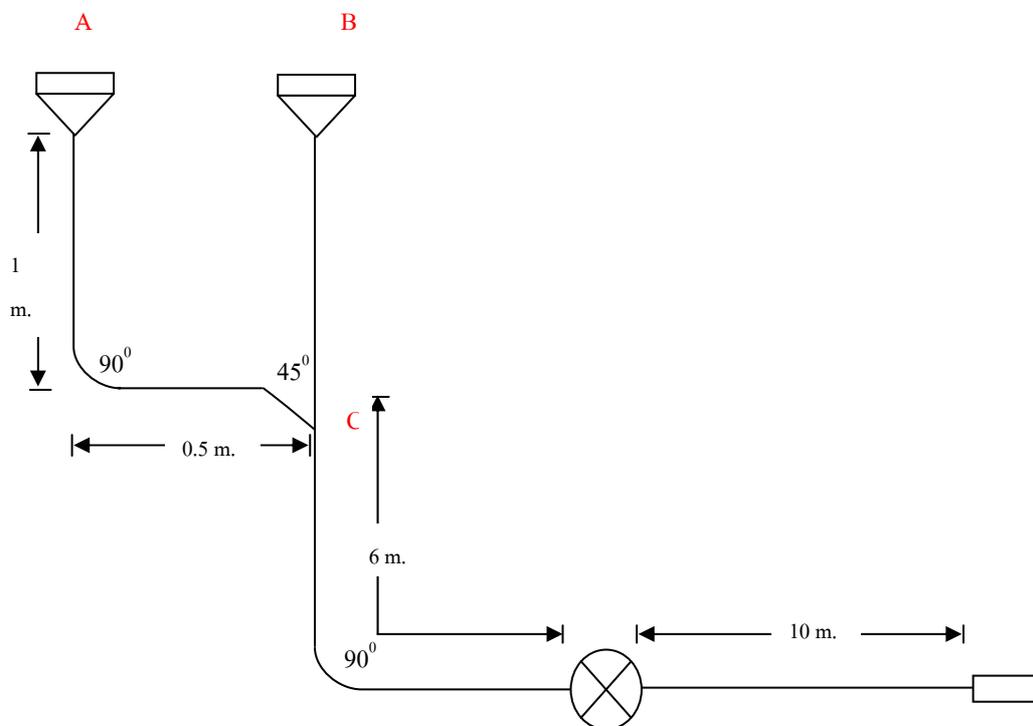


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แสดงวิธีการคำนวณของการออกแบบระบบระบายอากาศใหม่
แบบที่ 1 แบบที่ 2 และ แบบที่ 3

แสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณของการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ทั้ง 3 แบบ
ซึ่งมีแผนภาพแสดงการออกแบบประกอบตามภาพผนวกที่ ก1 และภาพผนวกที่ ก2



ภาพผนวกที่ ก1 แผนภาพแสดงการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่สำหรับการคำนวณ
แบบที่ 1 และ แบบที่ 2

แบบที่ 1 เลือกใช้ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Down draft)

1. คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad Q &= WL V(a) \\
 &= 1.5 \text{ ft} \times 1 \text{ ft} \times 150 \text{ fpm} \times 1.0 \\
 &= 225 \text{ cfm}
 \end{aligned}$$

ลักษณะของท่อจาก HOOD

- A ไปยังจุด C ยาว 1.5 เมตร (5 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน และท่อแยก 45° 1 อัน
 B ไปยังจุด C ยาว 1 เมตร (3.3 ft)
 C ไปยังพัดลม ยาว 6 เมตร (20 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน

จากพัดลมไปยังปล่อง L ยาว 10 เมตร (33.3 ft) ไม่มีซี่งอ

จากการคำนวณอัตราการไหลและขนาดท่อ โดยกำหนดให้ความเร็วในท่อเป็น 2,500 fpm. ตามที่แสดงในตารางผนวกที่ ก1 และตารางผนวกที่ ก2

ตารางผนวกที่ ก1 คุณสมบัติของผู้ดูดอากาศที่ต้องการออกแบบ (แบบที่ 1)

หัวดูด	ขนาดท่อ (in.)	อัตราการ ไหล (cfm)	สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ HOOD (หน้าตัดวงกลม 90°)	ความเร็วในท่อ (fpm)
A	4.06	225	0.15	2500
B	4.06	225	0.15	2500
ท่อร่วม C	5.74	450		2500

ตารางผนวกที่ ก2 จำนวนความเร็วของลมในท่อที่มีจำหน่าย (แบบที่ 1)

ตู้	ขนาดท่อ (in.)	พื้นที่หน้าตัด ของท่อ (ft ²)	ความเร็วในท่อ (fpm)	ปริมาณอากาศที่ต้องการ ดูดหรือผ่าน (cfm)
A	4 (0.33 ft.)	0.085	2647	225
B	4 (0.33 ft.)	0.085	2647	225
ท่อร่วม C	5 (0.42 ft.)	0.138	3260	450

2. จำนวนการสูญเสียของ Hood A และ Hood B

แฟลคเตอร์การสูญเสียที่ทางเข้าหัวดูด ทำมุม 90° ; $F_h = 0.15$, $V_d = 2647$ fpm

$$V = 4005\sqrt{VP}$$

$$\begin{aligned}
 VP &= (V / 4005)^2 \\
 &= (2647 / 4005)^2 \\
 &= 0.44 \text{ in.wg} \\
 SP_h &= F_d VP_d + VP_d \\
 &= (0.15)(0.44) + 0.44 \\
 &= 0.51 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

3. คำนวณความสูญเสียจาก HOOD จุด A ไปยังจุด C

แฟกเตอร์ความเสียดทาน (H_f) ในที่นี้เลือกใช้ท่อที่ทำจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

จากตาราง 6 จะได้ $a = 0.0307$ $b = 0.533$ $c = 0.612$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{a(V_d)^b}{Q^c} \\
 &= \frac{0.0307(2647\text{fpm})^{0.533}}{(225 \text{ cfm})^{0.612}} \\
 &= 0.08 \\
 LH_f &= (5 \text{ ft})(0.08) = 0.4
 \end{aligned}$$

สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของอากาศเมื่อไหลผ่าน

$$\begin{aligned}
 \text{ข้อง } 90^\circ \text{ รัศมีวงเลี้ยว } R/D = 2 \text{ ใช้ข้องแบบ 5 นิ้ว} &= 0.19 \\
 \text{ท่อแยก } 45^\circ &= 0.28 \\
 \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.4 + 0.19 + 0.28)VP_d = 0.87 (0.44 \text{ in.wg}) \\
 &= 0.38 \text{ in.wg} \\
 \text{รวมค่าความสูญเสียกับ HOOD A} &= 0.51 + 0.38 = 0.89 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

4. คำนวณความสูญเสียจาก HOOD จุด B ไปยังจุด C

$$\begin{aligned}
 LH_f &= 3.33 \text{ ft}(0.08) = 0.266 \\
 \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.266)VP_d = 0.266(0.44 \text{ in.wg}) \\
 &= 0.12 \text{ in.wg} \\
 \text{รวมค่าความสูญเสียกับ HOOD B} &= 0.51 + 0.12 = 0.63 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

5. คำนวณความสูญเสียจาก จุด C ไปยังพัดลม

จากตาราง 6 จะได้ $a = 0.0307$ $b = 0.533$ $c = 0.612$

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{a(V_d)^b}{Q^c} \\
 &= \frac{0.0307(3260 \text{ fpm})^{0.533}}{(450 \text{ cfm})^{0.612}} \\
 &= 0.05
 \end{aligned}$$

$$LH_f = (20 \text{ ft})(0.05) = 1.0$$

สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของข้องอ 90° รัศมีวงเลี้ยว $R/D = 2$

$$\text{ใช้ข้องอแบบ 5 ซี่น} = 0.19$$

$$\text{รวมค่าสัมประสิทธิ์ความสูญเสีย} = 1.0 + 0.19 = 1.19$$

$$VP = \left(\frac{V}{4005} \right)^2$$

$$VP = \left(\frac{3260}{4005} \right)^2$$

$$= 0.66 \text{ in.wg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (1.19) VP_d = 1.19(0.66 \text{ in.wg}) \\
 &= 0.78 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

$$\text{รวมความสูญเสียแรงดันในท่อ } 0.89 + 0.63 + 0.78 = 2.3 \text{ in.wg}$$

6. คำนวณความสูญเสียจากพัดลมไปยังปลายปล่อง

ท่อนี้เหมือนกับจากจุด C ไปยังพัดลม โดยมีอากาศ 450 cfm ใช้ท่อขนาด 5 in ยาว 10 m.

$$\begin{aligned} LH_f &= (33.3 \text{ ft})(0.05) = 1.66 \\ \text{ความสูญเสียความดันในท่อ} &= (1.66)VP_d = 1.66 (0.66 \text{ in.wg}) \\ &= 1.09 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

7. คำนวณหา Fan Static Pressure

$$\begin{aligned} FSP &= SP_{\text{OUTLET}} - SP_{\text{INLET}} - VP_{\text{INLET}} \\ &= 1.09 - (-2.3) - 0.44 \\ &= 2.95 \text{ in.wg} \\ BHP &= \frac{CFM \times TP}{6356 \times 0.65} \\ &= (450 \times 2.74) / 6356 \times 0.65 \\ &= 1233 / 4131.4 \\ &= 0.3 \end{aligned}$$

แบบที่ 2 เลือกใช้ชุดดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings)

1. คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } Q &= V(10X^2 + A) \\ &= 150[(10 \times 0.5 \text{ ft}^2) + 1.5 \text{ ft}^2] \\ &= 600 \text{ cfm} \end{aligned}$$

ลักษณะของท่อจาก HOOD

A ไปยังจุด C ยาว 1.5 เมตร (5.0 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน และท่อแยก 45° 1 อัน

B ไปยังจุด C ยาว 1.0 เมตร (3.3 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน

C ไปยังพัดลม ยาว 6.0 เมตร (20.0 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน

จากพัดลมไปยังปล่อง L ยาว 10.0 เมตร (33.3 ft) ไม่มีซี่งอ

จากการคำนวณอัตราการไหลและขนาดท่อ โดยกำหนดให้ความเร็วในท่อเป็น 2,500 fpm. ตามที่แสดงในตารางผนวกที่ ก3 และตารางผนวกที่ ก4

ตารางผนวกที่ ก3 แสดงคุณสมบัติของตู้ดูดอากาศที่ต้องการออกแบบ (แบบที่ 2)

ตู้	ขนาดท่อ (in)	อัตราการ ไหล(cfm)	สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ hood (หน้าตัดขวาง 90°)	ความเร็วในท่อ ตามมาตรฐาน(fpm)
A	6.6	600	0.15	2500
B	6.6	600	0.15	2500
ท่อร่วม C	9.3	1200		2500

ตารางผนวกที่ ก4 จำนวนความเร็วของลมในท่อที่มีจำหน่าย (แบบที่ 2)

ตู้	ขนาดท่อ (in)	พื้นที่หน้าตัด ของท่อ (ft ²)	ความเร็วในท่อ (fpm)	ปริมาณอากาศที่ต้องการ ดูดหรือผ่าน (cfm)
A	6 (0.5 ft)	0.2	3000	600
B	6 (0.5 ft)	0.2	3000	600
ท่อร่วม C	9(0.75 ft)	0.4	3000	1200

2. จำนวนการสูญเสียของ Hood A และ Hood B

$$\text{ค่า } F_h = 0.15, \quad V_d = 3,000 \text{ fpm}$$

$$V = 4005\sqrt{VP}$$

$$\begin{aligned} VP &= (V / 4005)^2 \\ &= (3000 / 4005)^2 \\ &= 0.56 \text{ in.wg} \\ SP_h &= F_d VP_d + VP_d \\ &= (0.15)(0.56) + 0.56 \\ &= 0.644 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

3. คำนวณการสูญเสียจาก Hood จุด A ไปยังจุด C

แฟกเตอร์ความเสียดทาน (H_f) ในที่นี้เลือกใช้ท่อที่ทำจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

$$\begin{aligned} H_f &= 0.044 \\ LH_f &= (5 \text{ ft})(0.044) \\ &= 0.22 \end{aligned}$$

สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของอากาศ เมื่อไหลผ่านข้องอ 90°

$$\begin{aligned} \text{รัศมีวงเลี้ยว } R/D = 2 \text{ ใช้ข้องอแบบ 5 ชิ้น} &= 0.19 \\ \text{ท่อแยก } 45^\circ &= 0.28 \\ \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.22 + 0.19 + 0.28)VP_d \\ &= 0.69(0.56) = 0.39 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

$$\text{รวมค่าสูญเสียแรงดันในท่อกับ hood A} = 0.644 + 0.39 = 1.03 \text{ in.wg}$$

4. คำนวณการสูญเสียจาก Hood จุด B ไปยังจุด C

$$\begin{aligned} H_f &= 0.044 \\ LH_f &= (3.33 \text{ ft})(0.044) = 0.15 \\ \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.15)VP_d = (0.15)0.56 \text{ in.wg} \\ &= 0.084 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

$$\text{รวมค่าสูญเสียแรงดันในท่อกับ hood B} = 0.644 + 0.084 = 0.73 \text{ in.wg}$$

5. คำนวณการสูญเสียจากจุด C ไปยังพัดลม

$$\begin{aligned} H_f &= 0.028 \\ LH_f &= (20 \text{ ft})(0.028) = 0.56 \\ \text{สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของอากาศ เมื่อไหลผ่านข้องอ } 90^\circ & \\ \text{รัศมีวงเลี้ยว } R/D = 2 \text{ ใช้ข้องอแบบ 5 ชิ้น} &= 0.19 \\ \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.56 + 0.19)0.56 = 0.42 \text{ in.wg} \\ \text{รวมความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= 1.03 + 0.73 + 0.42 = 2.18 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

6. คำนวณการสูญเสียจากพัดลมไปยังปลายปล่อง

$$LH_f = (33.33 \text{ ft})(0.028) = 0.93$$

$$\text{ความสูญเสียความดันในท่อ} = (0.93)(0.56) = 0.52 \text{ in.wg}$$

7. การคำนวณหา Fan static pressure

$$FSP = SP_{\text{outlet}} - SP_{\text{inlet}} - VP_{\text{inlet}}$$

$$= 0.52 - (-2.18) - 0.56$$

$$= 2.14 \text{ in.wg}$$

$$BHP = \frac{CFM \times TP}{6356 \times 0.65}$$

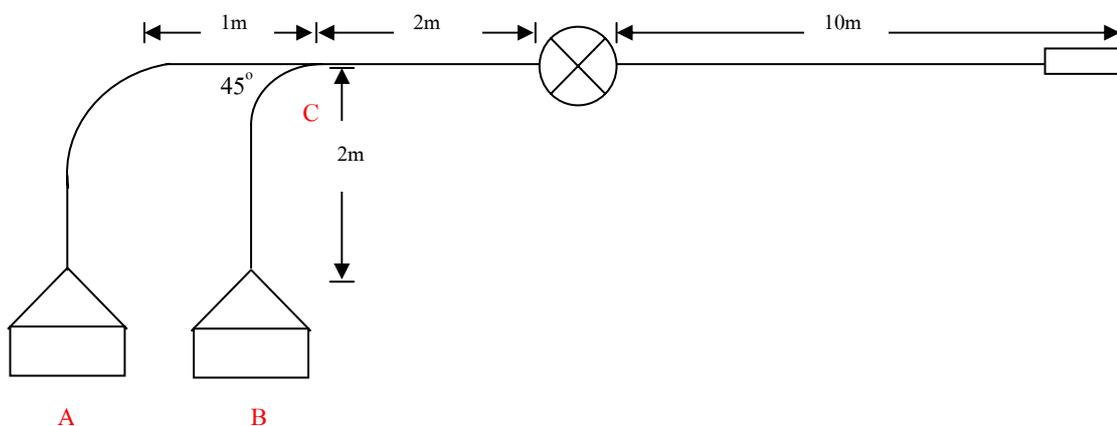
$$= (1200 \times 2.74) / 6356 \times 0.65$$

$$= 3288 / 4131.4$$

$$= 0.8$$

แบบที่ 3 เลือกใช้ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy hood)

ขนาดของปาก Hood 2 ft. X 1 ft.



ภาพผนวกที่ 2 แสดงการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่สำหรับการคำนวณ แบบที่ 3

1. คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } Q &= 1.4PVH \\
 &= 1.4 \times 6 \text{ ft.} \times 150 \text{ fpm} \times 3 \text{ ft.} \\
 &= 3,780 \text{ cfm.}
 \end{aligned}$$

ลักษณะของท่อจาก HOOD

A ไปยังจุด C ยาว 3.0 เมตร (10.0 ft) ซี่งอ 90° 1 อัน

B ไปยังจุด C ยาว 2.0 เมตร (6.66 ft) ท่อแยก 45° 1 อัน

C ไปยังพัดลม ยาว 2.0 เมตร (6.66 ft)

จากพัดลมไปยังปล่อง L ยาว 10.0 เมตร (33.3 ft)

จากการคำนวณอัตราการไหลและขนาดท่อ โดยกำหนดให้ความเร็วในท่อเป็น 2,500 fpm. ตามที่แสดงในตารางผนวกที่ ก5 และตารางผนวกที่ ก6

ตารางผนวกที่ ก5 แสดงคุณสมบัติของตู้ดูดอากาศที่ต้องการออกแบบ (แบบที่ 3)

ตู้	ขนาดท่อ (in.)	อัตราการไหล (cfm)	สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ hood (หน้าตัดขวาง 90°)	ความเร็วในท่อ (fpm)
A	16.56	3,780	0.15	2500
B	16.56	3,780	0.15	2500
ท่อร่วม C	23.52	7,560		2500

ตารางผนวกที่ ก6 คำนวณความเร็วของลมในท่อที่มีจำหน่าย (แบบที่ 3)

ตู้	ขนาดท่อ (in)	พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ft ²)	ความเร็วในท่อ (fpm)	ปริมาณอากาศที่ต้องการ ดูดหรือผ่าน (cfm)
A	16 (1.33ft)	1.39	2,719	3,780
B	16 (1.33ft)	1.39	2,719	3,780
ท่อร่วม C	23 (1.92ft)	2.89	2,615	7,560

2. คำนวณการสูญเสียของ Hood A และ Hood B

$$\text{ค่า } F_h = 0.15, \quad V_d = 2,719 \text{ fpm}$$

$$V = 4005\sqrt{VP}$$

$$\begin{aligned} VP &= (V / 4005)^2 \\ &= (2,719 / 4005)^2 \\ &= 0.46 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SP &= F_d VP_d + VP_d \\ &= (0.15)(0.46) + 0.46 \\ &= 0.53 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

3. คำนวณการสูญเสียจาก Hood จุด A ไปยังจุด C

แฟกเตอร์ความเสียดทาน (H_f) ในที่นี้เลือกใช้ท่อที่ทำจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

$$\begin{aligned} H_f &= 0.013 \\ LH_f &= (10 \text{ ft})(0.013) \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของอากาศ เมื่อไหลผ่านข้องอ 90°

$$\begin{aligned} \text{รัศมีวงเลี้ยว } R/D = 2 \text{ ใช้ข้องอแบบ 5 นิ้ว} &= 0.19 \\ \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.13 + 0.19)VP_d \\ &= 0.32(0.46) = 0.147 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

$$\text{รวมค่าสูญเสียแรงดันในท่อกับ hood A} = 0.53 + 0.147 = 0.677 \text{ in.wg}$$

