

PREZRAČEVANJE
RAČUNSKÉ VAJE Z REŠITVAMI

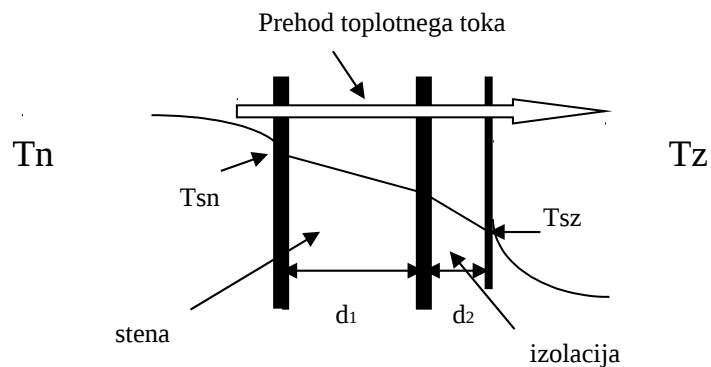
Predavatelj : dr. M. K.

18.10.2006

1. naloga (podobna naloga na strani 7 , 6 naloga)

Kakšna bo temperatura na stičišču med zunanjim delom opeke in izolacijo T_v , če imamo podatke :

$d_1 = 30 \text{ cm}$ (debelina zidu – opeke), $\lambda_1 = 0.6 \text{ W / m K}$ (toplotna prevodnost opeke),
 $d_2 = 7.5 \text{ cm}$ (debelina izolacije), $\lambda_2 = 0.04 \text{ W / m K}$ (toplotna prevodnost opeke),
 zunanja temperatura $T_z = -18 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura zunanje stene $T_{sz} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
 notranja temperatura $T_n = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura notranje stene $T_{sn} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$



Potek računanja :

$$q = \frac{T_{sn} - T_{sz}}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2}} = \frac{34 \text{ K}}{\frac{0.3 \text{ m}}{0.6 \text{ W/mK}} + \frac{0.075 \text{ m}}{0.04 \text{ W/mK}}} = 14.31 \text{ W/m}^2$$

1. način :

$$q = \frac{\Delta T}{\frac{d_1}{\lambda_1}} = \frac{T_{ns} - T_v}{\frac{0.3}{0.6}} \implies \frac{q \cdot 0.6}{0.3} = T_{ns} - T_v \implies$$

$$\implies T_v = T_n - \frac{14.31 \text{ W/m}^2 \cdot 0.3 \text{ m}}{0.6 \text{ m}} = 19 \text{ }^\circ\text{C} - 7.15 \text{ }^\circ\text{C} \approx 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

2. način :

$$q = \frac{(T_v - T_{sz}) \cdot \lambda_2}{d_2} \implies T_v = \frac{q \cdot d_2}{\lambda_2} - T_{sz} \approx 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

2. naloga

$\alpha_n = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (običajno se vzame ta vrednost)

$\alpha_z = 25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (po standardu DIN 4701 – standard za računanje centralnega ogrevanja)

$d_{\text{zidu1}} = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$ $\lambda_{\text{opeke1}} = 0.75 \text{ W/m K}$ (ometa ne štejemo)

Zanima nas vrednost koeficienta toplotne prestopnosti **k** ?

Primerjamo vrednosti :

$\lambda_{\text{opeke2}} = 0.6 \text{ W/m K}$, $d_2 = 0.3 \text{ m}$

$\lambda_{\text{izolacije}} = 0.75 \text{ W/m K}$, $d_3 = 7.3 \text{ m}$

Potek računanja :

a) **$1/k = 1/\alpha_n + 1/\alpha_z + d_{\text{zidu1}} / \lambda_{\text{opeke1}}$**

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{8 \text{ W/m}^2 \text{ K}} + \frac{1}{25 \text{ W/m}^2 \text{ K}} + \frac{0.60 \text{ m}}{0.75 \text{ W/m K}} = 0.965 \text{ W/m}^2 \text{ K} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{k \approx 1.04 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

b) **$1/k = 1/\alpha_n + 1/\alpha_z + d_{\text{zidu2}} / \lambda_{\text{opeke2}} + d_{\text{zidu3}} / \lambda_{\text{izolacije}}$**

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{8 \text{ W/m}^2 \text{ K}} + \frac{1}{25 \text{ W/m}^2 \text{ K}} + \frac{0.30 \text{ m}}{0.60 \text{ W/m K}} + \frac{0.075 \text{ m}}{0.04 \text{ W/m K}} = 2.54 \text{ W/m}^2 \text{ K} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{k = 0.39}$$

c) Za votlaka brez izolacije velja, da je **$k = 1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**

3. naloga (naloga stran 9, naloga 2)

Radiator ima temperaturo 55 °C in skupno površino 3.4 m² . Koliko toplote oddaja v okolico s konvekcijo, če je temperatura zraka 22 °C in koeficient prestopnosti 8 W/m² K ?

$$T_r = 55 \text{ °C}$$

$$A = 3,4 \text{ m}^2$$

$$T_z = 22 \text{ °C}$$

$$\alpha_k = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$Q = \alpha_k \cdot A \cdot \Delta t \quad \Delta t = T_r - T_z$$

$$Q = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 3,4 \text{ m}^2 \cdot (55 \text{ °C} - 22 \text{ °C}) = 897,6 \text{ W} \approx \mathbf{0,90 \text{ kW}}$$

4. naloga (naloga stran 9, naloga 3)

Kolikokrat bi se povečalo oddajanje toplote radiatorja v prejšnji nalogi, če bi ustvarili okrog radiatorja umetno gibanje zraka s povprečno hitrostjo 2,0 m/s in predpostavili, da je delež koeficienta vsiljene konvekcije $\beta = 12 \text{ W s}^{1/2} / \text{m}^{3/2} \text{ K}$?

$$n = \frac{\alpha + \beta \sqrt{v}}{\alpha} = 1 + \frac{\beta}{\alpha} \sqrt{v} = 1 + \frac{12 \text{ W s}^{1/2} / \text{m}^{3/2} \text{ K}}{8 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}} \sqrt{2 \text{ m} / \text{s}} = 3,12$$

5. naloga (naloga stran 9, naloga 5)

Vzemi, da ima radiator v nalogi 3. omejeno in konstantno moč 900 W. Kolikšna bi bila temperatura zunanje površine radiatorja, če bi ustvarili okrog radiatorja umetno gibanje zraka, kot je to v nalogi 4 ?

