

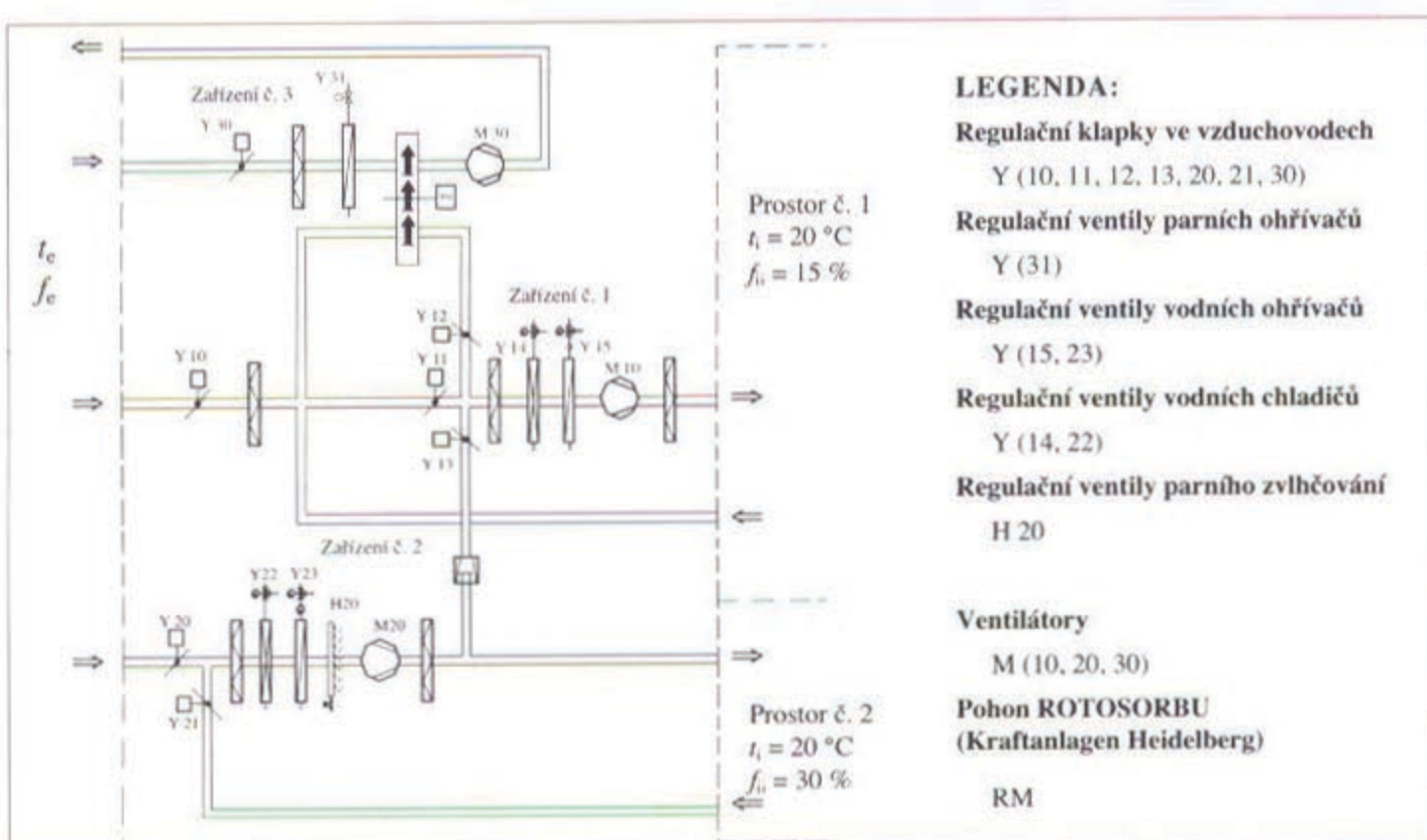
Prostory s vysokými nároky na přesnost řízené vlhkosti

Spaces with high requirements of accuracy of controlled humidity

Ing. Petr POLÁCH, CSc.
AIRKLIMA spol. s r.o. Hodonín
Ing. Vladimír VENHODA
AirTechnology s.r.o. Hodonín

V roce 1998 zpracovávaly výše jmenované firmy společně technickou dokumentaci pro dodávky firmy AL-KO AeroTech GmbH. Česká strana zpracovávala a dodávala měření, regulaci a oživení systému (fa. AirTechnology), v návaznosti na společně navrhovaný technologický systém úprav vzduchu. Předmětem dodávek klimatizace byly prostory farmaceutického průmyslu v hluboce vnitrozemské oblasti (tolik k vnějšímu prostředí), výkyvy venkovních teplot od -24 °C po +36 °C.

