otpustiti zapaljive plinove kada je izložena požaru ili toplini u obliku u kojem je u krajnjoj uporabi i pod određenim uvjetima. Prema HRN EN 13501-1:2010, negorivi građevinski materijali su materijali razreda reakcije na požar A1 i A2.
- | **Gorivi materijal** je tvar koja se može zapaliti, gorjeti, podržati gorenje ili osloboditi gorive plinove. Prema HRN EN 13501-1:2010 gorivi građevinski materijali su materijali razreda reakcije na požar B, C, D, E i F.
- | **Dodatne razredbe materijala** obuhvaćaju razredbu materijala u pogledu proizvodnje dima pri djelovanju požara pa se razlikuju razredi:

**s1** (vrlo ograničena proizvodnja dima - malo dimi),

**s2** (ukupna proizvodnja dima i porast količine dima su ograničeni - srednje dimi), te

**s3** (nema ograničenja za proizvodnju dima - jako dimi),

Drugi kriterij za dodatnu razredbu vezan je za gorivo otkapavanja materijala u slučaju požara pa se razlikuju razredi:

**d0** (nema gorećih kapljica/čestica),

**d1** (vremenski ograničena pojava gorećih kapljica/čestica) i

**d2** (pojava gorećih kapljica/čestica bez vremenskog ograničenja).

- | **Požarno opterećenje** je količina toplinske energije koja se može razviti u nekom prostoru, nastaje sagorijevanjem sadržaja građevine (pokretno opterećenje) i dijelova konstrukcije i elemenata građevine (stalno opterećenje), a razlikuje se ukupno požarno opterećenje (MJ) i specifično požarno opterećenje (MJ/m<sup>2</sup>).



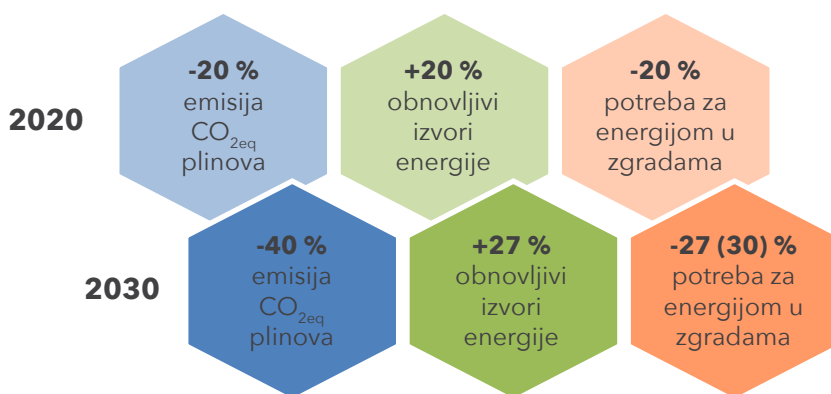
### 3 ENERGETSKA UČINKOVITOST I ZAŠTITA PROČELJA OD POŽARA

Tema energetske učinkovitosti danas je u Europi jedan od glavnih prioriteta jer predstavlja temelj za održivi ekonomski razvoj Europe, doprinosi energetskej sigurnosti i neovisnosti te, ne manje važno, utječe na smanjenje emisije stakleničkih plinova. Europska komisija (EK) je to i naglasila u svojim strateškim dokumentima, od kojih su najvažniji:

- Zelena knjiga – europska strategija za održivu, konkurentnu i sigurnu energiju [1]
- Akcijski plan energetske učinkovitosti [2]
- 2030 Climate and energy framework [3]
- Plan energetske učinkovitosti [4], [5]

Mjere za energetske učinkovitost u zgradarstvu sve se više prepoznaju kao instrument za postizanje održive opskrbe energijom, smanjenje emisije stakleničkih plinova, poboljšanje sigurnosti opskrbe i smanjenje troškova uvoza, ali i za promicanje konkurentnosti europskih gospodarstava. Europska unija je izradila dva ključna dokumenta koja definiraju okvire za područje potrošnje energije u zgradama i to su Direktiva o Energetskoj učinkovitosti (EED) te Direktiva o energetskej svojstvima zgrada (EPBD). Sve zemlje članice Europske Unije (EU), uključujući Hrvatsku, prepoznale su sektor zgradarstva kao područje s najvećim potencijalom za dostizanje zadanih ciljeva (slika 3) koje je Europska komisija usvojila u listopadu 2014. godine [3]:

- 40 % manjim emisijama stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom;
- 27 % udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji;
- 27 (30) % manjom potrošnjom energije u zgradama.



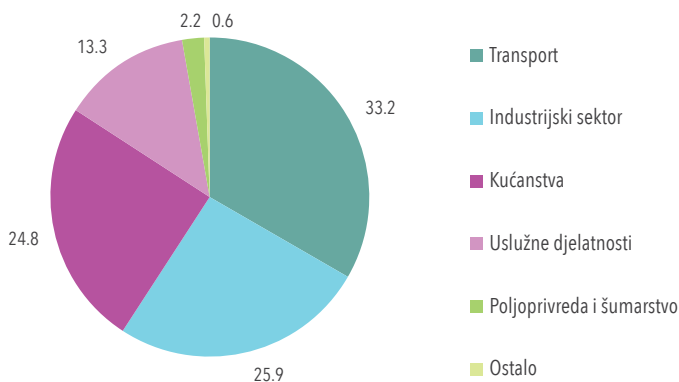
Slika 3 Usporedba ciljeva za energetske učinkovitost do 2020. i 2030. godine [8]



Da su politike EU oko emisije stakleničkih plinova (koje uključuje i energetska učinkovitost u zgradarstvu) potvrđuje potpisan Pariški sporazum u sklopu Pariške klimatske konferencije (COP21) održane u prosincu 2015. godine [6]. Konferencija COP22 održana u Marrakechu, u studenom 2016. godine je također potvrdila provedbu Pariškog sporazuma.

Europska unija je odredila i dugoročne energetske ciljeve do 2030., odnosno 2050. godine [7, 8].

S obzirom na činjenicu da kućanstva u EU prema podacima sudjeluju u potrošnji i do 24,8 % isporučene energije (slika 4), te da sektor ima potencijal širenja, potreba za smanjenjem potrošnje energije i korištenjem energije iz obnovljivih izvora u zgradarstvu predstavlja jednu od važnih mjera koje su potrebne da bi se smanjio uvoz i energetska ovisnost Unije kao i emisije stakleničkih plinova.

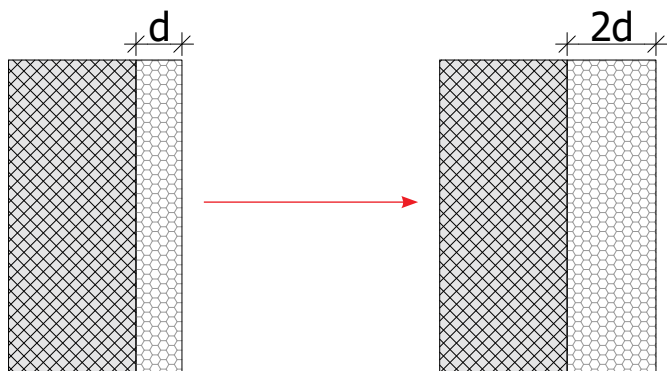


**Slika 4** Potrošnja energija po sektorima u % za EU-28, 2014 [9]

Svojim članstvom u EU, Hrvatska je preuzela svu pravnu stečevinu Europske unije, pa tako i onu koja uključuje sve obveze i propise o energetska učinkovitosti u zgradarstvu. Postojeći planovi za energetska obnovu zgrada u RH usmjereni su na postupno i sustavno energetska saniranje postojećeg fonda zgrada gdje je osnovni kriterij vrednovanja rezultata smanjenje emisija CO<sub>2eq</sub> u okoliš i smanjenje za potrebnom energijom za grijanje, hlađenje, klimatizaciju, ventilaciju i pripremu tople vode u zgradama.

Zahtjevi za povećanjem energetska učinkovitosti zgrada u europskim zemljama utječu na požarna svojstva zgrada. Kako bi se ostvarili ciljevi za uštedu potrošene energije, sustavno se u regulativi postrožuju zahtjevi koji propisuju toplinska svojstva građevnih elemenata ovojnice zgrada. Budući da je debljina izolacijskog sloja najmanje dvostruko veća u odnosu na prijašnje zahtjeve (slika 5) s tendencijom dodatnog povećanja debljine (kako bi se ostvarili ciljevi nakon 2020. godine), ukupno požarno opterećenje se povećava, pogotovo ukoliko se ugradi goriva toplinska izolacija na pročelje. U tom se slučaju produžuje trajanje požara, vrijeme gašenja i u konačnici povećava opasnost od širenja požara po pročelju te njegov prijenos u unutrašnjost zgrade, odnosno na druge susjedne zgrade.

Također, posebnu pažnju na mjere zaštite od požara treba posvetiti tijekom izvođenja građevinskih radova (gradnja nove zgrade i energetska obnova zgrade), jer tijekom skladištenja i ugradnje gorive izolacije ona povećava rizik za nastajanje i širenje požara jer nije zaštićena slojevima u sustavu (npr. ETICS).



**Slika 5** Povećanje debljine toplinskoizolacijskog sloja zbog energetske učinkovitosti zgrada

Materijali koji se mogu upotrebljavati kao toplinskoizolacijski sloj u sustavima pročelja su prikazani u tablici 1.

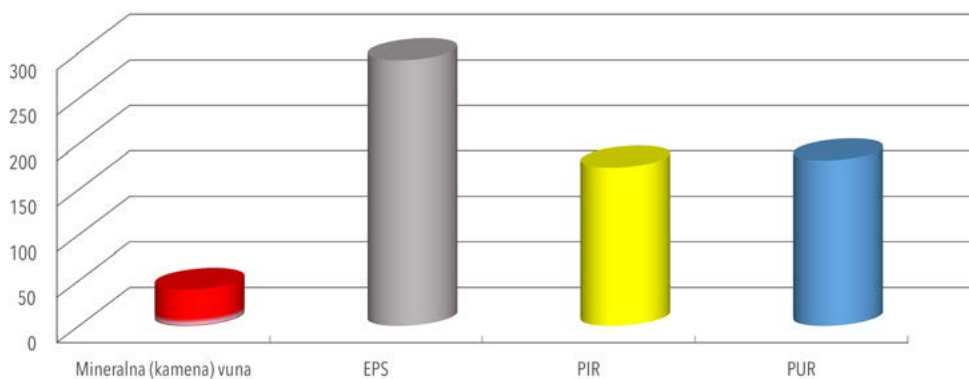
**Tablica 1** Proizvodi za toplinsku izolaciju [10]

Generički opis	Primjeri	Primjene
Negorivi materijali i materijali ograničene gorivosti	Uglavnom proizvodi od mineralnih vlakana kao što su kamena i staklena vuna, kojima se pri proizvodnji dodaje vezivo na bazi smole.	Proizvedeni u pločama i rolama različitih veličina. Debljina i gustoća ovih proizvoda može varirati, ovisno o zahtijevanim toplinskim svojstvima.
Termostabilni proizvodi	Poliuretanska (PUR), poliizocijanuratna (PIR) pjena ili fenolne pjene.	Proizvodi izrađeni u obliku ploča u različitim veličinama i debljinama ovisno o zahtijevanim toplinskim svojstvima. Često se ugrađuju s materijalima poput staklenih vlakana ili aluminijske folije.
Termoplastični proizvodi	Najpoznatiji predstavnici ove grupe su ekspanzirani (EPS) i ekstrudirani (XPS) polistiren. Mogu u sebi sadržavati usporivač gorenja.	Materijal se općenito isporučuje u obliku tankih ploča, u različitim veličinama i debljinama ovisno o zahtijevanim toplinskim svojstvima.
Prirodna vlakna	Primjeri poput drvnih vlakana, pluta, ovčje vune, celuloze i konoplje postaju sve rašireniji u uporabi. Proizvode se općenito natapanjem, grijanjem i komprimiranjem kako bi se u konačnici dobio plošni proizvod. U nekim slučajevima koriste se različita veziva za postizanje zahtijevanih svojstava.	Materijali se općenito isporučuju u obliku tankih ploča u različitim veličinama i debljinama ovisno o zahtijevanim toplinskim svojstvima.
Reciklirani materijali	Kao izolacijski proizvodi mogu se koristiti različiti materijali, kao što su reciklirani papir i novinski papir, isjeckana guma i kombinacije drugih materijala, koji se mogu tretirati ili koristiti s vezivima kako bi se postigla zahtijevana svojstva.	Dostupni su u različitim oblicima, najčešće u obliku komprimiranih ploča.

U Republici Hrvatskoj najčešće korišteni materijali za toplinskoizolacijski sloj za ugradnju u ETICS sustave su ekspanzirani polistiren (EPS) u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13163:2016 i mineralna (kamena) vuna u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13162:2015. Ostali materijali koji se spominju u tablici 1 nisu obuhvaćeni važećom tehničkom regulativom.

Specifično požarno opterećenje ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) toplinskoizolacijskih materijala koji se ugrađuju u pročelja znatno se razlikuje prema vrsti materijala. Ukupno specifično požarno opterećenje tih materijala uobičajeno primjenjivanih u kontaktnim sustavima (ETICS) pročelja je 7,3 puta veće za EPS, 4,35 puta veće za PIR, odnosno 4,5 puta veće za PUR u odnosu na mineralnu (kamenu) vunu za istu vrijednost otporu prolaska topline kakav se zahtjeva za energetske učinkovite zgrade, što je prikazano na slici 6. Potrebno je naglasiti da će postroženjem regulative po pitanju potrošnje energije u zgradama, a sve kako bi se ispunili ciljevi do 2030. i 2050. godine, rasti i požarno opterećenje na pročeljima zgrada, zbog povećanja debljine toplinskoizolacijskog materijala.

Specifično požarno opterećenje [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]



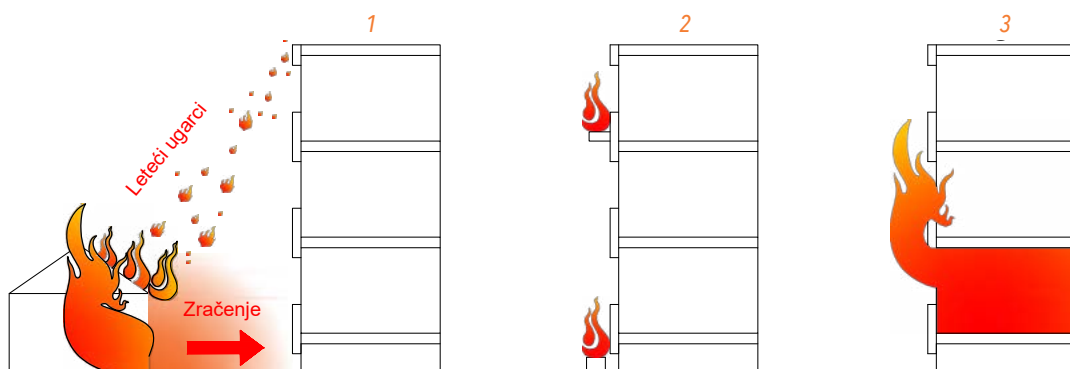
Slika 6 Usporedba specifičnog požarnog opterećenja različitih toplinskoizolacijskih materijala

S obzirom na značenje energetske učinkovitosti u zgradarstvu u strategijama EU i kod nas u Hrvatskoj, potrebno je kod projektiranja energetskih obnova zgrada, ali i kod gradnje novih zgrada primijeniti suvremena tehnička rješenja i pravila kako poboljšanjem jedne performanse (potrošnja energije) ne bismo degradirali drugu (otpornost na požar).

## 4 MEHANIZMI ŠIRENJA POŽARA PO PROČELJU

Kod prijenosa požara po pročelju razlikuju se tri tipična scenarija (slika 7):

1. prijenos vanjskog požara zračenjem sa susjedne, odvojene, zgrade na gorivo pročelje
2. prijenos vanjskog požara na gorivo pročelje s izvora požara koji se nalaze uz samo pročelje, a posljedica su zračenja ili direktne izloženosti plamenu (smeće na balkonu, parkirani automobili i sl.)
3. prijenos unutarnjeg požara koji nastaje u nekom prostoru zgrade i prenosi se preko otvora na pročelju (prozora, vrata i sl.) na gornje katove.

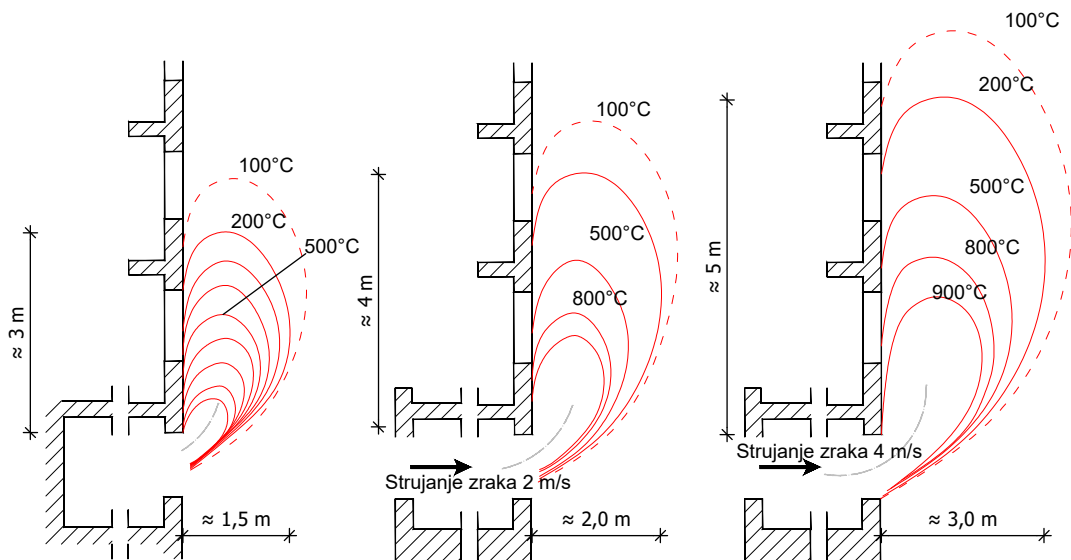


Slika 7 Tri tipična scenarija prijenosa požara po pročelju zgrade



Slika 8 Izlazak plamena nakon rasplamsavanja kroz otvor na zidanoj zgradi [10]

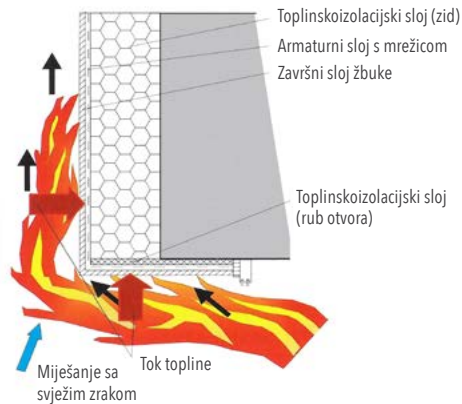
Ako ne dođe do brze intervencije (bilo vatrogasaca, bilo aktiviranja sprinkler sustava i sl.), požar se u zatvorenom prostoru može razviti do faze rasplamsavanja (eng. *flash-over*), kada plamen u većini slučajeva izlazi iz prostora kroz otvore na pročelju (prozore ili vrata). U trenutku kada dođe do pucanja stakala i probijanja plamena u vanjski prostor, plamen može dosegnuti visinu i do 5 m iznad ruba otvora bez obzira na sustav pročelja i vrstu materijala koji čine pročelje (slike 8 i 9) na što znatno utječe i brzina strujanja zraka.



Slika 9 Visine plamena s označenim temperaturama po pročelju ovisno o brzini strujanja zraka [12]

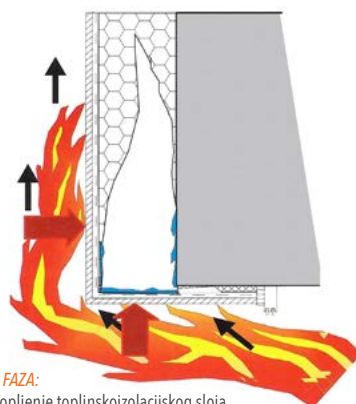
U trenutku kada plamen požara (bilo da je iz vanjskog ili unutarnjeg izvora) zahvati vanjski sloj pročelja, daljnje širenje po pročelju ovisit će o svojstvima sustava pročelja gdje posebnu važnu ulogu imaju:

- **svojstva reakcije na požar materijala** pročelja koja utječe na brzinu širenja požara po ovojnici zgrade. Mehanizam širenja požara preko otvora na kontaktno pročelje s gorivom izolacijom prikazan je na slici 10.
- **postojanje šupljina u pročelju** (koje su dio sustava pročelja, npr. ventiliranih, ili onih što nastaju odvajanjem dijelova pročelja tijekom požara). Ako plamen uđe u šuplji prostor, zbog efekta dimnjaka može se produžiti pet do deset puta više od početne dužine, bez obzira na svojstva materijala koji se nalaze na granici ventilirajućeg sloja. Ako se ne upotrijebe određene prekidne udaljenosti, odnosno protupožarne barijere, opisani efekt uzrokuje brzo vertikalno širenje požara, koji se može "sakriti" ispod završne obloge pročelja (slika 11);
- **otvori na pročelju** (prozori/ vrata) koji će omogućiti da se požar vrati ponovno u unutarnji prostor zgrade, kada se on nadalje može širiti s kata na kat prema već opisanom mehanizmu.



