

2.4 พัดลมและเครื่องเป่าลม

2-4.1 พัดลมและเครื่องเป่าลมคืออะไร?

2-4.2 ประเภทและหลักการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลมเป็นอย่างไร?

- (1) พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal or Radial fan)
- (2) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial flow fan)

2-4.3 การเลือกใช้พัดลมและเครื่องเป่าลมให้เหมาะสมอย่างไร?

2-4.4 การปรับปรุงการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลมให้ประหยัดพลังงานทำได้อย่างไร?

- (1) การเพิ่มรอบการหมุนของพัดลม (Increasing of fan rotating speed)
- (2) การควบคุมความเร็วในการหมุน (Rotating speed controlling)
- (3) การเปลี่ยนขนาดใบพัดลมให้เหมาะสม (Properly size changing)
- (4) การแยกระบบเป็นหลายระบบ (Decentralize separates system)
- (5) การเพิ่มจำนวนเข้าในระบบเดิม (Adding new units to existing system)
- (6) การควบคุมใบนำทางลมด้านเข้า (Inlet flow controlling)
- (7) การควบคุมด้านลมออก (Outlet flow controlling)

2-4.5 แนวทางการตรวจสอบวินิจฉัยและการบำรุงรักษาพัดลมและเครื่องเป่าลมทำอย่างไร?

- (1) การตรวจ วินิจฉัย พัดลมและเครื่องเป่าลมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- (2) การบำรุงรักษาพัดลมและเครื่องเป่าลมอย่างถูกต้องและเหมาะสม

2-4.1 พัดลมและเครื่องเป่าลมคืออะไร?

พัดลมหรือเครื่องเป่าลมคืออุปกรณ์ที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศด้วยความเร็วและทิศทางที่ต้องการ ความแตกต่างระหว่างพัดลมและเครื่องเป่าลม มาตรฐาน JIS ได้กำหนดไว้ว่าพัดลมที่มีแรงดันลมต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรน้ำเรียกว่า พัดลม(Fan) ส่วนพัดลมที่มีแรงดันลมตั้งแต่ 1,000 มิลลิเมตรน้ำแต่ไม่ถึง 10 เมตรน้ำ เรียกว่า เครื่องเป่าลม(Blower) แต่ลักษณะหรือรูปทรงของอุปกรณ์ทั้งสองชนิดอาจเหมือนกัน ทำให้สามารถเรียกเป็นชื่อรวมๆ ว่าพัดลม กฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law)หรืออาจเรียกว่ากฎการแปรผัน ใช้บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ของพัดลม ความสัมพันธ์ของสูตรที่เรียกว่ากฎความคล้ายจะคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^3 \times \frac{N_1}{N_2} \quad (2-4.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2 = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \times \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2 \quad (2-4.2)$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3 = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^4 \times \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3 \quad (2-4.3)$$

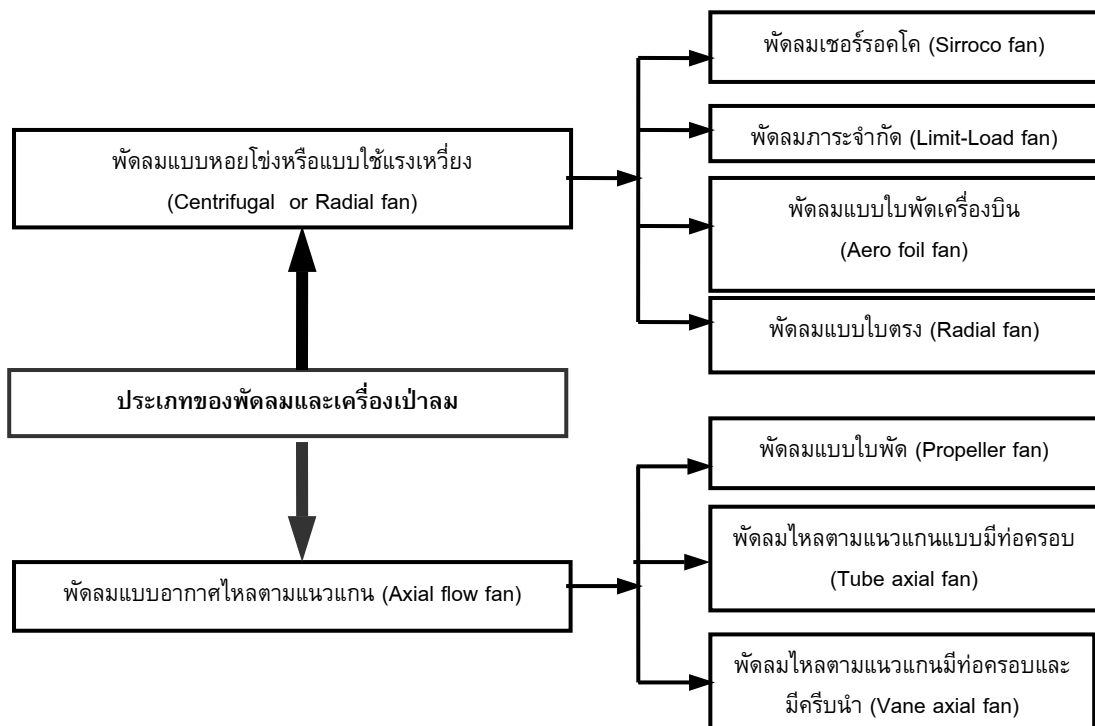
เมื่อ	Q	คือ อัตราการไหลของของไหล (m ³ /min)	N	คือ ความเร็วรอบของพัดลม (rpm)
	P	คือ ความดันลม (mmH ₂ O)	W	คือ กำลังเพลาชั้บ (kW)
	D	คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (m)	ρ	คือ ความหนาแน่นของลม (kg/m ³)

ตารางที่ 2-4.1 แสดงกฎความสัมพันธ์ของพัดลม

ความสัมพันธ์ระหว่าง การไหล-ความเร็ว	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน-ความเร็ว	ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังเพลาชับ-ความเร็ว
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$	$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$	$\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3$

2-4.2 ประเภทและหลักการทํางานของพัดลมและเครื่องเป่าลมเป็นอย่างไร?

การออกแบบพัดลมและเครื่องเป่าลมเพื่อนำใช้ในงานจะต้องทราบถึงประเภทและคุณลักษณะการทํางานของพัดลม มีการแบ่งประเภทตามลักษณะการไหลของลมเป็นสองกลุ่มใหญ่ดังนี้



(1) พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal or Radial fan)

ทำงานโดยการดึงอากาศเข้าทางด้านข้างและเหวี่ยงออกในแนวรัศมี ส่งผลให้อากาศมีความเร็วสูงขึ้น แล้วบังคับให้อากาศผ่านหน้าตัดที่ขยายขึ้นในลักษณะก้นหอย มีเสียงค่อนข้างเจ็บบและมีหลายประเภท ดังนี้

1. **พัดลมเซอร์ร็อคโค (Sirocco fan)** หรือพัดลมแบบหลายใบ (Multi-blade fan) เป็นชนิดที่มีใบโค้งไปทางเดียวกับการหมุน(ใบโค้งหน้า)เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วลมต่ำ และอัตราการไหลของลมไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับแบบแรงเหวี่ยงชนิดอื่น แต่มีราคาถูก ค่าใช้จ่ายในการใช้งานสูง

2. **พัดลมภาระจำกัด (Limit-Load fan)** เป็นชนิดที่มีใบโค้งไปทางตรงข้ามการหมุน(ใบโค้งหลัง) เหมาะสำหรับใช้ในอุปกรณ์ปรับอากาศที่ต้องการความดันสถิตย์ต่ำ เมื่อมีการใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลต่ำจะให้ประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด โดยรวมพัดลมชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเซอร์รอกโค

3. **พัดลมแบบใบพัดเครื่องบิน (Aerofoil fan)** เป็นชนิดที่มีใบคล้ายปีกเครื่องบิน และโค้งไปทางตรงข้ามกับการหมุน(ใบโค้งหลัง) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วลมสูง มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลและกำลังค่อนข้างมาก เป็นพัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีราคาค่อนข้างแพง

4. **พัดลมแบบใบตรง (Radial fan)** เป็นชนิดที่มีใบตรงตามแนวรัศมี มีโครงสร้างง่าย แข็งแรง ทนทานต่อทรายหรืออากาศที่มีฝุ่นมาก มีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ

(2) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial flow fan)

ไม่นิยมใช้ในอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ เพราะมีเสียงดังและประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ ทำงานโดยการดูดลมเข้าทางด้านหลังใบพัด และส่งลมผ่านใบพัดออกไปตามแนวแกน โดยทั่วไปแบ่งออกได้ดังนี้

