

SULIT



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI**

**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI II : 2023/2024

DCB40153: AIR CONDITIONING SYSTEM TECHNOLOGY

TARIKH : 07 JUN 2024

MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** halaman bercetak.
Bahagian A: Subjektif (2 soalan)
Bahagian B: Subjektif (4 soalan)
Dokumen sokongan yang disertakan : ~~Kertas Graf, Formula dsb / Tiada~~

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A : 50 MARKS**BAHAGIAN A : 50 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN :

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan subjektif. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO2 (a) Briefly describe the sensible heating process.

Terangkan secara ringkas proses pemanasan deria.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO2 (b) A fan absorbs 1.5 kW of power, develops a static pressure of 400 Pa and discharges 2.3 m³/s when the impeller angular velocity is 1300 revolutions per minute. If the impeller is reduced to 1000 revolutions per minute, calculate the discharge in m³/s the volume of flow in m³/s, the power absorbed, the static pressure and the percentage efficiency of the fan for this new condition.

Sebuah kipas menyerap 1.5 kW kuasa, menghasilkan tekanan statik 400 Pa dan keluaran 2.3 m³/s apabila halaju sudut pendesak ialah 1300 pusingan seminit. Jika halaju sudut pendesak dikurangkan kepada 1000 pusingan seminit, kirakan keluaran dalam m³/s, kuasa yang diserap, tekanan statik dan peratusan kecekapan kipas untuk keadaan baharu ini.

[12 marks]

[12 markah]

- CLO2 (c) Figure A1(c) shows the forward-curved centrifugal fans. Based on the figure, explain the characteristics of the fan.

Rajah A1(c) menunjukkan kipas empur lengkung ke hadapan. Berdasarkan kepada rajah, terangkan ciri-ciri kipas tersebut.



Figure A1(c) / *Rajah A1(c)*

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO2 (a) Identify **FIVE (5)** factors that affect the cooling loads in a room.

*Kenalpasti **LIMA (5)** faktor yang mempengaruhi beban penyejukan dalam bilik.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO2 (b) An office with a dimension 28 m x 6 m x 3 m (height) will be installed with an air conditioning system. The office operates from 0900 am to 1700 pm. Using the data below, determine the appropriate type of air conditioning system by referring to Table A2(a) (Appendix 1). Assume the external load is 16490 watts.

Sebuah pejabat berdimensi 28 m x 6 m x 3 m (tinggi) akan dipasang dengan sistem penghawa dingin. Pejabat beroperasi dari jam 0900 pagi hingga 1700 petang. Menggunakan data di bawah, tentukan jenis sistem penyaman udara yang sesuai dengan merujuk Jadual A2(a) (Lampiran 1). Andaikan beban luaran ialah 16490 watt.

Data (Data):

Occupancy	16 person
<i>Penghuni</i>	<i>16 orang</i>
Sensible heat	70 watts
<i>Haba deria</i>	<i>70 watts</i>
Latent heat	45 watts
<i>Haba pendam</i>	<i>45 watts</i>
Light	15 W/m ²
<i>Lampu</i>	<i>15 W/m²</i>
Computer	6 unit (150 watts)
<i>Komputer</i>	<i>6 unit (150 watts)</i>

Copier machine	2 unit (450 watts)
<i>Mesin pencetak</i>	<i>2 unit (450 watts)</i>
Cooling load factor for people & equipment	Refer Table A2(b) (Appendix 1)
<i>Faktor beban penyejukan untuk manusia & peralatan</i>	<i>Rujuk Jadual 2(b) (Lampiran 1)</i>
Cooling load factor for light	Refer Table A2(c) (Appendix 1)
<i>Faktor beban penyejukan untuk lampu</i>	<i>Rujuk Jadual A2(c) (Lampiran 1)</i>

[12 marks]

[12 markah]

- CLO2 (c) The cumulative cooling load from the wall, the ceiling, the floor, the door, and the glass windows for a meeting room is 2.91 kW. Choose the appropriate type of air conditioning system by referring to Table A2 (d) (Appendix 2), if the room were occupied by 20 staff and has 20 unit computers (200 watts per unit) and 12 unit fluorescent lamps (36 watts per unit). Given the latent heat and sensible heat are 55 watts and 75 watts per staff. Assume the cooling load factor is 0.98.

Beban penyejukan terkumpul dari dinding, siling, lantai, pintu dan tingkap kaca untuk bilik mesyuarat ialah 2.91kW. Pilih jenis sistem penyaman udara yang sesuai dengan merujuk Jadual A2 (d) (Lampiran 2), jika bilik tersebut dihuni oleh 20 kakitangan dan mempunyai 20 unit komputer (200 watt per unit) serta 12 unit lampu kalimantang (36 watt per unit). Diberi haba pendam dan haba deria ialah 55 watt dan 75 watt bagi setiap staf. Andaikan faktor beban penyejukan ialah 0.98.

[8 marks]

[8 markah]

SECTION B : 50 MARKS**BAHAGIAN B : 50 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **FOUR (4)** subjective questions. Answer **TWO (2)** questions only.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi EMPAT (4) soalan subjektif. Jawab DUA (2) soalan sahaja.

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 (a) Describe the meaning of heating load.