### 1. FAZA:

Toplinsko djelovanje na pročelje s donje i prednje strane u ETICS sustav



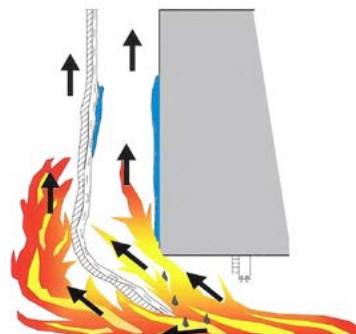
### 2. FAZA:

- Topljenje toplinskoizolacijskog sloja
- Stvaranje šupljine
- Nakupljanje otopljenog materijala na vanjskom zidu i mortu za ljepljenje
- Nakupljanje otopljenog izolacijskog sloja uz gornji rub



### 3. FAZA:

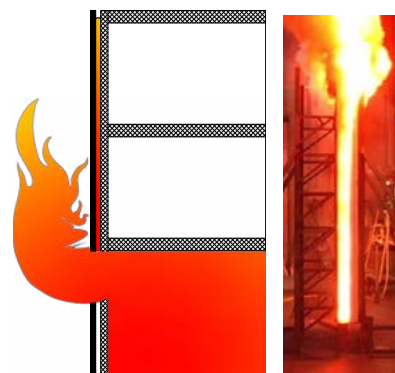
- Pojava tlačnih naprezanja iza sloja vanjske žbuke (zbog toplog zraka i pirolitičkih plinova)
- Oslobođanje pirolitičkih plinova kroz žbuku
- Izgaranje organske žbuke
- Izbočavanje i pucanje vanjskog sloja žbuke
- Raspadanje ETICS sustava uz rub otvora pod težinom otopljene tvari
- Stvaranje gorivih kapljica



### 4. FAZA:

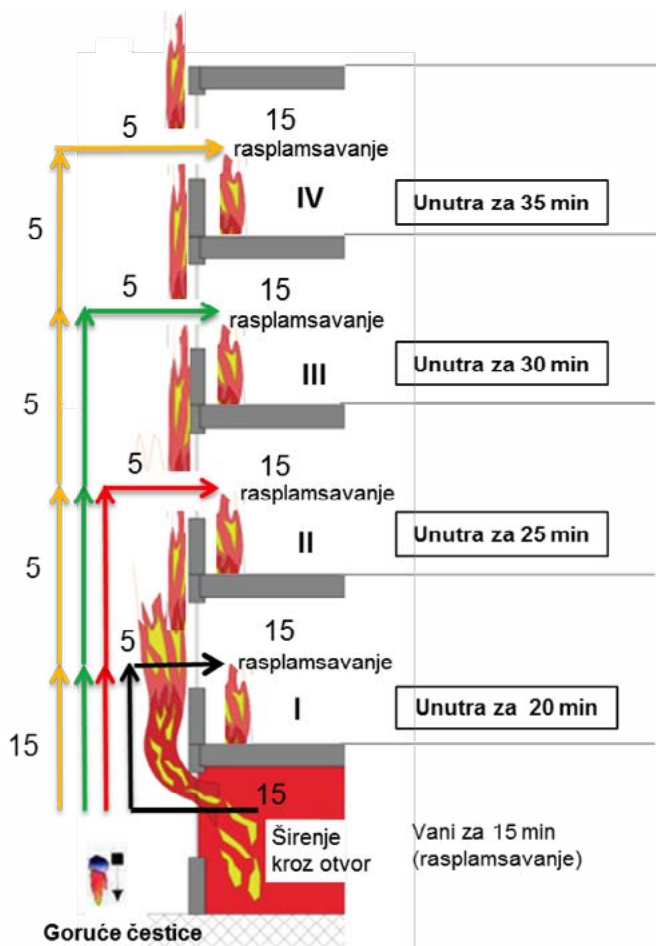
- Potpuno raspadanje ETICS sustava uz rub otvora
- Prodiranje plamena iza žbuke
- Izgaranje sustava na unutarnjoj i vanjskoj strani
- Otpadanje kapljica gorivog materijala

Slika 10 Prikaz razvoja požara po pročelju preko gorivih toplinskih izolacija [13]



Slika 11 Širenje požara kroz ventilirani sloj u pročelju [14]

Ako širenje požara po pročelju s ETICS sustavom s gorivim materijalom nije spriječeno (bilo reakcijom vatrogasne jedinice ili aktiviranjem sprinkler sustava i sl.), tada će se požar širiti s kata na kat višekatne zgrade vremenskim tijekom koji je prikazan na slici 12.



Slika 12 Približno vrijeme širenja požara po katovima zgrade s ugrađenim ETICS sustavom s gorivom izolacijom na pročelju [15]

Cilj mjera zaštite od požara, koje se odnosi na pročelje, je sprečavanje širenja požara na više od dva kata iznad etaže na kojoj je požar počeo prije intervencije vatrogasne postrojbe. Prilikom intervencije vatrogasne postrojbe mora se spriječiti padanje gorivih dijelova pročelja ili većih dijelova vanjskog zida [15].

Istraživanja u ovom području pokazala su da je opasnost širenja požara po pročelju veća u slučaju prijenosa požara iz unutarnjeg prostora prenošenjem plamena preko otvora na pročelju (slučaj 3 na slici 7) nego u slučaju prijenosa vanjskog požara (slučaj 1 i 2 na slici 7). Zbog toga se ispitivanja pročelja u velikom mjerilu, što je regulatorna obveza u nekim europskim zemljama, (npr. BS 8414-1 u Velikoj Britaniji [16], SP FIRE 105 [17] u Švedskoj ili MSZ 14800-6 [18] u Mađarskoj) temelje upravo na njihovom izlaganju simuliranom požaru u zatvorenom prostoru nakon faze rasplamsavanja (eng. *post-flashover phase*). Primjer ispitivanja ponašanja pročelja u požaru s ispitnim uzorcima ispitanim u velikom mjerilu dan je u dodatku 2 Priručnika. Tim se ispitivanjem jasno pokazalo da ispitivanje i klasifikacija prema svojstvu reakcije na požar prema SBI (eng. *single burning item*) ispitivanju nisu relevantni kada se radi o pročeljima zgrada.



## 4.1 Prikaz većih požara čije je širenje vezano uz načine izvedbe pročelja

Iako su požari koji su nastali i proširili se zgradom kao posljedica ugrađenih gorivih materijala u pročeljima relativno rijetka pojava, njihove posljedice mogu biti znatne i s aspekta materijalne štete i s aspekta ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba. U nastavku je izneseno nekoliko primjera gdje je analiza uzroka nastanka i širenja požara pokazala da bi njegove posljedice bile puno manje da su sustavi pročelja bili ispravno projektirani i ugrađeni.

### 4.1.1 POŽAR U STAMBENOJ ZGRADI U MISKOLCU (MAĐARSKA) 2009. GODINE

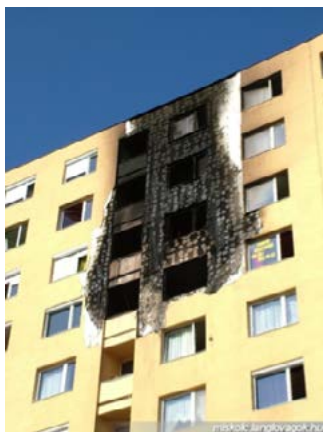
U Miskolcu u Mađarskoj 15. kolovoza 2009. godine požar je nastao u kuhinji na šestome katu stambene zgrade i vertikalno se proširio preko ETICS pročelja do samog krova. Stambenu zgradu činili su podrum, prizemlje i još deset katova. Osim materijalne štete na zgradi (slika 13), posljedice požara su i tri ljudske žrtve. Zgrada je sagrađena 1968., a obnovljena 2007. godine. Obnova je uključivala postavljanje pročelja s ETICS sustavom s polistirenskom izolacijom koja je lako goriv materijal. Tijekom požara dim se brzo proširio stubištem i otvorima za instalacije koji nisu bili adekvatno izolirani.

Istraživanja uzroka i posljedica požara pokazala su da su sljedeći čimbenici pridonijeli brzom širenju požara kroz zgradu [19]:

- zbog ljetnog vremena prozori su bili otvoreni i omogućili su brzo širenje požara preko pročelja na katove iznad kata na kojem je nastao požar
- polistirenska izolacija na vanjskim zidovima primijenjena je bez ugrađenih protupožarnih barijera i prekidnih udaljenosti od negorive izolacije
- neadekvatno postavljanje izolacije tj. ploče polistirena su neadekvatno fiksirane na vanjske zidove
- nanoseno je 2-3 mm žbuke umjesto zahtijevanih 5 mm.



a)



b)

*Slika 13*

Posljedice požara na pročelju stambene zgrade u mjestu Miskolc u Mađarskoj [19]

### 4.1.2 POŽAR U ZGRADI HOSTELA U DIJONU (FRANCUSKA) 2010. GODINE

Požar koji je 14. studenog 2010. godine počeo u kontejneru za smeće i brzo se vertikalno proširio po pročelju devetokatnog hostela za posljedicu je, osim velike materijalne štete, imao jedanaestero ozlijeđenih i sedmero smrtno stradalih osoba. Brzom širenju požara pročeljem pridonio je i jak vjetar koji je "pritiskao" plamen prema pročelju. Na fotografijama (slika 14)

vidljivo je kako se požar najviše proširio u uvučenom dijelu zgrade gdje su se nalazili balkoni. Smatra se da je pročelje bilo od gorivog ETICS sustava, međutim detaljna dokumentacija o istraživanju uzroka nastanka i tijekom požara nije objavljena.



**Slika 14**  
Posljedice  
požara hostela  
u Dijonu [20]

#### 4.1.3 POŽAR TORNJA TELEVISION CULTURAL CENTERA (TVCC-a) U PEKINGU (KINA) 2009. GODINE

Požar se dogodio 9. veljače 2009. godine na nedovršenoj zgradi visine 159 m (32 kata). U njemu je smrtno stradao jedan vatrogasac, sedmero ljudi je ozlijeđeno, a materijalna je šteta dosegla 110 milijuna eura. Zgrada se sastojala od glavnog tornja i dva kutna krila, s istočne i zapadne strane (slika 15). Sjeverno i južno pročelje tornja činilo je ovješeno stakleno pročelje, a obloga istočnog i zapadnog pročelja bila je od metalnih panela na bazi legure titan-cink, s ispunom od ekstrudiranog polistirena (XPS) i slojem zraka između obloge i izolacijskog sloja. Zdanje su projektirali poznati nizozemski arhitekti Rem Koolhaas and Ole Scheeren.

Prema dostupnim navodima, požar je počeo na krovu kao posljedica ilegalnog zavarivanja. Iskre od zavarivanja zahvatile su unutrašnjost metalnih panela te zapalile izolacijski sloj od XPS-a. Legura titan-cink inače se topi na temperaturi oko 400 Celzijevih stupnjeva. Kapljevite čestice nastale gorenjem XPS-a padale su s krova te uzrokovale širenje požara po pročelju prema donjim katovima. Kako je u isto vrijeme puhao i jak vjetar, cijeli toranj bio je u plamenu za manje od 20 minuta (slika 15b) [21]. Požar se proširio i u unutrašnjost zgrade koja u to vrijeme nije bila u potpunosti namještena.



**Slika 15** Zgrada TVCC a) prije, b) za vrijeme i c) nakon požara [22]-[24]

Za razliku od većine požara u zgradama, koji nastaju u unutrašnjosti i šire se prema van od donjih prema gornjim katovima, požar prikazan u ovom primjeru imao je potpuno drugačiji tijek razvoja. Ekstenzivnom širenju požara svakako su pridonijeli gorivi izolacijski materijali bez prekidnih udaljenosti, odnosno korištenje neadekvatnih materijala u oblaganju pročelja zgrade.

#### 4.1.4 ZGRADA STUDENTSKOG DOMA CVJETNO NASELJE, ZAGEB, 2017. god.

Požar koji je počeo na krovu zgrade studentskog doma 22. veljače 2017. vertikalno se proširio po pročelju spojene zgrade na sljedeća tri kata (slika 16). Točan uzrok požara još nije poznat, međutim prema snimljenim fotografijama sa sigurnošću se može tvrditi da je nastao na krovu nižeg objekta. Brzom širenju plamena i dima po pročelju pogodovalo je to što je toplinska izolacija sustava pročelja bila izvedena od gorivog materijala kao i snažan vjetar za vrijeme požara.



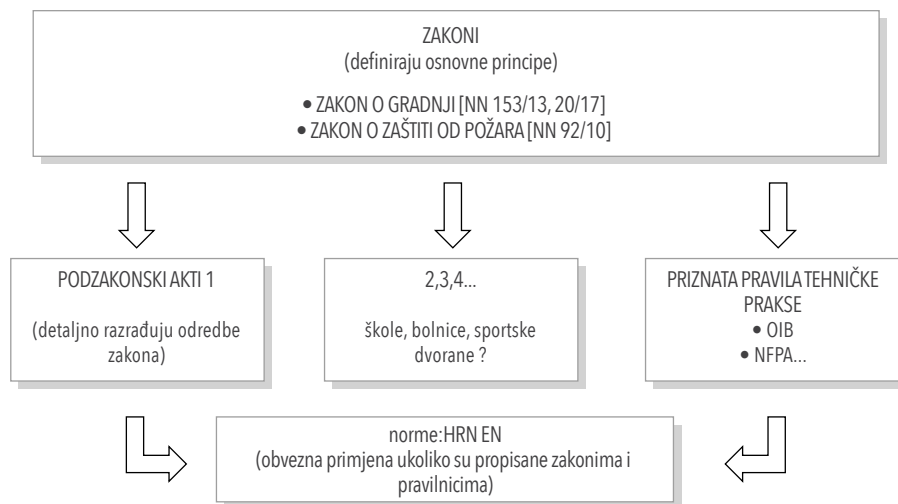
Slika 16 a) Požar u studentskom domu

b) izgled fasade nakon gašenja požara [11], [25]

Prema izmjenama *Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara* (NN 87/15) iz srpnja 2015. godine, zgrade među kojima je i većina zagrebačkih studentskih domova, razvrstavaju se u vrlo zahtjevne građevine u pogledu zaštite od požara (tzv. podskupinu ZPS5), pa moraju imati toplinsku izolaciju usklađenu sa zahtjevima citiranog Pravilnika. U slučaju korištenja gorivih toplinskih izolacija, što je jedna od mogućnosti koju dopušta Pravilnik, moraju se izvoditi pojasevi od negorivog materijala kojima se sprečava brzo širenje požara po pročelju, što vrijedi od kolovoza 2015. godine.

# 5 HRVATSKI PROPISI KOJI REGULIRAJU ZAŠTITU OD POŽARA GRAĐEVINA

Projektiranje građevina u dijelu zaštite od požara regulirano je Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17), Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10) te nizom podzakonskih akata, priznatih pravila tehničke prakse i normi (slika 17).



Slika 17 Opća shema hrvatske regulative vezane uz područje zaštite od požara

Postoje neki segmenti zaštite od požara, primjerice zahtjevi za projektiranje bolnica, škola, vrtića, domova za stare i ne-moćne itd. koji još nisu pokriveni hrvatskom regulativom. *Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara - NN 29/13 i 87/15*, (u daljnjem tekstu *Pravilnik*), donesen je 2013. godine, a 2015. godine je dopunjen kao temeljni podzakonski akt (propis) iz područja zaštite od požara koji je usklađen s europskim zahtjevima. *Pravilnik* je definiran kao osnovni modul, koji treba dograditi modulima za zgrade tih namjena (škole, bolnice, vrtići i jaslice itd.), pa se za te namjene, do odnošenja spomenutih hrvatskih propisa, primjenjuju priznata pravila tehničke prakse što su najčešće NFPA 101, Life safety code [26] (NFPA - *National Fire Protection Association*) ili austrijska smjernica *OIB Richtlinie 2* [27] (OIB - *Österreichisches Institut für Bautechnik*). Ti se propisi primjenjuju samo u dijelu mjera zaštite od požara koje nisu regulirane hrvatskim propisima, primjerice, određivanje površina požarnih i dimnih odjeljaka, potreba za sustavima aktivne zaštite (sprinkleri, vatrodjova i sl.). Međutim, u dijelu mjera zaštite od požara koje reguliraju hrvatski propisi, obvezno se primjenjuju odredbe hrvatskih propisa. Tako se u pogledu izvedbe pročelja i zahtjeva vezanih za reakciju na požar izolacijskih materijala koristi citirani hrvatski *Pravilnik* budući da regulira spomenutu temu, pa u tom dijelu nije moguća primjena stranih propisa.

## 5.1 Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10) - prikaz najvažnijih članaka koji se odnose na temu Priručnika

Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10), u daljem tekstu Zakon, kao i svakim zakonom, ne definiraju se detalji, nego opći principi koji se kasnije razrađuju podzakonskim aktima. Tako se u člankom 25., stavkom 1. Zakona određuje kako građevine moraju biti projektirane i građene da bi se zadovoljili temeljni (bitni) zahtjevi iz područja zaštite od požara definirani Temeljnim dokumentom broj 2 [28].

**Članak 25, stavak 1:** Prilikom projektiranja i građenja građevine mora se osigurati zaštita od požara, kao jedan od bitnih zahtjeva za građevinu propisanih posebnim propisom kojim se uređuje područje prostornog uređenja i gradnje, tako da se u slučaju požara:

- očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena utvrđena posebnim propisom,
- spriječi širenje vatre i dima unutar građevine,
- spriječi širenje vatre na susjedne građevine,
- omogućiti da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu, odnosno da se omogućiti njihovo spašavanje,
- omogućiti zaštitu spašavatelja.

Izravno ni jedan od ovih zahtjeva ne spominje pitanje pročelja, međutim za sprečavanje širenja vatre i dima unutar zgrade, kao i sprečavanje širenja vatra na susjedne zgrade bitno je i pročelje, ali i krovna ploha kao mogući prenositelj požara koji zbog gorivosti i/ili pogrešne izvedbe može dovesti do prijenosa požara na susjedne stanove i/ili na susjedne zgrade.

Podaci za projektiranje, koji se razrađuju na razini glavnog projekta, dobivaju se iz elaborata zaštite od požara kako je određeno člankom 28., citiranog Zakona:

**Članak 28, stavak 1:** Podaci za projektiranje mjera zaštite od požara u glavnom projektu, koji je sastavni dio potvrde glavnog projekta, građevinske dozvole, odnosno rješenja za građenje prema propisima kojima se uređuje područje građenja, dobivaju se iz elaborata zaštite od požara koji je poslužio kao podloga za njegovu izradu.

U članku 28, stavak 2, definirano je za koje se građevine izrađuje elaborat.

**Članak 28, stavak 2:** Elaborat zaštite od požara izrađuje se samo za građevine skupine 2.

Građevine koje se razvrstavaju u skupinu 2 su definirane *Pravilnikom o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevnosti mjera zaštite od požara* (NN 56/2012), a podrazumijevaju složenije građevine s motrišta zaštite od požara. Člankom 28 stavkom 3, određeno je tko može izrađivati elaborat zaštite od požara.

**Članak 28, stavak 3:** Elaborat zaštite od požara izrađuje osoba ovlaštena za izradu elaborata zaštite od požara i ovjerava ga svojim potpisom i žigom.

Kako je spomenuto ranije u ovom Priručniku, osnovne odredbe Zakona o zaštiti od požara razrađuju se podzakonskim aktima (propisima) od kojih je svakako najvažniji spomenuti *Pravilnik* obzirom na to da je usklađen s europskim aktima, a i europskom praksom. Ovo je ujedno i jedini propis koji postavlja zahtjeve za pročelja vezane uz zaštitu od požara.

## 5.2 Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)

Pravilnik detaljno obrađuje zahtjeve zaštite od požara za građevinu, što je razrađeno u slijedećim poglavljima:

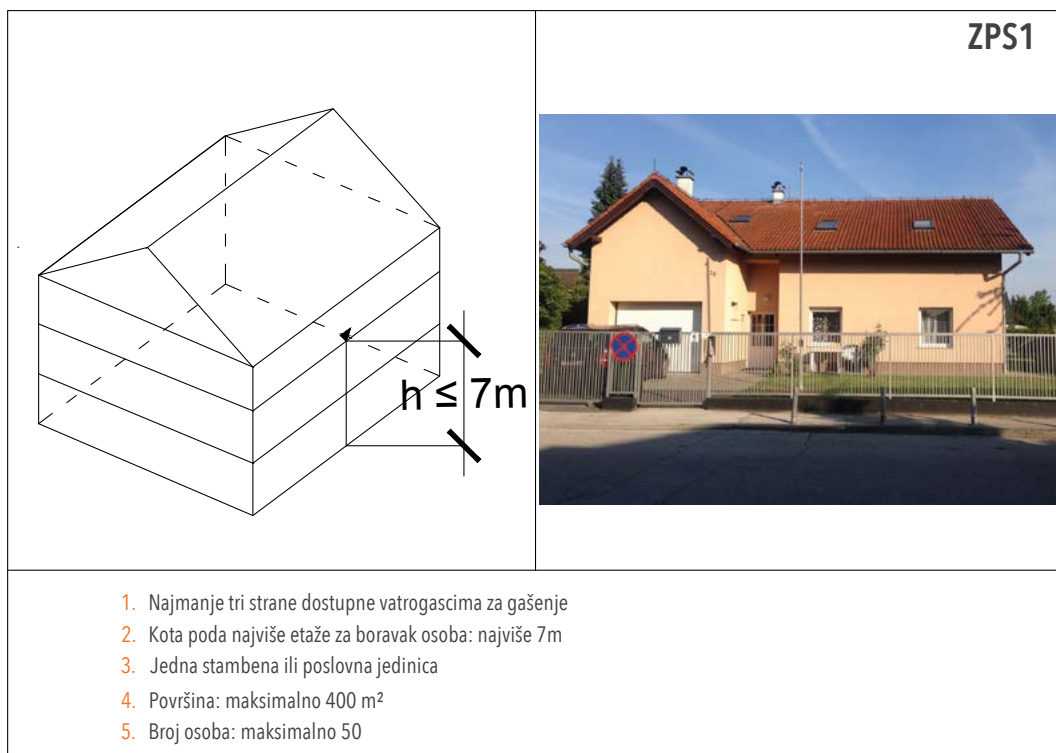
- Temeljne odredbe
- Otpornost na požar konstrukcija i elemenata,
- Reakcija na požar građevinskih proizvoda,
- Sprečavanje širenja vatre i dima unutar građevine
- Sprečavanje širenja požara na susjedne građevine
- Sustavi za odvodnju dima i topline, i sustavi nadtlaka
- Evakuacijski putovi
- Zaštita spašavatelja

U okviru prvog poglavlja dana je podjela zgrada i građevina u podskupine prema zahtjevnosti zaštite od požara, što ima utjecaja i na i zahtjeve za pročelja zgrada.