1. **พัดลมแบบใบพัด (Propeller fan)** เป็นชนิดที่ใช้ส่งลมแบบไม่มีท่อลม ความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของลมน้อย นิยมใช้เป็นพัดลมถ่ายเทอากาศ พัดลมระบายแก๊สเสีย พัดลมระบายความร้อน มีเสียงค่อนข้างดัง

2. **พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ (Tube axial fan)** เป็นชนิดที่มีการไหลของอากาศตามแนวแกนจากด้านหลังไปด้านหน้า แต่ชุดใบพัดจะอยู่ภายในท่อ พัดลมชนิดนี้จะให้ความดันสถิตย์และอัตราการไหลของลมสูงกว่าแบบใบพัด นิยมใช้เป็นพัดลมส่ง/จ่ายอากาศให้ไหลวนของห้องเย็น มีเสียงค่อนข้างดัง

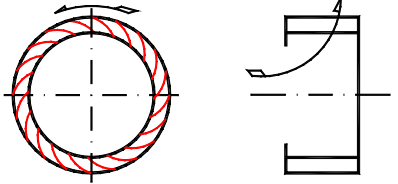
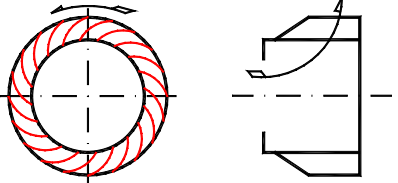
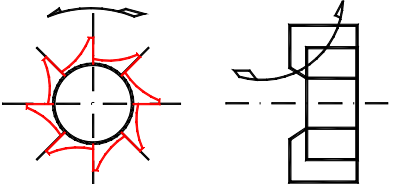
3. **พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีครีบนำ (Vane axial fan)** เป็นชนิดเดียวกับ (Tube axial fan) ต่างกันที่จะมีครีบนำทางเพื่อป้องกันการปั่นป่วนของลมที่จะส่งไปและมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง

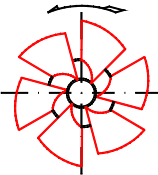
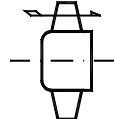
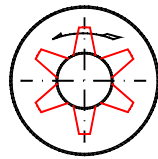
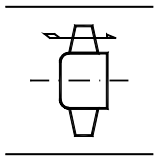
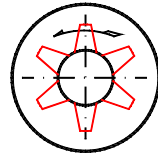
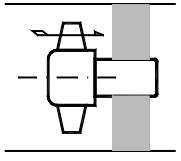
2-4.3 การเลือกใช้พัดลมและเครื่องเป่าลมให้เหมาะสมทำอย่างไร?

หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการพิจารณาเลือกพัดลมและเครื่องเป่าลมหลังจากการออกแบบมีดังนี้

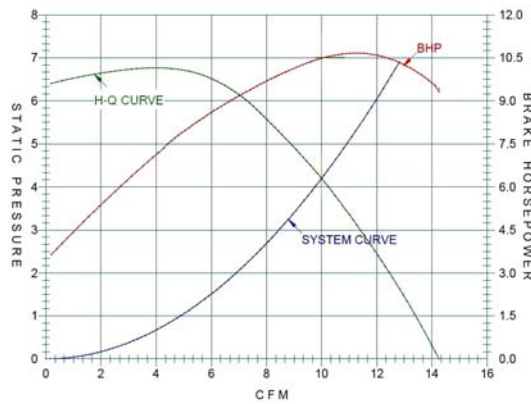
1. เสียงที่เกิดจากการใช้งาน
2. ความเร็วในการหมุน
3. คุณลักษณะของกระแสอากาศ
4. ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน
5. การเปลี่ยนแปลงสภาพของการทำงาน
6. ข้อจำกัดของพื้นที่และการจัดวาง
7. การบำรุงรักษาหลังการใช้งาน
8. ค่าใช้จ่ายในการซื้อ และการดำเนินการ
9. ใช้จ่ายหลังจากการใช้งาน
10. อายุการใช้งานของอุปกรณ์
11. ลักษณะของงานที่จะนำไปใช้งาน

ตารางที่ 2-4.2 แสดงคุณลักษณะและการทำงาน

ชนิด	รูปร่างของใบพัด		ประสิทธิภาพ อะเดียบาติครวม (%)	ปริมาตรอากาศ (m ³ /min)	ความดัน (mmAq)	ความเหมาะสมในการใช้งาน
	ทิศทางการหมุน	ทิศทางอากาศไหล				
- พัดลม หลายใบ (Sirroco fan)			45-60	10-2,000	10-125	การปรับอากาศ การระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม
- โบลว์เออร์ ใบโค้งหลัง - พัดลมแอร์ โรฟอล์ย			โบลว์เออร์ 50-65	โบลว์เออร์ 20-3,200	โบลว์เออร์ 10-150	ท้อลมความเร็วสูงงานอุตสาหกรรม การปรับอากาศขนาดกลางและ ใหญ่
			พัดลม 70-80	พัดลม 60-300	พัดลม 125-250	
- พัดลม เรเดียล			40-50	3-20	1-8	งานอุตสาหกรรม

ชนิด	รูปร่างของใบพัด		ประสิทธิภาพ อะเดียบาติครวม (%)	ปริมาตรอากาศ (m ³ /min)	ความดัน (mmAq)	ความเหมาะสมในการใช้งาน
	ทิศทางการหมุน	ทิศทางอากาศไหล				
- พัดลม แบบใบพัด			40-50	10-50	1-6	พัดลมระบายอากาศ ห้องเย็น งานอุตสาหกรรม
- พัดลม แบบไหลตาม แนวแกน (Tube)			50-60	15-1,000	1-55	ระบายอากาศเฉพาะที่ ห้องเย็นขนาดใหญ่ งานอุตสาหกรรม
- พัดลม แบบมีท่อครอบ และครีบน้ำ (Vane)			50-75	15-1,000	1-55	การปรับอากาศ การระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม

พัดลมและปั้มน้ำ จะมีลักษณะเฉพาะที่คล้ายกันมาก ในการพิจารณาเลือกใช้หรือวิเคราะห์จะใช้กราฟที่เรียกว่า Performance Curve หรืออาจเรียกว่า H-Q Curve ที่สามารถบอกถึงข้อมูลการทำงานของพัดลมที่เรากำลังพิจารณาอยู่ได้ โดยสามารถขอได้จากผู้ผลิตพัดลมหรือปั้มน้ำยี่ห้อนั้นๆ ดังรูป



รูปที่ 2-4.1 กราฟคุณลักษณะของพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

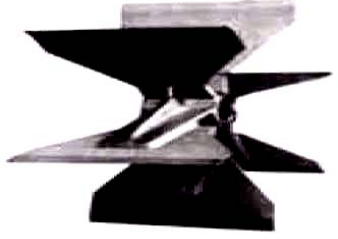


จากภาพที่แสดงข้างต้นเป็นเส้นแสดงคุณลักษณะของพัดลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal) ประกอบด้วยเส้นบอกคุณลักษณะของระบบที่สำคัญ 3 เส้น คือ

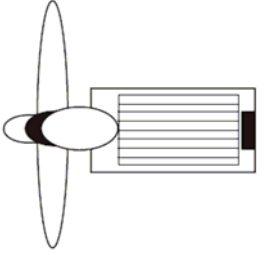
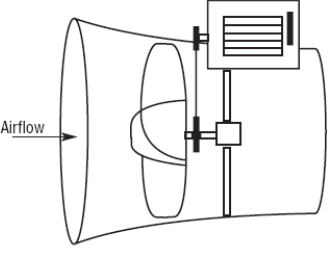
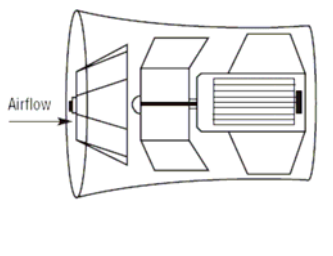
เส้นหมายเลข 1 แสดงคุณลักษณะความสัมพันธ์ของความดันกับอัตราการไหลของของไหล โดยความดันของของไหลจะลดลงเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันความดันจะสูงสุดเมื่อไม่มีอัตราการไหล

เส้นหมายเลข 2 แสดงคุณลักษณะความสัมพันธ์ของกำลังงานเพลลาที่ใช้กับอัตราไหลของของไหล โดยกำลังงานเพลลาที่ต้องการจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น

