ชื่อโครงการ	การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์
ผู้จัดทำ	นางสาวฑิฆัมพร เดือนกลาง นางสาวบุษกร เยี่ยงอย่าง
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พนิดา เทพชาลี อาจารย์วรลักษณ์ สมบูรณ์นาดี

บทคัดย่อ

โครงการตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ ที่ใช้ในการศึกษา คือ เครื่องตรวจวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity Meter) แบบประเมินความพึงพอใจต่อพื้นที่ปฏิบัติงาน และแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ โดยทำการตรวจวัดความเร็วลมหน้าช่องพ่นสีสเปรย์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา จำนวน 340 ช่อง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากพนักงานแผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 340 คน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์หลังการบำรุงรักษา คือ การทำความสะอาดท่อลม พัดลม (Blower) และการทำความสะอาดอุปกรณ์กรองอากาศ (Carbon Filter) พบว่า ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 90.9 ซึ่งจากการทำแบบประเมินความพึงพอใจ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 61.8 มีอายุระหว่าง 20-60 ปี ร้อยละ 82.4 จบการศึกษาระดับชั้น ม.6 ร้อยละ 55.9 มีอายุงานระหว่าง 1-5 ปี ร้อยละ 48.5 โดยภาพรวมก่อนการจัดทำโครงการพนักงานมีความพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศเฉพาะที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.4, S.D=0.6) หลังจากการทำโครงการพบว่า โดยภาพรวมพนักงานมีความพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศเฉพาะที่อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0, S.D=0.6) และพนักงานมีความพึงพอใจต่อภาพรวมของการจัดทำโครงการอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0, S.D=0.6)

กิตติกรรมประกาศ

การฝึกสหกิจศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย ณ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด ตั้งแต่ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 6 มีนาคม 2563 ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในเรื่องต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกสหกิจศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ในการทำงานต่อไป

ขอขอบพระคุณ คุณณัฐวุฒิ พุทธรักษา ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ คุณแสงระวี ชัยแสนฤทธิ์ ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม และพนักงานบริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาด้านการปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการฝึกสหกิจศึกษา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พนิดา เทพชาลี และอาจารย์วรลักษณ์ สมบูรณ์นาดี ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านเนื้อหาในส่วนที่ไม่เข้าใจ ตรวจงานให้คำแนะนำกับนักศึกษา และเป็นกำลังใจให้เสมอมาตลอดระยะเวลาในการฝึกสหกิจศึกษา

นางสาวฑิฆัมพร เดือนกลาง
นางสาวบุษกร เยี่ยงอย่าง
คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานประกอบการ	
ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
ลักษณะการประกอบการ	1
รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารงานขององค์กร	2
ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ	2
พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	4
ระยะเวลาที่นักศึกษาปฏิบัติงาน	4
2 โครงการที่ได้รับมอบหมาย / รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
ความเป็นมาและความสำคัญ	5
วัตถุประสงค์ของโครงการ	5
เป้าหมาย	5
ขอบเขตของโครงการ	5
ระยะเวลาการดำเนินงาน	6
วิธีการดำเนินการ	6
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	9
งบประมาณและทรัพยากรที่ใช้	10
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	10
รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน หรือปฏิบัติงาน	10
3 สรุปผลการดำเนินโครงการ /การปฏิบัติงาน	
สรุปผลการดำเนินโครงการ	15
ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	38
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	40

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	7
3-1	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1	15
3-2	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 2	17
3-3	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 3	18
3-4	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 4	19
3-5	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 5	20
3-6	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 6	21
3-7	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 7	22
3-8	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 8	23
3-9	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 9	24
3-10	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 10	25
3-11	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 11	26
3-12	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 12	27
3-13	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 13	28
3-14	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 14	29
3-15	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 15	30
3-16	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 16	31
3-17	ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 17	32
3-18	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	34
3-19	ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน ก่อนการจัดทำโครงการ	35
3-20	ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน หลังการจัดทำโครงการ	36
3-21	ความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด	1
1-2	ตราสัญลักษณ์ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด	1
1-3	รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารงานขององค์กร	2
2-1	แสดงส่วนประกอบเครื่องตรวจวัดความเร็วลม	9
2-2	ลักษณะฮูด	12
2-3	ลักษณะท่อลม	12
2-4	ลักษณะพัดลม ชนิด Centrifugal fan แบบกล่อง (พัดลมตู้)	12
2-5	ลักษณะอุปกรณ์กรองอากาศ	13
3-1	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1	16
3-2	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 2	17
3-3	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 3	18
3-4	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 4	19
3-5	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 5	20
3-6	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 6	21
3-7	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 7	22
3-8	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 8	23
3-9	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 9	24
3-10	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 10	25
3-11	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 11	26
3-12	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 12	27
3-13	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 13	28
3-14	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 14	29
3-15	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 15	30
3-16	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 16	31
3-17	กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 17	32
3-18	กราฟสรุปผลการตรวจวัดความเร็วลม ก่อน - หลัง การจัดทำโครงการ	33

บทที่ 1
รายละเอียดเกี่ยวกับสถานประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลาสติกประดับตกแต่ง, ของชำร่วย, ของเล่น, ของที่ระลึก และตุ๊กตาขนาดเล็ก

ที่ตั้งบริษัท เลขที่ 349 เขตอุตสาหกรรมสุรนารี ถนนราชสีมา-โชคชัย ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 เบอร์โทรศัพท์ 044-212-750-4

E-mail : Factory@forwardfreeland.co.th เว็บไซต์ : www.forwardfreeland.co.th

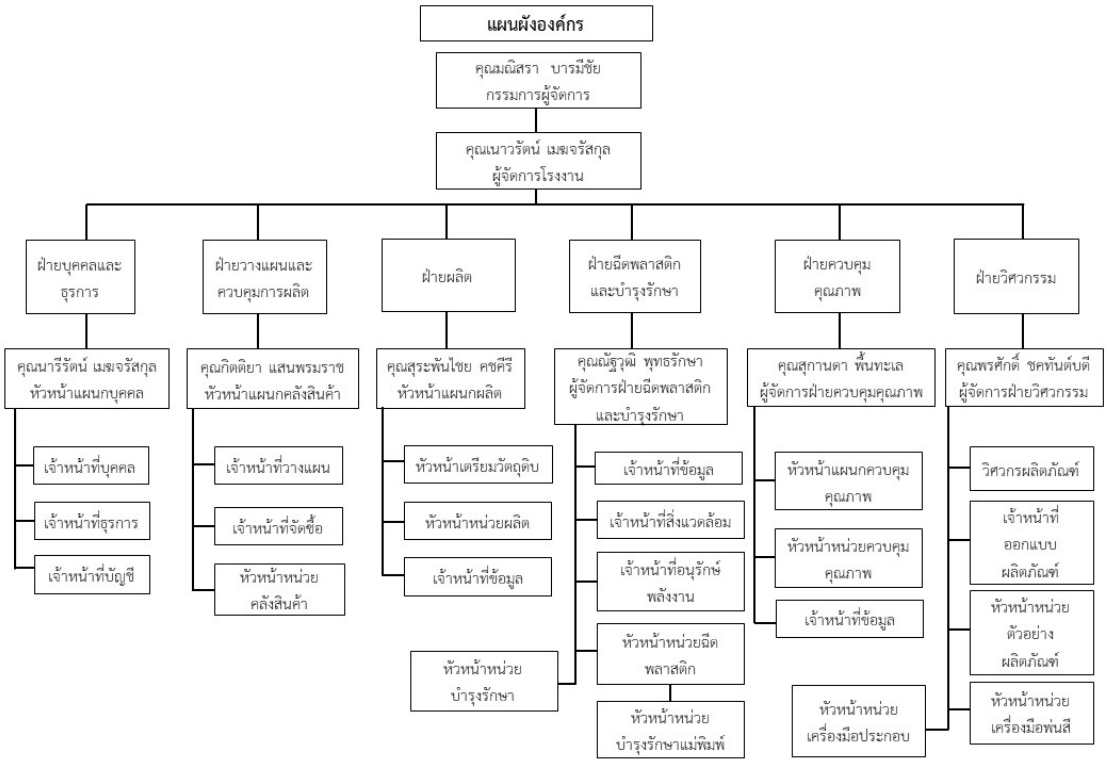
ภาพที่ 1-1 บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด

ภาพที่ 1-2 ตราสัญลักษณ์ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด

1.2 ลักษณะการประกอบการ

ผลิตตุ๊กตาพลาสติก, ของเล่นพลาสติก, ตุ๊กตาประดับต้นคริสต์มาส, พลาสติกประดับตกแต่ง และของที่ระลึกต่าง ๆ จากพลาสติก

1.3 รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารงานขององค์กร



ภาพที่ 1-3 รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารงานขององค์กร

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม

ลักษณะงานที่ทาง บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด มอบหมายให้ออกปฏิบัติในการออกฝึกสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 6 มีนาคม 2563 ดังนี้

1.4.1 งานที่ปฏิบัติใน บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด

1.4.1.1 งานที่ต้องตรวจสอบ ประจำวัน ได้แก่

1) ตรวจสอบความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2) ตรวจสอบพื้นที่การทำงาน 5 ส. ในแผนก ฉีดพลาสติก

3) ตรวจติดตามสารเคมี หรือน้ำมันหกรั่วไหล

4) ตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงานในห้องเก็บสารเคมี เช่น ตรวจวัดความชื้น อุณหภูมิ ความเร็วลม และแสงสว่าง

5) ตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงงาน

1.4.1.2 งานที่ต้องตรวจสอบ ประจำสัปดาห์ ได้แก่

1) ตรวจสอบอ่างล้างตา มีทั้งหมด 3 จุด

2) ประตูหนีไฟ มีทั้งหมด 14 จุด

3) ไฟไล่แมลง มีทั้งหมด 14 จุด

4) กล่องไฟทางออก EXIT มีทั้งหมด 24 จุด

5) พื้นที่การเก็บของเสีย (ทั่วไป,อันตราย) มีทั้งหมด 1 จุด

1.4.1.3 งานที่ต้องตรวจสอบ ประดำเดือน ได้แก่

1) ตรวจสอบถังดับเพลิง ผงเคมีแห้ง มีทั้งหมด 91 ถัง

2) ตรวจสอบถังดับเพลิง HALON มีทั้งหมด 4 ถัง

3) ตรวจสอบถังดับเพลิง AUTO มีทั้งหมด 21 ถัง

4) ตรวจสอบไฟส่องสว่างฉุกเฉิน มีทั้งหมด 41 จุด

5) ตรวจสอบบ่อทรายดับเพลิง มีทั้งหมด 1 บ่อ

6) ตรวจสอบถังทรายดับเพลิง มีทั้งหมด 8 ถัง

7) ตรวจสอบตู้สายน้ำดับเพลิง มีทั้งหมด 7 ตู้

8) ตรวจสอบสัญญาณเตือนภัย มีทั้งหมด 3 จุด

9) ตรวจวัดความเร็วลมบริเวณพื้นที่พ่นสีสเปรย์ มีทั้งหมด 17 ท่อ

1.4.2 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของบริษัท

1.4.2.1 เข้าร่วมการประชุมหัวหน้าแผนก เป็นประจำทุกวัน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

1.4.2.2 เข้าร่วมในการเข้าแถวเคารพธงชาติ ทุกเช้า วันพุธ เพื่อฟังผู้บริหารประกาศเรื่องต่าง ๆ ในบริษัท

1.4.3 งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

1.4.3.1 จัดทำบอร์ดแผนผังแสดงจุดต่าง ๆ ของบริษัท

1.4.3.2 จัดทำบอร์ดให้ความรู้ WORK INSTRUCTION วิธีการปฏิบัติงาน ISO 14001:2015

1.4.3.3 จัดทำแผนผังแสดงเส้นทางอพยพหนีไฟ บริเวณพื้นที่ห้องเก็บสารเคมีอันตรายและหน้าห้อง SHIELDING ROOM

1.4.3.4 จัดทำป้ายหมายเลขไฟส่องสว่างฉุกเฉิน

1.4.3.5 จัดทำป้ายข้อมูล SDS ตามจุดต่าง ๆ ทั่วโรงงาน

1.4.3.6 จัดทำเอกสารประเมินความเสี่ยง ประจำปี 2563

1.4.3.7 จัดบอร์ดให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1.4.3.8 ปรับปรุงเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS)

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา คุณแสงระวี ชัยแสนฤทธิ์ ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม

1.6 ระยะเวลาที่นักศึกษาปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 6 มีนาคม 2563

บทที่ 2
โครงการที่ได้รับมอบหมาย / รายละเอียดการปฏิบัติงาน

2.1. ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลาสติกประดับตกแต่ง, ของชำร่วย, ของเล่น, ของที่ระลึก และตุ๊กตาขนาดเล็ก ประกอบไปด้วยกระบวนการผลิต 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการฉีดพลาสติก การตัดแต่งชิ้นงาน การพ่นสีชิ้นงาน การพิมพ์สีลงบนชิ้นงาน การประกอบชิ้นงาน การบรรจุชิ้นงาน และการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งมีการนำสารเคมีหลายชนิดมาใช้ในกระบวนการผลิต

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล บริเวณพื้นที่พ่นสีสเปรย์ มีการใช้สารเคมีหลายชนิดและในขั้นตอนการปฏิบัติงานยังทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารเคมี จึงได้มีการติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เพื่อใช้ในการดูดอากาศที่มีมลพิษ ออกจากพื้นที่การปฏิบัติงาน ซึ่งจากการตรวจวัดความเร็วลมที่ผ่านมา พบว่า มีหลายตำแหน่งที่มีค่าความเร็วลมต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (หลักการการออกแบบระบบบำบัดกลิ่นเบื้องต้น, กรมควบคุมมลพิษ) โดยค่า Capture Velocity (ค่าความเร็วจับ) มีค่าเท่ากับ 1.016 เมตร/วินาที

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะทำโครงการ การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เพื่อให้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ทำให้พนักงานปฏิบัติงานในแผนกพ่นสีสเปรย์มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์

2.3 เป้าหมาย

2.3.1 เชิงปริมาณ

การตรวจวัดความความเร็วลมหน้า Hood แผนกพ่นสีสเปรย์ มีท่อดูดอากาศทั้งหมด 17 ท่อ แต่ละท่อมีปาก Hood 20 ช่อง คิดเป็นจำนวนจุดที่ต้องตรวจวัด จำนวน 340 ช่อง

2.3.2 เชิงคุณภาพ

ผู้ปฏิบัติงานในแผนก พ่นสีสเปรย์ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด มีความพึงพอใจหลังจากการปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ในระดับมาก

