

VUT, FAST ústav TZB
BT02, TZB III, KS – Vzduchotechnika
Šk. rok 2014/15

Obsah dokumentu

1. Zadání objektu a údajů pro návrh VZT – tab. 1
2. Zadání pro úlohu č. 1 – tab. 2
3. Zadání pro úlohu č. 2 – tab. 3
4. Nástin řešení úloh
5. Literatura k řešení úloh

L1 - Hirš J., Gebauer G.: Vzduchotechnika v příkladech 1, CERM, Brno2006 (skripta)
Web ústavu TZB
Moodle FAST VUT

Dokument je zadáním pro předmět BT02 – TZB III KS (VZT). Konkrétní údaje jsou uvedeny pro každého studenta individuálně. Náplň předmětu je totožná s denním studiem, specifikaci úkolů obsahuje textový soubor „*Harmonogram cvičení BT02 - TZB III - VZT (PS, KS)*“ dostupný na mých web. stránkách.

Konzultace plánuji v termínech určených PVO

a. Pátek od 14:30 h do 17 h, E417 (E516)

b. Po dohodě v jiném termínu

Gebauer

5.2.2015

Harmonogram předmětu: HarmonogramVzt010-KS.pdf <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/HarmonogramBT02-011.pdf>
Půdorys budovy pro VZT: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/VzduchGrafika.htm>

1. Zadání objektu a údajů pro návrh VZT – tab. 1

Info: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/vzduch.htm>

Půdorysy: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/VzduchGrafika.htm>

P. č.	Jméno Příjmení	Číslo zadání	Budova	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>H</i>	<i>n</i>	<i>A</i>	
1	Bahnová Eliška	OR_01A	Restaurace Ostrava 2 P, TV, Kl, 22,25,45,60	4,2	3,5	0,3	35	-90	
2	Bartoš Petr	OR_02A	Knihovna Olomouc 3 P, NV, Kl, 21,25,40,55	5,5	1,7	0,3	40	90	
3	Dejlová Marie	OR_03A	Prodejna Hrad. Králové 2 P, TV, Kl, 22,26,40,55	3,8	2	0,3	20	90	
4	Hamerník Martin	OR_04A	Sportovní hala Brno 1 P, NV, Kl, 18,22,45,50	2,5	0,3	0	15	90	
5	Klabzuba Tomáš	OR_03B	Prodejna Pardubice 3 P, TV, Kl, 22,26,40,60	4,4	3,0	0,3	25	90	
6	Klečková Tereza	OR_06A	Jídelna Olomouc 2 P, TV, Kl, 21,25,40,55	3,5	4,2	0,3	30	-90	
7	Klušák Tomáš	OR_07A	Tělocvična Břeclav 1 P, NV, Kl, 20,24,40,55	5	4,5	0,3	45	-90	
8	Kocourek Roman	OR_08A	Kavárna Brno 2 P, TV, Kl, 22,25,40,55	4,3	3	0,5	40	-90	
9	Kratochvíl Jakub	OR_09A	Víceúčel. sál Kroměříž 2 P, NV, Kl, 20,25,45,55	3,2	2,5	0	10	45	
10	Kubalíková Veronika	OR_10A	Nákup. středisko Praha 3 P, NV, Kl, 21,25,40,60	6	2	0,3	45	90	
11	Kucková Aneta	OR_11A	Posluchárna Praha 3 P, NV, Kl, 22,25,40,60	4	3,5	0,3	45	0	
12	Kužela Jan	OR_12A	Obch. centrum Karviná 2 P, TV, Kl, 21,26,40,55	3,8	3,8	0,3	35	-90	
13	Malík Josef	OR_10B	Nákupní středisko Znojmo 3 P, NV, Kl, 22,26,40,60	3,4	5	0,3	50	180	

Legenda: P – počet nadzemních podlaží
 NV – nucené větrání
 TV – teplovzdušné vytápění
 Kl – klimatizace nízkotlaká vzduchová ústřední
 22/26, 21/25 ap. – údaje představují teplotu vnitřního vzduchu **zimní**/teplotu vnitřního vzduchu **letní** (°C)
 40/60, 45/55 ap. – údaje představují relativní vlhkost vnitřního vzduchu **zimní**/relativní vlhkost vnitřního vzduchu **letní** (%)
Doplňky ke stávajícím údajům *X*, *Y* – délka, šířka (m), *H* – výška (m), *n* – doplněk počtu osob, *A* – doplněk azimutu (°)