เส้นหมายเลข 3 แสดงคุณลักษณะของระบบ ที่แปรเปลี่ยนตามอัตราการไหลของของไหลในระบบ โดยเมื่อมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นความดันสูญเสีย (Friction Head) จะมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเส้นนี้มีความสำคัญมากที่ต้องทราบเพื่อใช้ประกอบการเลือกใช้งานพัดลมหรือปั้มน้ำให้เหมาะสม ซึ่งเป็นค่าที่ต้องได้จากการคำนวณและออกแบบระบบ (ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ ความยาวท่อ อุปกรณ์ต่างๆของระบบ)

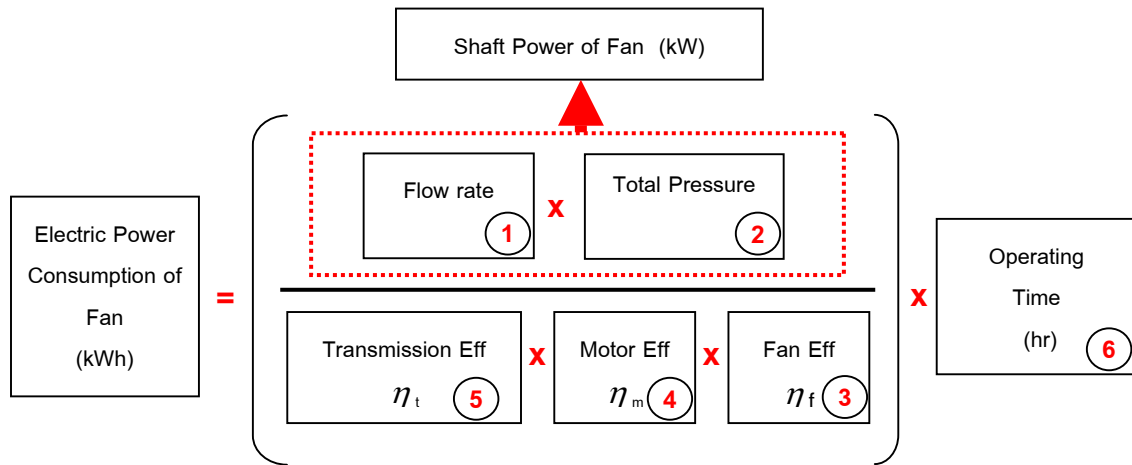
ตารางที่ 2-4.3 แนวทางการเลือกใช้พัดลมประเภทต่าง ๆ

ประเภทของพัดลมและใบพัด	ข้อดี	ข้อเสีย
 <p>พัดลมใบพัดตรงตามแนวรัศมี</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เหมาะสำหรับการใช้งานในแรงดันสถิตยสูงและอุณหภูมิสูง ● มีการออกแบบที่ง่าย ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเพื่อการใช้งานพิเศษต่างๆ ได้ ● สามารถทำงานเมื่อมีการไหลของอากาศน้อยๆ ได้โดยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการสั่นสะเทือน มีความทนทานสูง ● มีประสิทธิภาพสูง ● มีระยะห่างของการหมุนมาก ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการควบคุมจัดการวัตถุแข็งที่มีอยู่ในอากาศ (ฝุ่น เศษไม้ และเศษโลหะ) 	<ul style="list-style-type: none"> ● เหมาะสำหรับการทำงานที่มีอัตราการไหลของอากาศปานกลาง
 <p>พัดลมใบพัดแบบโค้งหน้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้อัตราการไหลของอากาศในปริมาณมากได้โดยใช้แรงดันค่อนข้างต่ำ ● เหมาะสำหรับการใช้งานที่สะอาด ● มีขนาดค่อนข้างเล็ก ● มีเสียงดังน้อย (เนื่องจากมีความเร็วต่ำ) และเหมาะสำหรับการระบายอากาศ และการปรับอากาศ (HVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่เหมาะกับการใช้งานที่มีแรงดันสูง ● ยากที่จะปรับปริมาณการทำงานได้อย่างถูกต้อง ● ต้องเลือกตัวขับอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้มอเตอร์ต้องทำงานหนักเกินไป ● มีประสิทธิภาพด้านพลังงานต่ำ
 <p>พัดลมใบพัดแบบโค้งกลับหลัง</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● สามารถทำงานโดยมีแรงดันสถิตยเปลี่ยนแปลงได้ ● เหมาะสมกับระบบที่ไม่แน่ว่าจะมีการไหลที่มากหรือไม่ ● เหมาะสมกับการใช้งานที่มีกระแสลมบังคับ ● ใบพัดแกนมีความแข็งแรงมากกว่า ● ใบพัดมีประสิทธิภาพสูง ● พัดลมแบบพวยกที่บางจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด 	<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่เหมาะกับการทำงานกับกระแสอากาศที่สกปรก (เนื่องจากรูปร่างของพัดลมจะทำให้เกิดการสะสมตัวของฝุ่น) ● ใบพัดแบบพวยกมีความมั่นคงน้อยกว่า เพราะว่าจะเกิดการพวยกมากเมื่อเกิดแรงยกโดยใบพัดแต่ละใบ ● ใบพัดแบบพวยกที่จะเกิดการกัดกร่อนได้

ประเภทของพัดลมและใบพัด	ข้อดี	ข้อเสีย
 <p>ใบพัดแบบธรรมดา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ให้อัตราการไหลของอากาศได้มากโดยใช้แรงดันต่ำ ไม่รวมตัวกับโครงข่ายท่อที่หนาแน่น (เพราะมีแรงดันเพียงเล็กน้อย) มีราคาไม่แพงเพราะมีกระบวนการผลิตที่ง่าย มีประสิทธิภาพสูงสุด แทบจะไม่ต้องเสียอะไรในการนำส่ง และมักถูกนำมาใช้ในการระบายอากาศจากบนหลังคา สามารถสร้างการไหลย้อนกลับได้ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการทำงานด้านระบายอากาศ 	<ul style="list-style-type: none"> มีประสิทธิภาพด้านพลังงานค่อนข้างต่ำ มีเสียงค่อนข้างดัง
 <p>ใบพัดแบบไหลตามแนวแกน</p>	<ul style="list-style-type: none"> มีแรงดันสูง และมีประสิทธิภาพ มากกว่าพัดลมแบบใบพัดธรรมดา เหมาะกับการใช้งานที่มีแรงดันปานกลาง มีอัตราการไหลของอากาศสูง เช่น การติดตั้งท่อลม สามารถเร่งอัตราความเร็วได้อย่างรวดเร็ว (เพราะว่ามีมวลในการหมุนน้อย) และสร้างการไหลย้อนกลับได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการระบายอากาศ สามารถสร้างแรงดันได้เพียงพอที่จะเอาชนะการสูญเสียภายในท่อได้ และค่อนข้างมีประสิทธิภาพด้านพื้นที่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการระบายไอเสีย 	<ul style="list-style-type: none"> ราคาค่อนข้างแพง มีเสียงดังปานกลางมีประสิทธิภาพด้านพลังงานค่อนข้างต่ำ
 <p>ใบพัดแบบมีท่อครอบและครีบน้ำ</p>	<ul style="list-style-type: none"> เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีแรงดันปานกลางถึงแรงดันสูง เช่น กระแสลมเหนียวน้ำ สำหรับการระบายไอเสียในหม้อไอน้ำ สามารถเพิ่มอัตราความเร็วได้อย่างรวดเร็ว และสร้างการไหลย้อนกลับได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการระบายอากาศ เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อกับเพลามอเตอร์โดยตรง มีประสิทธิภาพด้านพลังงานมากที่สุด 	<ul style="list-style-type: none"> มีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับพัดลมแบบใบพัดธรรมดา

2-4.4 การปรับปรุงการทำงานของพัดลมและเครื่องเป่าลมให้ประหยัดพลังงานทำได้อย่างไร?