Jelaskan maksud haba pemanasan.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) An office measuring 5 m x 6 m x 4 m has walls constructed from plastered brick and completed with 3 glass windows and 1 door as shown in Figure B1(b). The internal temperature is 27°C while the external temperature is 32°C. By using the data given in Table B1(b), calculate the heat gain accumulated from the window, door, ceiling, and floor at 1500 pm.

Sebuah pejabat berukuran 5 m x 6 m x 4 m mempunyai dinding yang dibina daripada bata yang dilepa dan dilengkapi dengan 3 tingkap kaca dan 1 pintu seperti ditunjukkan dalam Rajah B1(b). Suhu dalaman ialah 27°C manakala suhu luaran ialah 32°C. Dengan menggunakan data yang diberikan dalam Jadual B1(b), kirakan penambahan haba yang terkumpul daripada tingkap, pintu, siling dan lantai pada jam 1500 pm.

Table B1(b) / Jadual B1(b)

U-value for the ceiling <i>Nilai U bagi siling</i>	3.4 W/m ² K
U-value for the floor <i>Nilai U bagi lantai</i>	3.5 W/m ² K
U-value for the door <i>Nilai U bagi pintu</i>	3.1 W/m ² K
U-value for the glass window <i>Nilai U bagi tingkap kaca</i>	3.2 W/m ² K
Dimension of glass window <i>Dimensi tingkap kaca</i>	3.8 m x 2.4 m
Dimension of door <i>Dimensi pintu</i>	0.9 m x 2.1 m
Shading coefficient <i>Pekali peneduhan</i>	0.74
Solar cooling load factor <i>Faktor beban penyejukan matahari</i>	Refer Table B1 (Appendix 2) <i>Rujuk Jadual B1 (Lampiran 2)</i>

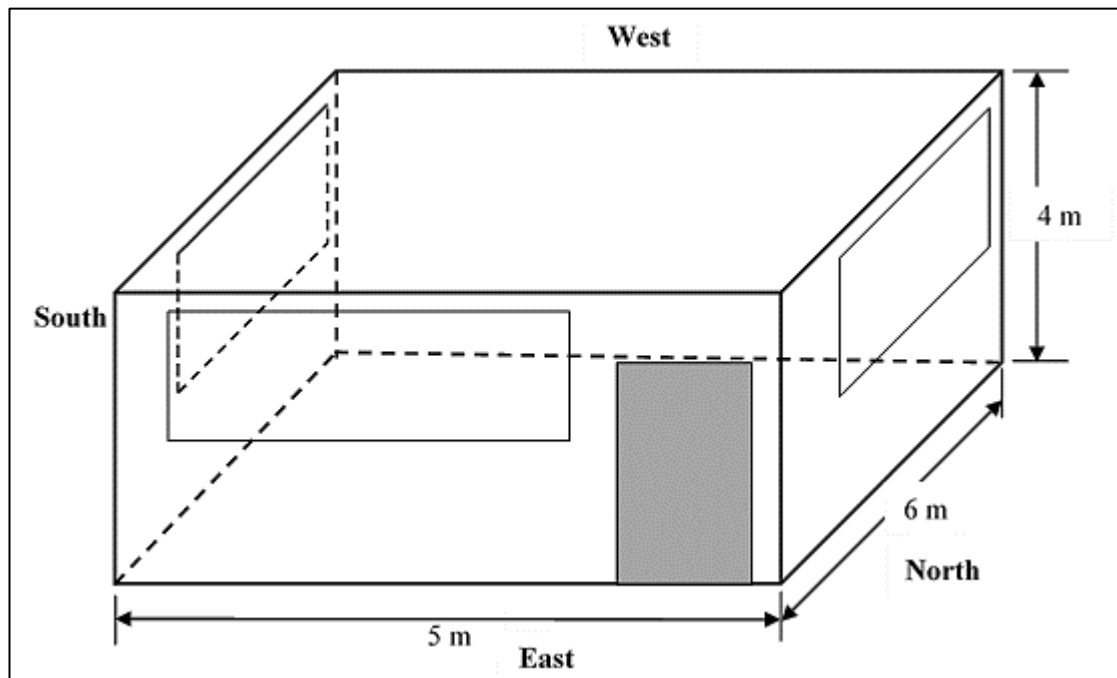


Figure B1(b) / Rajah B1(b)

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) Moist air enters a steam-heating coil at 15°C dry bulb temperature and 10°C wet bulb temperature at a rate of 3.5 m³/s. The air leaves the coil at a dry bulb temperature of 25°C. Using a CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 3), calculate the heat transfer rate to air.

Udara lembap memasuki gegelung pemanasan wap pada suhu bebuli kering 15°C dan suhu bebuli basah 10°C pada kadar 3.5 m³/s. Udara meninggalkan gegelung pada suhu bebuli kering 25°C. Menggunakan Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 3), kirakan kadar pemindahan haba ke udara.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1 (a) Describe **FIVE (5)** sensible heat load.

Jelaskan LIMA (5) beban haba deria.

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B2(b) shows the floor plan of an office. By using the data given in Table B1(b), calculate the total external heat loads in kW units. Given the outside temperature is 33°C and the room temperature is 24°C.

