

ระบบระบายควันในห้องเชื่อม



นายวัชร ปันนาค
นายสง่า น้าบัณฑิตย์
นายอัศวิน ยาคะธรรม

- 6 ส.ย. 2543

โครงการวิศวกรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2539

หัวข้อโครงการวิศวกรรมศาสตร์

โดย

ภาควิชา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ระบบระบายคานในห้องเชื่อม

นายวัชร บัณนา

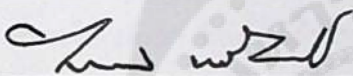
นายสง่า นำนันทิตย

นายอัศวิน ยาคะธรรม

วิศวกรรมเครื่องกล

อ. สมไทย สี่มาแสง

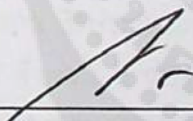
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงการ
วิศวกรรมศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต



คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

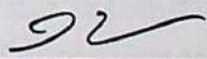
()

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



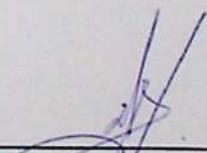
ประธานกรรมการ

(รศ. วีระ จันทร์วัฒนนะ)



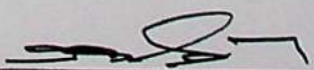
กรรมการ

(อ. วิชิต บัวแก้ว)



กรรมการ

(อ. พิชัย อัญมมงคล)



กรรมการ

(อ. สมไทย สี่มาแสง)

ระบบระบายควันในห้องเชื่อม
ปีการศึกษา 2539

โดย

นายวัชร ปันนาค
นายสง่า นำนันทิตย์
นายอัศวิน ยาคะธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. สมไทย สี่มาแสง

บทคัดย่อ

โครงการวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตเป็นการออกแบบและการสร้างระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งจะใช้ Hood ติดตั้งไว้ด้านหน้า ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ควันเชื่อมลอยขึ้นด้านบนสัมผัสกับใบหน้าของผู้เชื่อม ในการออกแบบจะมีห้องเชื่อมอยู่ 5 ห้อง และใช้พัดลมระบายอากาศเพียงตัวเดียวที่ทางออกของท่อเมน ในลักษณะนี้จึงต้องมีตัวปรับปริมาณการไหลของอากาศ (Damper) ในท่อแยก เพื่อที่จะให้ความเร็วของการระบายอากาศในห้องเชื่อมในแต่ละห้องมีค่าเท่ากัน

การออกแบบติดตั้งและทดสอบระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้าภายในโรงปฏิบัติงานภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ 1. Hood ซึ่งเป็นระบบช่องขนาด 52×1000 มิลลิเมตร จำนวน 5 ช่อง 2. ระบบท่อเป็นท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร, 380 มิลลิเมตร และ 260 มิลลิเมตร 3. พัดลมแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบ Backward ที่ 1440 รอบต่อนาที ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง

จากการติดตั้งและทดสอบปรากฏว่า ในระยะของจุดเชื่อมที่ไม่เกิน 40 เซนติเมตร ระบบสามารถระบายควันเชื่อมภายในขอบเขตโต๊ะเชื่อมซึ่งมีขนาด 1200×1100 มิลลิเมตร และโต๊ะสูงจากพื้น 800 มิลลิเมตร พบว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของควันเชื่อมออกนอกขอบเขต

--

Academic Year 1996

by

Mr. Watchara Pannark
Mr. Sa-nga Nabandit
Mr. Assawin Yarkatam

Project Report Advisor

Mr. Somthai Seemasang

Abstract

The Engineering Project is designing and creating ventilating system of welding room. The hood is put in the front of the worker for hazardous smoke protection. The operation room consist of five hoods with only one centrifugal fan at the end of the duct. Damper is connected at a branch to control the speed of ventilation.

Designing and testing of ventilating system is performed at the Mechanical Engineering laboratory. This system consist of

1. 52 x 1000 mm. five slots hood
2. 450 mm., 380 mm. and 260 mm. diameter circular duct
3. 2 Hp motor, Backward 1440 rpm. centrifugal fan

From the experiment, it is founded that this system can operated effectively when the welding center is not more than 40 cm. far from the hood with the 1200 x 1100 mm. working area.

~

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมศาสตร์เล่มนี้ สำเร็จได้โดยผู้มีพระคุณ ตลอดจนอาจารย์ที่ได้ให้การ
อบรมสั่งสอนมาตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบัน

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิชิต บัวแก้ว อาจารย์พิชัย อัมมมงคล ที่ได้คอยติดตามดูความ
ก้าวหน้าและให้คำปรึกษาคำแนะนำเสมอมา และขอขอบพระคุณ รศ. วีระ จันทรวิเศษ ที่กรุณา
เป็นประธานในการสอบโครงการวิศวกรรมศาสตร์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์สมไทย
สีมาแสง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการ
วิศวกรรมศาสตร์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ให้ความ
สะดวกในการติดต่องานและการเบิกจ่ายเครื่องมือ

หากโครงการวิศวกรรมศาสตร์เล่มนี้มีส่วนดีอยู่บ้าง ส่วนดีของโครงการวิศวกรรมศาสตร์
นี้ขอมอบให้ท่านผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน รวมทั้งท่านที่ไม่ได้เอ่ยชื่อ ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ญ
บทที่	
1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาของโครงการ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	1
ขอบเขตของโครงการ	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
ประเภทของการระบายอากาศ	3
ชนิดของ Hood	6
การออกแบบ Hood ระบบระบายควันในห้องเชื่อม	7
ความดันสูญเสียเมื่ออากาศผ่าน Hood	9
ความเร็วภายในท่อ	11
ความดันสูญเสียภายในท่อ	11
การสูญเสียเนื่องจากการไหลปั่นป่วน	12
การหาขนาดท่อลม	16
การหาขนาดของมอเตอร์	17

สารบัญ

บทที่	หน้า
3 การคำนวณและการออกแบบ	
การออกแบบ Hood	19
การคำนวณหาขนาดท่อลม	23
การคำนวณหาขนาดมอเตอร์	29
4 วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ	
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	30
วิธีการดำเนินการทดสอบ	30
ผลการทดสอบ	32
5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก ก ตารางที่ใช้ในการออกแบบ	38
ภาคผนวก ข แบบระบบระบายควันในห้องเชื่อม	47
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
1 การทดสอบค่าความเร็วที่ผ่านช่อง	32
2 การทดสอบระยะห่างของชั้นงาน	32
3 การทดสอบค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน	33
4 การคำนวณหาอัตราการไหลจากความเร็วที่ทดสอบ	33
5 การเปรียบเทียบค่าจากการคำนวณและการทดสอบ	34
ตารางภาคผนวกที่	
1 แสดงค่าความดันเนื่องจากความเร็ว	38
2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในช่องอ	39
3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในการขยายพื้นที่หน้าตัด	40
4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในการลดขนาดพื้นที่หน้าตัด	41
5 แสดงปริมาณอากาศที่ใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรก	42
6 แสดงค่าความเร็วภายในท่อ	43
7 แสดงค่าการเลือกขนาดของพัดลม	44
8 แสดงค่าความเร็วจับ	45

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงการระบายอากาศแบบให้เงื่อจาง	4
2	แสดงการระบายอากาศแบบเฉพาะตำแหน่ง	5
3	แสดงชนิดของ Hood	7
4	แสดงความดันสูญเสียเมื่ออากาศผ่าน Hood	10
5	แสดงการไหลปั่นป่วนเมื่ออากาศผ่านท่อที่มีการขยายพื้นที่หน้าตัด	14
6	แสดงการไหลปั่นป่วนเมื่ออากาศผ่านท่อที่มีการลดพื้นที่หน้าตัด	15
7	แสดงความดันสูญเสียแต่ละช่อง	16
8	แสดงลักษณะของ Hood ระบายควันเชื่อม	21
9	แสดงมาตรฐานของการออกแบบ Hood	21
10	แสดงค่าการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ	22
11	แสดงช่วงการออกแบบท่อกลม	23
12	แสดงระบบระบายควันในห้องเชื่อม	28
13	แสดงตำแหน่งที่ทำการทดสอบ	31

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัด	m^2
D	เส้นผ่านศูนย์กลาง	m
f	สัมประสิทธิ์การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทาน	—
g	ความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก	m/s^2
h_a	การสูญเสียเนื่องจากความเร่ง	m
h_e	การสูญเสียที่ทางเข้า	m
h_t	การสูญเสียเนื่องจากการไหลปั่นป่วน	m
H	การสูญเสียรวมทั้งระบบ	m
K	ตัวประกอบการสูญเสีย	—
l	ความยาวของ Hood	m
l_s	ความยาวของช่อง	m
L	ความยาวท่อ	m
n	จำนวนของ Hood	—
P	ความดัน	Pa
P_w	กำลังงาน	W
Q	อัตราการไหล	m^3/s
Q_s	อัตราการไหลแต่ละช่อง	m^3/s
R	รัศมี	m
SP	ความดันสถิตย	m
SP_h	ความดันสถิตยที่ Hood	m
V	ความเร็วภายในท่อ	m/s
V_s	ความเร็วของแต่ละช่อง	m/s
V_w	ความเร็วด้านข้างของ Hood	m/s
VP	ความดันเนื่องจากความเร็ว	mmH_2O
VP_d	ความดันเนื่องจากความเร็วภายในท่อ	mmH_2O
VP_s	ความดันเนื่องจากความเร็วผ่านช่อง	mmH_2O
W_p	ความกว้างของ Hood	m
W_s	ความกว้างของช่อง Hood	m
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	kg/m^3

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาของโครงการ

กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทอาจจะมีการปล่อยแก๊สที่เป็นพิษฝุ่น หรือความร้อนออกมา ซึ่งมีอิทธิพลต่อส่วนประกอบและสภาวะอากาศ ก่อให้เกิดสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานลดต่ำลงด้วย

การระบายอากาศเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้กันอย่างมากในการควบคุมสิ่งสกปรก และเป็นพิษในอากาศภายในโรงงาน, เพื่อให้คนงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีสุขภาพดี และปลอดภัย นอกจากนั้นในกรณีที่แก๊ส ไอ หรือฝุ่น ซึ่งปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตสามารถติดไฟหรือระเบิดได้ การระบายอากาศก็สามารถใช้ในการป้องกันการสะสมของสารเหล่านี้ภายในโรงงานเพื่อลดอันตรายหรือการระเบิดได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาระบบอากาศในห้องปฏิบัติการเชื่อมโลหะ
2. เพื่อติดตั้งและใช้งานในขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการโครงการ

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบการระบายอากาศภายในโรงงาน
2. ออกแบบและสร้างระบบดูดควันเชื่อม
3. ทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบที่ได้สร้างขึ้น
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแล้วรวบรวมผลการทดสอบ จัดพิมพ์
ปฏิญานินพนธ์

ขอบเขตของโครงการ

ในการติดตั้งระบบระบายควันในห้องเชื่อมนี้ จะทำการติดตั้งเฉพาะงานเชื่อมไฟฟ้าใน
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 5 ห้องเชื่อมเท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. ได้รู้ถึงระบบการทำงานของระบบระบายอากาศ
2. ได้รู้ถึงการออกแบบระบบระบายอากาศ
3. ได้รู้ถึงการทดสอบระบบระบายอากาศ



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ประเภทของการระบายอากาศ

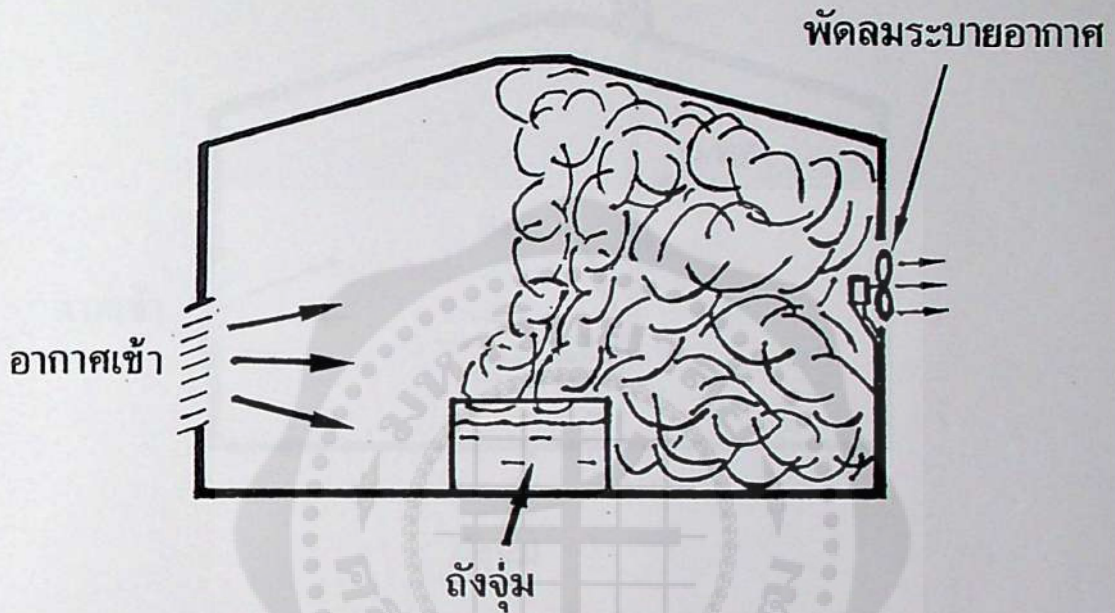
การระบายอากาศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง
2. การระบายอากาศแบบเฉพาะตำแหน่ง

1. การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

การระบายอากาศแบบนี้ สามารถที่จะลดปริมาณสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นภายในโรงงานได้ โดยการผสมสิ่งสกปรกกับอากาศใหม่จากภายนอกโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งการระบายอากาศวิธีนี้จะเหมาะสมกับกรณีต่อไปนี้

- ปริมาณของสิ่งสกปรกที่ปล่อยเข้าไปโรงงานมีปริมาณไม่มากนัก และเป็นอันตรายที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ
- ระยะห่างระหว่างคนงานกับแหล่งที่ปล่อยสิ่งสกปรกจะต้องเพียงพอที่จะทำให้ อากาศในบริเวณของคนงานอยู่ในระดับที่ปลอดภัย หรือในกรณีที่เป็นสารที่สามารถติดไฟหรือระเบิดได้ ก็จะต้องระยะห่างจากประกายไฟมากเพียงพอที่จะทำให้ไม่สามารถติดไฟหรือระเบิดได้
- สิ่งสกปรกมีพิษน้อย หรือติดไฟและระเบิดได้ยาก
- ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ เพื่อที่จะดักเก็บสิ่งสกปรกก่อนระบายอากาศออกไปยังบรรยากาศภายนอก
- ไม่มีปัญหาเรื่องการกัดกร่อนหรืออื่น ๆ จากสิ่งสกปรกที่ยังคงเจือปนอยู่ในอากาศภายในโรงงาน