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานและมาตรการปรับปรุง สรุปได้ดังสมการและตารางข้างล่าง



หมายเลข	แนวทางในการประหยัดพลังงาน	มาตรการที่ดำเนินการ
1	ลดอัตราการไหลให้มีค่าเทียบเท่าอัตราการไหลที่ต้องการ	<ul style="list-style-type: none"> • การเลือกพัดลมที่เหมาะสมในการใช้งาน • การเปลี่ยนขนาดใบพัดลมให้เหมาะสม • การควบคุมด้านลมเข้า • การควบคุมด้านลมออก • การควบคุมความเร็วในการหมุน • การป้องกันการไหลกลับความจำเป็น • การลดการรั่วไหลของอากาศ
2	ลดความดันที่พัดลมต้องสร้างให้ต่ำสุด	<ul style="list-style-type: none"> • การออกแบบโดยคุณลักษณะที่เหมาะสม • การออกแบบท่อส่งลม และอุปกรณ์อื่นที่สัมพันธ์ กันอย่างเหมาะสม • การลดความดันใช้งาน • การลดความดันสูญเสียต่าง ๆ • การลดความสูญเสียที่ damper
1,2	ลดอัตราการไหลและความดันทั้งคู่	<ul style="list-style-type: none"> • การเปลี่ยนขนาดใบพัดลมให้เหมาะสม • การควบคุมด้านลมเข้า • การควบคุมด้านลมออก • การควบคุมความเร็วในการหมุน • เปลี่ยนไปใช้เครื่องขนาดเล็กลงหรือมีความดันสูญเสียน้อยลง
3	ปรับปรุงประสิทธิภาพพัดลม	<ul style="list-style-type: none"> • การเพิ่มจำนวนเข้าในระบบเดิม • การแยกระบบเป็นหลายระบบ
4	ปรับปรุงประสิทธิภาพมอเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> • ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
5	ปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งกำลัง	<ul style="list-style-type: none"> • การปรับตั้งแนวการขับ(Aliment) • การเลือกใช้ระบบส่งกำลังที่เหมาะสม
6	ชั่วโมงการทำงานลดให้มีค่าต่ำลง	<ul style="list-style-type: none"> • ลดการใช้ในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็น

(1) การเพิ่มรอบการหมุนของพัดลม (Increasing of fan rotating speed)

ตามกฎของพัดลมเมื่อเพิ่มรอบพัดลมให้สูงขึ้น อัตราการไหลของพัดลมจะสูงขึ้น ความดันของพัดลมจะสูงมากขึ้น เป็นกำลังสอง และกำลังงานจะสูงขึ้นเป็นกำลังสาม การเพิ่มรอบของพัดลมอาจทำได้โดยการเปลี่ยนขนาดของฟูลีย์ หรือใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบสูงขึ้น แต่มีผลเสียคือความเสียหายที่เพิ่มมากขึ้น กำลังงานในการขับพัดลมสูงขึ้น มอเตอร์อาจมีกำลังไม่พอ การสิ้นเปลืองของพัดลมจะสูงขึ้น อายุการใช้งานของแบริ่งจะสั้นลง

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$N_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right) \times N_1 \quad Q \quad \text{คืออัตราการไหลของของไหล (m}^3\text{/min)}$$

$$P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times P_1 \quad N \quad \text{คือความเร็วรอบของพัดลม (rpm)}$$

$$W_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3 \times W_1 \quad P \quad \text{คือความดันลม (mmH}_2\text{O)}$$

$$W \quad \text{คือกำลังเพลลาขับ (kW)}$$

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งมอเตอร์ขับพัดลมขนาดพิกัด 5 HP (3.7 กิโลวัตต์) ความเร็วรอบพัดลม 535 รอบต่อนาที อัตราการไหล 270 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความดัน 0.9 นิ้วน้ำ(22.8 มม.น้ำ) มีการเดินใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 350 วัน ต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3.0 บาทต่อหน่วย ทางโรงงานต้องการเพิ่มอัตราการไหลเป็น 300 ลูกบาศก์เมตร/นาที ต้องการทราบความเร็วรอบ,ความดัน และพลังไฟฟ้า (วิธีคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูล ของหัวข้อ 1 ให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง)

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	8,400	จากการใช้งานจริง
1.3 อัตราการไหลของของไหลก่อน	Q ₁	m ³ /min	270	จากการตรวจวัด
1.4 อัตราการไหลของของไหลหลัง	Q ₂	m ³ /min	300	ความต้องการใช้จริง
1.5 ความเร็วรอบของพัดลมก่อน	N ₁	rpm	535	จากการตรวจวัด
1.6 ความดันของลมก่อน	P ₁	mmH ₂ O	22.80	ข้อมูลของพัดลม
1.7 พลังไฟฟ้าของพัดลมก่อน	W ₁	kW	2.52	จากการตรวจวัด
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 ความเร็วรอบหลัง $N_2 = (Q_2/Q_1) \times N_1$	N ₂	rpm	594.44	
2.2 ความดันลมหลังเพิ่มความเร็วรอบ $P_2 = (N_2/N_1)^2 \times P_1$	P ₂	mmH ₂ O	28.15	
2.3 พลังไฟฟ้าหลังเพิ่มความเร็วรอบ	W ₂	kW	3.46	
2.4 พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นต่อปี $ES = (W_2 - W_1) \times \text{hr}$	ES	kWh/y	7,896.00	
2.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	23,688	

(2) การควบคุมความเร็วในการหมุน (Rotating speed controlling)

วิธีที่ใช่มากที่สุดสำหรับการลดความเร็วของพัดลม คือ การใช้ตัวขับเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงความเร็วได้ (Variable Frequency Drives VFD)

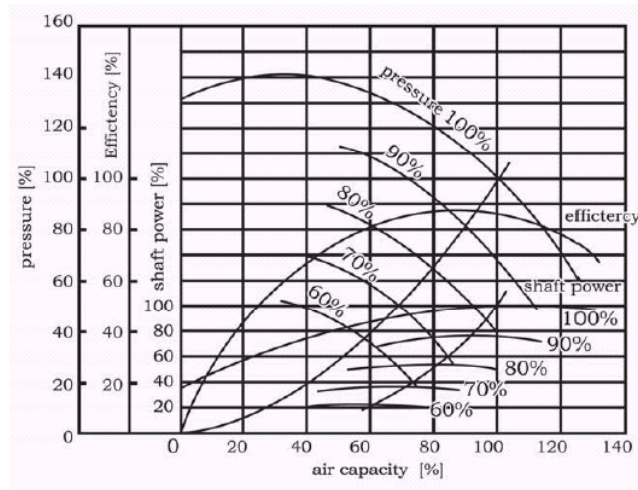
สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$N_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right) \times N_1 \quad Q \quad \text{คืออัตราการไหลของของไหล (m}^3\text{/min)}$$

$$P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times P_1 \quad N \quad \text{คือความเร็วรอบของพัดลม (rpm)}$$

$$W_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3 \times W_1 \quad P \quad \text{คือความดันลม (mmH}_2\text{O)}$$

W คือกำลังเพลาชัก (kW)



รูปที่ 2-4.2 ตัวอย่างการควบคุมความเร็วรอบ

ดูตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ ติดตั้งมอเตอร์ขับพัดลมขนาดพิกัด 5 HP (3.7 กิโลวัตต์) ความเร็วรอบพัดลม 600 รอบต่อนาที อัตราการไหล 300 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความดัน 0.9 นิ้วน้ำ (22.8 มม.น้ำ) มีการเดินใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 350 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3.0 บาทต่อหน่วย ทางโรงงานต้องการลดอัตราการไหลเหลือ 270 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต้องการทราบความเร็วรอบ, ความดัน และพลังไฟฟ้า (วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูล ของหัวข้อ 1 ให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง)

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	8,400	จากการใช้งานจริง
1.3 อัตราการไหลของของไหลก่อน	Q1	m ³ /min	300	จากการตรวจวัด
1.4 อัตราการไหลของของไหลหลัง	Q2	m ³ /min	270	ความต้องการใช้จริง
1.5 ความเร็วรอบของพัดลมก่อน	N1	rpm	600	จากการตรวจวัด
1.6 ความดันของลมก่อน	P1	mmH ₂ O	28.00	ข้อมูลของพัดลม
1.7 พลังไฟฟ้าของพัดลมก่อน	W1	kW	3.52	จากการตรวจวัด

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 ความเร็วรอบหลัง $N_2 = (Q_2/Q_1) \times N_1$	N2	rpm	540.00	
2.2 ความดันลมหลังลดความเร็วรอบ $P_2 = (N_2/N_1)^2 \times P_1$	P2	mmH ₂ O	22.68	
2.3 พลังไฟฟ้าหลังลดความเร็วรอบ $W_2 = (N_2/N_1)^3 \times W_1$	W2	kW	2.57	
2.4 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (W_1 - W_2) \times \text{hr}$	ES	kWh/y	7,980.00	
2.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	23,940	

(3) การเปลี่ยนขนาดใบพัดลมให้เหมาะสม (Properly size changing)

ในการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ วิธีการหนึ่งคือการเพิ่มขนาดใบของพัดลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ยังใช้โครงสร้างเดิม เนื่องจากพัดลมแบบหอยโข่งสามารถเพิ่มหรือลดขนาดของใบพัดภายในได้ อีกทั้งยังมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการเปลี่ยนพัดลมทั้งชุด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือจะต้องตรวจสอบกราฟการทำงานของพัดลมจากผู้ผลิตว่าเมื่อเปลี่ยนใบพัดลมแล้วอัตราการไหลของลมจะได้ตามความต้องการหรือไม่