## 5.2.1 Podjela zgrada u podskupine prema zahtjevnosti zaštite od požara

### ZGRADE PODSKUPINE 1 – ZPS 1

su slobodno stojeće zgrade s najmanje tri strane dostupne vatrogascima za gašenje požara s nivoa terena, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan ili jednu poslovnu jedinicu, tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i do ukupno 50 korisnika;

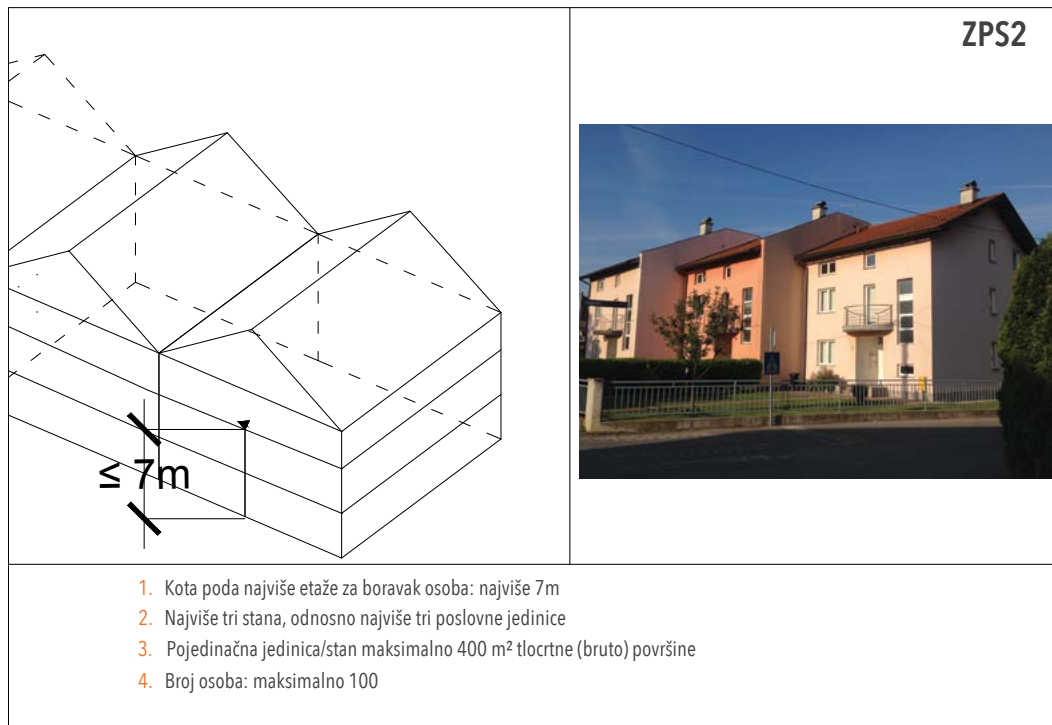


*Slika 18* Shematski prikaz tipične zgrade podskupine 1 s fotografijom



## ZGRADE PODSKUPINE 2 (ZPS 2)

su slobodno stojeće zgrade i zgrade u nizu, koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže najviše tri stana odnosno najviše tri poslovne jedinice pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 100 korisnika;

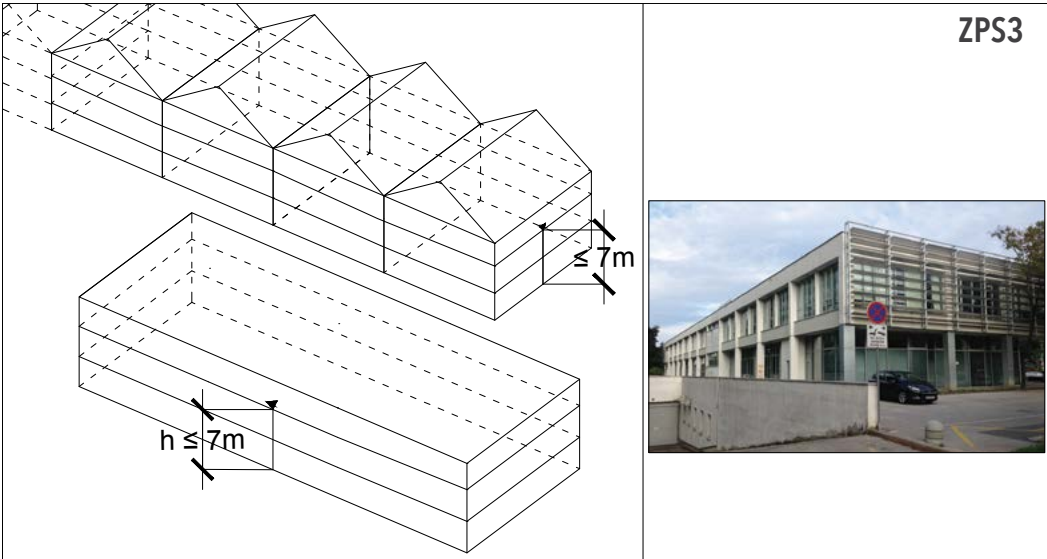



*Slika 19* Shematski prikaz tipične zgrade podskupine 2 s fotografijom



### ZGRADE PODSKUPINE 3 (ZPS 3)

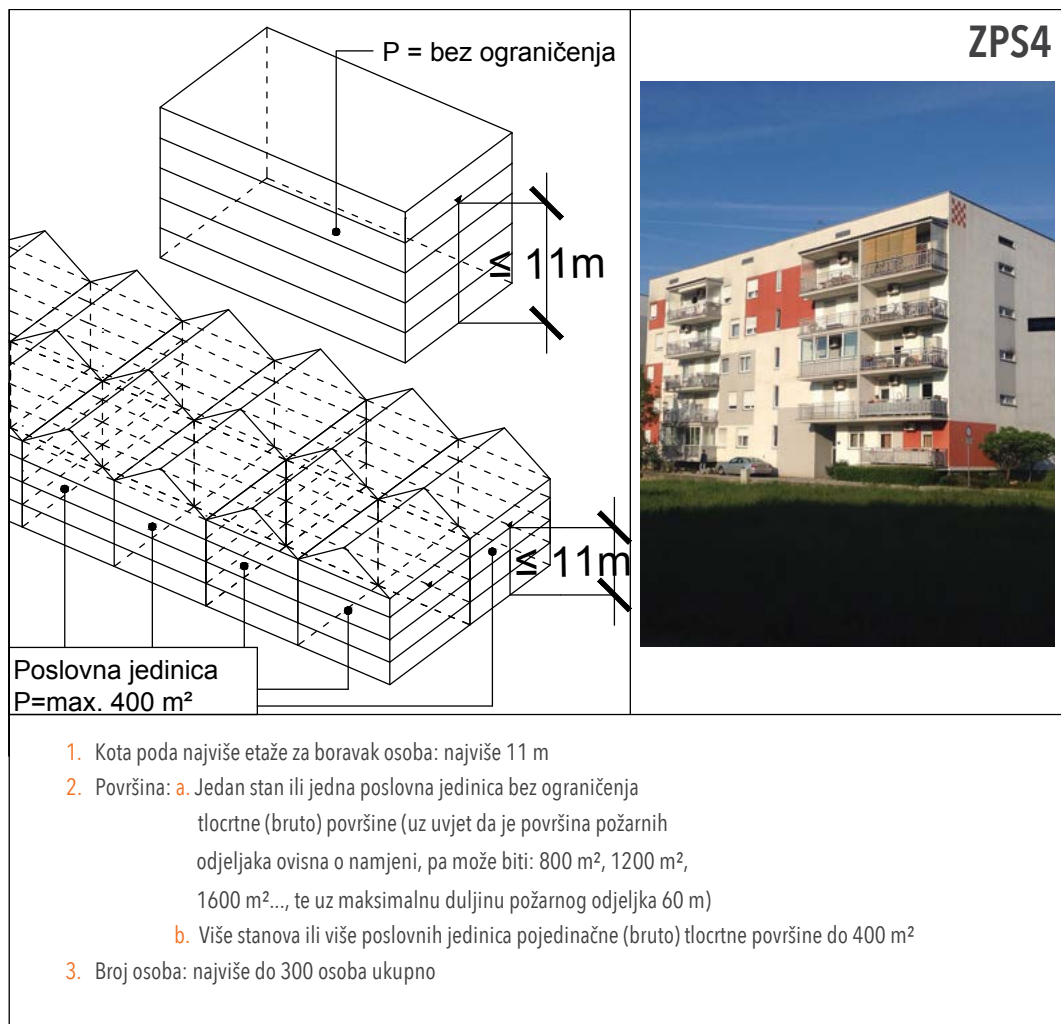
su zgrade koje sadrže do tri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, u kojima se okuplja manje od 300 osoba, a nisu obuhvaćene stavkom 1. ili 2. ovog članka;

	<p style="text-align: right;"><b>ZPS3</b></p> 
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kota poda najviše etaže za boravak osoba: najviše 7 m</li><li>2. Površina: nema ograničenja (uz uvjet da je površina požarnih odjeljka ovisna o namjeni, pa može biti: 800 m<sup>2</sup>, 1200 m<sup>2</sup>, 1600 m<sup>2</sup>..., te uz maksimalnu duljinu požarnog odjeljka 60 m)</li><li>3. Broj osoba: maksimalno 300</li></ol>	

*Slika 20* Shematski prikaz tipične zgrade podskupine 3 s fotografijom

## ZGRADE PODSKUPINE 4 (ZPS 4)

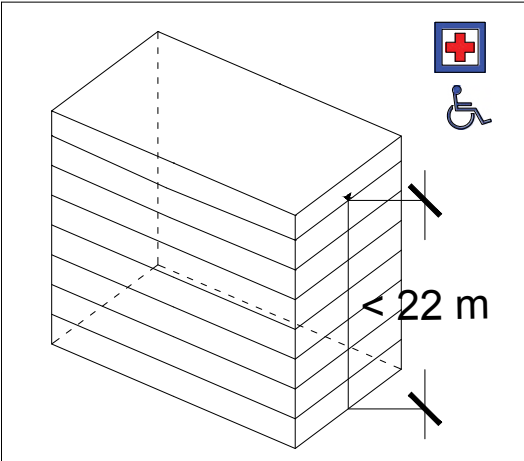

su zgrade koje sadrže do četiri nadzemne etaže s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 11,00 metara mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, i koje sadrže jedan stan odnosno jednu poslovnu jedinicu bez ograničenja tlocrtne (bruto) površine ili više stanova odnosno više poslovnih jedinica pojedinačne tlocrtne (bruto) površine do 400,00 m<sup>2</sup> i ukupno do 300 korisnika;



*Slika 21* Shematski prikaz tipične zgrade podskupine 4 s fotografijom

## ZGRADE PODSKUPINE 5 (ZPS 5)

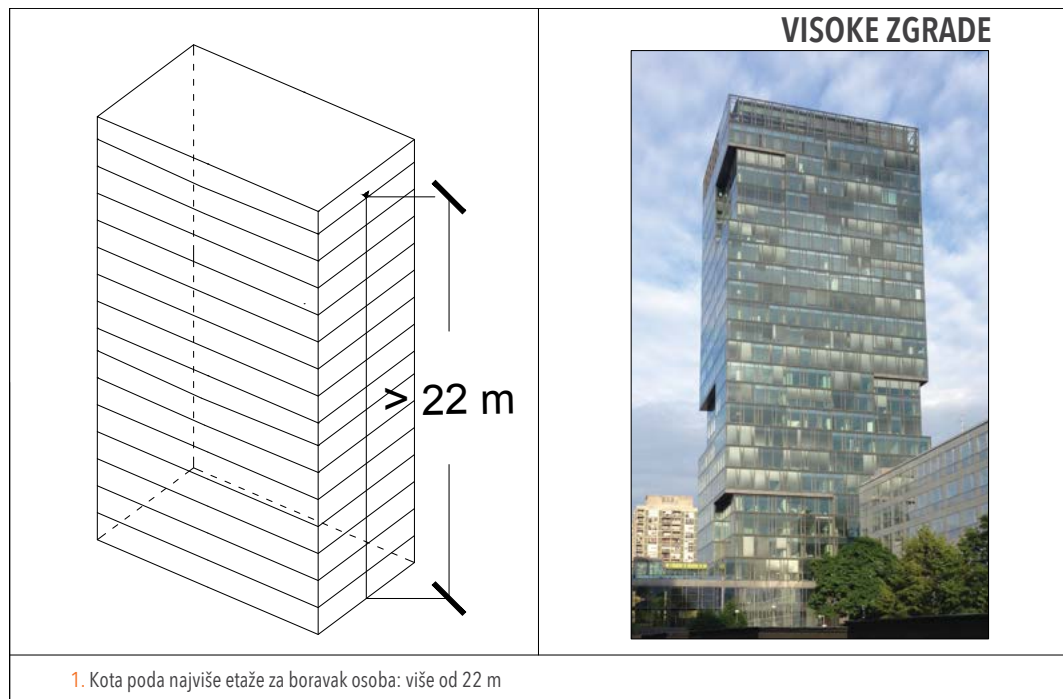
su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, a koje nisu razvrstane u podskupine ZPS 1, ZPS 2, ZPS 3 i ZPS 4, kao i zgrade koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža, zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično), te zgrade u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), i/ili imaju pojedinačne prostore u kojima se može okupiti više od 300 osoba;

	<p style="text-align: right;"><b>ZPS5</b></p> 
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kota poda najviše etaže za boravak osoba: najviše 22 m</li><li>2. Sve zgrade s pojedinačnim prostorima s više od 300 osoba</li><li>3. Sve zgrade koje se sastoje pretežno od podzemnih etaža</li><li>4. Sve zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti, odnosno osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare, psihijatrijske ustanove, vrtići i sl.)</li><li>5. Površina: bez ograničenja tlocrtna (bruto) površine (uz uvjet da je površina požarnih odjeljaka u skladu s važećim propisima)</li></ol>	

*Slika 22* Shematski prikaz tipične zgrade podskupine 5 s fotografijom

## VISOKE ZGRADE

su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi iznad 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, uporabom automehaničkih ljestvi, odnosno autoteleskopske košare ili zglobove platforme.



*Slika 23* Shematski prikaz tipične visoke zgrade s fotografijom

Radi lakše usporedbe zahtjeva za pojedinu podskupinu zgrada, isti su prikazani u tablici 2.

Tablica 2 Zahtjevi za svrstavanje zgrada u pojedinu podskupinu prema zahtjevnosti zaštite od požara

Zahtjevi / Podskupina zgrada	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
Kota poda najviše etaže za boravak ljudi, h	7 m	7 m	7 m	11 m	< 22 m	≥ 22 m
Ukupna površina	≤ 400 m <sup>2</sup>	≤ 1200 m <sup>2</sup>	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja Posebni Pravilnik u izradi
Pojedinačna bruto površina poslovnih, odnosno stambenih jedinica	≤ 400 m <sup>2</sup>	≤ 400 m <sup>2</sup>	Nema ograničenja	Nema ograničenja ako je jedna stambena ili poslovna jedinica ≤ 400 m <sup>2</sup> po poslovnoj ili stambenoj jedinici	Nema ograničenja	Nema ograničenja Posebni Pravilnik u izradi
Max. broj jedinica	1	≤ 3	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja Posebni Pravilnik u izradi
Broj korisnika	≤ 50 ukupno	≤ 100 ukupno	≤ 300 ukupno	≤ 300 ukupno	≥ 300 u pojedinačnom prostoru	Nema ograničenja Posebni Pravilnik u izradi

## 5.3 Detaljni prikaz članka citiranog Pravilnika koji obuhvaća zahtjeve vezane za izvedbu pročelja

U ovom dijelu Priručnika iznose se članci Pravilnika koji obuhvaćaju zahtjeve u vezi odabira razreda reakcije na požar toplanske izolacije na pročeljima i načina izvedbe tzv. prekidnih udaljenosti i protupožarnih barijera/pojaseva na zgradama u kojima se ugrađuje goriva izolacija.

### 5.3.1 ZAHTJEVI VEZANI ZA REAKCIJU NA POŽAR MATERIJALA U PROČELJIMA

Prema Pravilniku, razredi reakcije na požar materijala na pročeljima, a i drugih građevinskih elemenata vezane su za podskupine zgrada (definiranu poglavljem 5.2.1) i njihovu poziciju u tim zgradama (na pročelju, u unutrašnjosti zgrade, na evakuacijskom putu i drugdje).

Tako **članak 6, stavak 1** navodi da: *Građevni proizvod koji se ugrađuje u građevinu treba zadovoljiti zahtjeve u pogledu reakcije na požar prema Prilogu 2, tablicama 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11. i 12. ovog Pravilnika, sukladno hrvatskoj normi HRN EN 13501-1 i HRN EN 13501-5.*

U Pravilniku se tablica 5 odnosi na svojstvo reakcije na požar unutarnjih zidnih obloga i završnih slojeve, tablica 6 na građevne proizvode za podove i stropove, tablica 7 na krovove, tablica 8 na kanale za dovod zraka, kanale i ventilacijske kanale, tablica 9 na materijale za ispunu sljubnica, tablica 10 na ispune ograda, tablica 11 na duple i šuplje podove, a tablica 12 na natkrivena parkirališta i garaže.

Zahtjevi koji se odnose na reakciju na požar pročelja dana u tablici 4 Pravilnika, a citirana ovdje u tablici 3. Vezano za zahtjeve koji se odnose na pročelja, postoji razlika ovisno o tome da li je cijeli sustav pročelja ispitan i klasificiran prema svojstvu reakcije na požar ili je projektant predvidio korištenje pojedinih klasificiranih komponenti sustava pročelja za koji se posebno postavljaju zahtjevi za razred reakcije na požar.

Tablica 3 Zahtijevani razredi reakcije na požar pročelja

Građevni dijelovi	Zgrade podskupine (ZPS)							
	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4		ZPS5	Visoke zgrade	
<b>Ovješeni ventilirani elementi pročelja</b>								
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	ili	B-d1	B-d1	A2-d1
Potkonstrukcija								
- štapasta	E	D	D	D	ili	D	C	A2
- točkasta	E	D	A2	A2		A2	A2	A2
Izolacija	E	D	D	B		A2	A2	A2
<b>Toplinski kontaktni sustav pročelja</b>								
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	

Klasifikacija (razredba) građevnih proizvoda prema svojstvu reakcije na požar se provodi prema normi HRN EN 13501-1:2010, a dodatna pojašnjenja oko ispitivanja i razredbe (klasifikacije) su opisana u DODATKU 1 ovog Priručnika.

### 5.3.1.1 Načini gradnje požarnih zidova i drugih konstrukcija na granici požarnog odjeljka

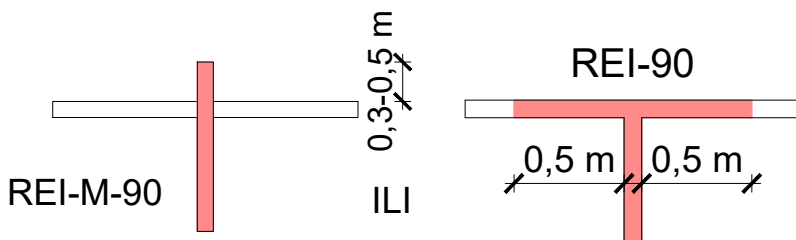
Načini izvedbe požarnih zidova i drugih konstrukcija koji dijele zgradu na požarne odjeljke i njihovi završeci na pročelju i krovu od bitnog su značaja za usporavanje prijenosa požara preko pročelja i/ili krovnih ploha budući da je u tim zonama obvezna primjena negorivih izolacijskih materijala. Radi jasnijeg razumijevanja principa zaštite od prijenosa požara preko spomenutih dijelova zgrade, u ovoj točki dan je pregled članaka Pravilnika u kojima se opisuje izvedba požarnih zidova i njihov spoj s pročeljima ili krovom zgrade, uz grafičke prikaze tipičnih situacija. U daljnjem tekstu citiraju se članci koji definiraju spomenute zahtjeve koji se odnose samo na požarne zidove koji završavaju na pročelju i krovu. Ostali zidovi s određenom otpornošću na požar, kao što su pregradni zidovi u unutrašnjosti zgrade, nisu obuhvaćeni ovim Priručnikom.



**Članak 10, stavak 1:** Unutarnji požarni zidovi grade se najmanje 0,30 metara iznad krovne plohe s negorivim pokrovom (reakcije na požar A1 ili A2-s1 d0) ili 0,50 metara kod krovne plohe s gorivim pokrovom, reakcije na požar od E do B.

**Članak 10, stavak 2:** Umjesto unutarnjeg požarnog zida iz stavka 1 ovog članka može se ispod krovne plohe izvesti dvostrana konzola (lijevo i desno od unutarnjeg požarnog zida ili samo na jednu stranu u dvostrukoj širini) iste otpornosti na požar u širini od 0,50 metra sa svake strane, ali bez zahtjeva svojstva na mehanički udar (M) za konzolu. Kod krovnih ploha s gorivim pokrovom potrebno je iznad konzole u njezinoj punoj širini predvidjeti pokrov i toplinsku izolaciju od negorivih građevnih proizvoda (reakcije na požar A1 ili A2 s1 d0), radi sprečavanja prenošenja požara.

Odredbe članka 10, stavka 1 i 2, grafički su prikazane na slici 24.

