

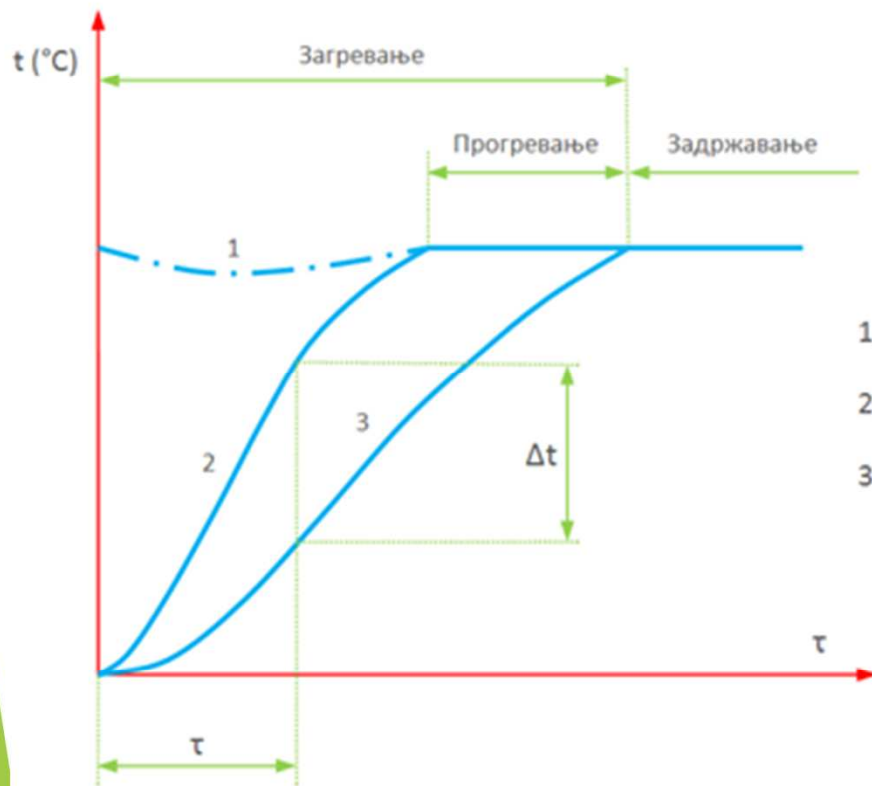
Vežbe 1 Termička Obrada

Određivanje vremena zagrevanja/hlađenja

Materijali u Inženjerstvu

Profesor: Pal Terek
Asistenti:
Marko Zagoričnik (MI 13b)
Zoran Bobić

Proces zagrevanja



1 - linija promene temperature peći

2 - linija promene temperature na površini komada

3 - linija promene temperature u jezgru komada

Proces zagrevanja(hlađenja)

- ▶ Prenos toplote se odvija spontano sa tela veće temperature na telo niže temperature
- ▶ Vreme zagrevanja zavisi od nekoliko faktora:
 - Vrsta materijala
 - Dimenzija i oblik komada
 - Način zagrevanja
 - Temperatura komada i okoline
- ▶ Da bi zadaci mogli da se reše mora postojati samo jedna nepoznata vrednost