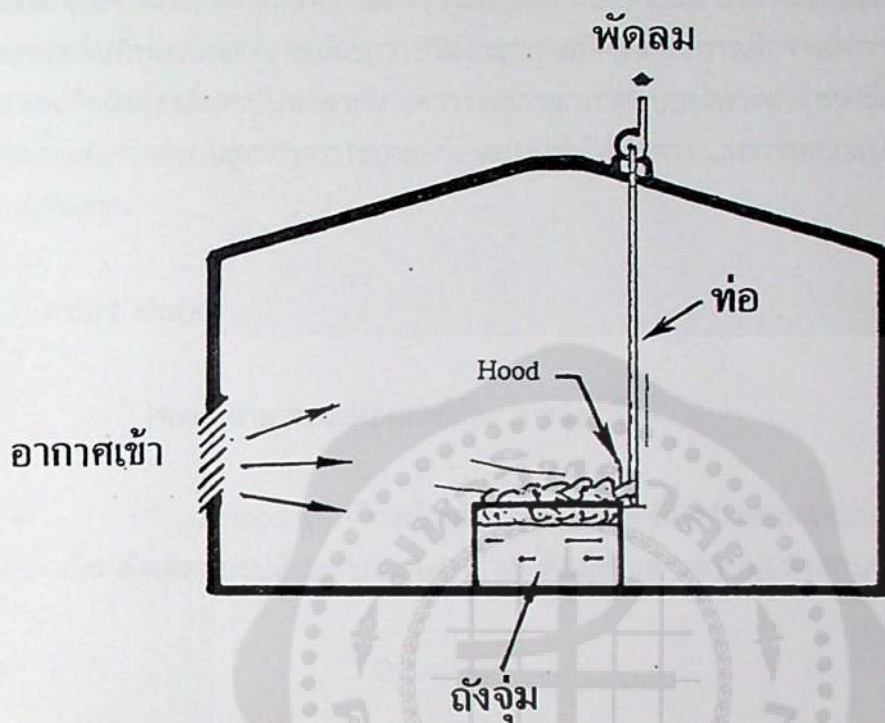


รูปที่ 1 แสดงการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

ข้อเสียของการระบายอากาศแบบนี้ คือ จำเป็นต้องใช้อากาศจำนวนมากในการที่จะทำให้สิ่งสกปรกเจือจางลง และการควบคุมหรือป้องกันคนงานที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรก ไม่ให้ได้รับอันตรายนั้นจะทำให้ได้ยากมาก

2. การระบายอากาศแบบเฉพาะตำแหน่ง

ในการระบายอากาศโดยวิธีนี้ สิ่งสกปรกจะถูกจับที่แหล่งกำเนิดก่อนที่จะถูกปล่อยเข้าไปในโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการระบายอากาศแบบเฉพาะตำแหน่ง

ส่วนประกอบหลักของระบบการระบายอากาศแบบนี้ คือ

- Hood ทำหน้าที่จับและเคลื่อนที่สิ่งสกปรกเข้าไปในระบบก่อนที่จะกระจายเข้าไปในโรงงาน
- ระบบท่อ เป็นตัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะใช้เป็นเส้นทางขนถ่ายสิ่งสกปรกหรืออากาศภายในระบบ
- อุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ เป็นอุปกรณ์ที่จะเอาสิ่งสกปรกออกจากอากาศก่อนที่จะปล่อยอากาศออกนอกโรงงาน
- พัดลม ทำหน้าที่สร้างความดันที่เพียงพอในการที่จะดึงอากาศ และสิ่งสกปรกตามปริมาณที่ต้องการเข้ามายัง Hood ผ่านระบบท่อไปยังจุดที่ต้องการปล่อยอากาศออกนอกโรงงาน

ข้อดีของการระบายอากาศแบบนี้ คือ สิ่งสกปรกจะถูกนำออกไปจากโรงงานที่เป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรก แทนที่จะปล่อยให้เข้าไปในโรงงานก่อน แล้วจึงนำอากาศภายนอกเข้ามาเจือจางเหมือนกับการระบายอากาศแบบแรก นอกจากนั้น ปริมาณของอากาศที่ใช้ในการนำสิ่งสกปรกไปทิ้งนอกโรงงาน จะน้อยกว่าปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในการเจือจางสิ่งสกปรกเหล่านั้น เมื่อมีแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกเดียวกัน แต่การระบายอากาศแบบเฉพาะตำแหน่งนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและการทำงานสูงกว่าการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง และการออกแบบก็จะมีขั้นตอนมากพอสมควร

ชนิดของ Hood

Hood สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. Hood แบบมีการปิดล้อม เป็น Hood ซึ่งจะปิดคลุมแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกไว้ภายใน ดังแสดงในรูปที่ 3a ปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรกสามารถหาได้จาก

$$Q = AV \quad (2.1)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ, m^3/s

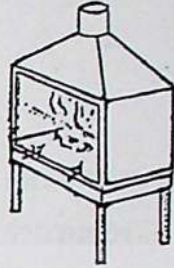
A = พื้นที่เปิดของ Hood, m^2

V = ความเร็ว, m/s

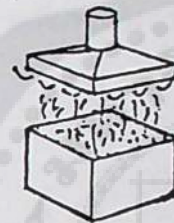
ซึ่งค่าความเร็วจับในสมการ 2.1 สามารถหาได้จากตารางภาคผนวกที่ 6 โดยทั่วไปภายใน Hood แบบมีการปิดล้อมนี้จะต้องไม่มีคนงานเข้าไปทำงานในระหว่างที่ระบบการระบายอากาศนี้กำลังทำงานอยู่ หรือถ้าคนงานจำเป็นต้องเข้าไปภายในหลังจากระบบหยุดการทำงานแล้ว การไหลและการกระจายของอากาศภายในที่มีการปิดล้อมจะต้องเพียงพอที่จะลดปริมาณของสิ่งสกปรกลงสู่ระดับที่มนุษย์สามารถยอมรับได้อย่างรวดเร็ว ยกเว้นในกรณีที่คนงานมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจ

2. Hood แบบอยู่ภายนอก แหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกจะอยู่ภายนอก Hood ดังแสดงในรูปที่ 3b ชนิดนี้มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถติดตั้งได้ในทุกด้านของแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรก ทำให้กีดขวางการทำงานน้อยกว่า Hood ชนิดอื่น แต่ก็มีข้อเสียคือ ปริมาณของอากาศที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรกจะสูงกว่า Hood ชนิดอื่น และยังมีข้อจำกัดการใช้งานอยู่ คือ ไม่ควรที่จะติดตั้งห่างจากแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรกเกินกว่า 0.6 เมตร ซึ่งค่าปริมาณของอากาศที่ใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรกสามารถหาได้จากตารางภาคผนวกที่ 5

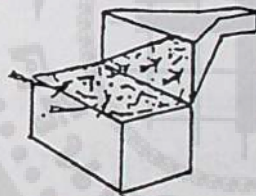
3. Hood แบบคอยรับ เป็น Hood ซึ่งติดตั้งอยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของสิ่งสกปรก ดังแสดงในรูปที่ 3c ด้วยลักษณะพิเศษอันนี้จึงทำให้มันใช้ปริมาณของอากาศในการควบคุมสิ่งสกปรก ต่ำกว่า Hood แบบอยู่ภายนอก ถึงแม้ว่าจะมีแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกอยู่ภายนอกตัว Hood เหมือนกันก็ตาม



a) Hood แบบมีการปิดล้อม



b) Hood แบบอยู่ภายนอก



c) Hood แบบคอยรับ

รูปที่ 3 แสดงชนิดของ Hood

การออกแบบ Hood ระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า

อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมเราสามารถหาได้จาก รูปที่ 9 ซึ่งจะมีค่าต่อความยาวของ Hood และเราสามารถหาอัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมได้จากสมการ

$$Q = q \times l \quad (2.2)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อม, m^3/s

q = อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อม, m^3/s
ต่อความยาว Hood

l = ความยาว Hood, m

เนื่องจากในการออกแบบ Hood เพื่อให้สามารถดูดควันเชื่อมได้ทุกตำแหน่งจึงควรจะออกแบบให้มีจำนวนช่องให้ครอบคลุมการฟุ้งกระจายของควันเชื่อม จาก Hood 1 ตัว เราสามารถหาอัตราการไหลต่อ 1 ช่องได้จากสมการ

$$Q_s = \frac{Q}{\text{Slot}} \quad (2.3)$$

เมื่อ Q_s = อัตราการไหลแต่ละช่อง, m^3/s
 Slot = จำนวนช่อง

ความเร็วของอากาศที่ผ่านช่อง เราสามารถหาได้จากรูปที่ 9 ดังนั้น พื้นที่ของช่องแต่ละช่องสามารถหาได้จากสมการ

$$A = \frac{Q_s}{V_s} \quad (2.4)$$

เมื่อ A = พื้นที่ของช่องแต่ละช่อง, m^2
 V_s = ความเร็วของช่องแต่ละช่อง, m/s

เราสามารถออกแบบช่องให้มีความยาวพอที่จะสามารถควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมได้ ดังนั้น เราสามารถหาความกว้างของช่องได้จากสมการ

$$W_s = \frac{A}{l_s} \quad (2.5)$$

เมื่อ W_s = ความกว้างของช่อง, m
 l_s = ความยาวของช่อง, m

จากรูปที่ 9 เราสามารถหาความเร็วที่ด้านข้างของ Hood ได้ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความเร็วที่ผ่านช่อง และสามารถหาความกว้างของ Hood ได้จากสูตร

$$W_o = \frac{Q}{V_w \times l} \quad (2.6)$$

เมื่อ W_p = ความกว้างของ Hood, m
 V_w = ความเร็วที่ด้านข้างของ Hood, m/s

เนื่องจากในการที่จะติดตั้งจะต้องรู้ว่าจะทำ Hood จำนวนกี่ตัว เราก็สามารถหาค่า อัตราการไหลรวมได้จากสมการ

$$Q_T = Q \times n \quad (2.7)$$

เมื่อ Q_T = อัตราการไหลรวม, m^3/s
 n = จำนวน Hood

ความดันสูญเสียเมื่ออากาศผ่าน Hood

เมื่ออากาศผ่าน Hood จะมีความดันสูญเสียเกิดขึ้น 2 ประเภท คือ

1. การสูญเสียเนื่องจากความเร่ง

โดยปกติความเร็วของอากาศภายในโรงงานจะต่ำมาก หรืออาจจะถือได้ว่ามีความเร็วเป็นศูนย์ ดังนั้น ในการที่จะเริ่มอากาศเหล่านี้จากหยุดนิ่งให้มีความเร็วเท่ากับความเร็วภายในท่อ จึงต้องสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ

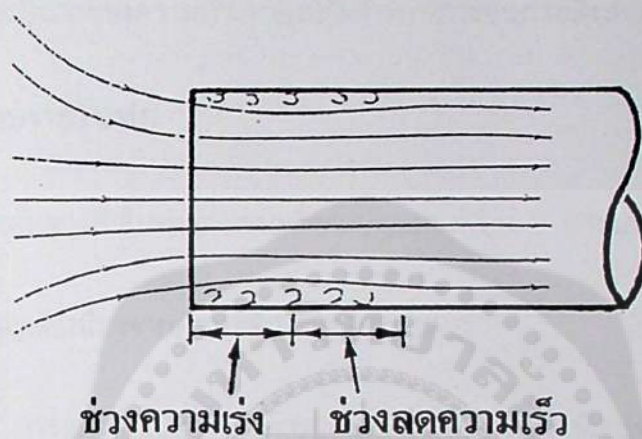
$$h_a = \frac{V^2}{2g} = VP_d \quad (2.8)$$

เมื่อ h_a = การสูญเสียเนื่องจากความเร่ง, m
 V = ความเร็วภายในท่อ, m/s
 g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2
 VP_d = ความดันเนื่องจากความเร็วในท่อ, mmH_2O

2. การสูญเสียที่ทางเข้า

เมื่ออากาศผ่านเข้าไปใน Hood จะทำให้รูปแบบการไหลเป็นไปตามรูปที่ 4 ซึ่งในช่วงความเร่งจะเกิดการเปลี่ยนจากความดันสถิตยไปเป็นความดันเนื่องจากความเร็ว และจากความดัน

เนื่องจากความเร็วกลับมาเป็นความดันสถิตยอีกครั้ง ในช่วงลดความเร็วการสูญเสียจะเกิดขึ้นประมาณ 2% ในช่วงการเปลี่ยนแปลงจากความดันสถิตยไปเป็นความดันเนื่องจากความเร็ว และการสูญเสียส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงของการเปลี่ยนแปลงจากความดันเนื่องจากความเร็วเป็นความดันสถิตย เนื่องจากในช่วงนี้จะมีการเกิดการไหลปั่นป่วนขึ้น ทำให้มีการสูญเสียพลังงานอย่างมาก



รูปที่ 4 แสดงความดันสูญเสียเมื่ออากาศผ่าน Hood

การสูญเสียในรูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของ Hood จากรูปที่ 9 ซึ่งจะมีค่า

เท่ากับ

$$h_e = 1.78VP_s + 0.25VP_d \quad (2.3)$$

เมื่อ h_e = การสูญเสียที่ทางเข้า Hood, m

VP_s = ความดันเนื่องจากความเร็วผ่านช่อง, mmH₂O

VP_d = ความดันเนื่องจากความเร็วในท่อ, mmH₂O

ผลรวมของการสูญเสียเนื่องจากความเร่งและการสูญเสียที่ทางเข้า จะได้ความดันสถิตยที่ Hood ซึ่งสามารถวัดได้โดยตรงจากมาโนมิเตอร์ และรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์สามารถเขียนได้เป็น

$$SP_h = h_a + h_e \quad (2.10)$$

เมื่อ SP_h = ความดันสถิตยที่ Hood, m

ความเร็วภายในท่อ

ในการหาขนาดของท่อ เราจำเป็นต้องทำการเลือกค่าความเร็วของสิ่งที่จะขนถ่ายไปพร้อมกับอากาศภายในท่อ ซึ่งความเร็วค่านี้นี้จะต้องสูงเพียงพอที่จะไม่ทำให้สิ่งสกปรกตกค้างภายในท่อ แต่ก็ต้องต่ำเพียงพอเพื่อที่จะทำให้ความดันสูญเสียภายในท่อมีนี้อาจต่ำสุด ซึ่งในตารางภาคผนวกที่ 6 จะเป็นค่าของความเร็วภายในท่อสำหรับการขนถ่ายสิ่งสกปรกชนิดต่าง ๆ

ความดันสูญเสียภายในท่อ

ความดันสูญเสียในท่อสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ

การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ มีสาเหตุมาจากการที่อากาศเสียดสีกับผิวท่อ ค่าของการสูญเสียในรูปแบบนี้สามารถหาได้จากรูปที่ 10 หรือรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์เขียนได้เป็น

$$\Delta P = f \frac{LV^2}{D2g} \quad (2.11)$$

เมื่อ ΔP = ความดันสูญเสีย, Pa

f = สัมประสิทธิ์การสูญเสียเนื่องจากความเสียดทาน

L = ความยาวของท่อ, m

V = ความเร็วภายในท่อ, m/s

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, m

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s²

ในกรณีที่ท่อที่ใช้ในระบบมีภาคตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม เรายังสามารถที่จะหาค่าการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานได้จากรูป 10 เหมือนเดิม เพียงแต่ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะต้องเป็นค่าสมมูลซึ่งหามาจากค่าของรัศมีไฮดรอลิก ซึ่งมีนิยามคือ เป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดที่ของไหลผ่านกับความยาวของเส้นรอบหน้าตัดที่ของไหลสัมผัสกับผิวท่อ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.12)$$