4. คำนวณการสูญเสียจาก Hood จุด B ไปยังจุด C

$$\begin{aligned} H_f &= 0.013 \\ LH_f &= (6.66 \text{ ft})(0.013) = 0.086 \text{ in.wg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{สัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของอากาศ เมื่อไหลผ่านท่อแยก } 45^\circ &= 0.28 \\
 \text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} &= (0.086 + 0.28)VP_d \\
 &= (0.366)0.46 \text{ in.wg} = 0.168 \text{ in.wg} \\
 \text{รวมค่าสูญเสียแรงดันในท่อกับ hood B} &= 0.168 + 0.53 = 0.698 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

5. คำนวณการสูญเสียจากจุด C ไปยังพัดลม

$$\begin{aligned}
 H_f &= 0.0084 \\
 LH_f &= (6.66 \text{ ft})(0.0084) = 0.056
 \end{aligned}$$

$$V = 4005\sqrt{VP}$$

$$\begin{aligned}
 VP &= (V / 4005)^2 \\
 &= (7,560 / 4005)^2 \\
 &= 3.56 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

$$\text{ความสูญเสียแรงดันในท่อ} = (0.056)3.56 = 0.199 \text{ in.wg}$$

$$\text{รวมความสูญเสียแรงดันในท่อ} = 0.677 + 0.698 + 0.199 = 1.574 \text{ in.wg}$$

6. คำนวณการสูญเสียจากพัดลมไปยังปลายปล่อง

$$\begin{aligned}
 LH_f &= (33.33 \text{ ft})(0.0084) = 0.28 \\
 \text{ความสูญเสียความดันในท่อ} &= (0.28)(3.56) = 0.99 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

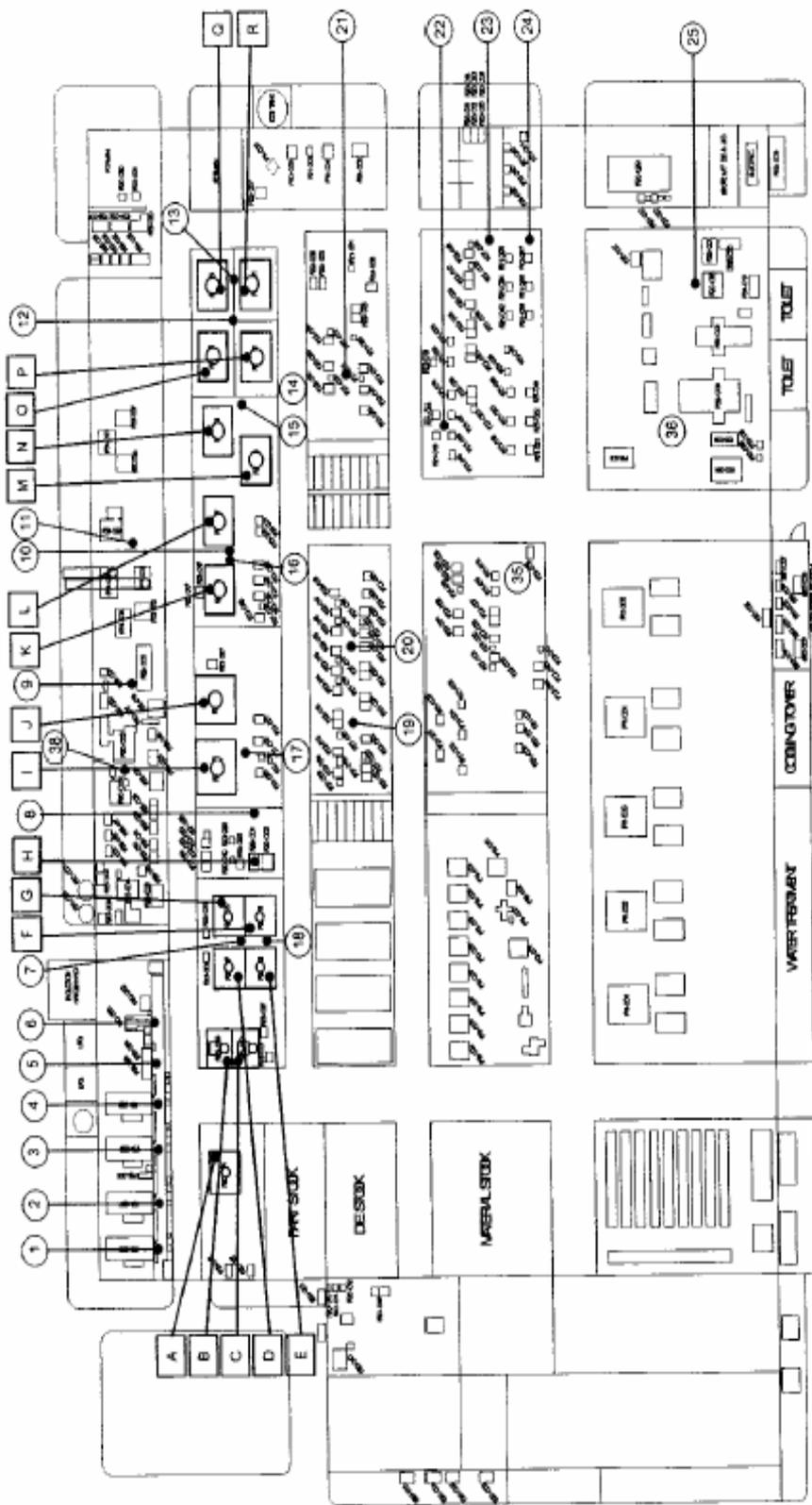
7. การคำนวณหา Fan static pressure

$$\begin{aligned}
 \text{FSP} &= SP_{\text{outlet}} - SP_{\text{inlet}} - VP_{\text{inlet}} \\
 &= 0.99 - (-1.574) - 0.46 \\
 &= 2.104 \text{ in.wg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{\text{CFM} \times \text{TP}}{6356 \times 0.65} \\ &= (7,560 \times 2.034) / (6356 \times 0.65) \\ &= 7484.4 / 4131.4 \\ &= 3.72 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข
แผนผังแสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

MEASURING OF AIR POLLUTION



ภาพผนวกที่ ข1 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ



ตารางการตรวจวัด (Measuring Result)

เรื่อง : คุณภาพอากาศ

อุปกรณ์สำหรับวัด : FILTER & PUMP

ผู้อนุมัติข้อมูล		อ้างอิง EMP No.05.....
อนุมัติโดย	ผู้จัดทำ	หน้า 1 จาก 1
		แก้ไขครั้งที่ 0 วันที่เริ่มใช้ 15/9/44
M/T Mgr	ผู้รับผิดชอบงาน	เอกสารเลขที่ EFM-M/T-4.5.1-P1-4

NO	SECTION	MEASURING SPOT	SAMPLING SOURCE	DATE	PARAMETER	RESULT (mg/m ³)	STANDARD (mg/m ³)	การตัดสินใจ (OK or NG)
1	SPOT (Y)	ARM ASSY LOWER LH	WORKPLACE 	26/2/2002	TOTAL DUST	1.67	15	OK
		BETWEEN ROBOT 2,3,6 ΔWD			RESPIRABLE DUST	1.23	5	OK
		COPPER			< 0.001	-	OK	
2	SPOT (11) (CHANGE AREA)	LINE ASSY P-CAR	WORKPLACE	26/2/2002	TOTAL DUST	1.67	15	OK
		HAND WELDING			RESPIRABLE DUST	1.47	5	OK
		COPPER			< 0.001	-	OK	
3	SPOT (20)	SPOT BOLL WELD	WORKPLACE	26/2/2002	TOTAL DUST	0.83	15	OK
		COPPER			< 0.001	-	OK	
① 4	MIC	EXTENSION HOUSING LING	WORKPLACE	26/2/2002	OIL MIST	0.394	5	OK
5	SPOT (F)	ARM ASSY LOWER LH	STACK	7/3/2002	PARTICULATE	6.06	400	OK
		ROBOT NO.2 (LINE ΔWB)			COPPER	< 0.01	-	OK

การแก้ไขข้อตรวจ :

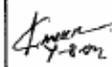
อนุมัติโดย	อนุมัติโดย	ตรวจติดตามโดย
M/T Mgr	ผู้รับผิดชอบงาน	

ภาพผนวกที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (1)


ตารางการตรวจวัด (Measuring Result)
เรื่อง : Air Quality

อุปกรณ์การตรวจวัด : Consultant

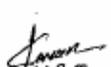
วันที่ตรวจวัด : 7-8 July 03

ผู้อนุมัติข้อมูล		อ้างอิง EMP No.05.....
อนุมัติโดย	จัดทำโดย	หน้า 1 จาก 1
 7/10/03. MT Mgr.	 7-8-03 ผู้ดำเนินการตรวจวัด	แก้ไขครั้งที่ 0 วันที่เริ่มใช้ 15/9/44 เอกสารเลขที่ EFM-MT-4.5.1-P1-4

NO	SECTION	MEASURING SPOT	SAMPLING SOURCE	DATE	PARAMETER	RESULT (mg/m ³)	STANDARD (mg/m ³)	การตัดสินใจ (ok or ng)
1	Robot	C (E30-004)2WD	work place	7/7/03	Total Suspended Particulate	4.83	400	OK
			Street	1:20pm-2:20pm	Copper	0.02	30	OK
2	Robot	F (E30-002)4WD	work place	7/7/03	Total Suspended Particulate	<1	400	OK
	(18)		Street	1:50pm-2:50pm	Copper	0.01	30	OK
3	Robot	member Assy	work place	8/7/03	oil mist	0.32	5	OK
	(8)			8:50am-4:50am.	respirable Dust	<2	5	OK
4	M/C	gun drilling	work place	8/7/03	oil mist	0.11	5	OK
	(11)			8:50am-4:50pm.	respirable Dust	<2	5	OK
5	Spot	JT41 (เชื่อม)	work place	8/7/03	total Dust	<2	15	OK
	(35)			8:55am-4:55pm.	respirable Dust	<2	5	OK
6	M/T	M/T Die (เจาะ)	work place	8/7/03	total Dust	<2	15	OK
	(36)			8:58am-4:58pm.	respirable Dust	<2	5	OK
7	paint	Painting Booth	work place	8/7/03	total VOC	2.85	-	OK
	(37)			9:06am-5:06 pm	Benzene	<0.4	10	OK
					Xylene	<0.3	100	OK
					Toluene	0.45	200	OK
8	Robot	J(E30-014)	work place	8/7/03	Total Suspended Particulate	<1	400	OK
	(17)			10:30am-11:30pm	Copper	0.02	30	OK
9	Spot	H(E30-001)	work place	8/7/03	Total Suspended Particulate	2.47	400	OK
	(9)			1:11pm-2:11pm.	Copper	0.007	30	OK

การแก้ไขข้อควร :

.....

