



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Knowledge FOR Resilient soCiEty

*KURS CJELOŽIVOTNOG UČENJA*  
**GRAĐEVINSKE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA (2. dio)**

## Požar

**Djelovanje na objekat i konstrukciju**

**Posljedice**

**Mjere zaštite u projektovanju i eksploataciji objekta**

**AGGF Banja Luka, 17.05.2019.**

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*

*The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.*



Универзитет у Бањој Луци  
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





## Statistike požara

- 499.000 požara u objektima u US u 2017 godini (72 % u objektima stanovanja);
- 2630 poginulih lica u požarima u objektima stanovanja ili 77% od broja poginulih u požarima;
- 12,160 povrijeđenih lica u požarima u objektima (72% od ukupnog broja povrijeđenih u požarima (u objektima stanovanja 10,600));
- \$23 milijarde dolara direktnih šteta na objektima;
- Svake 63 sekunde jedan požar objekata u US.



Figure 1. Fire Incidents by Type in the United States, by Year (1977-2017)

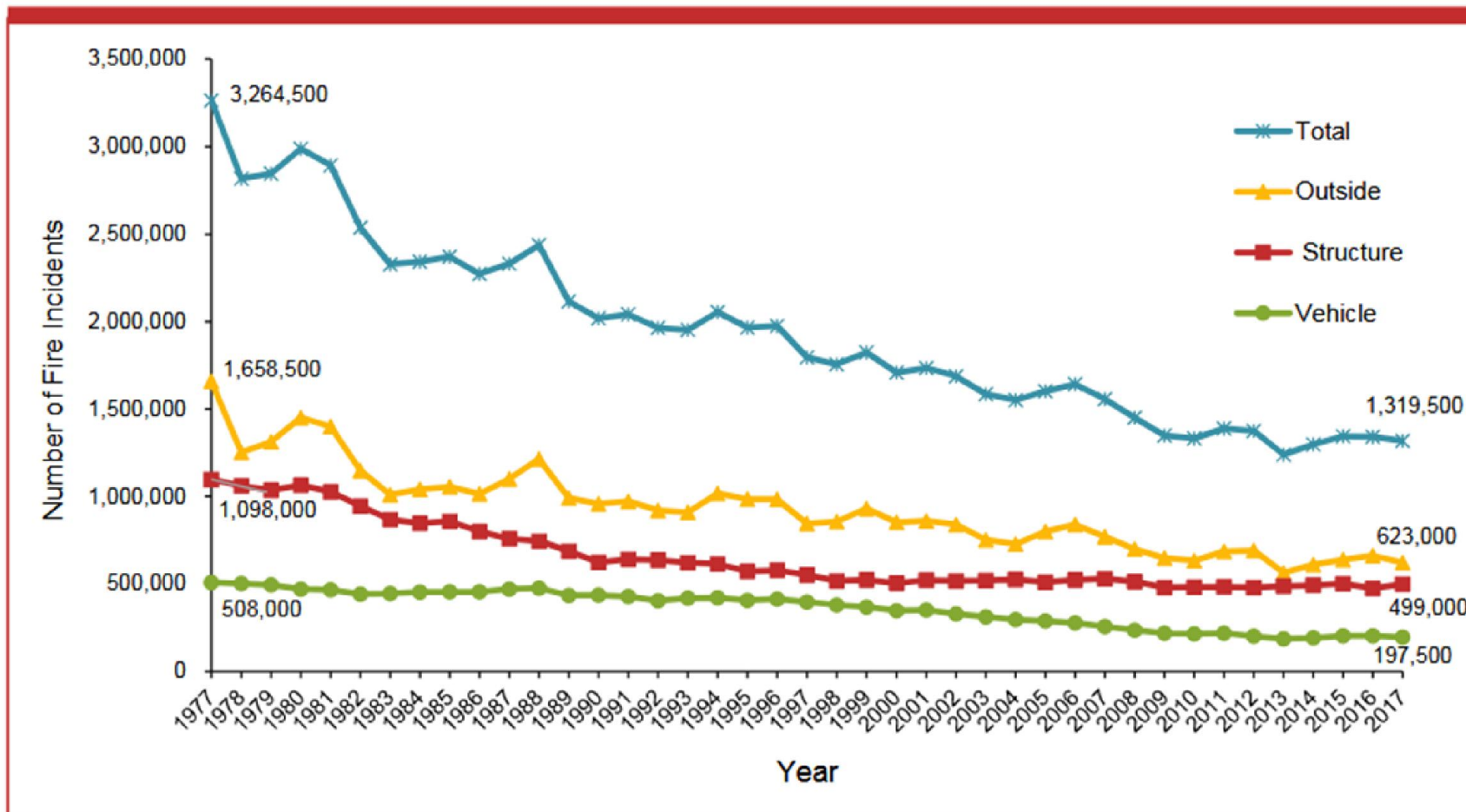
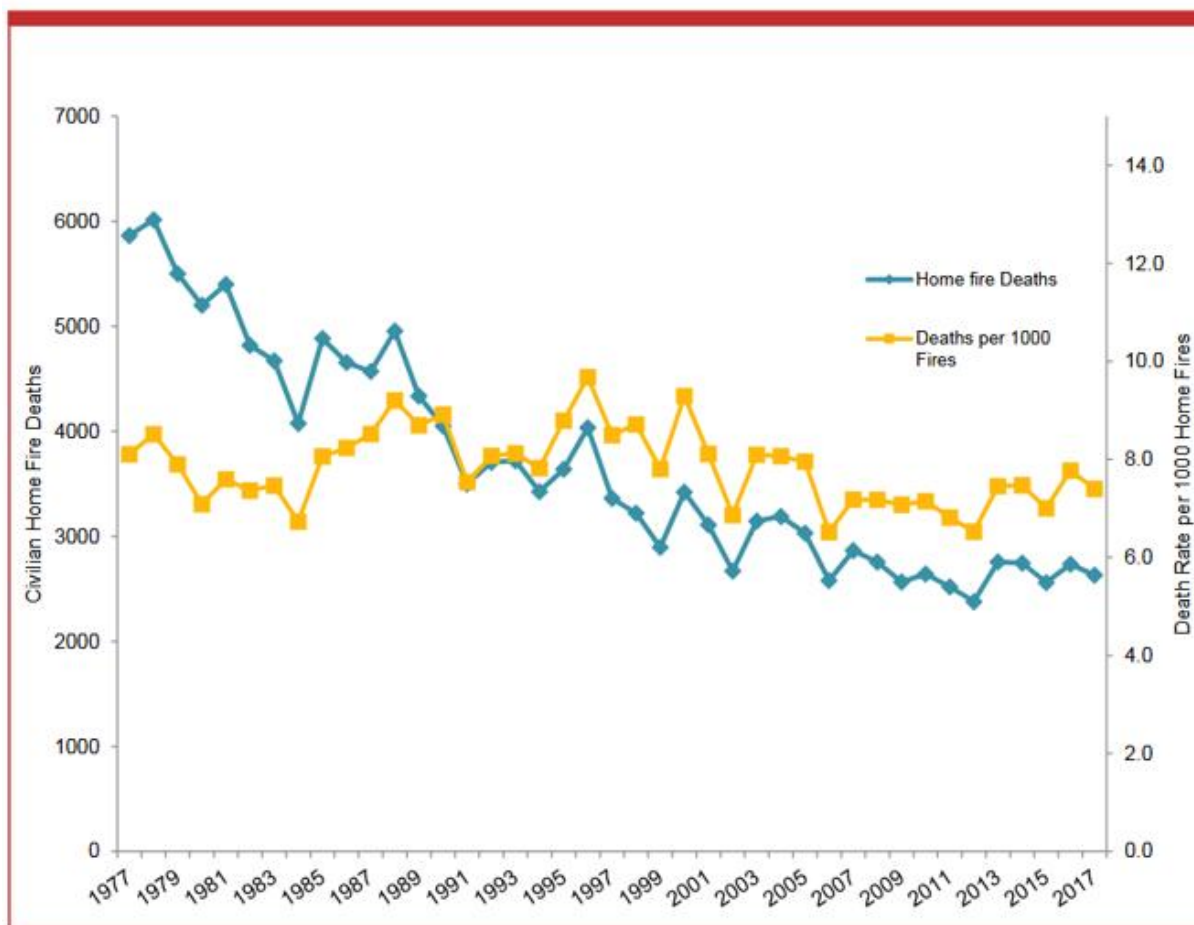






Figure 4. Civilian Home Fire Deaths and Rates per 1000 Fires (1977-2017)



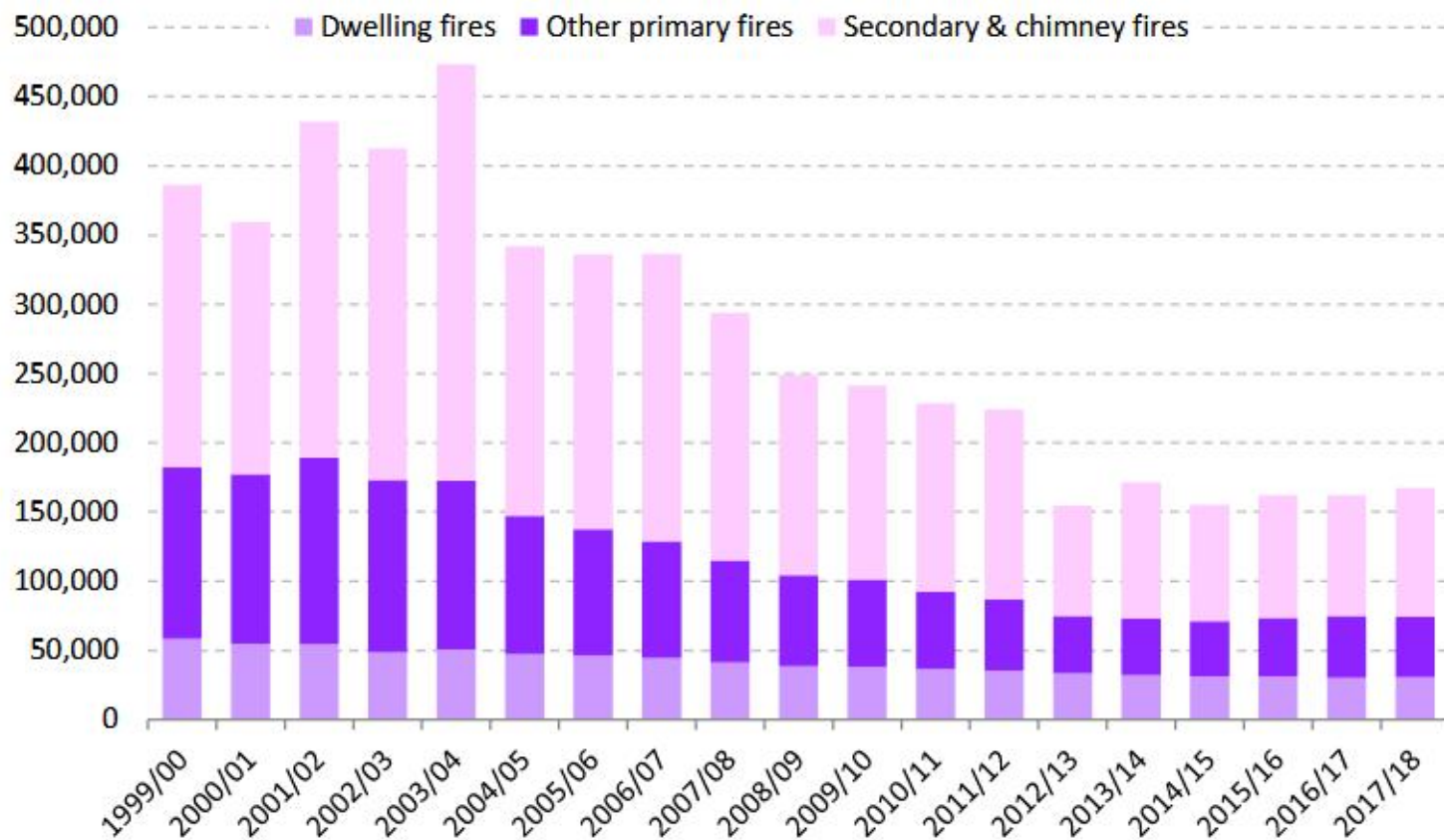
Source: NFPA Survey of Fire Departments (1977-2017)



Prema podacima Fire Statistics iz avgusta 2018, u Engleskoj se 2017/18 godini se desilo 167,150 požara, od toga u objektima stanovanja oko 30,296. Smrtno je stradalo 134 osobe (uključujući 71 osobu u požaru Grenfell Tower), a 3,306 ljudi je povrijeđeno (uključujući 77 osoba u požaru Grenfell Tower). (81.5 % smrtnih ishoda i 75.6 % povrijeđenih uslijed požara se desio u objektima stanovanja).



**Figure 3.3 Total fires attended by type of fire, England; 1999/00 to 2017/18**



Source: FIRE0102





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



# ANALIZA NEKIH STVARNIH POŽARA

---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



# POŽAR U GRENFEEL TOWER-u

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



## UVOD

- Toranj je izgrađen 1974. godine u londonskom predgrađu Sjeverni Kensington, jednom od elitnijih naselja
- 24 sprata, sa 120 stanova i 400-600 stanovnika
- 2016. godine završena obnova objekta koja je koštala 10 miliona funti
- Juni 2017, 00:54 dojava o požaru, koji je najvjerojatnije izbio na 4. spratu kao posljedica pokvarenog frižidera
- Protupožarni alarm se nije oglasio
- Sprinkleri zatajili







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



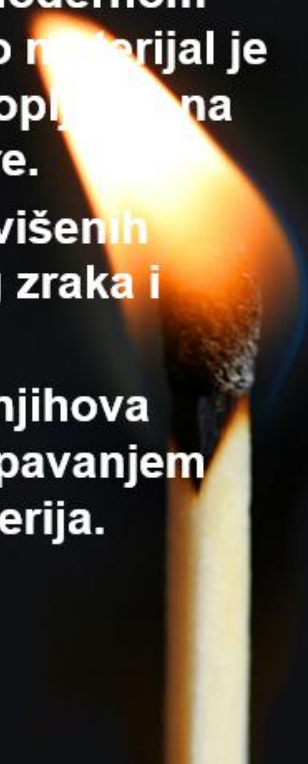
Dolazak  
vatrogasaca za 6  
min.





## O KORIŠTENIM MATERIJALIMA

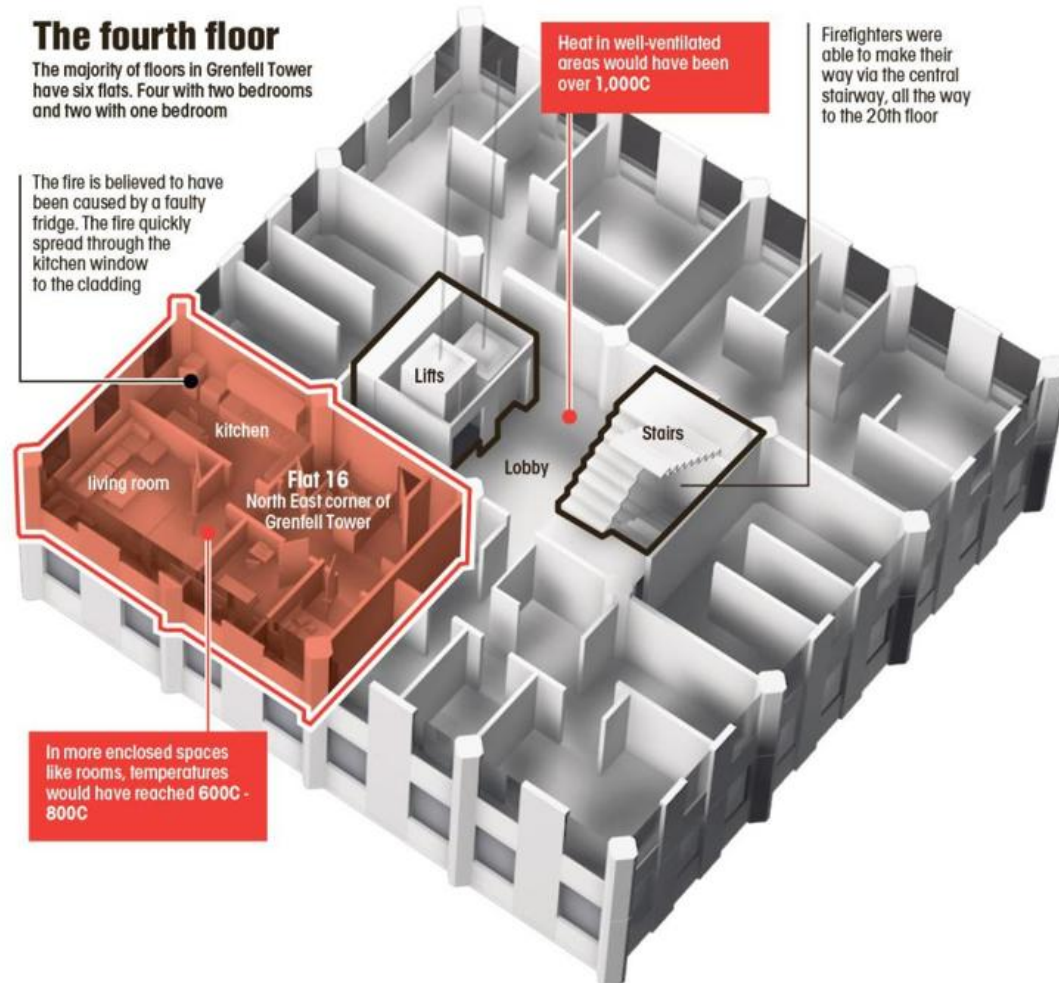
- **ALUMINIJ** - je materijal koji se naširoko koristi pri modernom graditeljstvu, jer je lagan i ima široku primjenu. Kao materijal je izuzetno niske otpornosti na požar jer mu je tačka topljenja na  $660^{\circ}$  i nezaštićen ne može izdržati ni početne požare.
- **PROZORSKO STAKLO** - ono vrlo brzo puca kod povišenih temperatura, i na taj način omogućuje dovod svježeg zraka i pospješuje gorenje i širenje požara vani.
- **PUR i PIR paneli** imaju dobru vatrootpornost, ali je njihova najveća mana mogućnost sekundarnih požara otkapavanjem pri visokim temperaturama i emitovanje štetnih materija.





## UZROK POŽARA

Varnice na pokvarenom frižideru su prouzrokovale požar koji se odmah krenuo širiti preko prozora u kuhinji – sprinkler se nije aktivirao



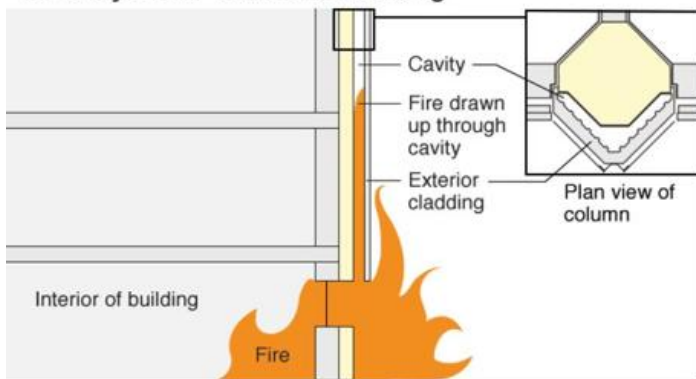




## UZROK ŠIRENJA POŽARA:

Potpuno razvijeni požar je nastao  
nakon 15 min. – efekat dimnjaka

### “Chimney effect” of exterior cladding

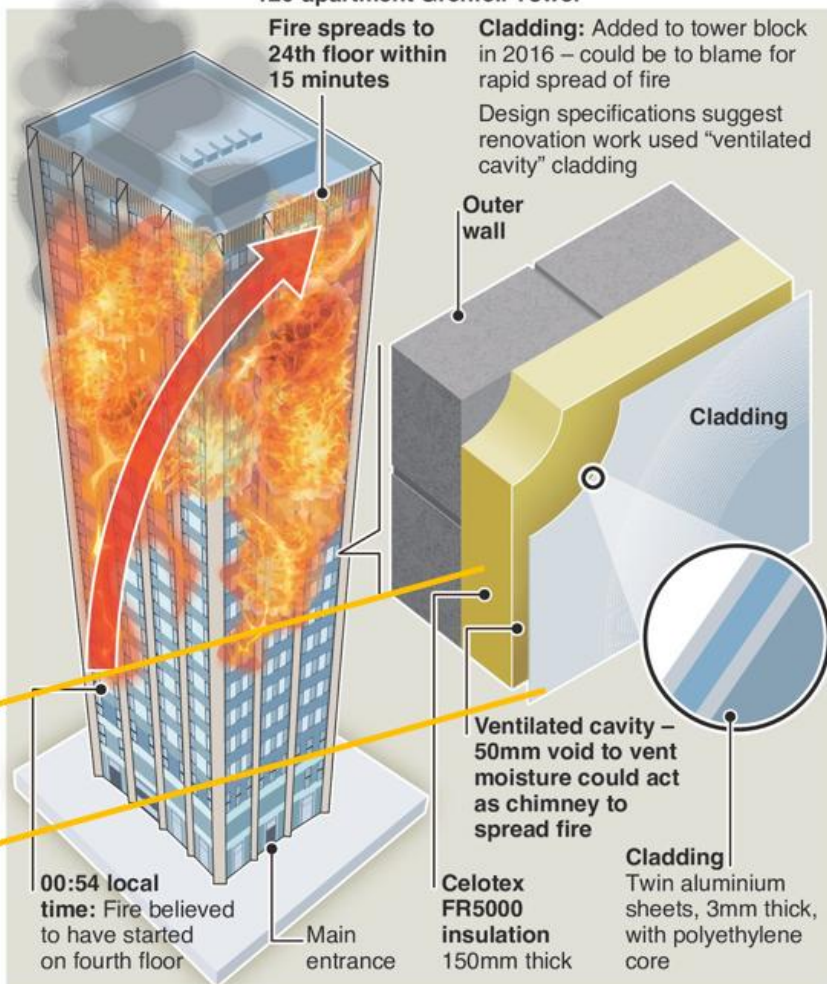


PUR izolacija bez fabričkih  
zatvaranja na spojevima.

Aluminij kao završna obloga –  
izuzetno niska požarna otpornost

## London fire probe focuses on cladding

With 17 confirmed dead but dozens of people still missing, fire chiefs say no more survivors are expected to be found in London's 120-apartment Grenfell Tower

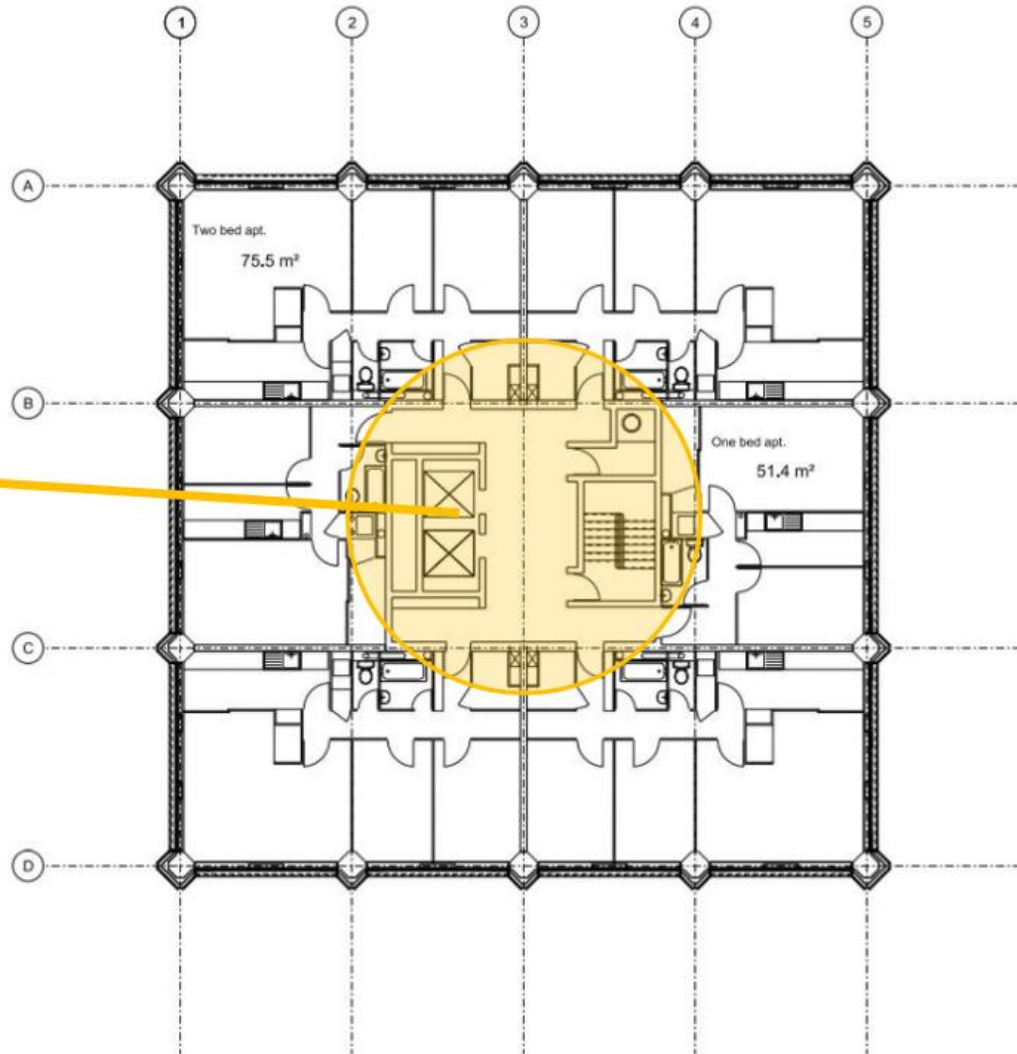




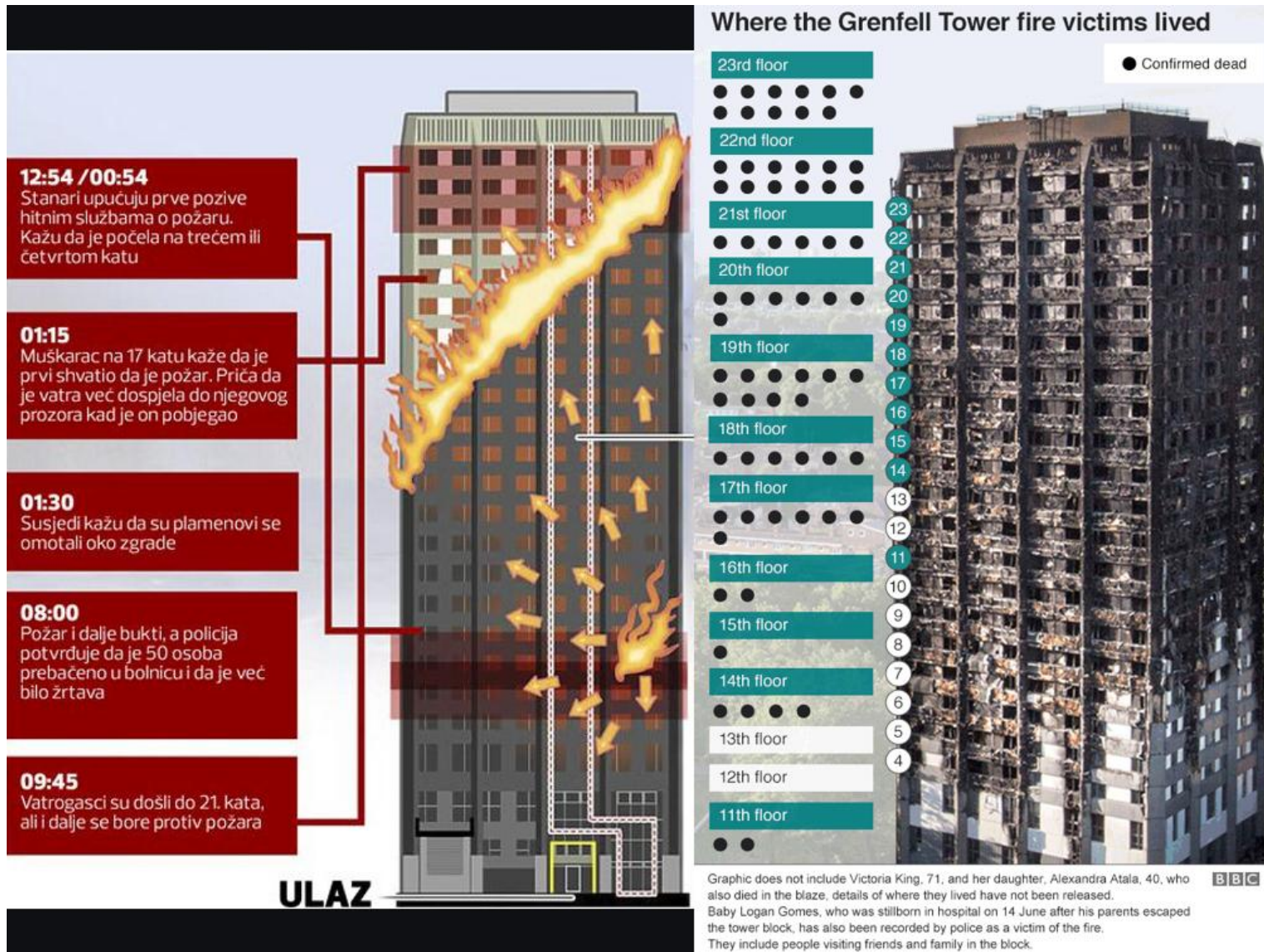
## UZROCI STRADANJA:

Jedno stepenište  
za evakuaciju  
600 ljudi –  
Samo jedan izlaz  
iz objekta nakon  
renoviranja.