Tab. 1

Info: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/vzduch.htm>Půdorysy: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/VzduchGrafika.htm>

P. č.	Jméno Příjmení	Číslo zadání	Budova	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>H</i>	<i>n</i>	<i>A</i>	
14	Moravec Pavel	OR_01B	Restaurace Hodonín 3 P, NV, Kl, 21,24,40,50	4	3	0,6	30	0	
15	Pešava Petr	OR_02B	Knihovna Hradec Králové 2 P, TV, Kl, 21,25,40,50	4	3,5	0,5	25	180	
16	Rajdlová Ivana	OR_03A	Prodejna Břeclav 2 P, TV, Kl, 22,25,45,60	4,4	3,5	0,3	20	90	
17	Sochna Jiří	OR_04B	Sport. zařízení Most 1 P, TV, Kl, 18,21,45,60	1,2	4,2	1,5	15	180	
18	Studnička Petr	OR_01A	Restaurace Brno 2 P, TV, Kl, 21,26,40,55	2,8	2	0,2	35	45	
19	Svoboda Marek	OR_06B	Jídelna Hodonín 2 P, NV, Kl, 21,25,40,55	3,4	3	0,3	35	180	
20	Šimanová Markéta	OR_07B	Tělocvična Prostějov 1 P, TV, Kl, 18,22,40,55	3,5	4,2	0,4	10	0	
21	Šorm Petr	OR_08B	Kavárna Pardubice 3 P, NV, Kl, 22,25,45,55	5,4	3	0,3	40	0	
22	Švarcová Hana	OR_09B	Výstavní síň Přerov 2 P, NV, Kl, 21,25,40,60	2,8	3	0,1	35	-45	
23	Trtílek Petr	OR_10B	Nákupní středisko Brno 3 P, TV, Kl, 21,25,40,55	4	6,42	0,3	35	0	
24	Urválek Petr	OR_011B	Posluchárna Olomouc 3 P, NV, Kl, 21,25,45,55	5	3	0,65	35	0	
25	Vacek Dušan	OR_012B	Obchodní centrum Brno 2 P, TV, Kl, 22,25,40,60	3,6	4,2	0	45	-45	
26	Václavík Petr	OR_10A	Nákupní středisko Brno 2 P, NV, Kl, 22,26,40,60	6	32	0,3	35	90	

Legenda:

P – počet nadzemních podlaží

NV – nucené větrání

TV – teplovzdušné vytápění

Kl – klimatizace nízkotlaká vzduchová ústřední

22/26, 21/25 ap. – údaje představují teplotu vnitřního vzduchu **zimní**/teplotu vnitřního vzduchu **letní** (°C)40/60, 45/55 ap. – údaje představují relativní vlhkost vnitřního vzduchu **zimní**/relativní vlhkost vnitřního vzduchu **letní** (%)**Doplňky ke stávajícím údajům** *X*, *Y* – délka, šířka (m), *H* – výška (m), *n* – doplněk počtu osob, *A* – doplněk azimutu (°)

Tab. 1

Info: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/vzduch.htm>Půdorys: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/VzduchGrafika.htm>