อนุมัติโดย	อนุมัติโดย	ตรวจสอบติดตามโดย
 7/10/03. MT Mgr.	 7-8-03 ผู้ดำเนินการตรวจวัด	ผู้ตรวจฯ เพ็ญรัตน์

ภาพผนวกที่ ๒ ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (2)



ตารางการตรวจวัด (Measuring Result)

เรื่อง: ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

อุปกรณ์สำหรับวัด: FILTER & PUMP

ข้อมูลพื้นฐาน		อ้างอิง EMP No.05.....
อนุมัติโดย	ผู้จัดทำ	หน้า 1 จาก 1
		แก้ไขครั้งที่ 0 วันที่เริ่มใช้ 15/9/44
M/T Mgr	ผู้รับผิดชอบงาน	เอกสารเลขที่ EFM-M/T-4.5.1-P1-4

NO.	SECTION	MEASURING SPOT	SAMPLING SOURCE	DATE	PARAMETER	RESULT (mg/m ³)	STANDARD (mg/m ³)	การตัดสินใจ (OK/NG)
1	Welding	Stack K ✓	STACK	13/7/2004	TSP	1.20	400	OK
					Cu	0.007	30	OK
					Mn	0.05	5	OK
2	Painting	Stack S ✓	STACK	13/7/2004	Toluene	27.6	300	OK
					Xylene	13.3	670	OK
					Benzene	< 3	300	OK
					Total VOC /	40.2	-	OK
3	Welding	Welding (Robot 012-005)	WORK PLACE	13/7/2004	Total dust	5.2	15	OK
	(7) ✓				Respirable dust	4.58	5	OK
4	Welding	Welding (Robot F25-007)	WORK PLACE	13/7/2004	Total dust	< 1.0	15	OK
	(10) ✓				Respirable dust	< 1.0	5	OK
5	Painting	Painting Booth	WORK PLACE	30/8/2004	Benzene	< 0.003ppm	10	OK
	(27) ✓				Toluene	1.61 ppm	200	OK
					Xylene	1.37 ppm	100	OK
					Total VOC	3.08 ppm	-	OK
	M/C	M/C Factory II	WORK PLACE	13/7/2004	Oil mist	0.18	5	OK
	(41) ✓	(Washing & Air Blow)			Respirable dust	< 1.0	5	OK
7	Handwork	Grinding	WORK PLACE	13/7/2004	Total dust	< 1.0	15	OK
	(34) ✓				Respirable dust	< 1.0	5	OK

การแก้ไขข้อควร :

อนุมัติโดย	อนุมัติโดย	ตรวจสอบโดย
10-09-04 M/T Mgr	9-9-04 ผู้รับผิดชอบงาน	

ภาพผนวกที่ ๓ ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (3)



ตารางการตรวจวัด (Measuring Result)

เรื่อง : ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

อุปกรณ์สำหรับวัด : FILTER & PUMP

วันที่ตรวจวัด : 10, 18 มีนาคม 2548

ผู้อนุมัติข้อมูล	
อนุมัติโดย	ผู้จัดทำ
 M.T. ๑๕.๑๕ MCT/MCT	 ผู้รับผิดชอบงาน

อ้างอิง EMP No.05.....
หน้า 1 จาก 1
แก้ไขครั้งที่ 0 วันที่เริ่มใช้ 15/9/44
เอกสารเลขที่ EFM-M/T-4.5.1-P1-4

NO.	SECTION	MEASURING SPOT	SAMPLING SOURCE	DATE	PARAMETER	RESULT (mg/m ³)	STANDARD (mg/m ³)	การตัดสิน (OK or NG)
1	Welding(12)	Welding / Line ARM LWR 4WD	WORKPLACE	10/3/2006	Total dust	<1	15	OK
					Respirable Dust	2.33	5	OK
2	Welding(40)	arc welding Ass'y	WORKPLACE	18/3/2006	Total dust	<1	15	OK
				10/3/2005	Respirable Dust	<2	5	OK
3	PC(26)	จุดพ่นน้ำมันกับสนิม	WORKPLACE	10/3/2005	Oil mist	0.3	5	OK
					Respirable Dust	<1	5	OK
4	MC(2)	M/C Housing OP-5	WORKPLACE	18/3/2005	Oil mist	0.2	5	OK
					Respirable Dust	<1	5	OK
5	Welding	Stack H	STACK	10/3/2005	TSD	5.19	400	OK
					Copper	<0.002	30	OK
					Mn	0.013	10	OK
					CO	<1	870 ppm	OK
6	Painting	Stack T	STACK	10/3/2005	Benzene	<5	300	OK
					Toluene	7.01	300	OK
					Xylene	3.04	870	OK
					VOC (total)	1.37	-	OK

การแก้ไขชั่วคราว :

อนุมัติโดย	อนุมัติโดย	ตรวจติดตามโดย
 M.T. ๑๕.๑๕ MCT/MCT	 ผู้รับผิดชอบงาน	

ภาพผนวกที่ ๑๔ ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (4)



BEW

ตารางการตรวจวัด (Measuring Result)

เรื่อง : ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

อุปกรณ์สำหรับวัด : FILTER & PUMP

ประจำเดือน : 1, 20/07/06

ผู้อนุมัติข้อมูล		อ้างอิง. EMP No.05.....
อนุมัติโดย	ผู้จัดทำ	หน้า จาก
		แก้ไขครั้งที่ 0 วันที่เริ่มใช้ 15/9/44
M/T Mgr	ผู้รับผิดชอบงาน	เอกสารเลขที่ EFM-M/T-4.5.1-P1-4

No	SECTION	MEASURING SPOT	SAMPLING SOURCE	DATE	PARAMETER	RESULT (mg/m ³)	STANDARD (mg/m ³)	การตัดสินใจ (OK/NG)
1	Welding	Stack W	STACK	1/7/2006	TSP	4.78	400	OK
					Carbon Monoxide	1	870 ppm	OK
					Copper	0.005	30	OK
					Manganese	0.056	10	OK
2	Welding	Stack D	STACK	1/7/2006	TSP	5.45	400	OK
					Carbon Monoxide	2	870 ppm	OK
					Copper	0.051	30	OK
					Manganese	0.18	10	OK
3	Welding	Stack X	STACK	20/7/2006	TSP	3.88	400	OK
					Carbon Monoxide	1	870 ppm	OK
					Copper	0.01	30	OK
					Manganese	0.1	10	OK
4	MC(9)	F51-001	WORKPLACE	1/7/2006	Oil mist	0.011	5	OK
5	MC(38)	F90-005	WORKPLACE	1/7/2006	Oil mist	0.011	5	OK
6	Welding(7)	4WD	WORKPLACE	1/7/2006	Total Dust	1.08	15	OK
					Respirable Dust	3.29	5	OK
					Iron Fume	1.64	10	OK
					Carbon Monoxide	<1	50 ppm	OK
7	Welding(17)	Robot 13-14	WORKPLACE	1/7/2006	Total Dust	<1	15	OK
					Respirable Dust	<1	5	OK
					Iron Fume	0.14	10	OK
					Carbon Monoxide	<1	50 ppm	OK

การแก้ไขชั่วคราว :

อนุมัติโดย	อนุมัติโดย	ตรวจติดตามโดย
M/T Mgr	ผู้รับผิดชอบงาน	

ภาพผนวกที่ ค5 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (5)



CHEMLAB SERVICES (THAILAND) LIMITED

282 B3 Building, 3rd Floor, Old Siam Hotel 4, Ruana Ek Road, Bangkok, Huaykwang, Bangkok Thailand 10810

Tel : (662) 719-0488-92 Fax : (662) 719-0483 E-mail : chemlab_bkk@yahoo.com www.chemlab.com.th

ORIGINAL

Report No. : 06/A0775

Sample ID. No. : 06/41384

Page : 1 of 1

TEST REPORT

Customer Name : Bangkok Eagle Wings Co., Ltd.
 Address : 87/14 Moo 5 Chama Sanphan Rd., Tambon Karkad,
 Nongtohat, Bangkok: 10530

Issue Date : Jul. 6, 2006

Sample Description: Air Emission from Stationary Source Received Date/Time : Jul. 3, 2006 / 08:55 a.m.
 Collected from : Stack D Collected Date/Time : Jul. 1, 2006 / 10:28 a.m.-11:10 a.m.
 Collected by : Personnel of Chemlab Services (Thailand) Limited

Sampling Information

Stack Diameter	0.55	m	Dry Gas Meter Temperature	33	°C
Source Type	Process		Velocity	7.06	m/sec
Air Pollution Control	-		Flow Rate	5,737	m ³ /hr
Barometric Pressure	757	mmHg	Oxygen	20.9	%
Stack Temperature	30	°C	Humidity	3.11	%

TEST RESULT (g)

Test Item (g)	Result (g)	Standard Value*	Reference Method
Total Suspended Particulate	5.45 mg/m ³	400 mg/m ³	US. EPA Method 5
Carbon Monoxide	2 ppm	870 ppm	ICAC Method
Copper	0.051 mg/m ³	30 mg/m ³	US. EPA Method 29
Manganese	0.18 mg/m ³	10 ** mg/m ³	US. EPA Method 29

Remark : * Notification of the Ministry of Industry Volume 122, Part 37, B.E.2549 (2005)
 Results on dry basis, 760 mmHg, 25 °C.