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$D_2 = \sqrt{D_1^2 \times \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)}$$

$$P_2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \times P_1$$

$$W_2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4 \times W_1$$

Q คืออัตราการไหลของของไหล (m³/min)
N คือความเร็วรอบของพัดลม (rpm)
P คือความดันลม (mmH₂O)
W คือกำลังเพลาชับ (kW)

ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

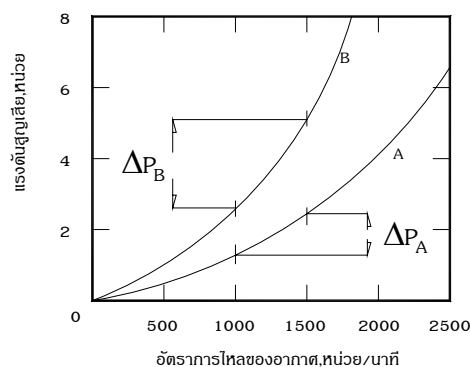
โรงงาน Econ ติดตั้งมอเตอร์ขับเคลื่อนขนาดพิกัด 5 HP (3.7 กิโลวัตต์) เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 12 นิ้ว ความเร็วรอบพัดลม 600 รอบต่อนาที อัตราการไหล 300 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความดัน 0.9 นิ้วน้ำ (22.8 มม.น้ำ) มีการเดินใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 350 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3.0 บาทต่อหน่วย โรงงานต้องการลดอัตราการไหลเหลือ 270 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต้องการทราบขนาดของใบพัด ความดัน และพลังไฟฟ้า (วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงไปช่องข้อมูลเบื้องต้นให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	8,400.00	จากการใช้งานจริง
1.3 อัตราการไหลของของไหลก่อน	Q ₁	m ³ /min	300.00	จากการตรวจวัด
1.4 อัตราการไหลของของไหลหลัง	Q ₂	m ³ /min	270.00	ความต้องการใช้จริง
1.5 ความเร็วรอบของพัดลมก่อน	N ₁ =N ₂	rpm	600.00	จากการตรวจวัด
1.6 ความดันของลมก่อน	P ₁	mmH ₂ O	28.00	ข้อมูลของพัดลม

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1.7 กำลังไฟฟ้าของพัดลมก่อน	W_1	kW	3.52	จากการตรวจวัด
1.8 เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดก่อน	D_1	in.	12.00	จากการตรวจวัด
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดหลัง $D_2 = \sqrt{D_1^2 \times (Q_2 / Q_1)}$	D_2	in.	11.38	
2.2 ความดันลมหลังลดขนาดใบพัด $P_2 = (D_2 / D_1)^2 \times P_1$	P_2	m	25.18	
2.3 พลังไฟฟ้าหลังลดขนาดใบพัด $W_2 = (D_2 / D_1)^4 \times W_1$	W_2	kW	2.85	
2.4 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (W_1 - W_2) \times \text{hr}$	ES	kWh/y	5,628.00	
2.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	16,884.00	

(4) การแยกระบบเป็นหลายระบบ (Decentralize separates system)

ในกรณีที่มีหัวดูดจำนวนมาก ควรพิจารณาแยกระบบการดูดโดยใช้พัดลมหลายๆ ชุดเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นภายในท่อที่มีระยะห่างจากพัดลมมาก อีกทั้งยังช่วยลดการรั่วของลมบริเวณข้อต่อต่างๆ จากรูปที่ 2-4.3 ได้ทำการเปรียบเทียบท่อดูดที่มีขนาดต่างกัน โดยท่อ B มีขนาดเล็กกว่าท่อ A ที่อัตราการไหล 1500 หน่วยต่อนาที ท่อ B จะสูญเสียความดันภายในท่อ 5.2 หน่วย ส่วนท่อ A จะสูญเสียความดันภายในท่อ 2.2 หน่วย เท่านั้น ซึ่งจะส่งผลให้

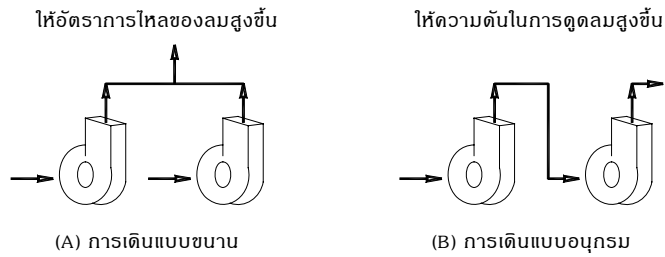


ขนาดของพัดลมที่ออกแบบจะมีขนาดเล็กลง เสียงที่เกิดจากการไหลของลมภายในจะต่ำลงด้วย

รูปที่ 2-4.3 กราฟเปรียบเทียบความดันสูญเสียที่ขนาดท่อดูดต่างกัน

(5) การเพิ่มจำนวนเข้าในระบบเดิม (Adding new units to existing system)

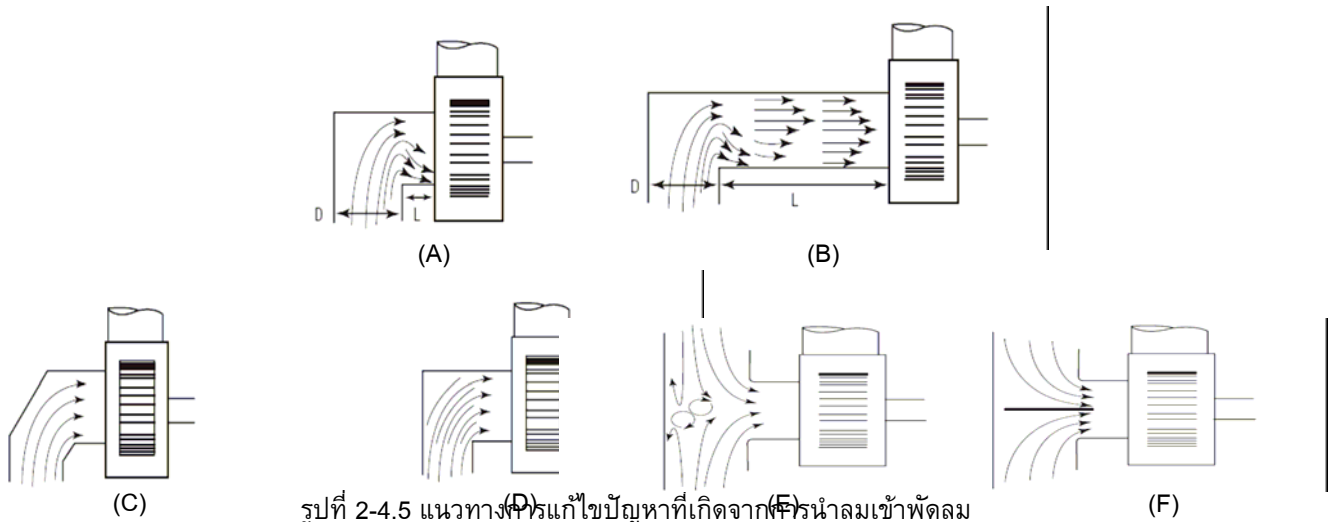
กรณีที่ระบบมีอัตราการไหลไม่เพียงพอหรือมีความดันไม่เพียงพอกับการใช้งาน ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการที่ต้องซื้อพัดลมขนาดใหญ่มาใช้งานอาจแก้ไขโดยการติดตั้งพัดลมรวมกันแบบขนาน รูปที่ 2-4.4(A) จะส่งผลให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น แต่ความดันจะไม่เกินจุดที่มีความดันสูงสุด ส่วนการต่อแบบอนุกรม รูปที่ 2-4.4(B) จะส่งผลให้ความดันในการดูดลมสูงขึ้นแต่อัตราการไหลของลมจะเท่ากับตัวที่มีขนาดเล็กที่สุด ดังนั้นในการต่ออนุกรมควรเลือกพัดลมที่มีความดันเท่ากับตัวเดิม และในการต่อแบบขนานควรเลือกพัดลมที่มีความดันเท่ากับตัวเดิม จะส่งผลให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2-4.4 การต่อเพิ่มพัดลมเข้าไปในระบบเดิม

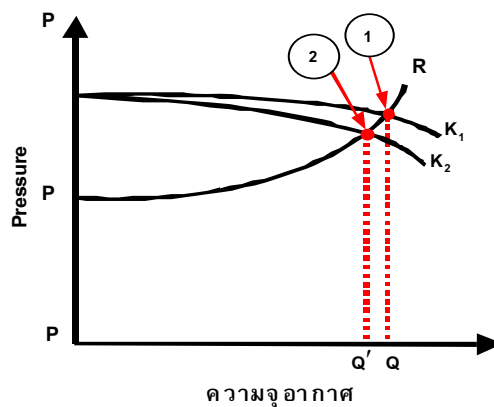
(6) การควบคุมใบนำทางลมด้านเข้า (Inlet flow controlling)