U požaru je  
stradala 71  
osoba – niti  
jedna osoba sa  
zadnje tri etaže  
nije preživjela.











Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



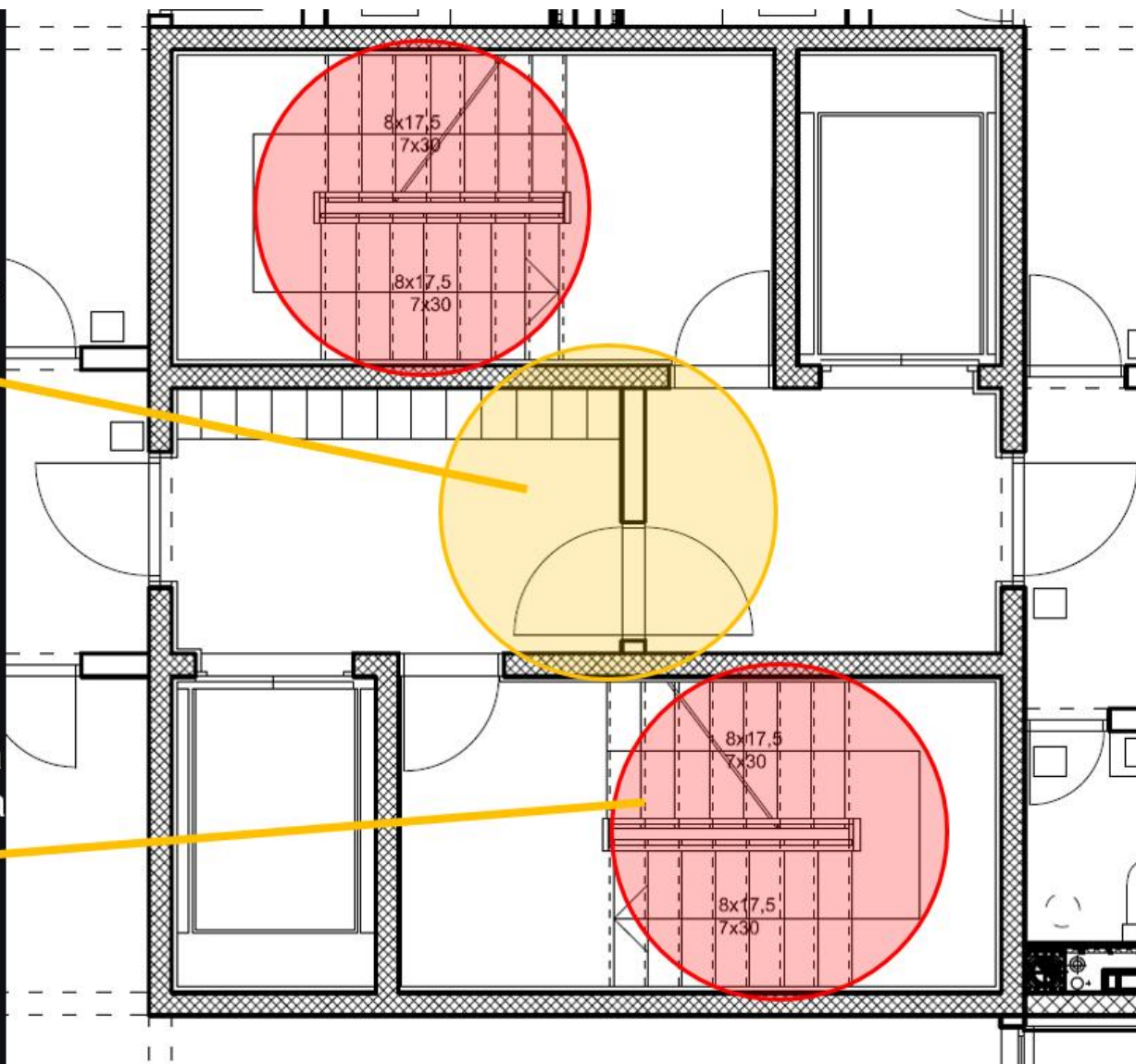
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Protupožarni zid-požarna barijera

Dva evakuaciona stepeništa sa dva ulaza/izlaza.





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



***Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.***

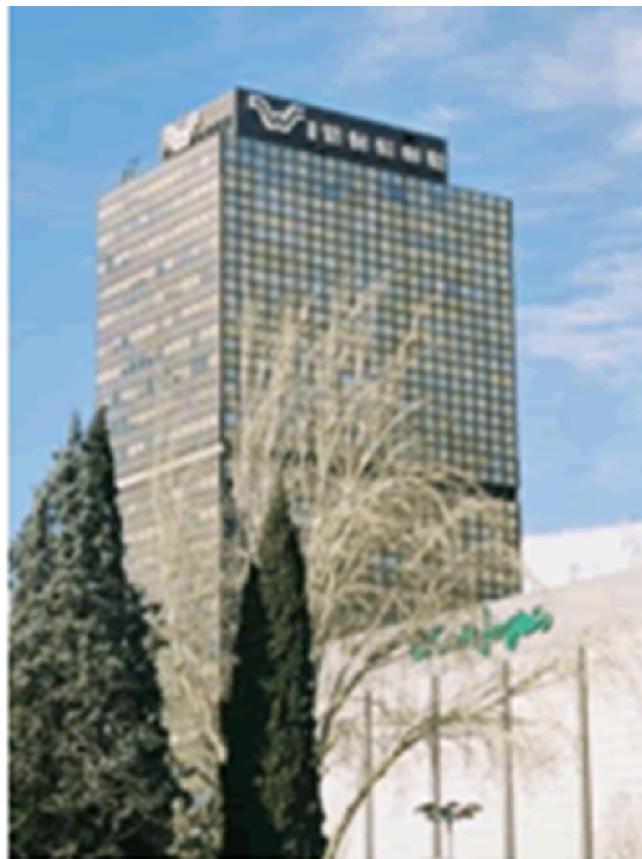
---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



The Windsor Tower was among the ten tallest in Madrid, Spain.  
(Photo: Unknown source)

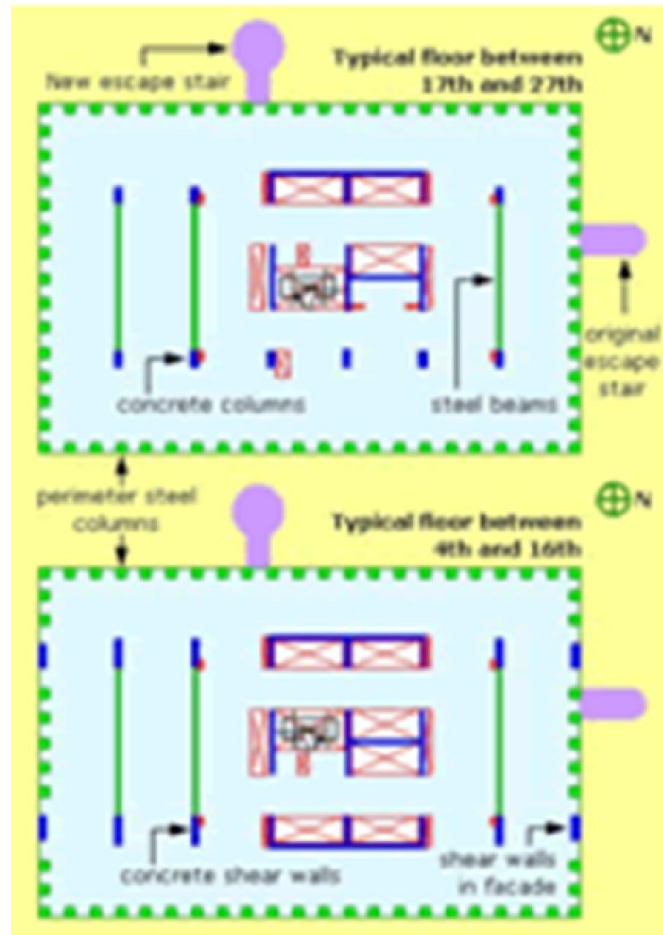






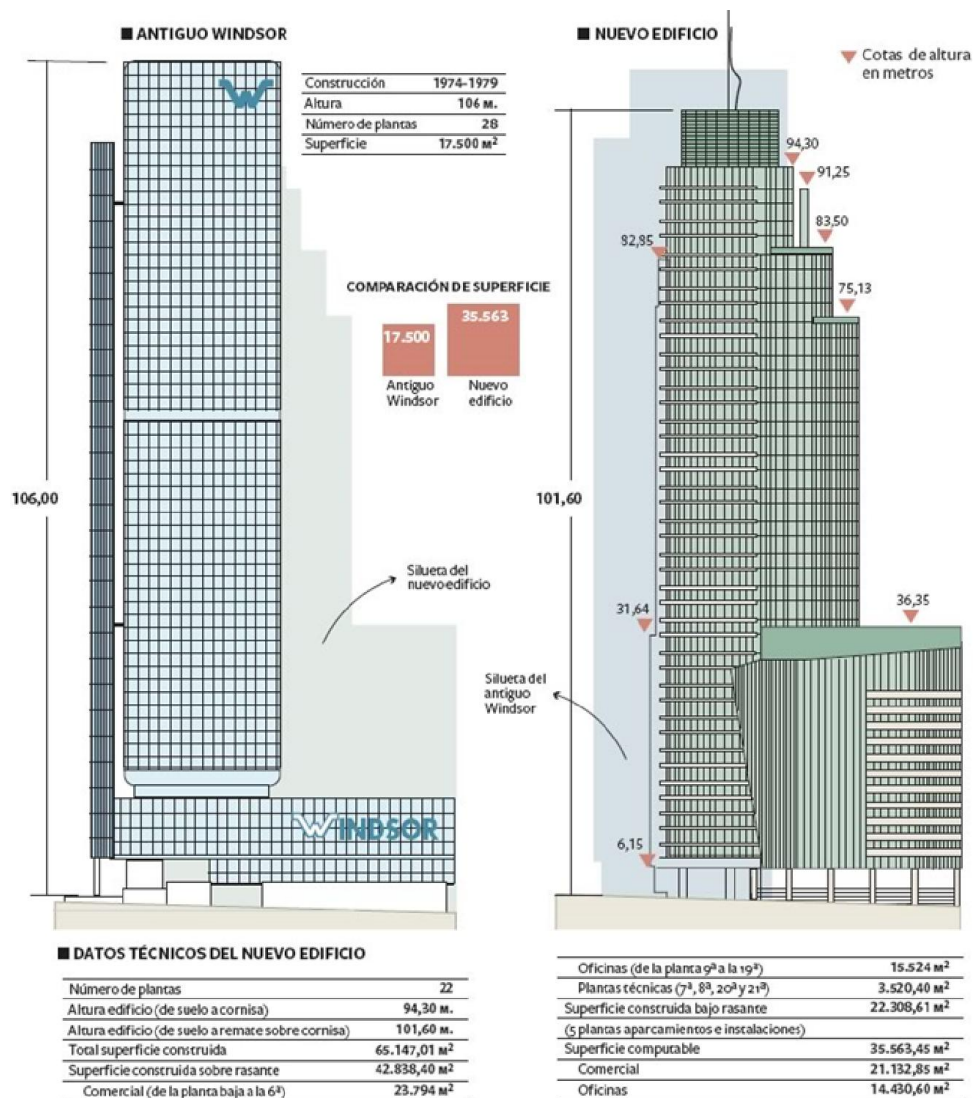
## **Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.**

- **Windsor Tower u Madridu - poslovna zgrada sa 32 sprata;**
- **Visina 106 m;**
- **Objekat izveden sa armirano-betonskim jezgrom sa olakšanim armirano-betonskim pločama oslonjenim na armirano-betonske stubove i čelične stubove po obimu objekta;**
- **Istraga je utvrdila da je do požara došlo na 21 spratu, a vjerovatni uzrok požara je bio kratki spoj na elektroinstalacijama;**
- **Prijavljeno je da je požar počeo u 23,00 h.**



Typical floor plans

[Click here to enlarge](#)



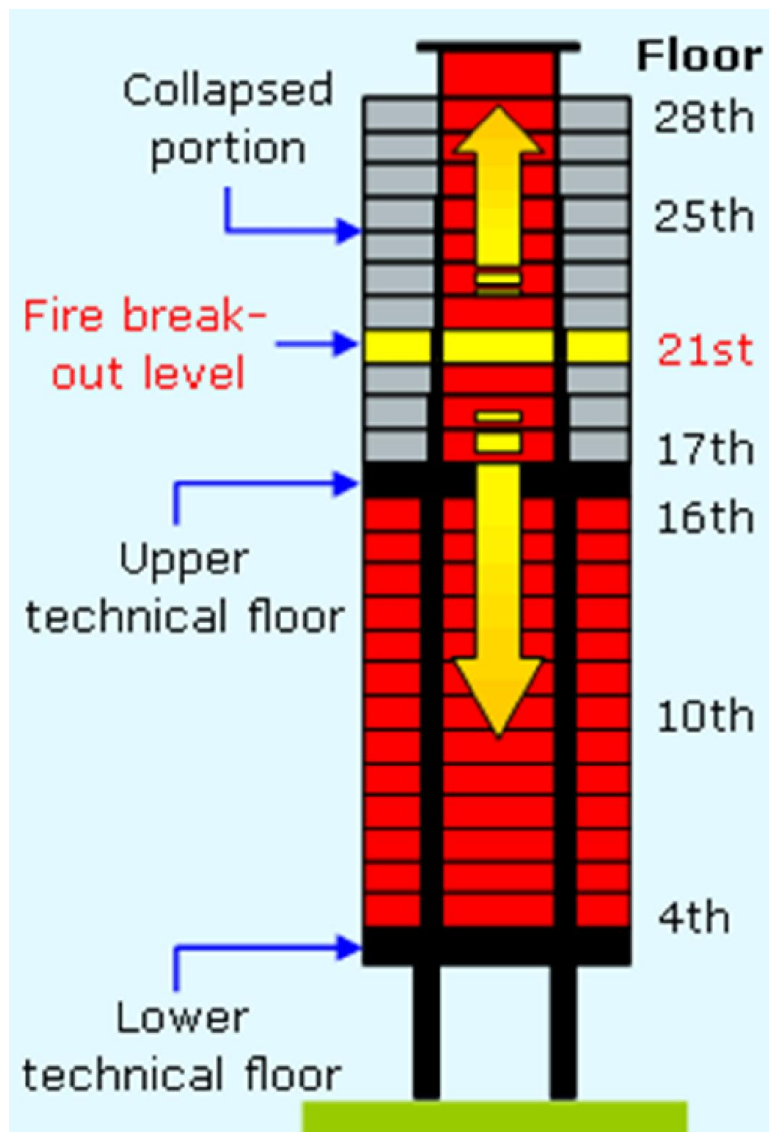
Fuente: Proyecto de ejecución del nuevo edificio promovido por Asón Inmobiliaria de Arriendos (El Corte Inglés), facilitado por el Ayuntamiento de Madrid. CARMEN AYUSO/EL PAÍS



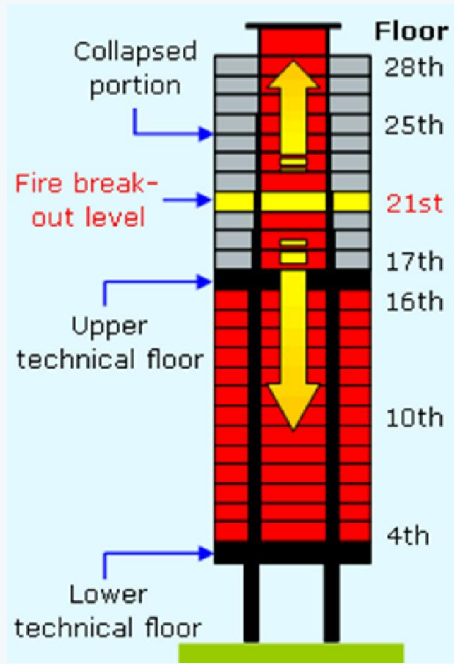


## **Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.**

*Istraga je utvrdila da je do požara došlo na 21 spratu a vjerovatni uzrok požara je bio kratki spoj na elektroinstalacijama. Prijavljeno je da je požar počeo u 23,00 h. U roku od jednog sata, sve etaže iznad 21 sprata su bile zahvaćene požarom. Obzirom da se između fasadnih stijena i armirano-betonske konstrukcije nalazio prazan prostor bez ikakvih protivpožarnih barijera, padanjem zapaljenog materijala između konstrukcije i fasadnih stijena, požar se postepeno proširio i na niže spratove sve do trećeg sprata. Ukupna dužina trajanja požara je bila 18-20 h.*





Time	Fire Development	Cross Section
23:00	Fire started at the 21 <sup>st</sup> Floor	
23:05 ~ 23:20	After receiving a fire signal, the security guards went to the 21 <sup>st</sup> floor and attempting to fight the fire before giving up	
23:21	Fire brigade was called	
23:25	Fire brigade arrived	
23:30	Fire brigade started to fight the fire (news report)	
00:00	All floors above the 21 <sup>st</sup> floor were in fire (news report)	
00:30	Fire brigade retreated and adopted a defensive position, preventing fire spread to adjacent buildings	
02:00	Fire spread below the 17 <sup>th</sup> floor	
02:15	Chunks of facade started falling off (news report)	
03:30	Fire spread below 16 <sup>th</sup> floor, crossing over the upper technical floor	
04:00	Floors at upper level collapsed (news report)	
05:30	Fire spread below the 12 <sup>th</sup> floor (news report)	
08:30	Fire spread below the 4 <sup>th</sup> floor	
13:30	Fire was under controlled	
17:00	Fire brigade declared the put out of the fire (news report)	



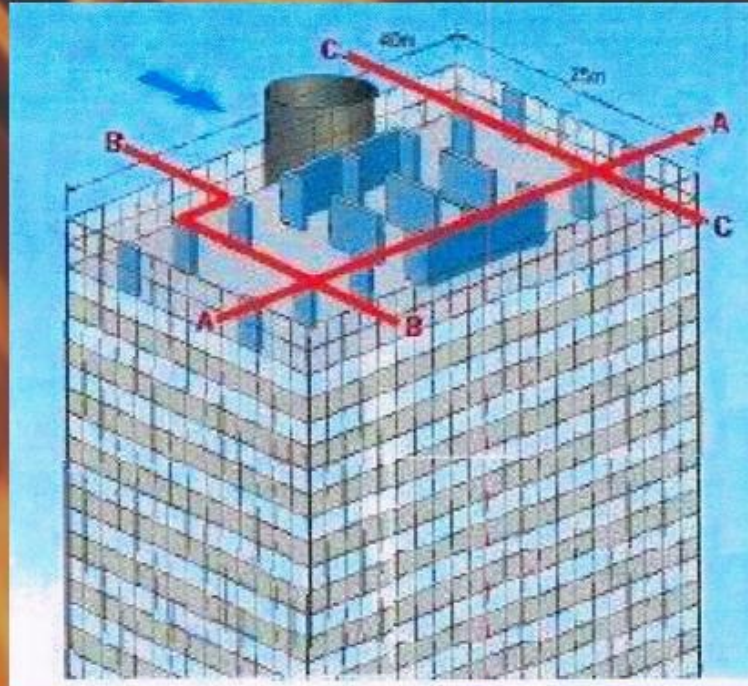


Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.

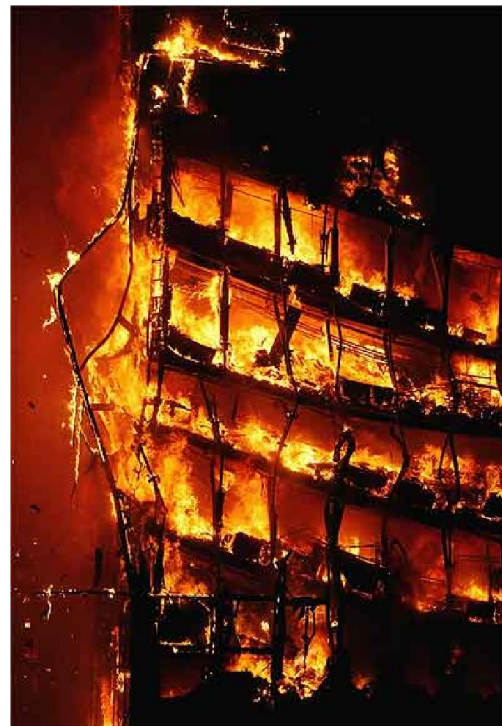
Na slici mogu se uočiti linije konstruktivnog loma A-A u 1, 15 h ujutro, kada se sjeverna fasada srušila do 17. sprata i linije loma B-B i C-C kada su se srušili djelovi istočne i zapadne fasade između 3 i 5 ujutro.





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



## **Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.**

- **Nikakva požarna sektorizacija nije bila predviđena, arhitektonski (tzv. otvoreni prostor u veličini od 1000 m<sup>2</sup> po etaži);**
- **Komunikacioni traktovi nisu bili odvojeni u poseban požarni sektor;**
- **Nedostatak aktivnih mjera zaštite od požara, posebno sprinklerskog sistema u objektu visine preko 100 m, dok je voda iz vatrogasnih vozila dostizala visinu od svega 20 m;**





## **Požar na Windsor Tower u Madridu, 12 februara 2005.**

- **Nisu bile predviđene nikakve konstrukterske mjere niti protivpožarne barijere između konstrukcije objekta i fasade što je doprinijelo širenju požara na spratove niže mjesta aktivacije požara;**
- **Nije bila primjenjena nikakva zaštita od požara na čeličnim nosivim elementima;**
- **Na svim potrebnim mjestima nisu bila montirana protivpožarna vrata;**
- **Procijenjena šteta 72 miliona €.**

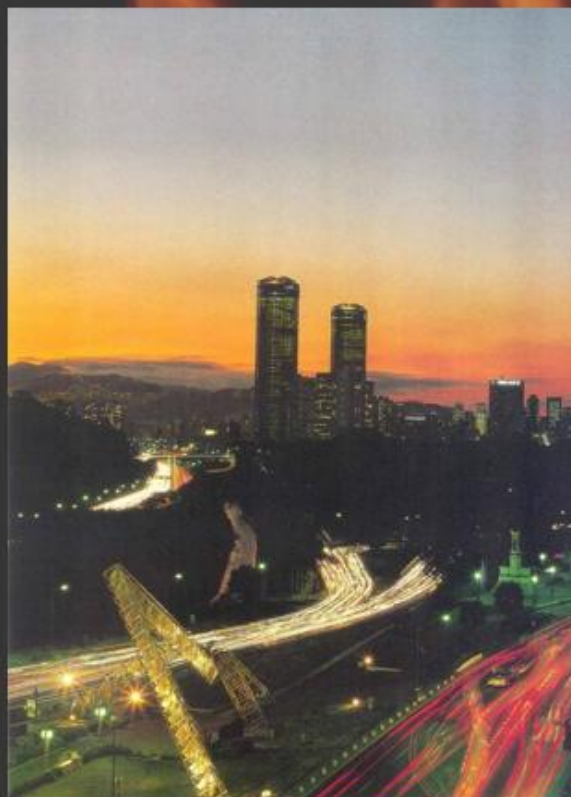




Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## **Požar na Caracas "Parque Tower" u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.**





## **Požar na Caracas “Parque Tower” u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.**

- *Tornjevi blizanci u Karakasu u Venecueli su izgrađeni 1982 godine u sklopu deset hektarskog kompleksa pod imenom “Parque Central”;*
- *Kompleks je sadržavao 1,100 prodavnica, sedam stambenih tornjeva od četrdestet katova i hotel sa 35 katova;*
- *Istočni toranj blizanac ovog kompleksa je bio objekat sa 56 katova i ukupne visine 221 metar, u kojem su bile smještene vladine institucije Venecuele;*
- *Istovremeno ovo je bila i najviša zgrada u Južnoj Americi;*
- *Karakteristična etaža je bila površine 1,900 m<sup>2</sup>.*





## **Požar na Caracas “Parque Tower” u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.**

- *Vertikalna nosiva konstrukcija se sastojala od kružnih armirano-betonskih stubova koji su bili vezani za naknadno prednapregnute armirano-betonske „makro-ploče“ debljine 3 m, koje su se nalazile u visini drugog, četrnaestog, dvadeset-šestog i četrdeset- devetog kata. Nije bilo centralnog armirano-betonskog jezgra. Međuspratne konstrukcije između „makro-ploča“ su bile spregnute konstrukcije, sa primjenjenom zaštitom u cilju obezbjeđenja dvosatne vatrootpornosti u skladu sa USA propisima. Projektom je bila predviđena požarna sektorizacija po katovima koja je bila djelomično narušena sa ostavljanjem otvora za pristup mehaničkim i vodoopskrbnim sistemima.*





## **Požar na Caracas „Parque Tower” u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.**

- **Obzirom na vrijeme u kojem je objekat projektiran i građen (kraj sedamdesetih godina), vođeno je računa o zaštiti od požara. Objekat je imao sistem za detekciju požara sa alarmnim sistemom, hidrantski sistem sa ormarićima sa hidrantskim crijevom i mlaznicama kao i sprinklerski sistem sa aktivacijom sistema na 74° C.**



## **Požar na Caracas “Parque Tower” u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.**

- **sprinklerski sistem nije montiran u skladu sa uputama proizvođača;**
- **ugrađeni zaporni ventili na sprinklerskoj mreži;**
- **neodržavana unutrašnja hidrantska mreža;**
- **spratni alarmni sistemi nisu bili povezani za glavnim alarmnim panelom**





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





1:10 am – Fire at the southern elevator tower. Firefighting efforts about to start.