** Table X National Emission Standards for Specific Pollutants in Effluent Air or Gas from Stationary Source (NM²-O °C, 1 at: Sm³ (US-70 °C.F, 1 at: M³-10³ Joules).

Test date : 01/07/06

Collection date : 06/07/06

Analyzed By

(Mr. Prasert Wongplak)
 Head of Field Sampling



Approved By

(Ms. Tanee Lakkakulpan)
 Laboratory Manager

TSC-008-01 (Rev. 01), Revision No. 1, Effective Date: Feb. 27, 2003

* The above analysis is based solely on the sample (s) supplied by the laboratory. This report is not to be used for advertising purposes.
 The report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

HEAD OFFICE : CHEMICAL LABORATORY (MALAYSIA) SDN BHD

Wisma Kim, 87C-81C, Jalan BESIS2, Taman Bukit Erawa, 47301 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
 Tel : 603-7603 2220, 7603 6682, 7603 6888 Fax : 603-7603 2803 www.chemlab.com.my

ภาพผนวกที่ 6 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (6)

ภาคผนวก ง
มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

Threshold Limit Values were adopted by American Conference of Governmental Industrial Hygienists in 1998.

Substance [CAS No.]	ADOPTED VALUES		Notations	Mol Wgt	TLV Basis—Critical Effect(s)
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL/C (ppm/mg/m ³)			
Silica, Amorphous — Diatomaceous earth (uncalcined) [61790-53-2]	—	—	—	—	Irritation; pneumoconiosis
Inhalable particulate	10 mg/m ³ (e)	—	—	—	—
Respirable particulate	3 mg/m ³ (e)	—	—	—	—
Precipitated silica [112926-00-8]	10 mg/m ³	—	—	—	Irritation
Silica fume [69012-64-2]	2 mg/m ³ (f)	—	—	—	Irritation; recurrent fever
Silica, fused [60676-86-0]	0.1 mg/m ³ (f)	—	—	60.08	Pulmonary fibrosis
Silica gel [112926-00-8]	10 mg/m ³	—	—	—	Irritation
Silica, Crystalline —					
Cristobalite [14464-46-1]	0.05 mg/m ³ (f)	—	—	60.08	Pulmonary fibrosis; silicosis
Quartz [14808-60-7]	0.1 mg/m ³ (f)	—	(—)	60.09	Pulmonary fibrosis; silicosis
Tridymite [15468-32-3]	0.05 mg/m ³ (f)	—	—	60.08	Pulmonary fibrosis; silicosis
Tripoli [1317-95-9]	0.1 mg/m ³ (f) of contained respirable quartz	—	—	—	Pulmonary fibrosis
Silicon [7440-21-3]	10 mg/m ³	—	—	28.09	Lung
Silicon carbide [409-21-2]	10 mg/m ³ (e)	—	A4	40.10	Lung

ภาพผนวกที่ ๑1 มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ภาคผนวก จ

เกณฑ์การออกแบบระบบระบายอากาศตามมาตรฐาน ACGIH

$cfm = (L) (W) (V) (a)$

where
 L and W are open face dimensions in feet.
 V is required control velocity at the face in fpm.
 D is depth from face to rear or line of baffles.
 a is a factor reflecting temperature of operation and rate of evolution.

Toxicity	V' Values for Different Depths (D)**			Rate of Evolution and Temperature Factor (a)		
	Shallow	Average	Deep	Temperature	Rate	a
Slight	125	75	50	Up to 150 °F	Low	1.0
Moderate	150	100	75	151-300 °F	Moderate	1.25
High	200	150	125	301-600 °F	High	1.50
				601 °F and up	-	2.0

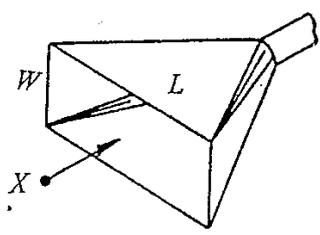
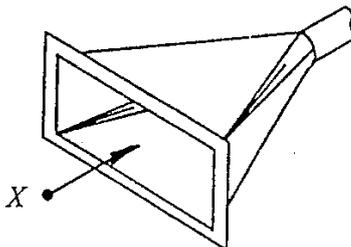
Notes:

* For extremely toxic and some radioactive substances, V may have to be 200 or 250 for average depths and increased proportionately for shallow hoods. Where a contaminant is released within the hood at a high velocity, particularly toward the opening, the selected V should also be increased.

** The booth should completely contain the operation and allow working room. Depth to the rear or the line or baffles should be as large as possible. Expressing depth as a function of W or L (whichever is the larger), depths from 65% to 85% of W or L may be considered average. Depths up to 65% may be considered shallow and depths above 85% may be considered deep.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ (Enclosed Hood) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๑1 ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ (Enclosed Hood)

$cfm = (V) (10X^2 + A)^*$

where V is required velocity (in fpm) at distance X (in feet) from hood face of area A (in square feet).
 V Values for Different Rates of Contaminant Release**

Toxicity	No Upward Velocity	Moderate Upward Velocity	Active Generation	Violent*** Generation
Slight	50	75	125	500
Moderate	100	150	250	1,000
High	150	225	400	1,500

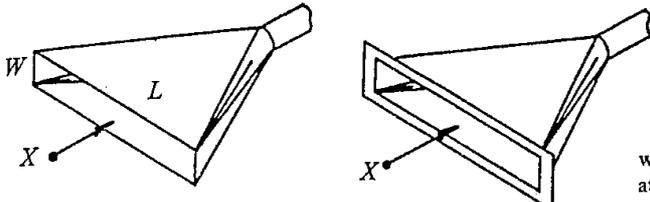
For flanged hoods or hoods on table tops the cfm may be decreased by 25%

Notes:

- * This formula may be used for openings with W/L ratios above 0.3 as well as square or round openings. This type of hood should not be used where significant cross drafts may be present unless side shields are provided.
- ** Where reliable capture data are available for a particular operation and contaminant, these data should be used in place of the V values shown above.
- *** This type of hood is not recommended for violently generated contaminants.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๑๒ ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings)



$cfm = (3.7) (V) (X) (L)^*$

where V is the required velocity (in fpm) at distance X (in feet) from the face of a slot L feet long

V Values for Different Rates of Contaminant Release**

Toxicity	No Upward Velocity	Moderate Upward Velocity	Active Generation	Violent*** Generation
Slight	50	75	125	500
Moderate	100	150	250	1,000
High	150	225	400	1,500

For flanged hoods or hoods on table tops the cfm may be decreased by 25%

Notes:

- * This formula may be used for openings with W/L ratios of 0.3 or less. This type of hood should not be used where significant cross drafts are present unless side shields are provided.
- ** Where reliable capture data are available for a particular operation and contaminant, these data should be used in place of the V values shown above.
- *** This type of hood is not recommended for violently generated contaminants.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๑3 ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings)

(a) End Shields Desirable, Tapered Connection for Low Resistance, Lateral Slots, Width W, Height C, Points A and B.

(b) If internal baffles are used in manifold, design as shown. Dimensions: .42L, .33L, .25L. Features: Baffles, Pitch Bottom to Drain, Drain, Points G, D, F, D/3.

(c) Rear Hood, Slot, Tank or Table Top, Length L.

Duct diameter to maintain velocity from 1,500 to 2,500 L. F. M. recommended

$$cfm = (W) (L) (Q) (K)$$

where
 Q is cfm per square foot of tank or table surface.
 W and L are open surface of tank or table top dimensions (in feet).
 K is a correction factor for different width-length (W/L) ratios

Q Values for Lateral Exhaust at Tanks or Tables Where W/L is 0.5.

Toxicity	Flash Point	Low Rate of Evolution, cfm	Moderate Rate of Evolution, cfm	High Rate of Evolution, cfm
Slight	Over 200 °F	50-75	75-100	100-150
Moderate	100 to 200 °F	75-100	100-150	125-175
High	Below 100 °F	100-150	125-175	150-200

The lower figure in each pair is for tanks or tables against a wall or baffle; the higher figure for free standing tanks or tables. The hood shown in "c" also serves as a baffle.

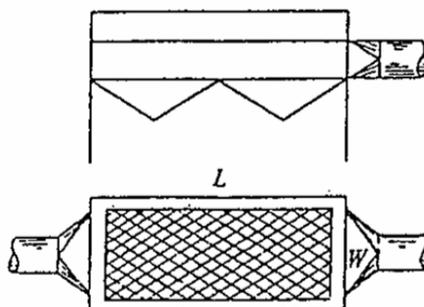
W/L	K	W/L	K
0.1	0.70	0.6	1.05
0.2	0.80	0.7	1.10
0.3	0.90	0.8	1.20
0.4	0.95	0.9	1.30
0.5	1.0	1.0	1.40

Notes:

- (1) Parts (a) and (b) show end and side views of a tank with lateral slots. Balanced flow through slot C can be achieved by a high velocity inner slot (A), large manifold cross-section area (B x D), or internal baffle vanes as in (b). Slot A width = approximately 1/2 slot C. Use vanes for manifold greater than 6 feet.
- (2) Rear hood shown in (c) may be used when the front or ends of the tank must be unencumbered. Balance can be secured by 60° transformation pieces (1 for each 5 feet of hood length) or high-velocity inner slot.
- (3) When slots on 2 opposite sides are provided, W is halved for the purpose of determining the correction factor. Side shields should be provided when cross drafts are present. Use 2 slots for tanks more than 2' wide.
- (4) Rate of evolution depends on temperature, gassing, evaporation rate and agitation. At normal room temperature, quiescent operations will have a low rate.
- (5) Slots can normally be sized for velocities from 1,500-2,000 fpm. Rear hood faces can normally be sized for velocities from 200-600 fpm.
- (6) Flash points of flammable liquids are also a factor in this type of ventilation design. Both the toxicity and the flash point of such a liquid should be considered and the higher Q value used.
- (7) Vapor phase degreasers with condensing coils constitute a special case. Poorly operated or improperly designed degreasers will have a moderate or high rate of evolution. Good degreaser operation will have a low rate of evolution.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๔ ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation)



$$\text{cfm} = (W) (L) (V) (a)$$

where

V is required velocity through grille (based on gross open area)*

a is a temperature correction factor.

