



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

SIGURNOST U SLUČAJU POŽARA

Ivica Boko, Neno Torić, Slobodan Blanuša

Prof. dr. sc. Ivica Boko, dipl.ing.građ., Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split
Izv.prof.dr.sc. Neno Torić, dipl.ing.građ., Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split
Slobodan Blanuša, dipl. ing. građ., Aspalathosoft d.o.o., Split

SIGURNOST U SLUČAJU POŽARA

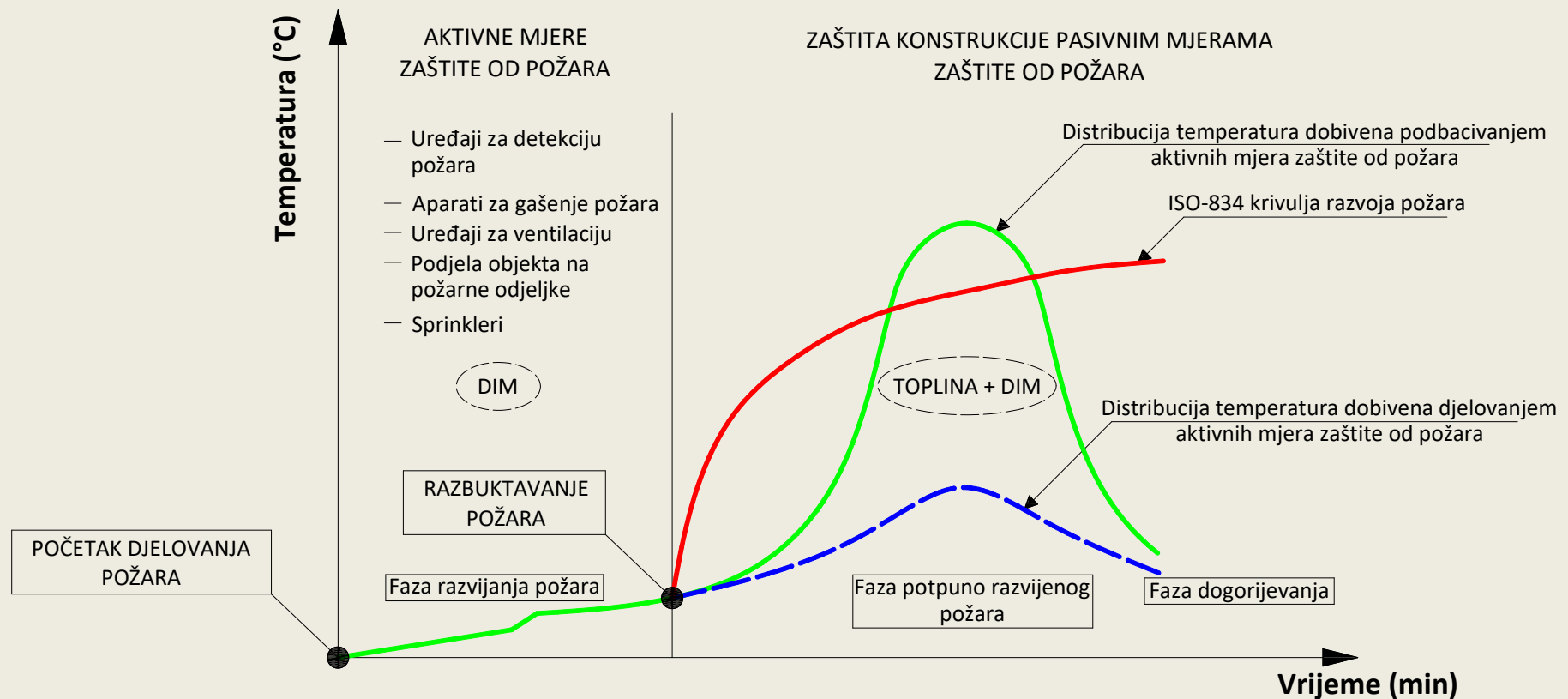
U radu je za odabrani industrijski objekt - skladišnu čeličnu halu, provedena analiza djelovanja različitih slučajeva realnog požara.

Simulacija je obuhvatila nekoliko različitih požarnih opterećenja s različitim količinama zapaljivog materijala i različitim podnim površinama građevine prekrivenim zapaljivim materijalom.

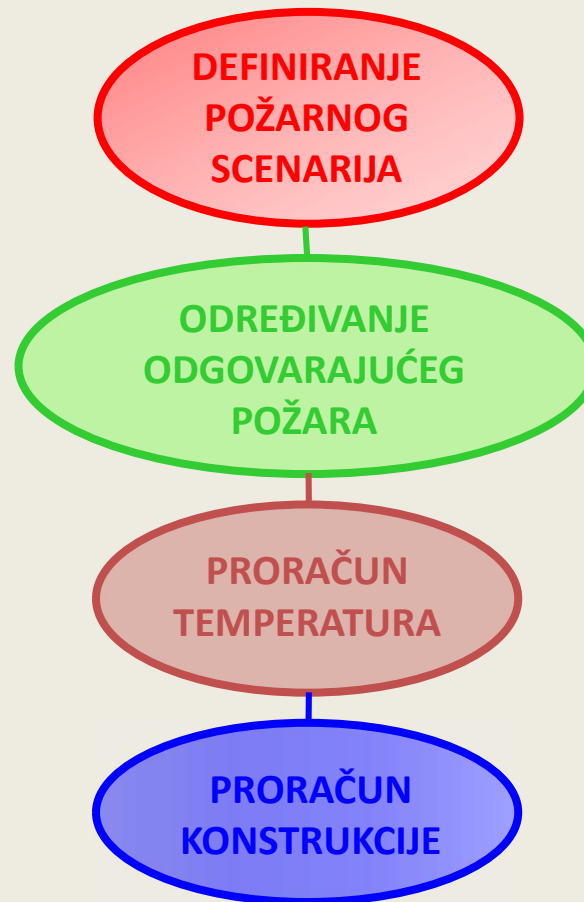
Primjenom modela zona, baziranog na aproksimativnoj formulaciji, za različita požarna opterećenja variranjem površine ventilacijskih otvora dobivene su temperaturne krivulje u funkciji vremena, koje su korištene kao temperaturno djelovanje na nosivu čeličnu konstrukciju.



OSNOVNE KARAKTERISTIKE POŽARA U ZATVORENOM PROSTORU



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

HRN EN 1991-1-2: 2012/Ispr.1:2014

Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002/AC:2013)

**DEFINIRANJE
POŽARNOG
SCENARIJA**

HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012

Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru --
Nacionalni dodatak



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Kao primjer uzeta je skladišna hala dimenzija: 40.0x60.0x7.5 m. Obrađeno je više različitih primjera realnog požarnog opterećenja variranjem sljedećih parametara: mase goriva po jediničnoj površini, površine poda prekrivene gorivom i površine otvora.