2:06 am - Fire gains intensity on the 34th floor.

2:24 am - Main staging area on the 27th floor where one of the booster pumps was located.

3:48 am - Fire advances to the 35th floor. At this point there are two 2-1/2" hose lines working the fire.

4:20 am - Floors 34 & 35 fully involved.

5:00 pm - Firefighters get ready for a defensive position on the 38th floor.

5:51 am - Fire moving upward very slowly thanks to the defense strategy by the CFD.

6:12 am—Fire still in check. Booster pumps soon start to fail.

8:50 am - Fire starts to gain speed. Five floors fully involved.

10:49 am - Fire gets close and is temporarily delayed by the Macroslab 4.

12:04 pm - Fire Chief orders the firefighting operation be abandoned.

1:31 pm - Fire regains intensity.

3:07 pm - one of the last attempts by government helicopters to cool down fire using buckets.

3:08 pm - Fire reaches the 47th floor.

5:00 pm - Fire reaches the top floor.

Next morning - Fire consumes all floors from the 34th to 50th. The 51st and 52nd floors were partially burned.



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





## ***Požar na Caracas "Parque Tower" u Karakasu, Venecuela, 15 oktobra 2004.***

- *Požar je napravio ukupnu štetu od 250 miliona US dolara*
- *U požarima kod visokih objekata, nijedna vatrogasna jedinica, ma kako velika, profesionalna, obučena i opremljena ne može efektivno kontrolirati požar bez ispravno projektirane pasivne i primjenjene funkcionalne aktivne zaštite od požara.*



***Pod visokim objektom, podrazumevaju se zgrade sa prostorijama za boravak ljudi, čiji se podovi najvišeg sprata nalaze najmanje 22 m iznad najniže kote terena na koji je moguć pristup i na kome je moguća intervencija uz korišćenje automehaničkih ljestava.***



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



# Požar na aerodromu Düsseldorf, 11 aprila 1996.godine

---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





**Na Međunarodnom aerodromu u Düsseldorfu, 11 aprila 1996. godine desio se veliki požar kojom prilikom je stradalo 17 osoba, a takođe su ozlijeđene 62 osobe. Aerodrom je izgrađen u periodu 1971-1995 sa kapacitetom od 40,000 putnika dnevno, a u trenutku požara u objektu se nalazilo oko 2,200 ljudi.**



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

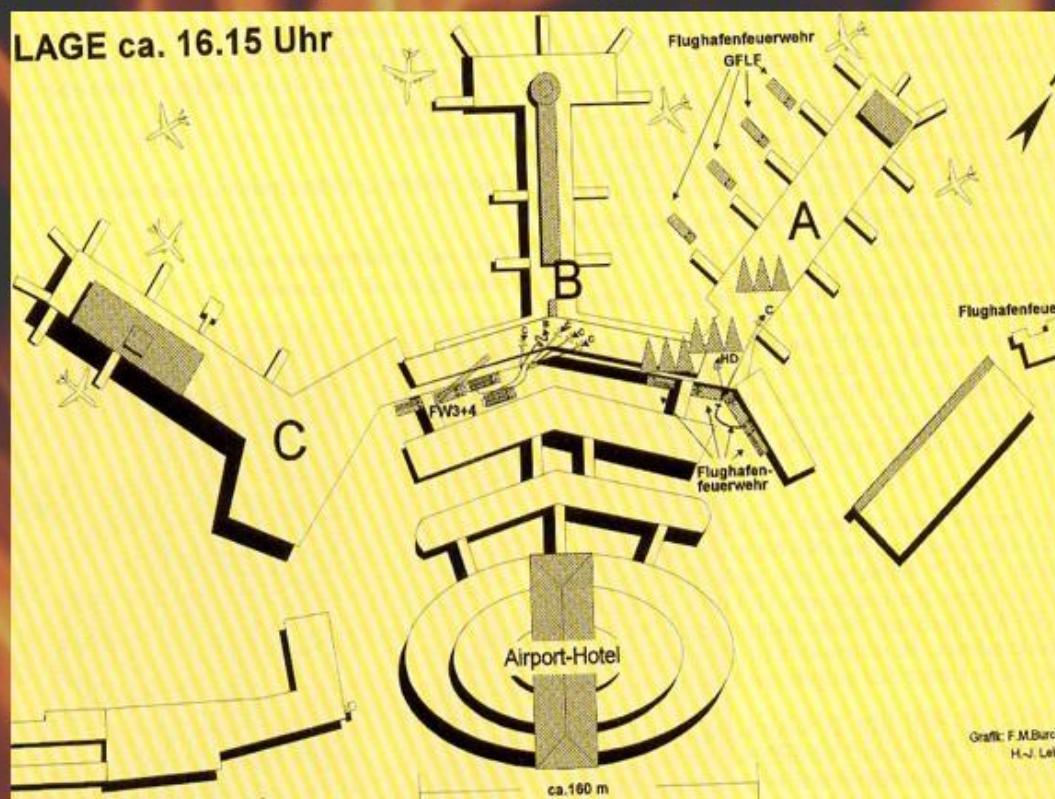


*Pogled na putnički terminal aerodroma Düsseldorf iz zraka*





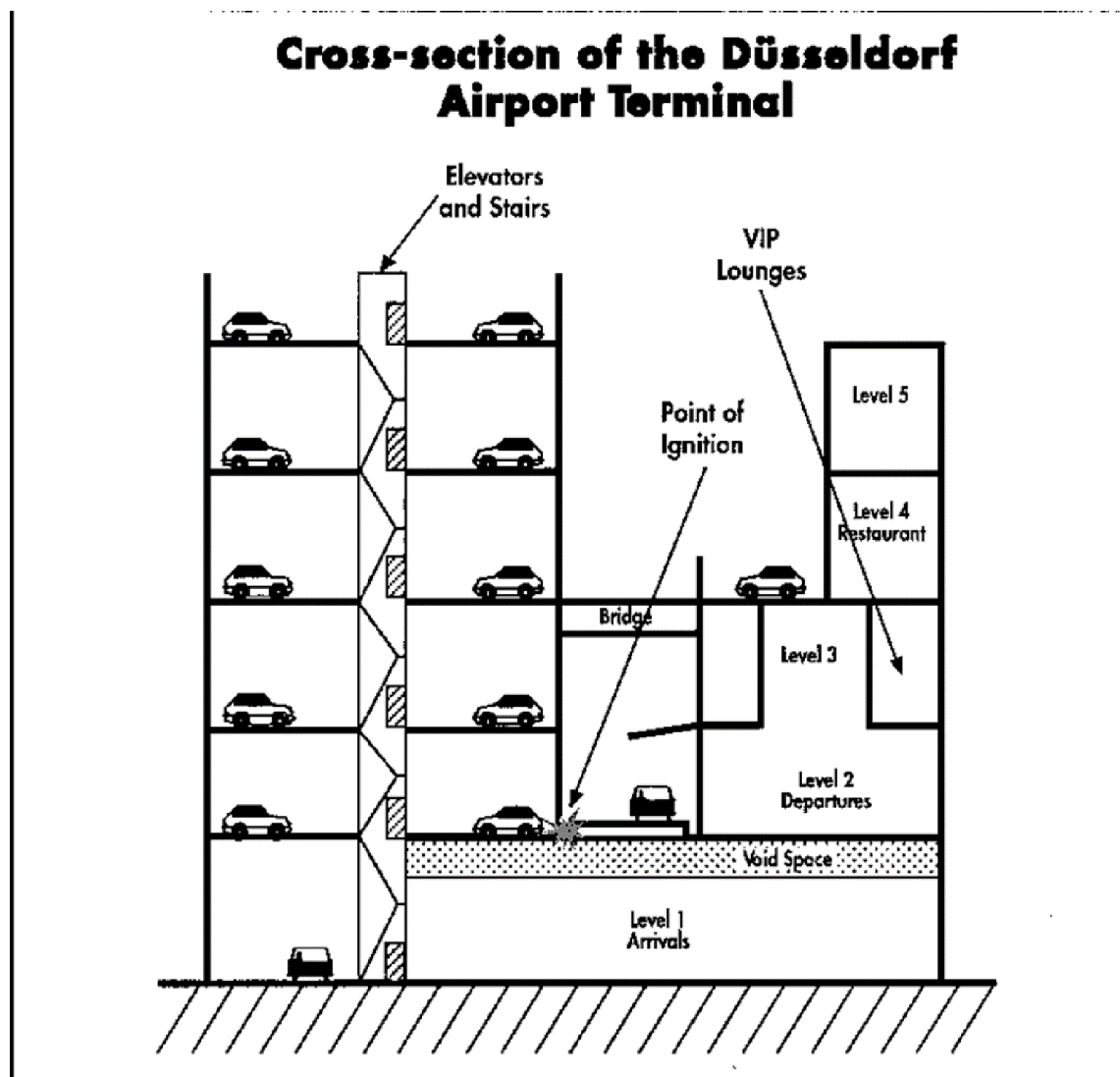
Radi detaljnijeg razumjevanja problematike uzroka, nastanka i razvoja požara, shematski je prikazana dispozicija terminala, centralnog i pratećih objekata.







Iz ovog petokatnog objekta se u potpunosti organizirao putnički saobraćaj. Na nivou 1 (Level 1) se nalazio dolazni terminal sa konvejerima za distribuciju prtrljaga i uredi za iznajmljivanje vozila (rent-a-car). Konstruktivna visina nivoa 1 je bila oko 4.6 m. Plafon nivoa 1 je bio spuštени strop odvojen od armirano-betonske konstrukcije nivoa 2 (Level 2) sa praznim prostorom od jednog metra, na koji je bila smještena izolacija od 6-7.5 cm polistirena (različiti izvori podataka).







Na nivou 2 se nalazio check in, predstavništva avio-kompanija, prodavnice, restorani i čekaonice. Kao i kod nivoa 1, dužina je bila 564 m a visina nivoa 2 je iznosila 9.11 m. Sa pogledom na nivo 2, nalazio se nivo 3 koji je sadržavao VIP lože, konferencijske sale i različite administrativne urede. Na nivou 4 nalazili su se restoran i platforma za posmatranje aviooperacija, a na nivou 5 se nalazio još jedan restoranski prostor. Željeznička stanica se nalazila ispod terminalne zgrade, a prilaz putničkih vozila je bio kroz servisni tunel duž terminala. Petospratna garaža na južnoj strani je sa dva mosta povezivala treći sprat garaže sa krovom trećeg sprata terminala.



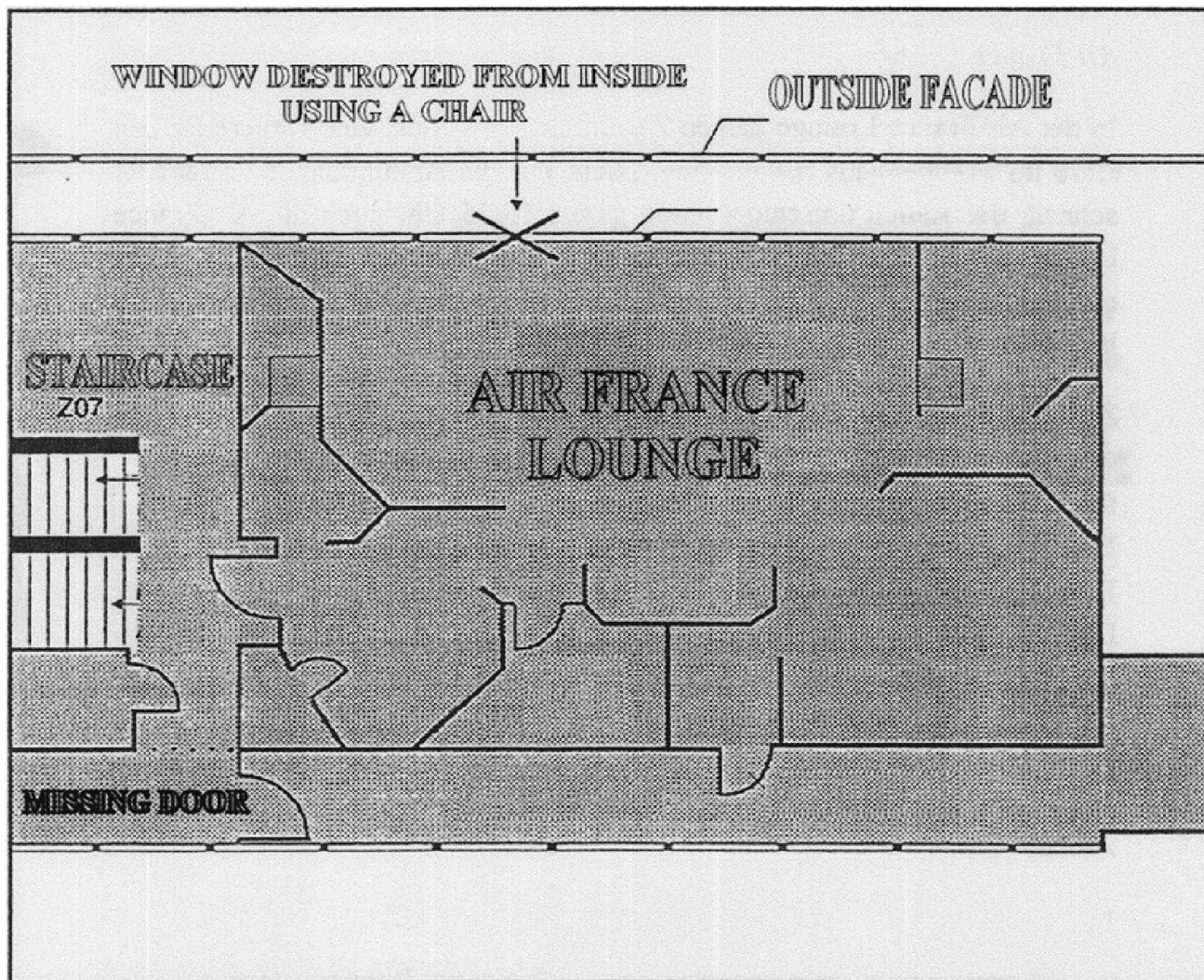
Istraga nakon požara je utvrdila da je požar otpočeo tako što su se izvodili radovi na zavarivanju na dilatacionim spojnicama na servisnom koridoru za vozila iznad dolaznog terminala. Tom prilikom, iskrom je došlo do zapaljenja polsitirenske izolacije koja se nalazila na spuštenom stropu dolaznog terminala. Dim i plamen se odmah proširio kroz nivo 1 a zatim i na nivo 2 kroz nezaštićena otvorena stepeništa i eskalatore. Požar je načinio velike štete u okloni stepeništa a dim je napunio dvije trećine nivoa 2 i 3 i proširio se na nivo 4 kroz nezaštićene otvorene eskalatore.





U sklopu nivoa 3 nalazila se loža Air France, a oba izlaza iz lože su bila u isti prostor koji je u potpunosti bio napunjen dimom. Nadalje, prozori iz lože nisu bili vanjski prozori nego su bili odvojeni od vanjskih prozora 70 cm, tako da se evakuacija nije mogla izvršiti ni sa druge strane. Sedam ljudi je u ovoj loži poginulo trovanjem ugljenmonoksidom.









Sedam osoba koji su se nalazili na krovu objekta posmatrajući aviooperacije su nakon primjećivanja dima ušle u liftove želeći da se evakuiraju što prije iz objekta. Međutim, liftovi su se otvorili na katu zahvaćenim požarom i dimom, tako da ljudi na izlazu iz liftova nisu mogli uočiti nikakav signal za izlaz, a vrata lifta se nisu mogla ponovo zavoriti zbog elektronske blokade kontrole gustine dima, kada elektronika ne dopušta zatvaranje vrata lifta. Svih sedam su smrtno stradali ugljenmonoksidom. Ovih sedam ljudi vjerovatno ne bi stradalo da su bili upućeni o postojanju stepeništa u neposrednoj blizini liftova.





U dodatku, jedna osoba je smrtno stradala u toaletu objekta u toku požara, a jedna u bolnici nakon neuspješnog liječenja od trovanja ugljenmonoksidom.



Što se tiče hronologije razvoja požara ustanovljeno je da se dešavalo slijedeće:

- u 15,31 h - aerodromska vatrogasna jedinica je obavještena od strane taxi vozača o varnicama koje izlaze iz spuštenog stropa u blizini cvjećarnice;
- u 15,33 h – dva vatrogasca iz aerodromske vatrogasne jedinice dolaze na lice mjesta i na osnovu mirisa zaključuju da se radi o problemu na motoru za automatska vrata koji je i ranije prijavljivan, te pozivaju na intervenciju električare;





- u 15,38 h – prijavljen je dim koji izlazi iz ventilacije cvjećarnice a spuštени strop počinje da se žari i otpadaju komadi;
- u 15.47 h – pada dio spuštenog stropa na nivou 1 i vatra se počinje širiti;
- u 15.58 h – vatra se naglo širi i poziva se gradska vatrogasna jedinica;
- u 16,04 h – poziv za pomoć iz AIR France Lounge jer je dim u potpunosti okružio prostor i blokirao oba izlaza;



- u 16,05 h - poziv za pomoć iz liftova;
- u 16,07 h – Prethodnica gradske vatrogasne službe dolazi na lice mjesta s vozilom sa ljestvama i cisternom i na osnovu rekognosciranja situacije pozivaju dodatnu pomoć;
- u 16,15 h – Zapovjedni vatrogasni oficir poziva sve raspoložive vatrogasne jedinice da se hitno uključe u intervenciju;
- u 16, 25 h – Kontrolni toranj je evakuiran i sve avio-operacije su stopirane;





- у 19, 20 – Пожар је званично стављен под контролу, 3 сата и 49 минута након прве информације о искрама.

У додатку, потребно је знати и сљедеће информације:

- У централном дијелу објекта није постојао sprinklerski sistem;
- Постојао је систем за детекцију дима кроз цијели објекат и ситем ручне ватродојаве али не у дијелу спушеног стropa gdje се пожар десio;



- По активiranju vatrodojavnog-sistema, aktivirao se automatski sistem zvučnog obavještavanja na njemačkom, engleskom i francuskom jeziku, sa prethodno snimljenom (zastarjelom) porukom koji je čitavih deset minuta upućivao na pogrešne izlaze;
- Suha hidrantska mreža na ivici objekta nije bila priključena na gradsku vodovodnu mrežu, tako da je gašenje vodom moralo biti iz cisterni;
- Neadekvatna požarna sektorizacija koja je omogućila iznimno širenje vatre i dima kroz cijeli objekat, a posebno nezaštićene komunikacione traktove.





U zaključku, ovakvoj tragediji je doprinijelo:

- ✓ Neadekvatan rad i organizacija rada pri zavarivanju;
- ✓ Neadekvatna izolacija na spuštenom stropu nivoa 1;
- ✓ Neadekvatna požarna sektorizacija objekta;
- ✓ Nedostatak adekvatnih aktivnih mjera na sprečavanju i gašenju požara (sprinklerski sistemi, sistemi vatrodjave povezani sa lokalnom i gradskom vatrogasnom jedinicom).




- ✓ Обућеност, организација и координација ватрогасних јединица и служби;
- ✓ Обућеност, организација и координација запосленог особља на аеродрому;
- ✓ Неадекватан систем уzbunjivanja и преноса информација;
- ✓ Евакуациони путеви нису били јасно назнаћени;
- ✓ Непостојање ефикасног и разраћеног плана акције у поћарним околностима.





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



**Veliki požar u diskoteci  
u Geteborgu (Švedska)  
30. oktobra 1998. god**



Požar u diskoteci u Geteborgu, desio se 30.10.1998. godine, kada je poginulo šezdeset troje mladih ljudi i ozlijeđen veći broj lica. Ovaj incident je analiziran od strane Švedskog nacionalnog instituta za ispitivanje i istraživanje, kako po načinu nastanka i razvoja požara, tako i po posljedicama koje je izazvao.

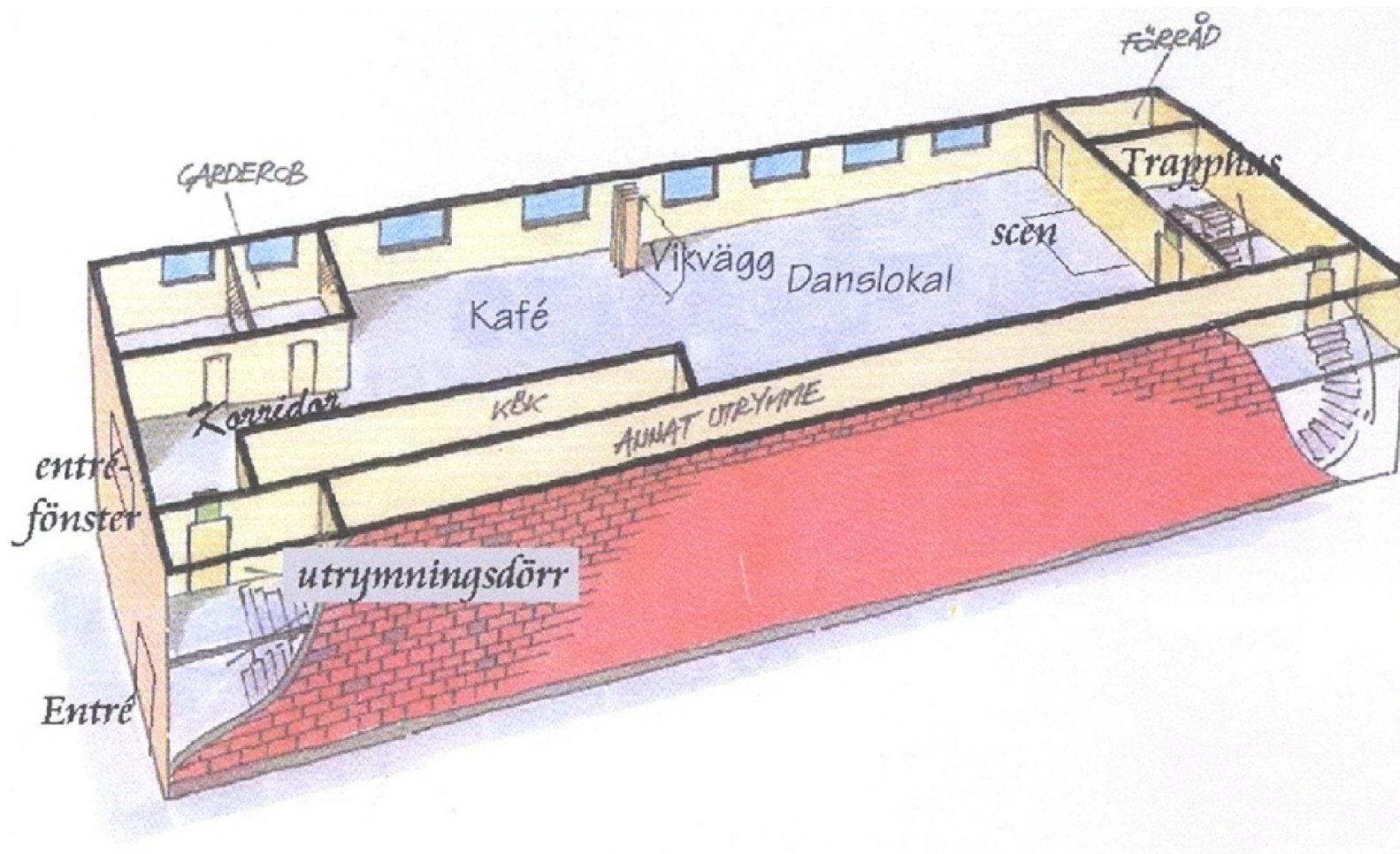
Diskoteka je bila smještena na spratu starog industrijskog objekta, koji se sastojao od prizemlja i sprata. Objekat je na svakom kraju imao stepenište





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.



Jedno stepenište je služilo za ulaz, dok je u drugo stepenište služilo kao nužni izlaz. U prostoru stepeništa koje je služilo kao nužni izlaz, na podestu je bilo uskladišteno oko 40 stolica koje su se po potrebi postavljale u plesnoj dvorani. U tom stepeništu je i došlo do zapaljenja, gdje je policija istragom utvrdila da su četvorica osumnjičenih bila u stepeništu u trenutku zapaljenja. Utvrđeno je da je vatra upaljena 10-20 minuta prije prodora u plesnu dvoranu koji se desio u 23,42 h, kada su otvorena vrata plesne dvorane.





Utvrđeno je da nije došlo do otvaranja vrata dvorane, vatra bi se sama ugasila u stepeništu, zbog nepostojanja dovoljne količine kisika u prostoru. Međutim, otvaranjem vrata došlo je do efekta dimnjaka, do prodora dima i plamena u plesnu dvoranu, i dodatne količine kisika za potpuni razvoj požara.



Važno je napomenuti da je diskoteka imala odobrenje za 140 posjetilaca, a u trenutku požara je u diskoteci bilo oko 400 lica. Prodorom vatre i dima u plesnu dvoranu jedini izlaz iz objekta su bila ulazna vrata do kojih se dolazilo kroz uski koridor, pa na stepenište, gdje je vrlo brzo došlo do panične gužve u očajničkoj želji da se što prije napusti objekat. Da stvar bude gora, širina ulaznih vrata je bila samo 82 cm.