Formule za rešavanje zadataka

► $\theta = \frac{t - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}}$

θ -temperaturni kriterijum

t -tražena temperatura

t_{ok} -temperatura okoline

t_0 -početna temperatura

► $B_i = \frac{\alpha}{\lambda} X$

B_i -biov kriterijum

α -Koefficient prenosa toplote

λ -toplotna provodljivost

X -karakteristična dimenzija

► $F_o = \frac{\lambda \tau}{c \rho X^2}$

F_o -furijev kriterijum

τ -vreme zagrevanja/hlađenja

c -specifična toplota

ρ -gustina

Postupak rešavanja zadatka

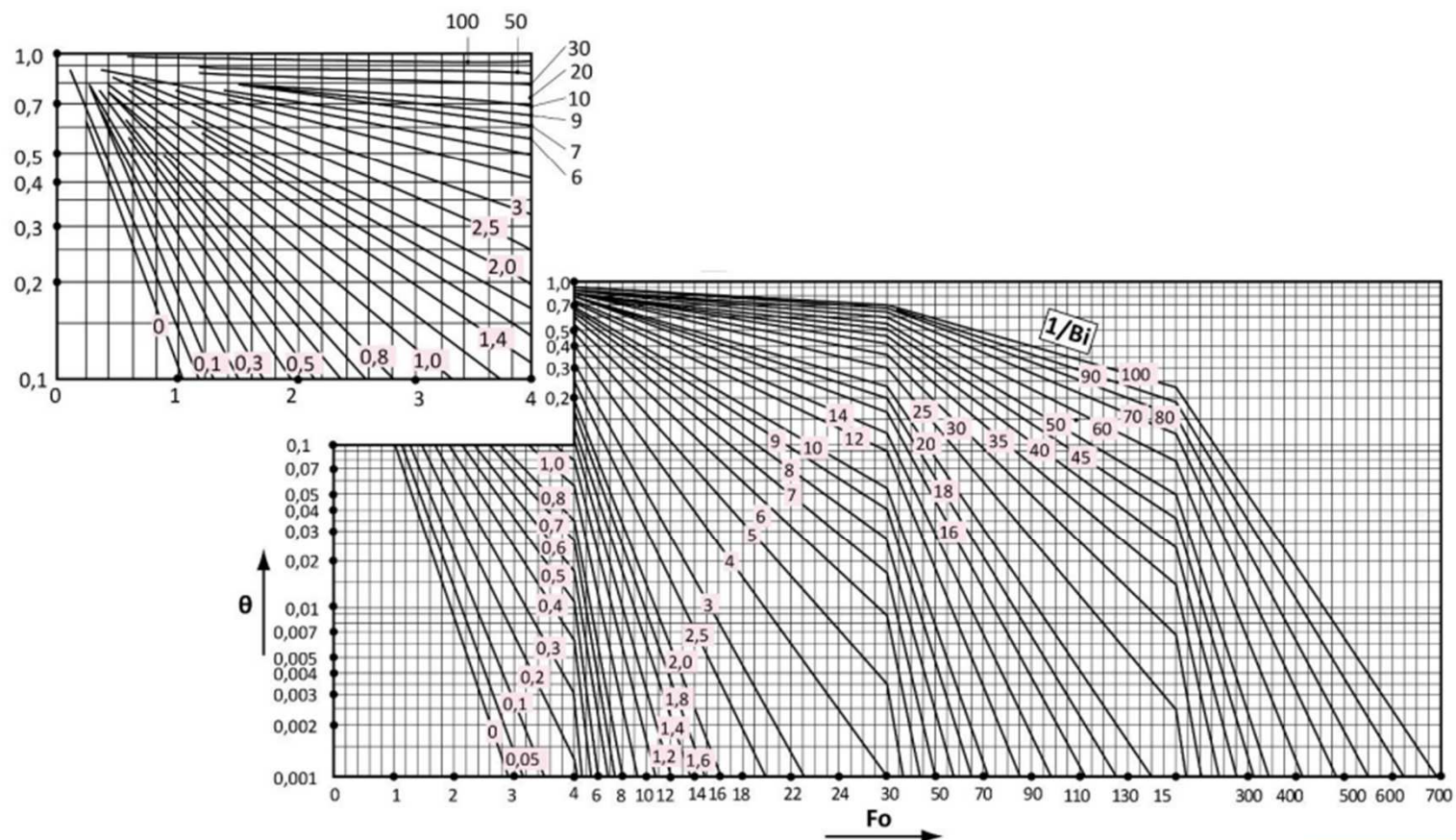
Prethodna tri kriterijuma(θ, B_i, F_o) su međusobno povezana dijagramom temperaturne funkcije(sledeći slajd), i znajući dva, može se odrediti treći(nepoznati) kriterijum.