$$T_r = 55 \text{ °C}$$

$$A = 3,4 \text{ m}^2$$

$$T_z = 22 \text{ °C}$$

$$\alpha_k = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$P = 900 \text{ W}$$

$$T_{zr} = ?$$

Koeficient prestopnosti α_k se je zaradi gibanja zraka povečal za faktor $n = 3$ (izračun iz naloge 4.), kar pomeni, da je :

$$\alpha_k = 8 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 3 = \mathbf{24 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

$$Q = \alpha_k \cdot A \cdot \Delta t \quad \Longrightarrow \quad \Delta T = Q / A \cdot \alpha_k$$

$$\Delta T = 900 \text{ W} / 3,4 \text{ m}^2 \cdot 24 \text{ W/m}^2 \text{ K} = \mathbf{11 \text{ K}}$$

Ker je radiator zaradi umetnega gibanja zraka oddal v zrak 11 K toplote , moramo k temperaturi zraka prišteti to oddano toploto. Tako znaša temperatura zunanje površine radiatorja zaradi gibanja zraka :

$$T_{zr} = T_z + \Delta T = 22 \text{ °C} + 11 \text{ °C} = \mathbf{33 \text{ °C}}$$

6. naloga (naloga stran 9, naloga 4)

Izračunaj toplotni tok skozi kvadratni meter stene, ki jo sestavljata dve plasti $(\lambda/d)_1 = 1,2$ in $(\lambda/d)_2 = 0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, če je temperatura zraka znotraj 20°C in zunaj 6°C in je koeficient prestopnosti α_k znotraj $8,1$ in zunaj $23,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$!

$$\begin{aligned} (\lambda/d)_1 &= 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K} \\ (\lambda/d)_2 &= 0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K} \\ \alpha_z &= 8,1 \text{ W/m}^2 \text{ K} \\ \alpha_n &= 23,3 \text{ W/m}^2 \text{ K} \\ \dot{Q} &= ? \end{aligned}$$

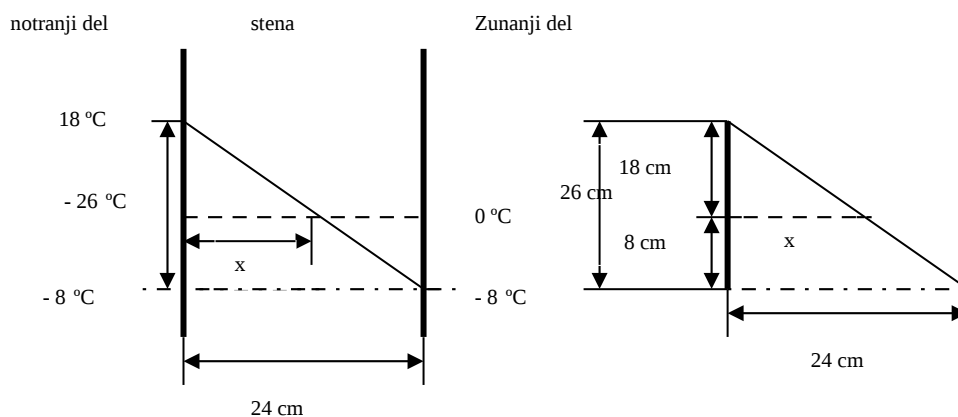
$$\left(\frac{d}{\lambda}\right) = \left(\frac{d}{\lambda}\right)_1 + \left(\frac{d}{\lambda}\right)_2 = \frac{1}{1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}} + \frac{1}{0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K}} = 3,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$R = \frac{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_z} + \frac{d}{\lambda}\right)}{S} = 3,32 \text{ K/W}$$

$$\dot{Q} = \frac{T_n - T_z}{R} = \frac{14 \text{ K}}{3,32 \text{ K/W}} = 4,2 \text{ W}$$

7. naloga (naloga stran 10, naloga 8)

Homogena zunanja stena zgradbe z debelino 24 cm ima na notranji površini temperaturo 18°C , na zunanji površini pa -8°C . Kako globoko v steni, merjeno od notranje strani, je temperatura 0°C ?



Po enačbi za geometrijske like, izračunamo razdaljo x :

$$\frac{26}{24} = \frac{18}{x} \implies x = 24 \text{ cm} \cdot 18 \text{ cm} / 26 \text{ cm} = \mathbf{16,6 \text{ cm}}$$

8. naloga (naloga stran12, naloga 1)

Izračunaj toplotni tok, ki ga seva Zemlja v vesolje, če vzameš povprečno temperaturo površja 12 °C, Koeficient absorpcije 0.95 in radij Zemlje 6370 km ter zanemariš sevanje in refleksijo oblakov in ozračja!

$$\dot{Q} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot S \cdot T_z = 0,95 \cdot 5,67^{-8} \frac{W}{m^2 K^4} \cdot \pi \cdot (6,37^6)^2 m^2 \cdot 285^4 K^4 = 18 \cdot 10^{10} MW$$

9. naloga (naloga stran 12, naloga 3)

Izračunaj, koliko toplote seva gol človek v okolico, če je $T_{kože} = 31 \text{ °C}$, cela površina telesa 1.9 m², Efektivna sevalna površina 85 %, koeficient emisivnosti je 0.98 in Stefanova konstanta je $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$?

$$\begin{aligned} T_{kože} &= 31 \text{ °C} \\ S &= 1,9 \text{ m}^2 \\ \varepsilon &= 0,98 \\ \sigma &= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \\ \dot{Q} &= ? \end{aligned} \quad \begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{S} &= \varepsilon \sigma T^4 \Rightarrow \dot{Q} = \varepsilon \sigma T^4 S \\ \dot{Q} &= 0,98 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4} \cdot (304 \text{ K})^4 \cdot 1,615 \text{ m}^2 = 766 \text{ W} \end{aligned}$$

10. naloga (naloga stran12, naloga 4)

Koliko toplote zgublja človek s površino 1.8 m² s sevanjem, če je povprečna temperatura površine obleke 27 °C in temperatura sevanja okolice 21 °C ? Vzemi, da je koeficient absorpcije približno 1.0 !

$$A = 1.8 \text{ m}^2$$

$$T_{obleke} = 27 \text{ °C} = 300 \text{ K}$$

$$T_{okolice} = 21 \text{ °C} = 294 \text{ K}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$Q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{obleke}^4 - T_{okolice}^4) = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \cdot 1.8 \text{ m}^2 \cdot (300 \text{ K}^4 - 294 \text{ K}^4) = 64.17 \text{ W}$$