ในการติดตั้งใช้งานพัดลมปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ ระยะท่อทางเข้าของลมสั้นเกินไปทำให้เกิดการปั่นป่วนของลมดังรูป (A) ทางแก้ไขคือเพิ่มระยะทางเข้าให้ L มากกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางดังรูป (B) หรือแก้ไขโดยการทำเป็นมุมเหลี่ยมดังรูป (C) หรืออาจแก้ไขโดยการทำแผ่นบังค้ำลมดังรูป (D) ซึ่งการแก้ไขในแต่ละแบบขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของงานแต่ละแบบและความสะดวกในการแก้ไขปรับปรุง แต่หากเป็นกรณีที่ทางเข้าเป็นสามทางดังรูป (E) สามารถทำการโดยการกันทางเข้าของลมในแต่ละสายดังรูป (F)



รูปที่ 2-4.5 แนวทางหรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นจาก (A) รั่วลมเข้าพัดลม

รูปที่ 2-4.6 การควบคุมแอมเปอร์ด้านดูดของเซนติฟูกัลโบลวเออร์



สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$W_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^3 \times W_1$$

$$P_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2 \times P_1$$

Q คืออัตราการไหลของของไหล (m³/min)
P คือความดันลม (mmH₂O)
W คือกำลังเพลาชั้บ (kW)

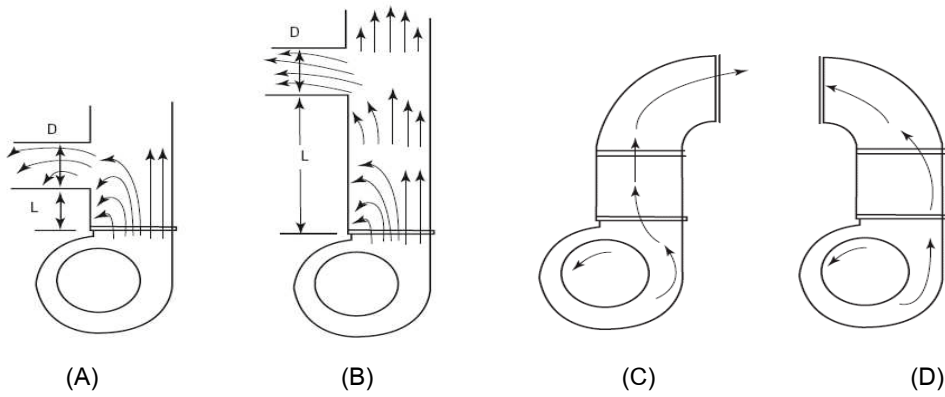
ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ

โรงงาน Econ โรงงานติดตั้งมอเตอร์ขับเคลื่อนขนาดพิกัด 5 HP (3.7 กิโลวัตต์) อัตราการไหล 300 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ความดัน 0.9 นิ้วน้ำ (22.8 มม.น้ำ) มีการเดินใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 350 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3.0 บาทต่อหน่วย โรงงานต้องการลดอัตราการไหลเหลือ 270 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที โดยวิธีการควบคุมการเปิดวาล์วตั้งต้น การลดความดันและพลังไฟฟ้า วิธีการคำนวณ 1) กรอกข้อมูลลงในช่องข้อมูลเบื้องต้นให้ครบถ้วน 2) ทำการคำนวณตามหัวข้อ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น				
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00	จากใบแจ้งหนี้ค่าไฟ
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	8,400.00	จากการใช้งานจริง
1.3 อัตราการไหลของของไหลก่อน	Q ₁	m ³ /min	300.00	จากการตรวจวัด
1.4 อัตราการไหลของของไหลหลัง	Q ₂	m ³ /min	270.00	ความต้องการใช้จริง
1.5 ความดันของลมก่อน	P ₁	mmH ₂ O	28.00	ข้อมูลของพัดลม
1.6 กำลังไฟฟ้าของพัดลมก่อน	W ₁	kW	3.52	จากการตรวจวัด
2. การวิเคราะห์ข้อมูล				
2.1 ความดันลมหลังลดอัตราการไหล $P_2 = (Q_2 / Q_1)^2 \times P_1$	P ₂	m	22.68	
2.2 พลังไฟฟ้าหลังลดอัตราการไหล $W_2 = (Q_2 / Q_1)^3 \times W_1$	W ₂	kW	2.57	
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (W_1 - W_2) \times \text{hr}$	ES	kWh/y	7,980.00	
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC = (ES \times EC)$	SC	B/y	23,940.00	

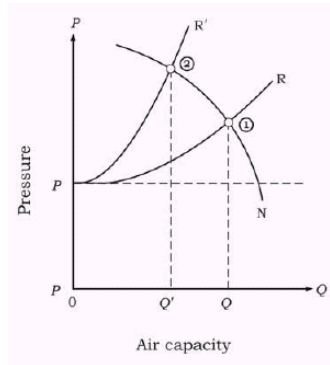
(7) การควบคุมด้านลมออก (Outlet flow controlling)

ในการติดตั้งใช้งานพัดลมปัญหาที่อาจเกิดขึ้นก็คือ ระยะท่อทางออกของลมสั้นเกินไปทำให้เกิดการปั่นป่วนของลมดังรูป (A) ทางแก้ไขคือเพิ่มระยะทางออกให้ L มากกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางดังรูป (B) หรือกรณีที่มีการติดตั้งท่อทางออกในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางออกของอากาศดังรูป (C) ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน อาจแก้ไขโดยการปรับปรุงทางออกให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับทางลมออกดังรูป (D)

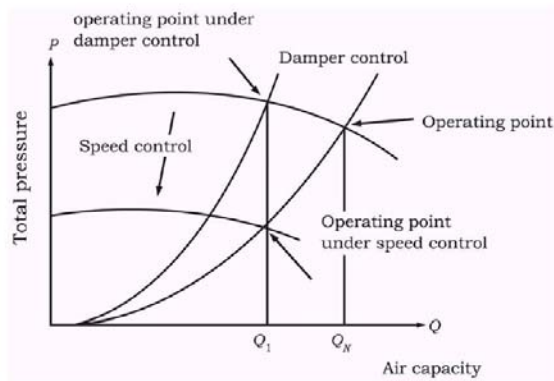


รูปที่ 2-4.7 แนวทางการแก้ไขปัญหที่เกิดจากการนำลมออกจากพัดลม

การควบคุมแอมแปร์ด้านจ่าย เมื่ออัตราการไหลของอากาศลดลง กำลังที่เพลลาของโบลเวอร์จะลดลงอย่างเดียว โดยเลื่อนไปตามเส้นโค้งการทำงาน เนื่องจากความต้านทานที่ด้านจ่ายได้เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2-4.8

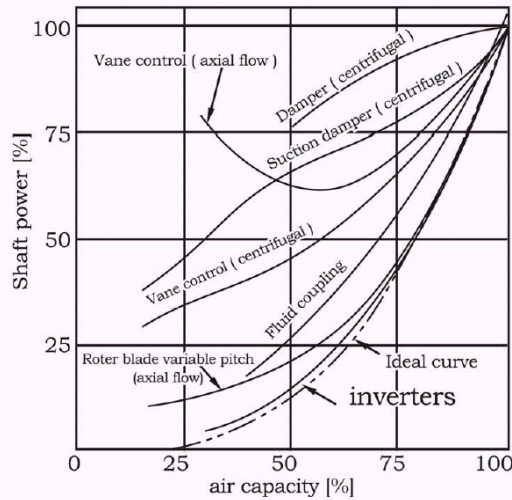


รูปที่ 2-4.8 การควบคุมแอมแปร์ด้านจ่ายของเซนติฟูกัลโบลเวอร์



รูปที่ 2-4.9 เปรียบเทียบการควบคุมแอมแปร์และการควบคุมความเร็วรอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของอากาศและกำลังงานที่เพลลาในการควบคุมแต่ละวิธี

เมื่อเปรียบเทียบวิธีต่างๆ ในการควบคุมอัตราการไหลอากาศ จำเป็นที่จะต้องศึกษาอย่างละเอียดของช่วงความสามารถของอัตราการไหลอากาศ ผลตอบสนองกับค่าใช้จ่ายด้านกำลังงานของโรงงานและอุปกรณ์ที่ต้องการลงทุน รูปที่ 2-4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอัตราการไหลอากาศและอัตราส่วนกำลังงานที่เพลลา ในกรณีที่เกิดกระบวนการความต้านทานเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของความจุอากาศเมื่อไม่มีความต้านทานคงที่ให้พิจารณาบนพื้นฐานของการทำงานที่เป็นตัวแทนของโบลเวอร์