Iz ovoga sledi da je u svakom zadatku nepoznat samo jedan parametar.(vreme ili temperatura komada)

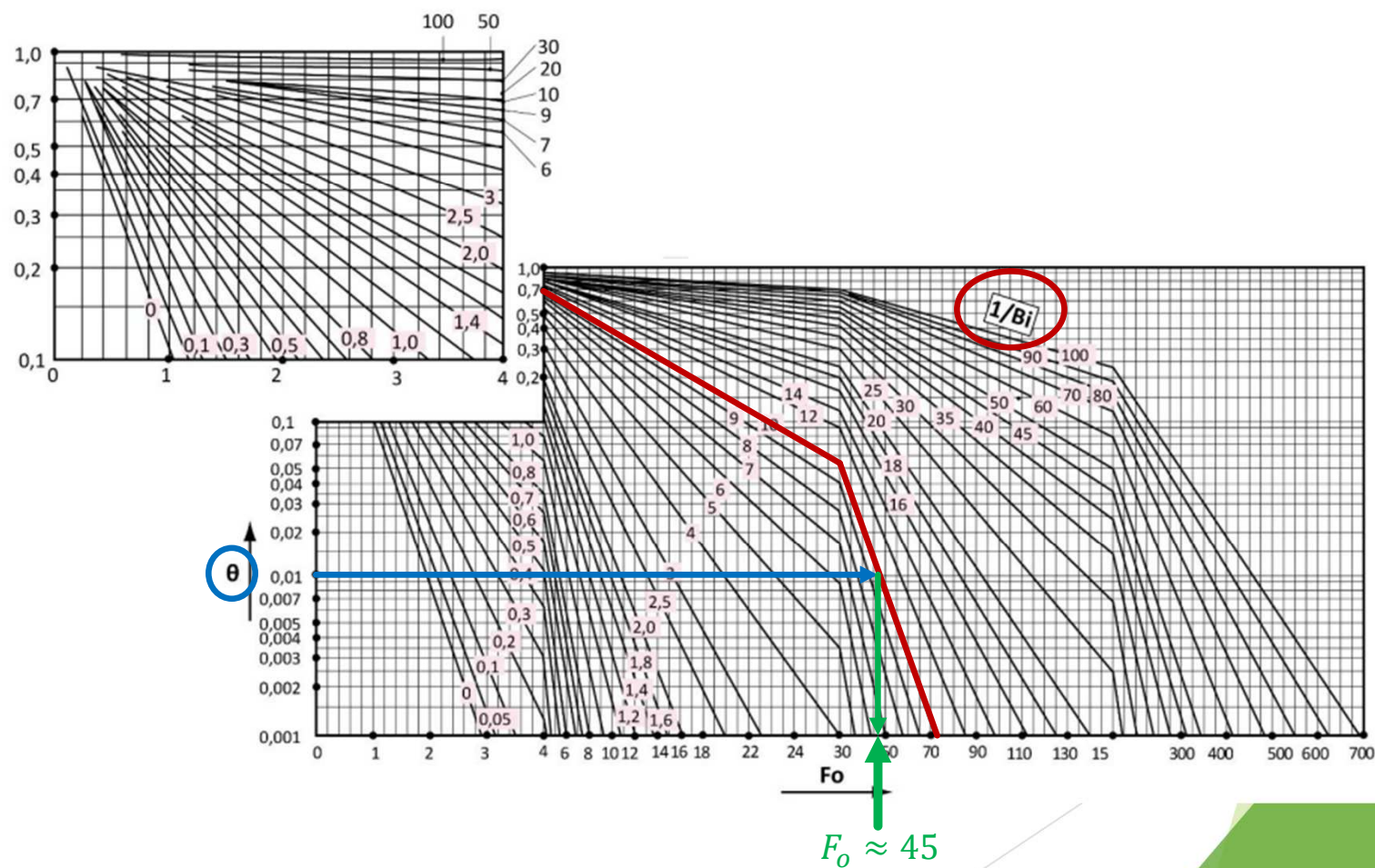
Zadaci se rešavaju izračunavanjem dva od tri kriterijuma(θ, B_i, F_o), i očitavanjem trećeg sa dijagrama.

