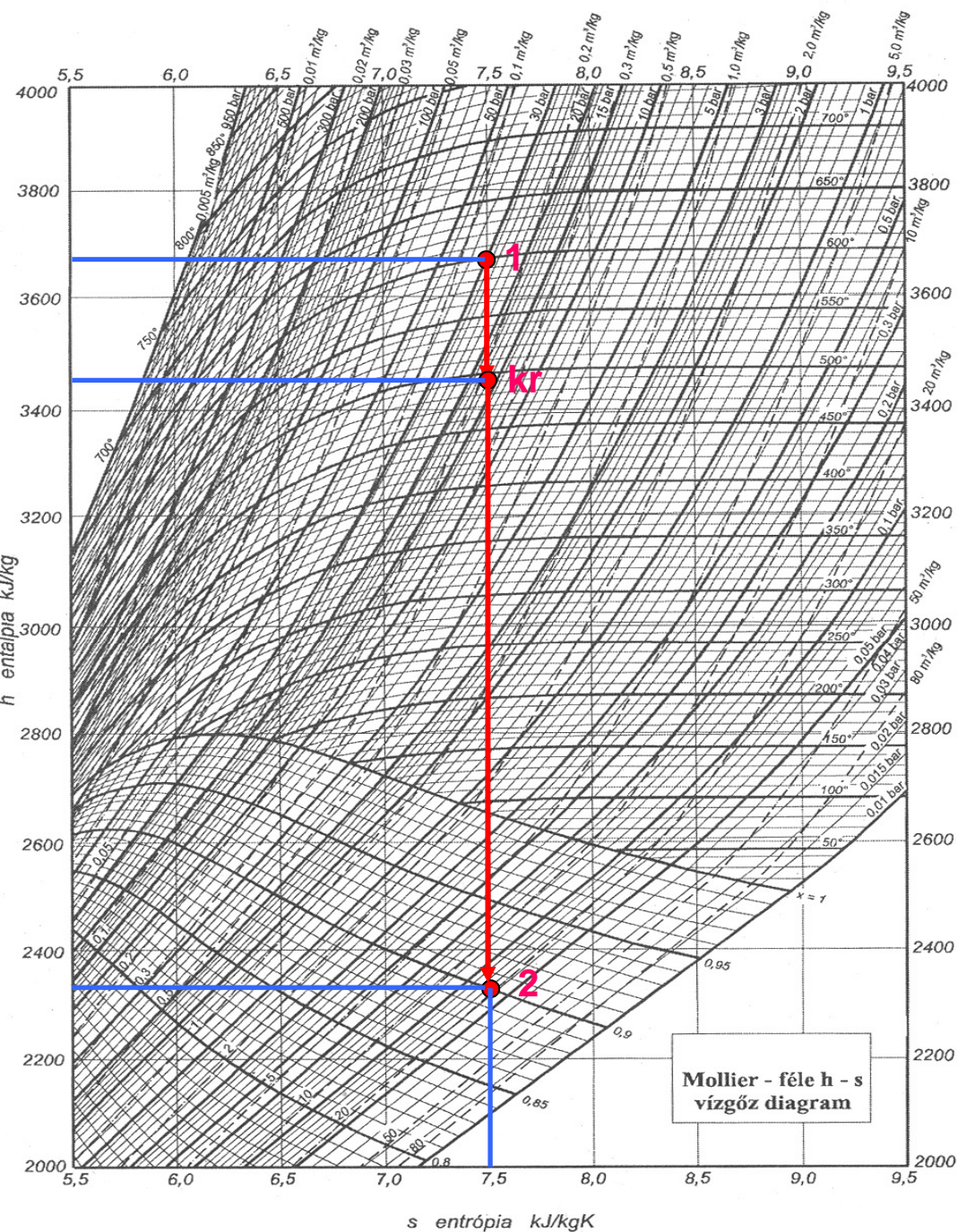


## FELADAT 7

### Gázok és gőzök kiömlése

Egy Laval-fúvóka gőzfogyasztása  $G_m = 15000$  kg/h. A fúvókába  $p_1 = 30$  bar nyomású és  $t_1 = 600$  °C hőmérsékletű gőz áramlik be. A gőz a fúvókában  $x_2 = 0,9$  fajlagos gőztartalomig expandál. Mekkora lesz a gőz sebessége a fúvóka legszűkebb keresztmetszetében, ahol a gőz nyomása kritikussá válik? Szükséges-e bővített (Laval) fúvókát alkalmazni? Ha igen, a fúvóka kúpszöge  $\gamma = 16^\circ$ . Határozza meg szükséges jellemzők.  $\beta_{kr} = 0,546$ ,  $\alpha = 1,06$ ,  $\delta = 0,666$ .

A kritikus nyomás:  $p_{kr} = \beta_{kr} \cdot p_1 = 0.546 \cdot 30 = 16,38$  bar



$$p_1 = 30 \text{ bar}$$

$$h_1 = 3675 \text{ kJ/kg}$$

$$t_1 = 600^\circ \text{C}$$

$$v_1 = 0,13 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_1 = 7,5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$p_{kr} = 16,38 \text{ bar}$$

$$h_{kr} = 3456 \text{ kJ/kg}$$

$$t_{kr} = 496^\circ \text{C}$$

$$v_{kr} = 0,21 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_{kr} = 7,5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$x_2 = 0,9$$

$$p_2 = 0,068 \text{ bar}$$

$$h_2 = 2325 \text{ kJ/kg}$$

$$t_2 = 38^\circ \text{C}$$

$$v_2 = 19,5 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_2 = 7,5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

A kritikus sebesség

$$c_{kr} = \alpha \sqrt{p_1 v_1} = 1,06 \cdot \sqrt{30 \cdot 10^5 \cdot 0,13} = 661,97 \text{ m/s}$$

Az  $A_{\min}$  keresztmetszet ill. az átmérő,  $d$ :

$$A_{\min} = \frac{G_m}{\delta \cdot \sqrt{\frac{p_1}{v_1}}} = \frac{15000}{3600 \cdot 0,666 \cdot \sqrt{\frac{30 \cdot 10^5}{0,13}}} = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A_{\min}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0013}{3,14}} \cdot 1000 = 41 \text{ mm}$$

A kilépő gőz sebessége:

$$c_2 = \sqrt{2(h_1 - h_2)} = \sqrt{2 \cdot 10^3 \cdot (3675 - 2325)} = 1643,17 \text{ m/s}$$

A fúvóka kilépő keresztmetszete és átmérője:

$$A_2 = \frac{G_m v_2}{c_2} = \frac{15000 \cdot 19,5}{3600 \cdot 1643,17} = 0,04945 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,04945}{3,14}} \cdot 1000 = 251 \text{ mm}$$

A Laval-cső hossza:

$$l = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{\text{tg} \frac{\gamma}{2}} = \frac{\frac{251}{2} - \frac{41}{2}}{\text{tg} \frac{8 \cdot 3,14}{180}} = 748,4 \text{ mm}$$