2.4 ขอบเขตของการศึกษา

บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน แผนก พ่นสีสเปรย์

2.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 6 มีนาคม 2563

2.6 วิธีการดำเนินการ

<u>ขั้นวางแผน</u>

2.6.1 เดินสำรวจศึกษาข้อมูลเก็บรวบรวมข้อมูล/ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.6.2 ศึกษาข้อมูล / เอกสารที่เกี่ยวข้อง

<u>ขั้นดำเนินงาน</u>

2.6.3 เสนอหัวข้อโครงการให้กับพนักงานที่ปรึกษา

2.6.4 กำหนดจุดตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์

2.6.5 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนและหลังการจัดทำโครงการ

2.6.6 ให้พนักงานทำแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนการจัดทำโครงการและทำการตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์

<u>ขั้นตรวจสอบ</u>

2.6.7 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิง พรรณนา (Descriptive Statistics) แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลการตรวจวัดความเร็วลม ก่อน - หลัง มาหาค่าเฉลี่ยและนำมาเปรียบเทียบ เพื่อวัดประสิทธิภาพความเร็วลมของท่อ จากนั้นคำนวณหาค่าร้อยละของปาก Hood ที่มีความเร็วลมเพิ่มขึ้น

โดยใช้สูตรร้อยละของความเร็วลมที่ปาก Hood= $\frac{\text{จำนวนปาก Hood ที่มีความเร็วลมเพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวน ปาก Hood ของแต่ละท่อ}} \times 100$

<u>ขั้นปรับปรุงแก้ไข</u>

2.6.8 ดำเนินการปรับปรุง โดยการทำความสะอาดท่อลม พัดลม และอุปกรณ์กรองอากาศ

2.6.9 ทำการตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์ ให้พนักงานทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจการจัดทำโครงการ

2.6.10 สรุปและจัดทำรูปเล่มรายงานโครงการ

ตารางที่ 2-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน		ระยะเวลาการดำเนินงาน															
		พ.ย.		ธ.ค.				ม.ค.					ก.พ.				มี.ค.
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1
ขั้นวางแผน (Plan)																	
1. เดินสำรวจศึกษาข้อมูลเก็บรวบรวมข้อมูล / ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	P																
	A																
2. ศึกษาข้อมูล/เอกสารที่เกี่ยวข้อง	P																
	A																
ขั้นดำเนินงาน (Do)																	
3. เสนอหัวข้อโครงการให้กับพนักงานที่ปรึกษา	P																
	A																
4. กำหนดจุดตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์	P																
	A																
5. จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนและหลังการทำโครงการ	P																
	A																
6. ให้พนักงานทำแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนการจัดทำโครงการและทำการตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์	P																
	A																

ตารางที่ 2-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)

การดำเนินงาน		ระยะเวลาการดำเนินงาน															
		พ.ย.		ธ.ค.				ม.ค.					ก.พ.				มี.ค.
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1
ขั้นตรวจสอบ (Check)																	
7. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิง พรรณนา (Descriptive Statistics) แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	P																
	A																
ขั้นปรับปรุงแก้ไข (Act)																	
8. ดำเนินการปรับปรุงโดยการทำความสะอาดท่อลม พัดลม และอุปกรณ์กรองอากาศ	P																
	A																
9. ทำการตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์ ให้พนักงานทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจการจัดทำโครงการ	P																
	A																
10 สรุปและจัดทำรูปเล่มรายงานโครงการ	P																
	A																

หมายเหตุ : 1. ขั้นตอนการดำเนินการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามระบบเวลาและการดำเนินงานของทางสถานประกอบการ

2. Plan Action

2.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

2.7.1 เครื่องตรวจวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity Meter) ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DA-43 จำนวน 1 เครื่อง

2.7.1.1 วิธีการใช้งานเครื่องตรวจวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity Meter)

ภาพที่ 2-1 แสดงส่วนประกอบเครื่องตรวจวัดความเร็วลม

1) เลื่อนปุ่มหมายเลข ③ มาที่ ON เพื่อทำการเปิดเครื่อง

2) เลือกหน่วยวัดความเร็วลมที่ต้องการ โดยการเลื่อนปุ่มหมายเลข ⑤ ในการตรวจวัดครั้งนี้ใช้หน่วย m/s ในการวัดความเร็วลม

3) สามารถอ่านค่าความเร็วลมได้ทันทีบนหน้าจอแสดงผล

4) หากต้องการวัดอุณหภูมิให้เลื่อนปุ่มหมายเลข ④ ไปยังหน่วยวัดที่ต้องการ ซึ่งเครื่องนี้สามารถวัดอุณหภูมิได้ทั้งในหน่วยองศาเซลเซียส (°C) และองศาฟาเรนไฮต์ (°F)

5) เมื่อใช้งานเสร็จให้ทำการปิดเครื่อง โดยเลื่อนปุ่มหมายเลข ③ มาที่ OFF เพื่อทำการปิดเครื่อง

2.7.2 แบบบันทึกข้อมูลผลการตรวจวัดความเร็วลม จำนวน 9 ชุด

2.7.3 แบบสอบถาม ก่อน การจัดทำโครงการ จำนวน 340 ชุด

แบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา อายุงาน

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน ก่อนการจัดทำโครงการ จำนวน 5 ข้อ

2.7.4 แบบสอบถาม หลัง การจัดทำโครงการ จำนวน 340 ชุด

แบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา อายุงาน

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน หลังการจัดทำโครงการ จำนวน 5 ข้อ

2.7.5 แบบประเมินความพึงพอใจการจัดทำโครงการ จำนวน 340 ชุด

แบบประเมินความพึงพอใจการจัดทำโครงการ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ วุฒิการศึกษา อายุงาน

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจการจัดทำโครงการ จำนวน 4 ข้อ

2.7.6 เกณฑ์ในการแปลผลคะแนนของแบบสอบถามและแบบประเมินความพึงพอใจ (Likert Rating Scales)

คะแนน 1.0–1.4 หมายถึง น้อยที่สุด

คะแนน 1.5–2.4 หมายถึง น้อย

คะแนน 2.5–3.4 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 3.5–4.4 หมายถึง มาก

คะแนน 4.5–5.0 หมายถึง มากที่สุด

2.8 งบประมาณและทรัพยากรที่ใช้

2.8.1 ค่าแบบบันทึกผลการตรวจวัดความเร็วลม จำนวนเงิน 50 บาท

2.8.2 ค่าถ่ายเอกสารแบบสอบถามและแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวนเงิน 150 บาท

2.8.3 ค่ารูปเล่มรายงาน จำนวนเงิน 200 บาท

รวมเป็นเงิน 400 บาท

2.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

2.9.1 บริษัทฯ มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

2.9.2 พนักงานปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

2.10 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน หรือปฏิบัติงาน

2.10.1 ศึกษากระบวนการผลิต แผนกพ่นสีสเปรย์ โดยมีขั้นตอนการพ่นสีสเปรย์ ดังนี้

2.10.1.1 ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากป้องกันสารเคมี

2.10.1.2 ศึกษาข้อมูลสารเคมีที่ต้องใช้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย SDS

2.10.1.3 ผู้ปฏิบัติงานต้องปรับกระบอกพ่นสี (Spray Gun) ให้พร้อมสำหรับการใช้งานในการพ่น

2.10.1.4 ในการพ่นสีผู้ปฏิบัติงานต้องจับชิ้นงาน หรือเครื่องมือด้วยมือข้างใดข้างหนึ่งและใช้มือที่ถนัดจับกระบอกพ่นสีแล้วพ่นสีลงบนชิ้นงาน ตามลักษณะของทูลิ่ง (Tooling) ฟรีแฮนด์, แคล้มมาร์ค, เพลทมาร์ค, โดยดูจากตัวอย่างการพ่นที่ติดไว้ด้านข้างช่องพ่น