Nakon toga, vrednost kriterijuma se uvrštava u njegovu formulu i računa se traženi parametar(vreme ili temperatura komada)

Dijagram temperaturne funkcije za ploču



Primer korišćenja dijagrama



Prvi primer zadatka

Radni predmet od čelika C60 dimenzija $\varnothing 100 \times 300 \text{ mm}$ se zagreva sa temperature od 20°C na 600°C u peći temperature 625°C .

Odrediti vreme zagrevanja(τ) ako su dati sledeći podaci:

- $\alpha = 120 \text{ W/m}^2\text{C}$
 - $\lambda = 42 \text{ W/mC}$
 - $c = 522 \text{ J/KgC}$
 - $\rho = 7814 \text{ Kg/m}^3$
- Iz teksta zadatka možemo da usvojimo sledeće:
 - $t = 600^\circ \text{C}$
 - $t_0 = 20^\circ \text{C}$
 - $t_{ok} = 625^\circ \text{C}$
 - $X = 100/2 = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}$

Rešavanje zadatka

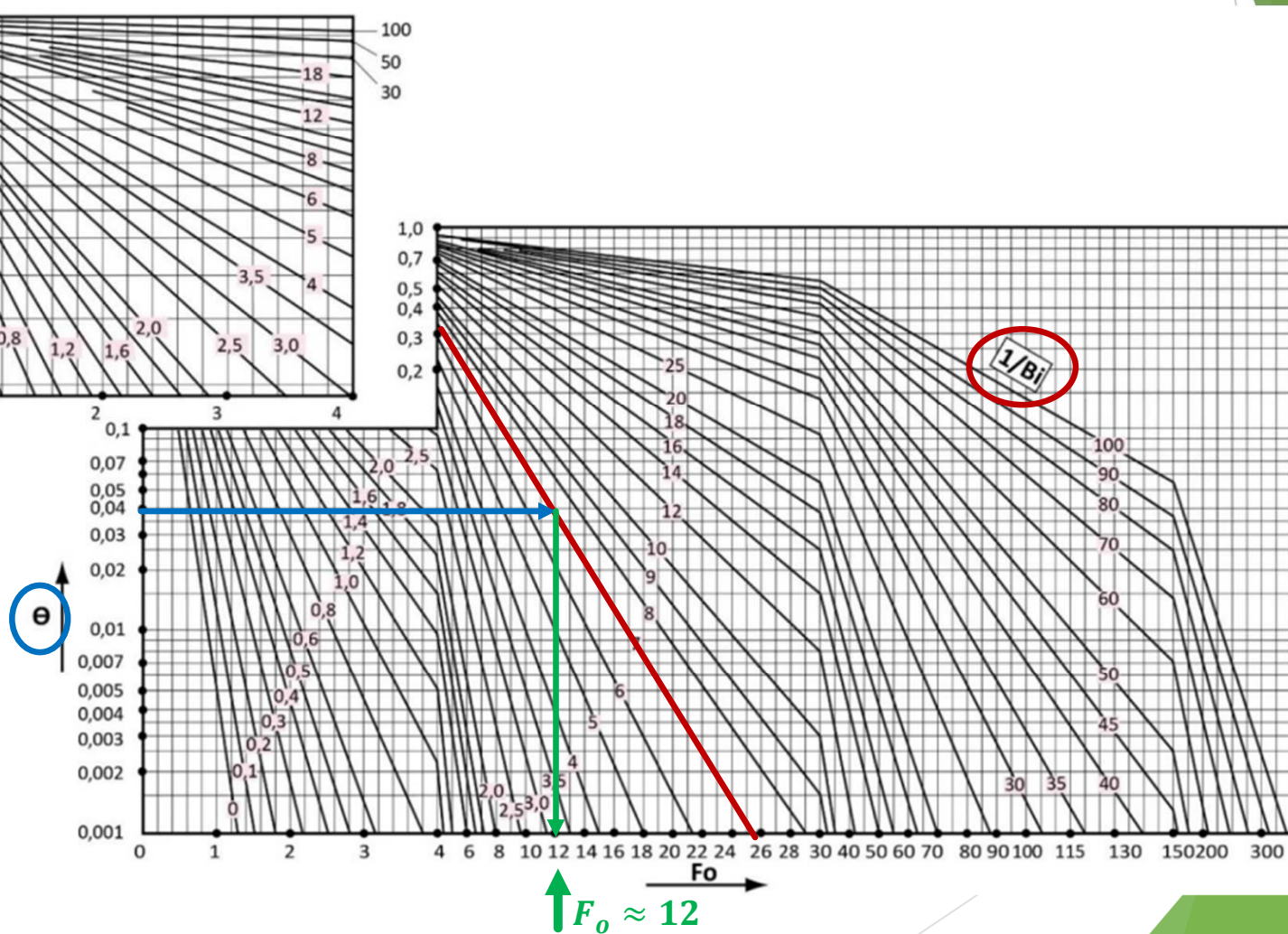
- Prvo se izračunaju vrednosti kriterijuma za koje imamo podatke