Prodorom plamena u plesnu dvoranu došlo je do vrlo brzog razbuktavanja požara čemu je značajno doprinijela zapaljiva podna obloga. Izuzev podne obloge, drugo požarno opterećenje je bilo vrlo malo. Za samo dva minuta dim je ispunio salu i prodro u drugo stepenište na drugom kraju zgrade. Zatim je dim postao gušći i nakon pet minuta stvorila se smrtonosna koncentracija CO. Nakon petnaest minuta od prodora u salu, plamen je probio kroz prozore i zapalio krovnu konstrukciju.



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

Slijedeće slike ilustruju razvoj požara kroz objekat.



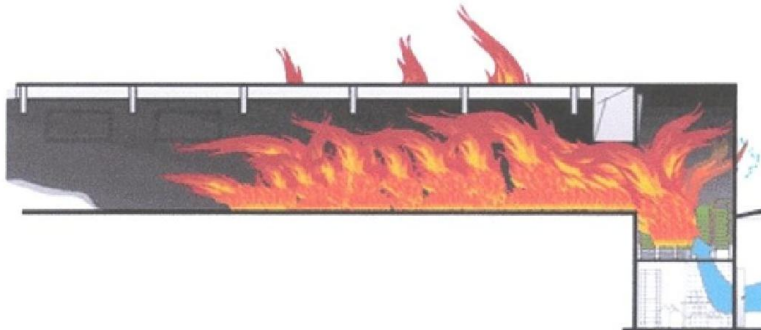
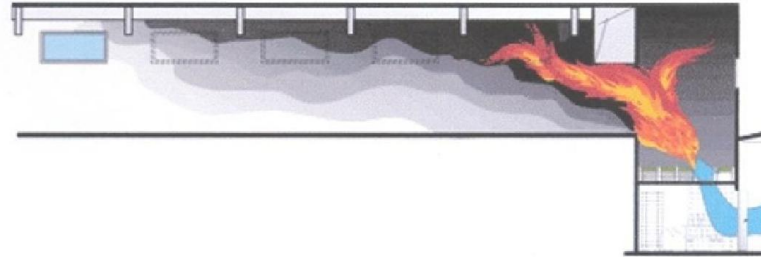
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Slika pokazuje fotografisani trenutak „flashovera“ u diskoteci.

---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Na kraju, interesantno je naglasiti nekoliko faktora koji su doprinijeli ovakvoj tragediji:

- ❖ Nedovoljan broj izlaza, prinudnih izlaza i evakuacionih puteva u objektu;
- ❖ Širina ulaznih vrata od 82 cm;
- ❖ Zapaljiva podna obloga plesne dvorane;
- ❖ Uski koridori;



- ❖ **Nepostojanje sistema vatrodjave i detekcije dima ili sprinklerskog sistema;**
- ❖ **2-3 puta više gostiju u diskoteci nego što je odobreno i predviđeno;**
- ❖ **Skladištenje u zoni evakuacionih puteva i stepeništa.**





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



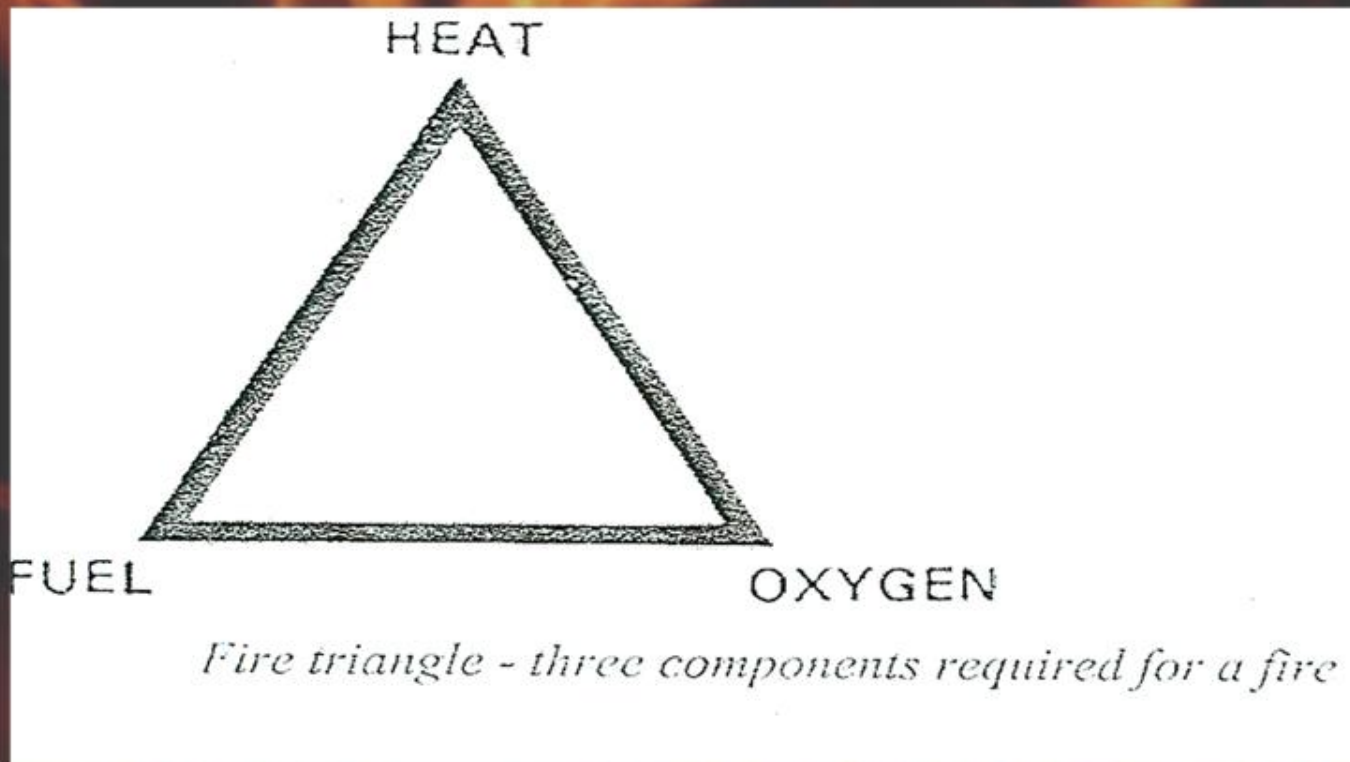
**Teorijske osnove i pojmovi  
vatre i požara**

---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



## Теоријске основе и појмови







## *Teorijske osnove i pojmovi*

Ovaj trokut se može posmatrati kao fizički opis modela nastanka vatre. Njegova upotrebljivost dolazi do izražaja kada se razmatra gašenje, koje se postiže eliminacijom jedne od tri neophodne komponente za njen nastanak. Vatra se zaustavlja otklanjanjem toplote (npr. hladjenjem vodenim mlazom), odstranjivanjem goriva (npr. prestankom dovoda gasa na gorioniku) ili sprečavanjem dotoka kisika (npr. prekrivanje vatre ćebetom).



## Teorijske osnove i pojmovi

Gorenje je dakle proces koji predstavlja hemijsku reakciju između kisika iz vazduha i nekog gorivog materijala, a pri tome se oslobadja toplota, odnosno prema ISO 13943:2000 (E/F), Zaštita of požara - Rječnik (International Standard ISO 13943 (E/F) Fire Safety - Vocabulary) gorenje predstavlja egzotermnu reakciju materije sa oksidansom uz napomenu da je ovaj proces uopćeno govoreći popraćen emitovanjem dima i gasova (efluenata), te plamenom i/ili vidljivom svjetlošću.





## Teorijske osnove i pojmovi

Prema istom standardu, **vatra** predstavlja kontrolirano samoodrživo gorenje, namjerno izazvano, u cilju dobijanja korisnih efekata, a koje je kontrolirano u vremenu i prostoru.

Pomenuti standard takođe definira pojam **požar** kao nekontrolirano samoodrživo gorenje koje se nekontrolirano širi u prostoru i vremenu. Prema JUS U. J1.010, pod požarom se podrazumjeva svako nekontrolisano sagorjavanje uslijed kojeg dolazi ili može doći do ozlijede ljudi i štete na materijalnim dobrima.





## **Teorijske osnove i pojmovi**

Da bi došlo do procesa gorenja, neophodno je da se temperatura gorivog materijala poveća na tzv. **temperaturu paljenja**, barem lokalno. Dakle, pod **temperaturom paljenja** smatra se najniža temperatura pri kojoj dolazi do samozapaljivanja ili sagorjevanja. Obzirom da se prilikom gorenja oslobadja toplota, intenzitet gorenja se mjeri količinom odate toplote koja se pri tom oslobadja. Prema standardu JUS U. J1.010 pod **kaloričnom moći nekog materijala** podrazumjeva se ona količina toplote, koju pri sagorjevanju oslobodi jedinica mase tog materijala, od trenutka zapaljenja do ohladjenja na temperaturi kondenzacije vlage.





## Teorijske osnove i pojmovi

U Tabeli se mogu uočiti temperature paljenja i intenzitet gorenja pojedinih materijala odnosno oslobodjene energije po 1 kg materijala koji sagorjeva.

<i>Materijal</i>	<i>Temperatura paljenja (°C)</i>	<i>Uticaj goriva (MJ/kg)</i>
Asfalt	485	39,89
Pamučni materijal	230	16,54
Benzin	260-400	44,85
Laneno ulje	290	39,84
Isečeni novinski papir	230	18,41
Polistiren	480-510	41,94
Polivinil hlorid	425-480	17,45
		22,13
Piljevina od drveta	200-260	17,45
		22,13
Drvo (jela, hrast, bor)	230-260	17,45
		21,08



## Teorijske osnove i pojmovi

Prema istom standardu, **ukupnim požarnim opterećenjem** nekog prostora (soba, stan, skladište, sprat, zgrada itd.) smatra se ukupna toplota koja se može osloboditi iz kalorične moći svega zapaljivog materijala u posmatranom prostoru bez obzira da li taj materijal pripada konstrukciji ili ne. ISO 13943:2000 (E/F), Zaštita of požara - Rječnik (International Standard ISO 13943 (E/F) Fire Safety - Vocabulary) pod pojmom požarnog opterećenja podrazumjeva količinu toplote koja može biti otpuštena pri potpunom sagorijevanju svih gorivih materijala u određenoj zapremini, uključujući i vanjske obloge.





## Теоријске основе и појмови

Pod **specifičnim požarnim opterećenjem**, JUS U. J1.010 podrazumjeva prosječni iznos ukupnog požarnog opterećenja na jedinicu površine osnove. Na slijedećoj tabeli su date karakteristične vrijednosti pokazatelja količine zapaljivog materijala izraženog u  $\text{kg/m}^2$  prostorije, a u zavisnosti od njene namjene.



## Теоријске основе и појмови

*Vrsta i namena prostorije*

*Pokazatelj količine zapaljivog materijala (kg/m<sup>2</sup>)*

Stanovi*	40-50
Učionice	35
Arhive**	20-420
Biblioteke	180
Kancelarije**	10-220
Prijemne prostorije	15-45
Toaleti	10-50

Sa druge strane, ISO 13943:2000 (E/F) poznaje pojam **gustina požarnog opterećenja**, koji se izražava u  $J/m^2$ , a predstavlja požarno opterećenje po jedinici površine osnove.



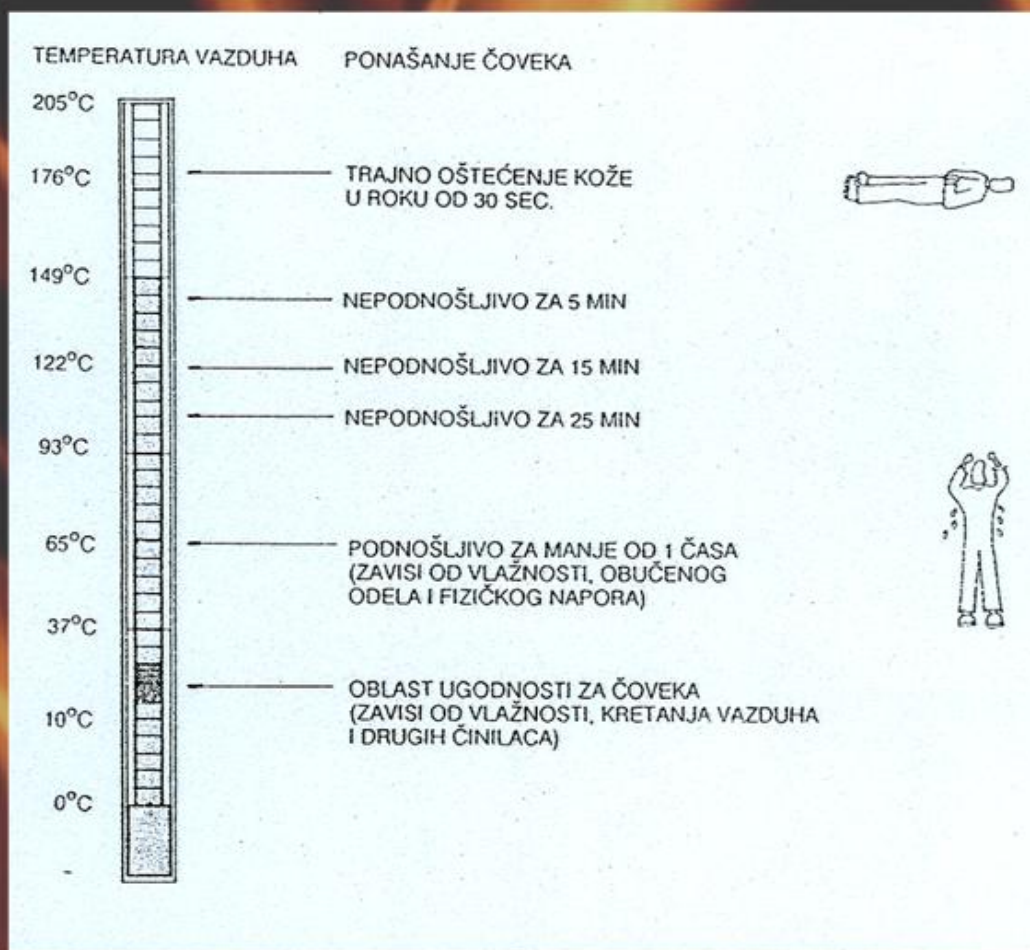


## Теоријске основе и појмови

Kada govorimo o temperaturi koja se razvija u toku požara, ilustrativno je, a naročito sa aspekta evakuacije ljudstva razmotriti narednu sliku koja govori o podnošljivosti i uticaju temperature pri požaru na čovjeka.



## Teorijske osnove i pojmovi

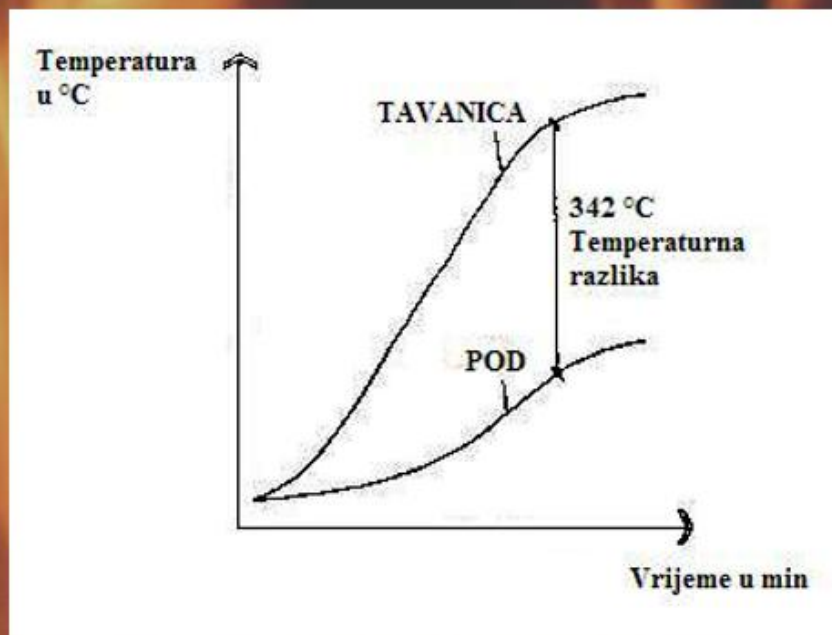






## Teorijske osnove i pojmovi

Takođe su vrlo interesantni podaci dobiveni prilikom ispitivanja požara u zatvorenim prostorijama, gdje su dobijene vrlo značajne temperaturne razlike u nivou tavanice i poda.





## **Prostiranje toplotne energije pri požaru**

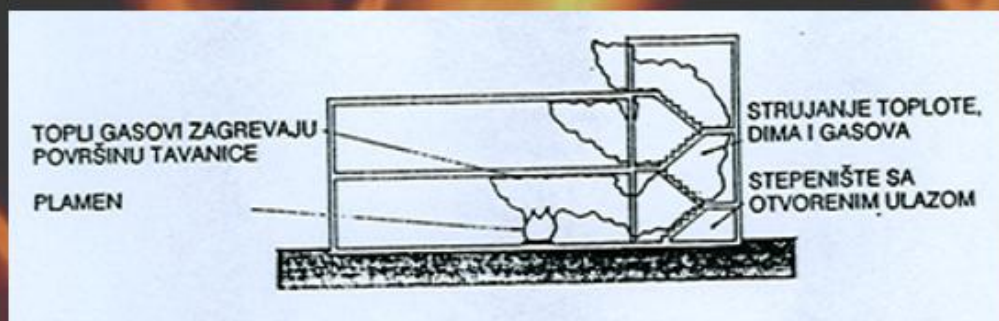
Prilikom požara u zgradama, toplotna energija se širi na tri osnovna načina:

a. termičkom konvekcijom ili prenosom toplotne energije kretanjem zraka. U toku požara, zagrijani zrak se širi, te vrši pritisak na sve otvore, posebno vrata nastojeći da ih otvori i prodre u druge prostorije što je ilustrirano na slijedećoj slici.





## Prostiranje toplotne energije pri požaru



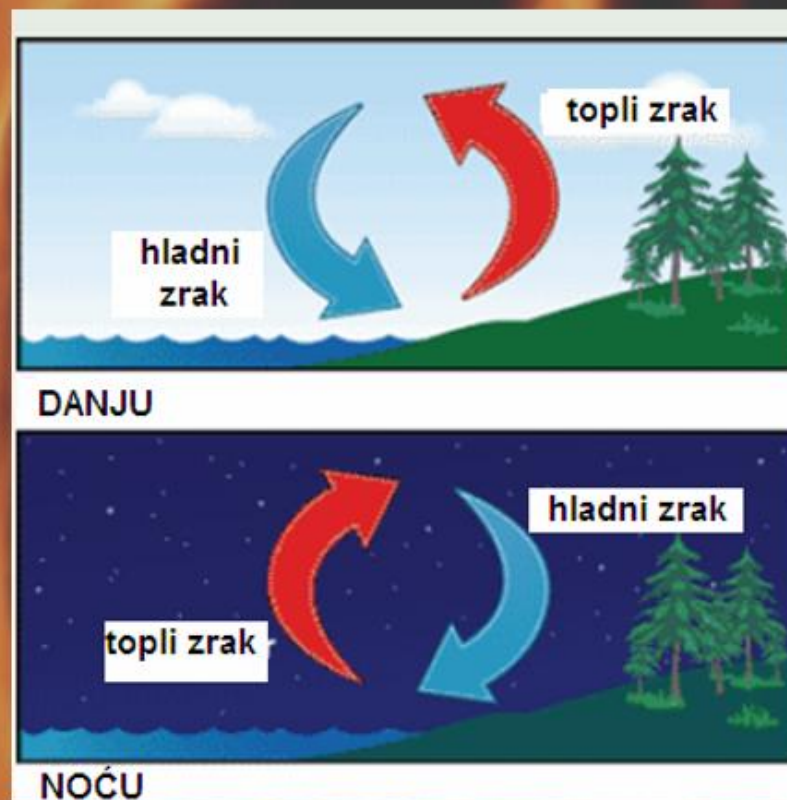
Konvekcija je način prenošenja toplotne energije putem kretanja-strujanja fluida, kretanjem mase, odnosno molekula fluida. Zagrijavanjem fluida, molekuli se kreću sa jednog mjesta na drugo, u pravcu kretanja fluida, sudarajući se sa ostalim molekulima, pri čemu im predaju dio energije, čime se prenosi toplotna energija. Konvekcija je zavisna od kretanja mase i može se javiti samo u gasovima i tečnostima.



## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Konvekција se javlja u dva oblika:

- prirodna kao posljedica razlika u gustini fluida, odnosno njihovih temperatura, vidljivo na slici, primjer prirodne konvekcije.







## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Konvekcija se javlja u dva oblika:

- Vještačka ili prinudna izazvana nekim uređajem, vidi se na slici, primjer prinudne konvekcije





## Prostiranje toplotne energije pri požaru

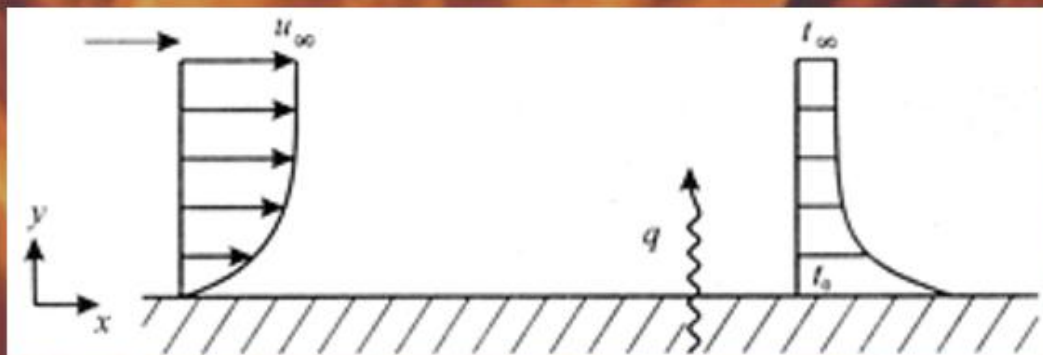
Pri konvekciji, fluid veće temperature sa podiže, a fluid niže temperature pada. Konvekcija iznad vruće površine se javlja, jer se povećanjem temperature zraka, povećava njegova zapremina. Povećanjem njegove zapremine, smanjuje se gustina zraka. Konvekcija može dovesti i do cirkulacije tečnosti kao na prethodnoj slici. Zagrijana voda se širi i podiže na gore. Hladnija voda pri vrhu je veće gustine i pada na dno, te dolazi do cirkulacije vode, čime se prenosi toplotna energija sa izvora toplote na tečnost.





## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Čest oblik konvekcije kod razmatranja arhitektonskih i građevinskih konstrukcija je prenošnje toplote pri strujanju fluida preko čvrste površine, odnosno zida, čija je temperatura različita od temperature fluida. Slika prikazuje prenos toplote konvekcijom sa zida na fluid, dakle kada je temperatura zida veća od temperature fluida.





## Prostiranje toplotne energije pri požaru

b. termičkom kondukcijom ili prenosom toplote sa tijela na tijelo direktnim kontaktom

Za vrijeme požara, toplotna energija se prenosi kroz materijale koji su dobri provodnici toplote kao što su čelični i aluminijski elementi, vodovi, žice, kanali i sl, odnosno kroz čvrsta tijela. Provodjenje toplote kroz pregradu je prikazano na slici.







## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Kondukcija-provođenje toplote unutar tijela se dešava na molekularnom nivou, bez bilo kakvog pokretanja tijela, odnosno materije. Kondukcija je proces prenošenja toplotne energije, od područja više temperature, ka području niže temperature istog tijela u cilju izjednačavanja temperaturnih razlika. Kondukcija se obavlja podsticanjem molekula na kretanje dok je tijelo u mirovanju. Na narednoj slici prikazan je prenos toplote istog tijela sa područja više, ka nižoj temperaturi.



## Prostiranje toplotne energije pri požaru



Logično je, da ako se jedan kraj šipke zagrije, toplotna energija se prenosi na drugi, nezagrijani kraj. Pod dejstvom toplotne energije, molekuli tijela počinju da se kreću većom brzinom, čime se povećava njihova kinetička energija. Ovi molekuli se sudaraju sa molekulima koji imaju manju brzinu i u tom procesu prenose svoju kinetičku energiju na njih, nakon čega i oni počinju da se kreću brže.

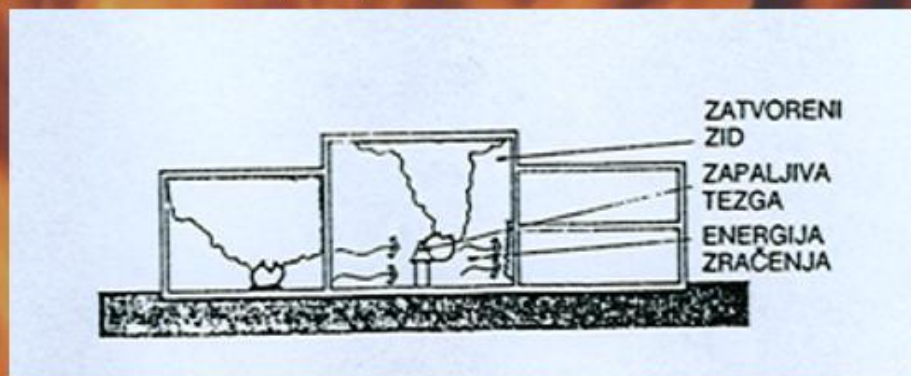




## Prostiranje toplotne energije pri požaru

c. termičkom radijacijom odnosno zračenjem, gdje se prenos toplotne energije vrši elektromagnetnim talasima

Zagrijana površina prilikom požara može da emituje toplotnu energiju zračenjem i da zapali gorivi materijal na odredjenom rastojanju. Slika ilustrira takvu situaciju





## **Prostiranje toplotne energije pri požaru**

Toplotno zračenje ili radijacija je način prenosa toplotne energije putem elektromagnetnih talasa, odnosno talasno-kvantnim kretanjem. Tijelo koje se zagrijava emituje elektromagnetne talase koji su nosioci toplotne energije kroz sredinu. Toplotna energija se od toplotnog izvora prvo transformira u kvante elektromagnetnih talasa ili fotone i brzinom svjetlosti se prostire do drugog tijela u kome se ona apsorbuje, kada energija elektromagnetnih talasa ponovo prelazi u toplotnu energiju.





## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Kod ovog načina prenosa toplotne energije nije neohodan fizički kontakt dva tijela ili izvora toplote i apsorbujućeg tijela. Nije čak potrebna ni elastična sredina, jer se elektromagnetni talasi prostiru i kroz vakum.