2.10.1.5 ชิ้นงานที่พ่นเสร็จแล้ว กรณีการพ่นฟรีแฮนด์ (Freehand) ต้องให้ชิ้นงานแห้งก่อนจึงจัดวางไว้บนถาดเพื่อเตรียมลงขั้นตอนต่อไป หากเป็นขั้นตอนการพ่นสเตป (STEP) เมื่อพนักงานจับชิ้นงานออกจากเพลทมาร์คหรือแคล้มมาร์ค หลังจากบริเวณที่พ่นแห้งแล้วก็นำไปลงขั้นตอนต่อไปได้เมื่อพ่นครบทุกขั้นตอนแล้ว เตรียมชิ้นงานเข้าสู่การปั๊มสีลงบนชิ้นงาน (TEMPO) (เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการปั๊มสีลงบนชิ้นงาน) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการปั๊มสี นำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการซ่อมสีลงบนชิ้นงาน (TOUCH UP)

ในการพ่นสีลงบนชิ้นงาน กรณีที่สีบนชิ้นงานแห้งไม่ทัน ก่อนที่จะพ่นลงขั้นตอนต่อไป หรือสียังไม่แห้งก่อนนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป เช่น การปั๊มสีลงบนชิ้นงาน หรือการประกอบให้นำชิ้นงานเข้าตู้อบที่อยู่ท้ายพื้นที่พ่นสี โดยกำหนดให้ปรับอุณหภูมิต้องอยู่ระหว่าง 30 – 50 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอบตามความเหมาะสม ที่ไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย

2.10.1.6 ในระหว่างการพ่น หรือหลังการพ่นชิ้นงานแล้ว พบว่า มีชิ้นงานเสียเกิดขึ้นให้รวบรวมแล้วแจ้งต่อหัวหน้างาน

2.10.1.7 พนักงานบันทึกผลผลิตที่ทำได้ลงในบันทึกผลผลิตต่อชั่วโมงส่งให้หัวหน้า

2.10.2 การออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด

ระบบระบายอากาศ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ฮูด (Hood) หมายถึง ทำให้อากาศในบริเวณโดยรอบเคลื่อนที่พาสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบในอัตราที่ต้องการ โดยบริษัทฯ ใช้ฮูดชนิด Exterior Hood (เป็นฮูดที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนแต่ไม่ปิดคลุมแหล่งกำเนิดนั้น) ประเภท Capturing Hood (เป็นฮูดที่ต้องส่งแรงดูดออกไปเพื่อนำอากาศและสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ) แบบ Side Draft Hood (เป็นฮูดที่ติดตั้งอยู่ด้านข้างของแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน

ภาพที่ 2-2 ลักษณะฮูด

ส่วนที่ 2 ท่อลม (Duct) หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อท่อดูดอากาศเข้ากับองค์ประกอบส่วนอื่นๆ

ภาพที่ 2–3 ลักษณะท่อลม

ส่วนที่ 3 พัดลม (Blower) หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศด้วยความเร็วและสามารถกำหนดทิศทางตามที่เราต้องการ โดยบริษัทฯ ใช้พัดลม ชนิด Centrifugal fan แบบกล่อง (Cabinet Fan, พัดลมตู้) ใบพัดแบบกรงกระรอกลมเข้า 2 ทาง (Sirocco Blower Double Inlet) ลักษณะใบพัดโค้งไปข้างหน้า (Forward Curved)

ภาพที่ 2–4 ลักษณะพัดลม ชนิด Centrifugal fan แบบกล่อง (Cabinet Fan, พัดลมตู้)

ส่วนที่ 4 อุปกรณ์กรองอากาศ (Air Filter) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการดักจับสารปนเปื้อนในอากาศ จากกระบวนการผลิตหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานก่อนปล่อยอากาศออกสู่ภายนอก โดยบริษัทฯ ใช้อุปกรณ์กรองอากาศ ชนิด Carbon Filter

ภาพที่ 2–5 ลักษณะอุปกรณ์กรองอากาศ (Air Filter)

2.10.3 เขียนโครงการ/เขียนแผน ขออนุมัติโครงการจากหัวหน้าหน่วยงาน

จัดทำโครงการ โครงการการตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ และได้รับการอนุมัติโครงการจากหัวหน้าหน่วยงาน

2.10.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

จัดทำแบบบันทึกข้อมูลผลการตรวจวัดความเร็วลม แบบสอบถามก่อน - หลังการจัดทำโครงการ แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ

2.10.5 กำหนดจุดตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์

โดยจัดทำแผนผังจุดตรวจวัดตามตำแหน่งปากท่อพ่นสีสเปรย์ จำนวน 340 จุด ในช่วงวันที่ 19-20 ธันวาคม 2563

2.10.6 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามก่อนการจัดทำโครงการ

โดยทำการแจกแบบสอบถามให้กับผู้ปฏิบัติงานแผนกพ่นสีสเปรย์ วันที่ 7-8 มกราคม 2563 ในช่วงเวลาพักเบรก ช่วงเช้า เวลา 10.30 น. และช่วงบ่าย เวลา 15.30 น. จำนวน 340 คน

2.10.7 ดำเนินการตรวจวัดความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ

ดำเนินการขออนุญาตเข้าปฏิบัติงานเวลาพัก ช่วงเวลา 12.00-13.00 น.ของ วันที่ 14-15 มกราคม 2563 ทำการตรวจวัดความเร็วลมตามแผนผังจุดตรวจวัดที่จัดทำขึ้น

2.10.8 ดำเนินการปรับปรุงในจุดที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานโดยการทำความสะอาดท่อลม พัดลม อุปกรณ์กรองอากาศ ในวันที่ 20-31 มกราคม 2563 โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

2.10.8.1 การทำความสะอาดท่อลม โดย

1) ใช้เกรียงขูดกากสีบริเวณปากท่อพ่นสีสเปรย์ออก

2) เปิดฝาท่อลม ใช้เกรียงขูดกากสีภายในท่อออก

3) ทาจารบีภายในท่อเพื่อหล่อลื่นและป้องกันกากสีเกาะติดแน่นเพื่อง่ายต่อการทำความสะอาดในครั้งต่อไป

4) ปิดฝาท่อลม

2.10.8.2 การทำความสะอาดพัดลม (Blower) โดย

1) ตรวจเช็คใบพัด หากสกปรกให้ทำความสะอาดโดยการเป่าลม

2) ตรวจเช็คตลับลูกปืน หากจารบีที่ตลับลูกปืนแห้งให้ทำการอัดจารบีในปริมาณที่พอเหมาะ

3) ตรวจเช็คพูลเล่ย์ โดยการปรับสายพูลเล่ย์ให้พอดี ไม่ควรปรับหย่อนเกินไปจะทำให้พูลเล่ย์ slip ขณะสตาร์ท อาจทำให้พูลเล่ย์สึก

4) ตรวจเช็คสายพาน ให้ไม่ตึงหรือหย่อนจนเกินไป ควรปรับให้หย่อนและตึงเท่ากันทุกเส้น

5) ตรวจเช็คแกนเพลา ว่ามีการสึกหรือไม่ และต้องยึดติดกันแน่น ถ้าสกรูหรือน๊อตที่ใช้ยึดคลายตัวออกหรือขันล็อคไม่แน่น ก็จะส่งผลให้แกนเพลาสึก

