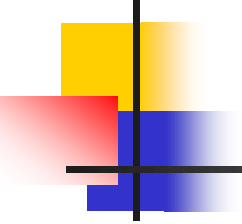


# ZAŠTITA OD POŽARA U GRADITELJSTVU



# 1. Ponašanje građevnih materijala u požaru

- Brzina širenja požara te vrsta i količina produkata izgaranja ovise o vrsti građevinskog materijala koji je ugrađen u konstrukciju objekta. Taj materijal također utječe i na samu vatrootpornost građevinske konstrukcije, te na veličinu požarnog opterećenja.
- Ponašanje građevinskih materijala u požaru uvjetovano je :  
vrstom, oblikom, presjekom, dimenzijama, specifičnom površinom materijala, načinom obradivosti te spojevima sa drugim elementima.

- 
- Poznavanje ponašanja tih materijala je bitno jer su oni u požaru podvrgnuti fizikalno - kemijskim promjenama koje utječu na njihova osnovna svojstva te na taj način i na stabilnost objekta .





## 1.1. Podjela građevnih materijala prema gorivosti:

---

- Građevni materijali prema gorivosti se dijele na gorive i negorive materijale.
- S obzirom na njihovo ponašanje pri gorenju te stupnjem opasnosti klasificiramo ih prema Euro – klasi :

A1 = materijal koji ne doprinosi požaru

A2 = materijal koji zanemarivo malo doprinosi požaru

B = materijal koji u fazi razvoja požara vrlo malo doprinosi razvoju požara



---

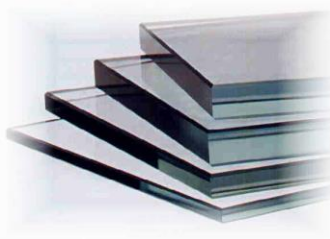
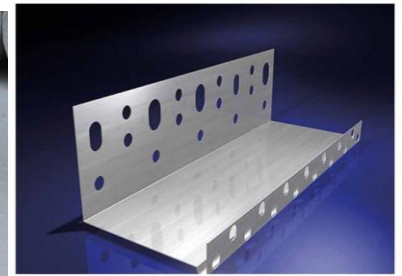
C = materijali koji imaju mogućnost zapaljenja te kod požara vrlo ograničeno širenje i oslobađanje energije

D = materijali koji imaju mogućnost zapaljenja ,te kod požara ograničeno širenje i prihvatljivo oslobađanje energije

E = materijali koji kod izuzetno malog požara ( plamen šibice ) imaju zapaljivost i širenje plamena

F = materijali bez zahtjeva glede ponašanja u požaru (lako zapaljivi materijali )

# 1.2. Ponašanje građevinskih materijala u požaru :





# KAMEN

---

- Kamen je prirodni materijal koji ima vrlo široku primjenu u graditeljstvu .Njegova otpornost u požaru ovisi o vrsti i podrijetlu kamena.
- Proces raspadanja kamena kod povišenih temperatura ( 900 °C ) zahvaća samo površinski sloj koji djeluje kao toplinski izolator –na taj način sprečava prodiranje topline dublje u kamen i njegovo razaranje.
- Što je konstrukcija masivnija to je otpornija na požar.



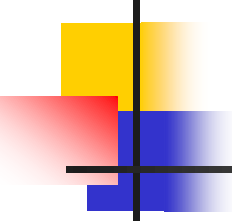
# DRVO

---

- Drvo je prirodni gorivi materijal koji ima vrlo široku primjenu u graditeljstvu.
- Ponašanje drva u požaru ovisi o :
  - vrsti drva (meko – tvrdo )
  - gustoći , vlažnosti , presjeku
- Prosječna temperatura zapaljenja je oko 280 °C, nakon zapaljenja površinski sloj drveta pougljeni. Pougljenjeni dio se ponaša kao izolator te određeno vrijeme štiti jezgru drveta od visokih temperatura.
- Potrebna otpornost na požar postiže se povećanjem presjeka i raznim zaštitama .



