

**BT02 – TZB III VZT – HARMONOGRAM CVIČENÍ – AR 2007/2008**

Týden	Téma	Část	Úloha
1	<b>Zadání Návrh výměníku</b>		1. Doplnění zadání o návrhové veličiny vnitřního a vnějšího prostředí 2. Návrh ohřívače vzduchu
2	<b>Úpravy vzduchu</b>		1. Základní úlohy z psychrometrie v hx diagramu 2. Směšování vzduchu – graficky a početně
3	<b>Tepelná bilance</b>		1. Tepelná zátěž klimatizované místnosti 2. Vlhkostní zátěž 3. Tepelná ztráta
4	<b>Přirozené větrání</b>		1. Infiltrace 2. Větrání okny 3. Aerace 4. Šachtové větrání 5. Šachtové větrání s využitím větru
5	<b>Nucené větrání NV event. teplovzdušné vytápění TV</b>	Koncepce	1. Průtoky vzduchu 2. Návrh distribuce vzduchu (prvky, obrazy proudění, hluk, tlaková ztráta) 3. Návrh a schéma trasy potrubí s distribučními prvky 4. Dimenzování potrubí – profil a tlakové ztráty
6		Strojovna NV ev. TV	1. Jednotka NV event. TV (skladba, výkony, umístění) 2. Sání a výfuk vzduchu, koncepce strojovny 3. Exkurze v laboratoři
7		Výkresy, specifikace	1. Výkresy: Půdorys VZT řešené místnosti v. č. 1 Svislé řezy v. č. 2 Půdorys strojovny 1:50 (1:100) v. č. 3 Svislé řezy strojovny 1:50 (1:100) v. č. 4 2. Výpis hlavních prvků (cca 10 pozic)
8	<b>Klimatizace</b>	Vzduchový systém	1. Průtoky vzduchu 2. Úpravy vzduchu 3. Návrh klimatizační jednotky a strojovny 4. Koncepční schéma strojovny – graf. studie č. 1
9		Vodní systém event. kombinovaný systém	1. Průtoky a úpravy vzduchu 2. Návrh základních komponentů řešeného systému 3. Zjednodušený půdorys (obsluhovaná místnost + strojovna jednočarové schéma) – graf. studie č. 2
10	<b>Chlazení</b>	Výroba chladu pro zadaný systém klimatizace – návrh a graf. studie č. 3	
11	<b>ZZT</b>	Zpětné získávání tepla (ZZT) pro VZT – návrh zařízení, výkony, ekonomické hodnocení, funkční schéma VZT systému se zařízením ZZT, graf. studie č. 4	
12	<b>Útlum hluku</b>	Řešení útlumu hluku v systému nuceného větrání, návrh tlumiče, posouzení hluku ve vnitřním prostředí	
13	<b>Zápočet</b>		

## 2.1 Příklady z psychrometrie

Všechny příklady pro tlak vzduchu 100 kPa. Veličiny bez indexu označují vzduch, index  $d$  vodní páru.

1. Na psychrometru byla naměřena teplota suchého teploměru  $t = 22 + 0,7n$  °C a mokrého teploměru  $t_m = 19$  °C. Určete výpočtem a graficky další veličiny vlhkého vzduchu:
  - Relativní vlhkost vzduchu  $\varphi$  (%)
  - Měrnou vlhkost vzduchu  $x$  (g/kg)
  - Entalpii vzduchu  $h$  (kJ/kg)
  - Hustotu vlhkého vzduchu  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>)

### Příklad:

#### Vstupní hodnoty:

$$t = 28 \text{ °C}$$

$$t_m = 22 \text{ °C}$$

#### Řešení:

$$\text{Psychrometrická rovnice } p_d = p_d'' - a \cdot p(t - t_m)$$

$$A = 622 \cdot 10^{-6} \text{ pro } t < 30 \text{ °C}$$

Z tabulek (lze i výpočtem)

$$p_d'' = 2\,642 \text{ Pa pro } t = 22 \text{ °C}$$

$$p_d'' = 3\,778 \text{ Pa pro } t = 28 \text{ °C}$$

$$p_d = p_d'' - a \cdot p(t - t_m) = 2642 - 622 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^3 (28 - 22) = 2269 \text{ Pa}$$

$$\varphi = \frac{p_d}{p_d''} = \frac{2269}{3778} = 0,6 \approx 60\%$$

$$x = 622 \frac{p_d}{p - p_d} = 622 \frac{2269}{100000 - 2269} = 14,4 \text{ g / kg}$$

$$h = 1,01t + (2500 + 1,84t)x = 1,01 \cdot 28 + (2500 + 1,84 \cdot 28) \frac{14,4}{1000} = 65 \text{ kJ / kg}$$

$$\rho = \frac{1}{287 \cdot T} (p - 0,378 \cdot p_d) = \frac{1}{287(28 + 273)} (100000 - 0,378 \cdot 2269) = 1,148 \text{ kg / m}^3$$

2. O jaký teplotní rozdíl můžeme nejvíce ochladit vzduch, který má teplotu  $t = 19 + 0,5n$  °C a relativní vlhkost  $\varphi = 35$  % tak, aby nevznikla mlha? Stanovte výpočtem a graficky.