11. naloga (naloga stran12, naloga 7)

7. Koliko toplote seva radiator z efektivno površino 1,2 m² in s temperaturo 55 °C v okolico, ki ima srednjo temperaturo sevanja 21 °C? Vzemi absorpcijski koeficient radiatorja 0,90! Primerjaj sevanje z oddajanjem toplote v s konvekcijo, če je $\alpha = 8,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$! Kolikšna je celotna moč, s katero radiator ogreva okolico?

$$(\dot{Q}_R = 251 \text{ W}; \dot{Q}_C = 326 \text{ W}; P = 577 \text{ W})$$

$$A = 1.2 \text{ m}^2$$

$$T_{radiatorja} = 55 \text{ °C} = 328 \text{ K}$$

$$T_{sevanja} = 21 \text{ °C} = 294 \text{ K}$$

$$\varepsilon = 0.90$$

$$\alpha = 8.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$P = ? \text{ in } Q_{radiatorja} = ?$$

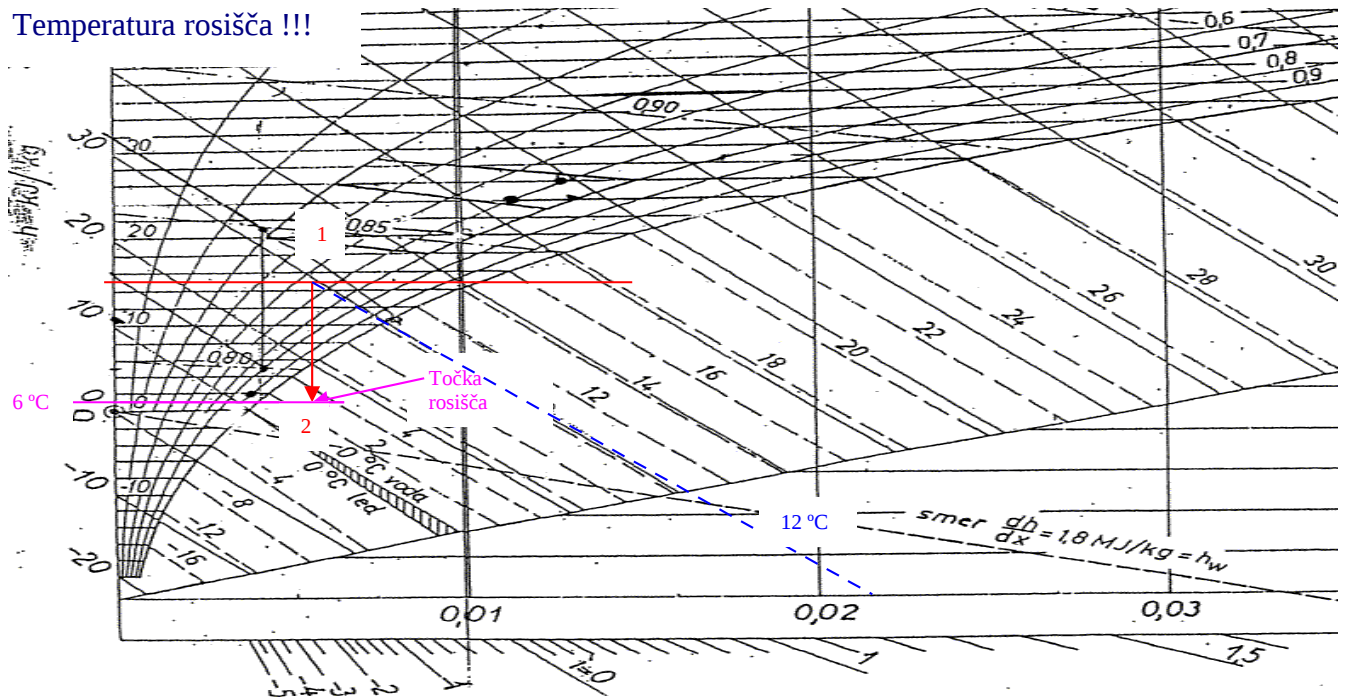
$$\begin{aligned} Q_{radiatorja} &= \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{radiatorja}^4 - T_{sevanja}^4) \\ Q_r &= 0.90 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \cdot 1.2 \text{ m}^2 \cdot (328 \text{ K}^4 - 294 \text{ K}^4) \\ Q_{radiatorja} &= 251.2 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{konvekcija} &= \alpha_k \cdot A \cdot \Delta T = \alpha_k \cdot A \cdot (T_{radiatorja} - T_{sevanja}) \\ Q_{konvekcija} &= 8.0 \text{ W/m}^2 \text{ K} \cdot 1.2 \text{ m}^2 \cdot (328 \text{ K} - 294 \text{ K}) \\ Q_{konvekcija} &= 326.4 \text{ W} \end{aligned}$$

$$P = Q_{radiatorja} + Q_{konvekcija} = 251.2 \text{ W} + 326.4 \text{ W} = 577.6 \text{ W}$$

12. naloga Temperatura zraka znaša $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in imamo relativno vlažnost $\phi = 40\%$. Zanima nas rosiščna temperatura ?