# CIGLA

- 
- Cigla je građevinski materijal koji se dobiva pečenjem gline na temperaturi od 900 – 1000 ° C, raznog oblika ovisno o tehnologiji i njenoj primjeni .
  - Ona se uglavnom koristi kao konstruktivni materijal u zidnim konstrukcijama ,gdje podnosi tlačna naprezanja.
  - U požaru prvo stradaju površinski slojevi opeke koji su izloženi vatri.
  - Kod gašenja trebamo voditi računa o temperaturnom šoku , zid se savija na onu stranu koja je izložena vatri .



# BETON

---

- Beton je smjesa agregata, hidrauličnog veziva (cementa ) i vode , koja tijekom vremena očvrstne.
- Beton vrlo dobro podnosi tlačna naprezanja ,ali kod povišenih temperatura između 300 i 360 °C ona naglo padaju . Zbog toga veličina poprečnog presjeka utječe na otpornost betona u požaru, što je on masivniji to je otporniji u požaru.
- Betonske konstrukcije zahvaćene požarom i nakon prestanka zagrijavanja gube čvrstoću još do 20 %-opasnost od urušavanja .



# ČELIK

---

- Čelik je građevinski materijal koji ima široku primjenu u graditeljstvu, kao materijal za čelične konstrukcije ili kao armaturni čelik u AB. konstrukcijama.
- Vrlo dobro podnosi tlačna i vlačna naprezanja. Uslijed povišenih temperatura dolazi do deformacija konstrukcije, odnosno do termičke ekspanzije – produljenja elemenata. Na taj način može doći do rušenja kruto vezanih konstrukcija, jer kod 550 °C dolazi do velikog rastezanja i vitoperenja čeličnog elementa konstrukcije.
- Točka taljenja čelika je od 1450° C, on ima visoku termičku vodljivost.
- Kako bi poboljšali svojstva čeličnih konstrukcija u požaru provodimo zaštitu ( obzidavanje, ubetoniravanje, premazivanje ).



# ALUMINIJ

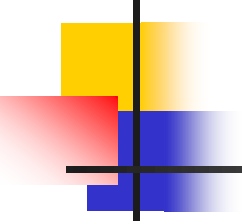
---

- Aluminij je materijal koji se sve više susreće u graditeljstvu ,jer je lagan te ima široku primjenu . Točka taljenja mu je  $660^{\circ}$  ( nezaštićen ne može izdržati ni početne požare).
- Aluminij ako se koristi kao konstruktivni materijal, mora se dodatno zaštititi , a najčešće se koristi kao sekundarni za građevne elemente ( prozori,vrata, ukrasni profili ).

# ARMIRANI BETON

- Armirani beton je materijal koji nastaje sprežanjem betona i građevinskog čelika . Beton preuzima tlačna naprezanja ,dok građ. čelik vlačna naprezanja.
- Zagrijavanjem tih materijala dolazi do narušavanja njihovog međusobnog djelovanja ,gdje iznad  $100^{\circ} \text{C}$  dolazi do stezanja betona a čelik se nastavlja rastezati pa dolazi do pucanja elemenata .
- Pravilnom debljinom zaštitnog sloja betona ,koji štiti čelične šipke produljuje se njihova izdržljivost .  
( AB.ploče = 1,5 cm  
AB. stupovi i grede = 2,5 cm )

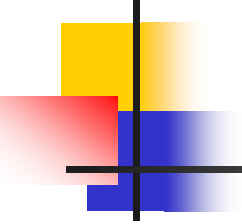
Također na ponašanje u požaru utječu i dimenzije presjeka, vrste materijala betona , poroznost betona, vlažnost betona, postotak armiranja, veličini opterećenja .

- 
- 
- Ako je AB. konstrukcija pravilno izvedena , pri povišenim temperaturama stradat će samo površinski sloj ,dok će jezgra presjeka sa zaštićenom armaturom ostati nosiva .

## 1.2.8.

# STAKLO

- Staklo je materijal koji se dobiva topljenjem kvarcnog pijeska kod temperature od  $1700^{\circ}\text{C}$ , a raznom tehnologijom obrade dobivamo razne vrste stakla.
- PROZORSKO JEDNOSTRUKO STAKLO = ono vrlo brzo puca kod povišenih temperatura, te na taj način omogućuje dovoz svježeg zraka koji pouspješuje gorenje, izlaz dima i vatre iz prostorije.
- IZO STAKLO = sastoji se od dvije ili više staklenih površina a između kojih se nalazi zračni sloj. Ponašanje u požaru je slično kao i kod jednostrukog stakla.