เมื่อ R = รัศมีไฮดรอลิก, m

A = พื้นที่หน้าตัดของไหลผ่านท่อ, m^2

P = ความยาวของเส้นรอบหน้าตัดที่ของไหลสัมผัสกับผิวท่อ, m

สำหรับท่อกลมที่มีของไหลไหลผ่านเต็มท่อ จะมีค่ารัศมีไฮดรอลิกเท่ากับ

$$R = \frac{D}{4} \quad (2.13)$$

สำหรับท่อสี่เหลี่ยมและของไหลผ่านเต็มท่อ จะมีรัศมีไฮดรอลิกเท่ากับ

$$R = \frac{ab}{2(a + b)} \quad (2.14)$$

เมื่อ a = เป็นความกว้างของหน้าตัดของท่อ, m

b = เป็นความยาวของหน้าตัดของท่อ, m

เมื่อนำสมการ (2.13) มาเท่ากับสมการ (2.14) จะได้

$$D = \frac{2ab}{a + b} \quad (2.15)$$

ซึ่งจะเป็นค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่จะใช้หาค่าการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ

2. การสูญเสียเนื่องจากการไหลปั่นป่วน

การสูญเสียในลักษณะนี้จะมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงความเร็ว หรือทิศทางการไหลของของไหล ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้ดังนี้

การสูญเสียในช่องอ

เมื่ออากาศไหลผ่านช่องอเนื่องจากผลของแรงเหวี่ยง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความดันในแนวรัศมี กล่าวคือ ความดันที่ผิวด้านนอกของท่อจะสูงขึ้นและความดันที่ผิวด้านในจะต่ำลง ส่วนที่บริเวณใกล้กับผนังของท่อ ความเร็วของของไหลจะมีค่าต่ำเนื่องจากผลของชั้นขอบเขต และจะมีค่าสูงขึ้นในบริเวณที่ใกล้กับแกนกลางของท่อ ซึ่งก็จะทำให้แรงเหวี่ยงที่บริเวณ แกนกลางของท่อมีค่าสูงกว่าแรงเหวี่ยงบริเวณผิวท่อ ซึ่งผลของสภาพที่ไม่สมดุลเหล่านี้จะทำให้เกิดการไหลซ้อนขึ้น การไหลซ้อนนี้เมื่อรวมกับอัตราการไหลหลักในท่อจะทำให้เกิดการไหลแบบเกลียวคู่ ขณะไหลออกจากส่วนของช่องอ การเกิดในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานเท่านั้น แต่ยังเป็นการทำให้เกิดการไหลที่ผิดสภาพเป็นระยะทางหนึ่งด้วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$\Delta P = C \times 0.6 \times V^2 \quad (2.16)$$

เมื่อ ΔP = ความดันสูญเสียในช่องอ, Pa
 V = ความเร็วของอากาศ, m/s
 C = ค่าคงที่สำหรับแต่ละช่องอ

ในตารางภาคผนวกที่ 2 จะเป็นค่าการสูญเสียในช่องอ 90° สำหรับท่อกลมและท่อสี่เหลี่ยมตามลำดับ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างรัศมีความโค้งของช่องอกับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเท่านั้น

การสูญเสียในการขยายขนาดพื้นที่หน้าตัด

เมื่อพื้นที่หน้าตัดของท่อกมีการเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใด จะทำให้เกิดการไหลปั่นป่วนขึ้นที่ขอบเขตของกระแสอากาศ ซึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5a เมื่อมีการไหลปั่นป่วนเกิดขึ้น ก็ย่อมจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้น ซึ่งค่าการสูญเสียนี้จะมีค่าเท่ากับ

$$h_t = VP_{dn} - VP_{up} \quad (2.17)$$

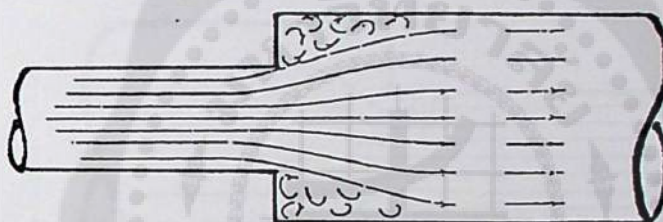
เมื่อ h_t = การสูญเสียเนื่องจากการไหลปั่นป่วน
 VP_{up} = ความดันเนื่องจากความเร็วที่ตำแหน่งทางเข้า
 VP_{dn} = ความดันเนื่องจากความเร็วที่ตำแหน่งทางออก

ค่าการสูญเสียในลักษณะนี้สามารถทำให้ลดน้อยลงได้โดยการค่อย ๆ เพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5b ซึ่งค่าการสูญเสียในลักษณะนี้จะมีค่าเท่ากับ

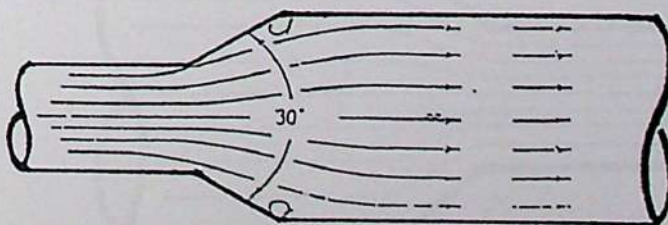
$$h_i = k(VP_{dn} - VP_{up}) \quad (2.18)$$

เมื่อ k = เป็นตัวประกอบการสูญเสีย

ค่าของ k ในสมการ 2.18 สามารถหาได้จากตารางภาคผนวกที่ 3



a) การขยายพื้นที่หน้าตัดอย่างทันทีทันใด



b) การขยายพื้นที่หน้าตัดแบบล้ากรวย

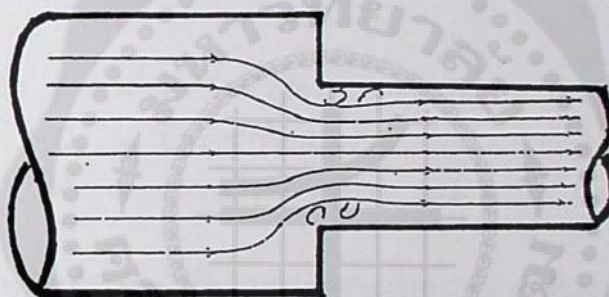
รูปที่ 5 แสดงการไหลปั่นป่วนเมื่ออากาศผ่านท่อที่มีการขยายพื้นที่หน้าตัด

การสูญเสียในการลดขนาดพื้นที่หน้าตัด

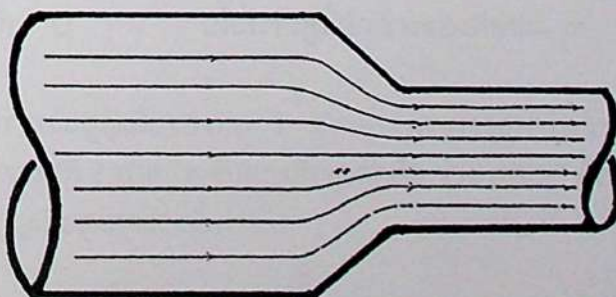
เมื่ออากาศไหลผ่านท่อที่มีการลดขนาดของพื้นที่หน้าตัดอย่างทันทีทันใด จะทำให้เกิดการไหลปั่นป่วน ดังแสดงในรูปที่ 6a ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียพลังงานออกจากระบบ วิธีการที่จะลดการเกิดการไหลปั่นป่วน ก็คือค่อย ๆ ลดขนาดของพื้นที่หน้าตัดลง ดังแสดงในรูปที่ 6b และค่าการสูญเสียในลักษณะนี้สามารถหาได้จาก

$$h_t = k(VP_{up} - VP_{dn}) \quad (2.19)$$

เมื่อค่า k สามารถหาได้จากตารางภาคผนวกที่ 4



a) การลดพื้นที่หน้าตัดอย่างทันทีทันใด



b) การลดพื้นที่หน้าตัดแบบล้ากรวย

รูปที่ 6 แสดงการไหลปั่นป่วนเมื่ออากาศผ่านท่อที่มีการลดขนาดพื้นที่หน้าตัด

การหาขนาดท่อลม

การหาขนาดท่อลมที่นิยมใช้มี 2 วิธี

1. วิธีการลดความเร็ว

เริ่มจากการสมมติค่าความเร็วสูงสุดของท่อลมหลัก และลดขนาดลงเล็กน้อยสำหรับท่อแยกและความเร็วต่ำสุดสำหรับส่วนสุดท้าย สมมติว่าเรารู้ค่าปริมาตรไหล ดังนั้น สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$A = \frac{Q}{V} \quad (2.20)$$

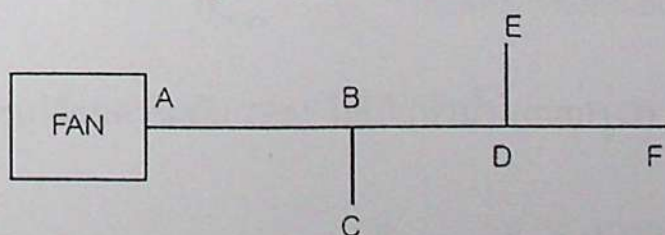
เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของท่อลม, m^2
 Q = อัตราการไหล, m^3/s
 V = ความเร็วของอากาศ, m/s

สำหรับท่อลมหน้าตัดกลม เราสามารถหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลมหาได้จากสมการ

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (2.21)$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลม, m

ความดันสูญเสียของท่อ 1 ช่วงท่อ สามารถหาได้จากการคำนวณความดันสูญเสียในแต่ละส่วน จากรูปที่ 7 ถ้าความดันสูญเสียสูงสุดคือ ช่วง ABDE ดังนั้น การออกแบบท่อลมจะถือเอาค่าความดันสูญเสียสูงสุดช่วงนี้เท่านั้น



รูปที่ 7 แสดงความดันสูญเสียแต่ละช่วง

2. วิธีหาค่าการสูญเสียเท่ากันตลอด

ในการหาขนาดของท่อลมด้วยวิธีนี้ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกความเร็วที่ท่อลมหลัก
2. กำหนดอัตราการไหลในท่อลมหลัก
3. นำค่าอัตราการไหลและความเร็วไปหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจากรูปที่ 10
4. จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อกลมและค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน (Friction loss)
5. สำหรับท่อลมช่วงอื่น ๆ เรายังคงใช้ค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน (Friction loss) ต่อความยาวเมตรต่อค่าเดิม

วิธีนี้มีข้อดี คือ วิเคราะห์ง่ายและเชื่อถือได้พอสมควร

การหาขนาดมอเตอร์

$$\text{จากสมการ} \quad P_w = \frac{\rho g H Q}{\eta_{\text{motor}}} \quad (2.22)$$

เมื่อ P_w	=	กำลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน, W
ρ	=	ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3
g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2
H	=	ค่าการสูญเสียรวมทั้งระบบ, mmH_2O
η_{motor}	=	ประสิทธิภาพของมอเตอร์

การเปลี่ยนความดัน (Pa) ให้เป็นหัวน้ำ (mmH_2O)

$$\text{จากสมการ} \quad h = \frac{P}{\rho g} = \frac{P \times 1000}{1000 \times 9.81} = \frac{P}{9.81} \quad (2.23)$$

เมื่อ h = หัวน้ำ, mmH_2O
 P = ความดัน, Pa
 ρ = ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3



บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

การออกแบบ Hood

จากรูปที่ 9 อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมจะมีค่าเท่ากับ 350 CFM ต่อความยาวของ Hood (ft) หรือ 0.540 m³/s ต่อความยาว Hood (m) จากรูปที่ 8 เรากำหนดให้ Hood มีความยาว 1 m ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{จากสมการ} \quad Q &= q \times l \\ &= 0.540 \times 1 \\ &= 0.540 \quad \text{m}^3/\text{s}\end{aligned}\tag{2.2}$$

เพื่อให้สามารถดูดควันเชื่อมได้ทุกตำแหน่งจึงออกแบบให้มีช่องจำนวน 5 ช่อง ดังนั้น อัตราการไหลของช่องแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{จากสมการ} \quad Q_s &= \frac{Q}{\text{Slot}} \\ &= \frac{0.540}{5} \\ &= 0.108 \quad \text{m}^3/\text{s}\end{aligned}\tag{2.3}$$

จากรูปที่ 9 ความเร็วของอากาศที่ผ่านช่องมีค่าเท่ากับ 1000 fpm หรือ 5.08 m/s ดังนั้น พื้นที่ของช่องแต่ละช่องมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{จากสมการ} \quad A &= \frac{Q_s}{V_s} \\ &= \frac{0.108}{5.08} \\ &= 0.021 \quad \text{m}^2\end{aligned}\tag{2.4}$$

เนื่องจากเราออกแบบให้ช่องแต่ละช่องมีความยาว 0.4 m ดังนั้น สามารถหาความกว้างได้

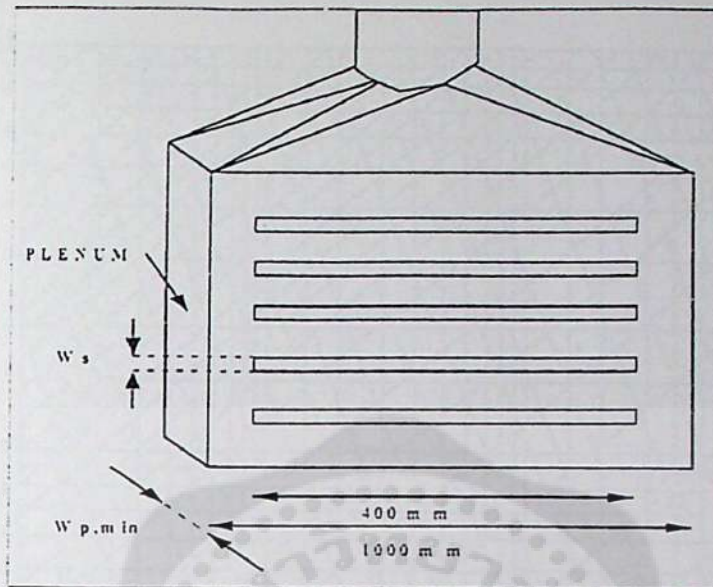
$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ} \quad W_s &= \frac{A}{l_s} \\
 &= \frac{0.021}{0.4} \\
 &= 0.052 \quad \text{m}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

จากรูปที่ 9 ความเร็วสูงสุดของอากาศเมื่อผ่านด้านข้างของ Hood มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของความเร็วเมื่อผ่านช่อง หรือเท่ากับ 2.54 m/s ดังนั้น

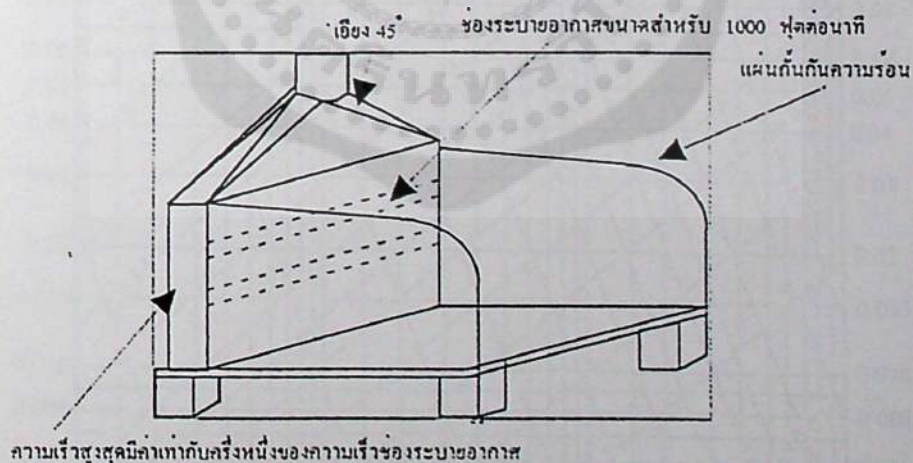
$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ} \quad W_p &= \frac{Q}{V_w \times l} \\
 &= \frac{0.54}{2.54 \times 1} \\
 &= 0.212 \quad \text{m}
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