## Prostiranje toplotne energije pri požaru

Najznačajniji izvor toplotne energije na planeti Zemlji je Sunce, koje svu energiju koju Zemlja dobija od njega, prenosi putem elektromagnetnih talasa, odnosno toplotnim zračenjem.

Prenos toplote se može dešavati: samo na jedan od navedenih načina, na dva istovremeno ili na sva tri načina istovremeno.





## Širenje plamena pri požaru

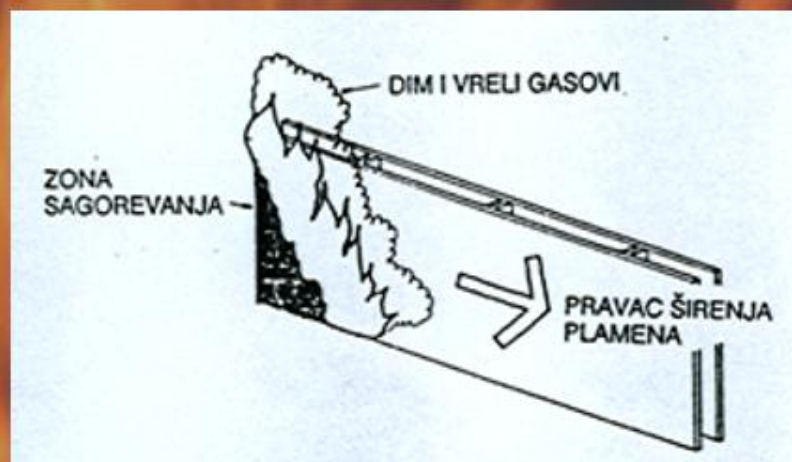
Sa aspekta pravca širenja plamena, plamen se može širiti vertikalno i horizontalno. Vertikalno širenje plamena, ukoliko ne postoje arhitektonske prepreke, može se odvijati vrlo brzo, prvenstveno zbog predgrijavanja materijala koji se nalazi iznad plamena što se vidi na slijedećoj slici.





## Širenje plamena pri požaru

Horizontalno širenje plamena, odvija se sporije, jer se jedan dio odate toplotne energije odvodi termičkom konvekcijom od materijala koji nije još sagorio. Logično je i zaključiti, da se iz tog razloga, plamen širi brže po tavanici nego po podu







## Vrste požara

Standard JUS Z.CO.003 iz 1979 godine klasificira požare u slijedeće grupe:

- A – požari čvrstih zapaljivih materija organskog porijekla
- B – požari zapaljivih tečnosti
- C – požari zapaljivih gasova
- D – požari gorivih metala i
- E – požari električnih mašina i uređaja



## Vrste požara

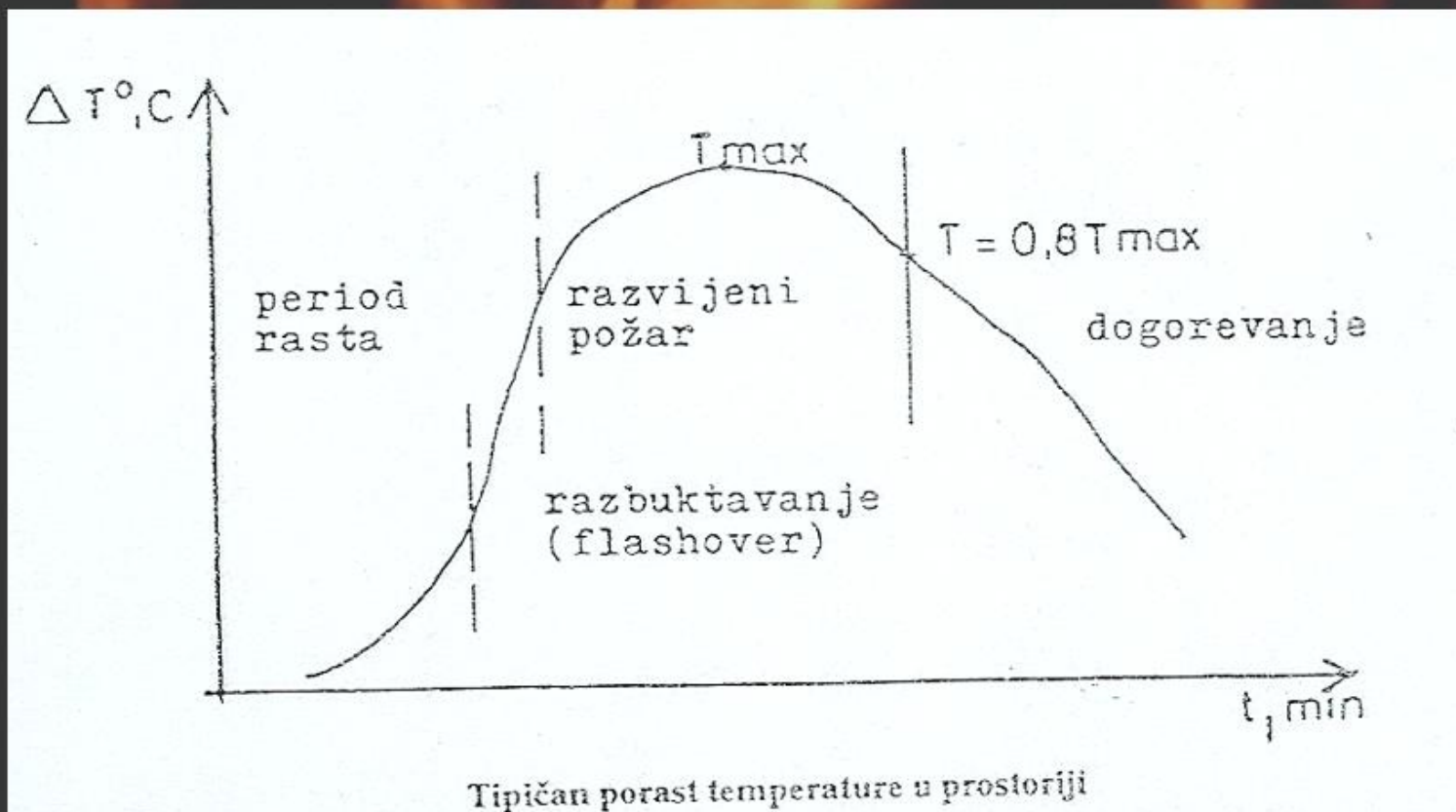
Neke zemlje klasifikuju i posebnu grupu požara **AN**. Ova grupa požara odnosi se na čvrste i vlaknaste materije iz grupe A, ali koji se ne mogu uspješno gasiti vodom, jer voda ne može uspješno da prodire u dubinu zbog veće naslage i površinskog napona vode. Ovdje spadaju na primjer naslage uglja ili bale pamuka. Požari grupe AN gase se vodom sa specijalnim aditivima na bazi sapuna kao što su natrijumpalmitat i alkisulfat koji omogućuju vodi bolje kvašenje i prodiranje u pore zapaljenog materijala smanjenjem površinskog napona vode.





## Teorija razvoja požara

Mnoga istraživanja su radjena i mnogi eksperimenti provedeni, kako bi se definisalo na koji način se razvija požar u prostoriji. U principu, dok je požar mali, odmah nakon paljenja, on ima karakteristike požara na otvorenom. Razvoj požara u prostoriji se obično razmatra u funkciji vremena i temperature što je prikazano na slijedećoj slici:







U periodu rasta, možemo smatrati da požar ima lokalni karakter, a srednja temperatura prostorije je relativno niska. Nakon određenog vremena, a uslijed povećanja dimnih gasova i zračenja iz plamena, temperatura u prostoriji raste na nekoliko stotina stepeni. Kada temperatura dostigne vrijednost od oko 600 stepeni u zoni palafona, dolazi do razbuktavanja plamena po površini gorive materije. Prethodno je goriva materija bila izložena zračenju i uticaju toplih gasova u periodu rasta. Pojava razbuktavanja plamena izgleda spektakularno i predstavlja prelazni stadij ka razvijenom požaru. U literaturi se ova pojava naziva **“flashover”**.

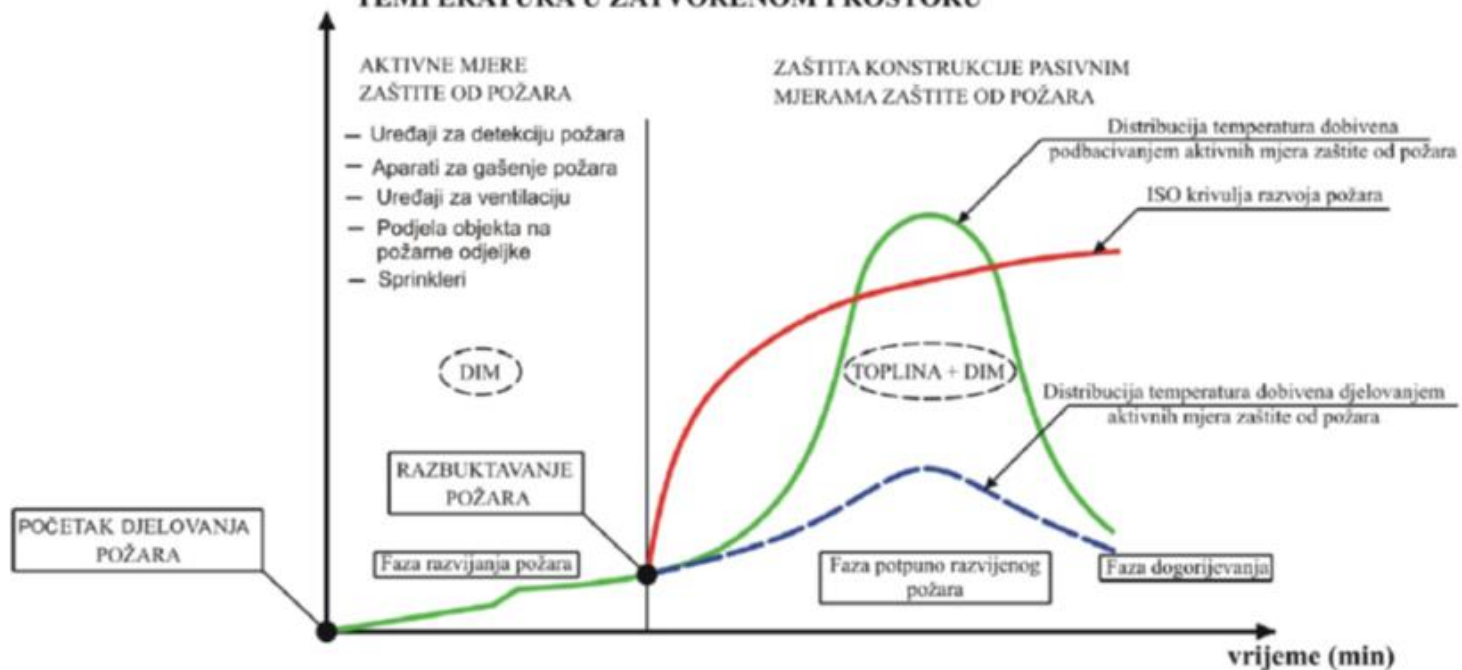


Nakon 10 do 20 minuta, požar dolazi u fazu potpuno razvijenog požara, a temperatura dostiže maksimalnu vrijednost od 900-1100° C u narednih 30 minuta. Pri srednjoj temperaturi od oko  $0.8 T_{\max}$ , smatra se da je počelo dogorjevanje jer je sve manja količina oslobodjene toplote.





### TEMPERATURA U ZATVORENOM PROSTORU





## Standardni požar

Kada se pristupilo ozbiljnom naučnom pristupu u analizi specifičnosti požara i vatrootpornosti konstrukcija, pojavila se potreba da se definiše neki razvoj požara u ispitnim pećima za ispitivanje vatrootpornosti konstrukcija i elementa. Na osnovu analize mnogih požara koji su se desili, naučnici su došli do zaključka da je većinu požara moguće modelirati preko krive zavisnosti temperature - vrijeme.





## Standardni požar

Na osnovu toga, prema standardu ISO 834-1 iz 1999 godine, The International Standard ISO 834-1, Fire Resistance Tests – Elements of Building Construction, koji je internacionalno prihvaćen u mnogim zemljama definisana je standardna kriva temperatura – vrijeme modeliranja požara odnosno izlaganja uzoraka u ispitnim pećima. Ovaj standard je prihvaćen i kao BAS Bosansko-hercegovački standard u Bosni i Hercegovini, a od strane Instituta za standardizaciju Bosne i Hercegovine, a na prijedlog njegovog Tehničkog komiteta TC 37 - “Sigurnost građevina od požara”. Ona se definiše kao:



## Standardni požar

$$T = 345 \log_{10} (8t+1) + 20$$

*gdje je:*

*T* - *prosječna temperatura u ispitnoj peći u °C*  
*t* – *vrijeme ispitivanja u minutama*



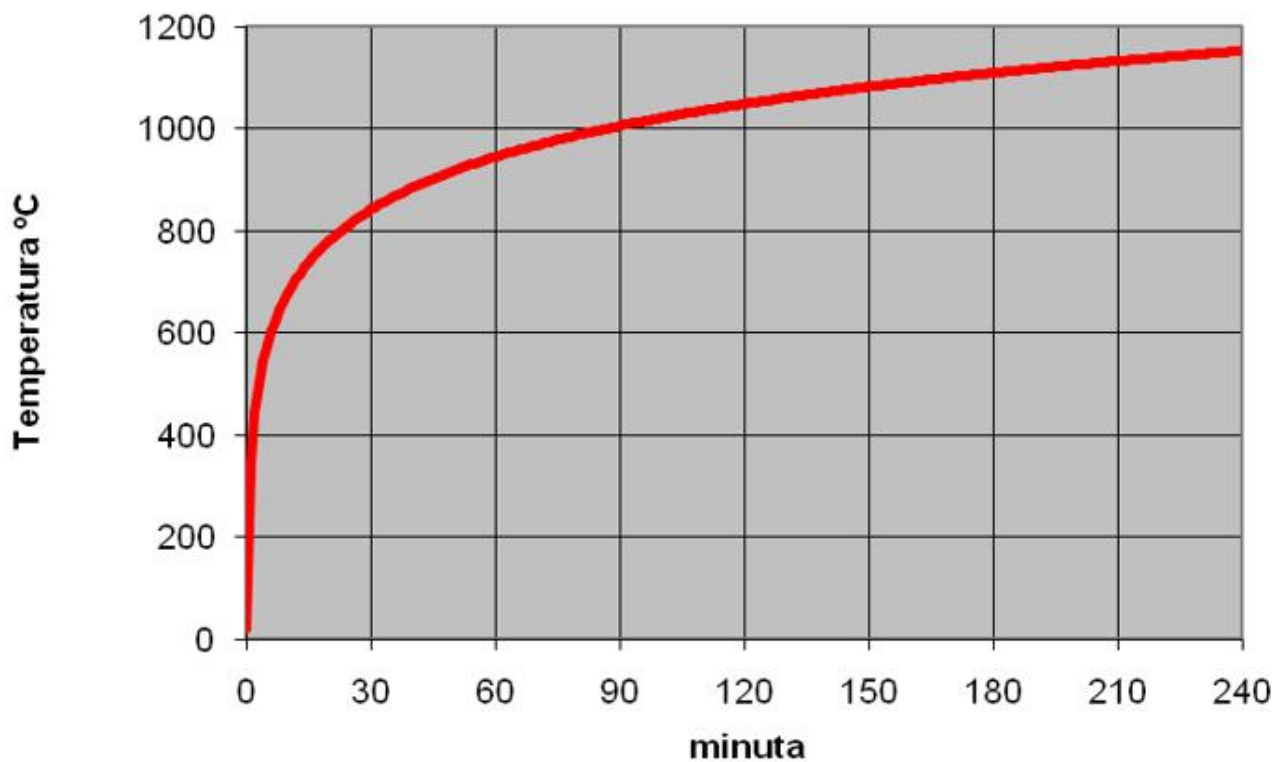


## Standardni požar

Na slijedećoj slici može se uočiti kriva standardnog požara temperatura-vrijeme prema ISO 834-1 iz 1999. godine.



### STANDARDNA KRIVA POŽARA ISO - 834







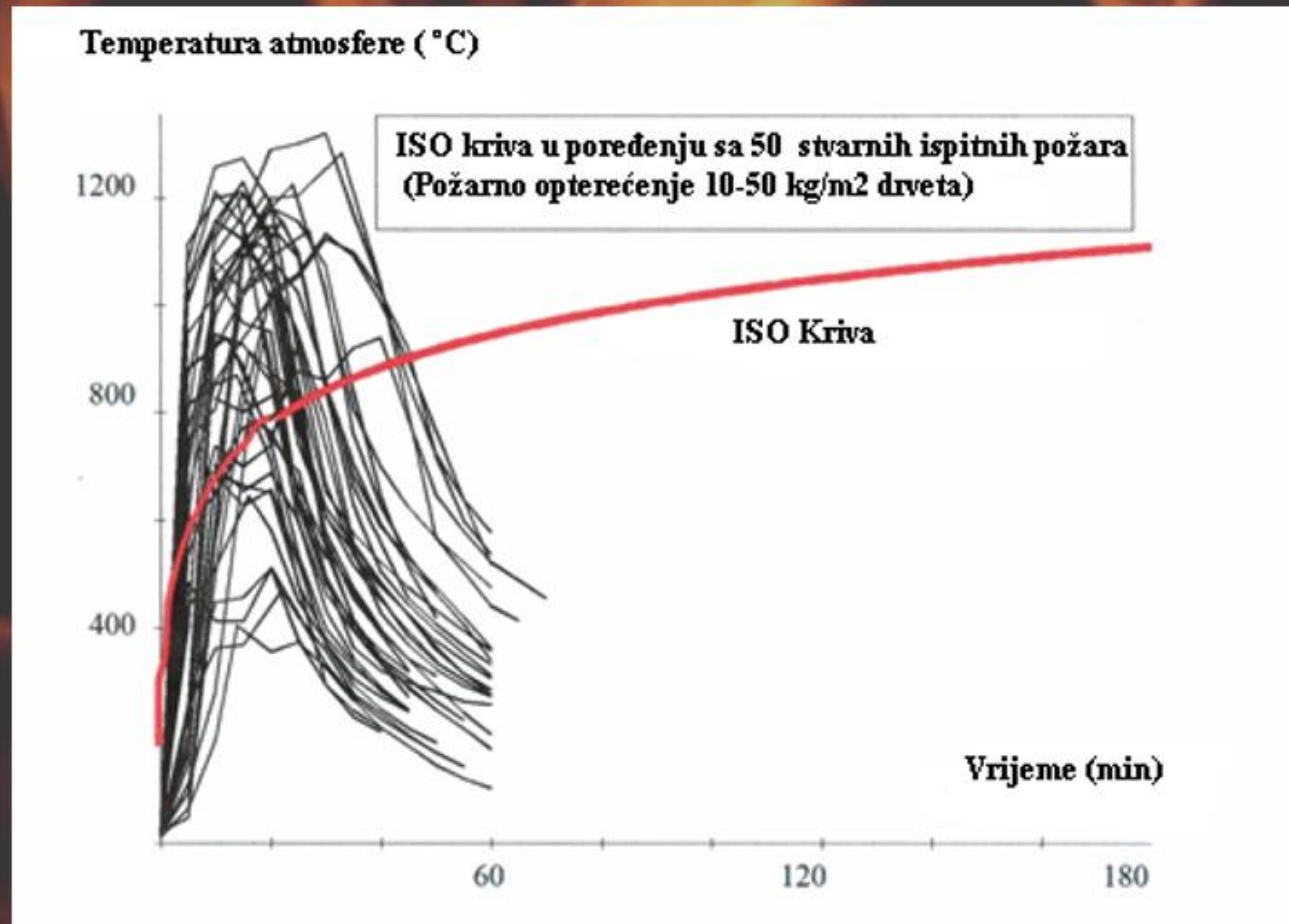
U tabelarnom pregledu br. 5.1 date su vrijednosti temperatura krive ISO 834-1 za različita vremena ispitivanja.

vrijeme t	porast temperature u peći $T-T_0$	vrijeme t	porast temperature u peći $T-T_0$
min	°C	min	°C
5	556	90	986
10	659	120	1029
15	718	180	1090
30	821	240	1133
60	925	360	1193



Na slijedećem dijagramu može se uočiti komparacija standardne krive temperatura-vrijeme sa pedeset krivih razvoja požara dobijenih u laboratorijama za ispitivanje na požar, uz varijaciju požarnog opterećenja od 10 do 45 kg drveta po jedinici površine.







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Ispitivanje  
otpornosti  
na požar  
vrata  
prema  
krivulji  
požara  
ISO 834





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

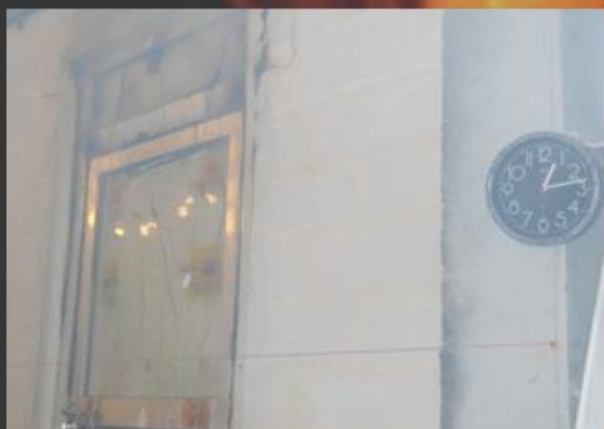
## Ispitivanje otpornosti na požar vrata prema krivulji požara ISO 834





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Ispitivanje  
otpornosti  
na požar  
vrata  
prema  
krivulji  
požara  
ISO 834





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Ispitivanje  
otpornosti na  
požar  
samostojećih  
sendvič  
panela  
prema  
krivulji  
požara ISO  
834