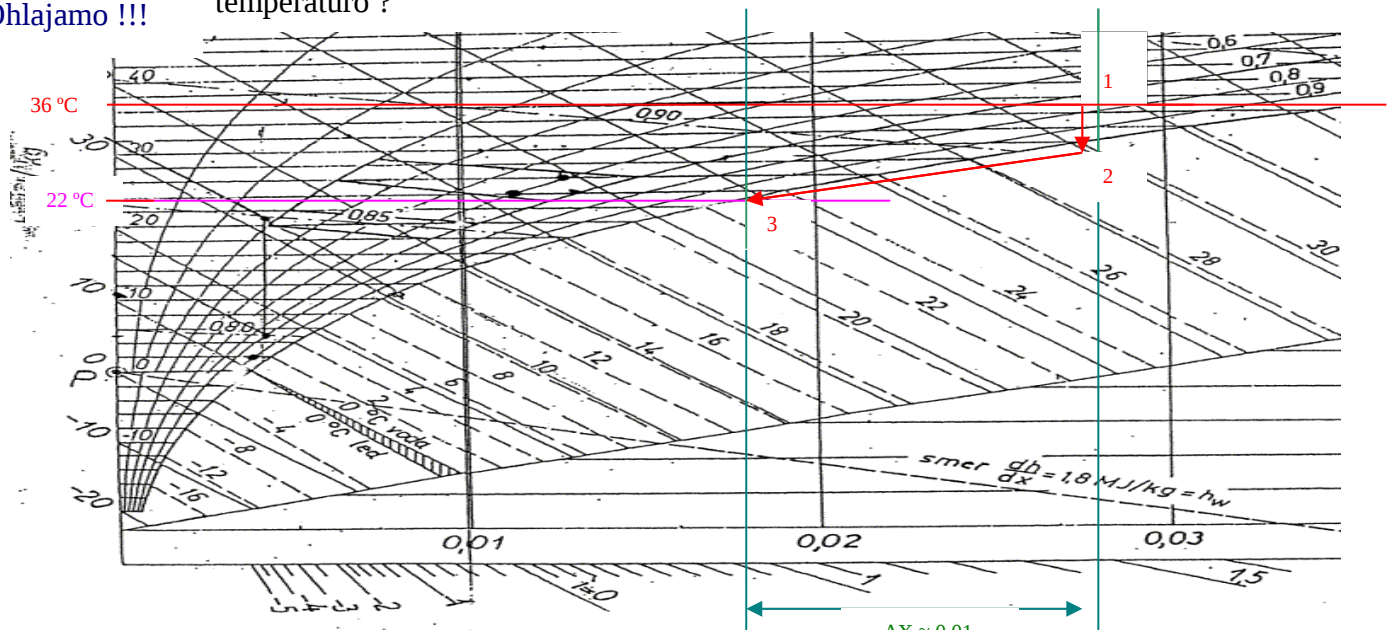
Temperatura rosišča !!!



Temperatura rosišča je pri $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (točka 2), temperatura vlažnega termometra pa je $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (točka 3).

13. naloga Temperatura zraka znaša $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ in imamo relativno vlažnost $\phi 70\%$. Temperaturo v prostoru želimo imeti $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliko vlage se bo izločilo iz zraka, ko bomo dosegli želeno temperaturo ?

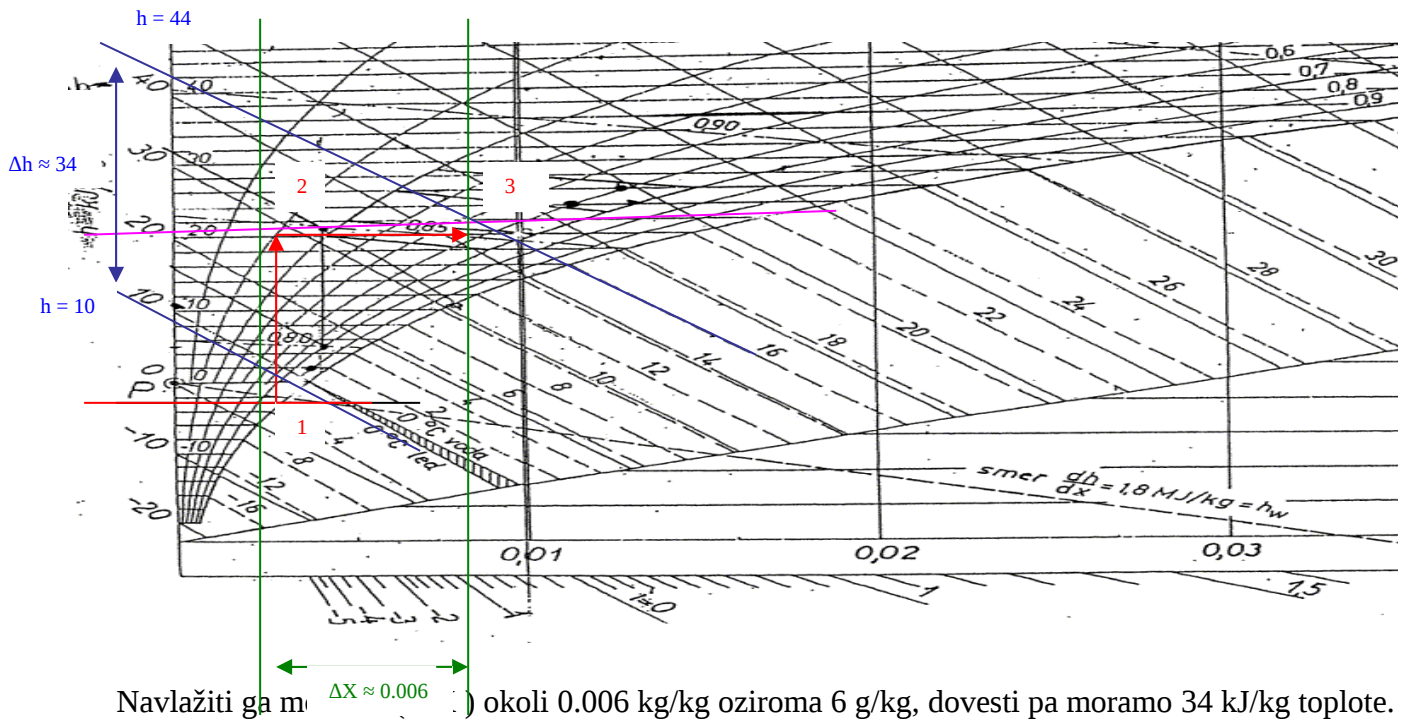
Ohlajamo !!!



Iz zraka se bo izločilo (ΔX) okoli 0.01 kg/kg vode.

