

**KATEGORIJAZACIJA TEHNOLOŠKIH PROCESA PREMA  
UGROŽENOSTI OD POŽARA**

**CATEGORIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES TOWARD  
FIRE HAZARDS**

*Stručni članak*

*Aida Imamović\**

*Omer Kablar\**

*Mirsada Oruč*

*Sažetak*

*Poznato je da je ugroženost od požara i eksplozije od eksplozivnih smjesa industrijskih postrojenja, tehnoloških procesa, skladišta opasnih čvrstih, tečnih i plinskih materija stalno prisutna. Pojedine tehnologije, kao i tehnološki procesi, karakterišu se upotrebom i preradom zapaljivih materija, požarno više ili manje opasnih, kao i postupcima koji mogu dovesti do požara.*

*U ovom radu predstavljena je kategorizacija tehnoloških procesa prema ugroženosti od požara, a prema požarnom opterećenju i stepenu ugroženosti od požara, kao i savremeni najčešće korišteni sistemi za gašenje.*

*Ključne riječi: tehnološki proces, požar, sistemi za gašenje*

*Abstract*

*It is well known that there is a constantly present risk of fire and explosion from explosive mixtures of industrial plants, technological processes, storage of hazardous solid, liquid and gaseous substances. Some technologies, as well as technological processes, are characterized by the use and processing of flammable substances, more or less fire-hazardous, as well as procedures that can lead to fire.*

*This paper presents the categorization of technological processes of fire hazard, and toward the fire load and degree of the fire hazard, as well as modern most commonly used fire fighting systems.*

*Key words: technological process, fire, fire fighting systems*

---

*\* Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet u Zenici, Travnička 1, 72000 Zenica, BiH*

*\* ArcelorMittal d.o.o. Zenica, Bulevar Kralja Tvrtka I, 72000 Zenica, BiH*

## 1. UVOD

Procesna industrija najčešće obuhvata cijeli niz povezanih tehnoloških postupaka, tako da je i proučavanje i upravljanje procesima u njoj dosta kompleksno. Pojedine tehnologije, kao i tehnološki procesi, karakterišu se upotrebom i preradom zapaljivih materija, požarno više ili manje opasnih, kao i postupcima koji mogu dovesti do požara. Većina ovakvih požarno opasnih postupaka, operacija i tehnologija prisutna je u industriji i predstavljaju posebno opasna mjesta. Prema Zakonu zaštite od požara, odnosno elaboratima i projektima koji na osnovu njega treba da budu urađeni u svim objektima u okviru jednog tehnološkog procesa, trebaju biti instalisani odgovarajući ručni ili automatski javljači požara. Ovi sistemi vrše detekciju prekoračenja dopuštene granice kod pojave dima ili temperature u određenoj prostoriji. Za automatsku detekciju požara obezbijedene su različite vrste termo-detektora, koji reaguju kod povišene temperature, zavisno od karakteristika tehnološkog procesa u štićenim odjeljenjima.

U Planu zaštite od požara obavezno se navode količine zapaljivih materija i lokacije na kojima se one nalaze, a koje predstavljaju mjesta sa najvećom koncentracijom materija od kojih prijeti potencijalno najveća požarna opasnost. Posebno se proračunava opterećenje, zavisno od namjene i veličine prostorije. Proračun požarnog opterećenja obično se vrši prema pojedinim prostorima koji se nalaze u okviru jedne sekcije /pogona/ koji pripadaju tehnološkom procesu.