6) ตรวจเช็คมอเตอร์ ว่าค่ากระแสสูงกว่าปกติหรือไม่ ถ้ากระแสเกิน สาเหตุอาจเกิดจากลูกปืนหมดอายุการใช้งานหรือลูกปืนแตก โดยปกติอุณหภูมิมอเตอร์ไม่ควรสูงเกิน 100-120 องศาเซลเซียส

2.10.8.3 การทำความสะอาดอุปกรณ์กรองอากาศ โดย

นำแผ่นอุปกรณ์กรองอากาศมาเปลี่ยน แผ่น carbon filter

2.10.9 ทำการตรวจวัดความเร็วลมในแผนกพ่นสีสเปรย์หลังการจัดทำโครงการ

ดำเนินการขออนุญาตเข้าปฏิบัติงานเวลาพัก ช่วงเวลา 12.00-13.00 น. ของ วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2563 ทำการตรวจวัดความเร็วลมตามแผนผังจุดตรวจวัดที่จัดทำขึ้น

2.10.10 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามหลังการจัดทำโครงการและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดทำโครงการ

โดยทำการแจกแบบสอบถามให้กับผู้ปฏิบัติงานแผนกพ่นสีสเปรย์ วันที่ 6-7 กุมภาพันธ์ 2563 ในช่วงเวลาพักเบรก ช่วงเช้า เวลา 10.30 น. และช่วงบ่าย เวลา 15.30 น. จำนวน 340 คน

2.10.11 วิเคราะห์และสรุปผลการจัดทำโครงการ

นำแบบสอบถามและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดทำโครงการมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิง พรรณนา (Descriptive Statistics) แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในโปรแกรม SPSS เพื่อสรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงาน

บทที่ 3
สรุปผลการดำเนินโครงการ

3.1. สรุปผลการดำเนินโครงการ

ผลการศึกษาโครงการครั้งนี้ซึ่งทำการศึกษา เรื่อง การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ ของ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด โดยทำการตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบระบายอากาศ ของแผนกพ่นสีสเปรย์ โดยมีรายละเอียด 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์

จากการจัดทำโครงการการตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 17 ท่อ ท่อละ 20 ช่อง มีทั้งหมด 340 ช่อง พบว่า หลังการบำรุงรักษา คือ การทำความสะอาดท่อลม พัดลม (Blower) และการทำความสะอาดอุปกรณ์กรองอากาศ (carbon filter) ประสิทธิภาพของความเร็วลมในท่อ มีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 95

3.1.1 ผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าช่องพ่นสีสเปรย์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา แผนกพ่นสีสเปรย์ ทั้งหมด 17 ท่อ จำนวน 340 ช่อง

3.1.2 สรุปผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าช่องพ่นสีสเปรย์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา

ส่วนที่ 2 แบบสอบถาม ก่อน-หลัง การจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจ

3.1.3 สรุปแบบสอบถามก่อน-หลังการจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าช่องพ่นสีสเปรย์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา แผนกพ่นสีสเปรย์ ทั้งหมด 17 ท่อ จำนวน 340 ช่อง

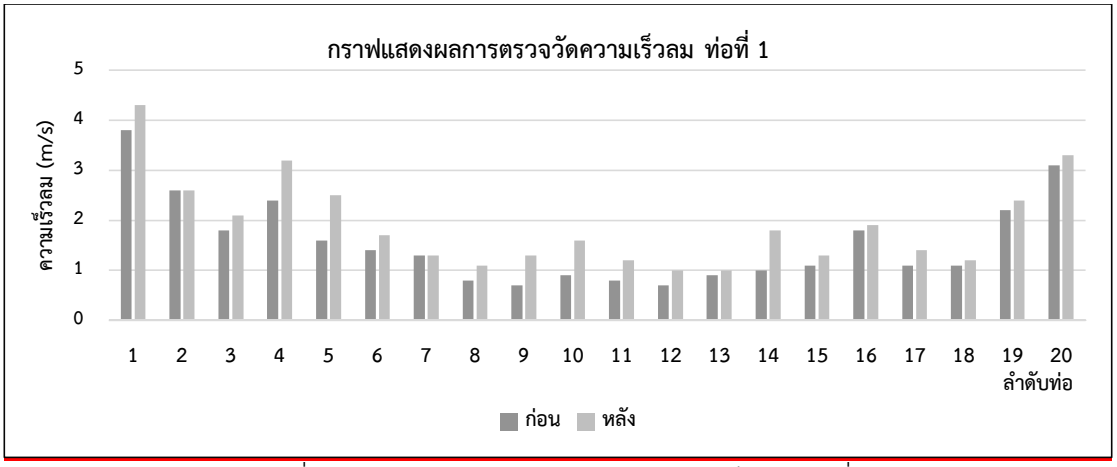
3.1.1.1 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3 - 1 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	3.8	4.3		11	0.8	1.2
2	2.6	2.6		12	0.7	1.0
3	1.8	2.1	**ท่อที่ 1**	13	0.9	1.0
4	2.4	3.2		14	1.0	1.8
5	1.6	2.5		15	1.1	1.3

ตารางที่ 3 - 1 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1 (ต่อ)

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
6	1.4	1.7	ท่อที่ 1	16	1.8	1.9
7	1.3	1.3		17	1.1	1.4
8	0.8	1.1		18	1.1	1.2
9	0.7	1.3		19	2.2	2.4
10	0.9	1.6		20	3.1	3.3
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	1.6		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	1.9		



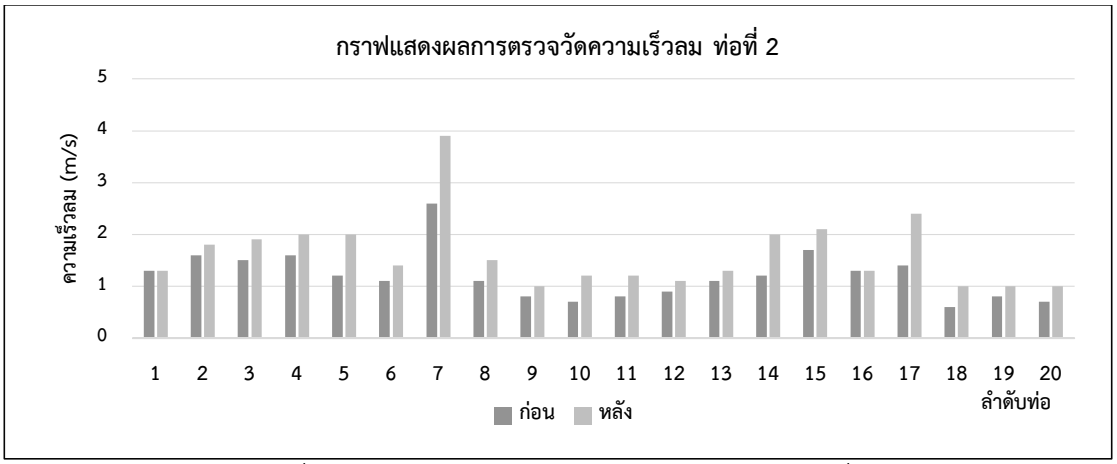
ภาพที่ 3-1 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 1

จากตารางที่ 3-1 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 1 พบว่า ท่อที่ 1 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-1 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.6 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80

3.1.1.2 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 2 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-2 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 2