- Masa goriva po jediničnoj površini varirana je s vrijednostima:
 - M1 - 35 kg/m² (napunjene poštanske torbe visine 1.9 m),
 - M2 - 70 kg/m² (PE tuš kabine pakirane u kartonske kutije visine 2.5 m),
 - M3 - 105 kg/m² (PE boce u kartonskim kutijama visine 2.2 m).
- Površina poda prekrivena gorivom varirana je s vrijednostima:
 - S1 - 5% površine poda objekta,
 - S2 - 10% površine poda objekta,
 - S3 - 20% površine poda objekta,
 - S4 - 30% površine poda objekta.



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

- Površina otvora hale varirana je s vrijednostima:
 - O1 - 1% površine zidova i krova,
 - O2 - 5% površine zidova i krova,
 - O3 - 10% površine zidova i krova.



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

HRN EN 1991-1-2: 2012/Ispr.1:2014

Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002/AC:2013)

**ODREĐIVANJE
ODGOVARAJUĆEG
POŽARA**

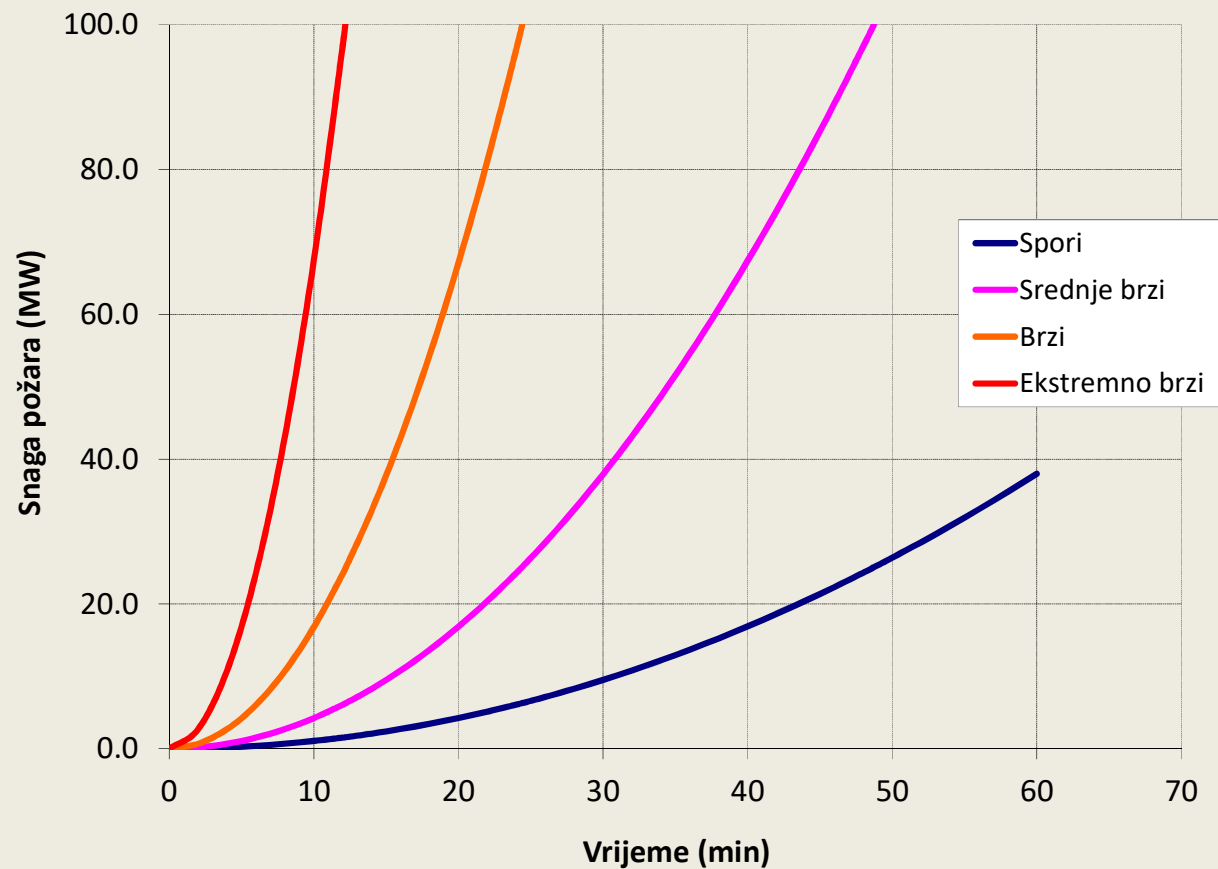
HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012

Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru --
Nacionalni dodatak



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Prikaz različitih grupa požara:



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

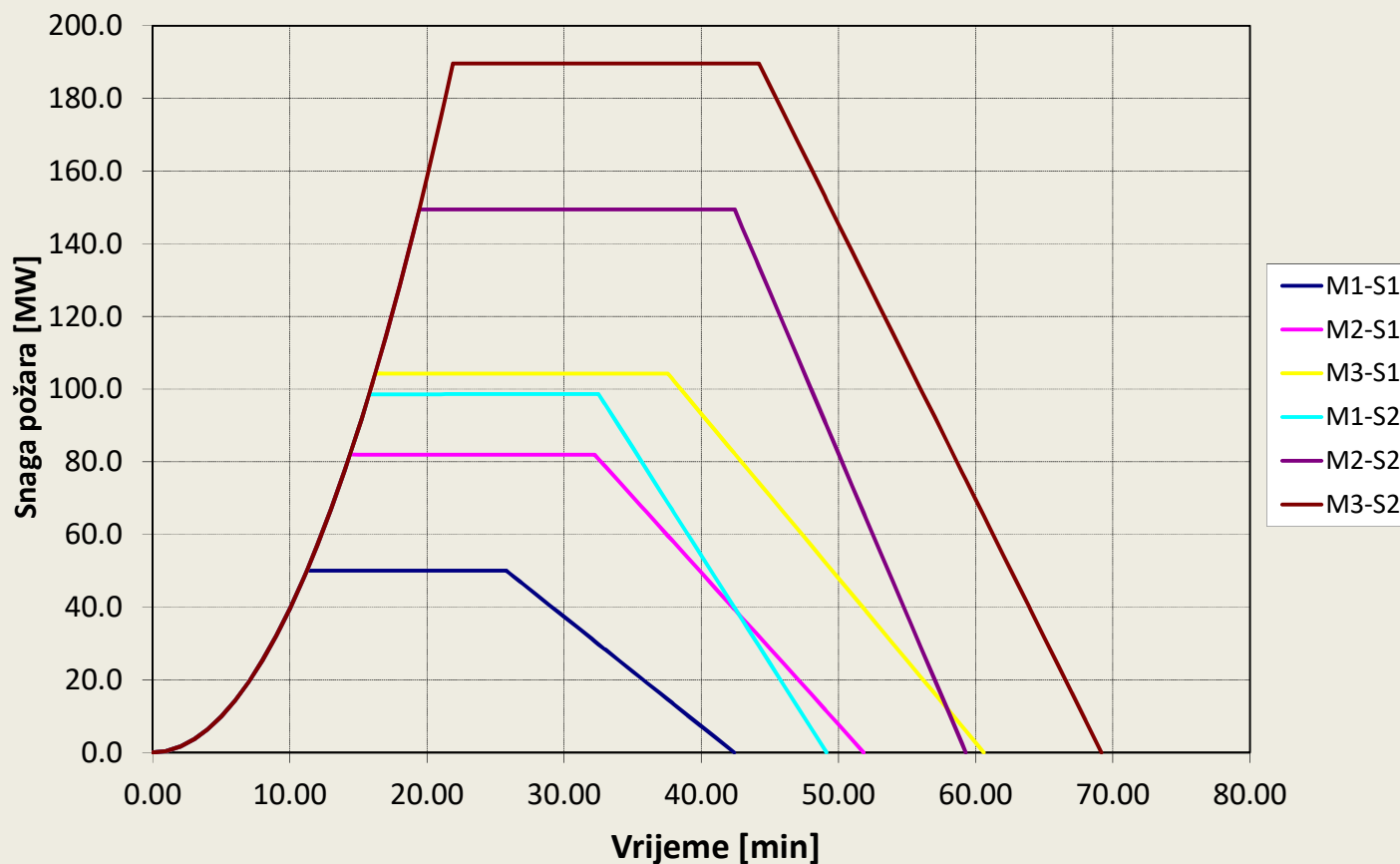
Vrijednosti trajanja pojedine faze požara:

Slučajevi realnog požarnog opterećenja	Gustoća požarnog opterećenja [MJ/m ²]	Snaga potpuno razvijenog požara [kW/m ²]	Trajanje faze razvoja požara [min]	Trajanje potpuno razvijenog požara [min]	Trajanje faze dogorijevanja požara [min]
M1-S1	665	442	11.24	14.54	16.62
M2-S1	1330	684	14.39	17.83	19.62
M3-S1	1995	867	16.23	21.33	23.03
M1-S2	665	412	15.78	16.73	16.62
M2-S2	1330	623	19.43	18.42	21.42
M3-S2	1995	790	21.88	22.20	25.18

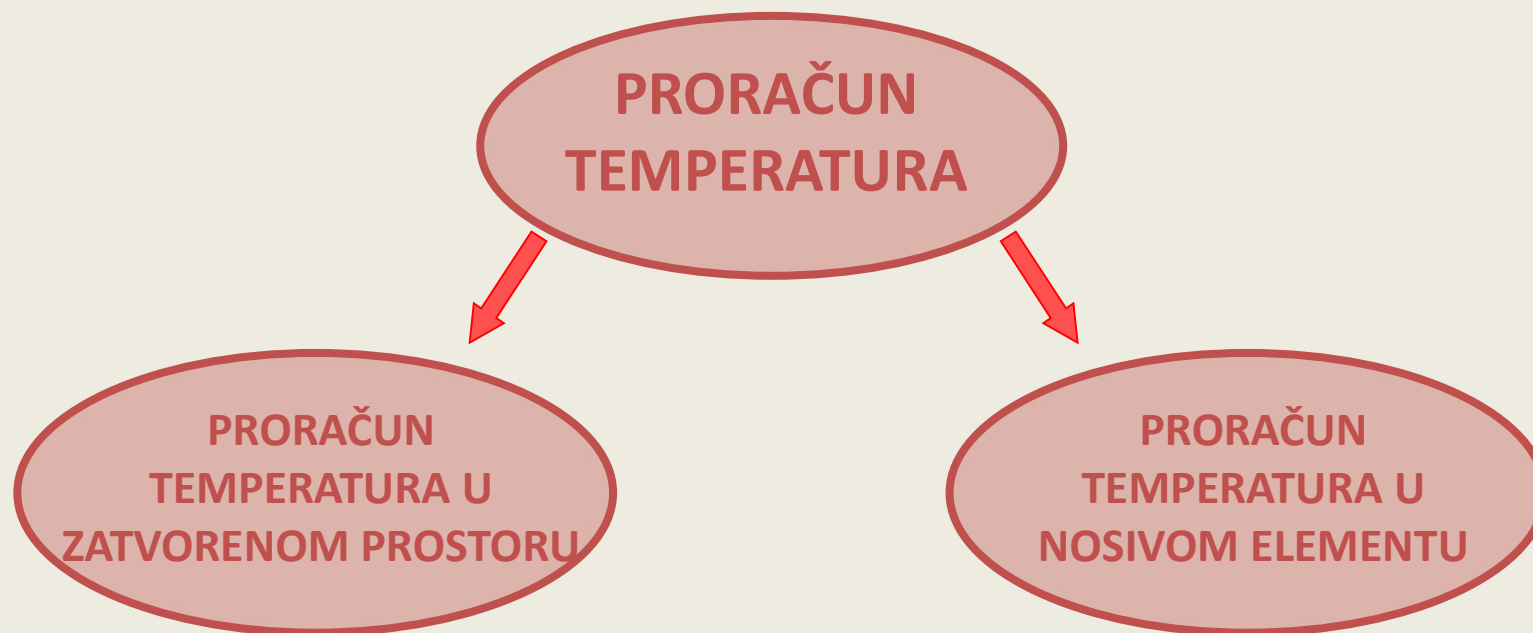


DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Prikaz modela snaga požara – vrijeme za pojedine slučajeve realnog požarnog opterećenja prema izrazima: $Q = \alpha_R \cdot t^2$ i $t = 126 \cdot f^{0,48}$ [s]



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA



HRN EN 1991-1-2

HRN EN 1992-1-2 - Projektiranje betonskih konstrukcija

HRN EN 1993-1-2 - Projektiranje čeličnih konstrukcija

**HRN EN 1994-1-2 - Projektiranje spregnutih čelično-
betonskih konstrukcija**

HRN EN 1995-1-2 - Projektiranje drvenih konstrukcija

HRN EN 1996-1-2 - Projektiranje zidanih konstrukcija

HRN EN 1999-1-2 - Projektiranje aluminijskih konstrukcija



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Proračun toplinskih djelovanja uslijed pojave požara može se provoditi na dva načina koristeći:

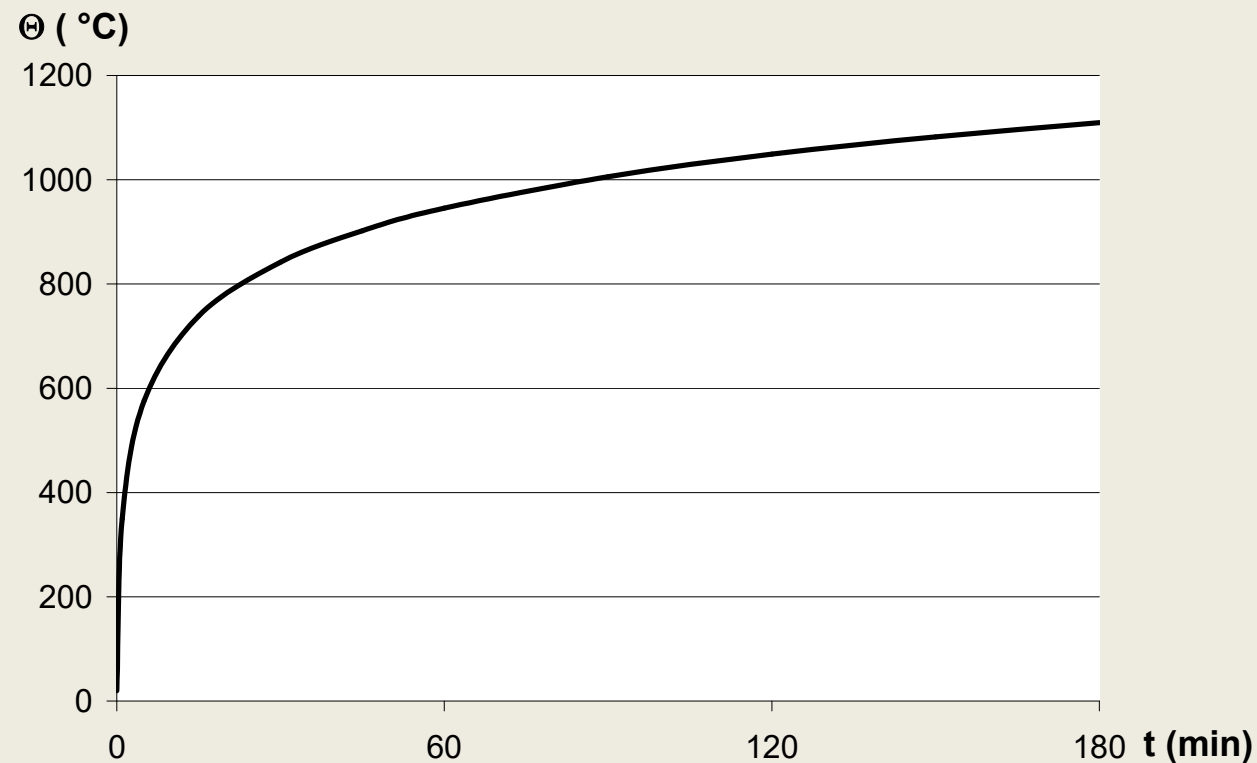
- nazivne krivulje temperatura – vrijeme (krivulje definirane izrazima),
- parametarske krivulje temperatura – vrijeme (krivulje dobivene primjenom fizikalnih modela), odnosno dokazivanje nosivosti računskim modelima.

**PRORAČUN
TEMPERATURA U
ZATVORENOM
PROSTORU**



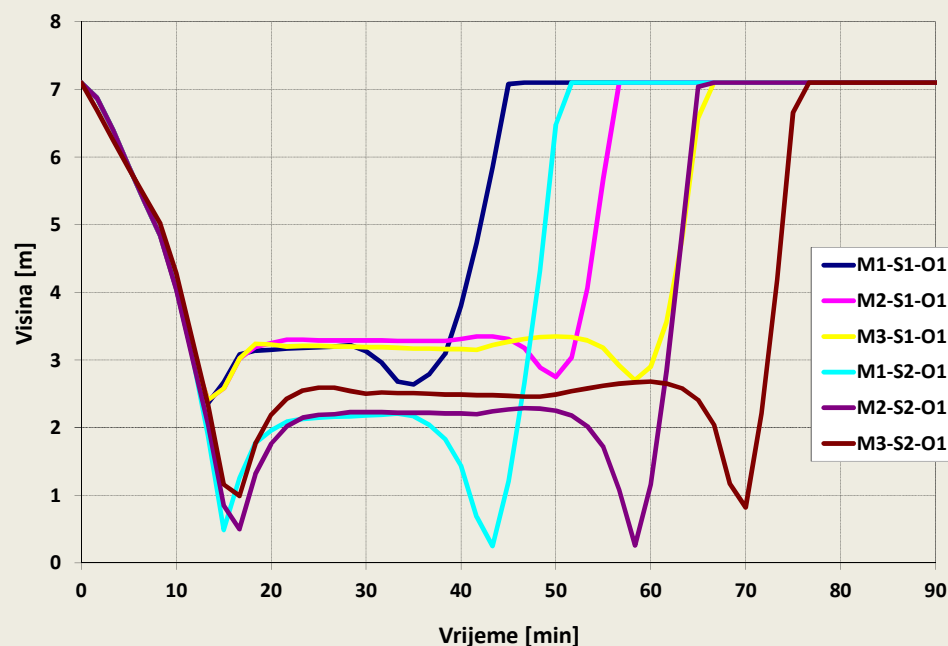
DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Normirana krivulja temperatura-vrijeme (Krivulja standardnog požara)

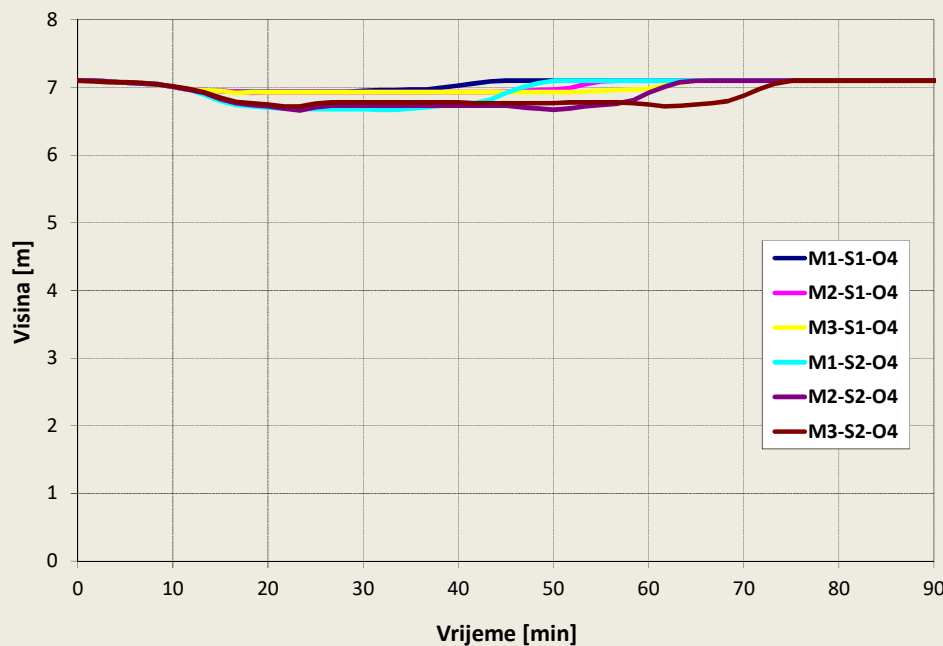


DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

Karakteristični rezultati dobiveni primjenom **modela zona**, baziranog na aproksimativnoj formulaciji prikazani su na sljedećim grafikonima:



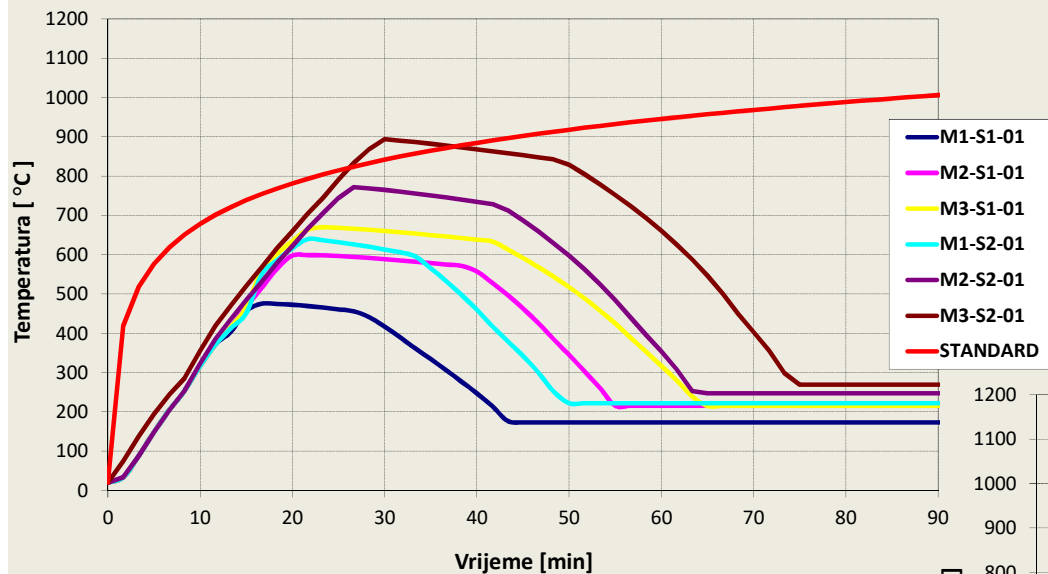
Visina donje zone – vrijeme za površinu otvora 1%



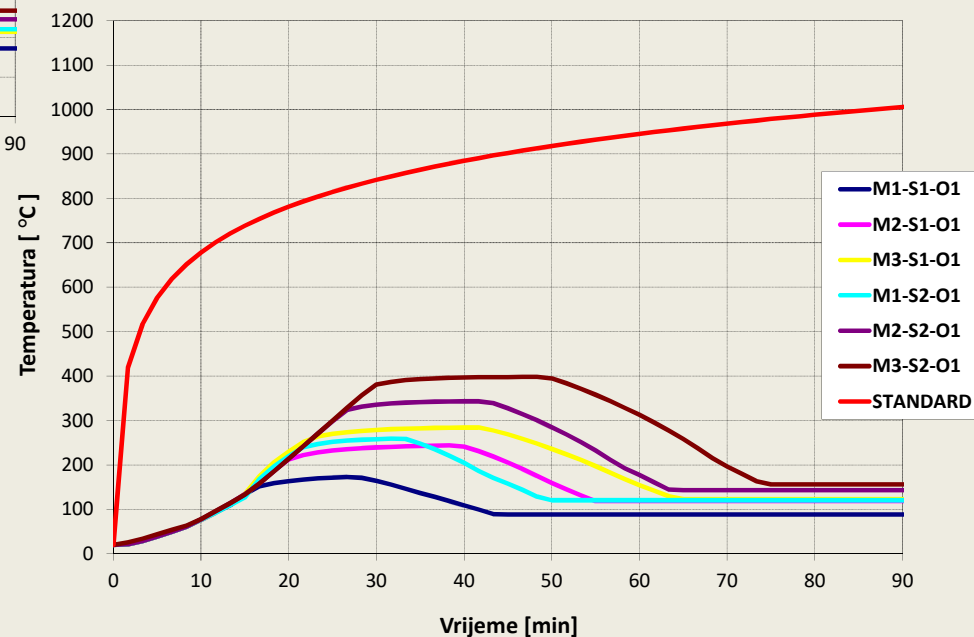
Visina donje zone – vrijeme za površinu otvora 10%



DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA



Temperatura gornje zone – vrijeme za $r = 0.0$ m



Temperatura gornje zone – vrijeme za $r = 14.0$ m

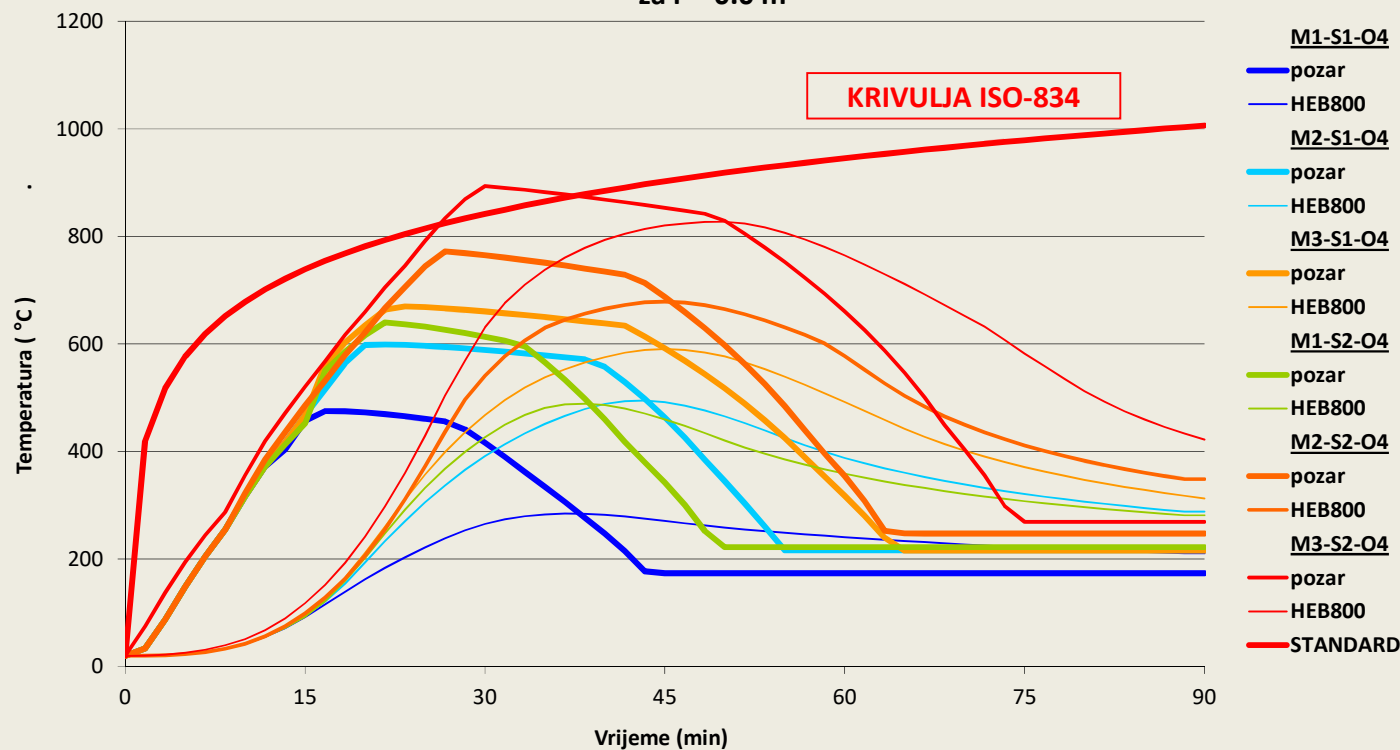


DJELOVANJE POŽARA KAO IZVANREDNOG DJELOVANJA

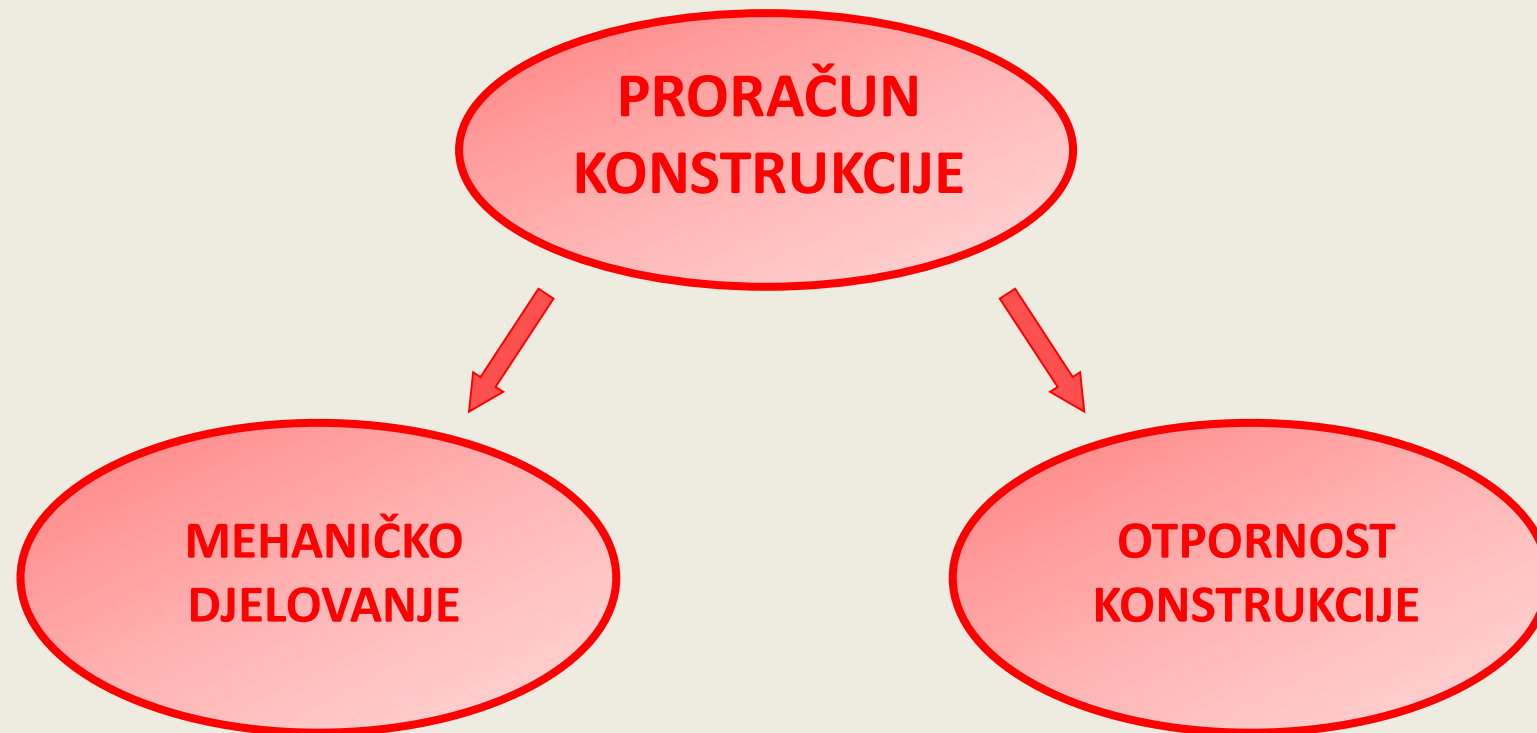
MODEL NESTACIONARNOG NELINEARNOG PROVOĐENJA TOPLINE KROZ OSNOVNI
MATERIJAL ČELIČNE KONSTRUKCIJE