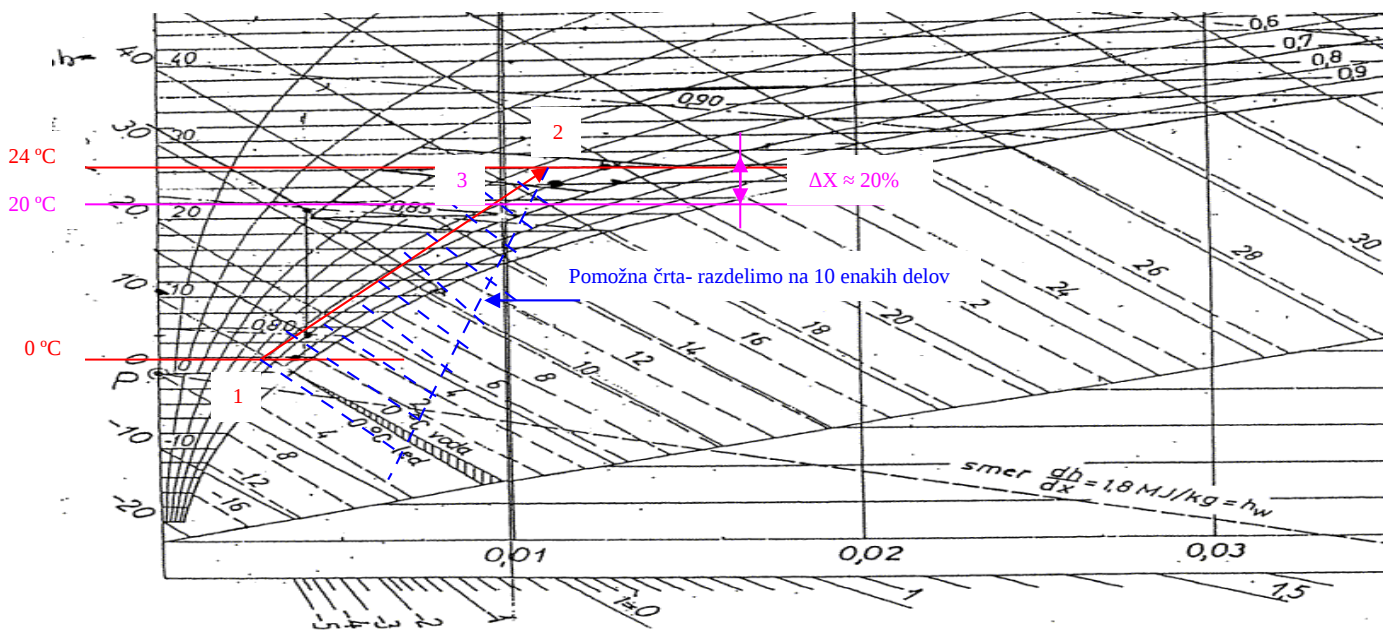
14. naloga Temperatura zraka znaša $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in imamo relativno vlažnost $\phi 70\%$. Pripeljemo zrak, ga ogrejemo na $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliko ga moramo ogreti in navlažiti, da dobimo želeno temperaturo $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ in relativno vlažnost $\phi 50\%$?

Grejemo !!!



15. naloga V prostoru imamo temperaturo zraka $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ z relativno vlažnostjo $\phi = 60\%$. Zunanji zrak znaša $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri vlažnosti $\phi = 90\%$. Vpihovati želimo v prostor zrak s temperaturo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliko svežega zraka bomo morali uporabiti za doseg zelenega cilja ?

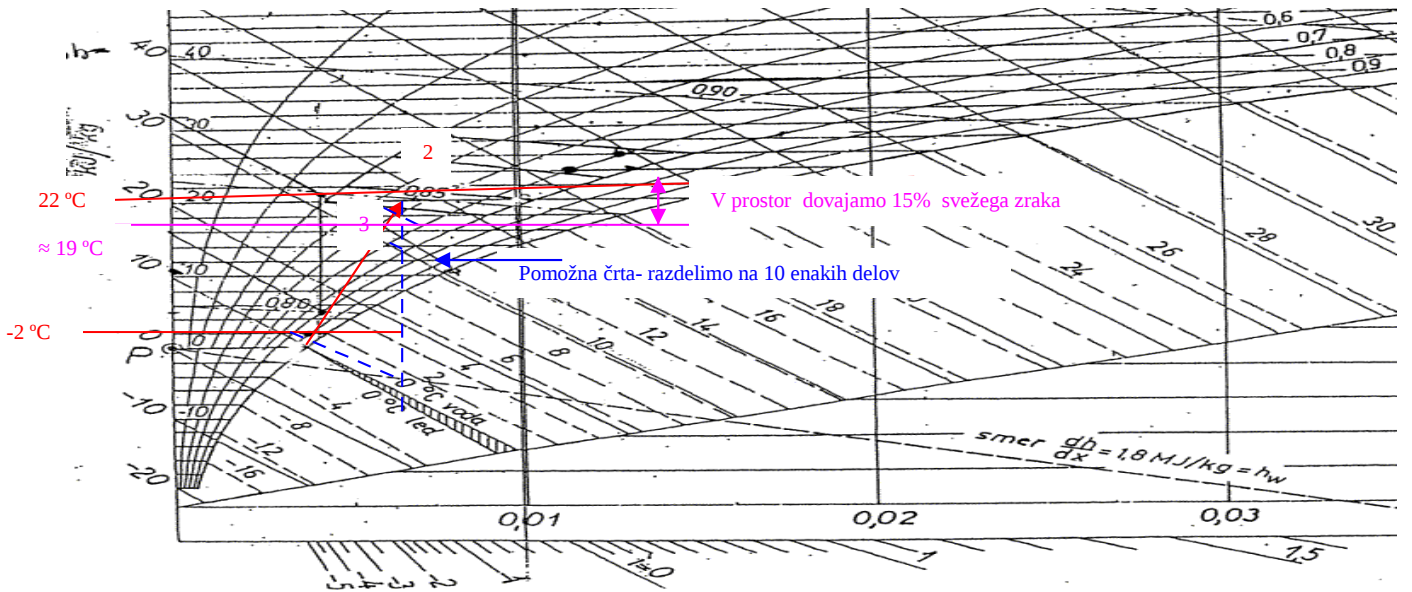
Mešanje dveh zrakov !!!



16. naloga Temperatura v prostoru znaša $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ z relativno vlažnostjo 40% . Temperatura zunanjega zraka znaša $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ z relativno vlažnostjo 100% . V prostor dovajamo 15% svežega zraka.