P. č.	Jméno Příjmení	Číslo zadání	Budova	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>H</i>	<i>n</i>	<i>A</i>	
27	Zapletal Stanislav	OR_01A	Restaurace Pardubice 2 P, NV, Kl, 21,25,45,55	6	5	0,5	30	180	
28	Zgabajová Petra	OR_02A	Knihovna Hradec Králové 2 P, TV, Kl, 21,26,40,60	3,7	4,7	0,3	30	90	
29	Zlatník Petr	OR_03A	Prodejna Most 3 P, NV, Kl, 22,26,40,60	5,4	2	0,3	35	0	
30		OR_04A	Sportovní hala Praha 1 P, TV, Kl, 20,25,40,60	4	3,5	0,6	30	0	
31		OR_05A	Kino Hradec Králové 1 P, NV, Kl, 22,25,45,60	3,4	2	0,2	20	45	
32		OR_06A	Jídelna Most 3 P, TV, Kl, 21,25,40,60	3,4	1	0,3	20	180	
33		OR_07A	Tělocvična Břeclav 1 P, NV, Kl, 21,25,40,60	1,6	2,2	0,5	10	0	
34		OR_08A	Kavárna Znojmo 2 P, TV, Kl, 21,25,40,60	2,4	3	0,2	35	0	
35		OR_09A	Víceúčel. sál Praha 3 P, NV, Kl, 22,26,40,60	2,8	1	0,2	30	45	
36		OR_02B	Knihovna Olomouc 2 P, TV, Kl, 22,25,45,60	5	2,7	0,4	35	90	
37		OR_06B	Jídelna Karviná 3 P, NV, Kl, 22,26,40,60	4	3,8	0,4	40	-90	
38		OR_10B	Nákup. středisko Břeclav 2 P, TV, Kl, 22,25,45,60	4	2	0,4	35	90	
39		OR_12B	Obch. dům Ostrava 3 P, NV, Kl, 22,25,40,60	4,6	3,2	0,4	45	-90	

Legenda:

P – počet nadzemních podlaží

NV – nucené větrání

TV – teplovzdušné vytápění

Kl – klimatizace nízkotlaká vzduchová ústřední

22/26, 21/25 ap. – údaje představují teplotu vnitřního vzduchu **zimní**/teplotu vnitřního vzduchu **letní** (°C)40/60, 45/55 ap. – údaje představují relativní vlhkost vnitřního vzduchu **zimní**/relativní vlhkost vnitřního vzduchu **letní** (%)**Doplňky ke stávajícím údajům** *X*, *Y* – délka, šířka (m), *H* – výška (m), *n* – doplněk počtu osob, *A* – doplněk azimutu (°)

Tab. 1

Info: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/vzduch.htm>

Půdorysy: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/gebauer.g/VzduchGrafika.htm>

P. č.	Jméno Příjmení	Číslo zadání	Budova	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>H</i>	<i>n</i>	<i>A</i>	
40		OR_06B	Jídelna Břeclav 3 P, TV, Kl, 22,25,40,55	4,5	3,8	0,3	30	-90	
41		OR_07B	Tělocvična Přerov 1 P, NV, Kl, 20,24,40,55	4	4,3	0,3	45	-90	
42		OR_08B	Kavárna Hodonín 2 P, TV, Kl, 21,25,40,55	4,5	3	0,5	40	-90	
43		OR_09B	Výstavní síň Kroměříž 2 P, NV, Kl, 20,25,45,55	3,2	2,5	0	10	45	
44		OR_10B	Nák. středisko Pardubice 3 P, NV, Kl, 22,25,40,60	4	3	0,3	45	90	
45		OR_11B	Posluchárna Praha 3 P, NV, Kl, 21,25,40,60	3,5	3,5	0,3	45	0	

Legenda: P – počet nadzemních podlaží

NV – nucené větrání

TV – teplovzdušné vytápění

Kl – klimatizace nízkotlaká vzduchová ústřední

22/26, 21/25 ap. – údaje představují teplotu vnitřního vzduchu **zimní**/teplotu vnitřního vzduchu **letní** (°C)

40/60, 45/55 ap. – údaje představují relativní vlhkost vnitřního vzduchu **zimní**/relativní vlhkost vnitřního vzduchu **letní** (%)

Doplňky ke stávajícím údajům *X*, *Y* – délka, šířka (m), *H* – výška (m), *n* – doplněk počtu osob, *A* – doplněk azimutu (°)

2. Zadání pro úlohu č. 1

Úloha 1 – Návrh ohřívače vzduchu

Úkolem je návrh rekuperačního výměníku k ohřevu vzduchu. Základní vstupní hodnoty uvádí tab. 2. Algoritmus v lit. 1 str. 89.