$$B_i = \frac{\alpha}{\lambda} X = \frac{120}{42} 0.05 = 0.143 \qquad \frac{1}{B_i} = \frac{1}{0.143} = 7$$

$$\theta = \frac{t - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}} = \frac{600 - 625}{20 - 625} = \frac{-25}{-610} \approx 0.04$$

Sa ovim podacima možemo usvojiti vrednost Furijeovog kriterijuma iz dijagrama.

Određivanje furijeovog kriterijuma



Rešavanje zadatka

- Nakon određivanja Furijeovog kriterijuma, možemo izračunati vreme zagrevanja na sledeći način:

$$F_o = \frac{\lambda \tau}{c \rho X^2} \rightarrow \tau = \frac{F_o c \rho X^2}{\lambda}$$

$$\tau = \frac{12 \cdot 522 \cdot 7814 \cdot 0.05^2}{42} = 2913.5[s]$$

Drugi primer zadatka

Radni predmet od čelika 42CrMo4 dimenzija 50x200x200mm se hladi sa temperature od 800°C na vazduhu temperature 25°C.

Odrediti temperaturu komada(t) nakon 10 minuta ako su dati sledeći podaci:

- $\alpha = 126 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- $\lambda = 38 \text{ W/m°C}$
- $c = 546 \text{ J/Kg°C}$
- $\rho = 7819 \text{ Kg/m}^3$

- Iz teksta zadatka možemo da usvojimo sledeće:
 - $t = ?$
 - $t_0 = 800\text{°C}$
 - $t_{ok} = 25\text{°C}$
 - $X = 50/2 = 25\text{mm} = 0.025\text{m}$
 - $\tau = 10\text{min} = 600\text{s}$