เนื่องจากต้องการทำระบบระบายควันในห้องเชื่อมจำนวน 5 ห้อง จึงใช้ Hood จำนวน 5 ตัว จะได้อัตราการไหลรวมเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ} \quad Q_r &= Q \times n \\
 &= 0.54 \times 5 \\
 &= 2.7 \quad \text{m}^3/\text{s}
 \end{aligned} \tag{2.7}$$



รูปที่ 8 แสดงลักษณะของ Hood ระบายน้เชื่อม



ความเร็วสูงสุดมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความเร็วช่องระบายอากาศ

$Q = 350$ ลูกบาศก์ฟุตค่อนาทีคือความยาวของช่องระบายอากาศ

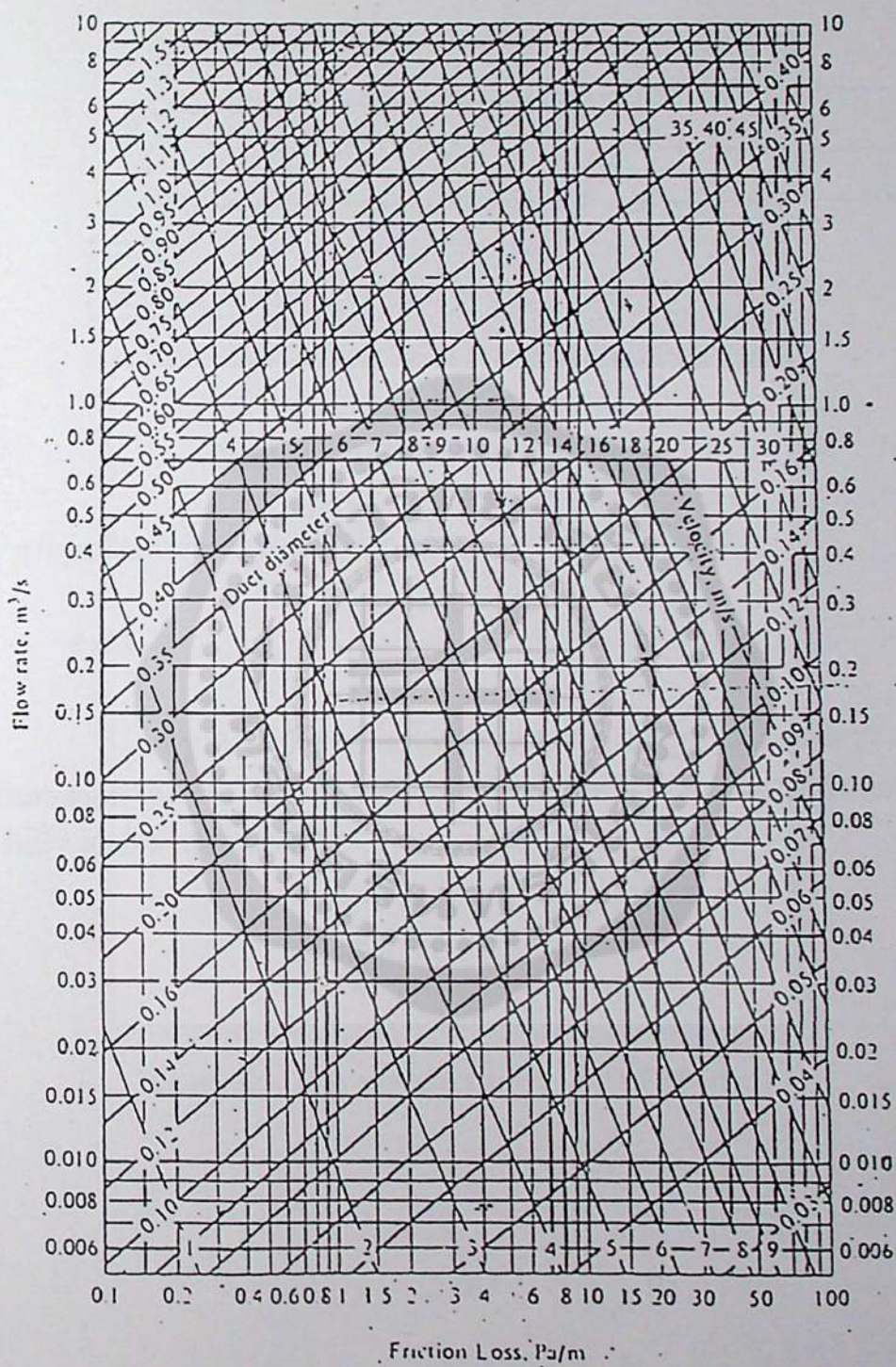
ความยาวของช่องระบายอากาศ = ความกว้างของพื้นงานที่ล้อมกรอบ

ความกว้างของโต๊ะเชื่อมงาน = 24 นิ้ว เป็นค่าสูงสุด

ความเร็วภายในท่อ = 1000-3000 ฟุตค่อนาที

ความดันสูญเสียปากทางเข้า = $1.78 \text{ slot VP} + 0.25 \text{ duct VP}$

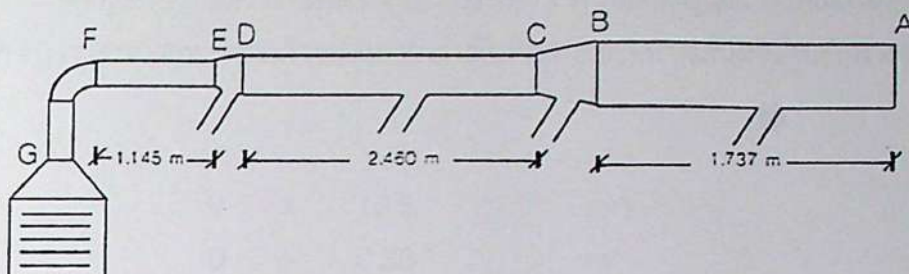
รูปที่ 9 แสดงมาตรฐานของการออกแบบ Hood



Pressure drop in straight, circular, sheet-metal ducts, 20°C air, absolute roughness 0.00015 m.

รูปที่ 10 แสดงค่าการสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ

การหาขนาดท่อลม



รูปที่ 11 แสดงช่วงการออกแบบท่อกลม

วิธีให้ค่าการสูญเสียเท่ากันตลอด

ช่วง A-B

จากรูปที่ 11 อัตราการไหลเท่ากับ $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$ จากรูปที่ 9 เลือกใช้ความเร็วของอากาศในท่อลมเท่ากับ 15 m/s จากรูปที่ 10 เราสามารถหาค่าความดันสูญเสียในท่อลมและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะได้

$$\begin{aligned}\Delta P &= 5 \text{ Pa/m} \\ D &= 0.45 \text{ m}\end{aligned}$$

เนื่องจากช่วง A-B ท่อจะมีความยาว = 1.737 m

$$\begin{aligned}\Delta P &= 5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 1.737 \text{ m} \\ &= 8.687 \text{ Pa}\end{aligned}$$

ช่วง C-D

จากรูปที่ 11 อัตราการไหลเท่ากับ $1.62 \text{ m}^3/\text{s}$ ความดันสูญเสียในท่อลมเท่ากับ 5 Pa/m จากรูปที่ 10 เราสามารถหาความเร็วของของอากาศในท่อลมและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะได้

$$\begin{aligned} V &= 13.5 & \text{m/s} \\ D &= 0.38 & \text{m} \end{aligned}$$

เนื่องจากช่วง C-D ท่อจะมีความยาว = 2.46 m

$$\begin{aligned} \Delta P &= 5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 2.46 \text{ m} \\ &= 12.3 \text{ Pa} \end{aligned}$$

ช่วง E-F

จากรูปที่ 11 อัตราการไหลเท่ากับ $0.54 \text{ m}^3/\text{s}$ ความดันสูญเสียในท่อลมเท่ากับ 5 Pa/m จากรูปที่ 10 เราสามารถหาความเร็วของอากาศในท่อลมและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะได้

$$\begin{aligned} V &= 10 & \text{m/s} \\ D &= 0.26 & \text{mm} \end{aligned}$$

เนื่องจากช่วง E-F ท่อจะมีความยาว = 1.145 m

$$\begin{aligned} \Delta P &= 5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 1.145 \text{ m} \\ &= 5.725 \text{ Pa} \end{aligned}$$

ค่าความดันสูญเสียรวมจากช่วง A-F

$$\begin{aligned} \Delta P_{A-F} &= 8.687 + 12.3 + 5.725 \\ &= 26.712 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ } h_{A-F} &= \frac{\Delta P}{\rho g} & (2.23) \\
 &= \frac{26.712 \times 1000}{1000 \times 9.81} \\
 &= 2.722 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ช่วง G-Hood

เมื่ออากาศมีความเร็วผ่านช่องเท่ากับ 5.08 m/s จากตารางภาคผนวกที่ 1 จะมีค่า VP_s ประมาณ 1.6 mmH₂O และที่ความเร็วของอากาศภายในท่อเท่ากับ 10 m/s จะมีค่า VP_d ประมาณ 6.1 mmH₂O

เนื่องจากการสูญเสียทางเข้า Hood เราสามารถหาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 h_e &= 1.78VP_s + 0.25VP_d & (2.9) \\
 &= (1.78 \times 1.6) + (0.25 \times 6.1) \\
 &= 4.373 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

การสูญเสียเนื่องจากความเร่ง เราสามารถหาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 h_a &= \frac{v^2}{2g} = VP_d & (2.8) \\
 &= 6.1 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ผลรวมของการสูญเสียเนื่องจากความเร่งและการสูญเสียที่ทางเข้า จะได้ความดันสถิตยที่ Hood สามารถหาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 SP_h &= h_a + h_e & (2.10) \\
 &= 6.1 + 4.373 \\
 &= 10.473 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ข้อง 90°

ช่วง F-G

จากรูปที่ 11 ข้องมีรัศมีเท่ากับ 0.225 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.26 m

จากตารางภาคผนวกที่ 2 $\frac{R}{D} = \frac{0.225}{0.26} = 0.87$ ประมาณ 1 จะได้ C เท่ากับ 0.33

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ } \Delta P &= C \times 0.6 \times V^2 & (2.16) \\ &= 0.33 \times 0.6 \times 10^2 \\ &= 19.8 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ } h_{\text{ข้อง}} &= \frac{\Delta P}{\rho g} & (2.23) \\ &= \frac{19.8 \times 1000}{1000 \times 9.81} \\ &= 2.02 \text{ mmH}_2\text{O} \end{aligned}$$

การขยายพื้นที่หน้าตัด

ช่วง B-C

จากตารางภาคผนวกที่ 3 การขยายพื้นที่หน้าตัดโดยมีมุมขยายเท่ากับ 10°

$$\text{และ } \frac{D_{AB}}{D_{co}} = \frac{0.45}{0.38} = 1.184 \text{ ประมาณ } 1.25 \text{ จะได้ค่า } K = 0.85$$

เนื่องจากความเร็วช่วง A-B เท่ากับ 15 m/s จากตารางภาคผนวกที่ 1 จะมีค่า VP ประมาณ 14 mmH₂O และช่วง C-D มีความเร็วเท่ากับ 13.5 m/s จะมีค่า VP ประมาณ 11 mmH₂O

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ } h_{B-C} &= K(VP_{dn} - VP_{uo}) \\
 &= 0.85 (14 - 11) \\
 &= 2.55 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}
 \tag{2.18}$$

ช่วง D-E

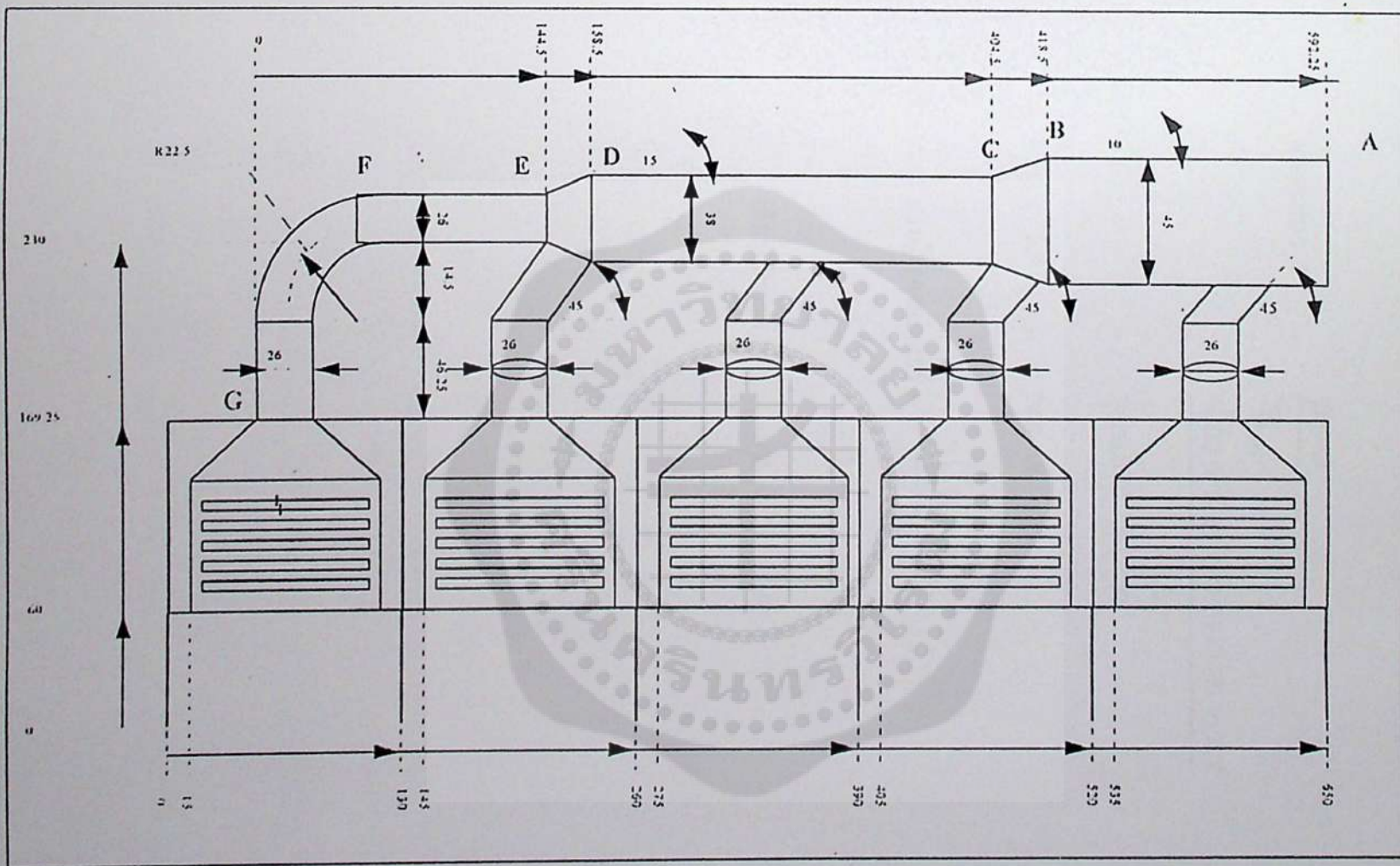
จากตารางภาคผนวกที่ 3 การขยายพื้นที่หน้าตัดโดยมีมุมขยายเท่ากับ 15°

$$\text{และ } \frac{D_{cd}}{D_{ef}} = \frac{0.38}{0.26} = 1.46 \text{ ประมาณ } 1.5 \text{ จะได้ค่า } K = 0.70$$