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.3	1.3		11	0.8	1.2
2	1.6	1.8		12	0.9	1.1
3	1.5	1.9		13	1.1	1.3
4	1.6	2.0		14	1.2	2.0
5	1.2	2.0	**ท่อที่ 2**	15	1.7	2.1
6	1.1	1.4		16	1.3	1.3
7	2.6	3.9		17	1.4	2.4
8	1.1	1.5		18	0.6	1.0
9	0.8	1.0		19	0.8	1.0
10	0.7	1.2		20	0.7	1.0
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.2	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		1.6	



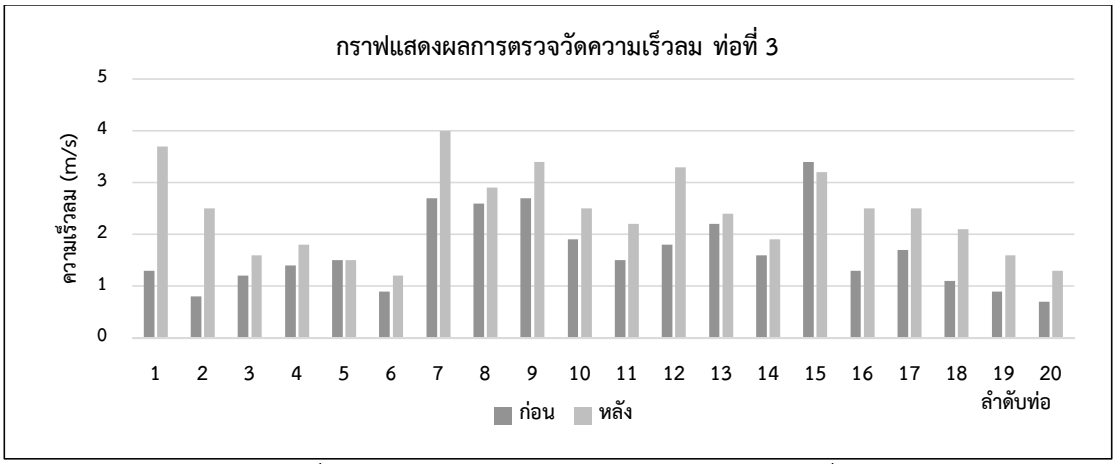
ภาพที่ 3-2 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 2

จากตารางที่ 3-2 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 2 พบว่า ท่อที่ 2 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-2 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.2 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 1.6 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70

3.1.1.3 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 3 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-3 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 3

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.3	3.7		11	1.5	2.2
2	0.8	2.5		12	1.8	3.3
3	1.2	1.6		13	2.2	2.4
4	1.4	1.8		14	1.6	1.9
5	1.5	1.5	**ท่อที่ 3**	15	3.4	3.2
6	0.9	1.2		16	1.3	2.5
7	2.7	4.0		17	1.7	2.5
8	2.6	2.9		18	1.1	2.1
9	2.7	3.4		19	0.9	1.6
10	1.9	2.5		20	0.7	1.3
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	1.7		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	2.4		



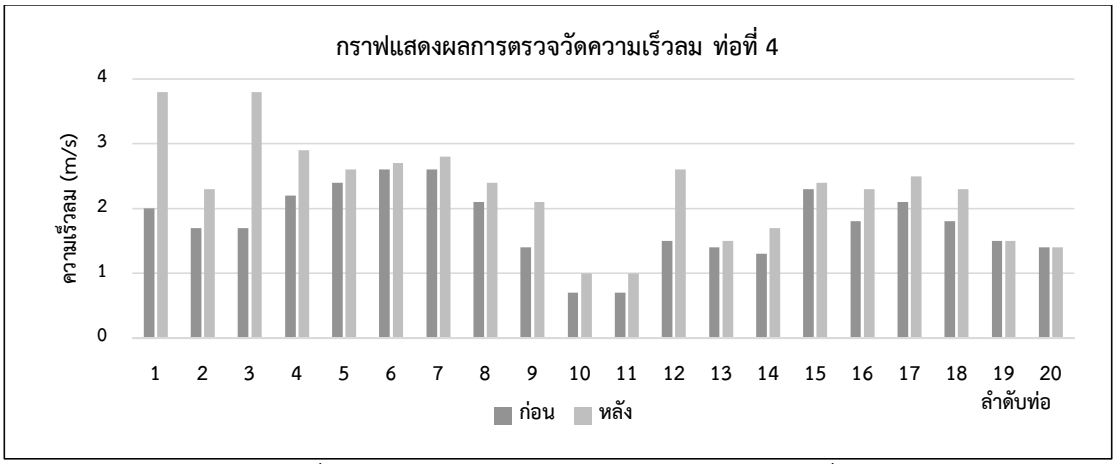
ภาพที่ 3-3 กราฟแสดงการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 3

จากตารางที่ 3-3 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 3 พบว่า ท่อที่ 3 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-3 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.7 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.4 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 95

3.1.1.4 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 4 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-4 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 4

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	2.0	3.8		11	0.7	1.0
2	1.7	2.3		12	1.5	2.6
3	1.7	3.8		13	1.4	1.5
4	2.2	2.9		14	1.3	1.7
5	2.4	2.6	**ท่อที่ 4**	15	2.3	2.4
6	2.6	2.7		16	1.8	2.3
7	2.6	2.8		17	2.1	2.5
8	2.1	2.4		18	1.8	2.3
9	1.4	2.1		19	1.5	1.5
10	0.7	1.0		20	1.4	1.4
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	1.8		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	2.3		



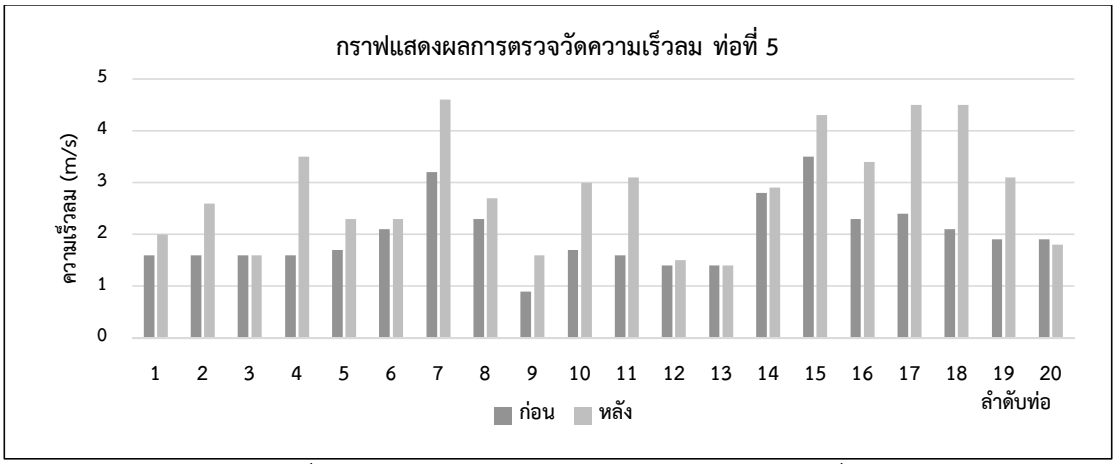
ภาพที่ 3-4 กราฟแสดงการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 4

จากตารางที่ 3-4 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 4 พบว่า ท่อที่ 4 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-4 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.8 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.3 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80

3.1.1.5 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 5 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-5 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 5