## 2. PROCJENA POŽARNOG OPTEREĆENJA

Obično se proizvodni kompleksi sastoje od više objekata, koji se, međusobno razlikuju po namjeni, veličini, materijalu od kojeg su izgrađeni, zatim požarnom opterećenju itd. Generalno posmatrajući požarnu ugroženost čitavog kompleksa nije lako ocjeniti. Može se samo dati pregled tih parametara po objektima, inačonu toga izvesti opšti zaključak o stepenu ugroženosti od požara kompleksa kao cjeline. Procjena požarnog opterećenja objekta i požarnih sektora se izražava preko parametara ukupnog požarnog opterećenja i specifičnog požarnog opterećenja, kako slijedi [1]:

*Ukupno požarno opterećenje* daje računsku vrijednost toplotne energije jednog objekta koja se može osloboditi u požaru. Označava se simbolom  $Z$  i računa po formuli:

$$Z = P_i \cdot S_i \quad (\text{kJ}),$$

gdje je:

Z - ukupno požarno opterećenje,

$P_i$  -specifično požarno opterećenje, ( $\text{kJ/m}^2$ ),

$S_i$  -površina osnove na koju se odnosi vrijednost  $P_i$  ,( $\text{m}^2$ ).

*Specifično požarno opterećenje*  $P_i$  se računa se prema formuli za tečne materijale i čvrste materijale kako slijedi [1]:

-a tečne  $P_i = \rho_i \cdot V_i \cdot H_i / S$ , ( $\text{MJ/m}^2$ ) i

-za čvrste:  $P_i = \rho_i \cdot G \cdot H_i / S$ , ( $\text{MJ/m}^2$ ).

$\rho_i$  - gustina materijala, ( $\text{kg/m}^3$ ),

$V_i$  - zapremin amaterijala, ( $\text{m}^3$ ),

$H_i$  - toplotna vrijednost materija u zavisnosti od zapreminske mase, ( $\text{MJ/kg}$ ),

S - površina osnove, ( $\text{m}^2$ ),

G - masa materijala, (kg),

I - indeks elementarne jedinice.

Većina procesnih industrija su veliki potrošači različitih vrsta sirovina i energenata, pri čemu se tehnološki procesi odvijaju u ambijentu koji se može ocjeniti opasnim i izuzetno teškim. Jedna od takvih industrija je i prerada željezne rude i proizvodnja gvožđa i čelika, koje se odvijaju uslovima visokih temperatura, emisijama prašine, plinova, para itd. Primjer proračunatih vrijednosti požarnog opterećenja pojedinačnih objekata unutar jednog proizvodnog sektora u tehnologiji prerade čeličnih poluproizvoda, predstavljen je u tabeli 1, [2].

*Tabela 1: Primjer požarnog opterećenja pojedinačnih objekata [2]*

Red .br.	Objekat	Površina prostorije, $\text{m}^2$	Požarno opterećenje, $\text{MJ/m}^2$	Konstruktivski sistem objekta
1	Hala	3200	50	Čelik, beton cigla
2	Radionica bravara	30	200	Čelik, beton cigla
3	Pultevi	100	600	Čelik, beton cigla
4	Uljna stanica	320	1200	Armirani beton
5	Hidraulična stanica	30	5000	Armirani beton
6	Magacin elektro-mašinske opreme	200	300	Beton, cigle, čelična konstrukcija, aluminijski limovi

7	Skladište tehničkih plinova	30	4000	Beton, cigle, čelična konstrukcija
8	Transformatorska stanica	55	300	Beton, cigle, čelična konstrukcija

### 3. RAZVRSTAVANJE UGROŽENOSTI OD POŽARA PREMA KATEGORIJAMA

Ugroženost neke zgrade ili objekta od požara može se definisati kao vjerovatnoća izbijanja požara na tom građevinskom objektu u datim okolnostima. Ta vjerovatnoća zavisi od mnogih faktora kao što su lokacija, dispozicija i građevinske karakteristike objekta, tehničko-tehnološke karakteristike proizvodnog procesa koji se odvija u objektu i vrsta postrojenja na kojima se taj proces obavlja, veličina prisutnog požarnog opterećenja i sl.. Stepen otpornosti nekog objekta prema požaru definisan je građevinskim karakteristikama, odnosno stvarnom vatrootpornošću pojedinih građevinskih elemenata u satima. Stepen otpornosti nekog objekta prema požaru utvrđuje se standardom JUS U.J1.240, (odnosno HRN U.J1.240) dok kategorija tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara u sebi sadrži tehničko-tehnološke karakteristike proizvodnog procesa. Ugroženost objekta od požara može se uopšteno definisati prema slijedećoj tabeli 2.