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

### ПОЧЕТАК ISPITIVANJA



2 minuta



121 minuta – KRAJ ISPITIVANJA

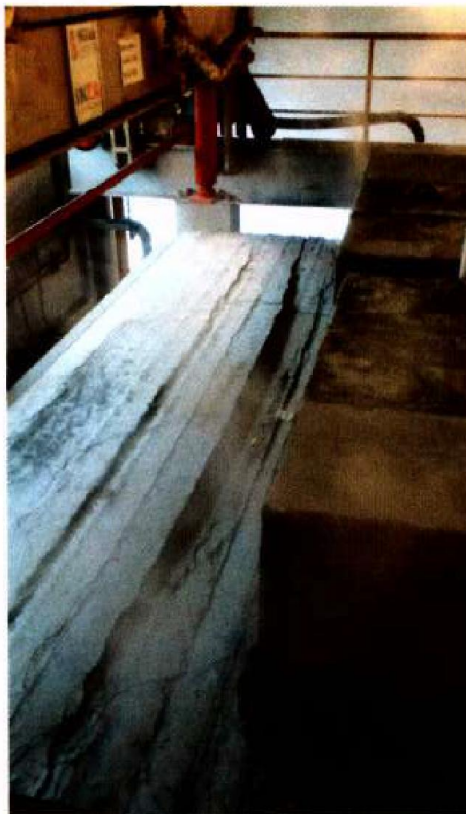




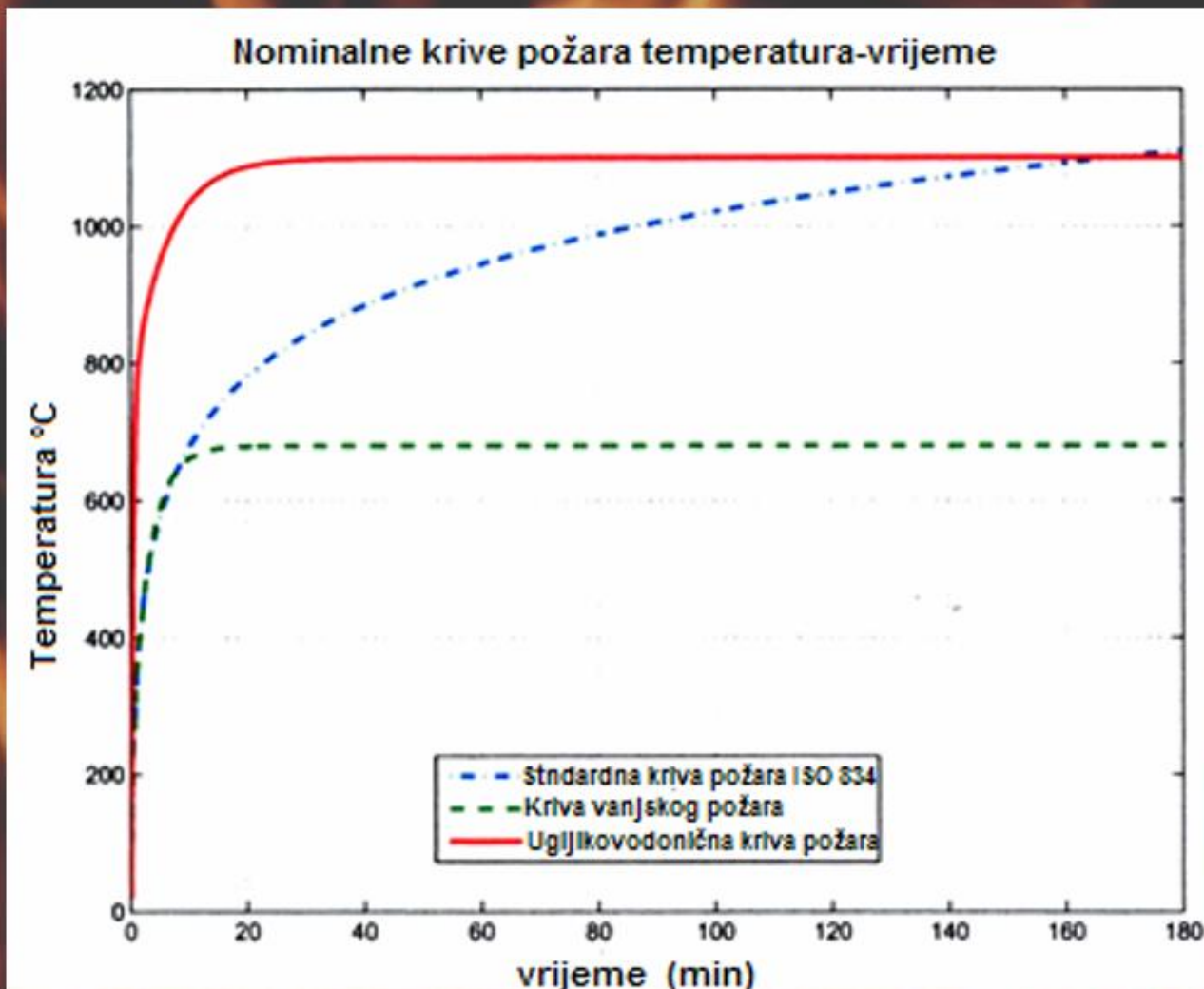
**ПОЧЕТАК ISPITIVANJA**



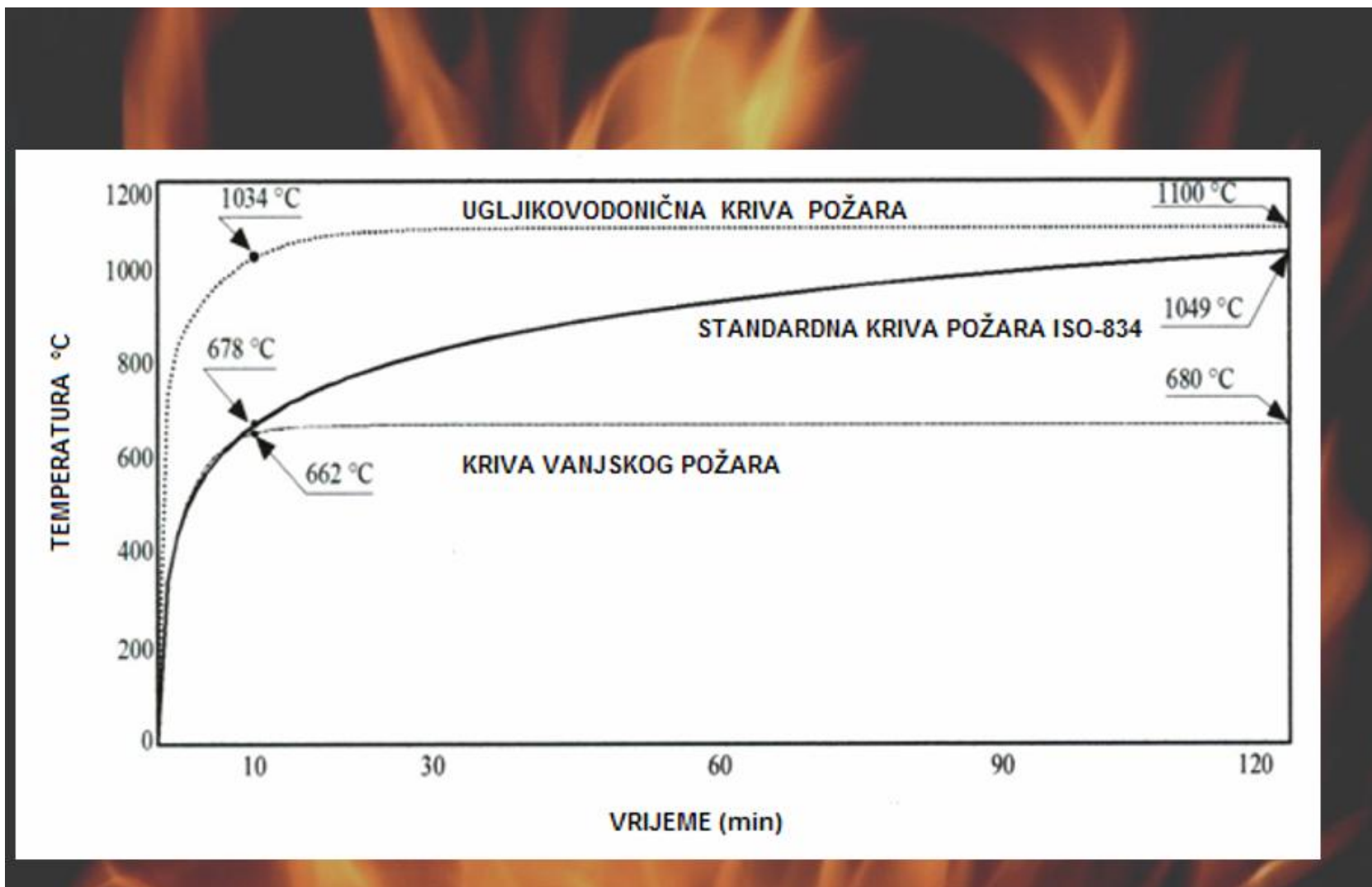
1 minuta

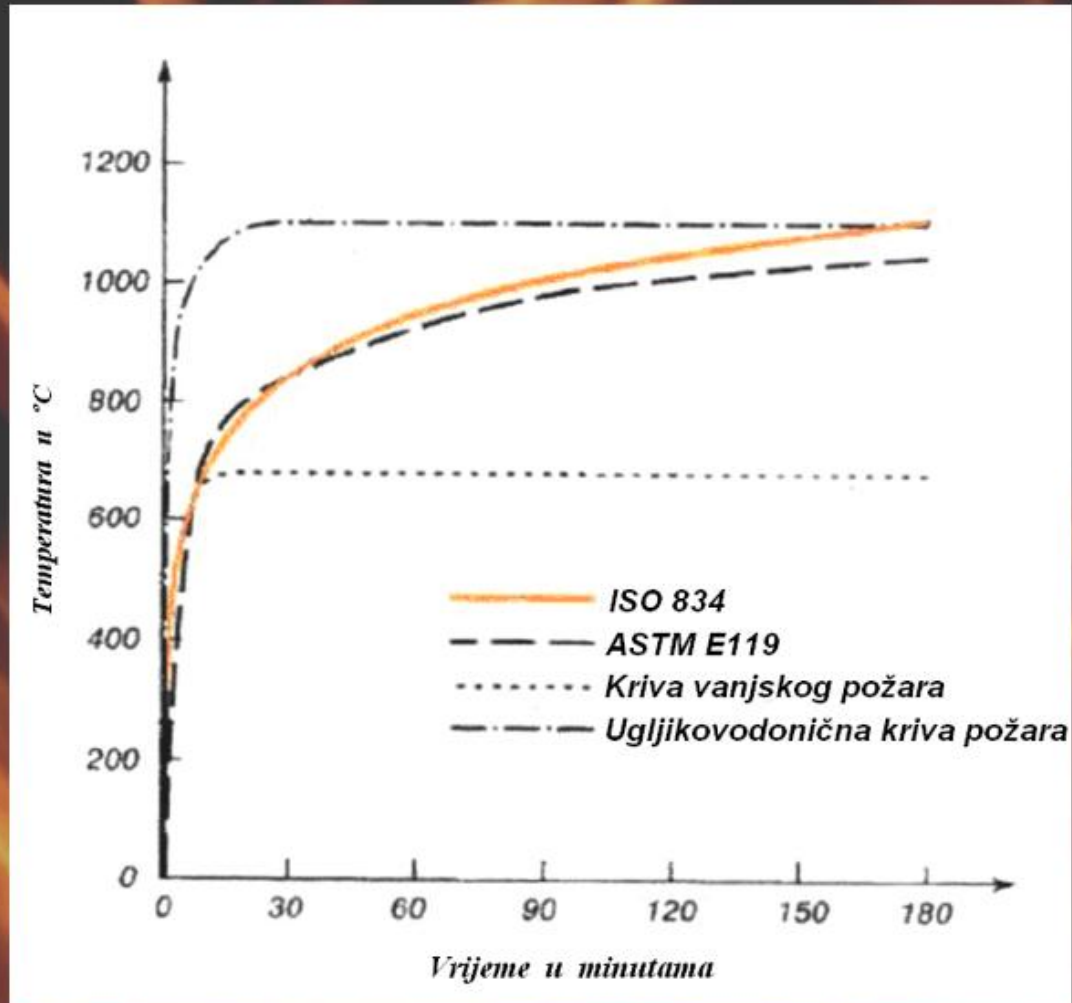


92 minuta – znatno vidljiva deformacija i pukotine na uzorku





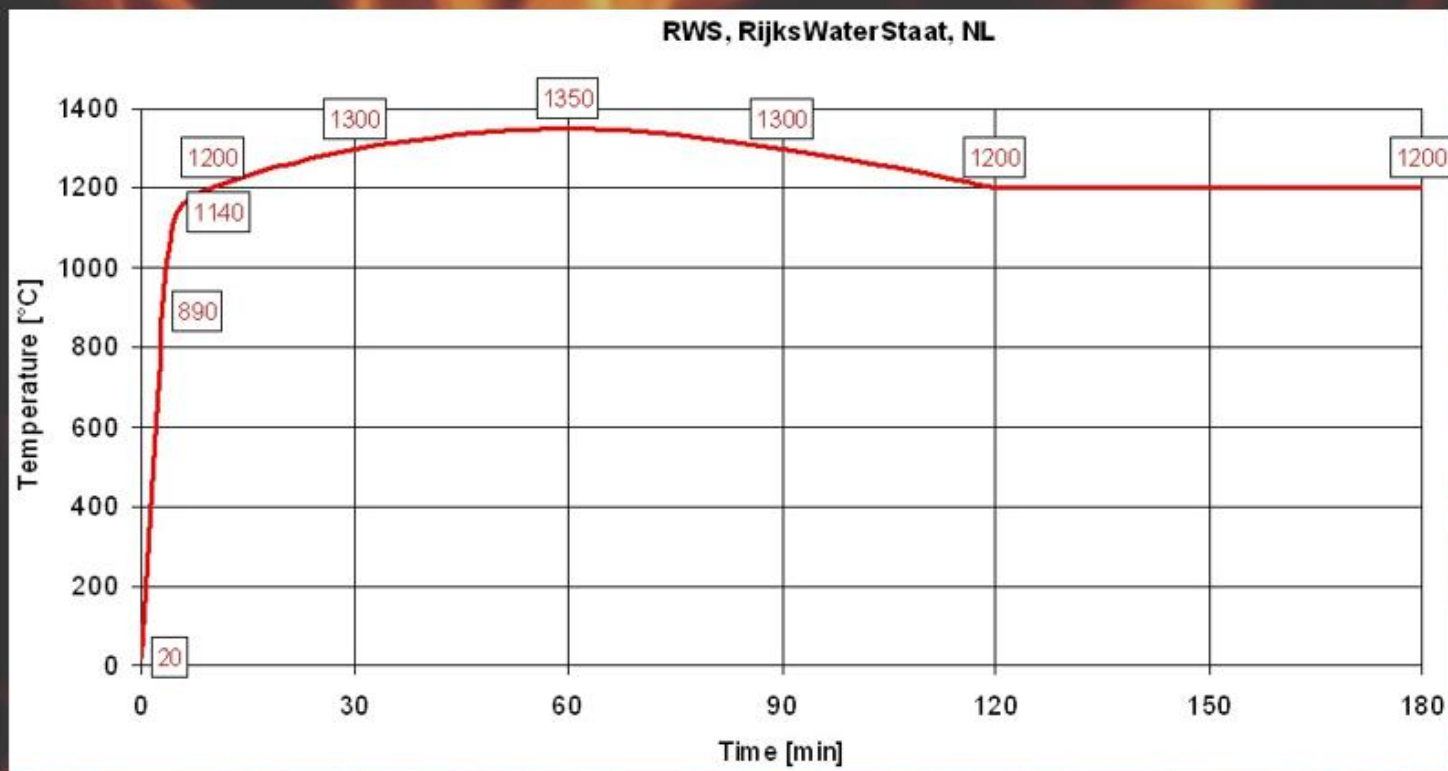








## RWS Kriva za tunelska ispitivanja

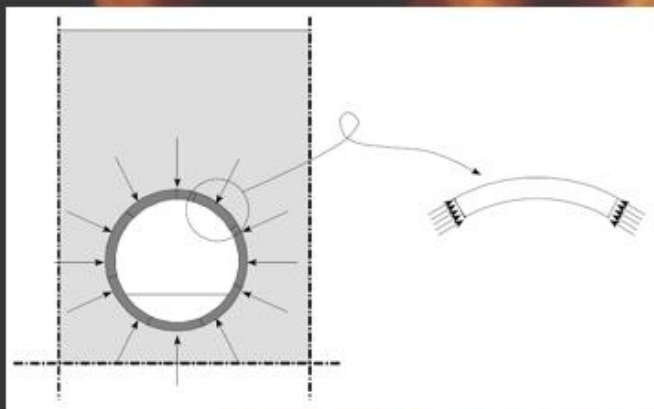




Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## Tunelska ispitivanja prema RWS Krivulji







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## Tunelski segment nakon ispitivanja



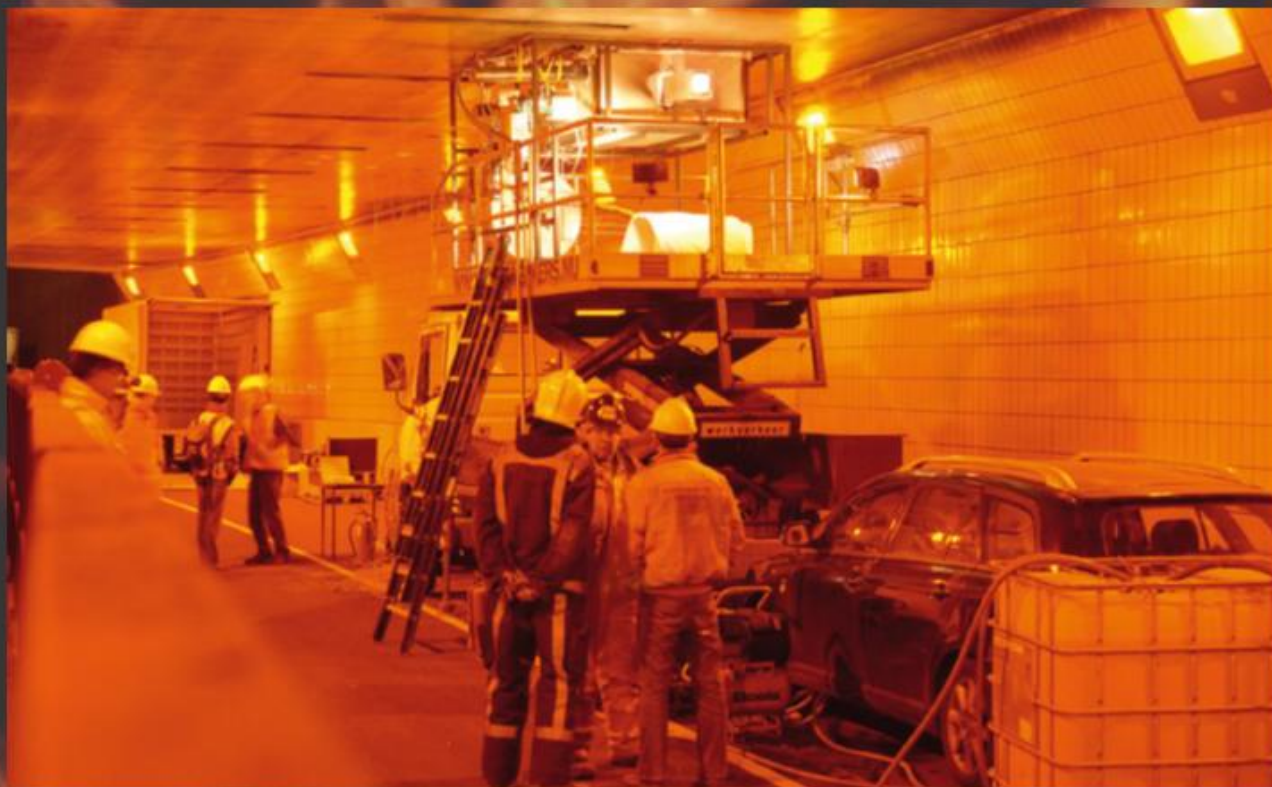
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## ***Ispitivanje otpornosti na požar nosive konstrukcije tunela putem mobilne peći (in situ)***



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





## Parametarske krive požara

Kao što je vidljivo, iz prethodnih izlaganja, standardne krive požara ne uzimaju u obzir niti jedan od parametara koji značajno utiču na rast i razvoj požara kao što su:

- veličina i geometrija požarnog sektora gdje se požar dešava;
- vjerovatnoća dešavanja požara;
- širenje požara i njegovo trajanje;
- gustina i raspored požarnog opterećenja i količina odate toplote;



## Parametarske krive požara

- uvjeti ventilacije;
- primjenjene aktivne mjere zaštite od požara na objektu;
- značaj posmatranog nosivog elementa za globalnu stabilnost konstrukcije u cjelini;
- uvjete evakuacije;
- rizik uticaja požara na susjedne objekte,
- organizacija vatrogasne službe i službe osiguranja; kao i čitav niz drugih, manje relevantnih faktora.





Može se donijeti zaključak da krive ne odgovaraju ni jednoj stvarnoj požarnoj situaciji, odnosno postoje samo u kontroliranim uvjetima standardnog ispitivanja u ispitnim pećima. Postavlja se pitanje svrsishodnosti primjene rezultata ispitivanja konstrukcija i elemenata u ovakvim standardnim uvjetima na realnu konstrukciju ili element, međutim, ovim se otvara i čitav niz drugih pitanja.



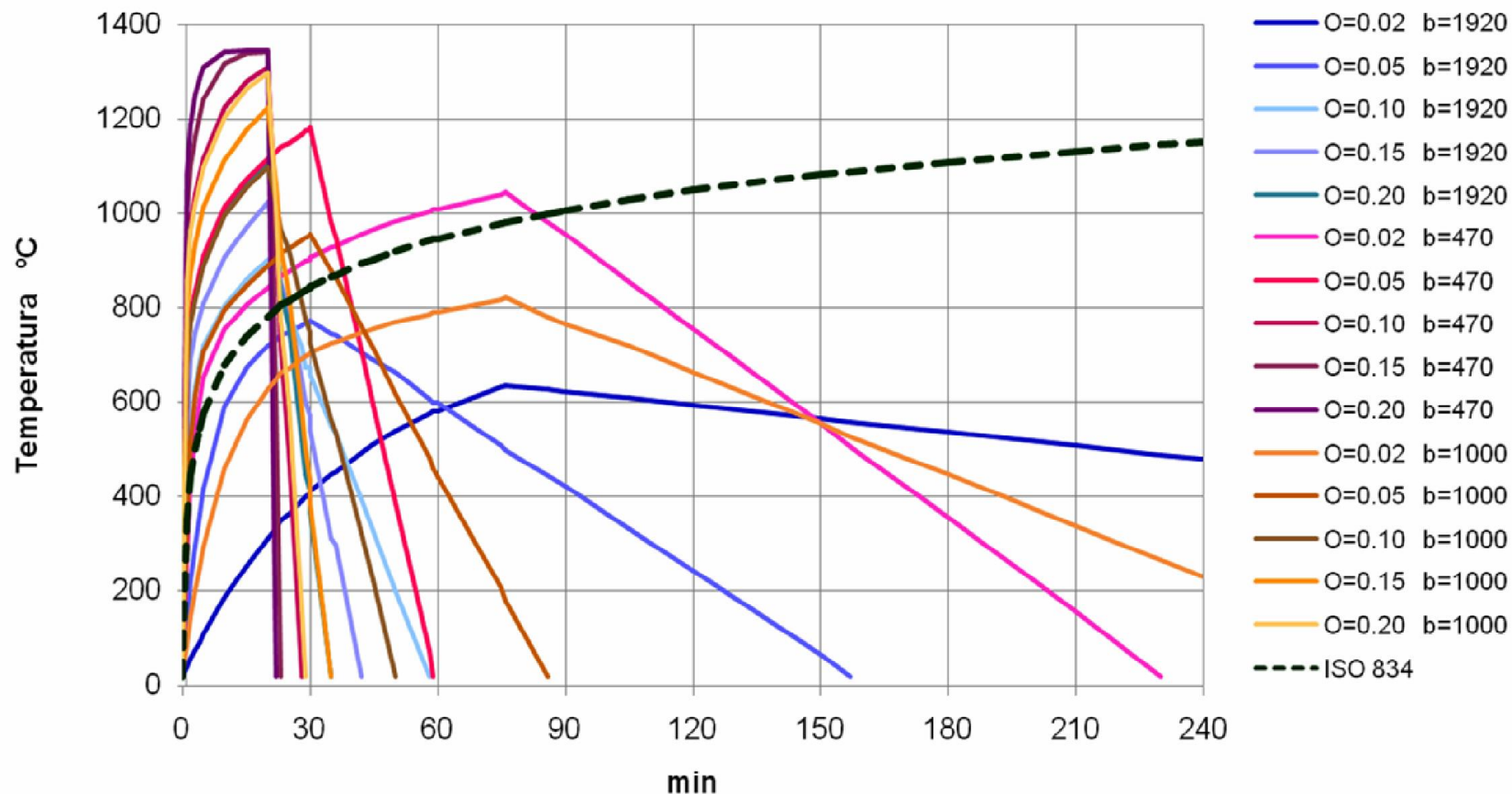
Na bazi ovih saznanja došlo je do razvoja parametarskih krivih razvoja požara, koje u poređenju sa nominalnim krivim požara daju realniju procjenu temperature u požarnom sektoru, a sa osnovnom namjenom utvrđivanja otpornosti na požar elemenata konstrukcije. Ove krive uzimaju u obzir veličinu požarnog sektora, uvjete ventilacije, kao i termičke karakteristike materijala, primjenjenog na graničnim površinama posmatranog, požarnog sektora.





## PARAMETARSKE KRIVE POŽARA PREMA EC1

$O = 0.02 - 0.20$      $b = 470 - 1920$   $W s^{0.5} / m^2 \text{ } ^\circ C$





## Osnovna zavisnost uzlaznih grana parametarskih krivih je data relacijom

$$\Theta_g = 20 + 1325(1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*}) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

gdje je:

$$t^* = t \cdot \Gamma \quad [\text{h}]$$

$$\Gamma = \frac{(O/b)^2}{(0.04/1160)^2}$$

$$b = \sqrt{\rho c \lambda}; \quad 100 \leq b \leq 2200 \quad [\text{J}/\text{m}^2\text{s}^{1/2}\text{K}]$$

$$O = \frac{A_v \sqrt{h_{eq}}}{A_t}; \quad 0.02 \leq O \leq 0.2 \quad [\text{m}^{1/2}]$$





У обрасцима ознаке значе слиједече:

$\rho$  - густина граничних елемената požарног сектора  
( $\text{kg/m}^3$ )

$c$  – специфични топлотни капацитет граничних елемената  
požарног сектора ( $\text{J/kg } ^\circ\text{K}$ )

$\lambda$  – топлотна проводљивост граничних елемената  
požарног сектора ( $\text{W/m } ^\circ\text{K}$ )



U obrascima oznake znače slijedeće:

$O$  – faktor otvora požarnog sektora

$A_v$  – ukupna površina vertikalnih otvora u zidovima ( $m^2$ )

$h_{eq}$  – prosječna visina težišta vertikalnih otvora (m)

$A_t$  - ukupna površina požarnog sektora (uključujući zidove, plafon, pod i otvore ( $m^2$ ))





EN 1991-1-2:2002, Annex A, такође, specificira određena ograničenja kada su u pitanju ove parametarske krive požara. Mogu se primjenjivati samo za požarne sektore veličine do 500 m<sup>2</sup> osnove. Otvora u plafonu ne smije biti, a maksimalna visina požarnog sektora ne smije biti veća od 4 m. Granične vrijednosti faktora otvora ( $O$ ) i koeficijenta  $b$  date su u prethodnim obrascima.



Максимална температура узлазне гране  $t^*$  мора бити једнака  $t_{max}^*$ , гдје је:

$$t_{max}^* = t_{max} \cdot \Gamma \quad [h]$$

$$t_{max} = \max \left[ \left( 0.2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{q_{t,d}}{O} \right); t_{lim} \right] \quad [h]$$

$$q_{t,d} = q_{f,d} \cdot \frac{A_f}{A_t} \quad 50 \leq q_{t,d} \leq 1000 \quad [MJ/m^2]$$





a oznake  $q_{t,d}$  i  $q_{f,d}$  su

$q_{t,d}$  - računaska vrijednost gustine požarnog opterećenja u odnosu na ukupnu površinu požarnog sektora

$q_{f,d}$  - računaska gustina požarnog opterećenja u odnosu na površinu osnove požarnog sektora prema EN 1991-1-2, Annex E.



Na osnovu požarnog opterećenja može se cijeniti količina raspoložive energije. Sa druge strane, dostignuta temperatura zavisi i od brzine rasta temperature. Ovaj fenomen se naziva stopa oslobađanje energije (Rate of Heat Release) ili RHR, a zavisi od uvjeta ventilacije požarnog sektora. Eurocode 1 predviđa tri brzine rasta temperature: spora, sa  $t_{lim} = 25$  minuta, srednja sa  $t_{lim} = 20$  minuta i brza gdje je  $t_{lim} = 15$  minuta. Eurocode 1, Dio 1-2, Anex E specificira RHR primjenu u zavisnost od namjene prostora.





Kada je u pitanju silazna grana (grana hlađenja) parametarske krive požara prema EC 1, ona se definiše u zavisnosti od  $t_{max}^*$  kako slijedi:

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 625(t^* - t_{max}^* \cdot x) \quad ; \quad t_{max}^* \leq 0.5$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250(3 - t_{max}^*)(t^* - t_{max}^* \cdot x) \quad ; \quad 0.5 < t_{max}^* < 2$$

$$\Theta_g = \Theta_{max} - 250(t^* - t_{max}^* \cdot x) \quad ; \quad t_{max}^* \geq 2$$

Faktor  $x = 1$  ako je  $t_{max} > t_{lim}$  a ako je  $t_{max} = t_{lim}$ , tada je

faktor  $x = t_{lim} \cdot \Gamma / t_{max}^*$ .



## Pojam otpornosti na požar

Prema EUROCOD 1, EC1, Osonve proračuna i dejstva na konstrukcije, dio 2-2, Dejstva na konstrukcije izložene požaru, pod otpornošću na požar se podrazumjeva sposobnost konstrukcije ili elementa da ispuni zahtjevanu funkciju (funkciju nosivosti i/ili funkciju razdvajanja), za određenu izloženost požaru, u određenom periodu vremena.





## Pojam otpornosti na požar

Prema istom propisu pod standardnom otpornošću na požar se podrazumjeva sposobnost konstrukcije ili njenog dijela (obično samo elementa), da ispuni zahtjevanu funkciju (funkciju nosivosti i/ili razdvajanja) za standardnu izloženost požaru, u odredjenom periodu vremena. Obično se zahtjevi standardne vatrootpornosti izražavaju u vremenskim periodima od 30, 60 ili više minuta.



## Pojam otpornosti na požar

Ponašanje elemenata i konstrukcija u požarnim okolnostima potrebno je razmatrati kroz tri osnovna kriterija:

- Mehanička otpornost, odnosno nosivost ili R.
- Integritet razdvajanja (pregradna funkcija) ili E i
- Izolacija ili I.