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.6	2.0		11	1.6	3.1
2	1.6	2.6		12	1.4	1.5
3	1.6	1.6		13	1.4	1.4
4	1.6	3.5		14	2.8	2.9
5	1.7	2.3	**ท่อที่ 5**	15	3.5	4.3
6	2.1	2.3		16	2.3	3.4
7	3.2	4.6		17	2.4	4.5
8	2.3	2.7		18	2.1	4.5
9	0.9	1.6		19	1.9	3.1
10	1.7	3.0		20	1.9	1.8
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		2.0	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		2.8	



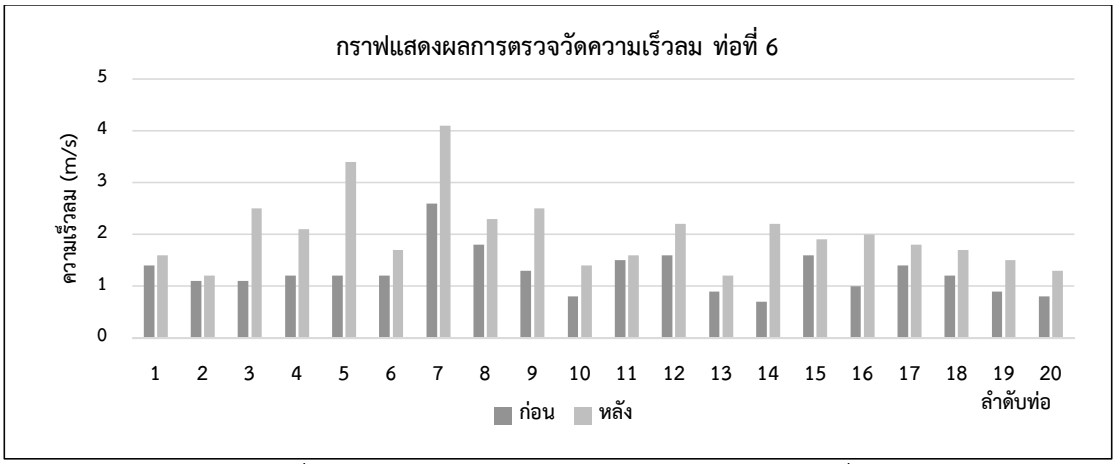
ภาพที่ 3 - 5 กราฟแสดงการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 5

จากตารางที่ 3-5 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 5 พบว่า ท่อที่ 5 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3–5 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90

3.1.1.6 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 6 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-6 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 6

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.4	1.6		11	1.5	1.6
2	1.1	1.2		12	1.6	2.2
3	1.1	2.5		13	0.9	1.2
4	1.2	2.1		14	0.7	2.2
5	1.2	3.4	**ท่อที่ 6**	15	1.6	1.9
6	1.2	1.7		16	1.0	2.0
7	2.6	4.1		17	1.4	1.8
8	1.8	2.3		18	1.2	1.7
9	1.3	2.5		19	0.9	1.5
10	0.8	1.4		20	0.8	1.3
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.3	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		2.0	



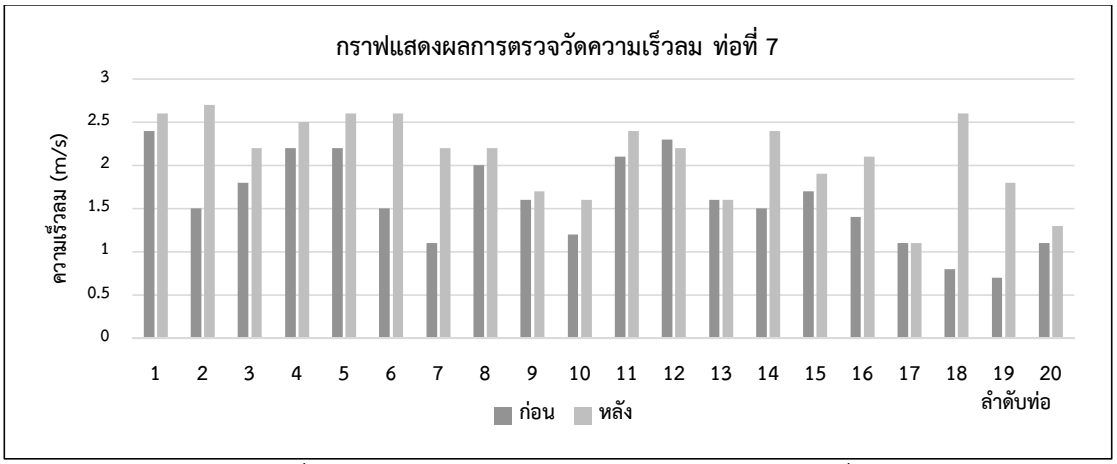
ภาพที่ 3-6 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 6

จากตารางที่ 3-6 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 6 พบว่า ท่อที่ 6 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-6 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.3 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90

3.1.1.7 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 7 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-7 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 7

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	2.4	2.6		11	2.1	2.4
2	1.5	2.7		12	2.3	2.2
3	1.8	2.2		13	1.6	1.6
4	2.2	2.5		14	1.5	2.4
5	2.2	2.6	**ท่อที่ 7**	15	1.7	1.9
6	1.5	2.6		16	1.4	2.1
7	1.1	2.2		17	1.1	1.1
8	2.0	2.2		18	0.8	2.6
9	1.6	1.7		19	0.7	1.8
10	1.2	1.6		20	1.1	1.3
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	1.6		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	2.1		



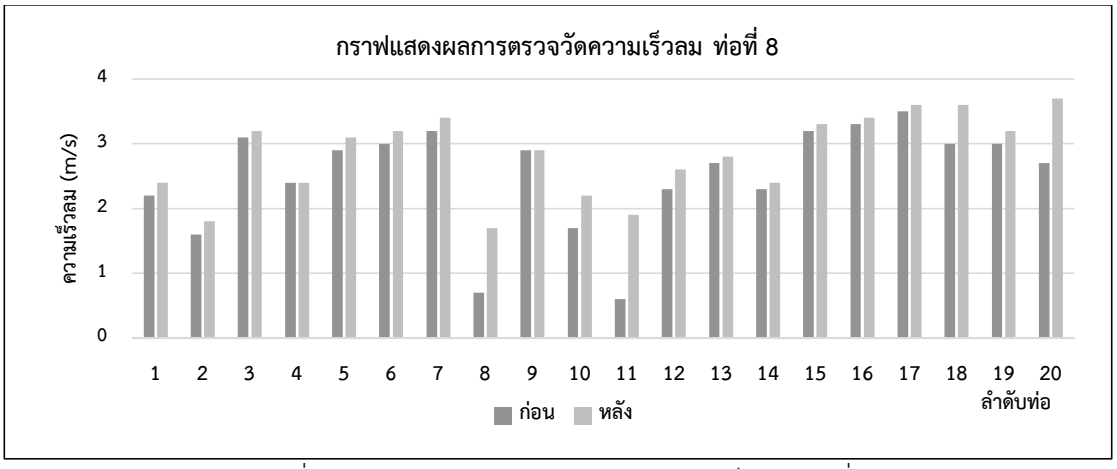
ภาพที่ 3-7 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 7

จากตารางที่ 3-7 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 7 พบว่า ท่อที่ 7 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-7 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.6 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.1 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 85

3.1.1.8 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 8 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-8 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 8

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	2.2	2.4		11	0.6	1.9
2	1.6	1.8		12	2.3	2.6
3	3.1	3.2		13	2.7	2.8
4	2.4	2.4		14	2.3	2.4
5	2.9	3.1	**ท่อที่ 8**	15	3.2	3.3
6	3.0	3.2		16	3.3	3.4
7	3.2	3.4		17	3.5	3.6
8	0.7	1.7		18	3.0	3.6
9	2.9	2.9		19	3.0	3.2
10	1.7	2.2		20	2.7	3.7
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	2.5		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	2.8		