- 
- VATROOTPORNO STAKLO = prozirno višeslojno staklo ,čiji se slojevi kod povišenih temperatura šire i pretvaraju u čvrsti i kompaktni štit , koristi se u svim objektima koji moraju osigurati vatrootpornost.
  - STAKLENA OPEKA = sve više zauzima mjesto kao dekorativni materijal
  - KALJENO STAKLO = proizvodi se kaljenjem na određenoj temperaturi , a prilikom visokih temperatura mijenja strukturu i te kod razbijanja se mrviti u manje komadiće a ne u krhotine (smanjuje mogućnost ozljeda ) .





# AZBEST

---

- Azbest je negorivi materijal , ali zbog svog štetnog – karcinogenog djelovanja danas se zabranjuje njegova primjena .



# PLASTIČNE MASE

---

- Materijali koji nalaze svoju primjenu u graditeljstvu kao razne obloge ili kao izolatori na raznim instalacijama i materijalima . Oni se također pojavljuju kao razni predmeti te predstavljaju određeno požarno opterećenje .
- Plastične mase ili polimeri se dijele na :
  - prirodne ( celuloza , prirodna guma )
  - umjetne ( sintetski materijali ili plastika )
- Plastične mase se tretiraju kao krutine, međutim neke se na povišenim temperaturama tale i oslobađaju pare i plinove = spadaju u požare razreda " B "



---

## ■ PODJELA :

- **plastomeri** = kod povišenih temperatura mekšaju i tale se, gorenjem nastaje dim i kruti ostaci. (elektroizolacija, kućanski pribor, vrećice, igračke, materijali za toplinsku i zvučnu izolaciju, najlonske folije ... )

- **elastomeri** = oni omekšaju ali se ne tale .

( sintetska i prirodna guma )

- **duroplasti** = površinski sloj pougljeni što otežava gorenje . (prekidači, utikači, podne obloge, ljepila, dijelovi za automobile, kućišta kućanskih aparata ... )



## 2. POŽARNO OPTEREĆENJE

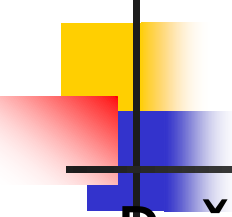
---

- Požarno opterećenje je količina topline koju gorenjem oslobode gorive tvari, ona ovisi o količini gorive tvari.  
( količina gorive tvari može biti izražena u : kg ,m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup> )
- Mjerna jedinica : 1 J ( Jul)



## POŽARNO OPTEREĆENJE DJELIMO NA :

1. IMOBILNO POŽARNO OPTEREĆENJE  
-to su ugrađeni gorivi materijali : vrata ,  
prozori, podne i stropne obloge, drvene  
krovne konstrukcije ...
2. MOBILNO POŽARNO OPTEREĆENJE  
- to su pokretni dijelovi : namještaj .,  
uskladištena roba , oprema ...

- 
- 
- Požarno opterećenje izračunavamo za pojedinu prostoriju , grupu ili cijelu građevinu.
  - **Ukupno požarno opterećenje** dobiva se zbrajanjem imobilnog i mobilnog požarnog opterećenja .( jedinica GJ )
  - **Specifično požarno opterećenje** dobijemo tako da izračunamo prosječni iznos UKUPNOG POŽARNOG OPTERECENJA po četvornom metru podne površine promatranog prostora. ( jedinica je GJ / m<sup>2</sup>. )

# ■ Na osnovu specifičnog požarnog opterećenja podjela :

## 1. NISKO POŽARNO OPTEREĆENJE


(obiteljske kuće , škole , radionice , hoteli...)  
do 1 GJ/m<sup>2</sup>

## 2.SREDNJE POŽARNO OPTEREĆENJE

( prodavaonice , tvornice ) do 2 GJ / m<sup>2</sup>

## 3.VISOKO POŽARNO OPTEREĆENJE

(skladišta gorivog materijala , drvna industrija , biblioteka ) preko 2 GJ/ m<sup>2</sup>



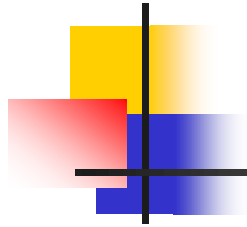
- Trajanje požara ovisi o požarnom opterećenju, odnosno o količini gorive tvari po jedinici površine prostorije i njegovoj toplinskoj moći. Također ovisi i o veličini požarnog sektora.