เนื่องจากความเร็วช่วง C-D มีความเร็วเท่ากับ 13.5 m/s จากตารางภาคผนวกที่ 1 จะมีค่า VP ประมาณ 11 mmH₂O และช่วง E-F มีความเร็วเท่ากับ 10 m/s จะมีค่า VP ประมาณ 6.2 mmH₂O

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ } h_{D-E} &= K(VP_{dn} - VP_{uo}) \\
 &= 0.70(11 - 6.2) \\
 &= 3.36 \quad \text{mmH}_2\text{O}
 \end{aligned}
 \tag{2.18}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{ค่าการสูญเสียรวมทั้งระบบจะได้} &= h_{A-F} + SP_h + h_{\text{ข้องอ}} + h_{B-C} + h_{D-E} \\
 H &= 2.722 + 10.473 + 2.02 + 2.55 + 3.36 \\
 &= 21.125 \quad \text{mmH}_2\text{O} \\
 &= 0.021125 \quad \text{mH}_2\text{O}
 \end{aligned}$$



รูปที่ 1.2 แสดงระบบระบายควันในห้องเชื่อม

การหาขนาดมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ } P &= \frac{\rho g H Q}{\eta_{\text{motor}}} & (2.22) \\
 &= \frac{1000 \times 9.81 \times 0.021125 \times 2.7}{0.5} \\
 &= 1119.075 \quad \text{W}
 \end{aligned}$$

$$\text{จาก } 1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{แรงม้าของมอเตอร์} &= \frac{1119.075}{746} \\
 &= 1.5 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

เลือกใช้นัด

2

HP

บทที่ 4

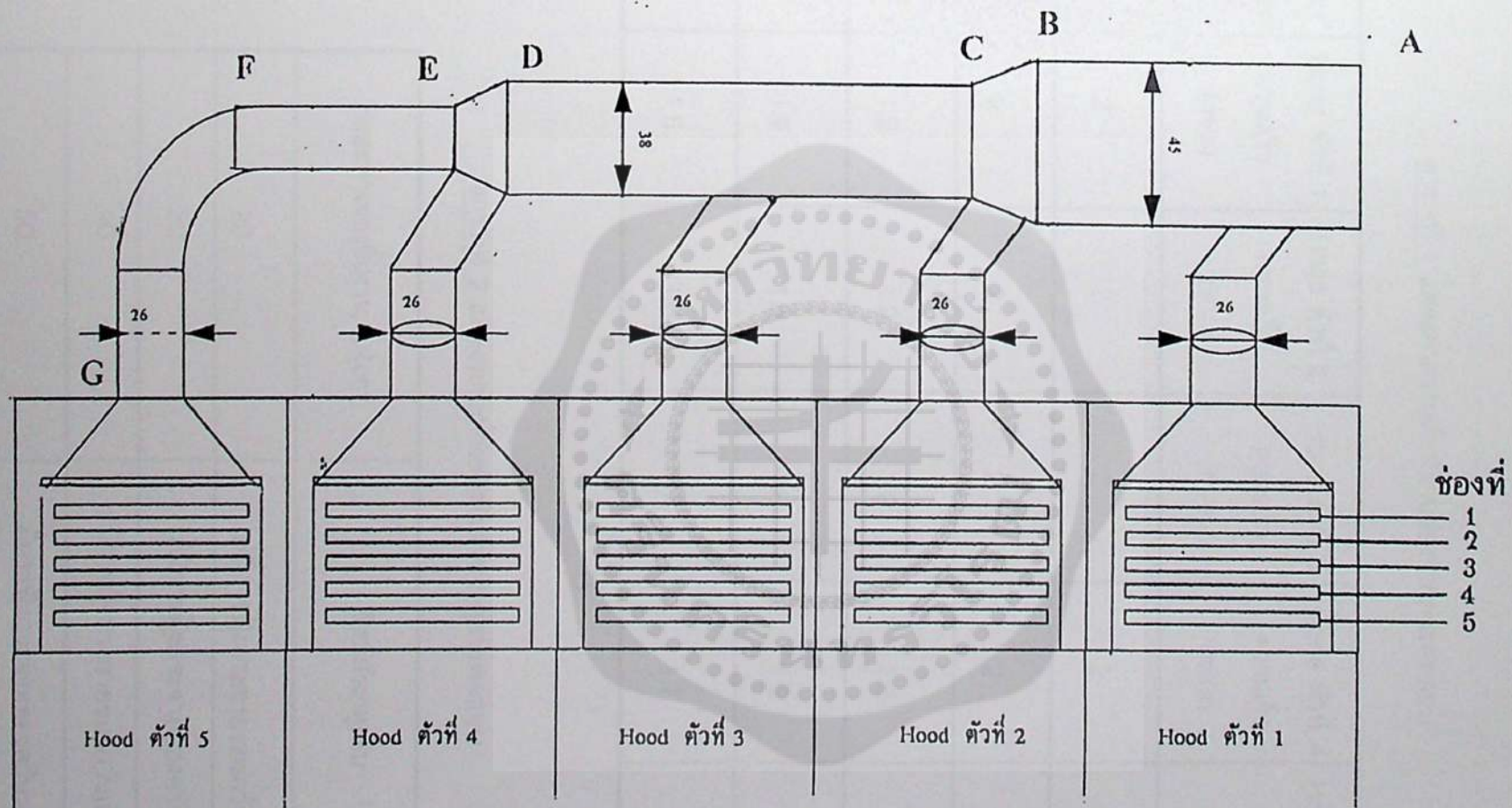
วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Digital Anemometer)
2. ประแจปากตาย เบอร์ 8
3. ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบ
4. ลวดเชื่อม
5. ดินน้ำมัน
6. มานอมิเตอร์

วิธีการดำเนินการทดสอบ

1. กดสวิตช์เปิด เพื่อให้พัดลมดูดอากาศทำงาน
2. นำเครื่องมือวัดความเร็วลมไปวัดจากช่องทุกช่อง
3. ทำการปรับ Damper เพื่อที่จะดูดได้เท่ากันทุกช่อง
4. ทำการล็อก Damper ให้แน่น
5. ทำการจดบันทึกค่าที่ได้จากการวัด
6. นำชิ้นงานมาวางในระยะเวลาที่ทำการทดสอบ
7. ทำการเชื่อมชิ้นงานแล้วสังเกตดูควันในระยะเวลาที่ทำการทดสอบว่าจะมีควันพุ่งกระจายหรือไม่
8. ทำการบันทึกลงในตารางจากกฎสังเกตดูควันในระยะเวลาที่ทดสอบ
9. นำมานอมิเตอร์มาวัดค่าความดันตกคร่อม
10. ทำการจดบันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง
11. นำค่าความเร็วลมที่วัดได้มาหาค่าอัตราการไหล



รูปที่ 1.3 แสดงตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

ผลจากการทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเร็วที่ผ่านช่องจากการทดสอบ

Slot ช่องที่	Hood ตัวที่ 1 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 2 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 3 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 4 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 5 ความเร็ว (m/s)
1	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
4	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7
5	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7

ตารางที่ 2 แสดงระยะห่างของชิ้นงานจากการทดสอบ

ระยะห่างของชิ้นงาน, x (cm)	สิ่งที่สังเกตเห็น
20	ไม่มีการฟุ้งกระจายของควัน
30	ไม่มีการฟุ้งกระจายของควัน
40	มีการฟุ้งกระจายของควันเล็กน้อย
50	มีการฟุ้งกระจายของควันมาก

ตารางที่ 3 แสดงค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานจากการทดสอบ

ช่วง	ค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน, mmH ₂ O
A-B	0.5
B-C	2
C-D	0.5
D-E	1
E-F	0.5
F-G	3
G-Hood	2.5
รวม	10

ตารางที่ 4 แสดงค่าการคำนวณหาอัตราการไหลจากความเร็วที่ทดสอบ

Slot ช่องที่	Hood ตัวที่ 1 อัตราการไหล (m ³ /s)	Hood ตัวที่ 2 อัตราการไหล (m ³ /s)	Hood ตัวที่ 3 อัตราการไหล (m ³ /s)	Hood ตัวที่ 4 อัตราการไหล (m ³ /s)	Hood ตัวที่ 5 อัตราการไหล (m ³ /s)
1	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
2	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
3	0.040	0.040	0.040	0.038	0.038
4	0.040	0.038	0.038	0.038	0.036
5	0.038	0.038	0.036	0.036	0.036
รวม	0.202	0.20	0.198	0.196	0.194

เราสามารถคำนวณค่าอัตราการไหลได้โดยใช้ความเร็วที่ได้จากการทดสอบในตารางที่ 1

จากสมการ $Q = A \times V$ (2.1)

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการคำนวณและการทดสอบ

แสดงค่า	ค่าที่ได้จากการคำนวณ	ค่าที่ได้จากการทดสอบ
การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน	21.125	10
ความเร็วที่ผ่านช่อง	5.08	2
อัตราการไหลจาก Hood 1 ตัว	0.54	0.20

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

การทดสอบระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า ผลปรากฏว่าสามารถดูดควันที่ได้จากการเชื่อมไฟฟ้าได้หมดไม่มีการฟุ้งกระจายของควันเชื่อมในระยะทดสอบ 30 เซนติเมตร และในระยะทดสอบ 40 เซนติเมตร จะสังเกตเห็นว่ามีควันเหลืออยู่เล็กน้อย และในระยะทดสอบ 50 เซนติเมตร จากการสังเกตจะเห็นว่ามีฟุ้งกระจายของควันมาก จึงไม่เหมาะที่จะเชื่อมในระยะ 50 เซนติเมตรนี้ จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าควรจะวางชิ้นงานที่จะทำการเชื่อมไฟฟ้าให้ห่างจากปล่องดูดควันในระยะห่างไม่ควรเกิน 40 เซนติเมตร เพื่อที่จะสามารถดูดควันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากผลที่ได้จากการวัดค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานและผลของการวัดค่าความเร็วที่ผ่านช่องและอัตราการไหลที่ Hood แต่ละตัวมีค่าน้อยกว่าค่าที่คำนวณในการออกแบบ จะเห็นได้ว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบนั้นจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดสอบประมาณครึ่งหนึ่ง อาจจะมาจากสาเหตุดังนี้

พัดลมที่ใช้ในการติดตั้งจริงนั้นมีขนาดเล็กเกินไป เราสามารถหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของพัดลมที่เหมาะสมได้จากตารางภาคผนวกที่ 7 ซึ่งจะได้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 นิ้ว ซึ่งในการติดตั้งใช้งานจริงนั้นเราใช้ขนาด 10 นิ้ว เพราะขนาดของพัดลม 20 นิ้ว จะมีขนาดใหญ่มาก ทำให้มีปัญหาในการติดตั้งเนื่องจากเนื้อที่ในการติดตั้งนั้นมีความสูงอยู่อย่างจำกัด เป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถที่จะระบายอากาศออกไปข้างนอกได้

การใช้งานจริงโดยทั่วไปนิยมใช้พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้วในมอเตอร์ขนาด 2 HP ซึ่งสามารถระบายควันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประหยัดราคาค่าใช้จ่ายและสามารถหาซื้อได้ง่าย รวมถึงสามารถติดตั้งได้สะดวกในบริเวณติดตั้งที่มีเนื้อที่จำกัด

ข้อเสนอแนะ

ควรออกแบบ Hood ให้สามารถควบคุมสิ่งสกปรกได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ปริมาณอากาศน้อยที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดย

- พยายามปิดคลุมแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรกให้ได้มากที่สุด โดยการเลือกใช้ Hood แบบปิดล้อม
- ออกแบบให้มีการกระจายอากาศที่ดี เพื่อให้อากาศทั้งหมดผ่านเข้ามาใน Hood และส่วนที่ช่วยในการควบคุมสิ่งสกปรก เช่น การใช้ช่อง Hood หรือการติดตั้งแผ่นกัน
- Hood ควรที่จะอยู่ในตำแหน่ง ซึ่งทำให้สิ่งสกปรกที่ถูกดูดควันเข้ามาใน Hood ไม่ต้องผ่านบริเวณการทำงานของคนงาน



เอกสารอ้างอิง

1. เดชา อีระโกเมน, เครื่องปรับอากาศ กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ทั้งยี่สิบ, 2525
2. บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย, วิศวกรรมทำความเย็น กรุงเทพมหานคร : โครงการตำราวิทยาลัยเซนต์จอห์น
3. พยงค์ดี ลิ้มปานานท์, อุปกรณ์ตู้เย็นและคว้นภายในโรงงาน กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2533
4. วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัย กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอเชียเพรส จำกัด, 2526
5. สุรพล พฤษชาพานิช, การปรับอากาศหลักการและระบบ กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2529
6. Wilert F. Stoecker and Jerald W. Jones, Refrigeration and Airconditioning 2nd ED., Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1982.

ภาคผนวก ก

ตารางที่ใช้ในการออกแบบและคำนวณ



ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าความดันเนื่องจากความเร็ว

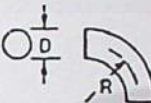
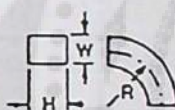
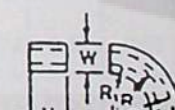
$$V = 4.043 \sqrt{VP} \quad \text{DENSITY OF AIR} = 1.2 \text{ Kg/m}^3$$

VP = VELOCITY PRESSURE IN mm OF WATER V = VELOCITY IN m/sec.

VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V
1.1	1.28	5.1	9.13	11.0	13.41	61.0	31.58	111.0	42.59	161.0	51.3
1.2	1.81	5.2	9.22	12.0	14.00	62.0	31.83	112.0	42.79	162.0	51.4
1.3	2.21	5.3	9.31	13.0	14.58	63.0	32.09	113.0	42.98	163.0	51.5
1.4	2.56	5.4	9.39	14.0	15.13	64.0	32.34	114.0	43.17	164.0	51.7
1.5	2.86	5.5	9.48	15.0	15.66	65.0	32.59	115.0	43.35	165.0	51.9
1.6	3.13	5.6	9.57	1.0	16.17	66.0	32.84	116.0	43.54	166.0	52.0
1.7	3.38	5.7	9.65	17.0	16.67	67.0	33.09	117.0	43.73	167.0	52.2
1.8	3.62	5.8	9.74	18.0	17.15	68.0	33.34	118.0	43.92	168.0	52.4
1.9	3.84	5.9	9.82	19.0	17.62	69.0	33.58	119.0	44.10	169.0	52.5
2.0	4.04	6.0	9.90	20.0	18.08	70.0	33.82	120.0	44.29	170.0	52.7
2.1	4.24	6.1	9.99	21.0	18.53	71.0	34.07	121.0	44.47	171.0	52.8
2.2	4.45	6.2	10.07	22.0	18.96	72.0	34.30	122.0	44.65	172.0	53.0
2.3	4.61	6.3	10.15	23.0	19.39	73.0	34.54	123.0	44.84	173.0	53.1
2.4	4.78	6.4	10.23	24.0	19.81	74.0	34.78	124.0	45.02	174.0	53.3
2.5	4.95	6.5	10.31	25.0	20.21	75.0	35.01	125.0	45.20	175.0	53.4
2.6	5.11	6.6	10.39	26.0	20.61	76.0	35.24	126.0	45.38	176.0	53.6
2.7	5.27	6.7	10.46	27.0	21.01	77.0	35.48	127.0	45.56	177.0	53.7
2.8	5.42	6.8	10.54	28.0	21.39	78.0	35.71	128.0	45.74	178.0	53.5
2.9	5.57	6.9	10.62	29.0	21.77	79.0	35.93	129.0	45.92	179.0	54.0
3.0	5.72	7.0	10.70	30.0	22.14	80.0	36.16	130.0	46.10	180.0	54.2
3.1	5.86	7.1	10.77	31.0	22.51	81.0	36.39	131.0	46.27	181.0	54.3
3.2	6.00	7.2	10.85	32.0	22.87	82.0	36.61	132.0	46.45	182.0	54.5
3.3	6.13	7.3	10.92	33.0	23.22	83.0	36.83	133.0	46.62	183.0	54.6
3.4	6.26	7.4	11.00	34.0	23.57	84.0	37.05	134.0	46.80	184.0	54.8
3.5	6.39	7.5	11.07	35.0	23.92	85.0	37.27	135.0	46.97	185.0	54.9
3.6	6.52	7.6	11.15	36.0	24.26	86.0	37.49	136.0	47.15	186.0	55.1
3.7	6.64	7.7	11.22	37.0	24.59	87.0	37.71	137.0	47.32	187.0	55.2
3.8	6.76	7.8	11.29	38.0	24.92	88.0	37.93	138.0	47.49	188.0	55.4
3.9	6.88	7.9	11.36	39.0	25.25	89.0	38.14	139.0	47.66	189.0	55.5
4.0	7.00	8.0	11.43	40.0	25.57	90.0	38.35	140.0	47.84	190.0	55.7
4.1	7.12	8.1	11.51	41.0	25.89	91.0	38.57	141.0	48.01	191.0	57.1
4.2	7.23	8.2	11.58	42.0	26.20	92.0	38.78	142.0	48.18	210.0	58.5
4.3	7.34	8.3	11.65	43.0	26.51	93.0	38.99	143.0	48.35	220.0	59.9
4.4	7.45	8.4	11.72	44.0	26.82	94.0	39.20	144.0	48.51	230.0	61.3
4.5	7.56	8.5	11.79	45.0	27.12	95.0	39.40	145.0	48.68	240.0	62.6
4.6	7.67	8.6	11.86	46.0	27.42	96.0	39.51	146.0	48.85	250.0	63.9
4.7	7.78	8.7	11.92	47.0	27.72	97.0	39.82	147.0	49.02	260.0	65.19
4.8	7.88	8.8	11.99	48.0	28.01	98.0	40.02	148.0	49.18	270.0	66.43
4.9	7.98	8.9	12.06	49.0	28.30	99.0	40.23	149.0	49.35	280.0	67.65
5.0	8.09	9.0	12.13	50.0	28.59	100.0	40.43	150.0	49.51	290.0	68.85
4.1	8.19	9.1	12.20	51.0	28.87	101.0	40.63	151.0	49.68	300.0	70.02
4.2	8.29	9.2	12.26	52.0	29.15	102.0	40.83	152.0	49.84	310.0	71.18
4.3	8.38	9.3	12.33	53.0	29.43	103.0	41.03	153.0	50.01	320.0	72.32
4.4	8.48	9.4	12.40	54.0	29.71	104.0	41.23	154.0	50.17	330.0	73.44
4.5	8.58	9.5	12.45	55.0	29.92	105.0	41.43	155.0	50.35	340.0	74.55
4.6	8.67	9.6	12.53	56.0	30.25	106.0	41.67	156.0	50.49	350.0	75.63
4.7	8.76	9.7	12.59	57.0	30.52	107.0	41.82	157.0	50.65	360.0	75.71
4.8	8.86	9.8	12.66	58.0	30.79	108.0	42.01	158.0	50.82	370.0	77.77
4.9	8.95	9.9	12.72	59.0	31.05	109.0	42.21	159.0	50.98	380.0	78.81
5.0	9.04	10.0	12.78	60.0	31.32	110.0	42.40	160.0	51.14	390.0	79.84

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในข้องอ

Table
Total pressure losses due to elbows
(Additional equivalent losses in excess of friction to intersection of centre lines)

TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	PRESSURE LOSS		
			C	L/D	L/W
N-DEG.		RECTANGULAR OR ROUND: WITH OR WITHOUT VANES	N TIMES VALUE FOR SIMILAR 90-DEG. ELBOW		
90-DEG. ROUND SECTION		MITER R/D: 0.5 0.75 1.0 1.5 2.0	1.30 0.90 0.45 0.33 0.24 0.19	65 23 17 12 10	
90-DEG. RECTANGULAR SECTION		H/W R/W 0.25 { MITER 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 0.5 { MITER 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 1.0 { MITER 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 4.0 { MITER 0.5, 0.75, 1.0, 1.5	1.25 1.25 0.60 0.37 0.19 1.47 1.10 0.50 0.28 0.13 1.50 1.00 0.41 0.22 0.09 1.38 0.96 0.37 0.19 0.07	25 25 12 7 4 49 40 16 9 4 75 50 21 11 4.5 110 65 43 17 6	
90-DEG. SQUARE SECTION WITH SPLITTER VANES		R/W R1/W R2/W MITER 0.5 0.5 0.4 0.7 0.6 1.0 1.0 1.5 MITER 0.3 0.5 0.5 0.2 0.4 0.75 0.4 0.7 1.0 0.7 1.0 1.5 1.3 1.6	0.70 0.13 0.12 0.45 0.12 0.10 0.15	28 19 12 7.2 22 16	
MITER WITH TURNING VANES		C = 0.10 TO 0.35 DEPENDING ON MANUFACTURE			
MITER TEE WITH VANES		CONSIDER EQUAL TO A SIMILAR ELBOW. BASE LOSS ON ENTERING VELOCITY.			
RADIUS TEE					

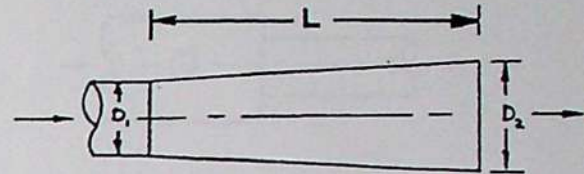
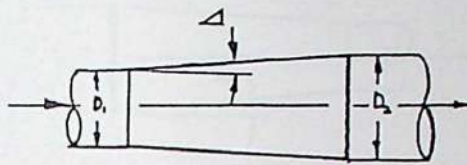
a Values based on f values of approximately 0.02

b Values calculated from L/D and L/W values of reference 6 for $f = 0.02$

Source: ASHRAE Handbook of Fundamentals 1972, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในการขยายขนาดพื้นที่หน้าตัด

STATIC PRESSURE REGAINS FOR EXPANSIONS



Within duct

At end of duct

Regain (R), fraction of VP difference					
Taper angle degrees	Diameter ratio. 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 : $SP_2 = SP_1 + R(VP_1 - VP_2)$					

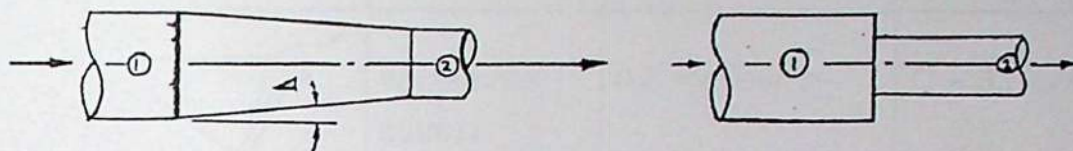
Regain (R), fraction of inter VP						
Taper length (in)et diam	Diameter ratio. D_2/D_1					
	1.2:1	1.3:1	1.4:1	1.5:1	1.6:1	1.7:1
1.0:1	0.37	0.39	0.38	0.35	0.31	0.27
1.5:1	0.39	0.46	0.47	0.46	0.44	0.41
2.0:1	0.42	0.49	0.52	0.52	0.51	0.49
3.0:1	0.44	0.52	0.57	0.59	0.60	0.59
4.0:1	0.45	0.55	0.60	0.63	0.63	0.64
5.0:1	0.47	0.56	0.62	0.65	0.66	0.68
6.0:1	0.47	0.56	0.62	0.65	0.66	0.68
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 of elbow (including a fan) by less than 5 duct diameters.

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียในการลดขนาดพื้นที่หน้าตัด

STATIC PRESSURE LOSSES FOR CONTRACTIONS



Tapered contraction

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

Abrupt contraction

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

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

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

Note : In calculation SP for expansion or contraction

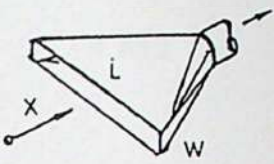
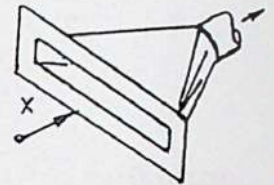
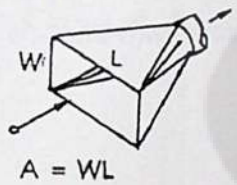
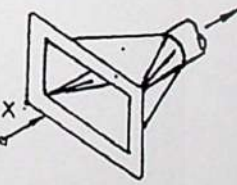
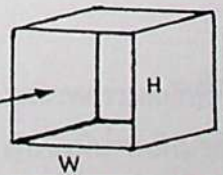
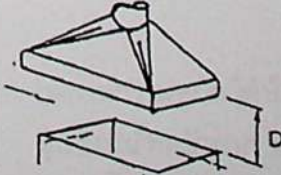
use algebraic signs : VP is (+)

and usually

SP is (+) in discharge duct from fan

SP is (-) in inlet duct to fan

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงปริมาณของอากาศที่ใช้ในการควบคุมสิ่งแวดล้อม

ชนิดของ Hood	ประเภท	อัตราส่วนของความกว้าง ต่อความยาว	ปริมาตรอากาศ
	ช่องดูดอากาศ แบบยาว	0.2 หรือน้อยกว่า	$Q = 3.7 \text{ LVX}$
	ช่องดูดอากาศแบบ ยาว มีขอบริมนอก	0.2 หรือน้อยกว่า	$Q = 2.8 \text{ LVX}$
	ช่องดูดอากาศแบบ กว้าง	0.2 หรือมากกว่า	$Q = V(10X^2 + A)$
	ช่องดูดอากาศแบบ กว้าง มีขอบริมนอก	0.2 หรือมากกว่า	$Q = 0.75V(10X^2 + A)$
	ช่องดูดอากาศที่มี สิ่งปกคลุมแหล่ง กำเนิด	ตามความเหมาะสมของ ลักษณะงาน	$Q = VA = VWH$
	ช่องดูดอากาศแบบ ฝาดรอบ	ตามความเหมาะสมของ ลักษณะงาน	$Q = 1.4 \text{ PDV}$ $P = \text{เส้นรอบรูปของงาน}$ $D = \text{ความสูงวัดจาก}$ ตำแหน่งของงาน

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าความเร็วภายในท่อ

ลักษณะของสิ่งสกปรก	ตัวอย่าง	ความเร็วต่ำสุด	
		เมตร/วินาที	ฟุต/วินาที
ไอ แก๊ส ควัน	ไอทั้งหมด แก๊สต่าง ๆ และควันต่าง ๆ	—	—
ควันไอเสีย	ควันไอเสียที่มีส่วนประกอบของอลูมิเนียมออกไซด์ และสังกะสีออกไซด์	7 ถึง 10	1400 ถึง 2000
ฝุ่นละอองที่เบามาก	ฝุ่นจากฝ้าย ผลไม้	10 ถึง 13	2000 ถึง 2500
ฝุ่นละอองที่แห้งและฝุ่นแป้ง	ฝุ่นของยางละเอียด ฝุ่นของวัสดุพลาสติกที่ใช้ทำแม่พิมพ์ ละอองซีล้อย	13 ถึง 18	2500 ถึง 3500
อุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่น	ฝุ่นจากการเลื่อยโลหะหนักและเปียก ฝุ่นเกิดจากการเจียรไน ฝุ่นที่เกิดจากหนังวัวแห้ง ฝุ่นจากขนแกะ ฝุ่นจากเมล็ดกาแฟ ฝุ่นหิน ฝุ่นทราย ฝุ่นของอิฐที่ถูกตัด ฝุ่นดิน ฝุ่นจากโรงงานระเบิดหิน ฝุ่นของอุตสาหกรรมสิ่งทอ	18 ถึง 20	3500 ถึง 4000
อุตสาหกรรมหนักที่ทำให้เกิดฝุ่นซึ่งมีน้ำหนักมาก	ละอองฝุ่นจากโลหะที่มักกลับมาใช้ใหม่ ฝุ่นที่เกิดจากโรงหล่อ ฝุ่นที่เกิดจากการเป่าทราย ฝุ่นทองเหลือง ฝุ่นเหล็ก ฝุ่นตะกั่ว	20 ถึง 23	4000 ถึง 4500
อุตสาหกรรมหนักที่ทำให้เกิดฝุ่นซึ่งมีน้ำหนักมาก และมีความชื้น	ฝุ่นเล็ก ๆ ที่เกิดจากเศษของตะกั่วผงปูนที่มีความชื้น เศษโลหะที่เกิดจากการตัดชิ้นส่วนของโลหะ	23 ขึ้นไป	4500 ขึ้นไป

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการเลือกขนาดพัดลม

08-29-1996

BAYLEY FAN SELECTIONS

FAN TYPE : SWSI FREE STANDING CENTRIFUGEL

PERFORMANCE RATING

CFM..... 5750

SP [INWG]... 1

OPERATING CONDITIONS

DENSITY [LB/CUFT]... 0709

TEMPERATURE [F]..... 100

ELEVATION [FT]..... 0

#	MODEL	CFM	SP	RPM	*BHP(OP)	BHP(70)	DIA(IN)	OV(FPM)	SE(%)	CL
1	)BICSW 300	5750	1	561	1.16	1.23	30	1116	77	I
2	)BICSW 270	5750	1	688	1.25	1.32	27	1369	72	I
3	)BICSW 245	5750	1	840	1.48	1.57	24.5	1666	60	I
4	)BICSW 222	5750	1	1047	1.73	1.83	22.2	2031	52	I
5	)BICSW 200	5750	1	1364	2.19	2.31	20	2500	41	I
6	)BICSW 182	5750	1	1766	3.23	3.42	18.2	3026	27	I
7	)BICSW 165	5750	1	2330	4.38	4.62	16.5	3685	20	II
8	)BICSW 150	5750	1	3051	5.93	6.26	15	4492	15	II