Rajah B2(b) menunjukkan pelan lantai sebuah pejabat. Dengan menggunakan data yang diberikan dalam Jadual B1(b), kirakan jumlah beban haba luaran dalam unit kW. Diberi suhu luar ialah 33°C dan suhu bilik ialah 24°C.

Table B1(b) / Jadual B1(b)

Wall U-value <i>U-value dinding</i>	3.4 W/m ² K
Heat gain from ceiling <i>Pertambahan haba dari siling</i>	3500 W
Heat gain from floor <i>Pertambahan haba dari lantai</i>	2600 W
Heat gain from door <i>Pertambahan haba dari pintu</i>	1300 W
Heat gain from window <i>Pertambahann haba dari tingkap</i>	1000 W
Sensible heat gain from infiltration & ventilation <i>Pertambahan haba dari penyusupan & pengudaraan</i>	½ ACH

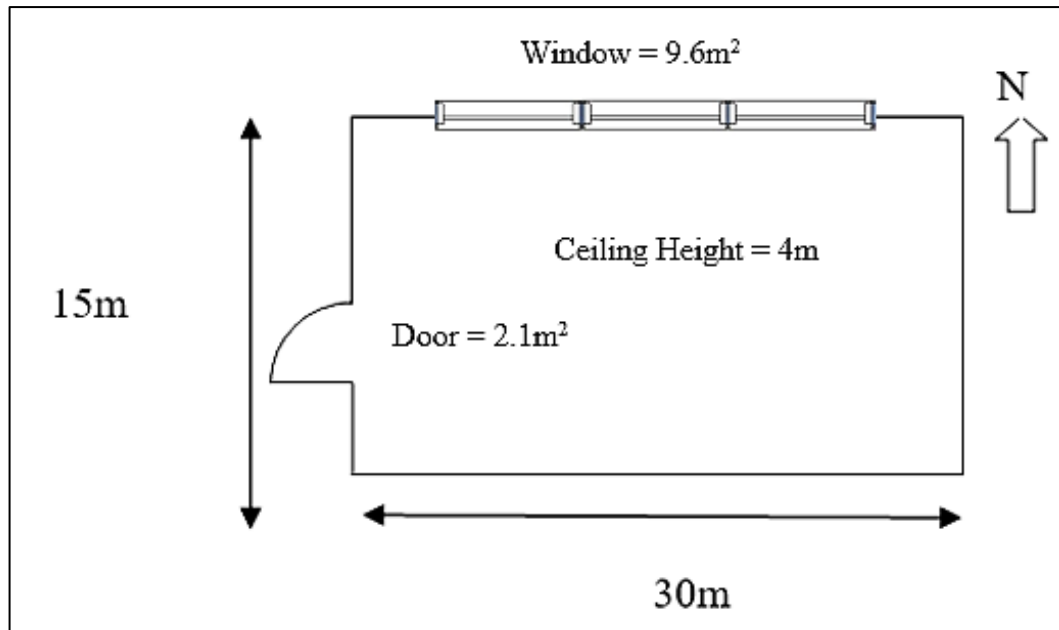


Figure B2(b) / Rajah B2(b)

[12 marks]

[12 markah]

- CLO1 (c) 100 m³ of air per minute at 35°C dry bulb temperature and 20% relative humidity is cooled to 20°C dry bulb temperature by passing through a cooling coil. Using a CIBSE Psychrometric Chart (Appendix 4), calculate the amount of water vapor removed per minute.

100 m³ udara seminit pada suhu bebuli kering 35°C dan kelembapan relatif 20% disejukkan kepada suhu bebuli kering 20°C dengan melalui gegelung penyejuk. Dengan menggunakan Carta Psikrometrik CIBSE (Lampiran 4), kira jumlah wap air yang dikeluarkan setiap jam.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO1 (a) Describe **FIVE (5)** types of supply air outlet device.

*Jelaskan **LIMA (5)** jenis peranti salur keluar udara bekalan.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B3(b) shows an air distribution system for a lecture office, having flow rates as indicated. The velocity of the main duct (AB) is 8 m/s. By using the equal friction method, Chart 4.33 (Appendix 5) and Chart 4.19 (Appendix 6), determine the rectangular duct dimensions for duct AB, BC and CD. Assume the aspect ratio of rectangular duct is 2:1.

Rajah B3(b) menunjukkan sistem pengagihan udara untuk pejabat pensyarah, mempunyai kadar alir seperti yang ditunjukkan. Halaju sesalur utama (AB) ialah 8 m/s. Dengan menggunakan kaedah geseran sama, Carta 4.33 (Lampiran 5) dan Carta 4.19 (Lampiran 6), tentukan dimensi sesalur segiempat tepat untuk sesalur AB, BC dan CD. Andaikan nisbah aspek sesalur segiempat tepat ialah 2:1.