KRIVULJA TEMPERATURA - VRIJEME
za $r = 0.0$ m

PRORAČUN
TEMPERATURA U
NOSIVOM
ELEMENTU



PRORAČUN KONSTRUKCIJE

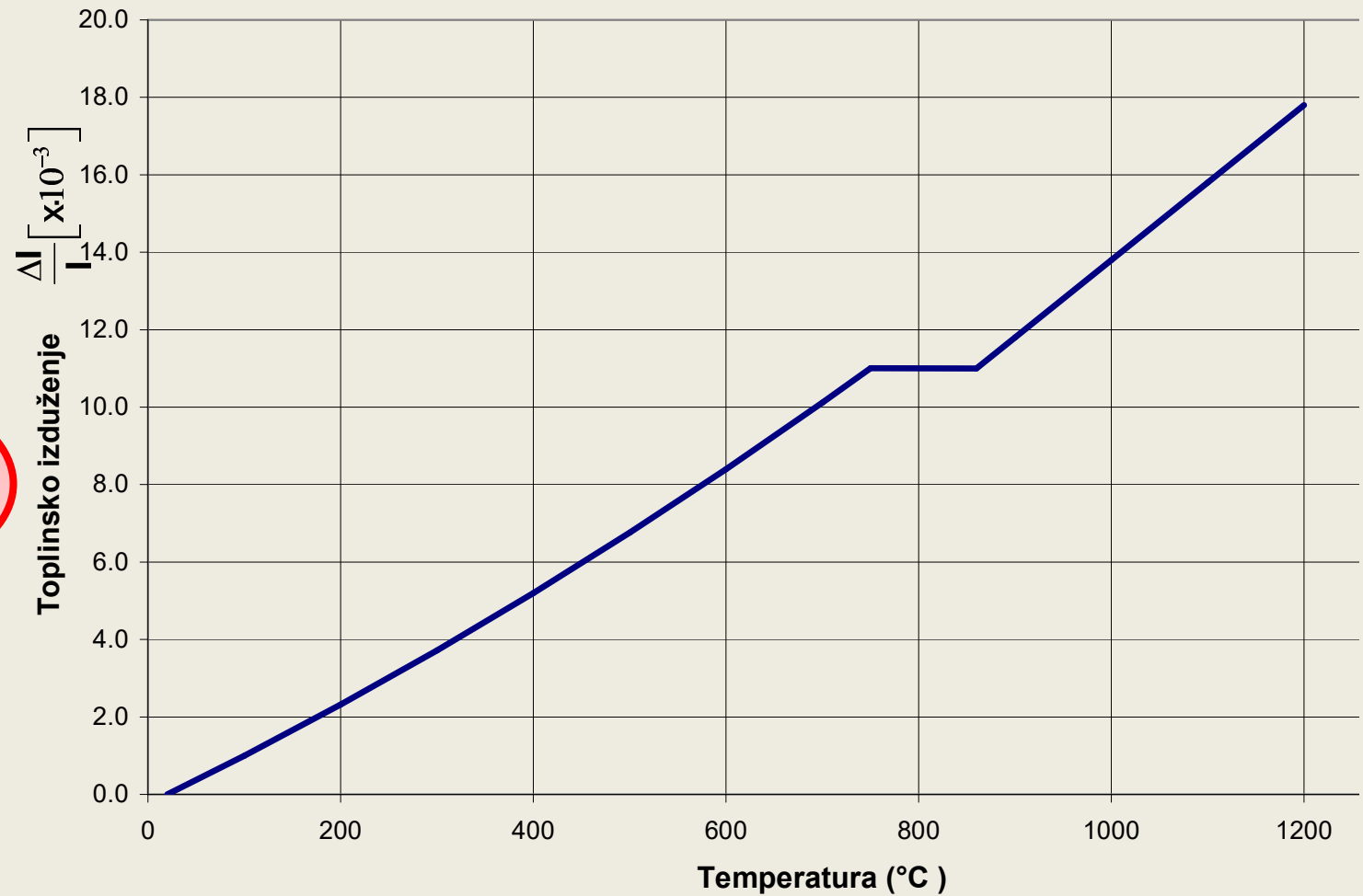


$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ ili } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$\frac{R_k}{\gamma_{R,fi}}$$