Jedná se o čisté prostory s nároky na filtraci obvyklými pro tato zařízení, většinou s účelovou regulací, s důrazem na maximální využití vhodných stavů venkovního vzduchu. Požadované tlakové poměry v místnostech udržují autonomní průtokové regulátory ve vzduchovodech a mezi jednotlivými prostory.



Obr. 1 Schéma zařízení

Popis strojního zařízení a jeho funkce

Jako zajímavost jsme si vybrali zařízení č. 1 na obr. 1, které nepatří mezi standardní. U tohoto zařízení je požadováno udržování relativní vlhkosti 15 % ± 2,5 %, při teplotě 22 °C ± 2,5 K. Ve skutečnosti, jak ukážeme na výsledku měření, podařila se regulaci udržovat relativní vlhkost kolem 12 %, při horní hranici udržované teploty (a to i za obtížných vnějších vlivů – viz později).

Není-li vhodná absolutní vlhkost venkovního vzduchu ($x_e > 2\text{g/kg.s.v.}$), je bráno pouze hygienické minimum a cirkulovaný vzduch spolu s hygienickým minimem čer-

stvého vzduchu (procesní vzduch) je odvlhčován v Rotosorbou za současného ohřevu (vedlejší produkt) a ochlazován chladičem (strojně chlazená voda – chiller).

Vhodné stavy venkovního vzduchu jsou vyhodnocovány firmním programem v regulátoru dle známých psychrometrických vztahů, pro vstupy slouží standardní čidla teploty a relativní vlhkosti. Pro ty kdo se dosud nedostali do styku s funkcí podobného zařízení jako je ROTOSORB pro kontinuální odvlhčování, malá poznámka:

□ v podstatě se jedná o rotační regenerační zařízení, které je na rozdíl od obvyklých rotačních rekuperač-

Vnější klimatické podmínky-výpočtové předpoklady.																																	
te	-38	-34	-22	-20	-18	-14	-12	-10	-8	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34				
pef(Pa)	56,7	69,5	84,8	103	125	150	181	217	260	310	368	437	517	611	705	813	935	1072	1227	1401	1597	1817	2063	2337	2642	2982	3360	3778	4241	4753	5316		
rod(g/m3)	0,496	0,604	0,731	0,89	1,06	1,27	1,51	1,8	2,14	2,53	2,99	3,51	4,13	4,83	5,56	6,36	7,26	8,26	9,31	10,7	12,1	13,6	15,4	18,3	19,4	21,8	24,4	27,3	30,4	33,8	37,4		
fne(%střední)	95	95	95	95	90	85	80	85	85	85	85	80	75	75	70	70	65	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
xe(g/kg.s.v.)	0,33522	0,4109	0,5015	0,61	0,7	0,8	0,9	1,15	1,38	1,64	1,95	2,18	2,42	2,66	3,09	3,56	3,8	4,03	4,61	5,27	6,02	6,86	7,8	8,55	9,17	9,41	10,6	10,8	12,1	12,7	13,5		

Zařízení č. 1																																			
V1p(kg/h)	4850																																		
V1o(kg/h)	3690																																		
V2p(kg/h)	460																																		
tli(°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
fil(%)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
xli(g/kg.s.v.)	2,18809	2,1881	2,1881	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	
roil	1,18717	1,1872	1,1872	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	
pod(Pa)	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	
Y10(m3/h)	625,87	652,54	687,57	734	779	833	902	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	
Y10-kg/h	743,013	774,67	816,26	872	924	989	1070	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Y10(%)	61,9178	64,556	68,022	72,7	77	82,4	89,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y11-Ve(m3/h)	625,87	652,54	687,57	734	779	833	902	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	1011	
Y11-kg/h	743,013	774,67	816,26	872	924	989	1070	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Y11(%)	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Y12-Ve(m3/h)	0	0	0	0	0	0	0	2519	2519	2519	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	3496	
Y12-kg/h	0	0	0	0	0	0	0	2990	2990	2990	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	4150	
Y12(%)	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y13(%)	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	
Y13-V2(m3/h)	387,987	387,99	387,99	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	
Y13(°C)	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	
x11(g/kg.s.v.)	2,11001	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,14	2,2	2,26	2,35	2,19	2,21	2,26	2,28	2,34	2,36	2,39	2,45	2,52	2,6	2,69	2,79	2,87	2,94	2,97	3,1	3,11	3,25	3,32	3,41	3,5	3,6		
Qd(kW)-Y14	12,2631	12,263	12,263	12,4	12,5	12,7	12,9	13,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Qch(kW)-Y15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
fil	14,4665	14,467	14,467	14,5	14,5	14,5	14,5	14,7	15,1	15,5	16,1	15	15,2	15,5	15,7	16	16,2	16,4	16,8	17,3	17,8	18,4	19,1	19,7	20,1	20,3	21,2	21,3	22,3	22,7	23,3	23,8	24,3		
fil udržované(soll)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	