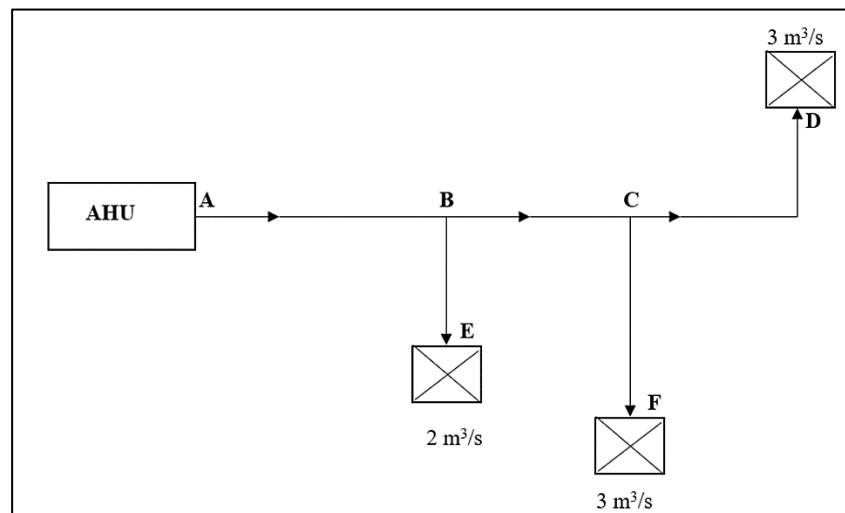


Figure B3(b) / Rajah B3(b)

[12 marks]

[12 markah]

CLO1

- (c) A 15 m long duct passes air at the rate of $72 \text{ m}^3/\text{min}$. If the friction factor is 0.0048, calculate the pressure drop of 280 mm square section duct by using ASHRAE standard formula.

Sesalur sepanjang 15 m mengalirkan udara pada kadar $72 \text{ m}^3/\text{min}$. Jika faktor geseran ialah 0.0048, kirakan kejatuhan tekanan bagi salur keratan persegi 280 mm dengan menggunakan formula standard ASHRAE.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

- CLO1 (a) Figure B4(a) shows a propeller fan. Describe the characteristic of this propeller fan.

Rajah B4(a) menunjukkan sebuah kipas pendorong. Jelaskan ciri-ciri kipas pendorong ini.

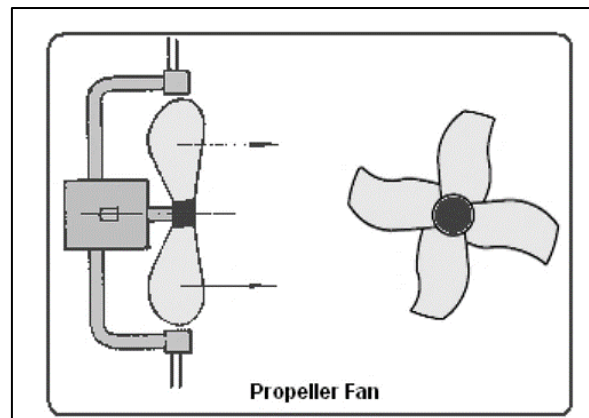


Figure B4(a) / Rajah B4(a)

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure B4(b) shows the supply air duct system for a classroom, having flow rates as indicated. The velocity of the main duct AB is 10 m/s. By using the equal friction method and Chart 4.33 (Appendix 7), determine the diameter of duct AB, BC, BD, DE and DF.

Rajah B4(b) menunjukkan sistem saluran udara bekalan untuk bilik darjah, yang mempunyai kadar alir seperti yang ditunjukkan. Halaju sesalur utama AB ialah 10 m/s. Dengan menggunakan kaedah geseran sama dan Carta 4.33, (Lampiran 7), tentukan diameter salur AB, BC, BD, DE dan DF.

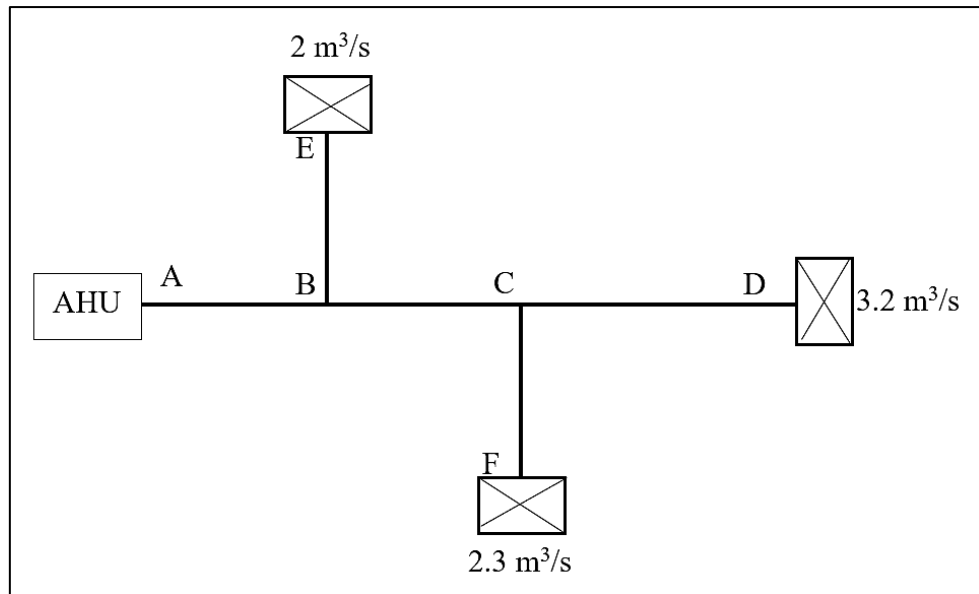


Figure B4(b) / Rajah B4(b)

[12 marks]

[12 markah]

- CLO1 (c) A rectangular duct measuring 300 mm x 200 mm with a length of 30 m, carries air at the rate of $45 \text{ m}^3/\text{min}$. Calculate the pressure drop if the friction factor (f) is 0.011.