(Primjer REI 120)





## Pojam otpornosti na požar

Pod kriterijem nosivosti (R), podrazumjeva se sposobnost elementa da održi funkciju nosivosti vanjskog opterećenja, bez gubitka stabilnosti u zahtjevanom vremenu, pri izlaganju požaru sa jedne ili više strana.



## Pojam otpornosti na požar

Pod kriterijem integriteta (E), podrazumjeva se sposobnost ispitivanog uzorka pregradnog elementa konstrukcije pri izlaganju požaru sa jedne strane, u spriječavanju prodora plamena i gasova kroz element i pojavu plamena na neizloženoj strani u zahtjevanom periodu vremena. Pri tome, utvrđuju se: dimenzija pukotina, zapaljivost izolacionog materijala i održivost plamena na neizloženoj strani.





## Pojam otpornosti na požar

Kriterij izolacije (I) predstavlja sposobnost ispitnog uzorka pregradnog elementa konstrukcije, pri izlaganju požaru sa jedne strane, da ograniči porast temperature na neizloženoj strani u zahtjevanom periodu vremena ispod zadatih vrijednosti.



Slijedeća tabela predstavlja zahtjevane vatrootpornosti različitih konstrukcija u pojedinim zemljama Evrope, a u zavisnosti od namjene objekta.

Minimum Periods (minutes) for elements of structure																		
in the following building types									according to the regulations of									
Building type	n	h	H	X	L	b	x(*)	S	B	CH	D	F	I	L	NL	FIN	SP	UK
Industrial Hall	1	0	10	20	100	50	2	YES	0	0	0	30 *2	0/60 (7)	0	0	0	-	0 *1
								NO	0	(1) *3	(1)	30 *2	30/90 (7)	0-60	0	0	-	0 *1
Commercial center and shop	1	0	4	500	80	80	4	YES	0	0	0	0 H 30 V	60/90 (7)	30	0	0	90	0 *1
								NO	(1)	(1) *3	(1)	30	90/120 (7)	(3)	0	30	90	0 *1
Dancing	2	5	9	1000	60	30	4	YES	0	0	(2)	60	(8) (9)	30	0	60 (4)	90	30
								NO	0	30	90	60	60	30	0	60 (5)	90	60
School	4	12	16	300	60	20	4	YES	60 (5)	0 30 *3	(2)	60	(8) (10)	90	60	60 (4)	60	60
								NO	60 (6)	60	90	60	60	90	60	60 (5)	60	60



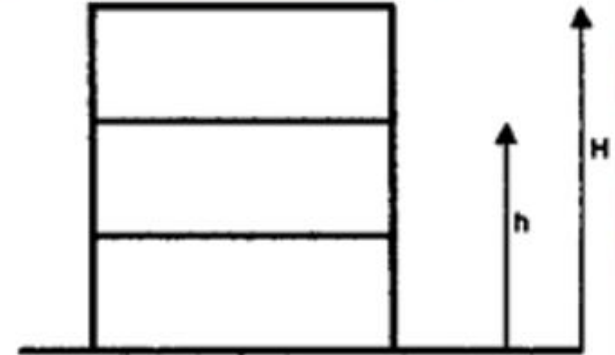


Minimum Periods (minutes) for elements of structure																		
in the following building types								according to the regulations of										
Small rise Office Building	4	10	13	50	50	30	2	YES	60 (6)	$\frac{0}{30} * 3$	(2)	60	$\frac{(8)}{(9)}$	90	60	60 (4)	60	30
								NO	60 (6)	(1) * 3	90	60	60	90	60	60 (5)	60	60
Hotel	6	16	20	60	50	30	2	YES	60 (6)	$\frac{30}{60} * 3$	(2)	60	$\frac{(8)}{(11)}$	90	60	60 (4)	90	60
								NO	60 (6)	60	90	60	60	90	60	60 (5)	90	60
Hospital	8	24.5	28	60	70	30	2	YES	120	60	(2)	60	$\frac{(8)}{(12)}$	90/120	120	60 (4)	120	90
								NO	120	90	90	60	120	120	120	60 (5)	120	90
Medium rise Office Building	11	33	37	50	50	30	2	YES	120	$\frac{60}{90} * 3$	(2)	120	$\frac{(8)}{(9)}$	90	60	120 (4)	120	120
								NO	120	90	90	120	90	120	90	120 (5)	120	(3)
High rise Office Building	31	90	93	100	50	50	2	YES	120	90	90	120	$\frac{(8)}{(9)}$	120	90	120 (4)	120	120
								NO	120	90 (3)	(3)	120	120	(3)	90	120 (5)	120	(3)



- n = Number of storeys, ground level included
- h = Height of top floor above ground
- H = Height of the roof above ground level
- X = Number of people to be evacuated by storey
- L = Length of the compartment
- b = Width of the compartment
- x = Number of exit routes (\* indicate your requirement, in case of no requirement the values beneath may be considered)
- S = Sprinkler

- (1) compartment size too large
- (2) no regulation adopted
- (3) not allowed
- (4)  $q > 600 \text{ MJ/m}^2$  floor
- (5)  $q < 600 \text{ MJ/m}^2$  floor
- (6) new buildings + extension or structural changes of existing buildings  
Periods usually required by local authority  
(there'snt still national regulations)
- (8) Sprinkler is a possible alternative to other requirements  
(case by case by authority)
- (9) Required for  $q > 920 \text{ MJ/m}^2$
- (10) Required in underground rooms for  $q > 550 \text{ MJ/m}^2$
- (11) Required over 1000 beds
- (12) Required over 300 beds



- \*1 Roof structure & structure only supporting roof requires no fire resistance  
Therefore single storey building structure normally has no requirement.
- \*2 If  $H < 10\text{m}$  : no requirements (R0)
- \*3 To be checked with SIA Doc 81

For FINLAND: for load bearing structures,  
not for separating structures  
For FRANCE : H = horizontal roof structure  
V = column





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

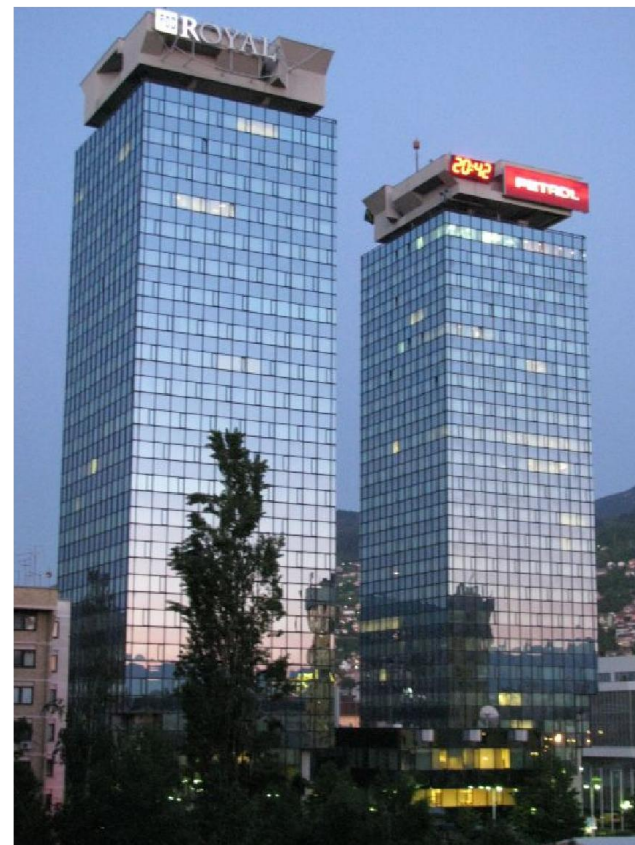






Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Sarajevo-x.com



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*







*Tabela 10.8 - Minimalne dimenzije i osne udaljenosti za armiranobetonske i prednapregnute jednoosno i dvoosno prosto oslonjene ploče<sup>1</sup>*

Standardna otpornost na požar	Minimalne dimenzije (mm)			
	debljina ploče $h_p$ (mm)	osna udaljenost $a$		
		jednoosno nosiva	dvoosno nosiva	
1	2	3	$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

$l_x$  i  $l_y$  su rasponi dvoosno nosive ploče (dva smjera pod pravim uglom) gdje je  $l_y$  duži raspon.

Za prednapregnute ploče uzeti u obzir povećanje osne udaljenosti u skladu sa 5.2(5) EN 1992-1-2.

Oсна udaljenost  $a$  u kolonama 4 i 5 za dvoosno nosive ploče odnosi se na ploče oslonjene na sve četiri strane. U suprotnom, tretiraju se kao jednoosno nosive ploče.

\* Pokrovni sloj betona prema EN 1992-1-1 minimalno.





*Tabela 10.5 – Minimalne dimenzije i osne udaljenosti za proste grede od armiranog i prednapregnutog betona!*

Standardna otpornost na požar	Minimalne dimenzije (mm)						
	Moguće kombinacije $a$ i $b_{min}$ gdje je $a$ prosječna osna udaljenost i $b_{min}$ je širina grede				Debljina rebra $b_w$		
					Klasa WA	Klasa WB	Klasa WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min}= 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	$b_{min}= 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	$b_{min}= 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R 120	$b_{min}= 200$ $a = 65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	$b_{min}= 240$ $a = 80$	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R 240	$b_{min}= 280$ $a = 90$	350 80	500 75	700 70	170	170	160
$a_{sd} = a + 10\text{mm}$ (vidi napomenu dole)							
Za prednapregnute grede, povećanje osne udaljenosti prema 5.2(5) EN1992-1-2 treba uzeti u obzir.							
$a_{sd}$ je osna udaljenost s boka grede do šipki (užadi ili žica) u uglu grede sa jednim redom armature. Za vrijednosti $b_{min}$ veće od onih datih u koloni 4, nije potrebno uvećati $a_{sd}$ .							
* Pokrovni sloj betona prema EN 1992-1-1 minimalno.							



Tabela 10.4 – Minimalne dimenzije i osne udaljenosti za nosive betonske zidove<sup>1</sup>

Standardna otpornost na požar	Minimalne dimenzije (mm)			
	Debljina zida / osna udaljenost za			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	zid izložen sa jedne strane	zid izložen sa dvije strane	zid izložen sa jedne strane	zid izložen sa dvije strane
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

\* Pokrovni sloj betona prema EN 1992-1-1 minimalno.

**Napomena:** Za definiciju  $\mu_{fi}$  vidi 6.3.2 (3) iz EN 1992-1-2:2004





*Tabela 10.3 – Minimalne debljine nenosivih (pregradnih) zidova<sup>1</sup>*

<b>Standardna otpornost na požar</b>	<b>Minimalna debljina zida (mm)</b>
1	2
EI 30	60
EI 60	80
EI 90	100
EI 120	120
EI 180	150
EI 240	175



*Tabela 10.2 - Minimalne dimenzije stubova i osne udaljenosti za armiranobetonske stubove pravougaonog ili kružnog poprečnog presjeka<sup>1</sup>*

Standardna otpornost na požar	Mehanički koeficijent armiranja $\omega$	Minimalne dimenzije (mm). Širina stuba $h_{min}$ / osna udaljenost $a$			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
1	2	3	4	5	6
R 30	0,100	150/25*	150/25*	200/30:250/25*	300/30:350/25*
	0,500	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:250/25*
	1,000	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:300/25*
R 60	0,100	150/30:200/25*	200/40:300/25*	300/40:500/25*	500/25*
	0,500	150/25*	150/35:200/25*	250/35:350/25*	350/40:550/25*
	1,000	150/25*	150/30:200/25*	200/40:400/25*	300/50:600/30
R 90	0,100	200/40:250/25*	300/40:400/25*	500/50:550/25*	550/40:600/25*
	0,500	150/35:200/25*	200/45:300/25*	300/45:550/25*	500/50:600/40
	1,000	200/25*	200/40:300/25*	250/40:550/25*	500/50:600/45
R 120	0,100	250/50:350/25*	400/50:550/25*	550/25*	550/60:600/45
	0,500	200/45:300/25*	300/45:550/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50
	1,000	200/40:250/25*	250/50:400/25*	450/45:600/30	600/60
R 180	0,100	400/50:500/25*	500/60:550/25*	550/60:600/30	(1)
	0,500	300/45:450/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50	600/75
	1,000	300/35:400/25*	450/50:550/25*	500/60:600/45	(1)
R 240	0,100	500/60:550/25*	550/40:600/25*	600/75	(1)
	0,500	450/45:500/25*	550/55:600/25*	600/70	(1)
	1,000	400/45:500/25*	500/40:600/30	600/60	(1)

\* Pokrovni sloj betona prema EN 1992-1-1 minimalno  
 (1) Zahtjeva veću širinu od 600 mm. Zahtjeva se posebna kontrola na uticaj izvijanja.





### **a) Building Geometry**

- Obtaining structural drawings if not available, checking existing building with the drawings if the drawings are available
- Determining peculiarities such as short column, building adjacency etc.
- Opening foundation pit to check foundation

### **b) Member Details**

- Validation through peeling of cover on 20 percent of columns and 10 percent of beams per floor. Visual determination of reinforcement grade.
- Determination of reinforcement through nondestructive testing on 20 percent of members (reinforcement realization ratio)

### **c) Material Properties**

- Taking at least, 3 per floor, one per each 400 m<sup>2</sup> and total of 9 concrete core samples (column or wall)
- Concrete strength = Mean-standard deviation
- Reinforcement strength = Characteristic yield strength



# Rehabilitation of RC Buildings

## A) Enhance member capacities (strength and deformation)

- Increase shear strength
- Increase compressive strength
- Increase flexural deformation capacity
- Improve splice length



- RC Jacketing
- Steel Jacketing
- FP confinement

## B) Enhance structural system capacity

- Addition of RC shear walls
- Addition of External frames
- Retrofit of masonry infill walls
- Reduction of mass
- Installing energy dissipation devices
- Improving weaknesses: short column, soft story etc.

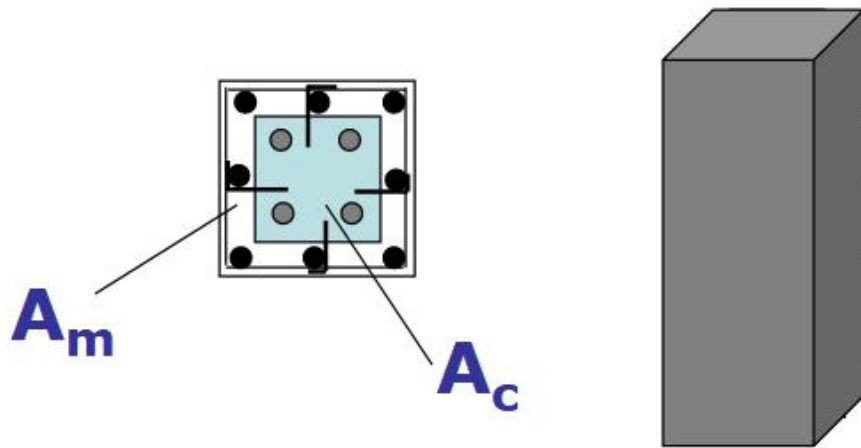




# Wrapping of Columns- RC jacketing

**Objective:** *Increase axial load, flexural and shear capacity*

**Method:** *Existing member section is increased by adding longitudinal and transverse reinforcement.*



- Minimum jacket thickness=10 cm
- Transverse reinforcement per code.
- Confined core section and jacket sections are used in capacity calculation.



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

# Application of RC Jacketing







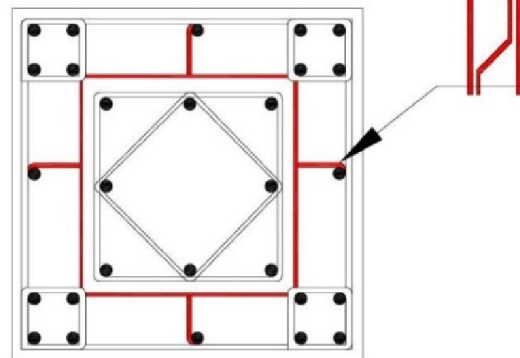
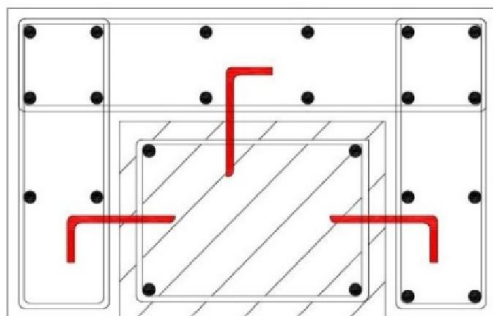
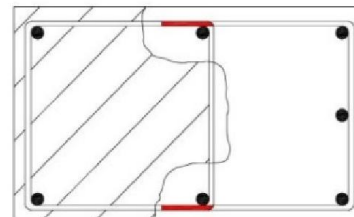
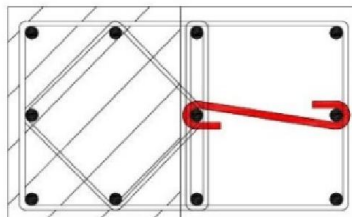
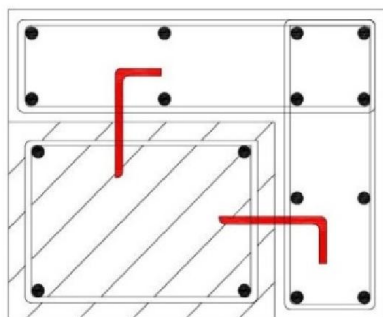
Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



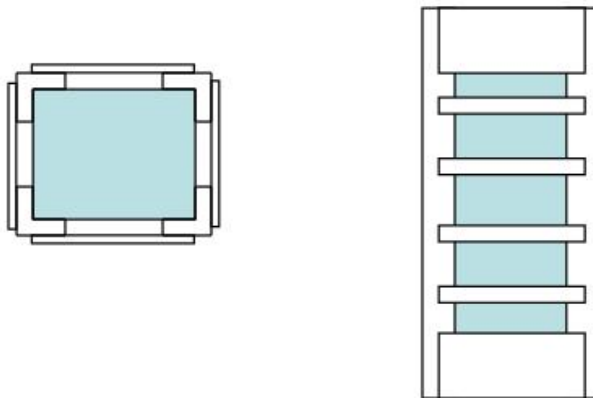




# Wrapping of Columns- Steel jacketing

**Objective:** *Increase axial load, flexural and shear capacity and improve splice weaknesses*

**Method:** *Jacketing column faces with steel plates and angles*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

# Steel Jacketing

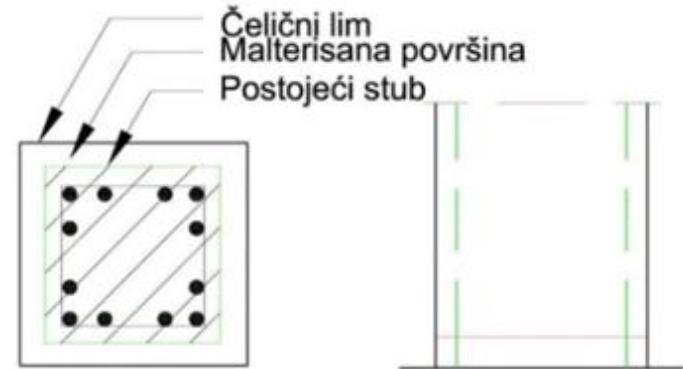


***Flexural capacity can be increased by increasing the section size.***

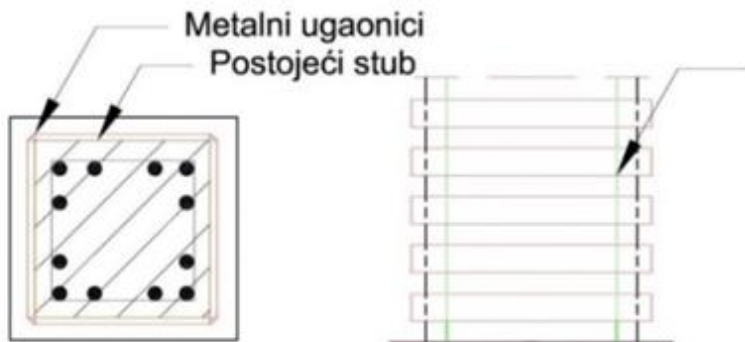




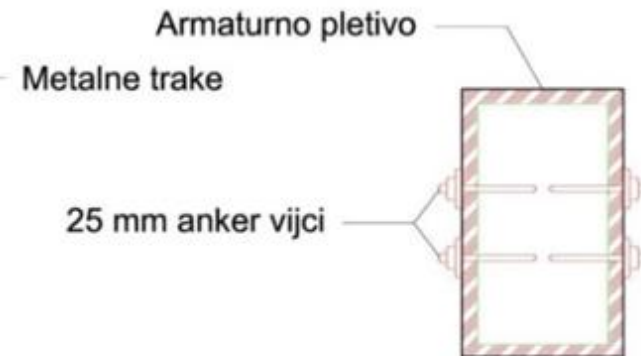
(a)



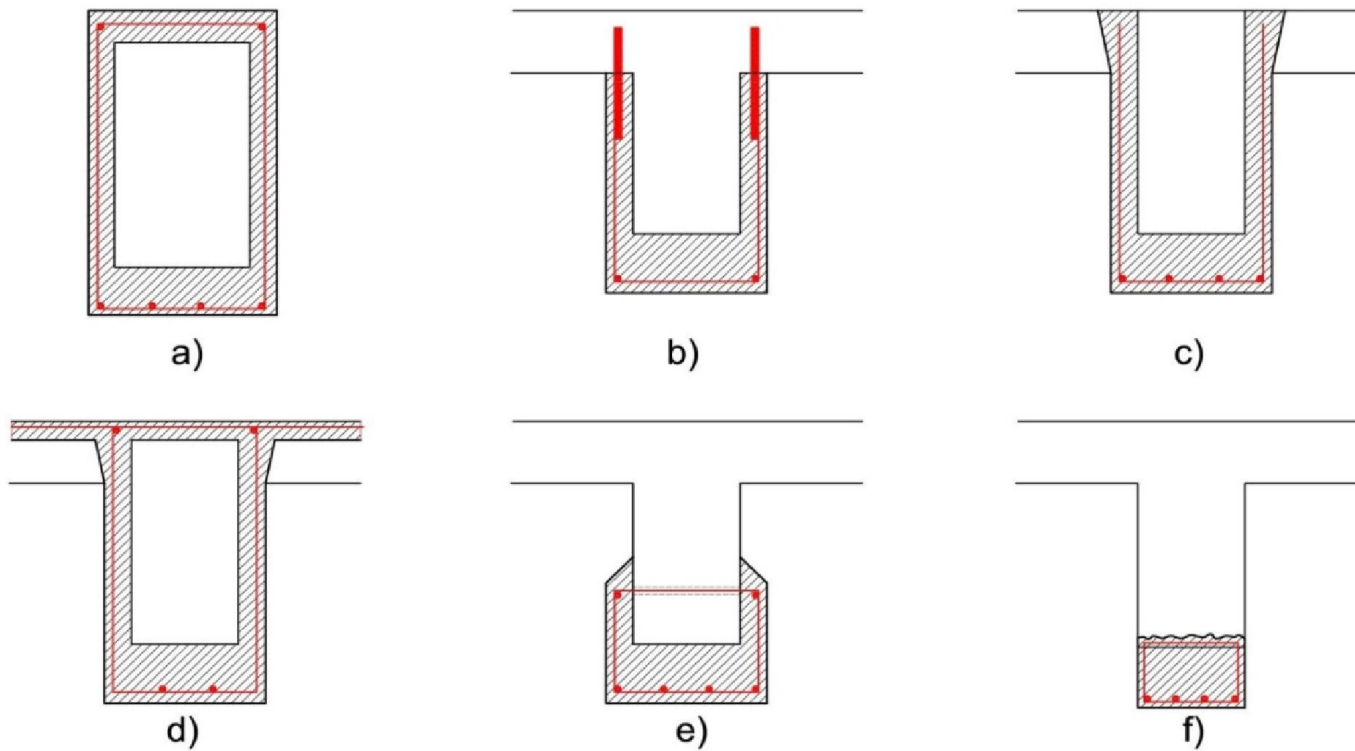
(b)



(c)

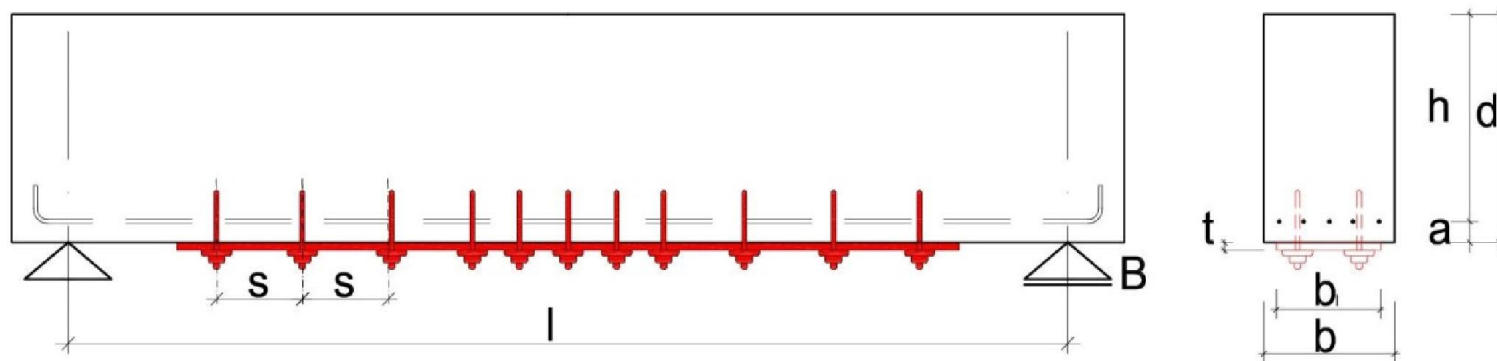


(d)