- Na osnovu ovoga se može predvidjeti trajanje požara, što upućuje na odabir građevinskih materijala za izradu objekta – odnosno njihovu vatrootpornost. Nosive građevinske konstrukcije trebale bi imati vatrootpornost toliko koliko bi požar trajao.



### 3. VATROOTPORNOST GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA I ELEMENATA

- Pod pojmom građevinska konstrukcija podrazumijevamo zidovi ,stupovi, grede, međukatne konstrukcije, stubišta i slično.
- Građevinski elementi , su elementi koji moraju ispuniti posebne zahtjeve glede vatrootpornosti , a to su :
  - protupožarni zidovi , vatrootporna vrata , vatrootporne pregrade , zaklopke , žaluzine i slično .
- **Vatrootpornost građevinske konstrukcije** je vrijeme izraženo u minutama za koje ta građevinska konstrukcija odolijeva požaru , te ispunjava zahtjeve propisane normom .
- Razred otpornosti na požar :
  - F 30
  - F 60
  - F 90
  - F 120
  - F 180



- Ispitivanjem otpornosti na požar građevinska konstrukcija mora zadovoljit kriterije:
  - **kriterij nosivosti** ( ne smije se urušit pod računski dopuštenim opterećenjem .)
  - **kriterij prostorne cjelovitosti** ( građevinski elementi moraju spriječiti prodor plamena kroz pukotine i druge otvore )
  - **kriterij toplinske izolacije** (pregradne konstrukcije i elementi ne smiju se pregrijati na požaru neizloženoj strani)

# 4. ŠIRENE POŽARA UNUTAR GRAĐEVINE :


- Razlikujemo vodoravno i okomito širenje požara , a on se može proširiti direktnim plamenom ili prijenosom topline .
- Toplina se može prenijeti :
  - **konvekcijom ili strujanjem zraka** (stvara se povišeni tlak )
  - **kondukcijom ili provođenjem topline** preko elemenata konstrukcije ( koji su dobri vodiči topline )
  - **zračenjem ili radijacijom** toplina se prenosi elektro - magnetskim valovima – zagrijana površina predaje toplinu zračenjem i može zapaliti gorive materijale na većim udaljenostim )

# 4.1. VODORAVNO ŠIRENJE POŽARA :



---

- Tu smatramo širenje požara unutar jedne etaže .
  - - preko vatro neotpornih zidova
  - - preko vrata
  - - preko prozora
  - - preko nezaštićenih otvora u zidovima

- 
- 
- **VATROOTPORNINI ZIDOVI** = zidovi izgrađeni od negorivog materijala , oni mogu spriječiti širenje požara i to onoliko vremena kolika im je vatrootpornost.
  - takvi zidovi moraju potpuno dijeliti prostor od poda do međukatne konstrukcije .
  - u objektima gdje postoji potreba izvode se takvi zidovi koje nazivamo **PROTUPOŽARNI ZIDOVI** .

# PROTUPOŽARNI ZID :

- Protupožarni zid je samostalna konstrukcija , koja potpuno dijeli dva prostora po širini i visini. Njegova vatrootpornost mora biti minimalno 90 minuta. Kada protupožarni zid presjeca krov on mora biti minimalno 30 cm iznad za nisko požarno opterećenje te 100 cm za visoko požarno opterećenje . U takvom zidu se ne izvode nikakvi otvori ,osim ako to nije neophodno uz uvjet da se oni zatvaraju sa vatrootpornim vratima ili zaklopkama . Takva vrata moraju imati ugrađen uređaj za automatsko zatvaranje te mogućnost ručnog zatvaranja i otvaranja , kako bi se mogla izvršiti intervencija gašenja - ulazak vatrogasaca , ili evakuacije osoba koje nisu uspjele izaći .