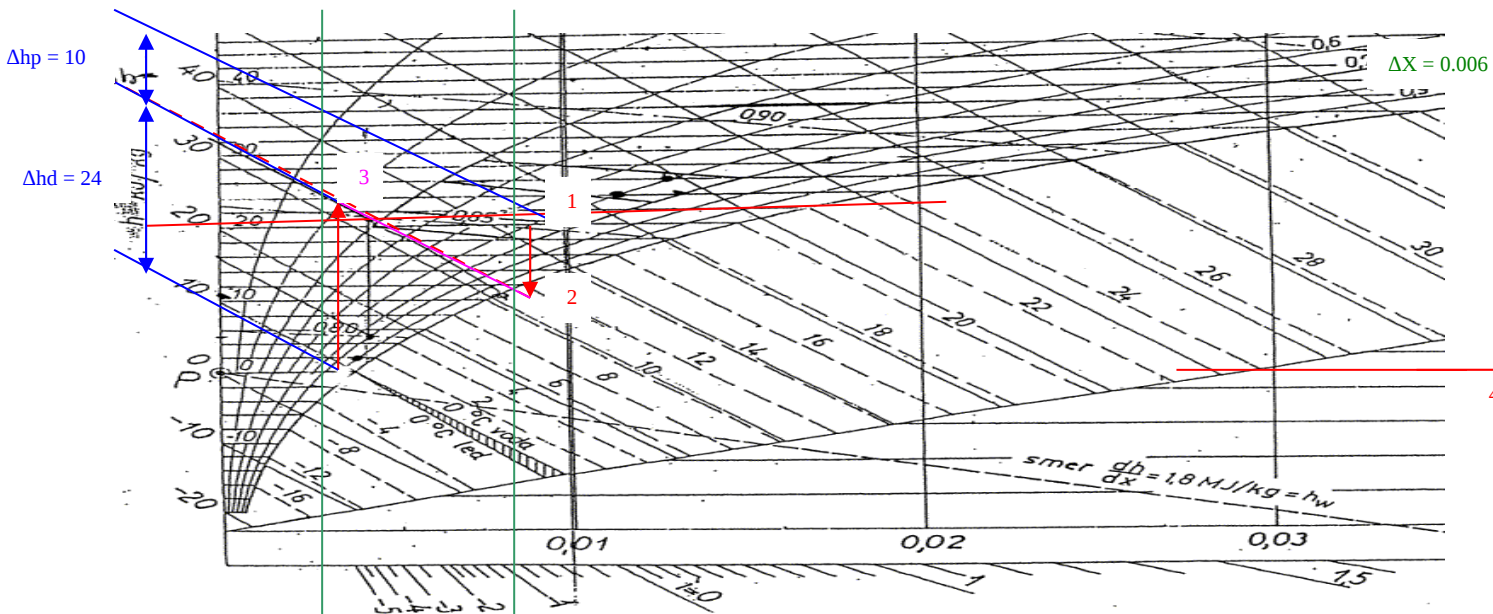
Kako močan mora biti grelec, da v prostor pihamo zrak s temperaturo 19 °C

Mešanje dveh zrakov !!!



Zraka ni potrebno nič ogrevati, saj z 15 % dovedenega zraka dosežemo temperaturo vpihovanega zraka ravno 19 °C, toliko pa ga tudi želimo.

17. naloga Temperatura v prostoru znaša 23 °C z relativno vlažnostjo 50 %. Temperatura zunanjega zraka znaša 2 °C z relativno vlažnostjo 70 %. Zanima nas koliko moramo imeti moč predgreta, kolikšno moč ogrela in koliko vode moramo dovesti ?



$$Q = \Delta h \cdot m$$

$$\dot{Q} = \Delta h \cdot \dot{m}$$

$$P = \Delta h \cdot \dot{V} \cdot \rho$$

Iz diagrama odčitamo $\Delta h_p = 24 \text{ kJ/kg}$ (eltalpija predgrela) in $\Delta h_d = 10 \text{ kJ /kg}$ (eltalpija dogrela) in vstavimo v enačbo vrednosti in izračunamo :

$$P_p = \Delta h_p \cdot \dot{V} \cdot \rho = \frac{24 \cdot 10^3 \text{ J(Ws)} \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3}{3600 \text{ s}} = \mathbf{8 \text{ W}}$$

$$P_d = \Delta h_d \cdot \dot{V} \cdot \rho = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ J(Ws)} \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3}{3600 \text{ s}} = \mathbf{5 \text{ W}}$$

Dovesti moramo 0.06 kg/kg oziroma 6 g/kg vode .

18. naloga (12 naloga na strani 21)

Delavec opravlja srednje težko delo, ki zahteva 2.3 met. Izračunaj metabolizem v W, če je površina delavca 1.8 m² !

$$\begin{aligned} S_{DU} &= 1.8 \text{ m}^2 \\ M &= 2.3 \text{ met (W)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M \text{ (w)} &= 58,2 \text{ w/ m}^2 \cdot M \cdot S_{DU} \\ \mathbf{M \text{ (w)}} &= \mathbf{241 \text{ w}} \end{aligned}$$

19. naloga (14 naloga na strani 22)

Oceni po diagramu in izračunaj po *Du Boisovi* enačbi površino telesa delavca, katerega velikost je 1.77 m in telesna masa 81 kg.

h = 1.77 m
m = 81 kg

a).
$$A_{DU} = 0.202 \cdot m^{0.425} \cdot h^{0.725}$$

$$A_{DU} = 0.202 \cdot 81^{0.425} \cdot 1.77^{0.725}$$

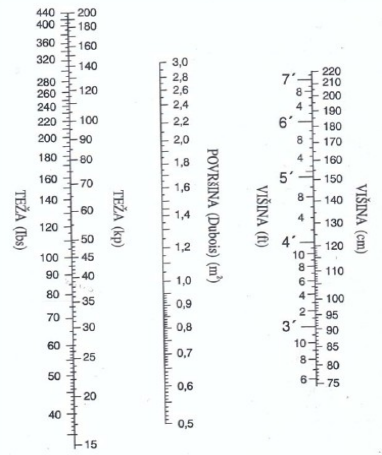
$$A_{DU} = 1.94 \text{ m}^2$$

b).
$$A_{DU} = 0.202 \cdot m^{0.425} \cdot h^{0.725}$$

$$A_{DU} = 0.202 \cdot 92^{0.425} \cdot 1.83^{0.725}$$

$$A_{DU} = 2.14 \text{ m}^2$$

Nomogram za odčitavanje *duBoisove* površine telesa



20. naloga (15 naloga na strani 22)

Delavec s površino telesa $A_{DU} = 1.8 \text{ m}^2$ opravlja delo, ki zahteva napor 1.6 met. Poraba 1 litra kisika za presnovo ustreza v povprečju energiji 20.3 kJ. Oceni minutno ventilacijo dihanja delavca v l/min, če vdihani zrak vsebuje 21 vol.%, izdihani pa 17 vol.% kisika !