Sebuah sesalur segiempat tepat berukuran 300 mm x 200 mm dengan panjang 30 m, membawa udara pada kadar $45 \text{ m}^3/\text{min}$. Kira kejatuhan tekanan jika faktor geseran (f) ialah 0.011.

[8 marks]

[8 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

$$Q = U \times A \times CLTD$$

$$Q = A \times SC \times SCL$$

$$Q = \text{No. of people} \times \text{sensible heat gain per person} \times CLF$$

$$Q = \text{No. of people} \times \text{latent heat gain per person}$$

$$Q = \text{total watts} \times \text{ballast factor} \times CLF$$

$$\text{airflow} = (\text{volume of space} \times \text{air change rate}) / 3600$$

$$Q = 0.8 N V (m_{so} - m_{sr})$$

$$Q = \frac{1}{3} N V (T_o - T_r)$$

$$Qh = m_a (h_2 - h_1)$$

$$Qc = m_a (h_1 - h_2)$$

$$SHF = \frac{SH}{SH+LH}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_3 - h_2}{h_1 - h_3}$$

$$m_a = \frac{Q_a}{V_s}$$

$$p_f = \frac{fL}{m} \left(\frac{v}{4.04} \right)^2$$

$$m = \frac{A}{p}$$

$$P = \pi D, P = 2(a + b)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2$$

$$\frac{KW_1}{KW_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3$$

$$\text{efficiency} = \frac{\text{fan total pressure} \times \text{volume of flow}}{\text{power absorbed}} \times \frac{100}{1}$$

$$1 \text{ tonnes} = 3516.85 \text{ watts}$$

Table A2(a) / Jadual A2(a)

TYPE OF EQUIPMENT	USUAL TONNAGE
Air-cooled Package	up to 15 tons
Water Cooled Package	up to 60 tons
DX Central System	30 to 120 tons
Chiller water	100 tons to above

Table A2(b) / Jadual A2(b) : Cooling Load Factor for people & unhooded equipment

Hours in Space	Number of Hours after Entry into Space or Equipment Turned On																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Zone Type A																							
2	0.75	0.88	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.75	0.88	0.93	0.95	0.22	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.23	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.98	0.98	0.24	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
10	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.24	0.12	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
12	0.75	0.88	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.25	0.12	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	0.76	0.88	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.25	0.12	0.07	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
16	0.76	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	0.12	0.07	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02
18	0.77	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	0.12	0.07	0.05	0.03	0.03	

Table A2(c) / Jadual A2(c) : Cooling Load Factor for lights

Hours Lights On	Number of Hours after Lights Turned On																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Zone Type A																							
8 h	0.85	0.92	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.13	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10 h	0.85	0.93	0.95	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
12 h	0.86	0.93	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.14	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 h	0.86	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.15	0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
16 h	0.87	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.15	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02

Table A2(d) / Jadual A2(d)