Tabela 2: Kategorija tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara [2]

Stepen otpornosti objekta prema požaru	KATEGORIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PREMA UGROŽENOSTI OD POŽARA				
	K1	K2	K3	K4	K5
I – bez otpornosti	srednja	visoka	vrlo visoka	-	-
II - mali	mala	srednja	visoka	vrlo visoka	-
III - srednji	vrlo mala	mala	srednja	visoka	vrlo visoka
IV - veliki	-	vrlo mala	mala	srednja	visoka
V – vrlo veliki	-	-	vrlo mala	mala	srednja

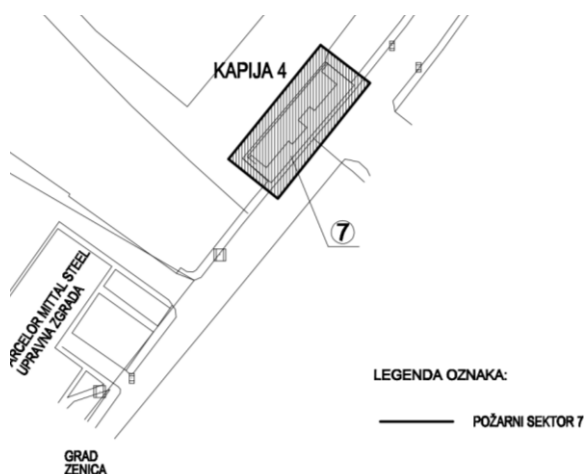
Pri ocjeni stepena ugroženosti od požara koristi se gornja tabela uz određena odstupanja, zavisno od položaja objekta u odnosu na druge objekte uz uvažavanje činjenice da je u objektu instalisan automatski sistem za dojavu

požara. U odnosu na tabelu 1, i predstavljene objekte, dat je stepen ugroženosti objekata od požara prema stepenu otpornosti prema požaru i kategoriji tehnološkog procesa, predstavljenih u tabeli 3 [2].

*Tabela 3: Stepen ugroženosti od požara prema stepenu otpornosti prema požaru i kategoriji tehnološkog procesa*

Red. br.	Objekat	Stepen otpornosti prema požaru	Kategorija tehnološkog procesa	Stepen ugroženosti od požara
1	Hala	V	K4	mali
2	Radionica bravara	III	K3	srednji
3	Pulteви	III	K3	srednji
4	Uljna stanica	II	K3	vrlo visok
5	Hidraulična stanica	II	K3	vrlo visok
6	Magacin elektro-mašinske opreme	V	K4	mali
7	Skladište tehničkih plinova	II	K3	vrlo visok
8	Transformatorska stanica	III	K3	srednji

Definisanjem požarnih sektora, slika 1., saglasno propisima koji su određeni zakonskim aktima i standardima te pravilima u tehničkoj praksi nastoji se što brže i tačnije lokalizirati nastali požar ali i spriječiti njegovo širenje unutar građevinskog objekta.



*Slika 1: Prikaz primjera požarnog sektora [3]*

Aktivna protupožarna zaštita se odnosi na sve sisteme i elemente kojima se na tehnički način opremaju požarni sektori. Zaštita se provodi kroz hidrantske mreže, vatrogasne aparate, sisteme vatrodojave i sprinklere. Ova kategorija se smatra “opremom” požarnih sektora. Zavisno od zahtjeva postavljenih zakonskom regulativom ovi sistemi su obavezni kao aktivna građevinska preventivna zaštita.

