

ФАКТОР **САГОРЕВАЊА** И ЊЕГОВА ПРИМЕНА У ПРОЦЕНИ ОТПОРНОСТИ НА **ПОЖАР**

др Иван АРАНЂЕЛОВИЋ

Бранислав ГАЈИЋ

Филип Јекић

Универзитет у Београду – Машински факултет



Procesing '22 1–3. jun 2022, Beograd

Сажетак и кључне речи

Сажетак. Група немачких техничких стандарда DIN 18230 даје једну од најважнијих методологија за одређивање класе ватроотпорности грађевинских конструкција. У овом раду биће објашњено одређивање фактора сагоревања горивих материјала, који је значајан параметар у прорачуну ватроотпорности дефинисаном стандардом DIN 18230.

Кључне речи: фактор сагоревања; специфично пожарно оптерећење; степен отпорности конструкције грађевинског објекта према пожару, DIN 18230.



Законска регулатива - почеци

Правилник о ускладиштењу и чувању калцијум - карбида и манипулисању калцијум – карбидом, Службени лист СФРЈ 9/1962 и 25/1969

Правилник о заштити на раду и о техничким мерама за развијаче ацетилена и ацетиленске станице, Службени лист СФРЈ 6/67, 29/67 и 27/69

SRPS U.J1.030:1976 - Заштита од пожара. Пожарно оптерећење

SRPS U.J1.240:1981 - Заштита од пожара у грађевинарству. Степен отпорности зграде према пожару. (данас је важећа верзија из 1995.)



Законска регулатива - складишта

Правилник о техничким нормативима за складишта запаљивих и опасних материја, Службени лист СФРЈ, бр. 14/80 и 9/81.

Правилник о техничким нормативима за заштиту складишта од пожара и експлозија, Службени лист СФРЈ 24/1987



Законска регулатива – остали индустријски објекти

SRPS TP19:1997 - Техничка препорука за грађевинске техничке мере заштите од пожара индустријских објеката. Београд. Савезни завод за стандардизацију 1997.

SRPS U.J1.054:1997 –Заштита од пожара у грађевинарству – Одређивање фактора сагоревања m горивих грађевинских материјала. Београд. Савезни завод за стандардизацију 1997.

Правилник о техничким нормативима за заштиту индустријских објеката од пожара. Београд. Службени гласник Републике Србије бр. 1/2018.



Немачки технички стандарди DIN 18 230

DIN 18 230:2010-09, Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer, Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2010.

DIN 18 230:1999-01, Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 2: Ermittlung des Abbrandverhaltens von Materialien in Lageranordnung - Werte für den Abbrandfaktor m , Berlin. Deutsches Institut für Normung, 1999.

DIN 18 230:2002-08, Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 3: Rechenwerte, Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2002.

DIN 18 230:2015-09, Baulicher Brandschutz im Industriebau — Teil 4: Brandsimulation, Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2015.



Немачки технички стандарди DIN 18 230

1950 – Гелингер – металне конструкције

1959 – Бое

1964 – Халпап

- Halpaap, W. (1979). *Der Weg der DIN 18 230 - Rückblick und Ausblick.*,
Часопис Schaden prisma бр. 4, стр. 57-66.



Ограничења у примени

- индустријске објекте који служе само за монтажу техничких постројења, а које лица обилазе само повремено ради одржавања и контроле;
- индустријске објекте који су отворени (као нпр. наткривена спољна постројења и сл.);
- индустријске објекте, односно постројења за производњу и/или дистрибуцију енергије;
- регална складишта (висина складиштења већа од 9 m);
- силосе;
- делове индустријских објеката намењене за администрацију ако су одвојени у посебан пожарни сектор



Параметри **неопходни** за прорачун

| <i>рбр</i> | <i>Параметар</i> | <i>Ознака</i> | <i>Јединица мере</i> |
|------------|------------------------------------|----------------|---------------------------|
| 1. | Прорачунско пожарно оптерећење | R | kW·h/m ² |
| 2. | Фактор сагоревања | m _i | - |
| 3. | Комбинована допунска вредност | ψ _i | - |
| 4. | Еквивалентно време трајања пожара | t _a | Min |
| 5. | Фактор прерачунавања | C | min·m ² / kW·h |
| 6. | Фактор одвођења топлоте | ω | - |
| 7. | Сигурносна допунска вредност | γ | - |
| 8. | Додатна вредност | α _L | - |
| 9. | Отпорност грађевинске конструкције | erf tF | min |



Прорачунска отпорност конструкције

$$\text{erf } t_F = t_a \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

Еквивалентно време трајања пожара

$$t_a = q_r \cdot c \cdot \omega$$



Захтевано време отпорности према пожару

| <i>Pбр</i> | <i>erf t_F [min]</i> | <i>Време отпорности конструкције према пожару</i> | <i>Класа</i> |
|------------|--------------------------------|---|--------------|
| 1. | 15 | без захтева | - |
| 2. | 15 – 30 | 30 min | F30 |
| 3. | 30 – 60 | 60 min | F60 |
| 4. | 60 – 90 | 90 min | F90 |
| 5. | 90 - 120 | 120 min | F120 |



Прорачунско пожарно оптерећење

$$q_r = \sum_i \frac{M_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{S}$$

q_r – прорачунско пожарно оптерећење у $\text{kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2$, M_i – маса материјала у kg ,

H_i – доња топлотна моћ материје у $\text{kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$, S – површина основе у m^2 ,

m_i – фактор сагоревања, ψ_i – комбинована допунска вредност, i - индекс елементарне јединице.



Фактор сагоревања

$$m_i = k \cdot \frac{Z}{Z_r} e^{0,4 \cdot \left(\frac{t}{t_r} - 1\right)}$$

Z доња топлотна моћ узорка, Z_r доња топлотна моћ референтног узорка

t време достизања максималне температуре узорка

t_r време достизања максималне температуре референтног узорка.