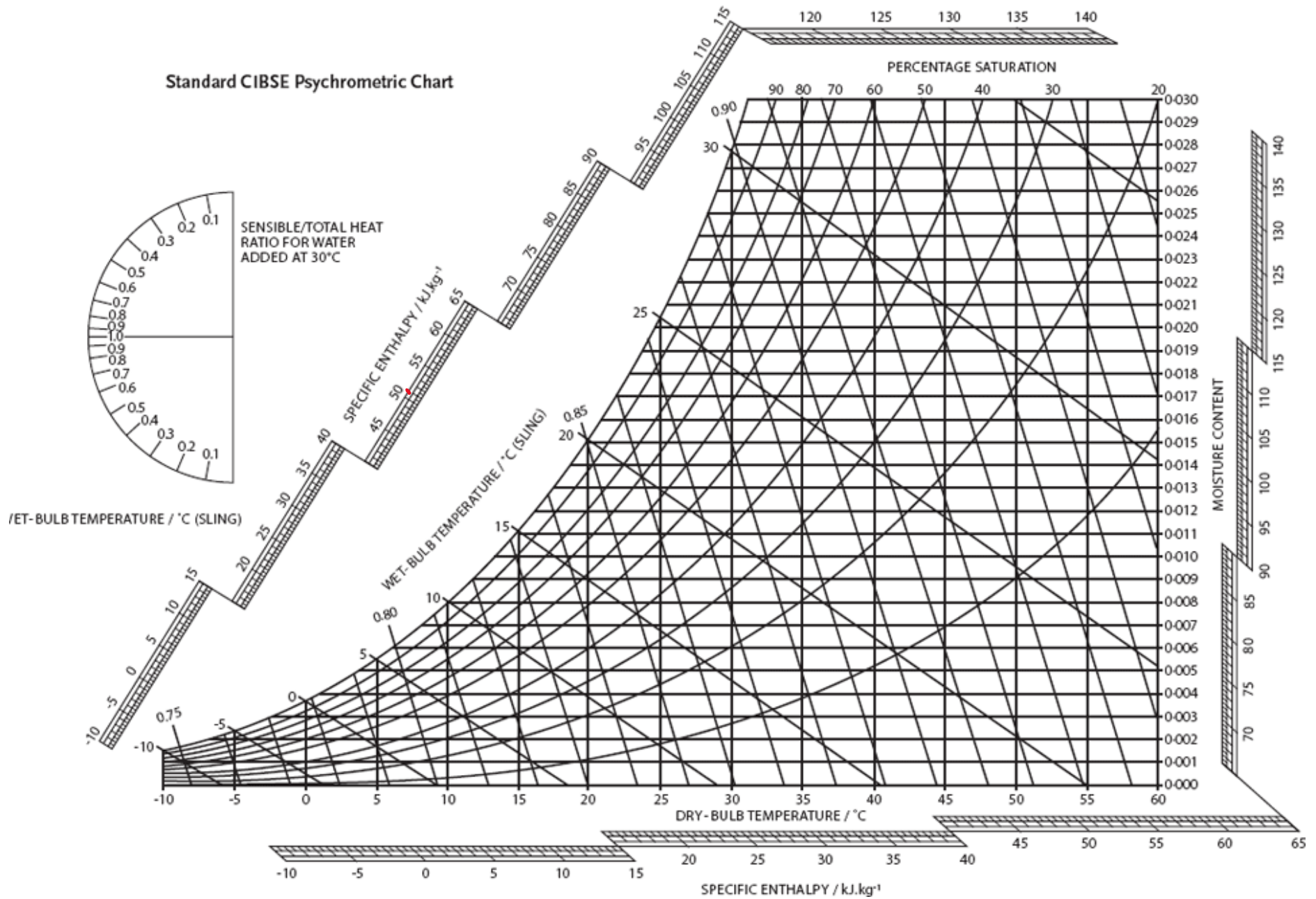
SPECIFICATION (50Hz)			CS- VU10UKH-1	CS- VU13UKH-1	CS- VU18UKH-1
S MODEL					
Cooling Capacity	(min – max)	kW	2.80 (0.84 – 3.29)	3.66 (0.92 – 4.20)	5.20 (1.10 – 5.89)
	(min – max)	Btu/h	9500 (2860 – 11200)	12500 (3140 – 14300)	17700 (3750 – 19800)

Table B1 / Jadual B1

Space Type A																								
Hour																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0	0	0	0	3	79	85	88	101	110	120	126	126	123	113	98	98	113	38	19	9	3	3	0
NE	0	0	0	0	6	268	406	422	353	236	173	151	139	126	117	101	82	57	22	9	6	3	0	0
E	0	0	0	0	6	293	495	583	576	485	334	211	167	142	123	104	82	57	22	9	6	3	0	0
SE	0	0	0	0	3	148	299	413	473	473	413	306	198	154	129	107	85	57	22	9	6	3	0	0
S	0	0	0	0	0	28	54	79	129	202	268	306	302	265	198	132	98	63	25	13	6	3	0	0
SW	0	0	0	0	0	28	54	76	95	110	123	202	318	419	476	479	419	293	110	54	25	13	6	3
W	3	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	126	205	359	498	589	605	491	180	85	41	19	9	6
NW	3	0	0	0	0	28	54	76	95	110	120	126	126	158	265	381	450	410	145	69	35	16	9	3
HOR	0	0	0	0	0	76	217	378	532	665	759	810	816	772	684	554	394	221	91	44	22	9	6	3

Source: 1997 ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapter 28, Table 36