#### **4. SAVREMENI STABILNI SISTEMI ZA GAŠENJE POŽARA**

Prema odgovarajućim preporukama koje važe za prostore u jednom tehnološkom procesu potrebno je izvršiti izbor sistema za automatsko gašenje požara kod svih stanica. Razvoj sistema za gašenje požara s automatskim djelovanjem povezan je s opštim tehnološkim razvojem u kojem gašenje požara neizvodivo bez upotrebe stabilnih sistema za gašenje požara.

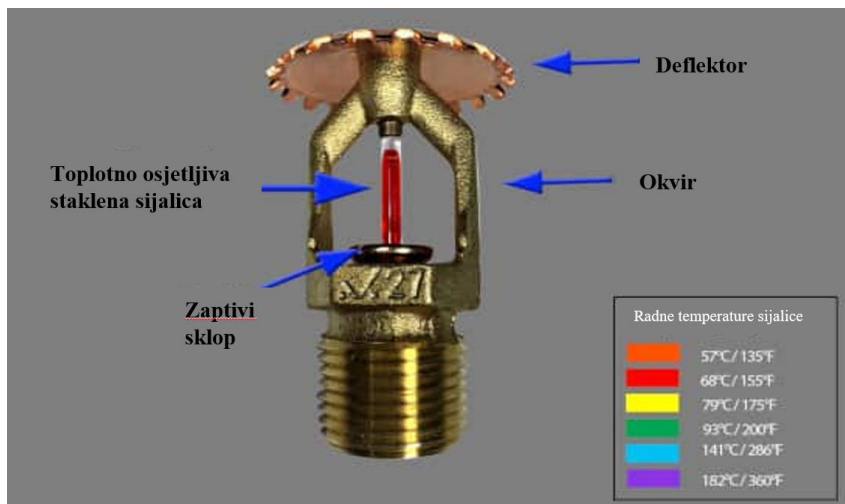
Od stabilnih sistema za gašenje požara s automatskim radom najviše se upotrebljavaju sistemi za gašenje sa CO<sub>2</sub> i sistemi za gašenje vodom (sprinkler).

##### *Stabilni sistemi za gašenje ugljičnim dioksidom*

Stabilni sistemi za gašenje ugljičnim dioksidom (CO<sub>2</sub>) primjenjuju se za zaštitu savremenih tehnoloških procesa u industriji i energetskih objekata. CO<sub>2</sub> je plin, 1,5 puta teži od zraka, a požar gasi istiskivanjem zraka iz požarom zahvaćenog prostora. Na taj način se smanjuje koncentracija kisika oko zapaljenog materijala. Nedostatak ovog sistema je što je za gašenje u šticeanom prostoru potrebno ostvariti koncentracije veće od koncentracija koje su opasne za ljudski život.

##### *Stabilni sistemi za gašenje požara tipa sprinkler*

To su sistemi za gašenje raspršenom vodom. U zaštiti od požara najviše se primjenjuju od svih stabilnih sistema. Postoji više sprinkler uređaja, koji se upotrebljavaju zavisno od okolnih uslova. Za gašenje upotrebljavaju vodu koja se raspršena upućuje na mjesto nastanka požara sprinklerskim mlaznicama, slika 2, a postoje i uređaji koji upotrebljavaju pjenu [4].



Slika 2: Komponente vatrogasne prskalice Sprinkler [5]

Gotovo sve vatrogasne prskalice sastoje se od istih komponenti: brtveni sklop koji sprječava isticanje vode, element osjetljiv na toplotu koji omogućuje protok vode na određenoj temperaturi, deflektor koji učinkovito distribuira vodu i okvir. Vatrogasne prskalice imaju dijelove osjetljive na toplotu ili staklenu sijalicu ili topljivu kariku, koja se aktivira na određenoj temperaturi.

Kada glava prskalice ima staklenu sijalicu obično sadrži tečnost na bazi glicerina. Kada zrak oko prskalice dostigne određenu temperaturu, (često 68 °C ili 93 °C), tečnost se širi i uzrokuje lom stakla, a voda ističe teče prema deflektoru, koji je raspršuje po prostoriji.