รูปที่ 2-4.10 กำลังงานที่เพลลาของโบลเวอร์กับการควบคุมอัตราการไหลอากาศ

ตารางที่ 2-4.4 เปรียบเทียบการควบคุมอากาศไหลแบบต่าง ๆ

ประเภทของการควบคุมการไหล	ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> • การเปลี่ยนแปลงขนาดของรอก: • ลดขนาดของมอเตอร์ / ลูกรอกขับเคลื่อน 	<ul style="list-style-type: none"> • ความเร็วถาวรลดลง • ลดพลังงานจริง 	<ul style="list-style-type: none"> • พัดลมจะต้องจัดการควบคุมการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตได้ • พัดลมจะต้องถูกขับเคลื่อนโดยระบบสายพานตัววี หรือ โดยมอเตอร์
<ul style="list-style-type: none"> • ครีบนำร่องที่ช่องทางเข้า: • ทำให้มีการหมุนวนในทิศทางของพัดลมซึ่งจะลดมุมระหว่างอากาศเข้าและใบพัด จึงเป็นการลดโหลดของพัดลมลดแรงดันและลดการไหลของอากาศ 	<ul style="list-style-type: none"> • เพิ่มประสิทธิภาพของพัดลมเพราะทั้งโหลดของพัดลมและอากาศไหลต่างก็มีปริมาณลดลง • มีความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย เมื่อมีการไหลของอากาศที่ 80-100% ของการไหลเต็มที่ 	<ul style="list-style-type: none"> • มีประสิทธิภาพต่ำกว่ามีอากาศไหลน้อยกว่า 80% ของการไหลเต็มที่
<ul style="list-style-type: none"> • ปรับเปลี่ยนระยะห่างของพัดลมได้: • เป็นการเปลี่ยนมุมของอากาศไหลเข้าและพัดลมโดยการปรับเอียงใบพัดของพัดลม ซึ่งจะเป็นการลดทั้งโหลดของพัดลมและปริมาณการไหล 	<ul style="list-style-type: none"> • รักษาประสิทธิภาพของพัดลมให้สูงกว่าช่วงเงื่อนไขของการทำงาน • หลีกเลี่ยงปัญหาของการเกิดเสียงสะท้อนจากการรักษาความเร็วของการทำงานปกติ • ทำงานได้ตั้งแต่การที่ไม่มีอากาศไหลเลยจนถึงการมีอากาศไหลเต็มที่ โดยที่ไม่มีการหยุดกลางคัน 	<ul style="list-style-type: none"> • ใช้ได้กับพัดลมแบบหมุนตามแนวแกนบางชนิดเท่านั้น • มีปัญหาเรื่องความสกรปรก ถ้ามีการสะสมของสิ่งปนเปื้อนที่ภายในของเครื่องกระตุ้นเชิงกลซึ่งควบคุมใบพัด • การทำงานที่มีปริมาณงานน้อย ใช้เวลานาน จะทำให้ตัวประกอบกำลัง

ประเภทของการควบคุมการไหล	ข้อดี	ข้อเสีย
		และประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลง
<ul style="list-style-type: none"> ตัวขับเคลื่อนที่ปรับเปลี่ยนความเร็ว (VSD): ลดความเร็วของมอเตอร์ของพัดลมเพื่อให้ได้ตามความต้องการลดความเร็ว VFD เซิงกล: เป็นคลัทช์ไฮดรอลิก ข้อต่อของเหลว และสายพานที่ปรับได้และลูกรอก VFD เซิงไฟฟ้า: เป็นคลัทช์กระแสหมุนวน ตัวควบคุมมอเตอร์แบบหมุนพันรอบแกนหมุน และตัวขับเคลื่อนที่ปรับเปลี่ยนความเร็ว (VFDs: จะเปลี่ยนรอบการหมุนของมอเตอร์โดยปรับเปลี่ยนความเร็วไฟฟ้าของกำลังที่ส่งให้) 	<ul style="list-style-type: none"> ส่วนใหญ่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมการไหล ยอมให้มีการปรับเปลี่ยนความเร็วได้อย่างต่อเนื่องสำหรับ VFDs ควบคุมการไหลได้ง่ายและได้ผลดี เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ในช่วงสภาพการทำงานที่กว้าง สามารถติดตั้งเข้ากับมอเตอร์ที่มีอยู่ได้โดยดี ไม่มีปัญหาเรื่องความสกรอก ลดการสูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายโดยการลดการไหลโดยรวม 	<ul style="list-style-type: none"> VFD เซิงกลจะมีปัญหาเรื่องความสกรอก ค่าใช้จ่ายในการลงทุนอาจเป็นอุปสรรค
<ul style="list-style-type: none"> แผ่นกัน: จะลดปริมาณการไหลและเพิ่มแรงดันต้นทาง ทำให้ผลผลิตของพัดลมลดลง 	<ul style="list-style-type: none"> ไม่แพง ติดตั้งง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> มีการปรับแต่งได้จำกัด ลดปริมาณการไหลและใช้พลังงาน มีค่าใช้จ่ายสูง
<ul style="list-style-type: none"> พัดลมที่มีความเร็วหลายค่า 	<ul style="list-style-type: none"> ควบคุมการไหลอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะกับการใช้งานที่มีความเร็วเพียงสองค่า 	<ul style="list-style-type: none"> ต้องกระโดดจากความเร็วหนึ่งไปอีกความเร็วหนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง
<ul style="list-style-type: none"> จานบังคับลิ้น: ลิ้นบังคับลิ้นจะเปลี่ยนความกว้างของเครื่องผลัดต้นซึ่งสัมพันธ์กับกระแสอากาศ 	<ul style="list-style-type: none"> มีการออกแบบที่ง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้ได้ในงานบางชนิดเท่านั้น
<ul style="list-style-type: none"> ให้พัดลมทำงานแบบขนาน: ใช้พัดลมสองตัวหรือมากกว่าแทนที่จะใช้ตัวใหญ่เพียงตัวเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> มีประสิทธิภาพสูงในการใช้งานหลายประเภทตามความต้องการของระบบ มีเครื่องให้ใช้ลดความเสี่ยงในการหยุดทำงานเนื่องจากการชำรุดเสียหรือการบำรุงรักษา พัดลมตัวเล็กสองเครื่องจะมีราคาถูกกว่าและมีประสิทธิภาพดีกว่าพัดลมที่ใหญ่กว่าเครื่องเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> ควรนำมาใช้เมื่อพัดลมสามารถทำงานได้โดยมีแรงดันทานต่ำในสภาวะการนำส่งแบบอิสระ
<ul style="list-style-type: none"> ให้พัดลมทำงานแบบอนุกรม: ใช้พัดลมพัดลมหลายๆ ตัวทำงานในการจัดเรียงตัวแบบต้น-ตั้ง 	<ul style="list-style-type: none"> มีแรงดันในท่อลมเฉลี่ยต่ำกว่า เกิดเสียงดังน้อยกว่า ต้องการสิ่งสนับสนุนทางโครงสร้างและทางไฟฟ้าน้อยกว่า เหมาะสำหรับระบบที่มีท่อยาว มีแรงดันตกมากๆ ในส่วนประกอบทั่วทั้งระบบ หรือมีแรงดันทานสูง 	<ul style="list-style-type: none"> ไม่เหมาะกับการใช้งานในระบบที่มีแรงดันทานต่ำ

2-4.5 แนวทางการตรวจสอบวินิจฉัยและการบำรุงรักษาพัดลมและเครื่องเป่าลมทำอย่างไร?