Standard CIBSE Psychrometric Chart



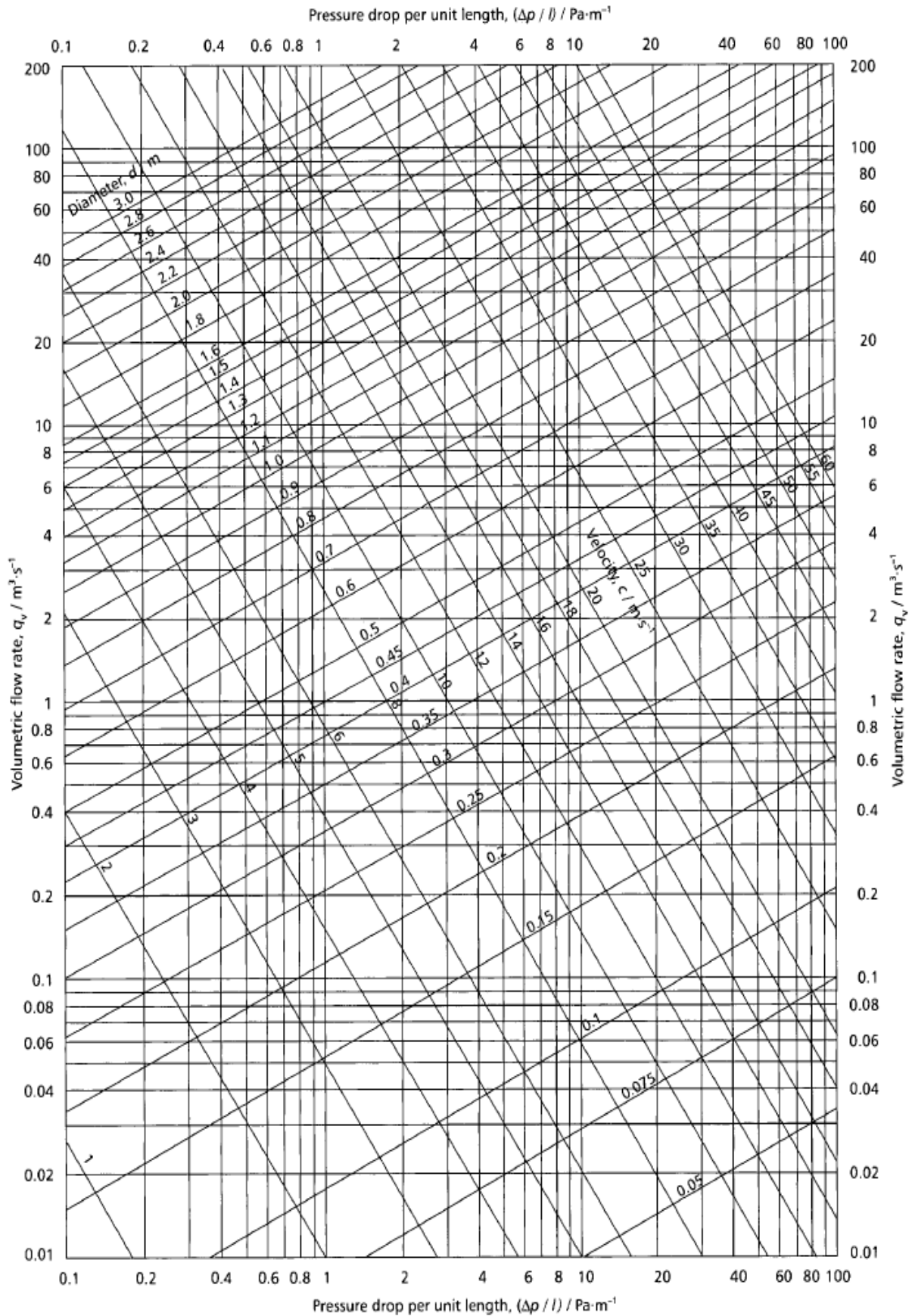


CHART 4.33

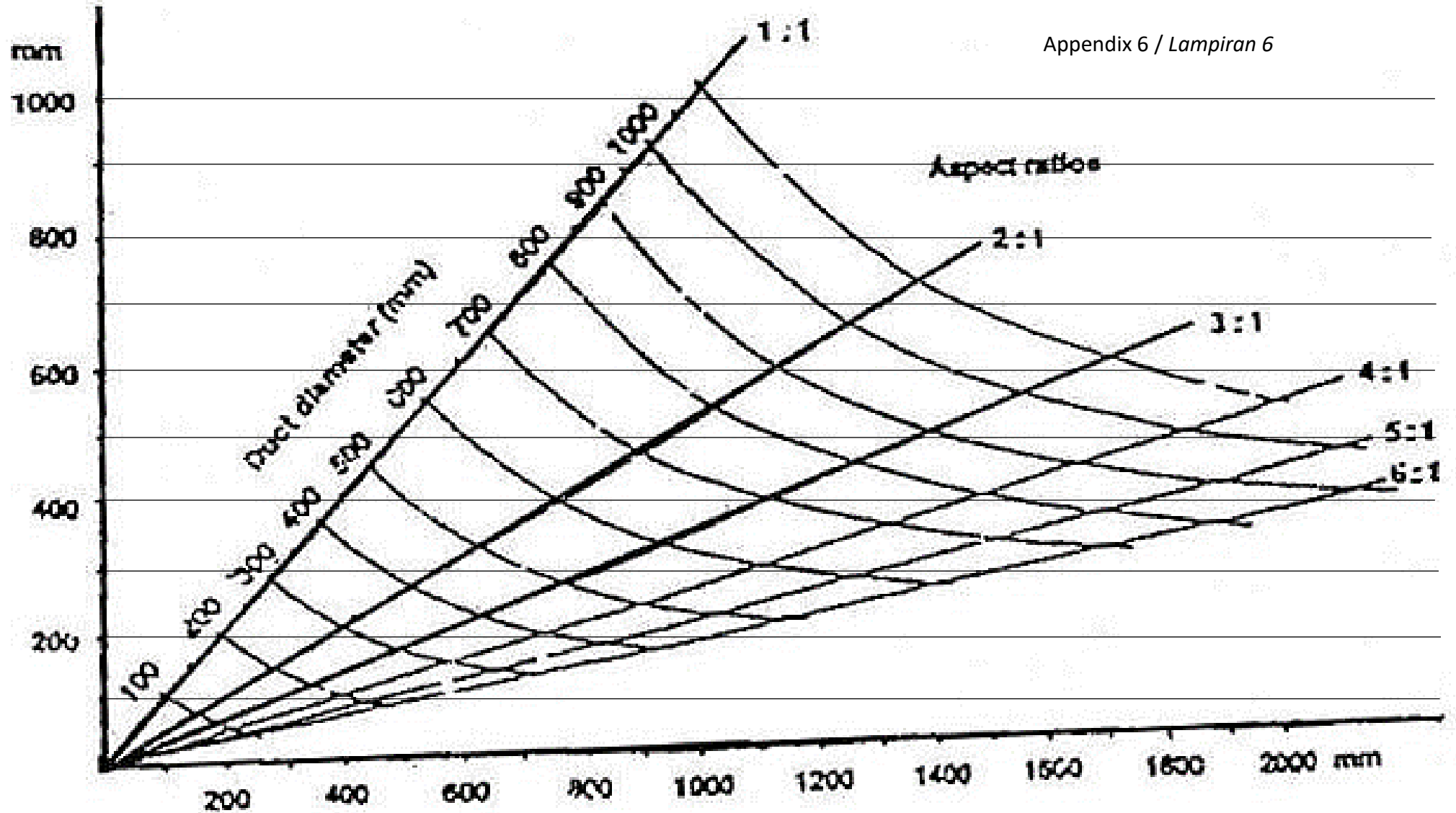