SOUND POWER LEVELS (dB RE 10 ⁻¹² WATTS)										
FREQUENCY (HZ)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	LwA (dB)	
1)BICSW 300	74	78	77	74	73	68	60	52	77	
2)BICSW 270	74	79	78	75	74	69	62	54	78	
3)BICSW 245	76	83	78	78	77	72	64	56	81	
4)BICSW 222	80	82	87	82	81	76	69	61	85	
5)BICSW 200	84	87	93	87	86	82	74	66	91	
6)BICSW 182	88	88	100	91	91	86	78	72	96	
7)BICSW 165	89	92	95	97	93	88	81	73	98	
8)BICSW 150	93	96	100	101	97	93	86	78	102	

* BHP REQUIREMENTS DO NOT INCLUDE DRIVE LOSS OR STARTING TORQUE REQUIREMENTS

08-29-1996

BAYLEY FAN SELECTIONS

FAN TYPE : SWSI FREE STANDING CENTRIFUGEL

PERFORMANCE RATING

CFM..... 5750

SP [INWG]... 3

OPERATING CONDITIONS

DENSITY [LB/CUFT]... 0709

TEMPERATURE [F]..... 100

ELEVATION [FT]..... 0

#	MODEL	CFM	SP	RPM	*BHP(OP)	BHP(70)	DIA(IN)	OV(FPM)	SE(%)	CL
1	)BICSW 245	5750	3	1180	3.62	3.82	24.5	1666	74	I
2	)BICSW 222	5750	3	1366	3.78	3.99	22.2	2031	71	I
3	)BICSW 200	5750	3	1650	4.1	4.33	20	2500	66	I
4	)BICSW 182	5750	3	2029	5.09	5.38	18.2	3026	53	I
5	)BICSW 165	5750	3	2570	6.19	6.54	16.5	3685	43	II
6	)BICSW 150	5750	3	3269	7.82	8.26	15	4492	34	II

SOUND POWER LEVELS (dB RE 10 ⁻¹² WATTS)										
FREQUENCY (HZ)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	LwA (dB)	
1)BICSW 245	80	84	85	82	81	76	68	60	85	
2)BICSW 222	81	83	88	83	82	77	70	62	87	
3)BICSW 200	84	87	93	87	86	82	74	66	90	
4)BICSW 182	87	87	96	93	90	85	77	71	94	
5)BICSW 165	89	92	95	97	93	88	81	73	98	
6)BICSW 150	94	97	101	102	98	94	87	79	103	

* BHP REQUIREMENTS DO NOT INCLUDE DRIVE LOSS OR STARTING TORQUE REQUIREMENTS

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าความเร็วจับ

สภาพของสิ่งสกปรก	ตัวอย่าง	ความเร็วที่ใช้ในการควบคุม	
		เมตร/วินาที	ฟุต/วินาที
การตรวจจับความเร็วของ สิ่งสกปรกที่มีความใกล้เคียง กับอากาศ	การระเหยกลายเป็นไอของสารใน ถังซูป	0.25-0.5	50-100
การตรวจจับความเร็วของ สิ่งสกปรกที่มีความเร็วต่ำ กว่าความเร็วของอากาศ	การระเหยของสารในถังเปิด ซึ่งมี ความเร็วในการเคลื่อนตัวต่ำมาก	0.5-1.0	100-200
การตรวจจับที่ต้นกำเนิดสิ่ง สกปรกที่มีการเคลื่อนที่เร็ว กว่าการเคลื่อนที่ของอากาศ	น้ำมันที่อยู่ในถัง	1.0-2.5	200-500
การตรวจจับสิ่งสกปรกที่มี ความเร็วสูงมากเมื่อเทียบ กับการเคลื่อนที่ของอากาศ	เขม่าที่เกิดจากการระเบิด	2.5-10.0	500-2,000

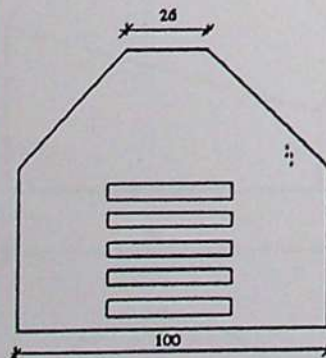
ภาคผนวก ข

แบบระบบระบายควันในห้องเชื่อม

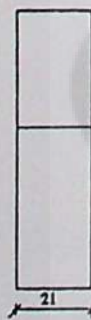




PLAN

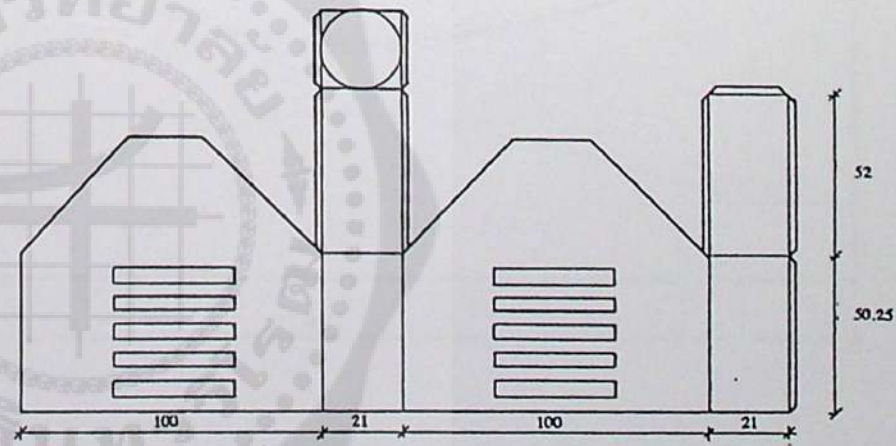


FRONT

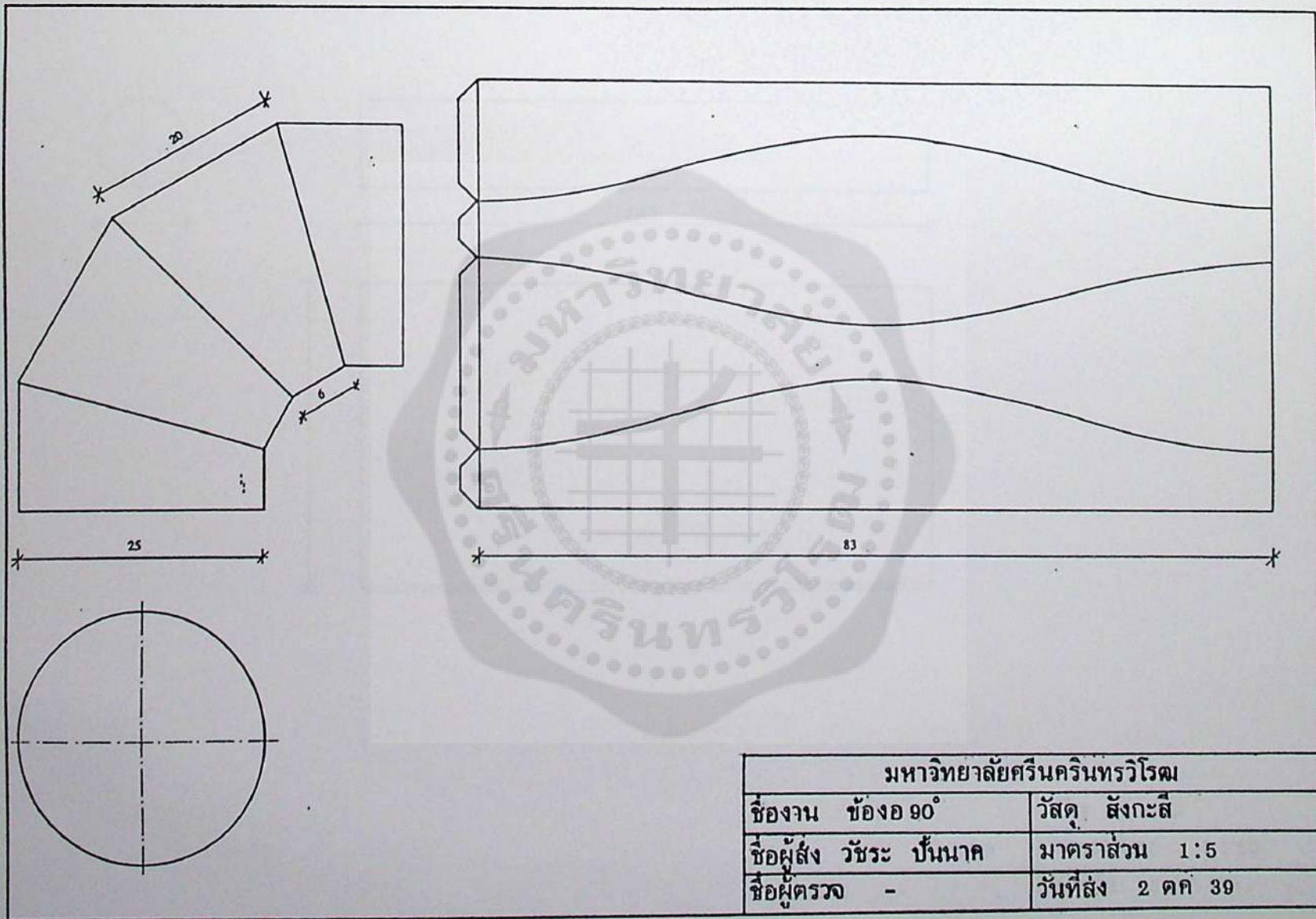


SIDE

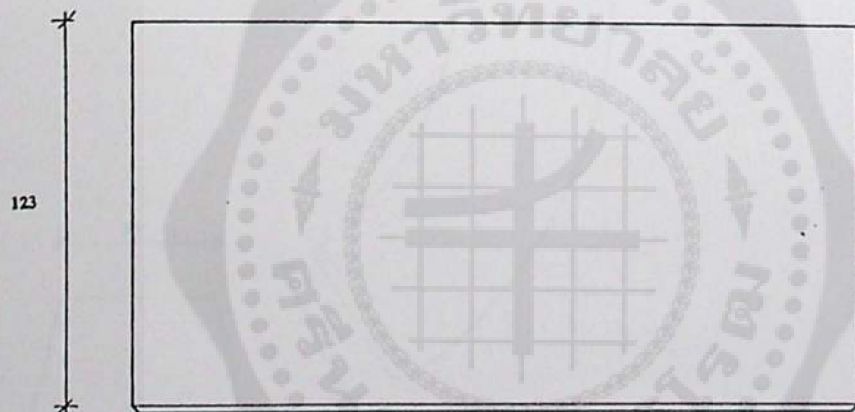
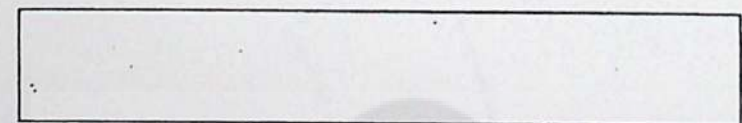
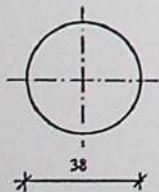
37.5
50.25



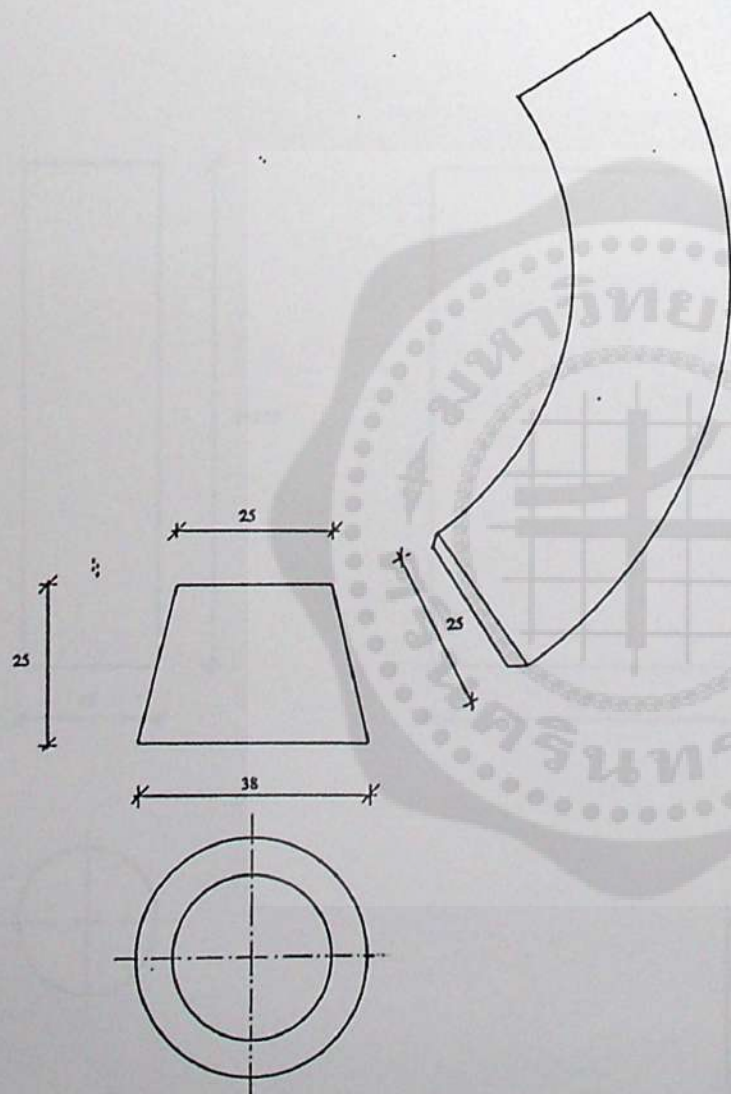
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ชื่องาน ปล่องดูดควัน	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง วชิระ บันนาค	มาตราส่วน 1:20
ชื่อผู้ตรวจ - -	วันที่ส่ง 2 ตค 39



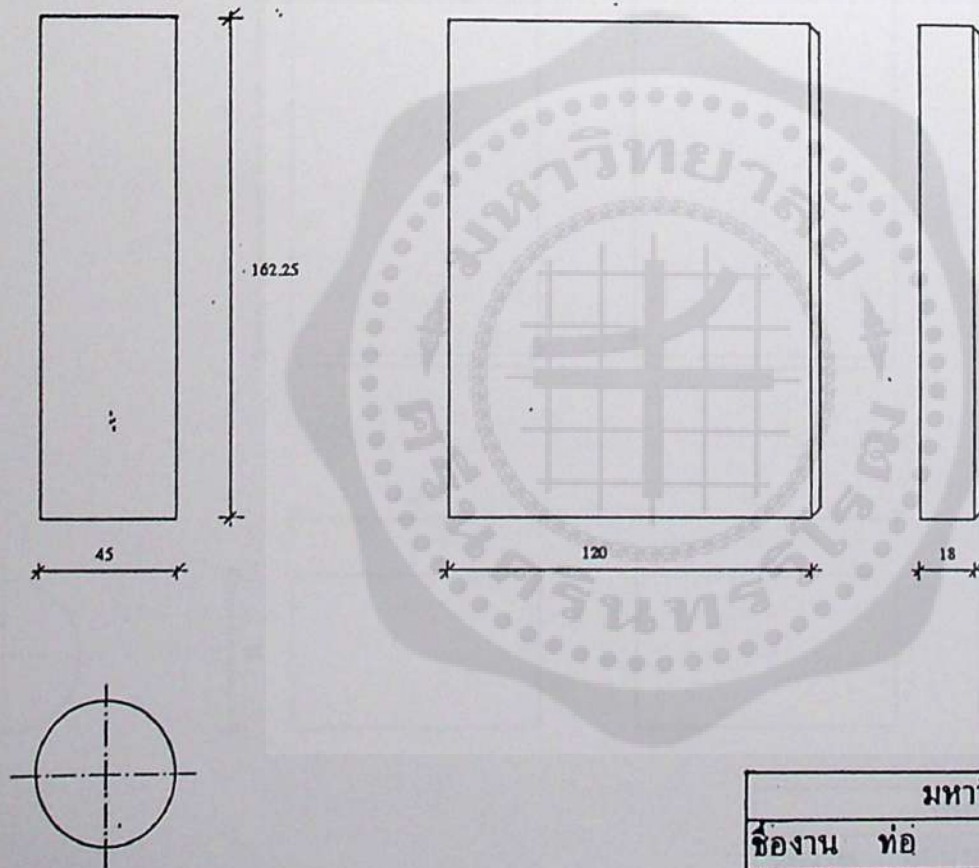
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ		
ชื่องาน	ข้อ 90°	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง	วัชร บัณฑิต	มาตราส่วน 1:5
ชื่อผู้ตรวจ	-	วันที่ส่ง 2 ตค 39