# Širenje požara preko vatroneotpornih vrata



---

- **-to je vodoravno širenje požara**
- **Požar se najčešće širi preko vrata iz prostorije u kojoj je nastao na ostale prostorije u stanu ,a nakon toga prelazi na hodnik preko ulaznih vrata te na stubišni prostor i druge stanove .**
- **Na granicama požarnog sektora moraju se ugrađivati vatrootporna vrata .**

# ŠIRENJE POŽARA PREKO OTVORA U ZIDOVIMA

- - ugrađuju se vatrootporne automatske zaklopke
- posebna pozornost posvećuje se zatvaranju otvora u zidnim konstrukcijama , da se spriječi širenje požara
- otvori se izrađuju od negorivih materijala , te na povišenim temperaturama ekspandiraju –kablovi
- ventilacijski i drugi kanali se izrađuju od materijala koji nije goriv , te se ugrađuju vatrootporne automatske zaklopke .





# Širenje požara preko prozora

---

- vodoravno širenje požara

kada puše vjetar usporedno sa fasadom tada plamen može zahvatiti susjedni prozor

- okomito širenje požara

zbog velike razlike u temperaturi ,plamen se diže i ugrožava etažu iznad .

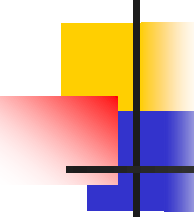


# OKOMITO ŠIRENJE POŽARA

---

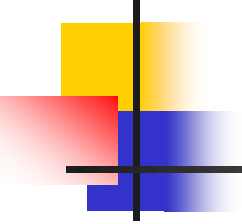
- **preko vatroneotporne međukatne konstrukcije**  
konstrukcije koje su izgrađene od gorivih materijala ( drvene konstrukcije ) požar može za 20 – 30 minuta zahvatiti druge etaže , postoji opasnost od urušavanja , kao mjera od toga je izrada vatrootpornih međ. konstrukcija
- **nezaštićenih otvora**  
preko otvora u međukatnim konstrukcijama = treba ih izbjegavati ili pravilno izvesti vatrootporne poklopce ili zaklopke. kroz njih se požar brzo širi jer se topli plinovi dižu i šire požar .
- **stubišta i dizala**  
u stubišnim prostorima i oknima dizala pojavljuje se " efekt dimnjak " - okomito strujanje zraka , najsigurnije je predvidjeti te prostore kao zasebne požarne sektore . ( jako zadimljenje )
- **prozori**  
kroz prozore se vrući plinovi i plamen diže u zrak i mogu zahvatiti gorive obloge na fasadi .

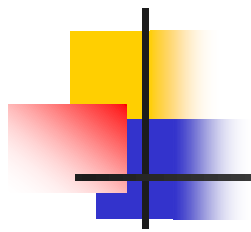
# 5. POŽARNI SEKTOR :

- 
- 
- **Požarni sektor** je prostor ograničen građevinskim konstrukcijama i elementima koji imaju određenu vatrootpornost .

( zidovi, međukatne konstrukcije, vrata ,prozori, zaklopke )


- **Vatrootpornost** požarnog sektora jest vrijeme za koje se neće požar proširiti na okolne požarne sektore .
- Pretpostavlja se da će u to vrijeme biti požar lokaliziran

- 
- 
- Zahtjevna vatrootpornost požarnog sektora ovisi o : požarnom opterećenju , vrijednosti sadržaja tog požarnog sektora, te načinu i brzini gašenja .
  - najveću vatrootpornost na granicama požarnog sektora imaju u pravilu protupožarni zidovi
  - Kod većih objekata građevinu treba podijeliti na više požarnih sektora i kao takve tretirati kod svih razmatranja zaštite od požara .



- - POŽARNI SEKTOR = može biti jedna prostorija , grupa prostorija ili cijela građevina.
- - FORMIRANJE POŽARNIH SEKTORA = ovisi o namjeni građevine , visini požarnog opterećenja , vatrootpornosti građevine.
- -VELIKI OBJEKTI : treba podijeliti na više požarnih sektora , maksimalni razmak protupožarnih zidova je 40 m.
- - KAZALIŠTA : metalne zavjese , vodene zavjese
- - **POŽARNI SEKTOR** = je osnovna prostorna jedinica koja se samostalno tretira kod svih razmatranja , kako u protupožarnoj preventivi pri izradi Procjene ugroženosti i Plana zaštite od požara , tako i u vatrogasnoj operativi kod gašenja požara .