$A_{DU} = 1.8 \text{ m}^2$
M = 1.6 met
1 liter kisika znaša 20.3 kJ
vdih = 21 vol.% kisika
izdih = 17 vol.% kisika

vdih = 21 vol.% kisika
izdih = 17 vol.% kisika
4 vol.% porabimo za metabolizem, ki je enak volumnskemu pretoku 4 %

$$M = \frac{\dot{V}_{O_2} (\text{dm}^3/\text{min}) \cdot 344 \text{ w}}{S_{DU}}$$

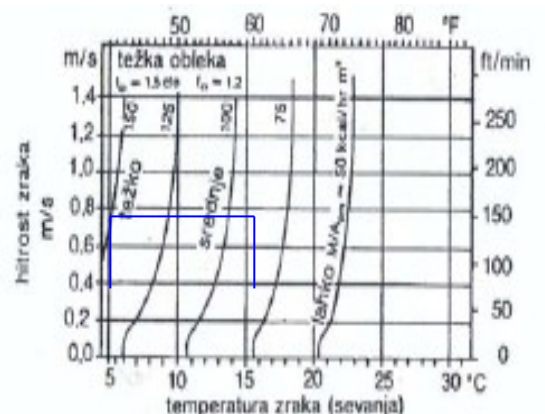
$$\dot{V}_{O_2} (\text{dm}^3/\text{min}) = \frac{M \cdot S_{DU}}{344 \text{ w}} = \frac{1.6 \cdot 58.2 \text{ w/m}^2 \cdot 1.8 \text{ m}^2}{344 \text{ w}}$$

$$\dot{V}_{O_2} (\text{dm}^3/\text{min}) = 0.487$$

$$V (\text{min}) = \frac{0.487}{4\%} \cdot 100\% = 12.171 / \text{min} \text{ (dihov človeka v 1 minuti – vdihov in izdihov)}$$

21. naloga (18 naloga na strani 22)

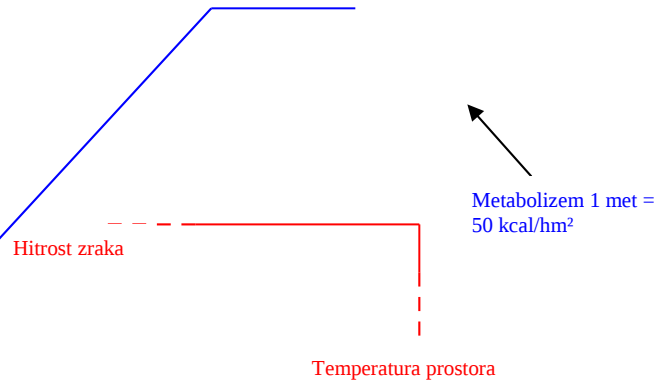
Delavec opravlja delo, ki zahteva 1.0 met pri temperaturi 21 °C in hitrost gibanja zraka 0.2 m/s. Oceni po diagramih po Fangerju potrebno izolativnost obleke v clo, da bodo toplotne razmere za delavca udobne !



M = 1.0 met
 T = 21 °C
 v = 0.2 m/s

1 kcal/ hm² je enaka 1.163 W

$$\frac{58.2 \text{ W/m}^2}{1.163 \text{ W}} = 50 \text{ kcal/hm}^2$$



Podatke razberemo iz diagrama na strani 69, četrti spodnji diagram :

- potrebujemo težko obleko 1.5 clo, da se bo delavec počutil udobno

22. naloga (19 naloga na strani 22)

Rudar s površino telesa 1.8 m² dela v rudniku pri temperaturi zraka in globus termometra $T_z = T_g = 28 \text{ °C}$. In potrebuje za delo napor, ki ustreza 2.5 met. Delavec je nad pasom gol. Naravna vlažna temperatura je 26 °C. Izračunaj po enačbi T_{WBGT} in oceni, ali sme delati rudar neprekinjeno brez odmorov !

$A_{DU} = 1.8 \text{ m}^2$
 $T_z = T_g = 28 \text{ °C}$

$$T_{WBGT} = 0.7 \cdot T_{NVT} + 0.3 \cdot T_g$$

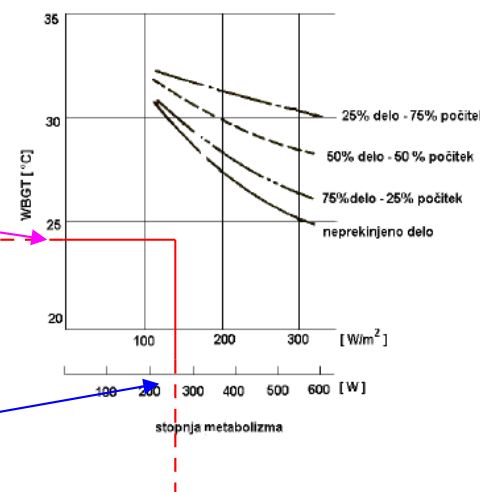
M = 2.5 met
 $T_{NVT} = 26 \text{ °C}$

$$T_{WBGT} = 0.7 \cdot 26 \text{ °C} + 0.3 \cdot 28 \text{ °C}$$

$$T_{WBGT} = 26.6 \text{ °C}$$

$$1 \text{ met} = 58.2 \text{ W/m}^2$$

$$2.5 \text{ met} \cdot 58.2 \text{ W/m}^2 = 145.5 \text{ W/m}^2$$



Izračun je pokazal, da je rudar v območju neprekinjenega dela, kar pomeni, da lahko dela neprekinjeno ves delovni čas.

23. naloga (25 naloga na strani 23)

Poslovnež nosi nizke čevlje, kratke nogavice, kratke spodnje hlače, lahko srajco z dolgimi rokavi, lahke Dolge hlače, lahek telovnik, kravato in lahek suknjič. Izračunaj s pomočjo tabele povprečno izolativnost obleke v clo !

Moška oblačila	$I_{cl,i}$ (clo)
Majica brez rokavov	0,06
T-majica	0,09
Kratke spodnje hlače, slip	0,05
Debela majica z dolgimi rokavi	0,10
Dolge spodnje hlače	0,10
Lahka srajca s kratkimi rokavi	0,14
Lahka srajca z dolgimi rokavi	0,22
Debela srajca s kratkimi rokavi	0,22
Debela srajca z dolgimi rokavi (za kravato ali polovratnik dodati še 5 %)	0,29
Lahek telovnik (tip western)	0,15
Debel telovnik	0,29
Lahke hlače	0,26
Debele hlače	0,32
Lahek pulover	0,20
Debel pulover	0,37
Lahek suknjič	0,22
Debel suknjič	0,49
Kratke nogavice	0,04
Dokolenke	0,10
Sandali	0,02
Nizki čevlji	0,04
Visoki čevlji, škornji	0,08

Nizki čevlji	0.04
Kratke nogavice	0.04
Kratke spodnje hlače	0.05
Lahka srajca z dolgimi rokavi + kravata	0.23
Lahke dolge hlače	0.26
Lahek telovnik	0.15
Lahek suknjič	<u>0.22</u>
	0.99

Izračun :

$$I_{cl} = 0.75 \cdot \sum I_{cl,i} + 0.08$$

$$I_{cl} = 0.75 \cdot (0.04 + 0.04 + 0.05 + 0.23 + 0.26 + 0.15 + 0.22) + 0.08 = \mathbf{0.82 clo}$$

Povprečna izolativnost obleke je 0.82 clo.