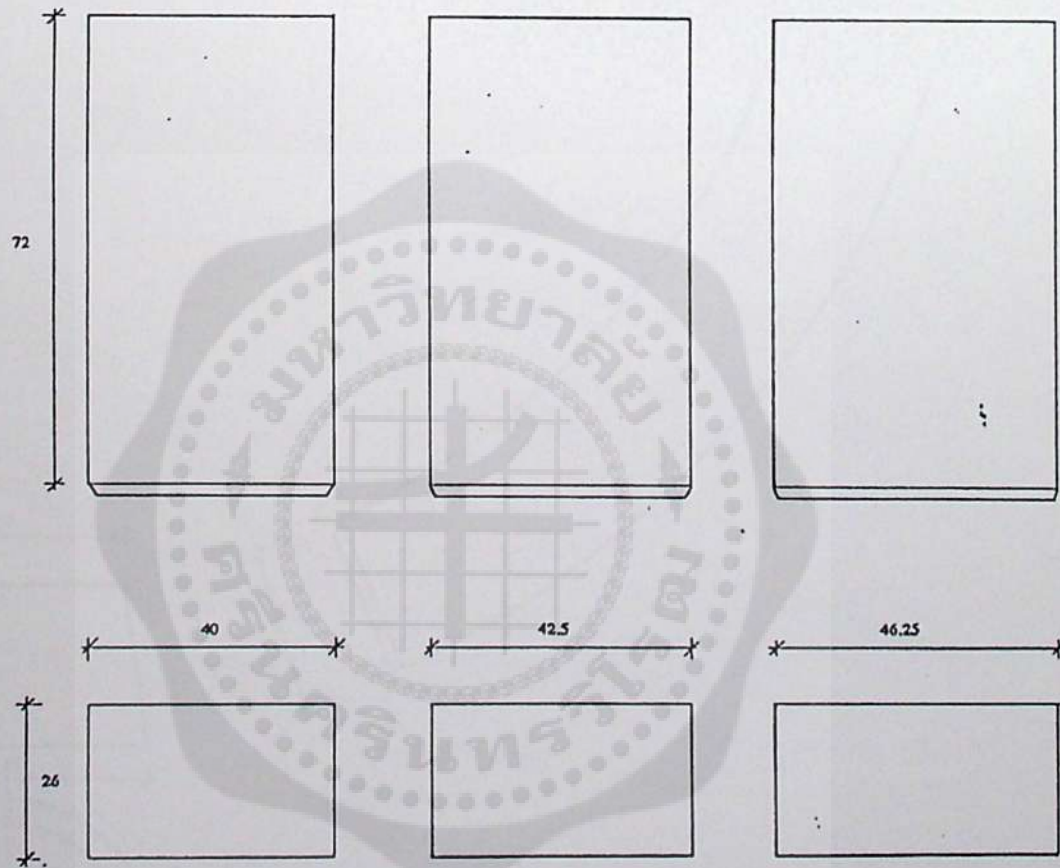
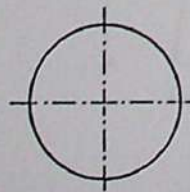
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ชื่องาน ท่อ	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง วชิระ ปันนาค	มาตราส่วน 1 : 20
ชื่อผู้ตรวจ -	วันที่ส่ง 2 คค 39



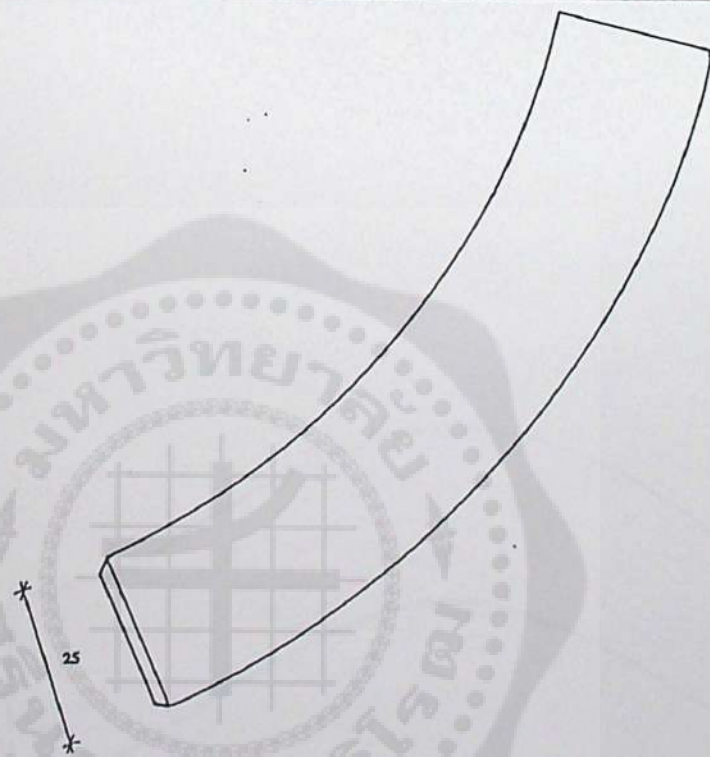
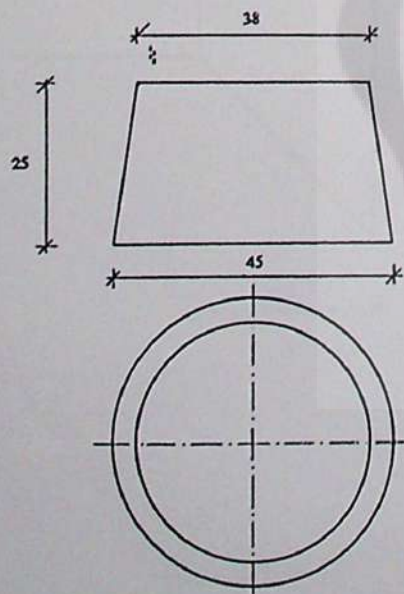
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ		
ชื่องาน	ท่อขยาย	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง	วัชร บัณนาค	มาตราส่วน 1 : 10
ชื่อผู้ตรวจ	- -	วันที่ส่ง 2 คค 39



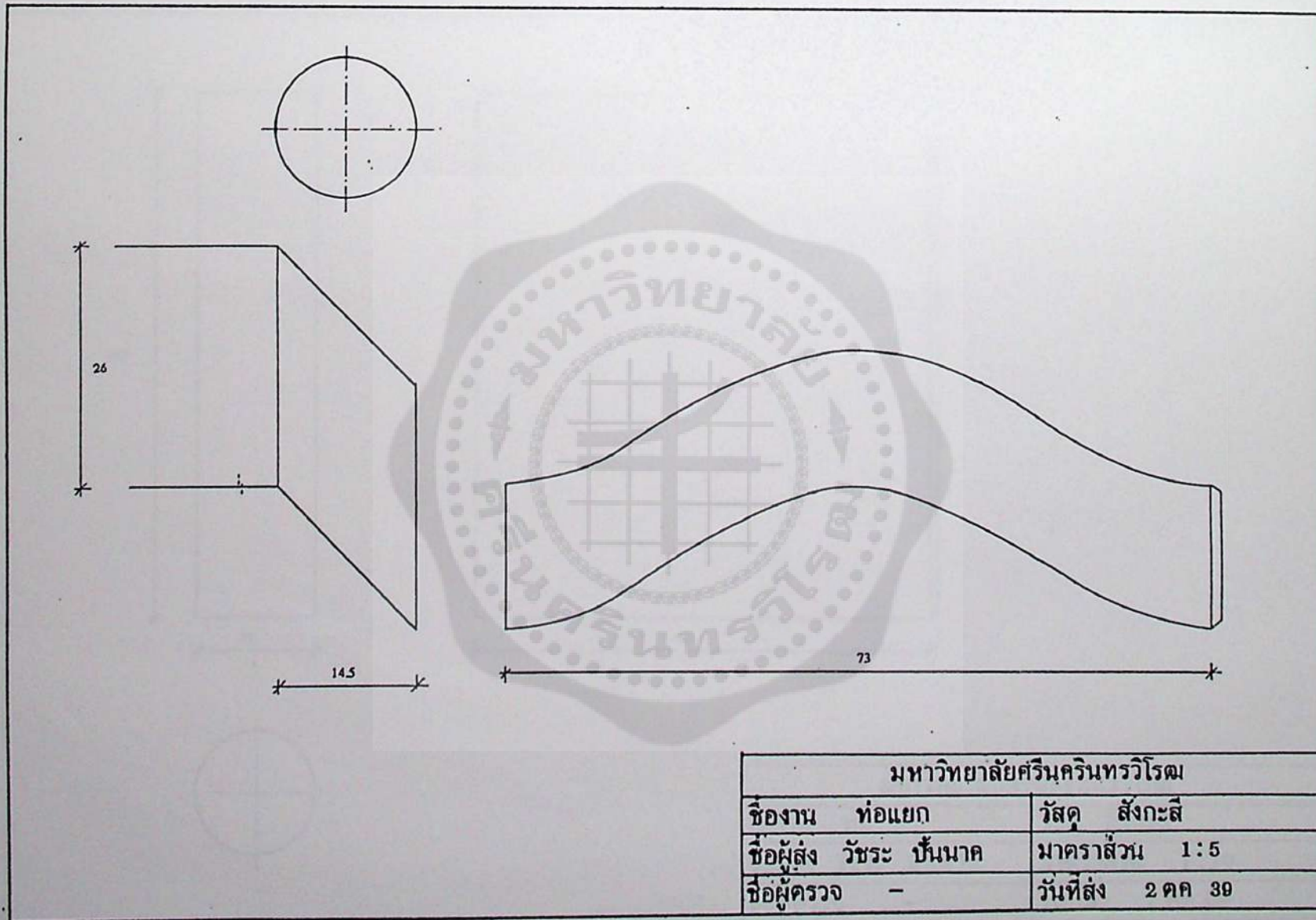
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ชื่องาน ท่อ	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง วุฒิ์ ปันนาค	มาตราส่วน 1 : 20
ชื่อผู้ตรวจ -	วันที่ส่ง 2 คค 39

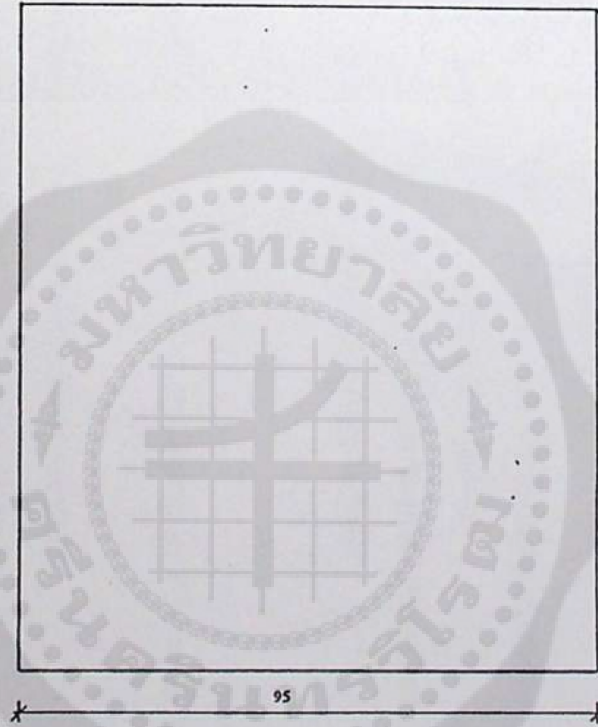
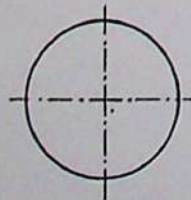
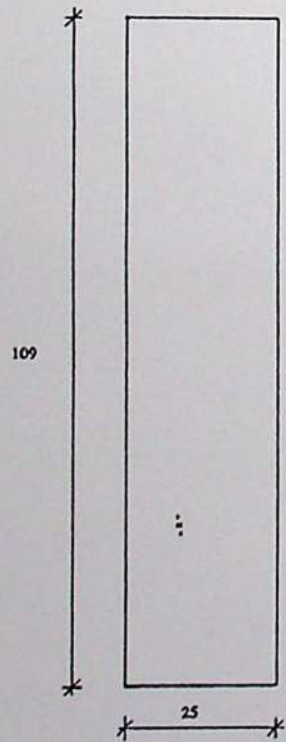


มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ		
ชื่องาน	ท่อปากปล่อง	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง	วัชร บัณนาค	มาตราส่วน 1:10
ชื่อผู้ตรวจ	-	วันที่ส่ง 2 คค 39



มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ชื่องาน ท่อขยาย	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง วชิระ ปันนาค	มาตราส่วน 1 : 10
ชื่อผู้ตรวจ -	วันที่ส่ง 2 คค 39





มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ชื่องาน ท่อ	วัสดุ สังกะสี
ชื่อผู้ส่ง วชิระ ปันนาค	มาตราส่วน 1:10
ชื่อผู้ตรวจ -	วันที่ส่ง 2 คค 39

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

1. ชื่อ วัชร บัณนาค
 ที่อยู่ 171/2280 ด. คลองถนน อ. บางเขน จ. กรุงเทพฯ 10220
 การศึกษา ปวช. วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง สาขาวิชาช่างยนต์
 ปวส. มหาวิทยาลัยศรีปทุม สาขาวิชาช่างยนต์
 การทำงาน บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ
2. ชื่อ สง่า น่วมบัณฑิตย์
 ที่อยู่ 6/3 หมู่ที่ 5 ด. หนองจิม กิ่งอำเภอบึงนาราง จ. พิจิตร
 การศึกษา ปวช. วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สาขาวิชาช่างยนต์
 ปวส. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครราชสีมา สาขาวิชาช่างยนต์
 การทำงาน บริษัท แคนนอนเอ็นจิเนียริง จำกัด
3. ชื่อ อัครวิน ยาคะธรรม
 ที่อยู่ 750/1734 หมู่ 4 ซอยวัดด่าน ด. ลำโรงเหนือ อ. เมือง จ. สมุทรปราการ 10270
 การศึกษา ปวช. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
 ปวส. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