V Values at Various Conditions of Room Cross Drafts**

Toxicity	Cross Drafts			
	Low 0 to 35 fpm Draft Velocity	Moderate 35 to 75 fpm Draft Velocity	High 75 to 150 fpm Draft Velocity	Strong*** 150 to 300 fpm Draft Velocity
Slight	100	125	250	350
Moderate	125	150	300	400
High	150	200	350	500

Temperature Correction Factor (a)	
Temperature of Operations	a
Up to 100 °F	1.0
100 to 150 °F	1.25
150 to 300 °F	1.50
Above 300 °F	2.00

Notes:

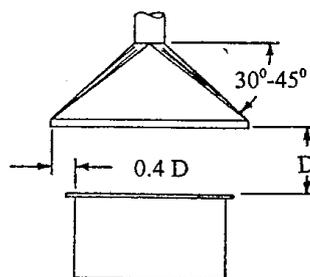
* For a required velocity above the grille use the formula in Figure 3.4-2.

** Baffles or side shields on one or more sides should be used wherever possible. These will permit selection of a V value from a lower cross draft category.

*** This type of hood is not recommended for highly toxic contaminants, very hot processes, or, when unshielded, in locations with strong cross drafts.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงด้านล่าง (Downdraft) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๑๕ ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงด้านล่าง (Downdraft)



$$cfm = (1.4) (P) (D) (V)$$

where
P is the perimeter, in feet, of the hood base.
D is the vertical distance, in feet, from the hood base to the top of the tank or table.
V is the required velocity, in fpm, into the area between the edge of the hood and the edge of the table.

V Values at Various Conditions of Room Drafts (Unbaffled Hood)

Toxicity	No Cross Drafts	Slight Cross Drafts	Moderate Cross Drafts
Slight	75	125	175
Moderate	125	175	225
High	175	225	275

See Figure 3.4-5 for definition of cross draft categories.
 See text for a discussion of canopies for hot processes.

Effect of Baffles on Required *V* Values

Baffles on two opposite sides	---Decrease <i>V</i> by 25
Baffles on two adjacent sides	---Decrease <i>V</i> by 50
Baffles on three sides	---see Figure 3.4-1, enclosed hoods

V cannot be less than 50 fpm.

Note:
 Unbaffled canopy hoods should not be used in strong drafts. Hoods with baffles on two adjacent sides may be used in strong drafts, selecting *V* values from the table above under moderate cross drafts. In all cases where baffles are provided at canopy hoods, they should be perpendicular to the prevailing cross draft direction and on the lee side.

ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy) (รูปจาก ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๖6 ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)

(a) End Shields Desirable, Tapered Connection for Low Resistance, Lateral Slots, W, B, C, A

(b) If internal baffles are used in manifold, design as shown, .42L, .33L, .25L, Baffles, Pitch Bottom to Drain, D/3, D, F, Drain

(c) Rear Hood, Slot, Tank or Table Top, L

Duct diameter to maintain velocity from 1,500 to 2,500 L. F. M. recommended

$$cfm = (W) (L) (Q) (K)$$

where
 Q is cfm per square foot of tank or table surface.
 W and L are open surface of tank or table top dimensions (in feet).
 K is a correction factor for different width-length (W/L) ratios

Q Values for Lateral Exhaust at Tanks or Tables Where W/L is 0.5.

Toxicity	Flash Point	Low Rate of Evolution, cfm	Moderate Rate of Evolution, cfm	High Rate of Evolution, cfm
Slight	Over 200 °F	50-75	75-100	100-150
Moderate	100 to 200 °F	75-100	100-150	125-175
High	Below 100 °F	100-150	125-175	150-200

The lower figure in each pair is for tanks or tables against a wall or baffle; the higher figure for free standing tanks or tables. The hood shown in "c" also serves as a baffle.

Correction Factors (K) for Different Tank W/L Ratios

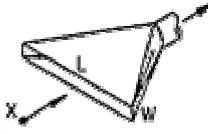
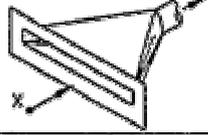
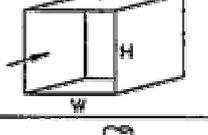
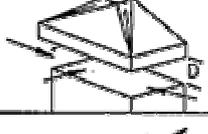
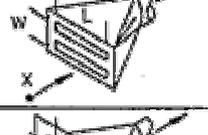
W/L	K	W/L	K
0.1	0.70	0.6	1.05
0.2	0.80	0.7	1.10
0.3	0.90	0.8	1.20
0.4	0.95	0.9	1.30
0.5	1.0	1.0	1.40

Notes:

- (1) Parts (a) and (b) show end and side views of a tank with lateral slots. Balanced flow through slot C can be achieved by a high velocity inner slot (A), large manifold cross-section area ($B \times D$), or internal baffle vanes as in (b). Slot A width = approximately 1/2 slot C. Use vanes for manifold greater than 6 feet.
- (2) Rear hood shown in (c) may be used when the front or ends of the tank must be unencumbered. Balance can be secured by 60° transformation pieces (1 for each 5 feet of hood length) or high-velocity inner slot.
- (3) When slots on 2 opposite sides are provided, W is halved for the purpose of determining the correction factor. Side shields should be provided when cross drafts are present. Use 2 slots for tanks more than 2' wide.
- (4) Rate of evolution depends on temperature, gassing, evaporation rate and agitation. At normal room temperature, quiescent operations will have a low rate.
- (5) Slots can normally be sized for velocities from 1,500-2,000 fpm. Rear hood faces can normally be sized for velocities from 200-600 fpm.
- (6) Flash points of flammable liquids are also a factor in this type of ventilation design. Both the toxicity and the flash point of such a liquid should be considered and the higher Q value used.
- (7) Vapor phase degreasers with condensing coils constitute a special case. Poorly operated or improperly designed degreasers will have a moderate or high rate of evolution. Good degreaser operation will have a low rate of evolution.

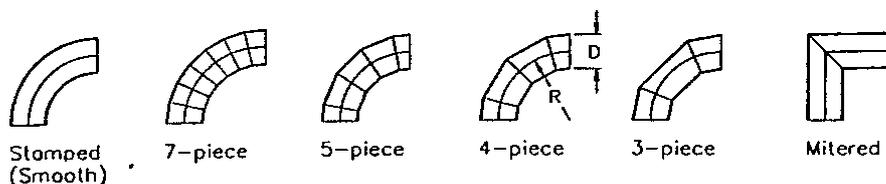
ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation) รูปจาก ACGIH

ภาพผนวกที่ ๗ ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation)

HOOD TYPE	DESCRIPTION	ASPECT RATIO,W/L	AIR FLOW
	SLOT	0.2 OR LESS	$Q = 3.7 LVX$
	FLANGED SLOT	0.2 OR LESS	$Q = 2.6 LVX$
	PLAIN OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = v(10X^2 + A)$
	FLANGED OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = 0.75v(10X^2 + A)$
	BOOTH	TO SUIT WORK	$Q = VA = \dot{V}WH$
	CANOPY	TO SUIT WORK	$Q = 1.4 PVD$ SEE VS-89-03 P = PERIMETER D = HEIGHT ABOVE WORK
	PLAIN MULTIPLE SLOT OPENING 2 OR MORE SLOTS	0.2 OR GREATER	$Q = v(10X^2 + A)$
	FLANGED MULTIPLE SLOT OPENING 2 OR MORE SLOTS	0.2 OR GREATER	$Q = 0.75v(10X^2 + A)$

รูปและสูตรการคำนวณของตู้ดูดอากาศชนิดต่างๆ (จากรูป ACGIH)

ภาพผนวกที่ ๑8 รูปและสูตรการคำนวณของตู้ดูดอากาศชนิดต่างๆ



	R/D					
	0.5	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
Stamped	0.71	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12
7-piece	-	-	-	0.23	0.17	0.15
5-piece	-	0.46	0.33	0.24	0.19	0.17*
4-piece	-	0.50	0.37	0.27	0.24	0.23*
3-piece	0.90	0.54	0.42	0.34	0.33	0.33*

* extrapolated from published data

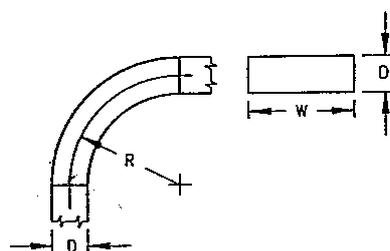
OTHER ELBOW LOSS COEFFICIENTS

- Mitered, no vanes 1.2
- Mitered, turning vanes 0.6
- Flatback (R/D = 2.5) 0.05 (see Figure 5-22)

NOTE: Loss coefficients assumed to be for elbows of "zero length." Friction losses should be included to the intersection of centerlines.