24. naloga :

Hočemo prezračevati predavalnico, ki ima dimenzije : (12 X 20 X 5) m. Dovajamo zrak preko kanala kvadratne oblike in v katerem hitrost ne presega 10 m/s. Vstopna odprtina je opremljena z prirobnico, na kanalu so tri kolena, prvo z kotom 90°, druge dve pa z kotom 45°. Kanal je iz pocinkane pločevine.

Izračunaj : potrebno količino zraka, padec tlaka in moč elektromotorja oziroma ventilatorja ?

Podatki iz tabel :

- koleno 90° ima koeficient upora $\zeta = 1.3$
- koleno 45° ima koeficient upora $\zeta = 0.4$
- vstopni koeficient ustja cevi (prirobnica) $k = 0.49$
- hrapavost cevi ϵ (za pocinkano pločevino) $\epsilon = 0.15 \text{ mm}$

- Iz priporočil za izmenjavo zraka v prostoru za predavalnice (6 do 9 x na uro) vzamemo, da bomo imeli izmenjavo 6 x na uro.

- Poznamo hitrost $v = 10 \text{ m/s}$
- poznamo vrednost za gostoto zraka $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

*** vsakič, ko spremenimo premer cevi in s tem količino zraka v cevi moramo izračunati nov koeficient upora λ .**

1. Izračunamo dani **volumen V** $V = (12 \times 20 \times 5) \text{ m} = \mathbf{1200 \text{ m}^3}$
2. Izračunamo **pretok V** $\dot{V} = V \cdot \text{št. izmenjav zraka} = 1200 \text{ m}^3 \cdot 6 = \mathbf{7200 \text{ m}^3/\text{h}}$
3. Izračunamo potrebno **površino A** $A = \dot{V} / v = 7200 \text{ m}^3 / 3600 \text{ s} \cdot 10 \text{ m/s} = \mathbf{0.2 \text{ m}^2}$
4. Izračunamo hidravlični premer d_h (za kvadrat)

$$d_h = a \quad \Longrightarrow \quad \sqrt{A} = a = 447 \text{ mm} \approx \mathbf{450 \text{ mm}}$$

5. Izračunamo relativno **hrapavost ϵ/d** $\epsilon/d = 0.15 \text{ mm} / 450 \text{ mm} = 0.00033 = \mathbf{3.3 \cdot 10^{-4}}$
6. Izračunamo vrednost **$v \cdot d$** $v \cdot d = 10 \text{ m/s} \cdot 0.450 \text{ m} = \mathbf{4.5}$
7. Iz diagrama odčitamo vrednost za koeficient upora λ

$$\lambda \approx \mathbf{0.02}$$

8. Izračunamo tlake :

- $\Delta p_{RC} = \lambda \cdot l/d \cdot \rho v^2/2 = 0.02 \cdot 20\text{m}/0.45\text{m} \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 \cdot (10 \text{ m/s})^2 / 2 = \mathbf{53.3 \text{ Pa}}$
- $\Delta p_{vstopni} = (1+k) \cdot \rho v^2/2 = (1 + 0.49) \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 \cdot (10 \text{ m/s})^2 / 2 = \mathbf{89.3 \text{ Pa} \approx 90 \text{ Pa}}$
- $\Delta p_{lokalni} = (\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3) \cdot \rho v^2/2 = (1.3 + 0.4 + 0.4) \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 \cdot (10 \text{ m/s})^2 / 2 = \mathbf{126 \text{ Pa}}$

- Skupni padec tlaka $\Delta p = \Delta p_{RC} + \Delta p_{vstopni} + \Delta p_{lokalni} = 53.3 \text{ Pa} + 90 \text{ Pa} + 126 \text{ Pa} = \mathbf{269.3 \text{ Pa} \approx 270 \text{ Pa}}$

- Izračunamo moč ventilatorja :

$$Pa = \text{N/m}^2$$

$$W = \text{Nm/s}$$

$$P_{el} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta} = \frac{270 \text{ N/m}^2 \cdot 7200 \text{ m}^3 / 3600 \text{ s}}{0.8} = 675 \text{ Nm/s} = \mathbf{675 \text{ kW}}$$

* iz prejšnje naloge kratek povzetek :

Potek izračuna :

1. Iz znanih podatkov za dolžino kanala in želene izmenjave zraka na uro izračunamo **volumski pretok V**
2. Iz podane **hitrosti v** in **pretoka V** izračunamo potrebno **površino** kanala **A**
3. Iz znanih podatkov izračunamo **hidravlični premer d_h**
4. Določimo vrsto materiala kanala (običajno je pocinkana pločevina), v tabeli za hrapavost cevi odčitamo **hrapavost ε** in s pomočjo izračunanega **hidravličnega premera d_h** izračunamo **relativno hrapavost ε/d**
5. Iz vrednosti **hidravličnega premera d_h** in podane **hitrosti v** izračunamo **Reynoldsovo število Re** (lahko pa iz produkta **v • d_h** iz Colebrookovega diagrama odčitamo vrednost za Re pri vrednosti za zrak 20°C – tu je že upoštevana kinematična viskoznost υ)
6. Kjer se sekata vrednost **Re** oziroma **v • d_h** in krivulja za **relativno hrapavost ε/d** , tam odčitamo vrednost za **koeficient upora λ**
7. Izračunamo vrednosti za tlake za ravno cev, tlake za vstopno odprtino in tlake za lokalne upore, da dobimo vrednost za **padec tlaka Δp** = Δp_{RC} + Δp_{vstopni} + Δp_{lokalni}
8. Iz izračunanih vrednosti tlakov lahko predvidimo kakšen izkoristek ventilatorja bomo uporabili in izračunamo še kako močan ventilator bomo potrebovali **P_{el}** :

$$P_{el} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta} \quad (W)$$

η – izkoristek ventilatorja
Δp – padec tlaka (Pa)