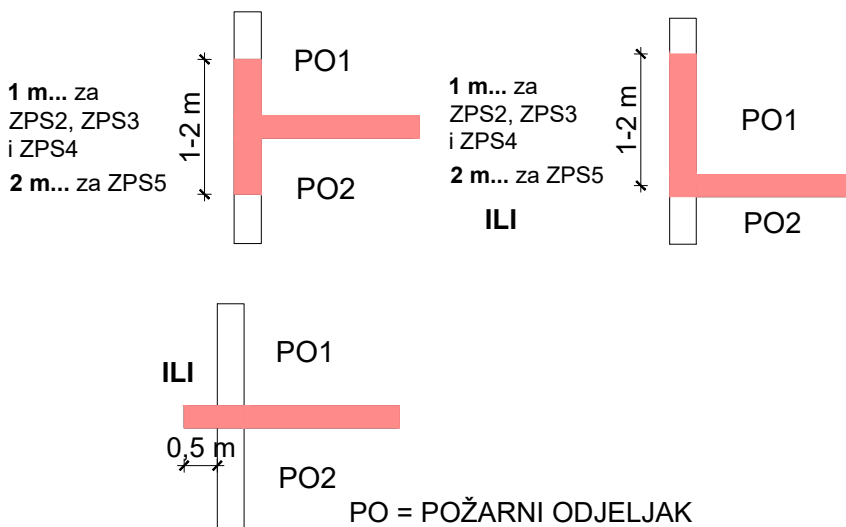


Slika 24 Presjek završetka požarnog zida na krovu građevine

**Članak 11, stavak 1:** Radi sprečavanja horizontalnog prenošenja požara preko prozora i drugih otvora na pročelju zgrade, lijevo i desno od sredine zida koji je na granici požarnog odjeljka grade se zidovi iste otpornosti na požar kao i zid na granici požarnog odjeljka, svaki u širini od najmanje 1,00 metar ili jednostrano na jednu stranu tako da ukupna dužina iznosi 2,00 metra, osim za građevine skupine ZPS2, ZPS3 i ZPS4, gdje ta ukupna udaljenost može iznositi 1,00 m.

**Članak 11, stavak 2:** Umjesto završetka požarnog zida na pročelju zgrade, opisanog u stavku 1 ovog članka, može se graditi i zid iste otpornosti na požar koji izlazi izvan pročelja zgrade, najmanje 0,50 metra.

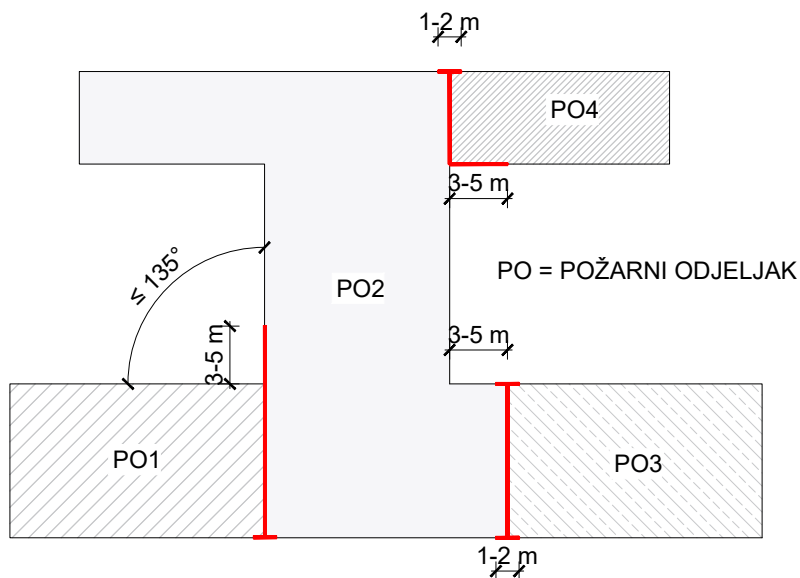
Odredbe članka 11, stavka 1 i 2, grafički su prikazane na slici 25.



Slika 25 Izvedba požarnog zida na pročelju zbog sprečavanja horizontalnog prenošenja požara (tlocrt)

**Članak 12, stavak 1:** Kod zgrada razvedenog tlocrta kod kojih se požarni odjeljci spajaju pod kutom jednakim ili manjim od  $135^\circ$ , radi sprečavanja horizontalnog prijenosa požara iz jednog požarnog odjeljka na drugi preko kutnog spoja, grade se zidovi iste otpornosti na požar kao i zid na granici požarnog odjeljka u duljini od 5,00 metara mjereno od unutarnjeg kuta u kojem se spajaju požarni odjeljci. Za zgrade podskupine ZPS2, ZPS3 i ZPS4 dopušta se duljina od 3,00 metra.

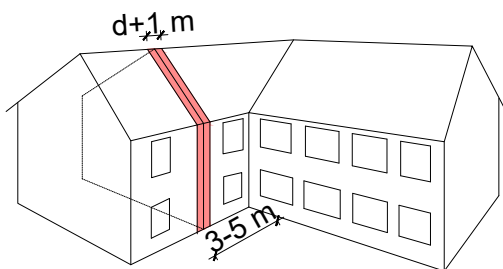
Odredbe članka 12, stavka 1, grafički su prikazane na slici 26.



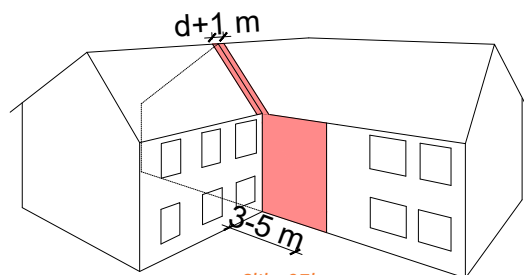
**Slika 26** Načini sprečavanja prijenosa požara iz različitih požarnih odjeljaka preko spoja u kutu

**Članak 12, stavak 2:** Način sprečavanja prijenosa požara iz različitih požarnih odjeljaka preko spoja u kutu prikazan je grafički na slici 1 u Prilogu 3 Pravilnika.

Odredbe članka 12, stavka 2, grafički su prikazane na slici 27.

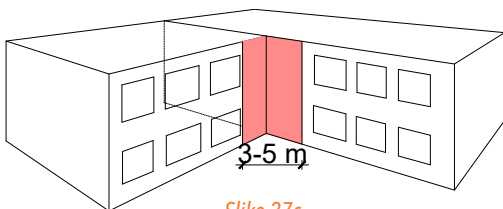


Slika 27a

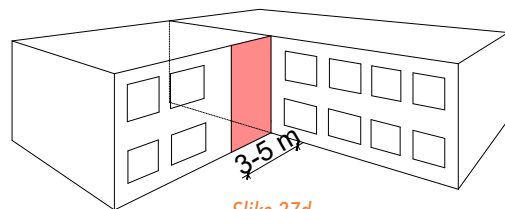


Slika 27b

d - debljina zida



Slika 27c

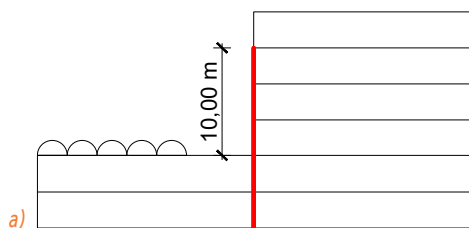


Slika 27d

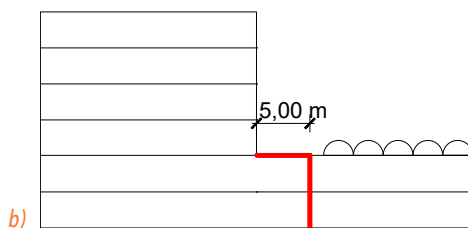
Slika 27 Požarni zidovi kod zgrada razvedenog tlocrta

**Članak 13:** Radi sprečavanja prijenosa požara u vertikalnom smjeru preko požarnih odjeljaka koji se dodiruju, kod zgrada različite visine, pri čemu se na krovu niže nalaze otvori na udaljenosti manjoj od 5,00 metara od pročelja više zgrade, ili se nalazi stropna, odnosno krovna konstrukcija koja ne zadovoljava propisanu otpornost na požar, požarni zid se izvodi prema slikama 3 i 4 u Prilogu 3 Pravilnika.

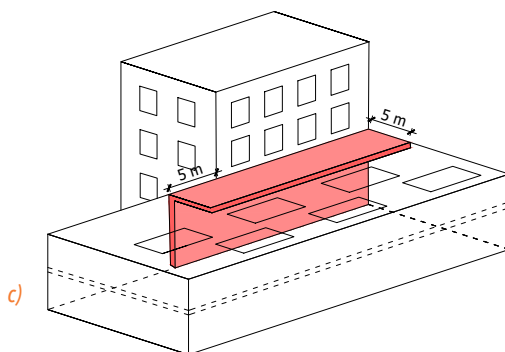
Odredbe članka 13 grafički su prikazane na slici 28 a, b i c.



a)



b)



c)

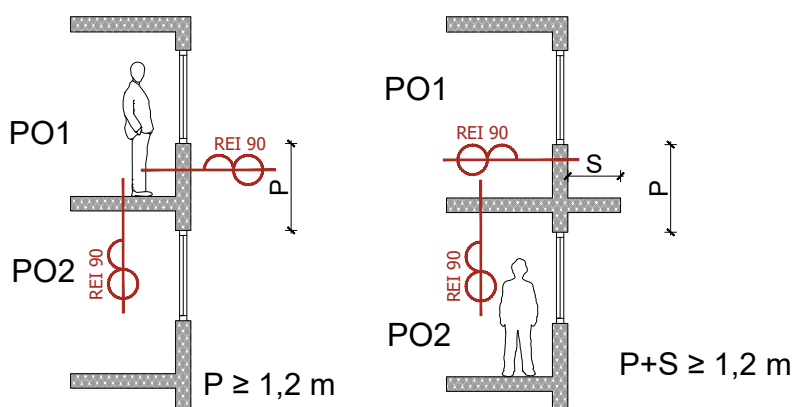
Slika 28 Sprečavanje prijenosa požara s niže zgrade na višu a) izvedbom požarnog zida na višoj zgradi koji se dodiruju kod zgrada različite veličine i b) izvedbom horizontalne prekidne udaljenosti na nižoj zgradi i c) aksonometrijski prikaz tipičnog slučaja požarnog zida na krovu nižoj zgradi

## 5.3.2 SPREČAVANJE VERTIKALNOG PRENOŠENJA POŽARA PO PROČELJU ZGRADE PREKO OTVORA

### 5.3.2.1 Sprečavanje kod zasebnih požarnih odjeljaka: rješenje s prekidnim udaljenostima

**Članak 14, stavak 1:** Radi sprečavanja vertikalnog prenošenja požara po pročelju zgrade preko otvora niže etaže, koja je zasebni požarni odjeljak na više etaže koje su drugi požarni odjeljak, potrebno je graditi vertikalni građevinski element između otvora (parapet) iste otpornosti na požar kao i požarni odjeljci koji se razdvajaju. Visina građevinskog elementa (parapeta) koji razdvaja etaže (prekidna udaljenost) mora biti duljine najmanje 1,20 metra ili duljine koju čini zbroj vertikalnih i horizontalnih dijelova, propisane otpornosti na požar.

Odredbe članka 14, stavka 1, grafički su prikazane na slici 29.



**Slika 29** Sprečavanje širenja požara u vertikalnom smjeru - građevinski element (parapet) koji razdvaja etaže (prekidna udaljenost)

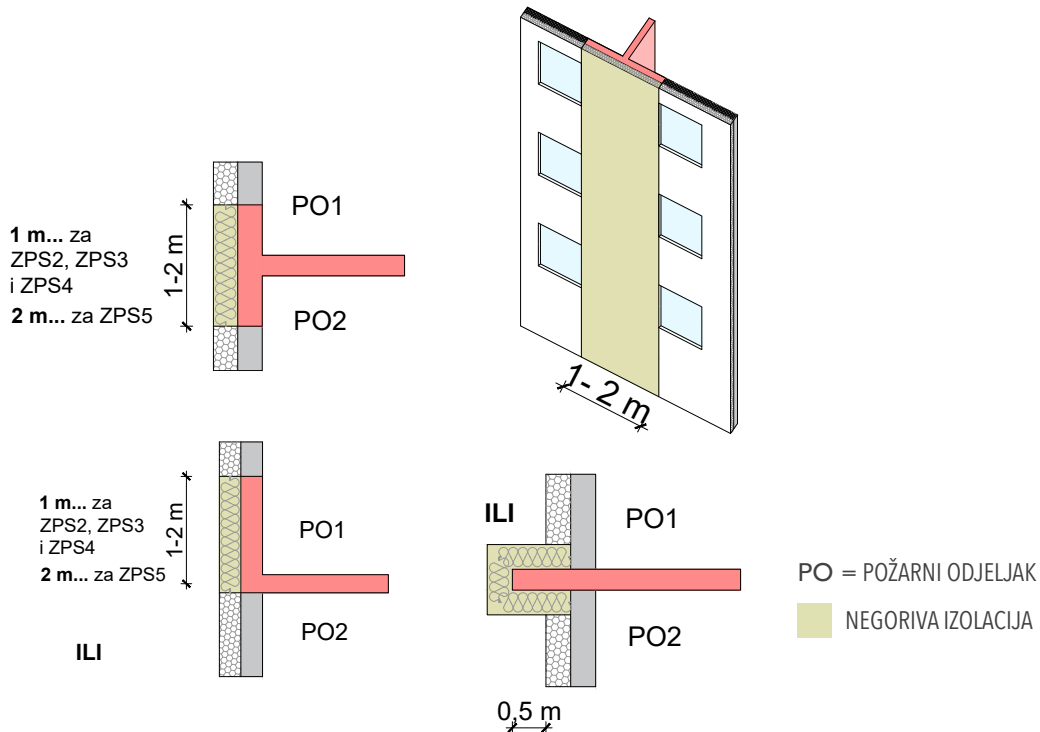
**Članak 15, stavak 1:** Pročelja zgrade grade se građevnim proizvodima reakcije na požar prema tablici 4 u Prilogu 2 ovog Pravilnika.

Zahtjevi reakcije na požar navedeni člankom 15, stavkom 1, dani su prethodno u tablici 3 ovog Priručnika.

**Članak 15, stavak 2:** Na građevinskim elementima kojima se sprečava prijenos požara u horizontalnom smjeru iz članka 11, stavaka 1 i 2, te članka 12, stavka 1, kao i kod građevinskih elemenata između otvora kojima se sprečava prijenos požara po vertikali između različitih požarnih odjeljaka iz članka 14, stavka 1, ovog Pravilnika, mora se kod izvedbe toplinskih kontaktnih sustava pročelja s gorivom toplinskom izolacijom izvesti pojas od negorive toplinske izolacije (reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0) u širini te prekidne udaljenosti.

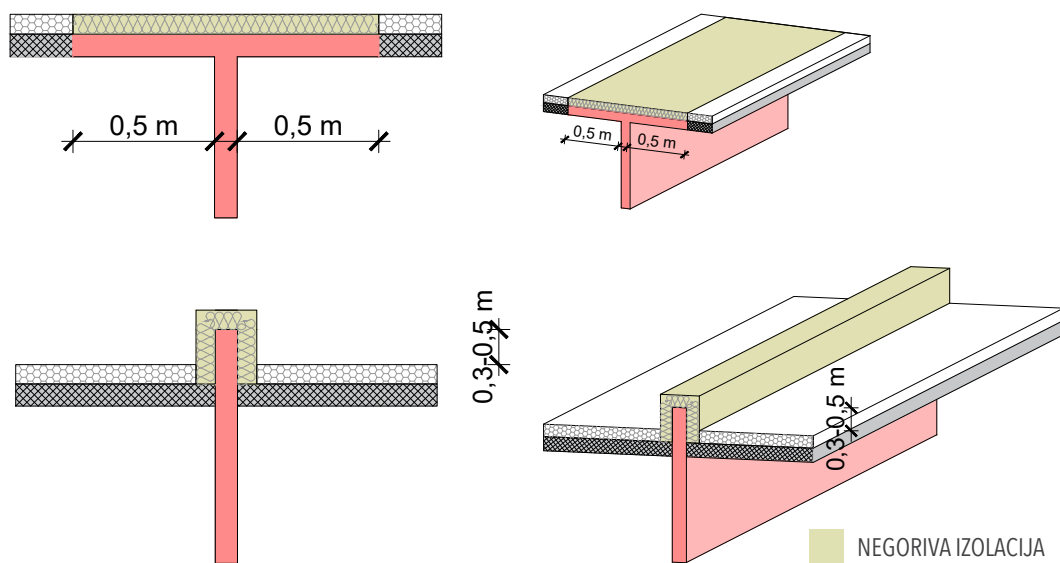
Odredbe članka 15, stavka 2 grafički su prikazane na slici 30 a,b,c i d.

a)



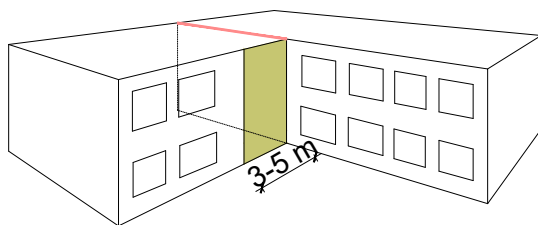
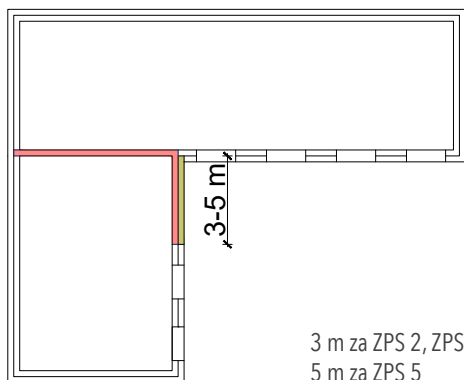
a) sprečavanje horizontalnog prijenosa požara s prozora na prozor izvedbom požarnog zida i pojasom od negorive izolacije s vanjske strane završetka požarnog zida (tlocrt i aksonometrijski prikaz)

b)



b) način završetka požarnog zida na krovu s oblogom od negorive izolacije (presjek i aksonometrijski prikaz)

c)

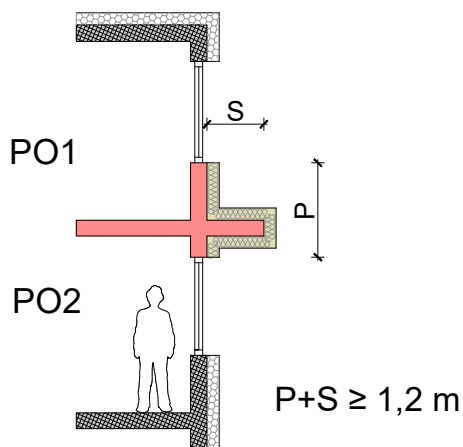
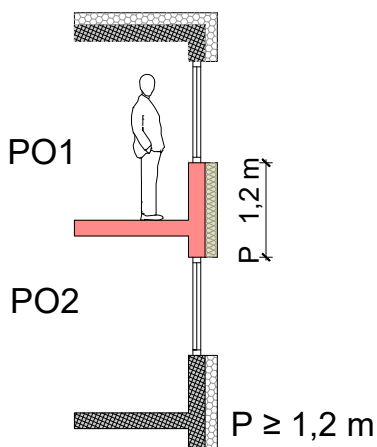


3 m za ZPS 2, ZPS 3 i ZPS 4  
5 m za ZPS 5

■ NEGORIVA IZOLACIJA

c) sprečavanje horizontalnog prijenosa požara kod spoja u kutu različitih požarnih odjeljaka izvedbom požarnog zida i pojasa od negorive izolacije s vanjske strane (tlocrt i aksonometrijski prikaz)

d)



■ NEGORIVA IZOLACIJA

d) sprečavanje vertikalnog prijenosa požara na pročelju s prikazom prekidne udaljenosti obložene negorivom izolacijom (presjek)

Slika 30 Grafički prikaz odredbi članka 15, stavka 2

Slika 31 prikazuje primjer izvedbe prekidne udaljenosti (parapeta) s negorivom toplinskom izolacijom (razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1,d0).



**Slika 31** Primjer izvedbe vertikalne prekidne udaljenosti s negorivom izolacijom na pročelju

**Članak 15, stavak 2:** Kod izvedbe ovješanih ventiliranih elemenata pročelja potrebno je kod gorivih i negorivih toplinskih izolacija spriječiti prijenos požara kroz ventilirajući sloj u širini prekidne udaljenosti barijerom koja se kod klasificiranih sustava izvodi prema uputi proizvođača, a kod sustava s pojedinačnim komponentama prema priznatim pravilima tehničke prakse.

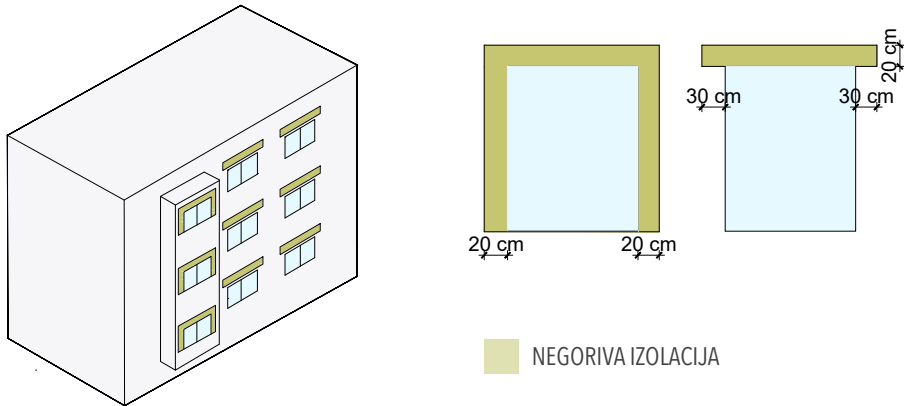
### 5.3.2.2 Sprečavanje kod istih požarnih odjeljaka: rješenje s protupožarnim barijerama za kontaktne sustave pročelja (ETICS)

#### 5.3.2.2.1 Rješenje s protupožarnim barijerama oko otvora na fasadi

**Članak 15, stavak 3:** Kod zgrada podskupine ZPS4 koje su jedan požarni odjeljak (uključujući i stubište koje može biti zaseban požarni odjeljak), a kod kojih se koristi kontaktni sustav pročelja s gorivom toplinskom izolacijom, neposredno oko građevinskih otvora bočno i iznad (prozori, vrata i drugo) ili samo horizontalno iznad otvora u dužini većoj od 30 cm lijevo i desno od krajnjeg ruba otvora izvodi se protupožarni pojas (barijera) toplinske izolacije u širini najmanje 20 cm razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1,d0 kako bi se spriječilo širenje požara po pročelju zgrade.