ROUND 90° ELBOW LOSS COEFFICIENTS

(Ref. 5.11)



R/D	Aspect Ratio, W/D					
	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
0.0(Mitred)	1.50	1.32	1.15	1.04	0.92	0.86
0.5	1.36	1.21	1.05	0.95	0.84	0.79
1.0	0.45	0.28	0.21	0.21	0.20	0.19
1.5	0.28	0.18	0.13	0.13	0.12	0.12
2.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10
3.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10

SQUARE & RECTANGULAR 90° ELBOW LOSS COEFFICIENTS

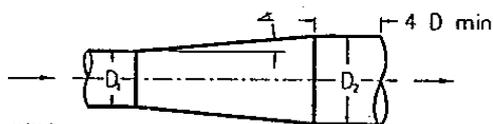
AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DUCT DESIGN DATA
ELBOW LOSSES

DATE 1-95 FIGURE 5-14

ภาพผนวกที่ ๑๑ การสูญเสียความดันในข้ออแบบต่างๆ

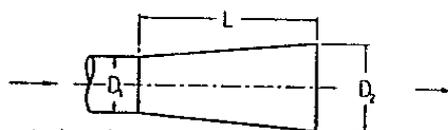
STATIC PRESSURE REGAINS FOR EXPANSIONS



Within duct

Taper angle, degrees	Diameter ratios D_2/D_1				
	1.25:1	1.5:1	1.75:1	2:1	2.5:1
3 1/2	0.92	0.88	0.84	0.81	0.75
5	0.88	0.84	0.80	0.76	0.68
10	0.85	0.76	0.70	0.63	0.53
15	0.83	0.70	0.62	0.55	0.43
20	0.81	0.67	0.57	0.48	0.43
25	0.80	0.65	0.53	0.44	0.28
30	0.79	0.63	0.51	0.41	0.25
Abrupt 90	0.77	0.62	0.50	0.40	0.25

Where: $SP_2 = SP_1 + R(VP_1 - VP_2)$



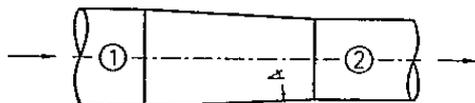
At end of duct

Taper length to inlet diam L/D	Diameter ratios D_2/D_1					
	1.2:1	1.3:1	1.4:1	1.5:1	1.6:1	1.7:1
1.0:1	0.37	0.39	0.38	0.35	0.31	0.27
1.5:1	0.39	0.46	0.47	0.46	0.44	0.41
2.0:1	0.42	0.49	0.52	0.52	0.51	0.49
3.0:1	0.44	0.52	0.57	0.59	0.60	0.59
4.0:1	0.45	0.55	0.60	0.63	0.63	0.64
5.0:1	0.47	0.56	0.62	0.65	0.66	0.68
7.5:1	0.48	0.58	0.64	0.68	0.70	0.72

Where: $SP_1 = SP_2 - R(VP_1)$ *
*When $SP_2 = 0$ (atmosphere) SP_1 will be (-)

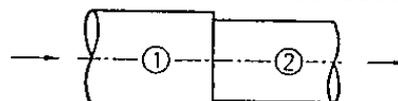
The regain (R) will only be 70% of value shown above when expansion follows a disturbance or elbow (including a fan) by less than 5 duct diameters.

STATIC PRESSURE LOSSES FOR CONTRACTIONS



Tapered contraction
 $SP_2 = SP_1 - (VP_2 - VP_1) - L(VP_2 - VP_1)$

Taper angle, degrees	L(loss)
5	0.05
10	0.06
15	0.08
20	0.10
25	0.11
30	0.13
45	0.20
60	0.30
over 60	Abrupt contraction



Abrupt contraction
 $SP_2 = SP_1 - (VP_2 - VP_1) - K(VP_2)$

Ratio A_2/A_1	K
0.1	0.48
0.2	0.46
0.3	0.42
0.4	0.37
0.5	0.32
0.6	0.26
0.7	0.20

A = duct area, m^2

Note:

In calculating SP for expansion or contraction use algebraic signs: VP is (+), and usually SP is (+) in discharge duct from fan, and SP is (-) in inlet duct to fan.

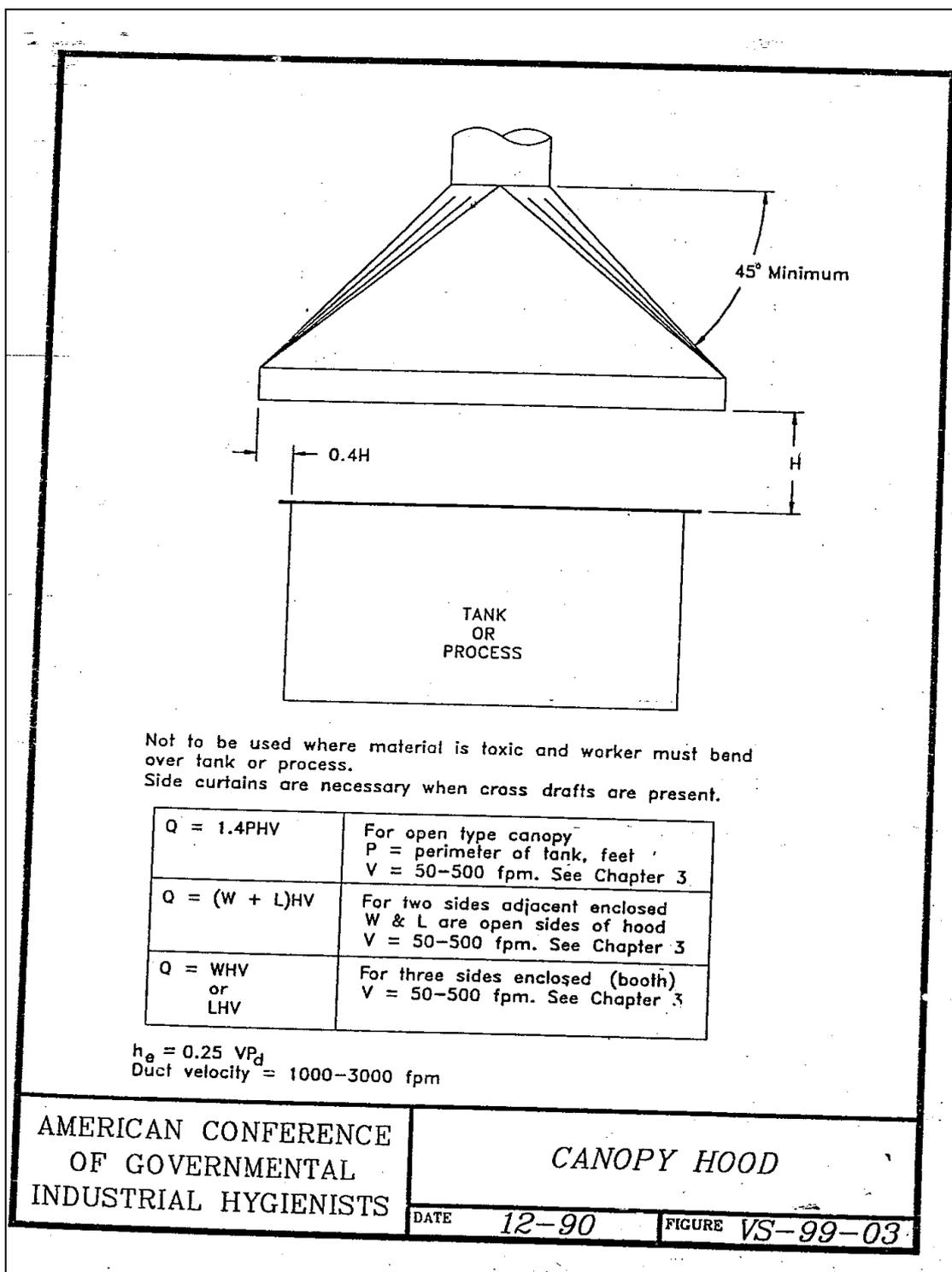
AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DUCT DESIGN DATA

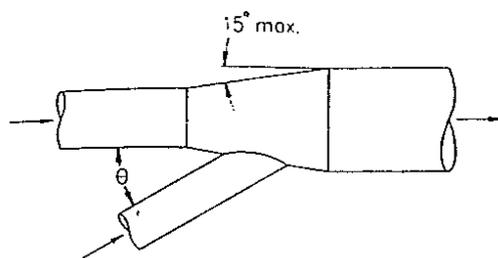
DATE 1-95

FIGURE 5-16

ภาพผนวกที่ ๑10 การสูญเสียความดันจากขยายท่อ



ภาพผนวกที่ ๑11 สูตรการคำนวณของหัวดูดอากาศแบบ Canopy

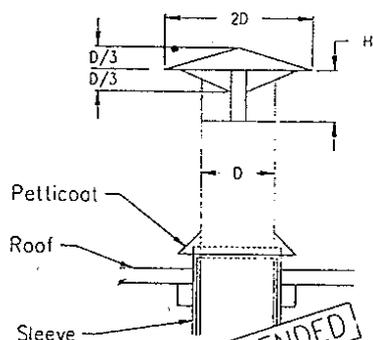


Note: Branch entry loss assumed to occur in branch and is so calculated.

Do not include an enlargement regain calculation for branch entry enlargements.

Angle θ Degrees	Loss Fraction of VP in Branch
10	0.06
15	0.09
20	0.12
25	0.15
30	0.18
35	0.21
40	0.25
45	0.28
50	0.32
60	0.44
90	1.00

BRANCH ENTRY LOSSES



H, No. of Diameters	Loss Fraction of VP
1.0 D	0.10
0.75 D	0.18
0.70 D	0.22
0.65 D	0.30
0.60 D	0.41
0.55 D	0.56
0.50 D	0.73
0.45 D	1.0

NOT RECOMMENDED!