(1) การตรวจสอบวินิจฉัยพัดลมและเครื่องเป่าลม

แนวทางการตรวจ		แนวทางการวินิจฉัย
รายการตรวจ	ผลการตรวจ	
1. ความสะอาดใบพัด	<input type="checkbox"/> สะอาด <input type="checkbox"/> สกปรก	ใบพัดสกปรกจะส่งผลให้พัดลมใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นและประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นควรทำความสะอาดสม่ำเสมอ
2. โครงพัดลมเร็วหรือไม่	<input type="checkbox"/> เร็ว <input type="checkbox"/> ไม่เร็ว	โครงพัดลมเร็วจะส่งผลให้ปริมาณลมที่ออกลดลงและประสิทธิภาพของพัดลมลดลง
3. ระบบสายพานส่งกำลัง	<input type="checkbox"/> พอดี <input type="checkbox"/> ตึงเกินไป <input type="checkbox"/> หย่อนเกินไป	ความตึงของสายพานควรพอดี โดยถ้าตึงเกินไปจะส่งผลให้เกิดการฟืดมากเกินไปจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นและถ้าหย่อนเกินไปจะทำให้เกิดการลื่นขณะส่งกำลังทำให้รอบการหมุนของพัดลมช้าลง ปริมาณที่ได้จะลดลง
4. มีการทรีลมทางเข้า/ทางออกหรือไม่	<input type="checkbox"/> มีการทรี <input type="checkbox"/> ไม่มีการทรี เพราะ	ควรทำการทรีลมให้เหมาะสมกับการใช้งาน จะส่งผลให้มอเตอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง
5. มีลมย้อนกลับออกมาทางปากทางดูดหรือไม่	<input type="checkbox"/> มีลมออก <input type="checkbox"/> ไม่มีลมออก	ถ้ามีลมย้อนกลับออกมาทางปากทางดูดแสดงว่าขนาดใบพัดลมเล็กกว่าโครงมาก หรือช่องว่างระหว่างใบกับโครงมีมาก จะส่งผลให้ปริมาณลมที่ไต่ลดต่ำลงและประสิทธิภาพพัดลมลดลง
6. เสียงของพัดลม	<input type="checkbox"/> ดังผิดปกติ <input type="checkbox"/> ไม่ดัง	เสียงที่ดังผิดปกติเกิดจากความไม่สมดุลของใบพัดลมขณะหมุนหรือใบพัดสกปรกหรือลูกปืนหมดสภาพหรือขาดการหล่อลื่น
7. การสั่นสะเทือน	<input type="checkbox"/> สั่นสะเทือน <input type="checkbox"/> ไม่สั่นสะเทือน	พัดลมสั่นสะเทือนอาจเกิดจากการไม่สมดุลของใบพัด น็อตยึดต่างๆหลวม หรือลูกปืนมีปัญหา
8. กรองอากาศ	<input type="checkbox"/> สะอาด <input type="checkbox"/> ดัน/สกปรก	กรองอากาศตันหรือสกปรก จะส่งผลให้ปริมาณลมที่ดูดน้อยลง ประสิทธิภาพของพัดลมจะลดต่ำลง
9. หัวลมดูดมีการปิดเมื่อไม่ใช้งานหรือไม่	<input type="checkbox"/> ปิด <input type="checkbox"/> ไม่ปิด	หัวลมดูดที่จุกใช้งานแต่ละจุดควรปิดทุกครั้งเมื่อปิดเครื่องจักรหรือไม่ได้ใช้งาน ทำให้พัดลมดูดใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง
10. ระบบท่อลมเร็วหรือไม่	<input type="checkbox"/> เร็ว.....จุด <input type="checkbox"/> ไม่เร็ว	ท่อลมในระบบดูดอากาศเมื่อเร็วจะส่งผลให้ปริมาณลมดูดที่จุกใช้งานลดลง และถ้าเป็นระบบส่งลม เมื่อท่อลมเร็ว จะส่งผลให้ปริมาณลมที่จุกใช้งานลดลงเช่นกัน
11. ตำแหน่งและขนาดของปากทางดูดหรือส่ง	<input type="checkbox"/> ไม่เร็ว <input type="checkbox"/> ไม่เหมาะสม <input type="checkbox"/> เหมาะสม	ระบบดูดลมถ้าตำแหน่งปากทางดูดหรือขนาดปากทางดูดไม่เหมาะสมจะทำให้ต้องใช้ปริมาณลมดูดมากส่วนระบบส่งลมก็มีผลเช่นเดียวกับระบบดูด ดังนั้นควรแก้ไขจะส่งผลให้ลดปริมาณลมได้
12. ตำแหน่งการติดตั้ง	<input type="checkbox"/> ใกล้จุดใช้งาน <input type="checkbox"/> ไกลจุดใช้งาน	พัดลมควรติดตั้งในตำแหน่งใกล้จุดใช้งานมากที่สุดเพื่อลดการสูญเสียความดันในการส่งหรือดูดลม
13. ทำลมขนาดเล็กไปหรือไม่	<input type="checkbox"/> เล็กเกินไป <input type="checkbox"/> เหมาะสม	ท่อลมขนาดเล็กเกินไปจะส่งผลให้เกิดความเสียหายในการไหลของอากาศมาก ควรเพิ่มขนาดท่อ
14. ระบบท่อลมมีข้อต่อข้องอมากเกินไปหรือไม่	<input type="checkbox"/> มีมาก <input type="checkbox"/> เหมาะสม	ข้อต่อข้องอแต่ละจุดจะส่งผลให้เกิดความเสียหายในการไหลของอากาศ ดังนั้นควรมีน้อยที่สุด

แนวทางการตรวจ		แนวทางการวินิจฉัย
รายการตรวจ	ผลการตรวจ	
15. ขนาดของพัดลม	<input type="checkbox"/> ใหญ่เกินไป <input type="checkbox"/> เหมาะสม	การใช้พัดลมขนาดใหญ่แล้วทำการหรือลมโดยวิธีต่างๆจะส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมลดลง ดังนั้นควรเลือกหรือลดขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งาน
16.ขนาดของมอเตอร์	<input type="checkbox"/> ใหญ่เกินไป <input type="checkbox"/> เหมาะสม	มอเตอร์ควรใช้พลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 80% ของพิกัดเพราะทุกๆ 10% ของภาระที่ต่ำลงจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลงประมาณ 1% ดังนั้นควรสลับมอเตอร์ในโรงงานหรือเปลี่ยนขนาดมอเตอร์ใหม่
17.มีการเปิดพัดลมทิ้งไว้โดยไม่เกิดประโยชน์หรือไม่	<input type="checkbox"/> มี <input type="checkbox"/> ไม่มี	ควรติดป้ายเตือนและรณรงค์ให้ทำการปิดทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน
18.เปลี่ยนขนาดพูลเลย์เพื่อลดรอบได้หรือไม่	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้ เพราะ.....	การลดขนาดพูลเลย์ขับหรือเพิ่มขนาดพูลเลย์ตามจะส่งผลให้รอบการหมุนของพัดลมลดลง ปริมาณลมส่งลดลงและใช้พลังไฟฟาลดลง
19.ใช้อุปกรณ์ปรับลดรอบมอเตอร์ได้หรือไม่	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ....	การลดรอบมอเตอร์จะลดการใช้พลังไฟฟ้าที่มอเตอร์เป็นกำลังสามของรอบที่ลดลง แต่ไม่ควรลดต่ำกว่า 40% เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพลดต่ำลงมาก และมอเตอร์จะระบายความร้อนได้น้อยทำให้เกิดความเสียหายได้
20.มอเตอร์เคยไหม้หรือไม่	<input type="checkbox"/> เคย.....ครั้ง <input type="checkbox"/> ไม่เคย	มอเตอร์ไหม้แต่ละครั้งทำให้ประสิทธิภาพลดลง 4% ดังนั้นมอเตอร์ขนาดเล็กควรเปลี่ยนใหม่ถ้าเกิดการไหม้ ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ไม่ควรไหม้เกิน 3 ครั้ง หรือควรรนำมอเตอร์ที่ไหม้สลับไปใช้ในจุดที่มีการใช้งานน้อย
21.ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้หรือไม่	<input type="checkbox"/> ได้ <input type="checkbox"/> ไม่ได้เพราะ....	เมื่อต้องการเปลี่ยนมอเตอร์ควรพิจารณาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

(2) การบำรุงรักษาพัดลมและเครื่องเป่าลม

รายละเอียดการดำเนินงาน	ระยะเวลาที่เหมาะสม
1.ทำความสะอาดกรองอากาศ	ทุกสัปดาห์
2.ทำความสะอาดใบพัดและชิ้นส่วนต่างๆ	ทุก 6 เดือน
3.อัตรจารบีหรือสารหล่อลื่น	ทุก 3 เดือน
4.ตรวจสอบและซ่อมรอยรั่วของท่อลม	ทุก 6 เดือน
5.ตรวจสอบและซ่อมรอยรั่วของโครงพัดลม	ทุก 6 เดือน
6.ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน	ทุกวัน
7.ตรวจสอบสภาพและปรับความตึงของสายพานส่งกำลัง	ทุกเดือน
8.ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิผิวมอเตอร์และอุณหภูมิผิวรองลื่น	ทุกเดือน
9.ตรวจวัดและบันทึกกระแสไฟฟ้าหรือพลังไฟฟ้า	ทุกสัปดาห์
10.ตรวจวัดประสิทธิภาพ	ทุกปี
11.เปลี่ยนอุปกรณ์รองลื่น	ตามอายุการใช้งาน