Odredbe članka 15, stavka 3, grafički su prikazane na slici 32.



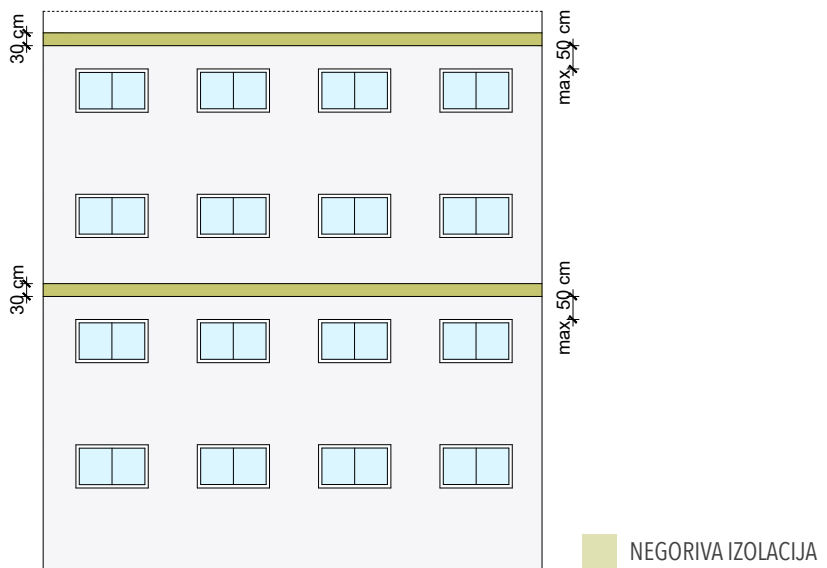


**Slika 32** Sprečavanje vertikalnog širenja požara pomoću protupožarnih barijera od negorivih izolacijskih materijala ugrađenih iznad ili oko otvora na fasadi [15]

### 5.3.2.2.2 Rješenje s horizontalnim kontinuiranim pojasom od negorivog materijala

**Članak 15, stavak 4:** Umjesto opisanog načina izvedbe iz stavka 3 ovog članka toplinska izolacija razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1,d0 može se izvesti kao horizontalni kontinuirani pojas širine najmanje 30 cm oko cijele zgrade na svakoj drugoj etaži, najviše 50 cm iznad gornjeg ruba otvora. Negorive barijere se lijepe i mehanički sidre na zid pročelja tako da se u slučaju požara spriječi otpadanje dijelova toplinske izolacije.

Odredbe članka 15, stavka 4, grafički su prikazane na slici 33.

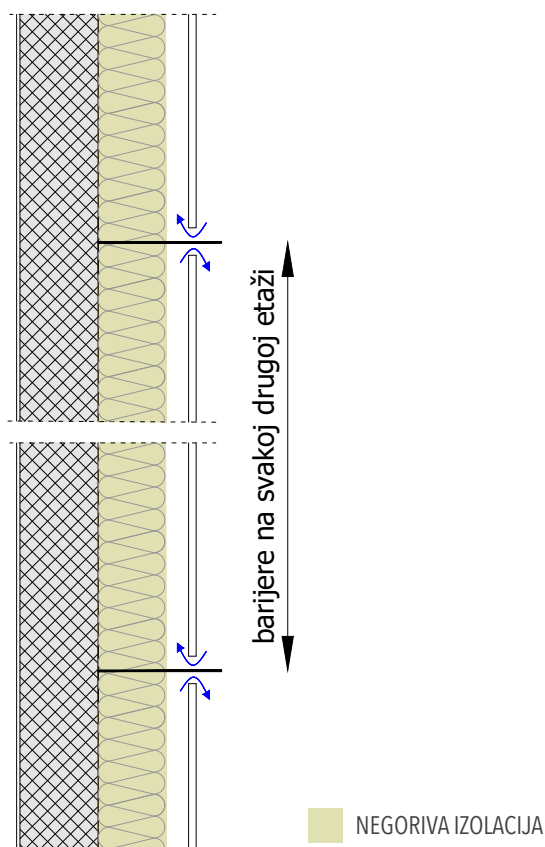


**Slika 33** Sprečavanje vertikalnog širenja požara pomoću horizontalnog kontinuiranog pojasa od negorivog materijala ugrađenog na pročelju svake druge etaže [15]

### 5.3.2.1 ISTI POŽARNI ODJELJAK: rješenje za ventilirane sustave pročelja

**Članak 15, stavak 5:** Kod zgrada iz stavka 3 ovog članka, kod izvedbe ovješanih ventiliranih elemenata pročelja potrebno je kod gorivih i negorivih toplinskih izolacija spriječiti prijenos požara kroz ventilirajući sloj preko otvora na pročelju ili najmanje na svakoj drugoj etaži duž cijelog opsega zgrade. Izvedba ove barijere kod klasificiranih sustava pročelja osigurava se prema uputi proizvođača, a kod sustava s pojedinačnim komponentama prema priznatim pravilima tehničke prakse.

Odredbe članka 15, stavka 5, grafički su prikazane na slici 34.



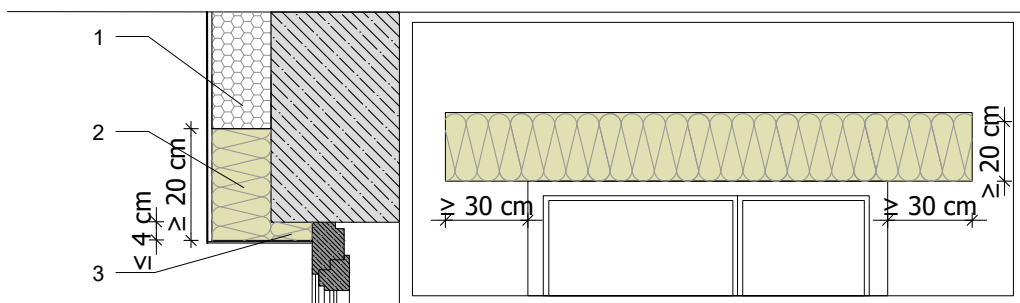
**Slika 34** Shematski prikaz barijera kod ventiliranih sustava pročelja koje se postavljaju na svakoj drugoj etaži zgrade

## 6 KONKRETNA PROJEKTANTSKA RJEŠENJA KOD GORIVIH KONTAKTNIH I VENTILIRANIH PROČELJA

### 6.1 Kontaktni sustavi pročelja (ETICS sustavi)

#### 6.1.1 RJEŠENJE S PROTUPOŽARNIM BARIJERAMA OKO OTVORA NA PROČELJU

U slučaju širenja požara kroz otvor na pročelju, posebno osjetljivo mjesto predstavlja gornji rub otvora (prozora i vrata), kada uslijed visoke temperature može doći do raspadanja ruba i prodora topline i plamena u gorivi izolacijski sloj kontaktnog sustava (mehanizam opisan slikom 10 u Priručniku). To se može spriječiti dodatnom zaštitom u vidu ugradnje protupožarne barijere (materijal reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0 prema HRN EN 13501-1:2010) u visini od najmanje 20 cm iznad ruba otvora na pročelju i širini po 30 cm sa svake strane od bočnog ruba otvora (slika 35). Protupožarna barijera može biti upuštena do najviše 4 cm preko okvira prozora, a trebala bi biti zalijepljena za vanjski zid metodom potpuno pokrivnog nanošenja kako se ne bi stvorio šuplji prostor između barijere i vanjskog zida koji bi u slučaju požara omogućio prodor plamena do gorive izolacije.

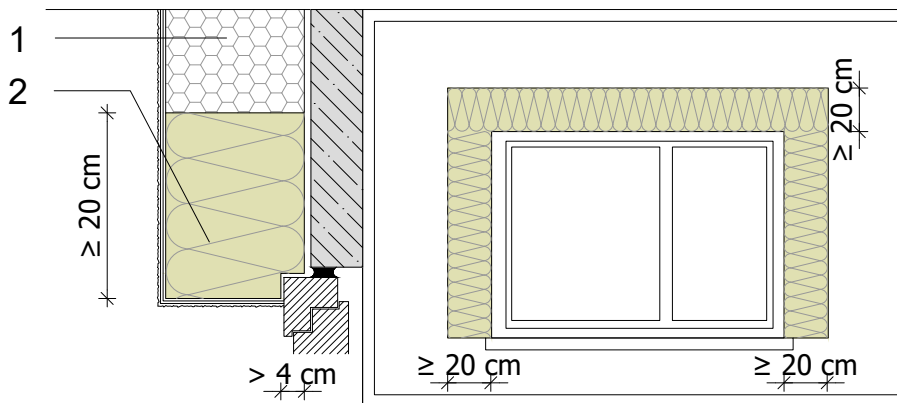


#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. negoriva izolacija
3. negoriva toplinska izolacija ispod gornjeg ruba otvora

Slika 35 Detalji izvedbe protupožarne barijere iznad otvora na pročelju [29]

Kada se prozori ugrađuju na pročelje s gorivom izolacijom, protupožarne se barijere (materijal razreda A1 ili A2-s1, d0 prema HRN EN 13501-1:2010) ugrađuju na tri strane (gornju i dvije bočne) u visini/debljini najmanje 20 cm oko otvora (slika 36). Također, i u ovom slučaju je bitno da se barijera lijepi na vanjski zid po cijeloj površini. Ako rub okvira prozora ne izlazi više od 4 cm ispred vanjskog zida, tada nije potrebno ugrađivati bočne protupožarne barijere. Dovoljna će biti samo ugradnja barijere iznad ruba otvora (slika 36).

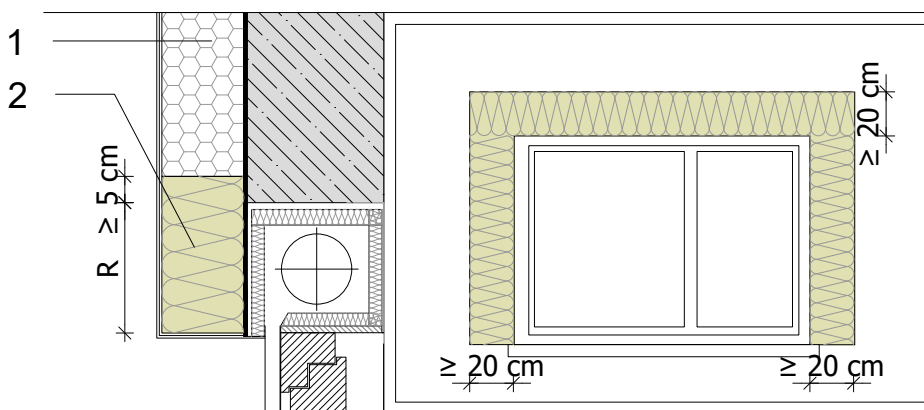


#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. negoriva izolacija

Slika 36 Detalji izvedbe protupožarne barijere oko otvora na pročelju [29]

U slučaju ugradnje kutija za rolete ili žaluzine neposredno iznad otvora, protupožarne se barijere (materijal razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0 prema HRN EN 13501-1:2010) ugrađuju s tri strane, iznad i na obje bočne strane, tako da su zalijepljene na vanjski zid po cijeloj površini. Barijera iznad otvora mora biti ugrađena u visini najmanje 5 cm iznad kutije za rolete kako bi se osiguralo dobro pričvršćenje za vanjski zid (slika 37).

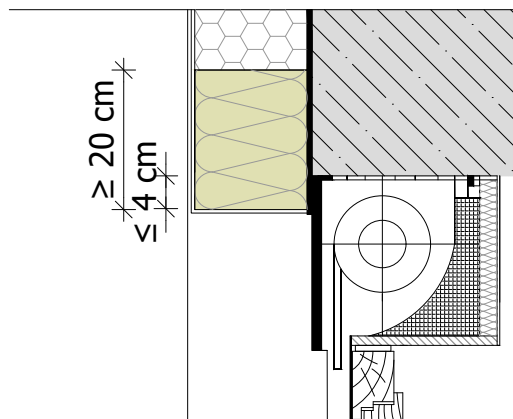


#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. negoriva izolacija
- R visina kutije za rolete

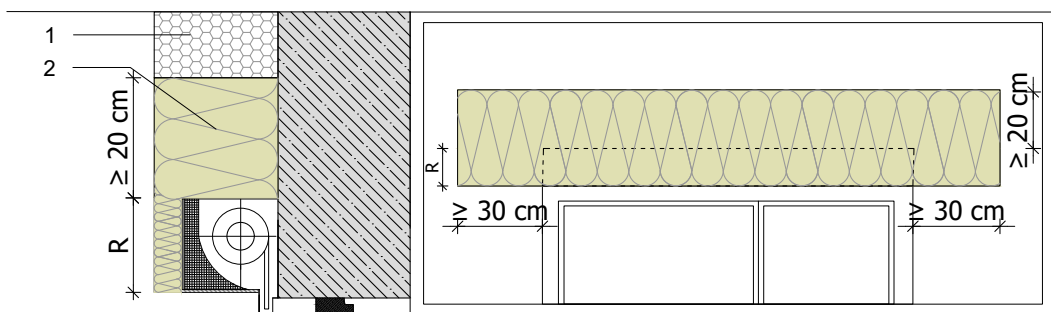
Slika 37 Detalji izvedbe protupožarne barijere oko otvora na pročelju s kutijom za rolete [29]

Ako je kutija za rolete dio okvira otvora/prozora, cijeli se otvor tretira kao da nema kutiju za rolete (slika 38, kao i primjer na slici 35).



**Slika 38** Detalji izvedbe protupožarne barijere oko otvora na pročelju s kutijom za rolete koja je dio okvira prozora [29]

Ako se kutija za rolete ugrađuje na vanjski zid, u tom slučaju ona može ostati vidljiva ili se ugrađuje u sloj negorivog materijala prema slici 39.

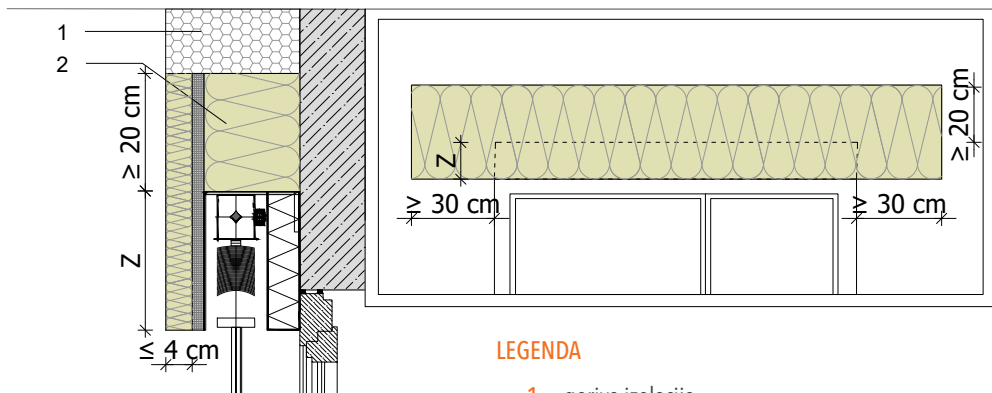


#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. negoriva izolacija
- R visina kutije za rolete

**Slika 39** Detalji izvedbe protupožarne barijere oko otvora na pročelju s kutijom za rolete na vanjskom zidu [29]

Ako je potrebno izolirati kutiju za žaluzinu, dozvoljava se uporaba gorive izolacije radi li se o debljini do 4 cm. U protivnom, ako je potrebna veća debljina izolacije ( $\geq 4\text{ cm}$ ), treba primijeniti sloj negorivog materijala (slika 40).



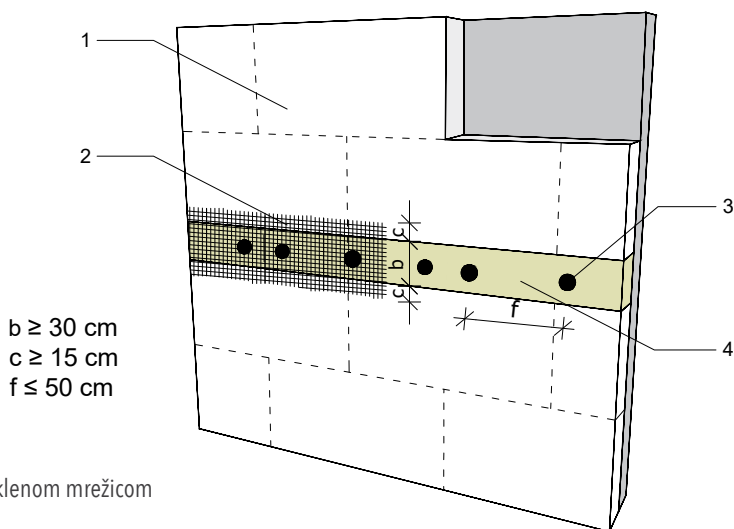
#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. negoriva izolacija
- Z visina kutije za žaluzinu

Slika 40 Detalji izvedbe protupožarne barijere oko otvora na pročelju s kutijom za žaluzine na vanjskom zidu [29]

## 6.1.2 RJEŠENJE S HORIZONTALNIM KONTINUIRANIM POJASOM OKO ZGRADE

Sprečavanje vertikalnog širenja požara kod pročelja s gorivom izolacijom može se spriječiti i ugradnjom kontinuiranog pojasa dimenzijski stabilne, negorive toplinske izolacije (materijal razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0 prema HRN EN 13501-1:2010) najmanje na svakom drugom katu zgrade.



#### LEGENDA

1. goriva izolacija
2. dodatni armaturni sloj sa staklenom mrežicom
3. pričvrsnice
4. pojas negorive izolacije

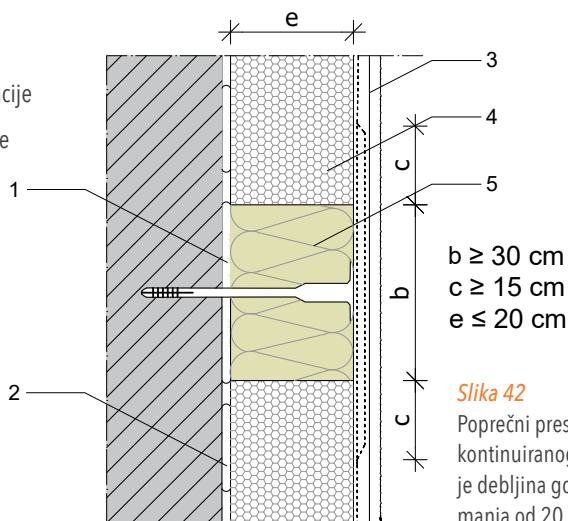
Slika 41 Pogled izvedbe kontinuiranog pojasa od negorive izolacije [30]

Ovdje se također zahtijeva lijepljenje po cijeloj površini pojasa negorive izolacije. Pojasevi negorive izolacije postavljaju se u visini do 50 cm iznad gornjeg ruba otvora (slika 43). Po dvije pričravnice postavljaju se u sredini negorivog sloja na maksimalnoj međusobnoj udaljenosti do 50 cm. Pričravnice se ugrađuju u čvrstu podlogu vanjskog zida (slika 42).

Prema preporukama navedenim u [30] i preporukama autora Priručnika, kontinuirani pojas negorive izolacije potrebno je dodatno armirati mrežicom koja se preklapa na spoju u visini 15 cm s obje strane pojasa kako bi se izbjegle građevinske štete u vidu pukotina uslijed velikih temperaturnih i dinamičkih naprezanja. U praksi nekih europskih zemalja (primjerice Njemačke) ne zahtijeva se spomenuti dodatni sloj mrežice, pa se odluka o uporabi dvostruke mrežice ostavlja izvođaču pročelja uz napomenu da mora preuzeti odgovornost za pojavu pukotina.

#### LEGENDA

1. mort za lijepljenje negorive izolacije
2. mort za lijepljenje gorive izolacije
3. završno-dekorativna žbuka
4. goriva izolacija
5. negoriva izolacija



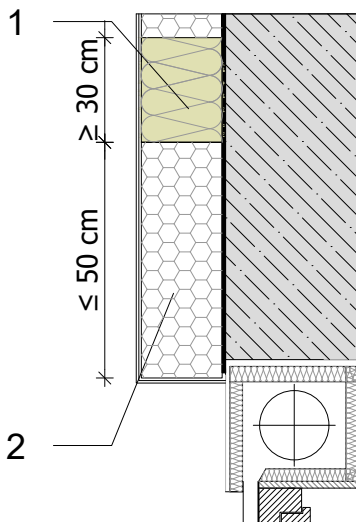
Slika 42

Poprečni presjek izvedbe kontinuiranog pojasa ako je debljina gorive izolacije manja od 20 cm [30]

Ako je debljina gorive izolacije  $20 \text{ cm} < e \leq 30 \text{ cm}$  tada se paralelno ugrađuju najviše dvije trake negorive izolacije gdje svaka traka ima debljinu  $\geq 10 \text{ cm}$ . Ako se ugrađuju dvije trake različitih debljina, tada se deblja traka lijepi direktno na vanjski zid, a zatim tanja traka na nju. Pričravnice se ugrađuju nakon ugradnje drugog sloja negorive izolacije (slika 44).