Vatrogasne prskalice sa topljivim karikama zamjenjuju sijalicu sa metalnim komponentama pričvršćenim za prskalicu legurom osjetljivom na toplotu. Povišene temperature uzrokuju topljenje legure, te oslobađaju glavu prskalice i aktiviraju prskalicu. Temperaturne vrijednosti za sijalice za raspršivanje variraju. Temperaturna vrijednost prskalice je temperatura pri kojoj će se raspršivač aktivirati, i obično se kreću od 38°C do 343°C. Ove ocjene se mogu identificirati prema boji tečnosti unutar sijalice, navedene u tabeli 4, u slučaju prskalice sa staklenim sijalicama.

Tabela 4: Karakteristike sistema gašenja tipa Sprinkler, NFPA (2019), [5]

Maksimalna temperatura plafona, °C	Temperaturni raspon, °C	Klasifikacija prema temperaturi	Boja koda	Boja svjetiljke
38	57-77	Obično	Bezbojno ili crno	Narandasto ili crveno
66	79-107	Srednje	Bijelo	Žuto ili zeleno
107	121-149	Visoko	Plavo	Plavo
149	163-191	Ekstra visoko	Crveno	Ljubičasta
191	204-246	Veoma ekstra visoko	Zeleno	Crno
246	260-302	Ultra visoko	Narandasto	Crno
329	343	Ultra visoko	Narandasto	Crno

Izbor sistema za gašenje, odnosno aparata i količina sredstava za gašenje, koji se koriste za zaštitu građevina/prostora, opreme i uređaj vrši se uz sagledavanje požarnog opterećenja. Tačnije, koriste se gdje je rizik nastanka požara povećan, a požarno opterećenje je srednje ili visoko, tj. u vrlo kratkom roku se očekuje nastanak požara većeg obima.

## 5. ZAKLJUČCI

Sagledavanja požarnog opterećenja tehnološkog procesa po obimu i složenosti se mijenja od industrije do industrije. Najveći problemi javljaju se u onim postrojenjima gdje se upotrebljavaju zapaljive tečnosti i plinovi, određene čvrste organske materije i slično, tj. tamo gdje je izraženo požarno opterećenje.

Prema stepenu otpornosti prema požaru i kategoriji tehnološkog procesa, a posebno za slučaj srednjeg ili visokog požarno opterećenje predviđeni su savremeni stabilni sistemi za gašenje, npr. tipa sprinkler, koje daju visoku učinkovitost i nisu opasne po okolinu i ljude.

Prema proračunu za stepen otpornosti prema požaru, provedenom unutar proizvodnog sektora u tehnologiji prerade čeličnih poluproizvoda, dobijene su vrijednosti da najveći stepen ugroženosti od požara imaju: Skladište tehničkih plinova, Uljna stanica i Hidraulična stanica, što se i očekivalo s obzirom na stepen zapaljivost i eksplozivnost materija koje se nalaze u njima.



## LITERATURA

1. <https://www.qrfs.com/blog/61-fire-sprinkler-head-types-pendants-uprights-sidewalls-and-concealed/> [pristup:septembar 2021.)
2. [http://vtsns.edu.rs › uploads › 2019/03 › 3.- pozar...](http://vtsns.edu.rs/uploads/2019/03/3.-pozar...)
3. L. Kolak, L., (2019). Uređaji i oprema za dojavu i gašenje požara, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, [https://repozitorij.vuka.hr › object › PDF › view](https://repozitorij.vuka.hr/object/PDF/view)
4. Plan zaštite od požara Arcelor Mittal Zenica, Department Valjaonice: Zenica, februar 2008.
5. Požarni put, Elaborat zaštite od požara, 2007. Dokumentacija Arcelor Mittal Zenica.