Vstupní hodnoty:

- otopná látka o teplotním spádu t_{m1}/t_{m2}
- teplota vstupního vzduchu t_1
- teplota výstupního vzduchu t_2
- předpokládaná hustota vzduchu $\rho = 1,18 \text{ kgm}^{-3}$
- objemový průtok vzduchu V_p
- rychlost proudění vody ohřívačem w_m
- teplosměnný povrch pro čelní průřez $S_c = 1 \text{ m}^2$ $S_1 = 22,6 \text{ m}^2/\text{m}^2$ pro jednořadý ohřívač
- poměr ploch dle katalogu výrobců $S_e/S_i = 0,668/0,037 \text{ m}^2/\text{m}^2$
- poměrné zúžení čelního průřezu $\psi = 0,414$

Tab. 2 Vstupní hodnoty úlohy č. 1 (ohřívač...)

Č.	Jméno	Otopná voda t_{m1}/t_{m2} (°C)	Objem. průtok V_p (m ³ /s)	Teplota vzduchu vstupní t_1 (°C)	Teplota vzduchu výstupní t_2 (°C)	Rychlost vody w_m (m/s)
1	Bahnová Eliška	92,5/72,5	0,5	-12	10	0,35
2	Bartoš Petr	85/65	0,6	-11	11	0,38
3	Dejlová Marie	90/70	0,7	-10	12	0,41
4	Hamerník Martin	70/60	0,8	-9	13	0,44
5	Klabzuba Tomáš	92,5/72,5	0,9	-8	14	0,47
6	Klečková Tereza	85/65	1,3	-7	15	0,5
7	Klušák Tomáš	90/70	1,1	-6	16	0,53
8	Kocourek Roman	70/60	1,2	-5	17	0,56
9	Kratochvíl Jakub	92,5/72,5	1,3	-4	18	0,59
10	Kubalíková Veronika	85/65	1,4	-3	19	0,62
11	Kucková Aneta	90/70	1,5	-2	20	0,65
12	Kuželka Jan	70/60	1,6	-1	21	0,68
13	Malík Josef	92,5/72,5	1,7	-4	22	0,71

Tab. 2 Vstupní hodnoty úlohy č. 1 (ohřívač...)

Č.	Jméno	Otopná voda t_{m1}/t_{m2} (°C)	Objem. průtok V_p (m ³ /s)	Teplota vzduchu vstupní t_1 (°C)	Teplota vzduchu výstupní t_2 (°C)	Rychlost vody w_m (m/s)
14	Moravec Pavel	85/65	1,8	1	23	0,74
15	Pešava Petr	90/70	1,9	2	24	0,77
16	Rajdlová Ivana	70/60	2,2	3	25	0,75
17	Sochna Jiří	92,5/72,5	2,1	4	26	0,73
18	Studnička Petr	85/65	2,2	5	27	0,71
19	Svoboda Marek	90/70	2,3	4	28	0,69
20	Šimanová Markéta	70/60	2,4	3	29	0,67
21	Šorm Petr	92,5/72,5	2,3	2	30	0,65
22	Švarcová Hana	85/65	2,2	1	29	0,63
23	Trtílek Petr	90/70	2,1	4	28	0,61
24	Urválek Petr	70/60	2,2	-1	27	0,59
25	Vacek Dušan	92,5/72,5	1,9	-2	26	0,57
26	Václavík Petr	85/65	1,8	-3	25	0,55
27	Zapletal Stanislav	90/70	1,7	-4	24	0,53
28	Zgabajová Petra	70/60	1,6	-5	23	0,51
29	Zlatník Petr	92,5/72,5	1,5	-6	22	0,49
30		85/65	1,4	-7	21	0,47
31		90/70	1,3	-8	20	0,45
32		70/60	1,2	-9	19	0,43
33		92,5/72,5	1,1	-10	18	0,41
34		85/65	1,2	-11	17	0,39
35		90/70	0,9	-12	16	0,42
36		70/60	0,8	-13	15	0,45
37		92,5/72,5	0,7	-14	14	0,48
38		85/65	0,6	-15	13	0,51
39		90/70	0,5	4	14	0,54
40		70/60	1,6	3	15	0,57
41		92,5/72,5	2,7	2	16	0,6
42		85/65	1,8	1	17	0,63

Tab. 2 Vstupní hodnoty úlohy 1 (ohříváč...)