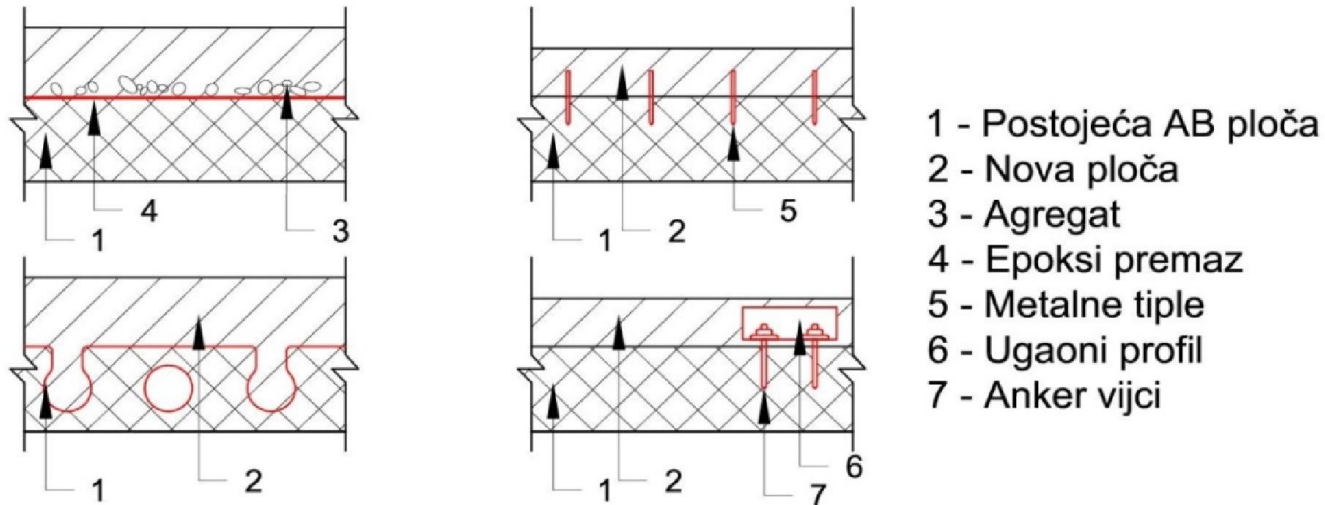


Primjeri ojačanja grede dodatnim armaturnim šipkama





### Ojačanje grede čeličnim limom



Ojačanje novom armiranobetonskom pločom iznad postojeće





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Izrada nove AB ploče ispod postojeće ploče

---

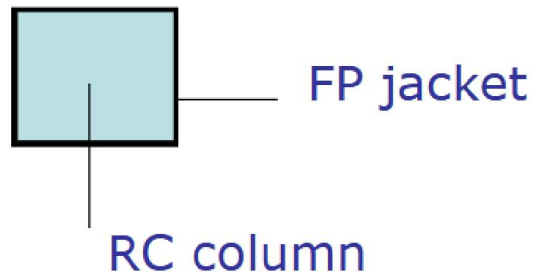
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



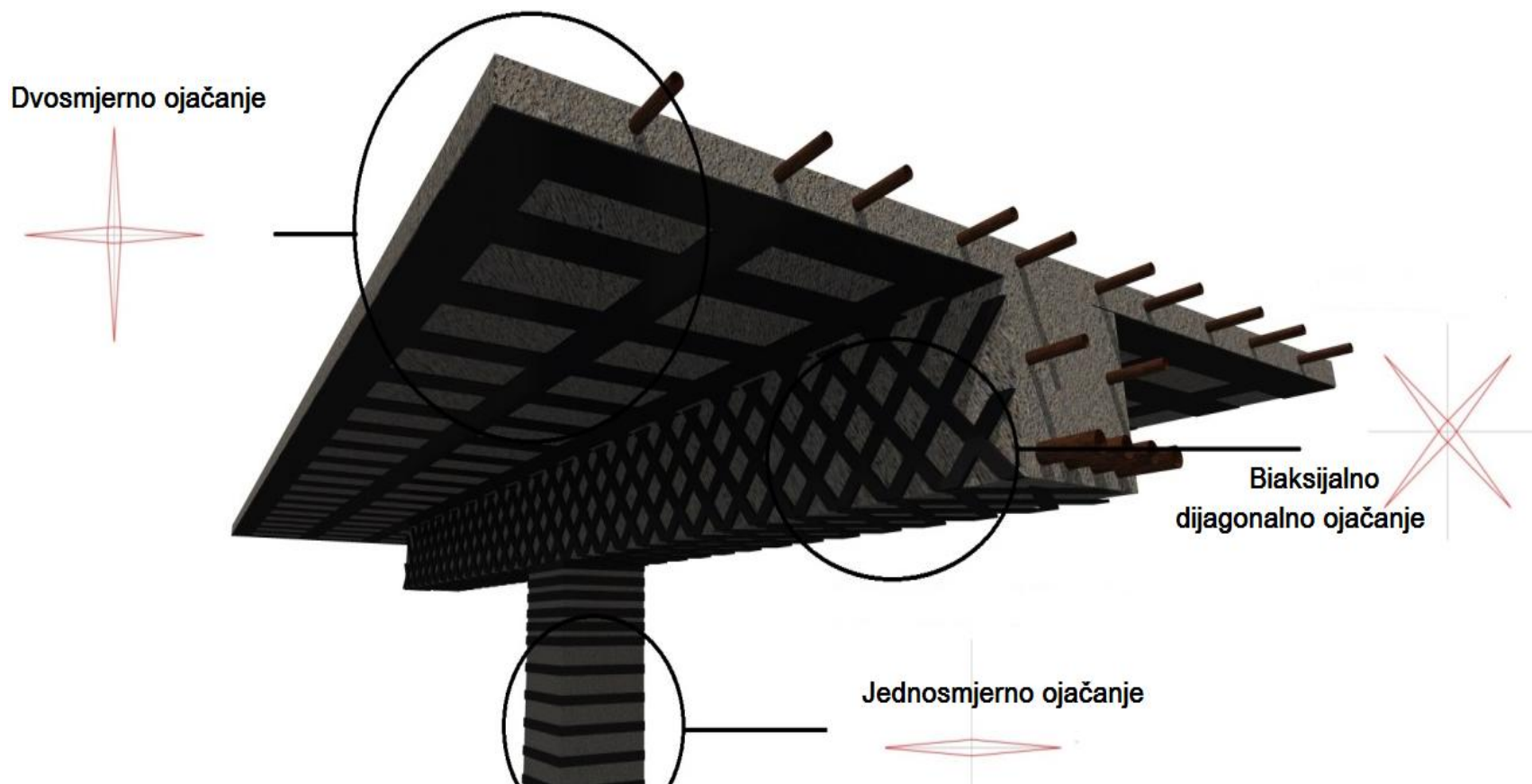
# Wrapping of Columns-CFRP Jacketing

**Objective:** Increase shear and compressive strength, increase ductility, improve reinforcement splicing weaknesses

**Method:** Wrapping FP around the column. Fibers need to be parallel to transverse reinforcement.







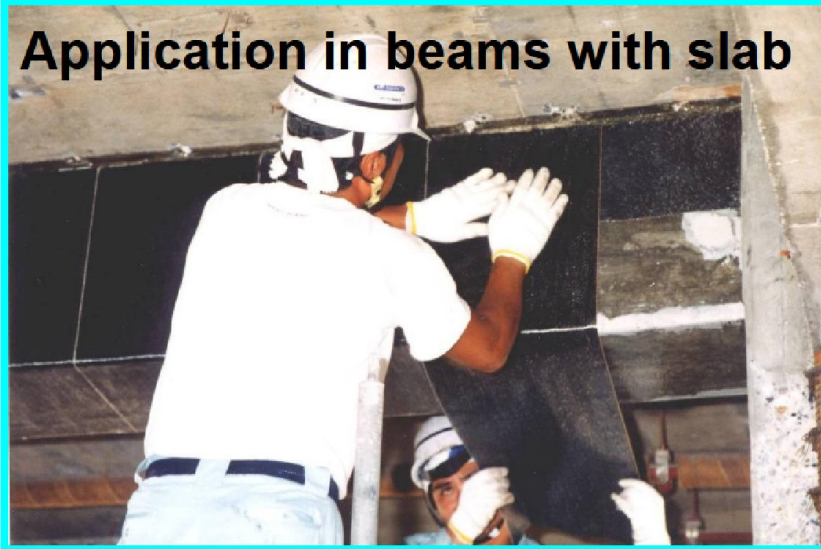
Različiti tipovi ojačavanja konstruktivnih AB elemenata karbonskim trakama



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет

## Application in beams with slab

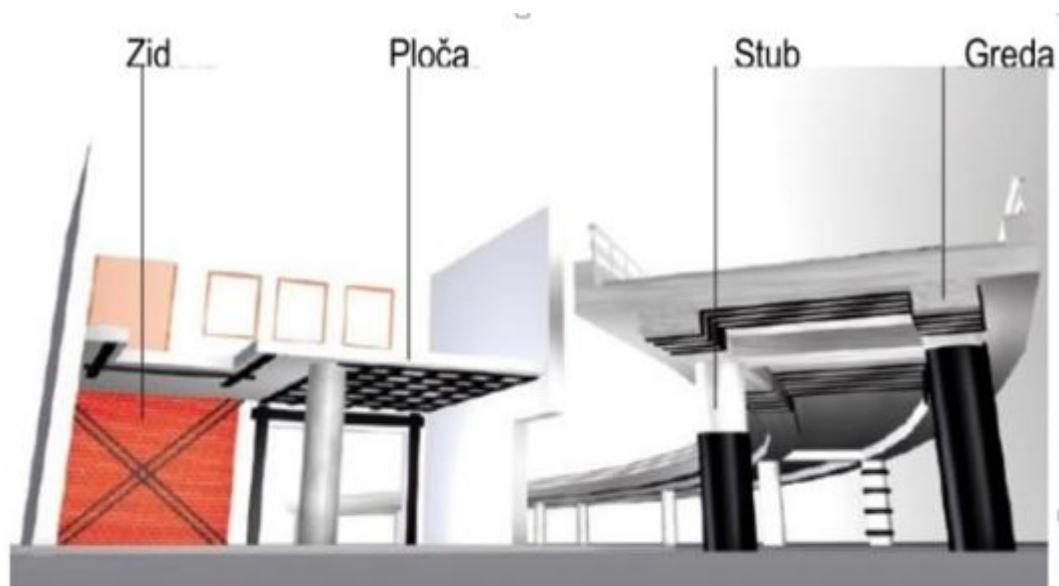


*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет





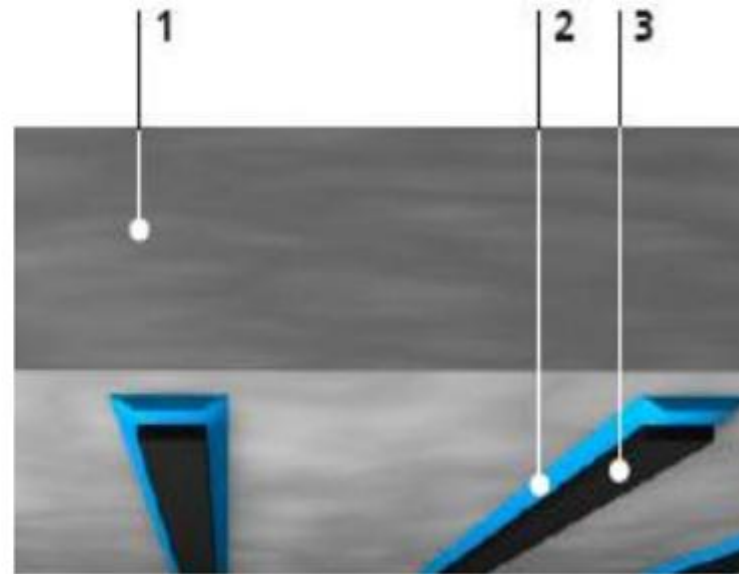


Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



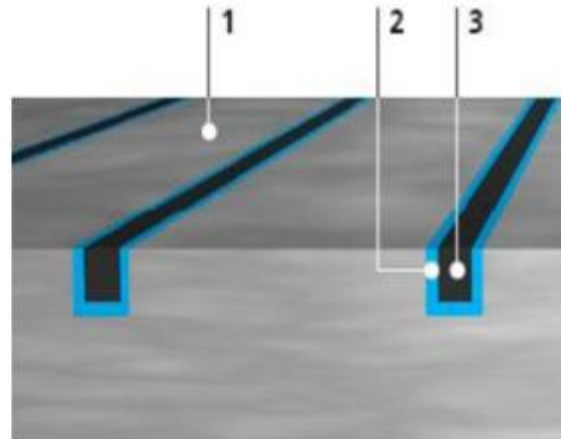
- 1 Betonski element**
- 2 Ljepilo**
- 3 Sto S&P CFK Lamela**



Lamele, ljepljene na površini



- 1 Betonski element
- 2 Laminirana smola
- 3 Sto S&P CFK Lamela



Lamele, ljepljene u prorez



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

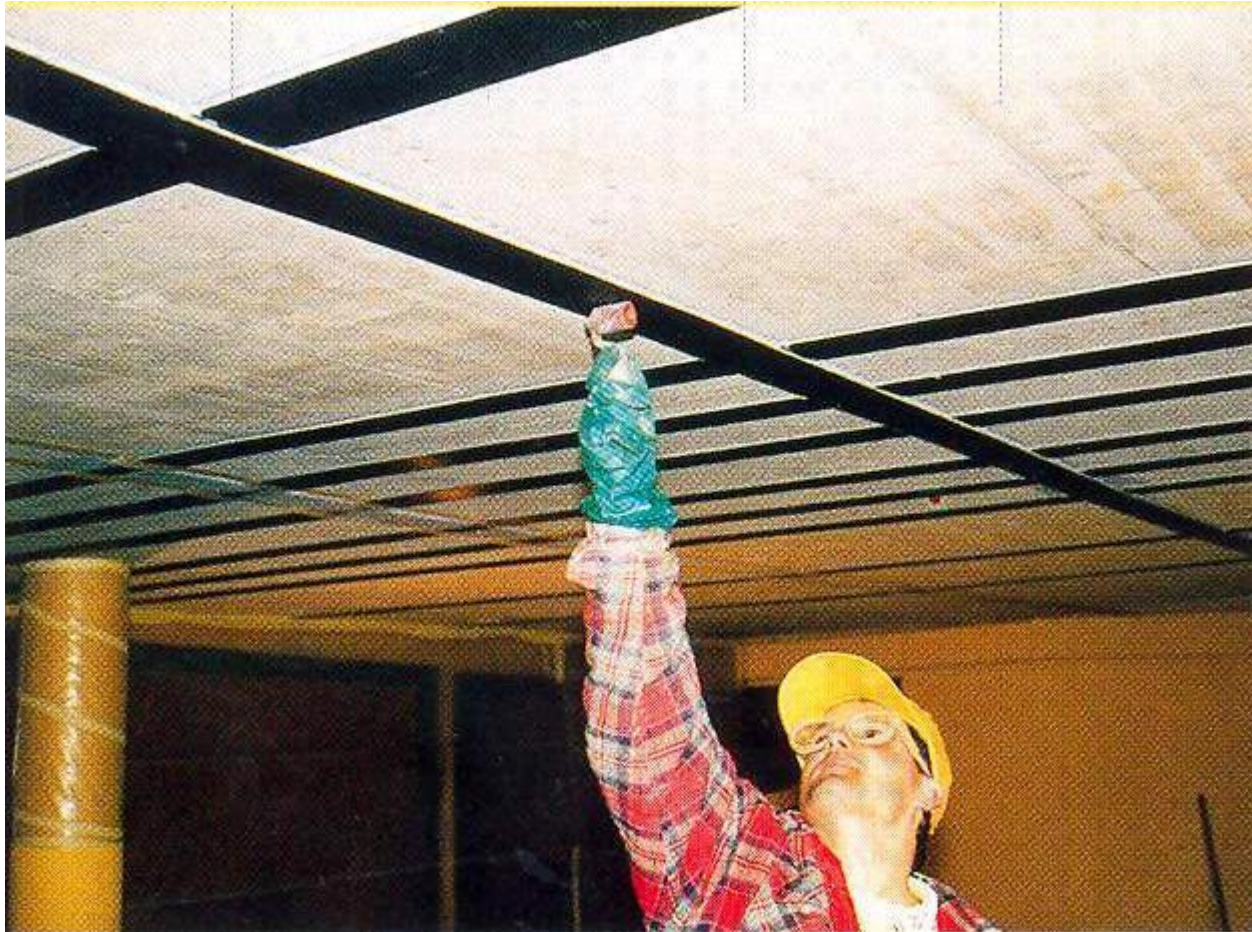
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

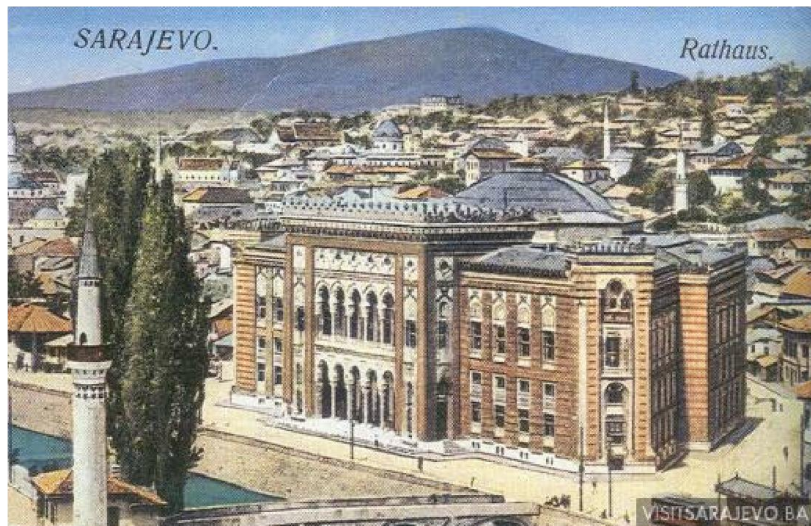
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*









Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци  
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



Michael Peterovics (R.F.F.B.)



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*









Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



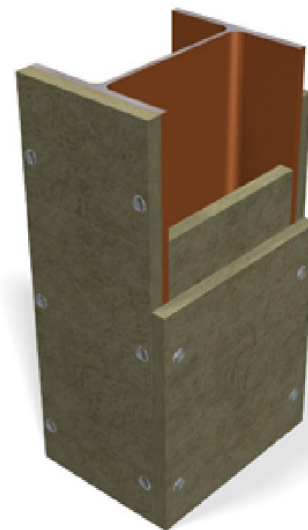
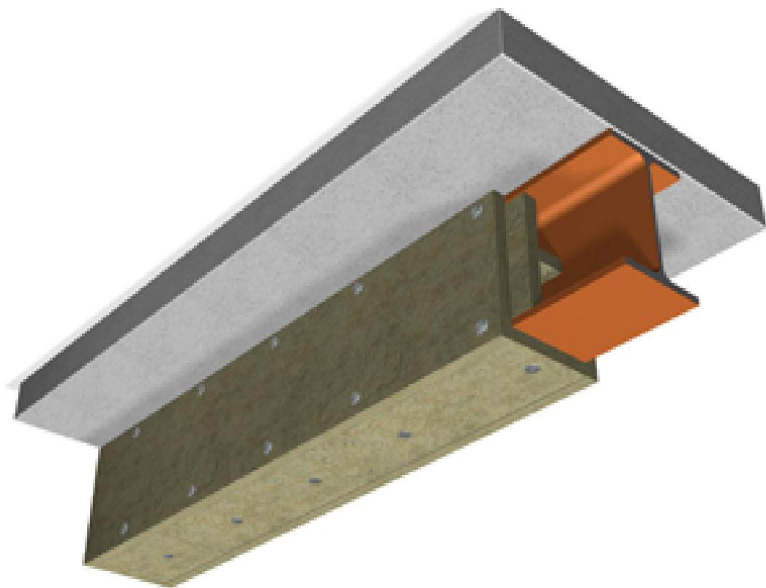
---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет







Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



---

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*



Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет







Универзитет у Бањој Луци

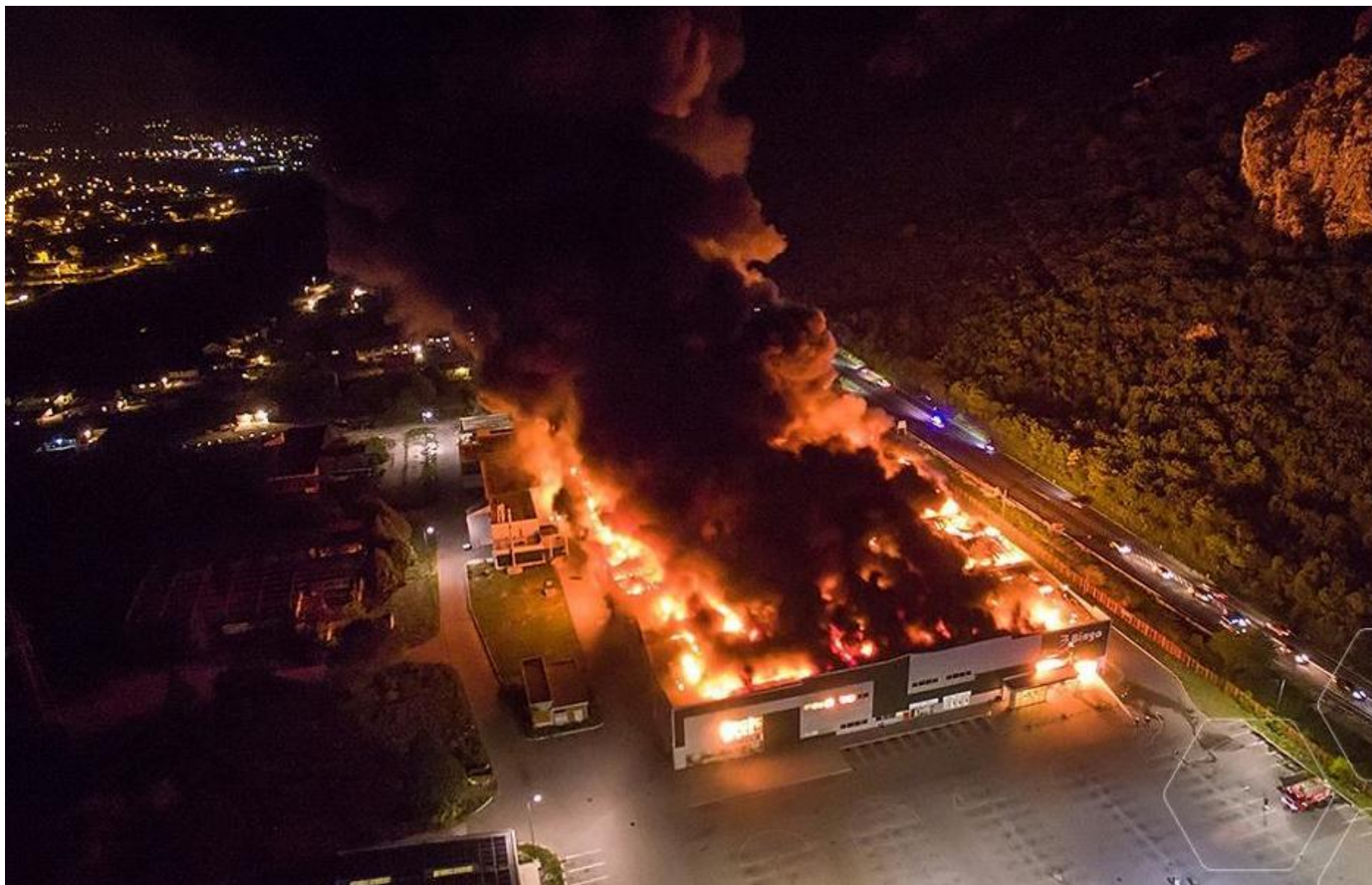
Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



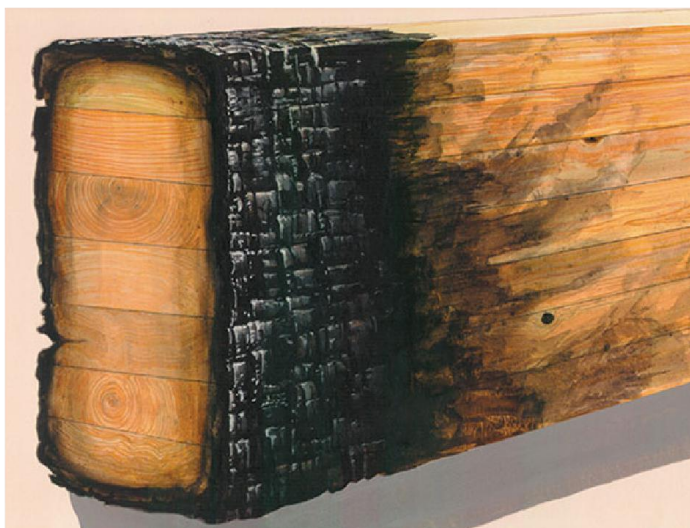
*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*

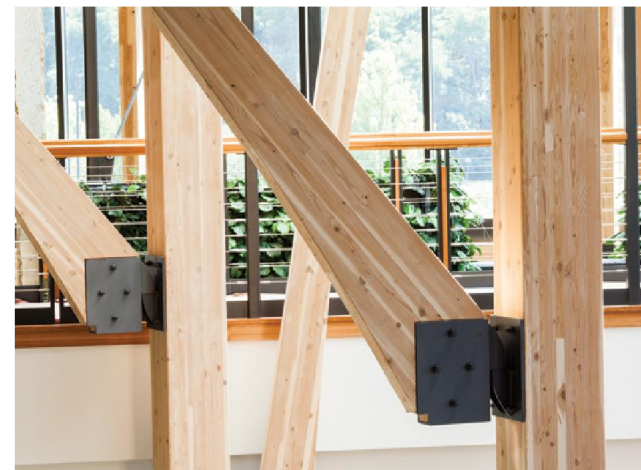


Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



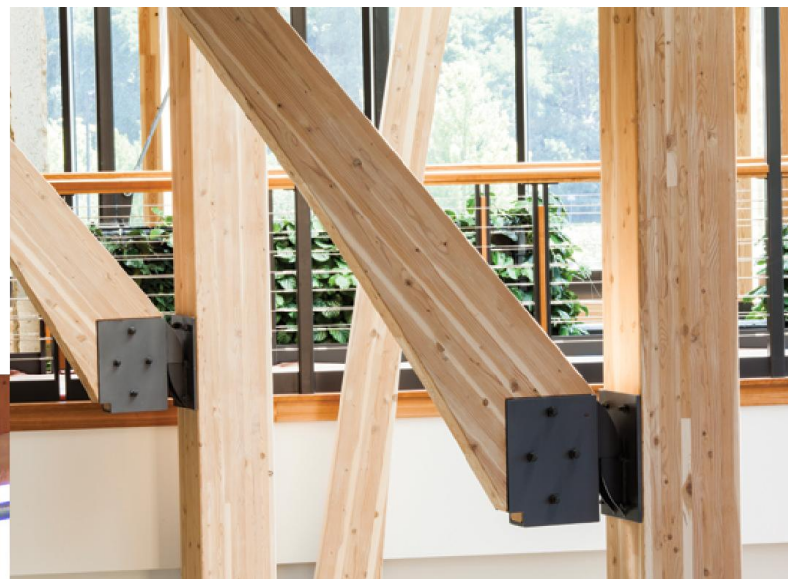






Универзитет у Бањој Луци

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет



*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.*





Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Thank you  
for your attention

*Contact info about the presenter:*

*Prof. dr. Sanin Džidić, dipl.ing.građ.  
ninsa\_d@hotmail.com*

**Knowledge FOr Resilient soCiEty**