Rešavanje zadatka

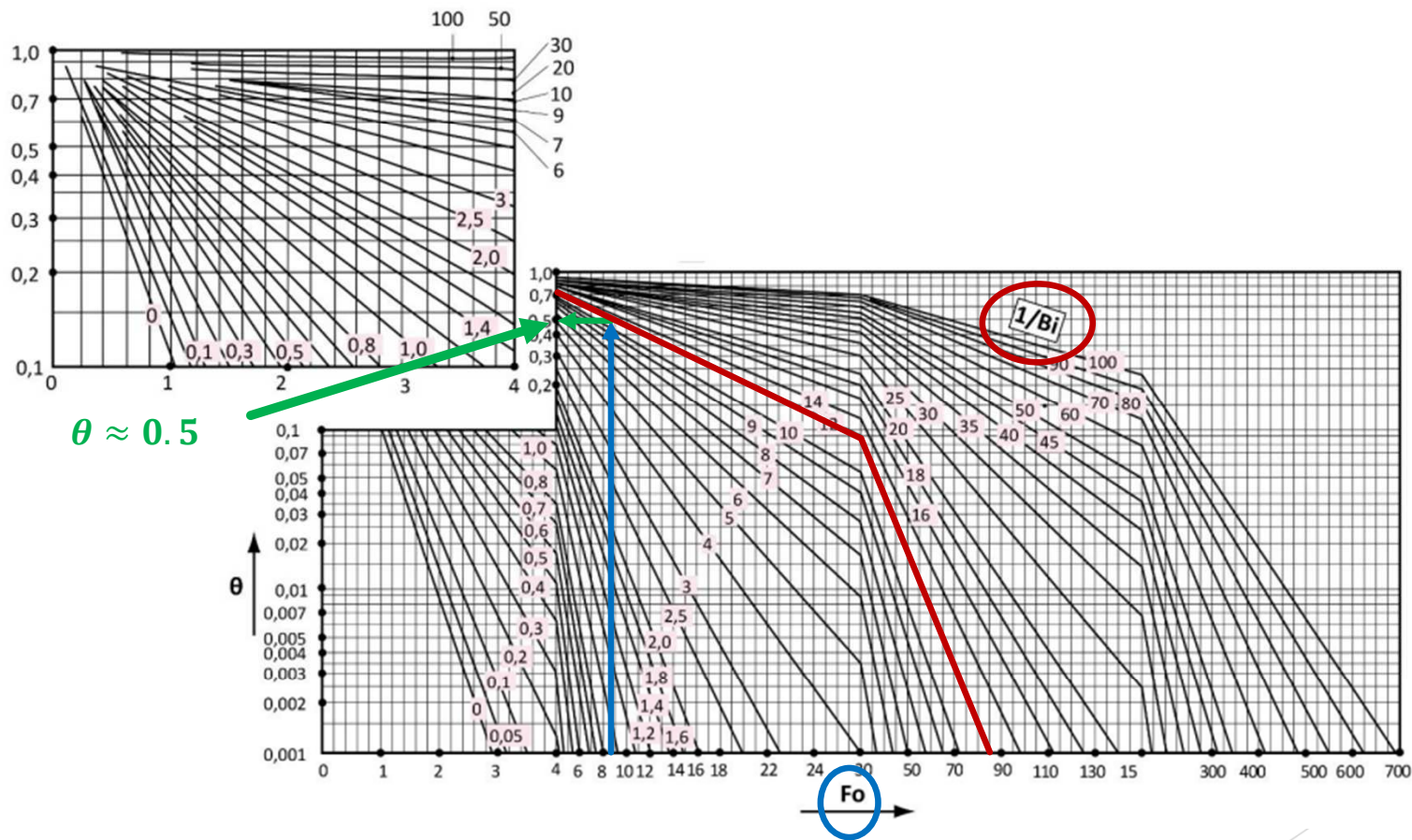
- Prvo se izračunaju vrednosti kriterijuma za koje imamo podatke

$$B_i = \frac{\alpha}{\lambda} X = \frac{126}{38} 0.025 = 0.083 \qquad \frac{1}{B_i} = \frac{1}{0.083} \approx 12$$

$$F_o = \frac{\lambda \tau}{c \rho X^2} = \frac{38 \cdot 600}{546 \cdot 7819 \cdot 0.025^2} \approx 8.5$$

Sa ovim podacima možemo usvojiti vrednost Temperaturnog kriterijuma iz dijagrama.

Određivanje temperaturnog kriterijuma



Rešavanje zadatka

- Nakon određivanja Temperaturnog kriterijuma, možemo izračunati temperaturu komada na sledeći način:

$$\theta = \frac{t - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}} \rightarrow t = \theta(t_0 - t_{ok}) + t_{ok}$$

$$t = 0.5(800 - 25) + 25 = 412.5^{\circ}\text{C}$$