Č.	Jméno	Otopná voda t_{m1}/t_{m2} (°C)	Objem. průtok V_p (m ³ /s)	Teplota vzduchu vstupní t_1 (°C)	Teplota vzduchu výstupní t_2 (°C)	Rychlost vody w_m (m/s)
43		90/70	1,9	3	18	0,66
44		70/60	1,3	-1	19	0,69
45		85/65	1,1	-2	20	0,72

3. Zadání pro úlohu č. 2

Úloha č. 2 Úpravy vzduchu - míšení

Zadání: Určete stav vzduchu po smíšení tří objemových proudů s níže uvedenými hodnotami.

1. složka: Objemový průtok V_1 (m³s⁻¹), teplota t_1 (°C), relativní vlhkost φ_1 (%)
2. složka: Objemový průtok V_2 , teplota t_2 , relativní vlhkost φ_2
3. složka: Objemový průtok V_3 , teplota t_3 , relativní vlhkost φ_3

Úlohu řešte: a. Početně pro tlak vzduchu $p_a = 98$ kPa
b. Graficky pro tlak vzduchu $p_a = 98$ kPa

1. Vstupní data

Individuální vstupní hodnoty uvádí **tab. 3**.

Tlak vodní páry na mezi sytosti p_D^* uvádí literatura (např. L1, tab. P3), plynová konstanta vzduchu $r_a = 287,11$ Jkg⁻¹K⁻¹.

2. Řešení

Řešení úprav vzduchu vychází ze zásad aplikované psychrometrie. Cílem je určení stavových a dalších veličin jednotlivých složek a směsi vzduchu. Početní řešení úlohy vyžaduje výpočet níže uvedených veličin jednotlivých složek i pomocí formulí lit. L1 tab. 3.2. Ke grafickému řešení se užije $h - x$ diagram (např. lit. L1 str. P15 str. 187).

Tab. 3 – Vstupní hodnoty úlohy č. 2 (úpravy vlhkého vzduchu)

Č.	Jméno	Objem. průtok vzduchu (m ³ /s)			Teplota vzduchu (°C)			Relativní vlhkost vzduchu (%)		
		V_1	V_2	V_3	t_1	t_2	t_3	φ_1	φ_2	φ_3
1	Bahnová Eliška	3.2	8.3	2.3	-15	34	10	90	20	60
2	Bartoš Petr	3.2	7.2	2.6	-14	33	11	85	25	60
3	Dejlová Marie	3.6	7.5	2.9	-13	32	12	80	30	60
4	Hamerník Martin	3.7	7.0	3.2	-12	31	13	75	35	60
5	Klabzuba Tomáš	4.4	6.7	3.3	-11	30	14	70	40	60
6	Klečková Tereza	4.3	6.3	3.8	-10	29	15	65	45	60
7	Klušák Tomáš	4.1	5.9	4.7	-9	28	16	90	50	60
8	Kocourek Roman	4.6	5.5	4.4	-8	27	17	85	20	60
9	Kratochvíl Jakub	4.8	5.1	4.7	-7	26	18	80	25	60
10	Kubalíková Veronika	5	4.7	5	-6	25	19	75	30	60
11	Kucková Aneta	5.2	4.3	5.3	-5	24	20	70	35	60
12	Kužela Jan	3.7	3.5	5.6	-4	32	19	65	40	60
13	Malík Josef	3.8	3.5	5.7	-12	31	18	90	45	60
14	Moravec Pavel	4.1	3.1	5.2	-11	30	17	65	50	60
15	Pešava Petr	4.3	2.7	5.1	-10	29	16	60	20	60
16	Rajdlová Ivana	4.4	5.6	4.8	-9	28	15	55	25	60
17	Sochna Jiří	4.6	5.2	4.5	-8	27	14	90	30	60
18	Studnička Petr	4.8	4.8	4.2	-7	26	13	85	35	60
19	Svoboda Marek	5.1	4.4	3.7	-6	25	12	80	40	60
20	Šimanová Markéta	5.2	4	3.6	-14	24	11	75	45	60
21	Šorm Petr	5.4	3.6	3.3	-12	23	10	60	50	60
22	Švarcová Hana	5.6	3.2	3	-10	22	9	65	20	60
23	Trtílek Petr	5.2	3.8	2.2	-8	21	8	70	25	60
24	Urválek Petr	6,4	2.7	2.2	-6	20	7	75	30	60