WEATHER CAP LOSSES

See Fig. 5-30

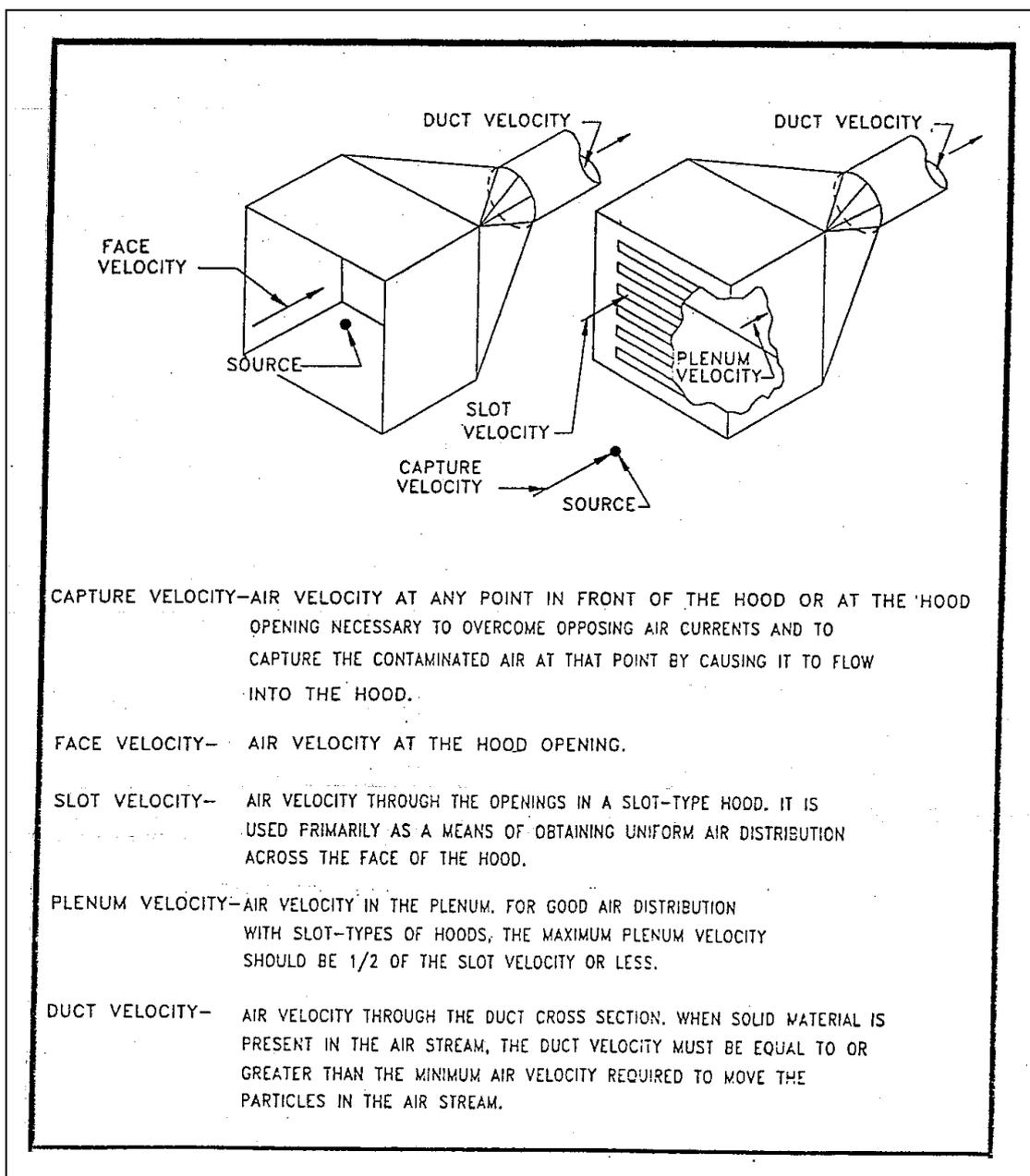
AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DUCT DESIGN DATA

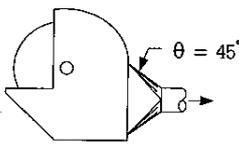
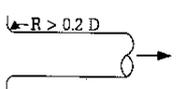
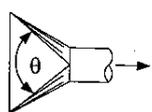
DATE 4-94

FIGURE 5-15

ภาพผนวกที่ ๑12 การสูญเสียความดันของท่อแยก

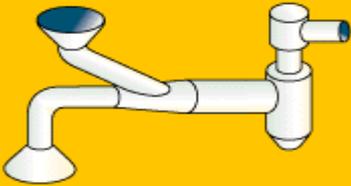


ภาพผนวกที่ ๑๓ ความเร็วบริเวณหัวดูด

ลักษณะทางเข้าของหัวดูด	การสูญเสียความดันที่ทางเข้าหัวดูด (h_e)								
ปากเรียบ ไม่มีหน้าแปลน (unflanged) 	$0.93VP_d$ ($F_h = 0.93$)								
ปากเรียบ มีหน้าแปลน (flanged) 	$0.49VP_d$ ($F_h = 0.49$)								
ล้อหินเจียรระโน (grinding hood) 	$0.65VP_d$ (ต่อท่อดูดโดยไม่ใช้กรวย, $F_h = 0.65$)								
	$0.40VP_d$ (ต่อท่อดูดโดยใช้กรวย, $F_h = 0.40$)								
ปากกระบัง (bell mouth) 	$0.04VP_d$ ($F_h = 0.04$)								
ช่องแคบ (slot) 	$1.78VP_s$ ($F_h = 1.78$)								
กรวย (cone) 	แฟกเตอร์การสูญเสียที่ทางเข้า (F_h)								
	θ (องศา)	15	30	45	60	90	120	150	180
	หน้าตัดวงกลม	0.15	0.08	0.06 - 0.08	0.15	0.26	0.40	0.50	
หน้าตัดสี่เหลี่ยม	0.25	0.16	0.15	0.17	0.25	0.35	0.48	0.50	
หมายเหตุ : มุม 180° หมายถึง การต่อท่อดูดโดยไม่ใช้กรวย									

ภาพผนวกที่ ๑14 การสูญเสียความดันที่ทางเข้าหัวดูด

Washington Industrial Safety and Health Act (WISHA) Duct Design Principles

Principle	Correct (less resistance)	Incorrect (more resistance)
<p>Streamline the system as much as possible to minimize turbulence and resistance.</p>		
<p>Smooth, rigid ducting provides less resistance than flexible, rough ducting.</p>	 <p>Smooth</p>	 <p>Corrugated</p>
<p>Short runs of ducts provide less resistance than long runs.</p>	 <p>Short</p>	 <p>Long</p>
<p>Straight runs offer less resistance than runs with elbows and bends.</p>	 <p>Straight</p>	 <p>Elbowed</p>
<p>Duct branches should enter at gradual angles rather than right angles.</p> <p>Duct branches should not enter the main duct at the same point.</p>	 <p>Angled (gradual increase)</p>	 <p>Abrupt Connections and Changes</p>
<p>Elbows with gradual bends provide less resistance than sharp bends.</p>	 <p>Wide Radius</p>	 <p>Narrow Radius</p>
<p>Large diameter ducts provide less resistance than small diameter ducts.</p>	 <p>Large Diameter</p>	 <p>Small Diameter</p>
<p>Round ducts provide less resistance than square ducts.</p>	 <p>Round</p>	 <p>Square</p>

ภาพผนวกที่ ๑15 หลักการออกแบบท่อดูดอากาศ

HOOD DESIGN DATA
TABLE 1
RANGE OF CAPTURE VELOCITIES

Condition of Dispersion of Contaminant	Examples	Capture Velocity, fpm										
Released with practically no velocity into quiet air.	Evaporation from tanks, degreasing, etc.	50 - 100										
Released at low velocity into moderately still air.	Spray booths; intermittent container filling; low speed conveyor transfers; welding; plating; pickling	100 - 200										
Active generation into zone of rapid air motion.	Spray painting in shallow booths; barrel filling; conveyor loading; crushers	200 - 500										
Released at high initial velocity into zone of very rapid air motion.	Grinding; abrasive blasting, tumbling	500 - 2000										
<p>In each category above, a range of capture velocity is shown. The proper choice of values depends on several factors:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; border: none;"><u>Lower End of Range</u></th> <th style="text-align: center; border: none;"><u>Upper End of Range</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;">1. Room air currents minimal or favorable to capture.</td> <td style="border: none;">1. Disturbing room air currents.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">2. Contaminants of low toxicity or of nuisance value only.</td> <td style="border: none;">2. Contaminants of high toxicity.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">3. Intermittent, low production.</td> <td style="border: none;">3. High production, heavy use.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">4. Large hood--large air mass in motion.</td> <td style="border: none;">4. Small hood--local control only.</td> </tr> </tbody> </table>			<u>Lower End of Range</u>	<u>Upper End of Range</u>	1. Room air currents minimal or favorable to capture.	1. Disturbing room air currents.	2. Contaminants of low toxicity or of nuisance value only.	2. Contaminants of high toxicity.	3. Intermittent, low production.	3. High production, heavy use.	4. Large hood--large air mass in motion.	4. Small hood--local control only.
<u>Lower End of Range</u>	<u>Upper End of Range</u>											
1. Room air currents minimal or favorable to capture.	1. Disturbing room air currents.											
2. Contaminants of low toxicity or of nuisance value only.	2. Contaminants of high toxicity.											
3. Intermittent, low production.	3. High production, heavy use.											
4. Large hood--large air mass in motion.	4. Small hood--local control only.											

ภาพผนวกที่ ๑16 หลักการออกแบบที่ดูดอากาศ

Table 2. RANGE OF DESIGN VELOCITIES

Nature of Contaminant	Examples	Design Velocity
Vapors, gases, smoke	All vapors gases and smokes	Any desired velocity (economic optimum velocity usually 1000 - 1200 fpm)
Fumes	Zinc and aluminum oxide fumes	1400 - 2000
Very fine light dust	Cotton lint, wood flour, litho powder	2000 - 2500
Dry Dusts and Powders	Fine rubber dust, Bakelite molding powder dust, jute lint, cotton dust, shavings (light), soap dust, leather shavings	2500 - 3500
Average Industrial Dust	Sawdust (heavy and wet), grinding dust, buffing lint (dry), wool jute dust (shaker waste), coffee beans, shoe dust, granite dust, silica flour, general material handling, brick cutting, clay dust, foundry (general), limestone dust, packaging and weighing asbestos dust in textile industries.	3500 – 4,000
Heavy Dusts	Metal turnings, foundry tumbling barrels and shakeout, sand blast dust, wood blocks, hog waste, brass turnings, cast-iron boring dust, lead dust	4000 – 4,500
Heavy or Moist Dusts	Lead dust with small chips, moist cement dust, asbestos chunks from transite pipe cutting machines, buffing lint (sticky), quick-lime dust	4500 and up

ภาพผนวกที่ ๑17 การออกแบบความเร็วในท่อ