### Příklad:

#### Vstupní hodnoty:

$$t = 26 \text{ °C}$$

$$\varphi = 40 \%$$

#### Řešení:

Cílem je najít rosný bod vzduchu.

$$p_d'' = e^{\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6+t}\right)} = e^{\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6+26}\right)} = 3362 \text{ Pa}$$

$$p_d = \varphi \cdot p_d'' = 0,4 \cdot 3362 = 1345 \text{ Pa}$$

$$t_r = \frac{4044,2}{23,58 - \ln p_d} - 235,6 = \frac{4044,2}{23,58 - \ln 1345} - 235,6 = 11,4 \text{ °C}$$

$$\Delta t = t - t_r = 28 - 11,4 = 14,6 \text{ K}$$

3. Na jakou hodnotu klesne relativní vlhkost vzduchu, když se ohřeje z teploty  $t = -2 + n$  °C a relativní vlhkosti 50% o teplotní rozdíl 10 K? určete výpočtem a graficky. Z diagramu usudte, jak se změní rosný bod a teplota mokrého teploměru při ohřevu vzduchu.

**Příklad:**

**Vstupní hodnoty:**

$$t_1 = 19 \text{ °C}$$

$$\varphi_1 = 55 \%$$

**Řešení:**

$$t_2 = t_1 + 10 = 29 \text{ °C}$$

$$p_{d,1}'' = e^{\left(\frac{23,58 - \frac{4044,2}{235,6+t}}{1}\right)} = e^{\left(\frac{23,58 - \frac{4044,2}{235,6+19}}{1}\right)} = 2196 \text{ Pa}$$

$$p_{d,1} = \varphi \cdot p_d'' = 0,55 \cdot 2196 = 1208 \text{ Pa}$$

$$x = 622 \frac{p_{d,1}}{p - p_{d,1}} = 622 \frac{1208}{100000 - 1208} = 7,6 \text{ g / kg}$$

$$p_d'' = e^{\left(\frac{23,58 - \frac{4044,2}{235,6+t}}{1}\right)} = e^{\left(\frac{23,58 - \frac{4044,2}{235,6+29}}{1}\right)} = 4008 \text{ Pa}$$

$$\varphi = \frac{p_d}{p_d''} = \frac{1208}{4008} = 0,30 \approx 30\%$$

4. Určete o jakou změnu stavu vzduchu se jedná, jsou-li počáteční parametry vzduchu dány: teplotou vzduchu  $t_1 = 28 - 0,3n$  °C a měrnou vlhkostí  $x_1 = 6$  g/kg a po úpravě vzduchu entalpií  $h_2 = 15 + 1,8n$  kJ/kg a měrnou vlhkostí  $x_2 = 4 + 0,3n$  g/kg. Výpočtem a graficky stanovte směrové měřítko a určete druh změny (ohřev, chlazení suché a mokré, vlhčení, sušení ...).

**Příklad:**

**Vstupní hodnoty:**

$$t_1 = 27,1 \text{ °C} \quad h_2 = 20,4 \text{ kJ/kg}$$

$$x_1 = 6 \text{ g/kg} \quad t_1 = 4,9 \text{ g/kg}$$

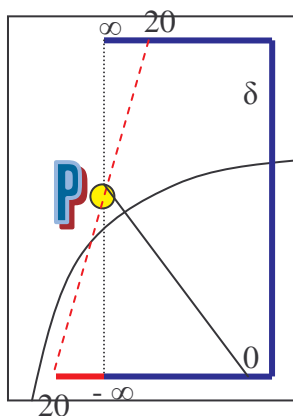
**Řešení:**

$$h = 1,01t + (2500 + 1,84t)x$$

$$h_1 = 1,01t + (2500 + 1,84t)x = 1,01 \cdot 27,1 + (2500 + 1,84 \cdot 27,1) \frac{6}{1000} = 42,7 \text{ kJ / kg}$$

$$t_2 = \frac{h - 2500x}{1,01 + 1,84x} = 5,3 \text{ °C}$$

$$\delta = \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{(20,4 - 42,7)}{(4,9 - 6)} = 20,2 \text{ kJ / g}$$



Poznámka ke směrovému měřítku: v hx diagramech je směrové měřítko  $\delta$  vynášeno jen z poloviny, která má praktické užití, tedy v oblasti suché chlazení – zvlhčování – ohřev. Každý směr však má vyčíslitelnou hodnotu  $\delta$ , i když tak osa není zobrazena. Pokračování osy  $\delta$  lze získat tak, že hodnoty z části osy, kde je zobrazena přes pól překlápíte tam, kde chybí – na obrázku protažení osy do oblasti mokrého chlazení.