#### LEGENDA

1. negoriva izolacija
2. goriva izolacija

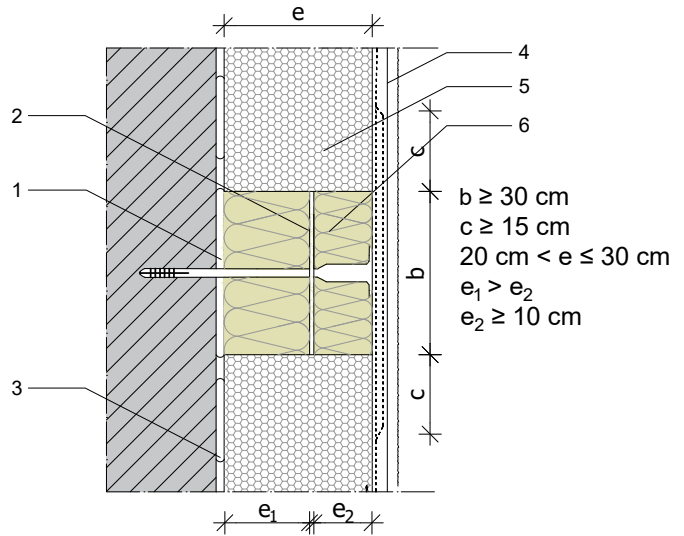


Slika 43

Položaj kontinuiranog negorivog sloja u odnosu na otvor na fasadi [30]

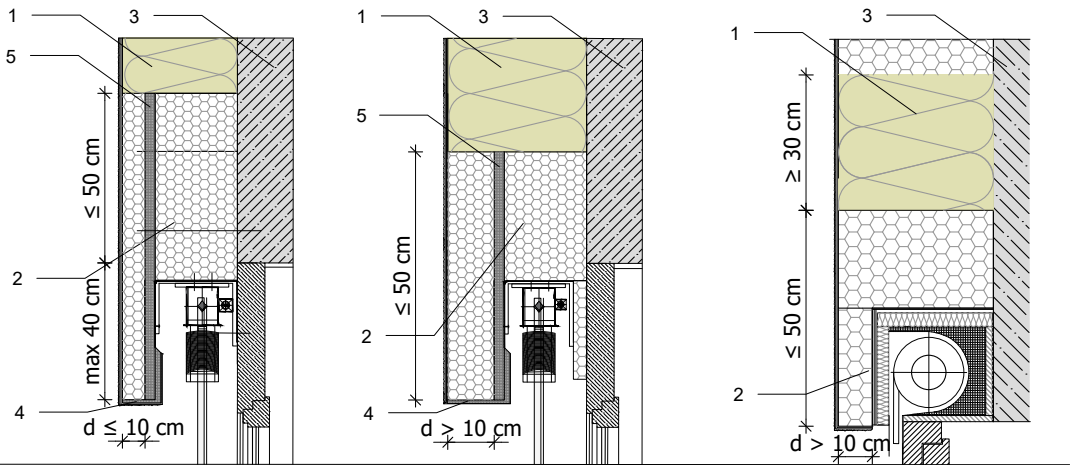
## LEGENDA

1. mort za ljepljenje 1. sloja negorive izolacije na zid
2. mort za ljepljenje 2. sloja negorive izolacije na 1. sloj
3. mort za ljepljenje gorive izolacije
4. mort za armaturni sloj
5. goriva izolacija
6. negoriva izolacija



*Slika 44* Poprečni presjek izvedbe kontinuiranog pojasa ako je debljina gorive izolacije  $20 \text{ cm} < e \leq 30 \text{ cm}$  [30]

U slučaju potrebe za izoliranjem kutija roletja ili žaluzina koje su postavljene na prednjoj strani zida, položaj kontinuiranog sloja negorive izolacije je prikazan na slici 45, a ovisi o debljini izolacijskog sloja kutije, tj. o tome je li manji ili veći od 10 cm.



## LEGENDA

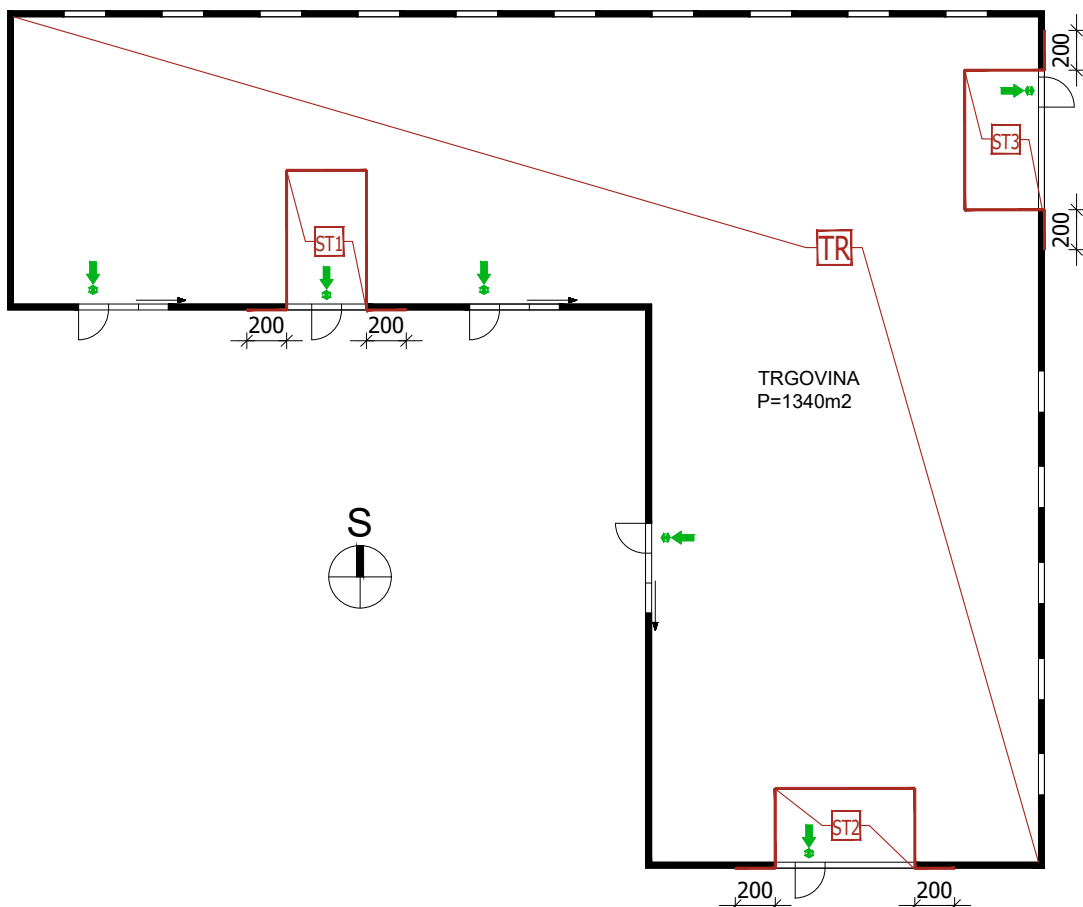
1. negoriva izolacija
2. goriva izolacija
3. zid
4. profil okapnice
5. završna samonosiva ploča

*Slika 45* Položaj kontinuiranog negorivog pojasa kada su kutije za žaluzine i roletje smještene na vanjskom zidu zgrade [29]

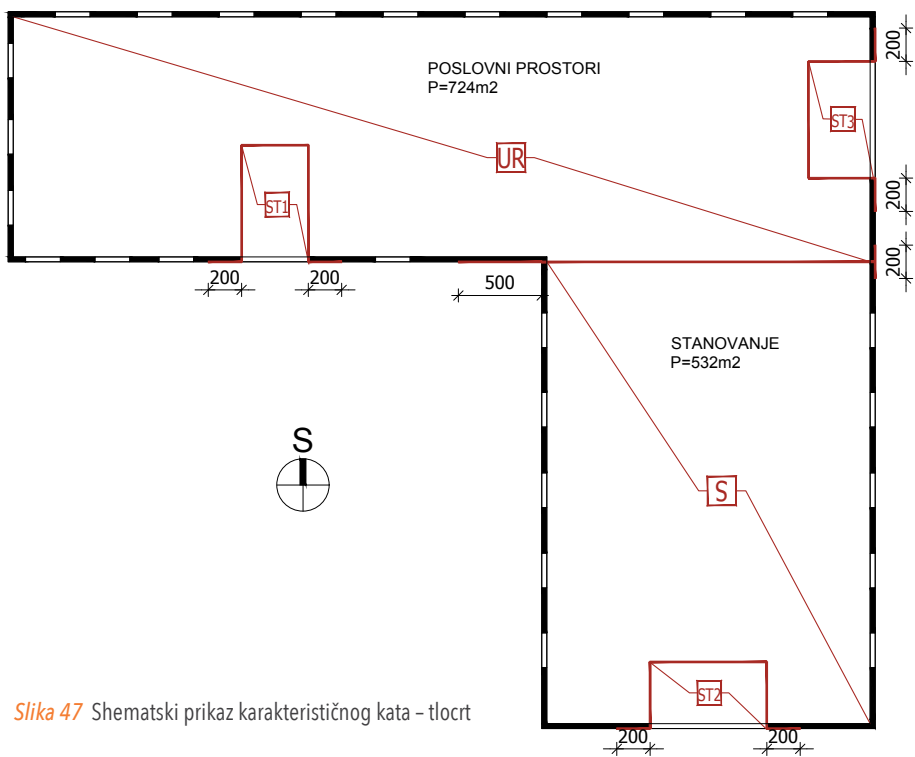


## 6.2 Primjer pozicioniranja prekidnih udaljenosti na zgradi skupine ZPS 5

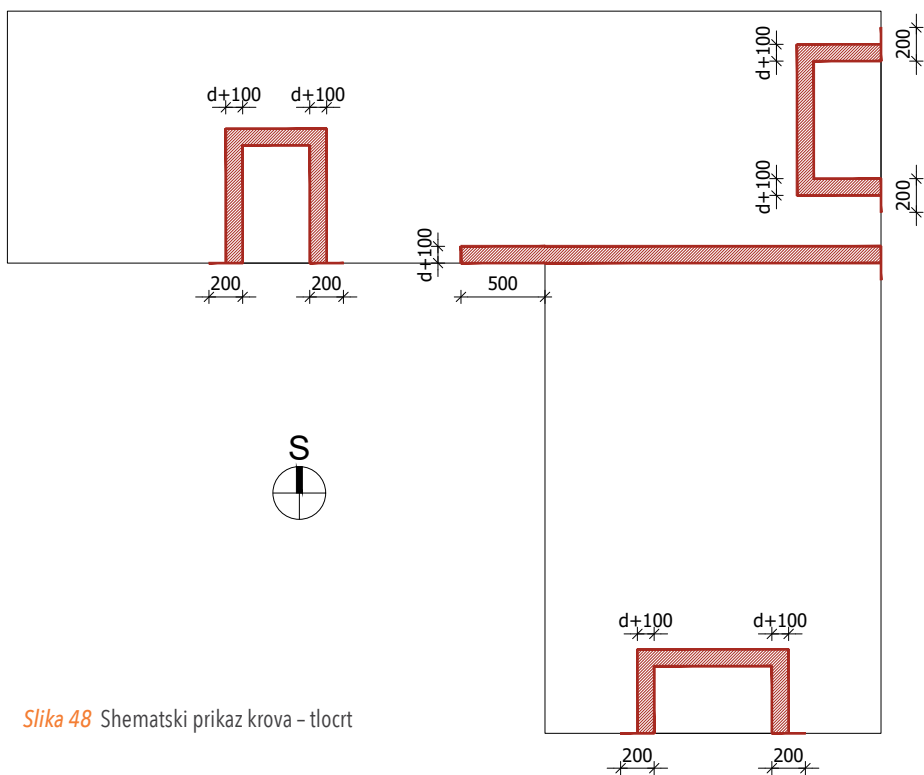
Na primjeru zgrade mješovite namjene (stambeno-poslovna), koja prema Pravilniku pripada u podskupinu ZPS 5, pokazano je pravilno pozicioniranje vertikalnih i horizontalnih pojaseva (prekidnih udaljenosti i protupožarnih barijera/pojaseva) od negorive izolacije (materijal razreda A1 ili A2-s1, d0 prema HRN EN 13501-1:2010), a prema prethodno navedenim odredbama Pravilnika (slike od 46 do 55). Zgrada pripada u podskupinu ZPS 5 zbog dva kriterija: 1) kota poda za boravak ljudi je veća od 11, a manja od 22m i 2) broja ljudi koji se mogu naći u trgovačkom prostoru, a koji je prema izračunu zaposjednutosti veći od 300 (uz koeficijent 2,8 osoba po četvornom metru, mogući broj osoba je 478). Zgrada ima pet etaža, od kojih prizemlje čini jedan požarni odjeljak. Na katovima su stambeni i uredski prostori koji su odvojeni u zasebne požarna odjeljke. Svaki požarni odjeljak stambene i poslovne namjene obuhvaća dva kata. Osim navedenog zasebni požarni odjeljci su i sigurnosna stubišta.



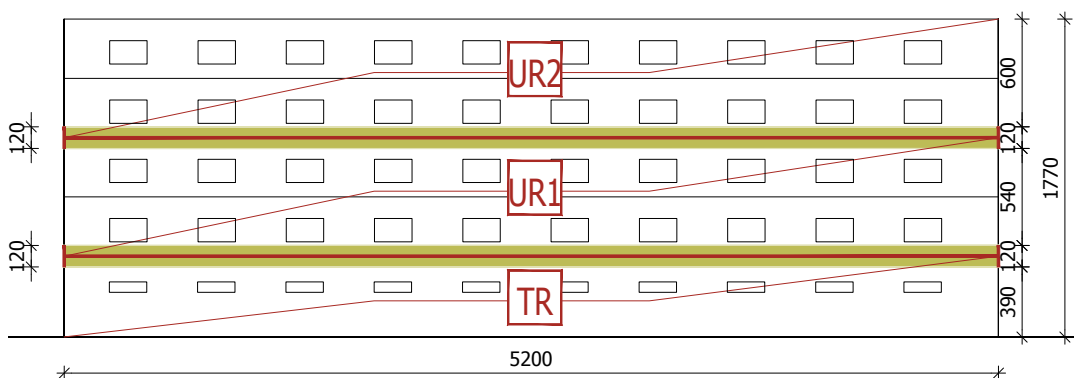
Slika 46 Shematski prikaz prizemlja - tlocrt



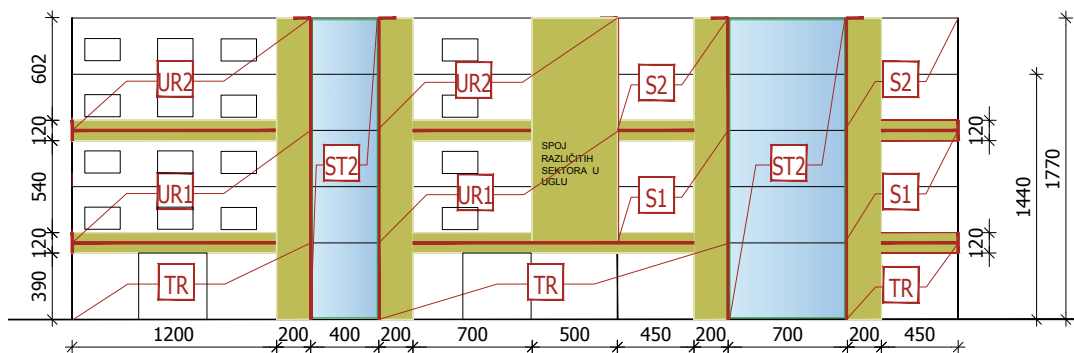
Slika 47 Shematski prikaz karakterističnog kata – tlocrt



Slika 48 Shematski prikaz krova – tlocrt

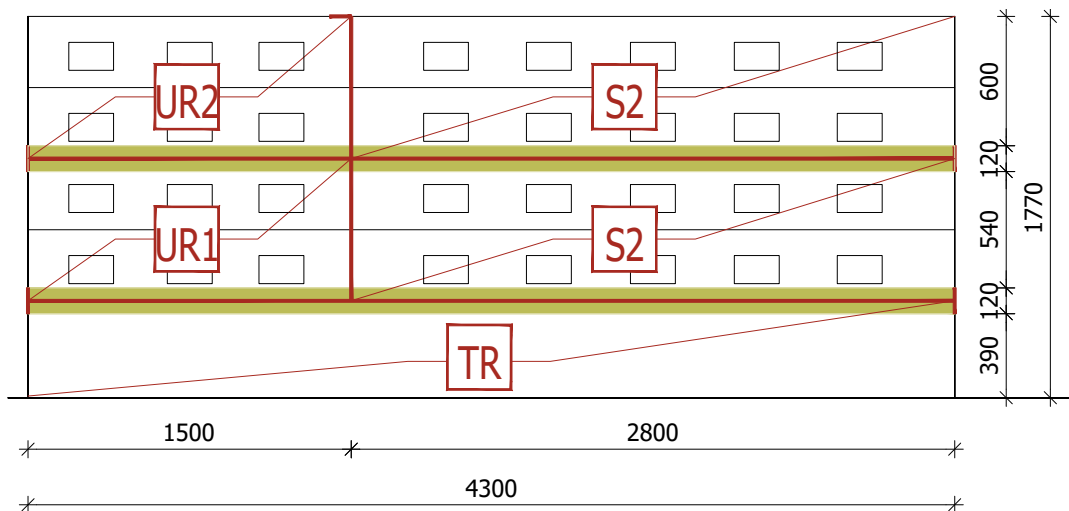


Slika 49 Shematski prikaz sjevernog pročelja - prekidne udaljenosti obložene negorivom toplinskom izolacijom (pogled)

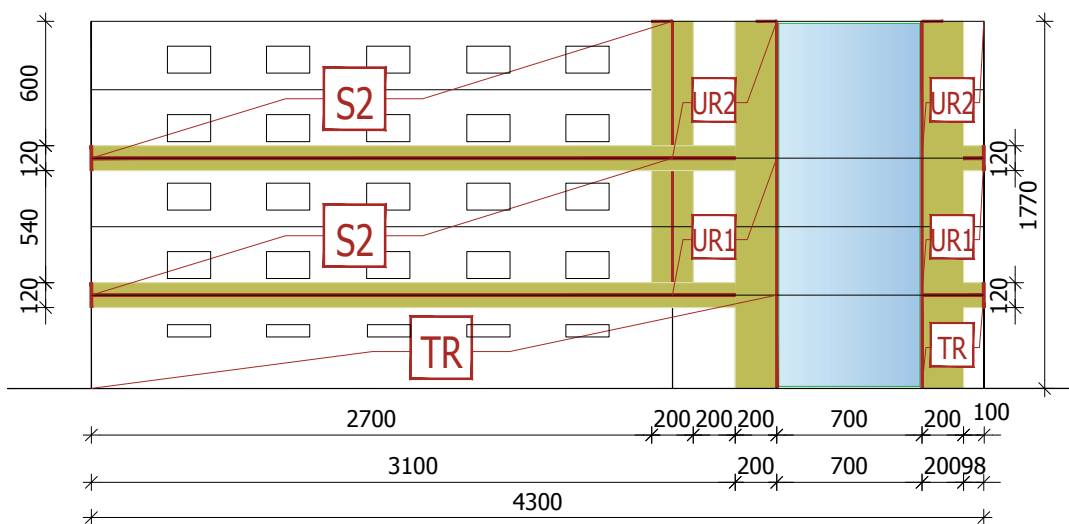


- POJASEVI NEGORIVE TOPLINSKE IZOLACIJE NA SIGURNOSNIM PREKIDNIM UDALJENOSTIMA PROČELJA
- DIJELOVI PROČELJA S GORIVOM TOPLINSKOM IZOLACIJOM
- SIGURNOSNO EVAKUACIJSKO STUBIŠTE
- POŽARNI ODJELJAK S OZNAKOM NAMJENE

Slika 50 Shematski prikaz južnog pročelja - prekidne udaljenosti obložene negorivom toplinskom izolacijom (pogled)

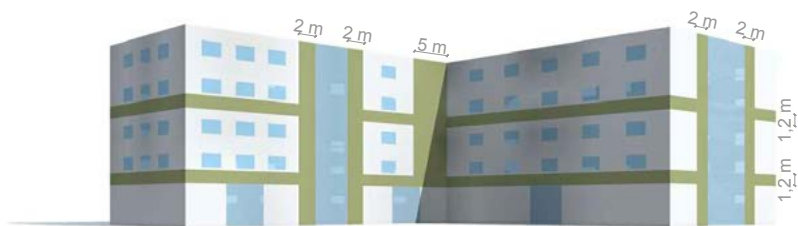


Slika 51 Shematski prikaz zapadnog pročelja - prekidne udaljenosti obložene negorivom toplinskom izolacijom (pogled)

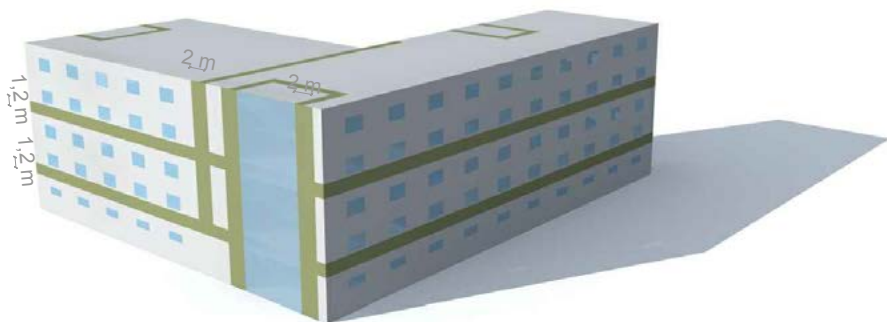


- POJASEVI NEGORIVE TOPLINSKE IZOLACIJE NA SIGURNOSNIM PREKIDNIM UDALJENOSTIMA PROČELJA
- DIJELOVI PROČELJA S GORIVOM TOPLINSKOM IZOLACIJOM
- SIGURNOSNO EVAKUACIJSKO STUBIŠTE
- POŽARNI ODJELJAK S OZNAKOM NAMJENE