Tab. 3 – Vstupní hodnoty úlohy č. 2

Č.	Jméno	Objem. průtok vzduchu (m ³ /s)			Teplota vzduchu (°C)			Relativní vlhkost vzduchu (%)		
		V ₁	V ₂	V ₃	t ₁	t ₂	t ₃	φ ₁	φ ₂	φ ₃
25	Vacek Dušan	6.2	2	2.1	-4	19	6	80	35	60
26	Václavík Petr	6.4	1.6	1.8	-2	18	5	85	40	60
27	Zapletal Stanislav	3.5	8.0	2.1	-12	34	10	55	20	60
28	Zgabajová Petra	3.6	7.5	2.8	-11	33	11	90	25	60
29	Zlatník Petr	3.1	7.5	3.1	-12	32	14	80	30	60
30		4.2	6.5	3.6	-9	31	13	80	35	60
31		4.5	6.0	4.0	-8	30	14	75	40	60
32		4.8	5.5	4.4	-7	29	15	70	45	60
33		5.1	5.0	4.8	-6	28	16	65	50	60
34		5.4	4.5	5.2	-5	27	17	60	20	60
35		5.7	4.0	5.6	-4	26	18	55	25	60
36		6.0	3.5	6.0	-3	25	19	60	30	60
37		6.3	3.0	6.4	-2	24	20	65	35	60
38		4.8	2.5	6.8	-1	32	19	75	40	60
39		5.1	2.0	4.4	-2	31	18	70	45	60
40		5.3	1.5	4.0	-3	30	17	65	50	50
41		5.7	7.5	3.6	-4	29	16	60	20	50
42		6.0	7.0	3.2	-5	28	15	55	25	50
43		6.3	6.5	2.8	-6	34	14	90	30	50
44		6.6	6.0	2.4	-7	33	13	85	35	50
45		6.9	5.5	2.0	-8	32	12	80	40	50

4. Nástin řešení úloh

a. Úloha č. 1

Řešení úlohy vychází z problematiky sdílení tepla rekuperačními výměníky. Základy řešení jsou analogické návrhu otopných těles (semestr ÚT). Algoritmus řešení úlohy uvádí lit. L1 str. 89.

b. Úloha č. 2

Úpravy vzduchu jsou primárním problémem vzduchotechniky. Vychází ze zásad aplikované psychrometrie. Cílem je určení stavových a dalších veličin jednotlivých složek a směsi vzduchu analytickou a grafickou metodou aplikující v podstatě směšovací pravidlo. Analytické řešení úlohy vyžaduje vyčíslení níže uvedených veličin dílčích složek i pomocí formulí lit. 1 tab. 3.2. Ke grafickému řešení se užije $h - x$ diagram (např. lit. 1 str. P15 str. 187). Příklad řešení uvádí L1 str. 79.

c. Úloha č. 3

Úloha představuje řešení tepelně vlhkostní bilance (TB). Předpokladem řešení jsou základní pojmy.....

Výchozí pro řešení:

Geometrické údaje – základní uvádí graf. zadání, nutná úprava doplňky dle X , Y a h, ostatní se volí v obvyklých mezích.....

Tepelně technické vlastnosti – součinitele prostupu tepla není nutno počítat, lze převzít např. z ČSN,

Provoz budovy – volí se dle reálného účelu zadání.....

Výpočet TB:

Zásadní je určení doby výskytu maximálních hodnot TB – v budovách s okny je primární složkou maximální tepelná zátěž oken v letním období.....

Výpočet tepelné zátěže – algoritmus L1 str. 85.

Výpočet tepelných ztrát – výchozí poznatky semestr ÚT, výpočet lze provést zjednodušeně (metoda ochlazovaných ploch), tepelné ztráty větrání nejsou nutné, pokryje je VZT.