Chart 4.19: Circular to Rectangular Ductwork Conversion Chart

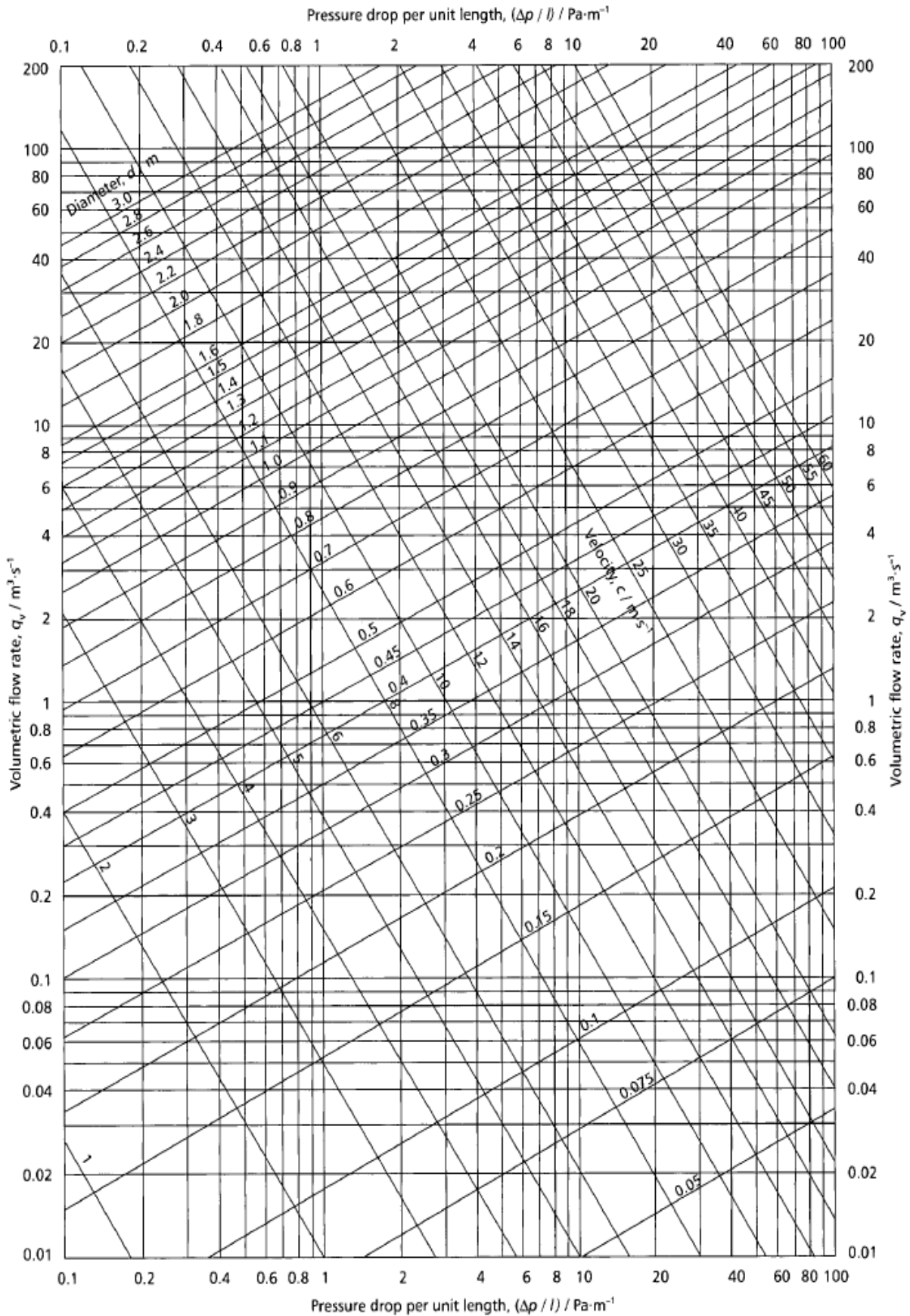


CHART 4.33