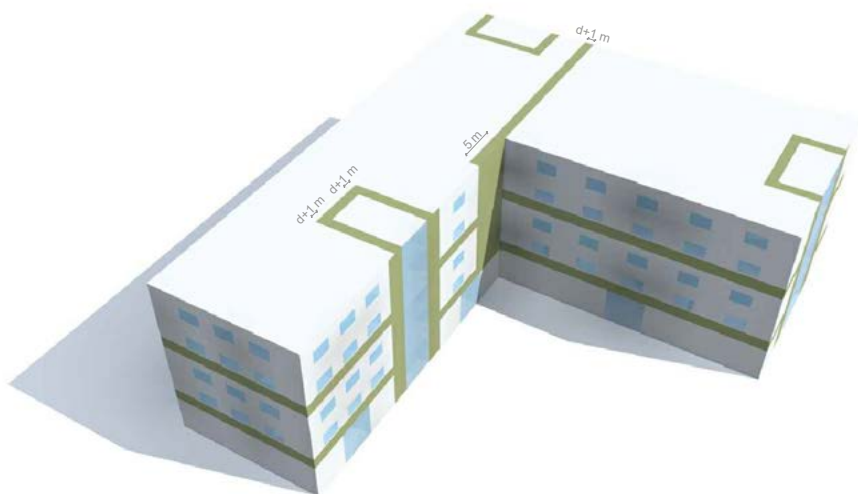
Slika 52 Shematski prikaz istočnog pročelja - prekidne udaljenosti obložene negorivom toplinskom izolacijom (pogled)



Slika 53 3D shematski prikaz jugozapadnog pročelja



Slika 54 3D shematski prikaz sjeveroistočnog pročelja

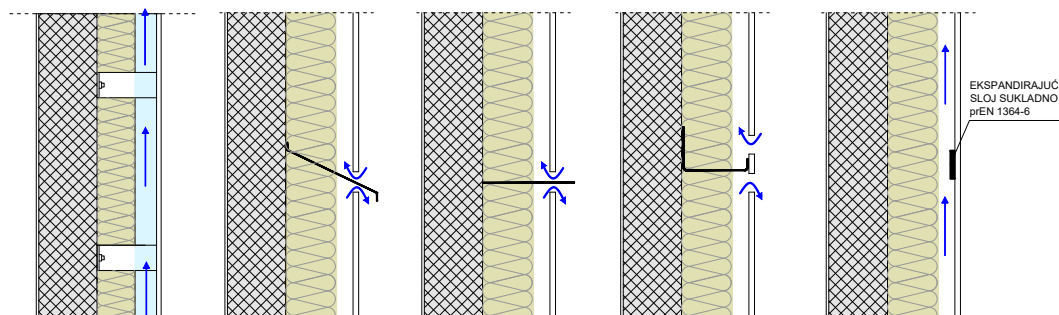


Slika 55 3D shematski prikaz krova i jugozapadnog pročelja

### 6.3 Ventilirana pročelja

Zaštita od prijenosa požara preko ventiliranih pročelja predstavlja kompleksan problem jer u praksi trenutno ne postoji opći princip sprečavanja širenja požara koji se može primijeniti na sve sustave ventiliranih pročelja, kao što je to slučaj kod kontaktnih sustava pročelja prikazan u prethodnim poglavljima. Naime, zahtjev za prirodnim ventiliranjem i zahtjev za sprečavanjem širenja požara u ventilirajućem sloju su međusobno kontradiktorni [31]. Zaštita se postiže ugradnjom tzv. protupožarnih barijera, tj. u ovom slučaju komponenata sustava koje će služiti da ograniče širenje požara kroz prostor za ventilaciju prekidima ili smanjenjem slobodnog poprečnog presjeka.

Položaji ovakvih barijera su shematski prikazani na slici 56.



Slika 56 Principi izvedbe barijera kod ventiliranih sustava pročelja

Također, jedan od načina je i ugradnja ekspandirajućeg elementa koji u slučaju požara višestruko povećava svoj volumen i zatvara šupljinu u dijelu ventilirajućeg sloja. Kao dokaz svojstva tog sustava predviđena je i europska norma koja je u fazi usvajanja prEN 1364-6:2016 [32]. U svakom slučaju, pri izvedbi barijera kod ventilirajućih pročelja treba se držati uputa proizvođača koji mora osigurati dokaze kvalitete takvih sustava.

U praksi se pokazalo da je jedini mogući način dokazivanja efikasnosti barijera za sprečavanje širenja požara kod ovakvih kompleksnih sustava ispitivanje pročelja u velikom mjerilu, koje prema trenutno važećoj regulativi u Hrvatskoj nije prepoznato.

## 7 PROBLEMI U PRAKSI KOJE PRAVILNIK NE OBRAĐUJE I PREPORUKE

Kako su odredbe *Pravilnika* na snazi od kolovoza 2015. godine, njihova primjena u praksi je pokazala da pojedine odredbe treba dopuniti. Stoga se preporučuje u okviru sljedećih izmjena i dopuna važećeg *Pravilnika* uzeti u obzir sljedeće preporuke.

### 7.1 Energetska obnova starih zgrada bez izrađenog elaborata zaštite od požara

Veliki broj zgrada u Republici Hrvatskoj nema izrađen elaborat zaštite od požara zbog starosti jer su građene u vrijeme kada takav elaborat nije bio propisan ili zato što su tijekom uporabe doživjele značajne promjene. Takve zgrade vrlo je teško uključiti u projekte energetske obnove, a da se istodobno zadovolje zahtjevi *Pravilnika*. Iz tog razloga autori predlažu da se za spomenute zgrade, koje su najčešće jedan požarni sektor, primijeni odredba *Pravilnika* vezana za skupinu ZPS4 (članak 15, stavak 3 *Pravilnika* sa slikom 32 u Priručniku) kojom se propisuje izvedba protupožarnog pojasa/barijera ili izvedba horizontalnog kontinuiranog pojasa od negorive izolacije razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1,d0 (članak 15, stavak 4 *Pravilnika* sa slikom 33 u Priručniku).

Osim navedenog, kod starih zgrada skupine ZPS5 u kojima borave nepokretne osobe ili osobe smanjenje pokretljivosti, odnosno osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići, škole i sl.), a jedan su požarni odjeljak, autori predlažu izvedbu pročelja u negorivoj izolaciji. To više što projekti za energetska obnovu ne prolaze postupak ishoda građevinske dozvole, pa ih ne kontrolira nadležna inspekcija zaštite od požara.

### 7.2 Ventilirana pročelja

Tablicom 4 citiranog *Pravilnika*, kod ovješanih ventiliranih pročelja dopušteni su klasificirani sustavi gorivih izolacija od E do B-d1 za zgrade skupina ZPS1 do ZPS5. Autori su mišljenja da zbog opisanog problema prijenosa požara preko šupljina u ventiliranim pročeljima (poglavlje 4 i 6.3, slika 56) te sustava koji se uglavnom ne ispituju, ventilirana pročelja u podskupini zgrada ZPS4 i ZPS5 treba izvoditi isključivo s negorivom izolacijom razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0.

### 7.3 Izvedba protupožarnih pojaseva (barijera) kod zgrada skupine ZPS1-ZPS3 i ZPS5

Zahtjev za izvedbom protupožarnih barijera i kontinuiranog pojasa od negorive izolacije (razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0) trebao bi se, prema mišljenju autora, proširiti i na zgrade skupina ZPS1 do ZPS3 koje imaju više etaža (P+2) ako se pročelja istih izvode u gorivoj izolaciji.

Također u *Pravilniku* treba dodati i obvezu izvođenja negorivih pojaseva/barijera za zaštitu otvora u skupini ZPS 5 jer se i kod tih zgrada po vertikali može spojiti više katova u jedan požarni sektor, a tu su i stare zgrade koje su u pravilu jedan požarni sektor.

### 7.4 Pojasevi od negorivog materijala kod spoja zgrada različitih visina

U važećem *Pravilniku* problem pojaseva od negorivog materijala eksplicitno je obrađen u slučaju horizontalnog prijenosa požara i vertikalnog prijenosa s kata na kat, ali ne i na spoj više i niže zgrade koji su ujedno i različiti požarni sektori (slika 28). Autori predlažu da se u *Pravilniku* eksplicitno navede da se u slučaju izvedbe s gorivom toplinskom izolacijom prekidne udaljenosti kod spoja više i niže zgrade oblažu negorivom izolacijom (razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0) u propisanoj dužini.

## 7.5 Oblaganje završetaka požarnih zidova

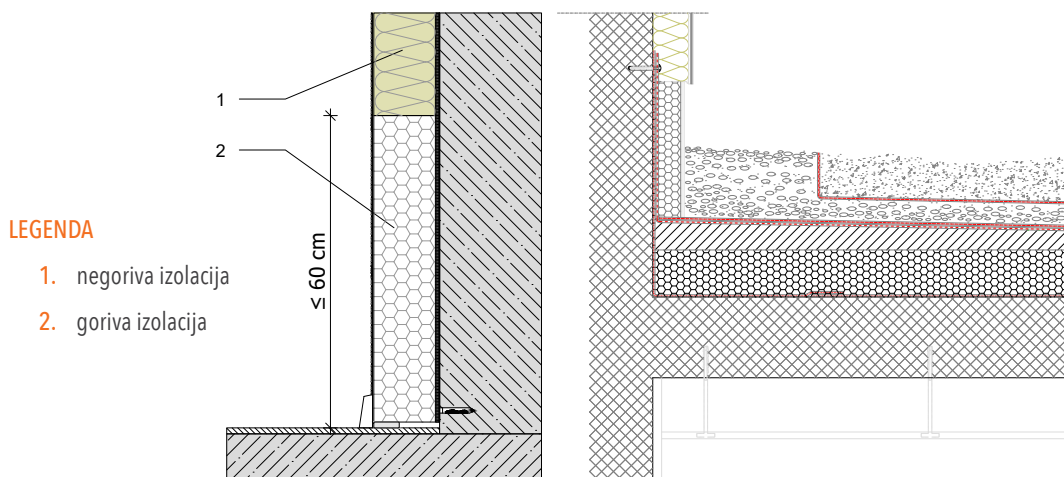
*Pravilnikom* nisu eksplicitno navedeni zahtjevi za oblaganje završetaka požarnih zidova na krovu (slučaj kad požarnih zidova koji izlaze iznad krova 30 do 50 cm ili završavaju konzolno), kao ni slučaj požarnog zida koji izlazi 50 cm iznad pročelja zbog sprečavanja horizontalnog prijenosa požara. Iz definicije požarnog zida jasno je da bi to trebala biti negoriva izolacija (razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0), međutim, isto nije u *Pravilniku* jasno opisano ni grafički prikazano (kao na slici 30b).

## 7.6 Zone prskanja, odnosno vlažne zone na pročelju

*Pravilnikom* nije riješena primjena izolacijskih materijala u tzv. zonama prskanja ili mokrim zonama u slučaju kad je za izvedbu pročelja obvezna primjena negorive toplinske izolacije (razreda reakcije na požar najmanje A2-s1, d0). Budući da ti materijali nisu pogodni za izvedbu u zoni prskanja zbog loših svojstava vodoupojnosti, *Pravilnikom* je potrebno omogućiti primjenu uobičajenih materijala za tu namjenu s dobrim svojstvima vodoupojnosti koji su uglavnom u skupini gorivih materijala razreda reakcije na požar D i E. Druga mogućnost za izvedbu pročelja koju predviđa *Pravilnik*, a to je korištenje klasificiranih sustava s gorivom izolacijom razreda B-d1, nema značenja za zone prskanja jer se klasificirani sustavi razreda B-d1 ne mogu koristiti u tim zonama, nego se koriste gorive izolacije koje su ispitane kao pojedinačne komponente, a one ne postoje u tom razredu reakcije na požar, nego u razredima D i E. Predlaže se da se *Pravilnikom* dopusti primjena i takvih materijala u zonama prskanja u visini do 60 cm iznad tla (slika 57 a) jer druga rješenja nisu opravdana s gledišta zaštite od požara, a ni uobičajene tehničke prakse.

Sličan je i slučaj postavljanja izolacije između negorivih slojeva, primjerice armiranobetonske (AB) ploče i slojeva zemlje - neprohodni i prohodni zeleni krovovi i sl. (slika 57 b), kad izvedba negorive izolacije lošije vodoupojnosti između dva negoriva sloja nije opravdana jer bilo koja toplinska izolacija u toj poziciji ne može doći u kontakt s plamenom, pa ne može ni imati bilo kakav doprinos požaru. Također, uporaba materijala razreda reakcije na požar B, koju dopušta *Pravilnik*, nije praktičnog značaja jer su uobičajeni materijali koji se u svijetu koriste za tu namjenu ispitani kao pojedinačne komponente i ne postižu taj razred reakcije na požar, što nije ni potrebno s obzirom na to da negorivi slojevi onemogućuju kontakt s plamenom.

U okviru ove teme predlaže se da se *Pravilnikom* riješi i pitanje izolacijskih panela koji su obloženi čeličnim profilima te su izolacijski slojevi također zaštićeni od izravnog kontakta s plamenom.

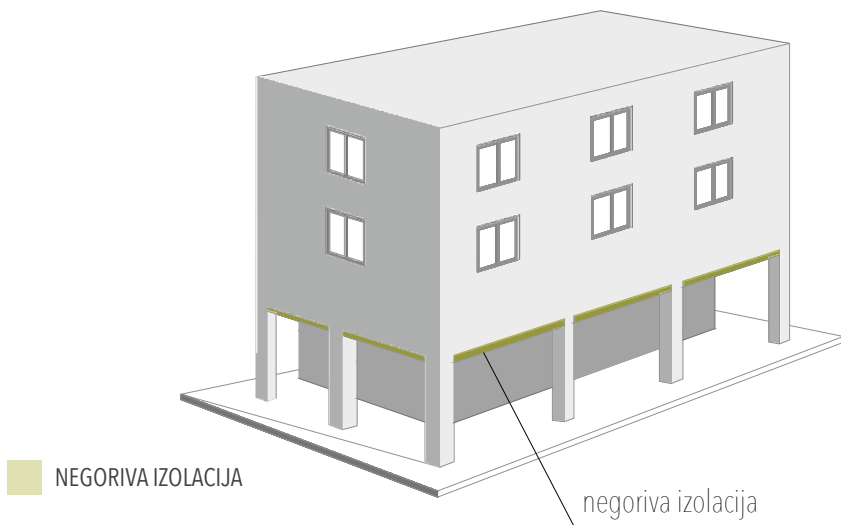


Slika 57 Detalj izolacije a) u zoni prskanja [29] i b) na prohodnim i neprohodnim krovovima

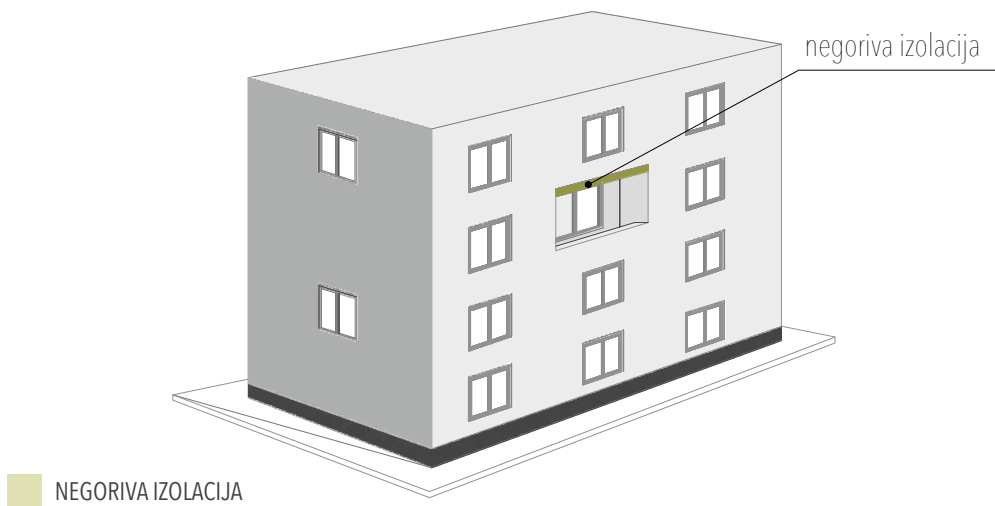


## 7.7 Prolazi, podgledi i istaknuti dijelovi zgrade

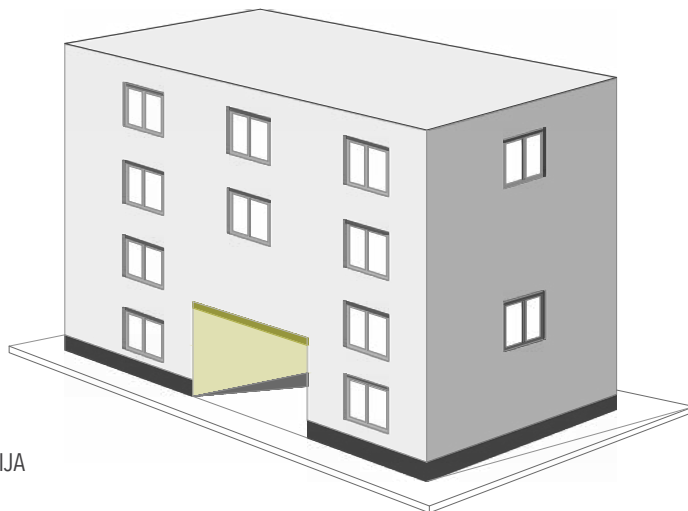
Preporuka autora je da se negorivi materijali (razreda reakcije na požar požar A1 ili A2-s1, d0) upotrebljavaju za podglede prolaza, balkona i loggia kako bi spriječili širenje plamena na dijelove zgrada koji se nalaze iznad njih (slike 58 i 59), ali i zidovi i stropovi vatrogasnih pristupa (slika 60).



*Slika 58* Podgled obložen negorivim materijalom [29]



*Slika 59* Podgled loggie obložen negorivim materijalom [29]

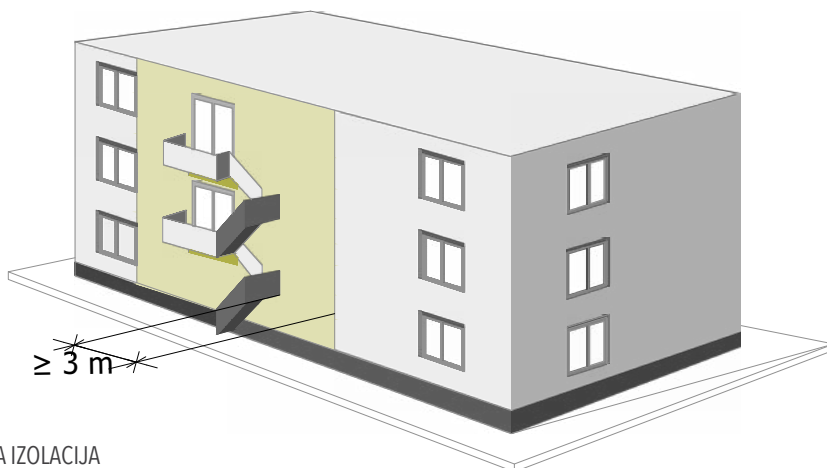


■ NEGORIVA IZOLACIJA

*Slika 60* Vatrogasni prolaz kroz zgradu obložen negorivim materijalom [29]

## 7.8 Vanjska evakuacijska stubišta

Kod vanjskih evakuacijskih stubišta u *Pravilniku* nisu navedene dimenzije pročelja koje moraju biti izvedene u negorivoj izolaciji (razreda reakcije na požar požar A1 ili A2-s1, d0) (slika 61), kako je to uobičajeno u stranoj regulativi. Stoga autori predlažu da se u *Pravilnik* uvede odredba kojom se propisuje izvedba pročelja s materijalima razreda reakcije na požar A1 ili A2-s1, d0 u širini većoj od 3 m sa svake strane ruba evakuacijskog stubišta.



■ NEGORIVA IZOLACIJA

*Slika 61* Vanjsko evakuacijsko stubište s pojasom od negorivog materijala [29]

## 7.9 Zahtjev za jednoznačnim definiranjem razine projekta u kojem se razrađuju detalji vezani za zahtjeve zaštite od požara pročelja

Koncept zaštite od požara opisan u elaboratu zaštite od požara daje niz ulaznih podataka koji bi se trebali razraditi na razini pojedinih projekata, u čemu uglavnom ne postoji jedinstvena praksa, kako među projektantima tako ni među predstavnicima nadležne inspekcije. Često je sporno na kojoj se razini projekta prikazuju rješenja zahtijevana elaboratom zaštite od požara, a nije rijetka ni praksa da se zahtijevaju i rješenja detalja u elaboratu zaštite od požara koji po definiciji nije projekt, pa ne može ni razrađivati projektantska rješenja. Ovo se sve više očituje i po pitanju zaštite od požara pročelja jer se radi o relativno novoj temi. U praksi, detalji vezani za pročelja uglavnom se ne razrađuju na razini glavnog projekta, nego se prenose na razinu izvedbenog projekta, što znači da za njih nije dana suglasnost nadležnih tijela, koja se daje samo za glavni projekt. Sve češće projektanti, a ponekad i nadležna inspekcija, zahtijevaju da se u elaboratu zaštite od požara crtaju pročelja s pojasevima u kojima se pojavljuje goriva izolacija. Međutim, navedena praksa nije u skladu s važećom regulativom.