# 6. ZAŠTITA OSOBA U GRAĐEVINAMA :



- **Evakuacija** je pravovremeno ,organizirano, brzo , i sigurno napuštanje građevine ili dijela građevine dok još nije nastupila neposredna opasnost za osobe .

- **PLAN EVAKUACIJE**

Kako bi evakuacija bila dobro sprovedena građevine moraju imati PLAN evakuacije .

Taj plan se radi zato da bi evakuacija bila dobro sprovedena i da ne dolazi do panike .

- **Panika** je nekontrolirano ponašanje do kojeg dolazi zbog neposredne opasnosti .



- Način sprovođenja evakuacije ovisi o namjeni građevine , visini građevine, pokretljivosti osoba te o vrsti i obimu događaja zbog kojeg se provodi

- Razlikujemo :

- **Potpuna evakuacija**

kada osobe potpuno napuštaju građevinu izvan nje .

- **Djelomična evakuacija**

evakuiraju se samo osobe iz prostora zahvaćenog požarom i prostora u neposrednoj blizini

- **Minimalno razmještanje**

u specifičnim ustanovama ( bolnice, zatvori itd. ) to se postiže pojačanim

mjerama zaštite od požara i formiranjem malih požarnih sektora ■



# 6.1. PUT ZA EVAKUACIJU

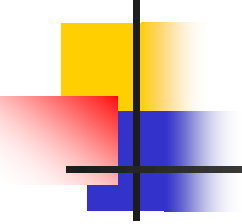
**Put za evakuaciju** je neprekinuti put , koji vodi od bilo kojeg mjesta u građevini do sigurnog mjesta u građevini ili izvan nje .

On ovisi o namjeni građevine , visini građevine , broju ljudi u građevini , provedenim mjerama zaštite

**Put za evakuaciju** mora biti što kraći , jednostavan, dobro osvijetljen i označen .

**Put za evakuaciju** treba biti zasebni požarni sektor koji ima vatrootpornost 60 min. a kod većih objekata požarni put možemo podijeliti na više požarnih sektora .



- 
- 
- Najčešća dozvoljena dužina puta je 45 m, ona se može povećati ili skratiti ovisno o drugim čindbenicima . Također oni moraju biti dobro označeni , smjer kretanja , dobro osvijetljeni , moraju imati također protupaničnu rasvjetu .
  - Vrata na izlazima i putovima evakuacije moraju biti zaokretna i otvarati u smjeru izlaženja . Ona ne smiju smanjivati efektivnu širinu puta , a ako se nalaze na granicama požarnog sektora moraju biti vatrootporna .

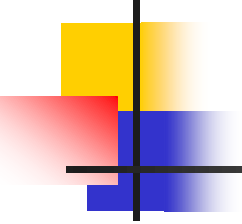
# SEGMENTI PUTA ZA EVAKUACIJU



---

- IZLAZI = širina izlaza određuje se prema broju osoba u građevini , namjeni i provedenim mjerama zaštite od požara .
- IZLAZNA VRATA = moraju biti zaokretna i otvarati se u smjeru izlaženja .

# HODNICI :

- 
- 
- Širina hodnika ne smije biti manja od 112 cm (dvije modularne širine) , a visina minimalno 230 cm, Podovi hodnika ne smiju biti skliski , ne smiju se pomicati (tepisi) .

# STUBIŠTA :



---

- Glede puta evakuacije stubišta se moraju projektirati i izvesti tako da mogu omogućiti spašavanje osoba i gašenje požara . Građevine bi trebale imati barem dva stubišta kako bi se osigurala što brža evakuacija , ili ako je jedno onemogućeno da postoji i drugi izlaz .



# RAMPE :

---

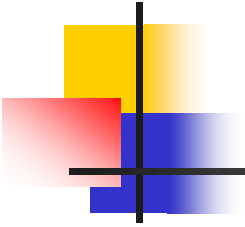
- One služe za savladavanje manjih visina a optimalni nagib je 5 % , danas se one izvode u svim javnim objektima kako bi se omogućilo kretanja invalidima na kolicima .

# DIZALA :



---

- Korištenje dizala za vrijeme požara je vrlo rizično . Dopušteno je samo korištenje takozvanog sigurnosnog dizala koje ima vlastiti generator za napajanje .



---

**KRAJ**