PRORAČUN KONSTRUKCIJE

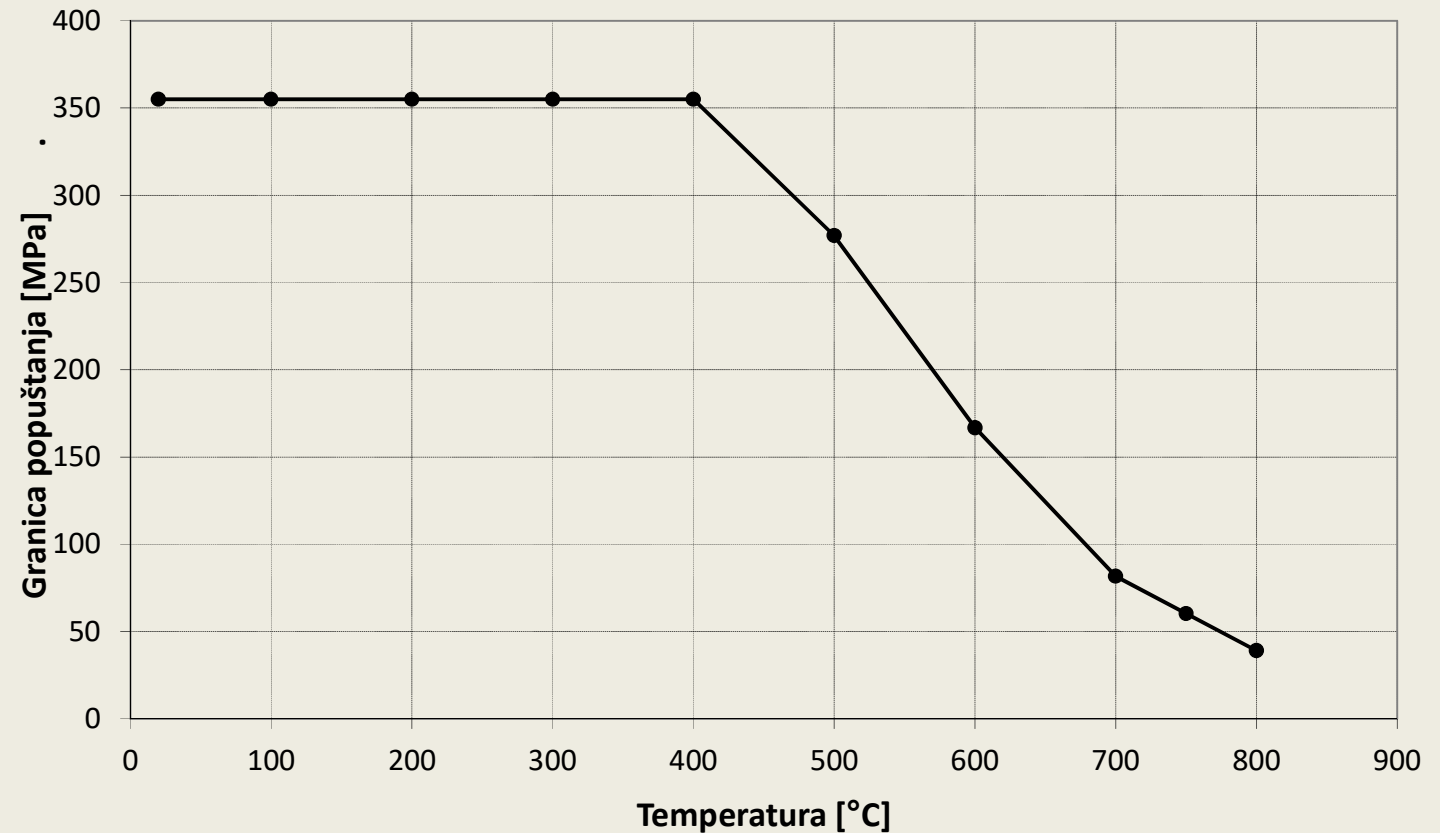


MEHANIČKO
DJELOVANJE



PRORAČUN KONSTRUKCIJE

**OTPORNOST
KONSTRUKCIJE**

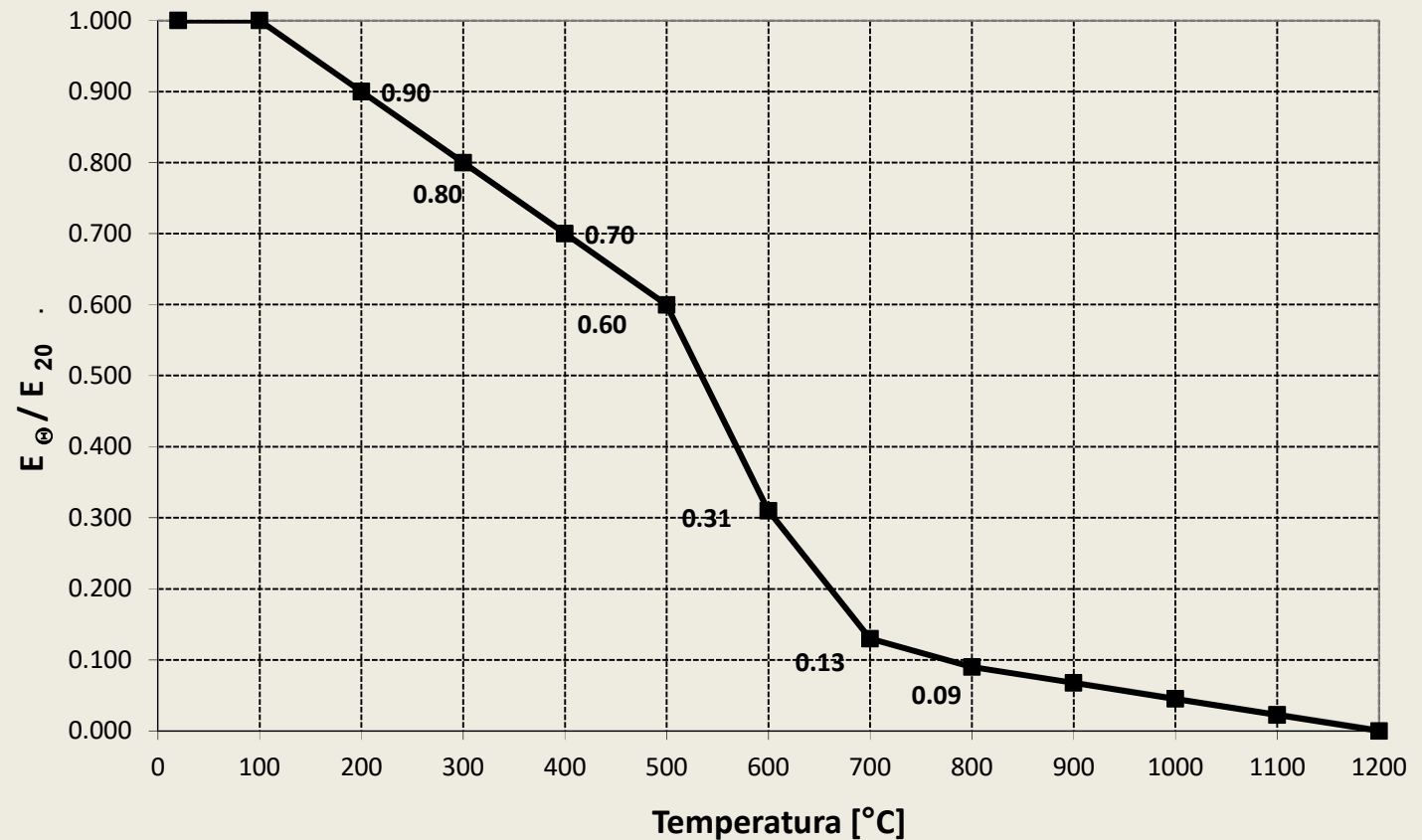


Dijagram redukcije granice popuštanja čelika na određenim razinama temperature



PRORAČUN KONSTRUKCIJE

**OTPORNOST
KONSTRUKCIJE**

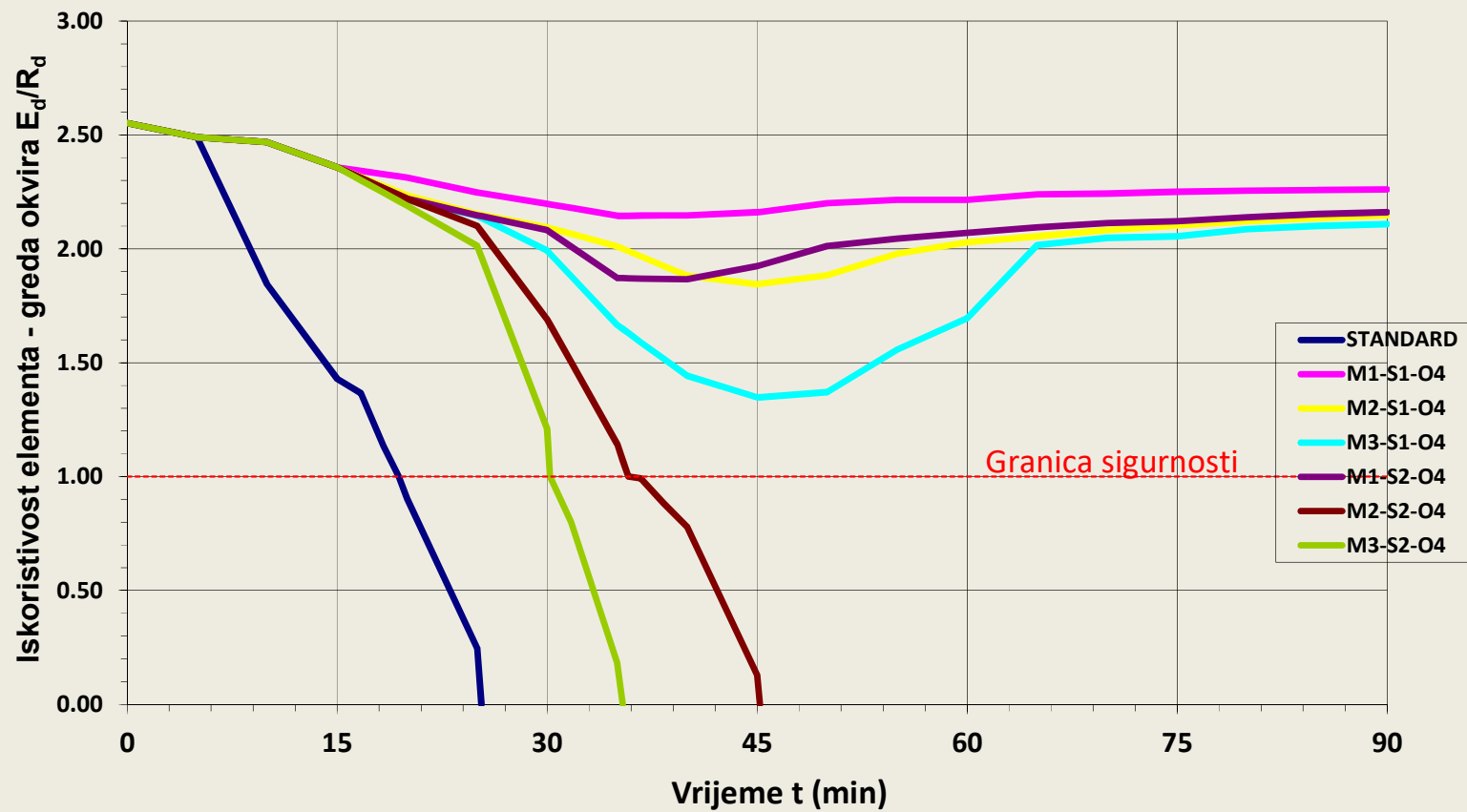


Dijagram redukcije modula elastičnosti čelika na određenim razinama temperature



PRORAČUN KONSTRUKCIJE

ISKORISTIVOST ELEMENTA - KRAJNJE GRANIČNO STANJE



ZAHVALJUJEM NA PAŽNJI