Prema *Pravilniku o sadržaju elaborata zaštite od požara* (NN 51/12), člankom 2 je određeno da se u elaboratu daju zahtjevi i ograničenja o sustavnoj zaštiti od požara građevine, a prema članku 69. Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/17) te zahtjeve mora sadržavati i glavni projekt, što podrazumijeva i njegovu razradu na razini tog glavnog projekta. Navedeno se odnosi i na detalje zaštite od požara pročelja. Iako je propis naizgled jasan, autori predlažu da se ova procedura odgovarajućim uputama uvede u svakodnevnu praksu, kako bi kroz pregled glavnog projekta rješenja mogla odobriti nadležna inspekcija. Time bi se riješio problem novoprojektiranih zgrada, no i dalje ostaje problem energetske obnove starih zgrada, koje ne prolaze postupak građevne dozvole, što je detaljnije spomenuto u točki 7.1, i za što bi nadležna tijela trebala naći odgovarajuće rješenje kako u pogledu zaštite od požara ne bi postojala dva rješenja za isti problem, od kojih je jedno loše, a drugo dobro. U konačnici to, ujedno, znači dva različita stupnja sigurnosti korisnika novih i starih građevina u slučaju požara.

## 8 CITIRANA REGULATIVA I LITERATURA

Zakon o gradnji [NN 153/15, 20/17]

Zakon o zaštiti od požara [NN 92/10]

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara [NN 29/13, 87/15]

Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevnosti mjera zaštite od požara [NN 56/12]

Pravilnik o sadržaju elaborata zaštite od požara [NN 51/12]

### Literatura

- [1] Commission Green Paper of 8 March 2006: A European strategy for sustainable, competitive and secure energy, COM(2006) 105 final.
- [2] Communication from the Commission of 19 October 2006 entitled: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, COM (2006) 545.
- [3] Communication from the Commission Europe 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth Brussels, 3.3.2010 COM (2010) 2020.
- [4] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Energy efficiency plan 2011 (COM (2011) 109 final of 8.3.2011).
- [5] Ž. Tomšić, Pravni okvir za gospodarenje energijom i energetska efikasnost u Europskoj uniji (EU); Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u Europskoj uniji, 2014.
- [6] Communication from the Commission to the European parliament and the council: The Road from Paris: assessing the implications of the Paris Agreement and accompanying the proposal for a Council decision on the signing, on behalf of the European Union.
- [7] Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions, Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, COM(2011) 112 final, Brussels, 8th March.
- [8] 2030 Climate and Energy Policy Framework, European Council, 23th-24th October 2014.
- [9] EUROSTAT, 2013 (online dana code: nrg\_100a), Consumption of energy, Pristupljeno podacima :10.3.2016.
- [10] S. Baker, T. Colwell, *Fire Performance of external thermal insulation for walls of multistorey buildings - Third Edition. 2013.*
- [11] <http://www.telegram.hr/politika-kriminal/u-studentskom-domu-cvjetno-naselje-doslo-je-do-pozara-vatrogasci-trenutne-gase-vatru/> [pristup stranici: 27.3.2017.] .
- [12] K. Kordina, C. Meyer-Ottens, *Holz Brandschutz Handbuch*. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (Hrsg.): Ernst & Sohn Verlag, 1995.
- [13] J. Mayr, L. Battran, *Handbuch Brandschutzatlas Grundlagen – Planung – Ausführung*. FeuerTrutz, 2014.
- [14] K. L. T. Jamison, D. A. Boardman, A new fire performance test for cavity wall insulation, *MATEC Web Conf.*, vol. 46, pp. 1–12, 2016.
- [15] I. Kotthoff, Fire performance of external thermal insulation composite systems (ETICS) in buildings, 4th Global insulation conference, 2. – 3. 11.2009 in Prague.
- [16] BS 8414-1:2002 Fire performance of external cladding systems. Test methods for non – loadbearing external cladding systems applied to the face of building.

- [17] SP FIRE 105: External wall assemblies and facade claddings reaction to fire. Borås, Sweden.: Swedish National Testing and Research Institute SP Fire Technology; 1994.
- [18] MSZ 14800-6 Fire resistance tests. Part 6: Fire propagation test for building facades. 2009. Hungarian Standardisation Institute. (2009).
- [19] M. Hajpal, Analysis of fire cases in panel buildings in Hungary, in *Fire Brigade Reports and investigations*, April, 2013, pp. 96–108.
- [20] <http://www.bbc.com/news/world-europe-11752303>.  
[pristupljeno stranici: 27.3.2017.]
- [21] L. Peng, Z. Ni, X. Huang, Review on the fire safety of exterior wall claddings in high-rise buildings in China, *Procedia Eng.*, vol. 62, pp. 663–670, 2013.
- [22] [https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing\\_Television\\_Cultural\\_Center\\_fire#/media/File:TVCC\\_Site\\_2007.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing_Television_Cultural_Center_fire#/media/File:TVCC_Site_2007.jpg).  
[pristupljeno stranici: 27.3.2017.]
- [23] [http://www.nbcnews.com/id/29099358/ns/world\\_news-asia\\_pacific/t/china-tv-sorry-fireworks-caused-blaze/#.WNOZ-7glGUk](http://www.nbcnews.com/id/29099358/ns/world_news-asia_pacific/t/china-tv-sorry-fireworks-caused-blaze/#.WNOZ-7glGUk)  
[pristupljeno stranici: 27.3.2017.]
- [24] [https://ko.wikipedia.org/wiki/CCTV\\_%ED%85%94%EB%A0%88%EB%B9%84%EC%A0%84\\_%EB%A-C%B8%ED%99%94\\_%EC%84%BC%ED%84%B0\\_%ED%99%94%EC%9E%AC#/media/File:CCTV\\_new\\_headquarters\\_Fire\\_20090209.jpg](https://ko.wikipedia.org/wiki/CCTV_%ED%85%94%EB%A0%88%EB%B9%84%EC%A0%84_%EB%A-C%B8%ED%99%94_%EC%84%BC%ED%84%B0_%ED%99%94%EC%9E%AC#/media/File:CCTV_new_headquarters_Fire_20090209.jpg).  
[pristupljeno stranici: 26.3.2017.]
- [25] <http://www.sesvete-danas.hr/hrvatska-i-svijet/zagreb/pozar-u-studentskom-domu-cvjetno-naselje-1196>  
[pristupljeno stranici: 30.3.2017.]
- [26] National Fire Protection Association, 2015 NFPA 101: Life Safety Code.
- [27] Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB-Richtlinie 2: Brandschutz.
- [28] Interpretative Document, Essential Requirement No2“Safety in case of fire” OJ EC, No C 62/23, 1994.
- [29] Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V, Technische Systeminfo 6 WDV-Systeme zum Thema Brandschutz, 2014.
- [30] Protection contre l' incendie des façades béton ou maçonnerie revêtues de systèmes d' isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé ( ETICS-PSE ).2016.
- [31] G. Jensen, Fire spread modes and performance of fire stops in vented façade constructions – overview and standardization of test methods,” 1St Int. Semin. *Fires Saf. Facades*, vol. 2002, 2013.
- [32] prEN 1364-6 Fire Resistance Tests For Non-Loadbearing Elements Part 6: Cavity Barriers.
- [33] HUPFAS Hrvatska druga proizvođača toplinsko- fasadnih sustava, Smjernice za izradu ETICS sustava, 2016.
- [34] D. Bjegović, I. Banjad Pečur, B. Milovanović, M. Jelčić Rukavina, M. Alagušić, Usporedba ponašanja različitih ETICS sustava u uvjetima požara ispitivanjem u stvarnoj veličini, *Gradevinar*, vol. 68, no. 5, pp. 357–369, 2016.
- [35] DIN 4102-20:2016-03 – Draft Fire behaviour of building materials and building components - Part 20: Particular verification of the fire behavior of cladding for external walls.

# DODATAK 1: Klasifikacija građevinskih materijala prema svojstvu reakcije na požar

U pogledu ponašanja materijala u požaru, u Republici Hrvatskoj su važeće preuzete EN norme, ali do 2019. prije preuzete i korištene DIN norme. Europska norma za razredbu građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru (HRN EN 13501-1:2010) dijeli materijale u sedam razreda (A1, A2, B, C, D, E i F, tablica 4), tri dodatna razreda s obzirom na proizvodnju dima (s1, s2 i s3, tablica 5) te tri dodatna razreda u pogledu gorivog otkapavanja (d0, d1 i d2, tablica 6). Kombinacijom navedenih svojstava dobije se ukupno 40 različitih razreda materijala koje definiraju reakciju materijala u požaru (tablica 7).

**Tablica 4** Eurorazredi reakcije na požar [HRN EN 13501-1:2010]

Eurorazred	Ponašanje materijala
A <sub>1</sub>	Negoriv materijal
A <sub>2</sub>	
B	Materijal ograničenog gorenja
C	Izgara u periodu od 10 do 20 minuta
D	Izgara u periodu od 2 do 10 minuta
E	Izgara u periodu od 2 minute
F	Proizvodi za koje nije određeno svojstvo reakcije na požar ili koji ne zadovoljavaju zahtjeve razreda A1, A2, B, C, D ili E. U pravilu lako zapaljivi materijali.

**Tablica 5** Dodatna razredba s obzirom na razvoj dima

S1	Dopuštena mala količina dima
S2	Ograničena proizvodnja, ali i porast količine dima
S3	Nije ograničena količina dima

**Tablica 6** Dodatna razredba s obzirom na pojavu otkapavajućih čestica

d0	Nije dopuštena pojava gorućih kapljica/čestica
d1	Ograničena pojava gorućih kapljica/čestica
d2	Nema ograničenja za pojavu gorućih kapljica/čestica

**Tablica 7** Kombinacije razreda reakcije na požar građevnih proizvoda

A1		
A2-s1,d0	A2-s1,d1	A2-s1,d2
A2-s2,d0	A2-s2,d1	A2-s2,d2
A2-s3,d0	A2-s3,d1	A2-s3,d2
B-s1,d0	B-s1,d1	B-s1,d2
B-s2,d0	B-s2,d1	B-s2,d2
B-s3,d0	B-s3,d1	B-s3,d2
C-s1,d0	C-s1,d1	C-s1,d2
C-s2,d0	C-s2,d1	C-s2,d2
C-s3,d0	C-s3,d1	C-s3,d2
D-s1,d0	D-s1,d1	D-s1,d2
D-s2,d0	D-s2,d1	D-s2,d2
D-s3,d0	D-s3,d1	D-s3,d2
E		
E-d2		
F		

Svrstavanje građevnih proizvoda u određeni razred reakcije na požar provodi se temeljem rezultata ispitivanja navedenih u tablici 8, u okviru simulirane požarne situacije (prema fazama razvoja požara) na umanjenim uzorcima.

**Tablica 8** Ispitne metode za klasifikaciju materijala prema svojstvu reakcije na požar

Razred	Norma ispitivanja	Naziv ispitivanja
A1	HRN EN ISO 1182 i HRN EN ISO 1716	Ispitivanje negorivosti i toplinskog potencijala
A2	HRN EN ISO 1182 ili HRN EN ISO 1716 i HRN EN 13823	Ispitivanje negorivosti ili ispitivanje toplinskog potencijala i ispitivanje pojedinačnim gorućim elementom (SBI – eng. <i>single burning item</i> )
B	HRN EN 13823 i HRN EN ISO 11925-2	SBI ispitivanje i ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena
C	HRN EN 13823 i HRN EN ISO 11925-2	SBI ispitivanje i ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena
D	HRN EN 13823 i HRN EN ISO 11925-2	SBI ispitivanje i ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena
E	HRN EN ISO 11925-2	Ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena
F	Ponašanje nije određeno	Ispitivanja se ne provode

Puni su nazivi prethodno spomenutih normi:

- | **HRN EN 13501-1:2010** Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru - 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar
- | **HRN EN ISO 1182:2010** Ispitivanja reakcije na požar proizvoda - Ispitivanje negorivosti
- | **HRN EN ISO 1716:2011** Ispitivanja reakcije na požar proizvoda - Određivanje bruto toplinskog potencijala (kalorična vrijednost)
- | **HRN EN 13823:2015** Ispitivanja reakcije na požar građevnih proizvoda - Građevni proizvodi osim podnih obloga izloženi termičkom opterećenju pojedinačno gorućeg elementa
- | **HRN EN ISO 11925-2:2011** Ispitivanja reakcije na požar - Zapaljivost proizvoda izloženih izravnom djelovanju plamena - 2. dio: Ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena

S obzirom na navedene razrede reakcije na požar, prema Smjernicama hrvatske udruge proizvođača toplinskih sustava pročelja [33], klasificirani ETICS sustavi dostupni na hrvatskom tržištu su navedeni u tablici 9.

*Tablica 9* Razredi reakcija na požar ETICS sustava dostupnih na hrvatskom tržištu [33]

Vrsta ETICS sustava	Razred reakcije na požar prema HRN EN 13501-1
ETICS-EPS s mineralnom završnom žbukom	B-s1, d0
ETICS-EPS s organskom završnom žbukom	B-s1/s2, d0
ETICS-MW s mineralnom završnom žbukom	A2-s1, d0
ETICS-MW s organskom završnom žbukom	A2-s1/s2, d0

U usporedbi s dosad korištenom klasifikacijom gorivosti prema HRN DIN 4102-1 (tj. podjelom na negoriv, teško goriv, normalno goriv i lako zapaljiv materijal), ne postoji jednostavni opis za pojedini razred reakcije na požar niti se spomenuti razredi mogu direktno prevesti u pojedinu klasu gorivosti. Ipak, svojstva ponašanja materijala prema obje klasifikacije mogu se povezati prema tablici 10 u nastavku.



Tablica 10 Usporedni prikaz razreda reakcije na požar (HRN EN) s klasama gorivosti (HRN DIN)

	Dodatni zahtjevi		HRN EN 13501-1	HRN EN 4102-1
	Nema razvoja dima	Nema gorućih kapljica/čestica		
NEGORIV	x	x	A1	A1
	x	x	A2-s1,d0	A2
TEŠKO GORIV	x	x	B-s1,d0	B1
			C-s1,d0	
	x	x	A2-s2,d0	
			A2-s3,d0	
			B-s2,d0	
			B-s3,d0	
			C-s2,d0	
			C-s3,d0	
	x	x	A2-s1,d1	
			A2-s1,d2	
			B-s1,d1	
			B-s1,d2	
			C-s1,d1	
			C-s1,d2	
x	x	A2-s3,d2		
		B-s3,d2		
		C-s3,d2		
NORMALNO GORIV	x	x	D-s1,d0	B2
			D-s2,d0	
			D-s3,d0	
			E	
	x	x	D-s1,d1	
			D-s2,d1	
			D-s3,d1	
			D-s1,d2	
			D-s2,d2	
			D-s3,d2	
x	x	E-d2		
LAKO ZAPALJIV			F	B3

## DODATAK 2: Ispitivanja ponašanja pročelja u požaru u velikom mjerilu

Potaknuti problematikom požara koja dodatno dolazi do izražaja zbog masovne neadekvatne energetske obnove zgrada u Europskoj uniji, pa tako i u Hrvatskoj, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, europska udruga Fire Safe Europe (FSE) i Hrvatska udruga za zaštitu od požara (HUZOP) organizirali su međunarodni seminar "Fasade u požaru", znanstveno-stručnog karaktera. Organizatori su u sklopu seminara proveli i javno ispitivanje otpornosti pročelja na požar, s ciljem da se pokaže kako pročelja mogu značajno utjecati na širenje požara te kako je ispitivanje reakcije na požar materijala neadekvatno kada se radi o pročeljima, tj. nužnost je ispitivanje ponašanja pročelja u velikom mjerilu. Javno ispitivanje provelo se u Laboratoriju za toplinska mjerenja (LTM) u Stubičkoj Slatini. Osim LTM-a, druga dva ugledna znanstvena partnera provela su mjerenja: SP (Technical Research Institute of Sweden) i ZAG (Zavod za gradbeništvo Slovenije). Ispitivanje je provedeno prema britanskoj normi BS 8414-1:2002 [16] istodobno na tri ispitna uzorka s različitim slojem toplinske izolacije prema tablici 11 [34].

Tablica 11 Opis ispitnih uzoraka sustava pročelja

Oznaka uzorka	Toplinsko-izolacijski materijal i njegova debljina	Vrsta žbuke	Metoda pričvršćenja	Razredba prema reakciji na požar (klasificirani sustavi)
uzorak 1	Ekspandirani polistiren (EPS) – 150 mm	Mort ojačan staklenom mrežicom i završna organska (akrilna) žbuka – 5mm	Toplinska izolacija lijepljena i mehanički pričvršćena	B-s2, d0
uzorak 2	Ekspandirani polistiren (EPS) – 150 mm + protupožarna barijera debljine 150 mm i 200 mm neposredno iznad otvora ložišta			B-s2, d0 (A2-s1, d0 barijera)
uzorak 3	Kamena mineralna vuna –150 mm			A2-s1, d0

Vremenski tijek ponašanja pojedinog uzorka pročelja tijekom ispitivanja prikazan je na slici 62. Osnovni zaključak ispitivanja jest da protupožarna barijera od negorivog materijala (tj. od kamene mineralne vune) može, čak i u relativno maloj visini od samo 20 cm iznad otvora, bitno usporiti širenje požara i porast temperature vertikalno uz pročelje. Prema SBI (eng. *single burning item*) ispitivanju, ETICS sustav s EPS-om i protupožarnom barijerom pripada razredu reakcije na požar B-s2, d0, što podrazumijeva odsutnost pojave gorućih kapljica. Međutim, ovim ispitivanjem je pokazano da su se u prethodno spomenutom sustavu pojavile goruće kapljice. To potvrđuje da SBI ispitivanje (odnosno ispitivanja prema svojstvu reakcije na požar općenito) nije prikladno za sustave koji će u krajnjoj uporabi imati znatno veće dimenzije od onih koje zahtijeva SBI ispitivanje, a tu se svakako ubrajaju pročelja zgrada.

Kao što je već prethodno spomenuto, u nekim europskim državama (npr. Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Njemačka, Mađarska itd.) ocjenjivanje pročelja u pogledu njihova ponašanja u požaru provodi se ispitivanjima u velikom mjerilu. Budući da se spomenute metode ispitivanja razlikuju u veličini uzorka, parametrima koji se promatraju i vrednovanju rezultata ispitivanja, pojavila se potreba harmonizirane europske norme za ispitivanje pročelja u požaru. Projekt izrade spomenute norme je trenutno u izradi pod nazivom **Development of a European approach to assess the fire performance of facades**, gdje će se nova norma temeljiti na postojeće dvije norme BS 8414-1:2002 [16] i DIN 4102-20:2016 [35]. Nova norma i kriteriji za ocjenu svakako će doprinijeti realnijoj ocjeni ponašanja pročelja u požaru u odnosu na postojeću razredbu prema reakciji na požar, gdje se, osim preporuka danim u poglavlju 7, vidi i unapređenje postojećeg Pravilnika.



Sustavi pročelja gledajući s lijeva nadesno:  
**uzorak 1** je klasificirani sustav B-s2, d0 izrađen s gorivom izolacijom (EPS);  
**uzorak 2** je klasificirani sustav B-s2, d0 izrađen s gorivom izolacijom (EPS) + 20 cm horizontalne protupožarne barijere od kamene vune;  
**uzorak 3** klasificirani sustav A2-s1, d0 izrađen od negorive izolacije (kamene vune).  
 Sve ostale komponente su identične na sva 3 uzorka.  
 Na slici je prikazan sam početak ispitivanja (00:30) kada su istovremeno zapaljena ložišta koja simuliraju požar u stanu.



15 minuta nakon početka izbijanja požara:  
**uzorak 1** u potpunosti je zahvaćen vatrom pri čemu se emitira velika količina otrovnog dima i plinova. Užarene kapljice zapaljene izolacije padaju na pod i povećavaju opožareno mjesto.  
 U ovom trenutku nema veće razlike između reakcije **uzorka 2** i **uzorka 3**.



19 minuta nakon početka izbijanja požara:  
**uzorak 1** još uvijek emitira veliku količinu otrovnog dima i plinova. Na **uzorku 2** vatra je preskočila horizontalnu protupožarnu barijeru iznad prozora i zahvatila gorivu izolaciju (EPS) što pokazuje crni dim na vrhu zida. Na **uzorku 3** požar nije zahvatio izolaciju.



28 minuta nakon početka izbijanja požara:  
**uzorak 1** je izgorio, gori još samo vatra u ložištu. Metalni okvir sa sensorima spriječio je otpadanje dijelova završnog dekorativnog sloja.  
 Na **uzorku 2** vatra je u potpunosti zahvatila gorivu izolaciju koja sad emitira velike količine otrovnog dima. Situacija na **uzorku 3** je nepromijenjena.



40 minuta nakon početka izbijanja požara:  
**uzorak 2** dalje gori te emitira otrovni dim, iako vatra nije vidljiva. Horizontalna protupožarna barijera iznad prozora odgodila je širenje požara 10ak minuta, ali je zato produljila vrijeme gorenja izolacije i emitiranja otrovnih plinova. Vatra se u ložištu na **uzorku 3** ugasila sama od sebe. Za razliku od **uzorka 1** i **2**, pročelje na **uzorku 3** nije konstrukcijski uništeno.

*Slika 62* Tijek ispitivanja ponašanja različitih sustava pročelja

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 2017.

*Sva prava pridržana. Nije dopušteno niti jedan primjerak ovog priručnika reproducirati i umnožavati bez prethodnog pismenog odobrenja Sveučilišta u Zagrebu, Građevinski fakultet.*

*Fotografija na naslovnici: Požar na Studentskom domu Cvjetno naselje u Zagrebu koji se dogodio u veljači 2017. godine. Izvor: CROPIX*