Zařízení č. 3																																		
Chod zaf.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,8	39,9	40	39,8	39,8	39,9	39,9	40	40	38	39	40	40,3	40,4	40,5	40,6	40,6	40,7	40,8	40,9	41	41,1	41,1	41,1	41,1
Qpom(kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,3	45,7	44,9	35,1	34,8	34,5	34,3	34	33,8	33,3	29,9	31,2	32,4	32,6	32,4	32,1	31,9	31,6	31,5	31,2	31,2	30,9	30,6	30,6	
xe1(g/kg.s.v.)	0,66457	0,7403	0,8308	0,94	1,03	1,13	1,23	1,56	1,96	2,43	2,98	2,74	3,06	3,64	3,94	4,56	4,88	5,18	5,96	6,83	7,81	8,92	10,2	11,2	12	12,3	13,9	14,1	15,9	16,6	17,7	18,8	19,7	
Qrcn(kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	38,6	38,1	37,4	29,2	29	28,8	28,6	28,4	28,1	27,8	24,9	26	27	27,2	27	26,8	26,6	26,4	26,3	26	26	25,8	25,5	25,2	25,1	25,1
t32(°C)-před Ro	0	0	0	0	0	0	0	0	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114
QY32(kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	40,1	40,4	40,7	40,1	40,2	40,4	40,5	40,7	40,8	40,9	41,2	41,5	41,8	42,2	42,7	43	43,3	43,4	44	44,4	44,9	45,3	45,7	46,1	46,5	46,9
te	-26	-24	-22	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	

Obr. 2 Ukázka programu

ních zařízení opatřeno náplní v podobě zvládnutého pásu z keramických vláken (SiO₂) a obsahující implantovaný, vysoce aktivní silikagel. Rotor sestává z 25 % nosného materiálu, 72 % aktivního silikagelu a 3 % ostatních anorganických substancí.

S tímto materiálem je možno dosáhnout rosného bodu až -70 °C a vzduch používaný k regeneraci může pracovat s teplotami 70 až 140 °C.

Jako regenerační vzduch je používán venkovní vzduch ohříváný podle potřeby odvlhčením parním ohřevem (zařízení č. 3). Po průchodu Rotosorbem může být navlhčený a ochlazený regenerační vzduch s ještě vysokým teplotním potenciálem dále využíván (např. k předehřevu TUV, případně přes deskový výměník ZZT k předehřevu nasávaného vzduchu u jiných zařízení).

Dimenzování zařízení a správnému výběru jednotlivých elementů, s ohledem na funkčnost, spolehlivost, trvanlivost a udržovatelnost (tj.dostupnost při servisu a opravách), byla věnována maximální péče obzvláště se zřetelem na podmínky v oblasti provozování tohoto zařízení.

Sestava klimatizačních jednotek a zapojení celého okruhu kontinuálního odvlhčování zařízením ROTOSORB bylo určeno matematickou analýzou průběhu úprav vzduchu na jednotlivých elementech klimatizačního zařízení podle vybraných typických stavů vzduchu v jednotlivých ročních obdobích (obr. 2).

Program sestavili autoři v tabulkovém editoru EXCEL (je dále rozšiřován a využíván pro podobné účely). Výsledek viz obr. 2. Tento způsob, při využití vlastností EXCELU, se nám ukázal jako praktický, názorný při využití programových nástrojů VBA k jeho rozšíření i mnohostranně využitelný.