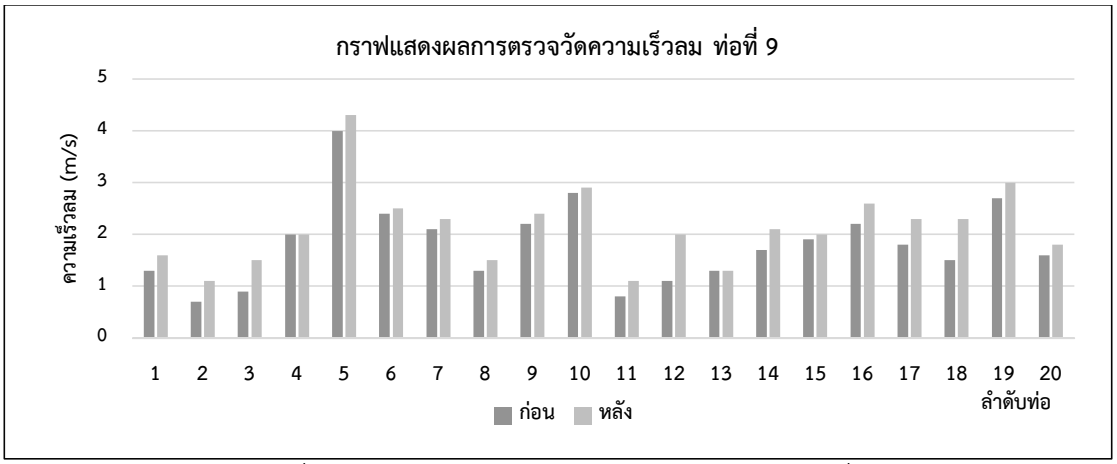
ภาพที่ 3-8 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 8

จากตารางที่ 3-8 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 8 พบว่า ท่อที่ 8 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-8 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 85

3.1.1.9 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 9 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-9 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 9

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.3	1.6		11	0.8	1.1
2	0.7	1.1		12	1.1	2.0
3	0.9	1.5		13	1.3	1.3
4	2.0	2.0		14	1.7	2.1
5	4.0	4.3	**ท่อที่ 9**	15	1.9	2.0
6	2.4	2.5		16	2.2	2.6
7	2.1	2.3		17	1.8	2.3
8	1.3	1.5		18	1.5	2.3
9	2.2	2.4		19	2.7	3.0
10	2.8	2.9		20	1.6	1.8
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.8	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		2.1	



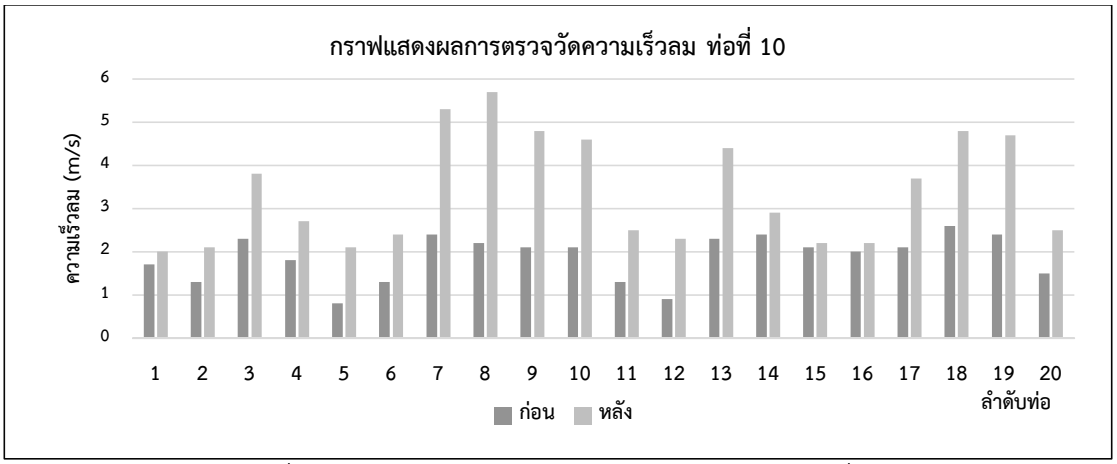
ภาพที่ 3-9 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 9

จากตารางที่ 3-9 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 9 พบว่า ท่อที่ 9 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-9 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.8 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลม เท่ากับ 2.1 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90

3.1.1.10 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 10 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-10 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 10

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.7	2.0		11	1.3	2.5
2	1.3	2.1		12	0.9	2.3
3	2.3	3.8		13	2.3	4.4
4	1.8	2.7		14	2.4	2.9
5	0.8	2.1	**ท่อที่ 10**	15	2.1	2.2
6	1.3	2.4		16	2.0	2.2
7	2.4	5.3		17	2.1	3.7
8	2.2	5.7		18	2.6	4.8
9	2.1	4.8		19	2.4	4.7
10	2.1	4.6		20	1.5	2.5
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.9	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		3.4	



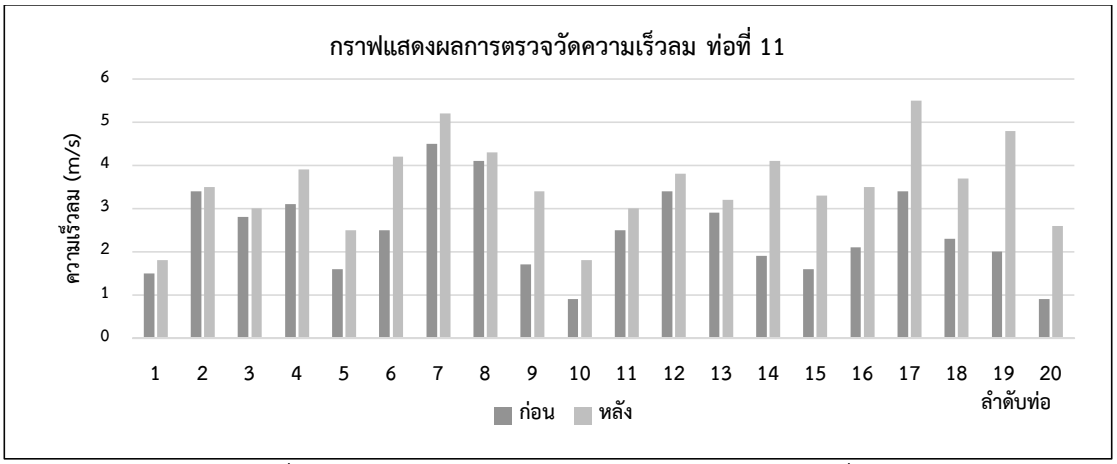
ภาพที่ 3-10 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 10

จากตารางที่ 3-10 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 10 พบว่า ท่อที่ 10 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-10 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.4 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.1.11 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 11 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-11 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 11

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.5	1.8		11	2.5	3.0
2	3.4	3.5		12	3.4	3.8
3	2.8	3.0		13	2.9	3.2
4	3.1	3.9		14	1.9	4.1
5	1.6	2.5	**ท่อที่ 11**	15	1.6	3.3
6	2.5	4.2		16	2.1	3.5
7	4.5	5.2		17	3.4	5.5
8	4.1	4.3		18	2.3	3.7
9	1.7	3.4		19	2.0	4.8
10	0.9	1.8		20	0.9	2.6
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		2.5	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		3.6	



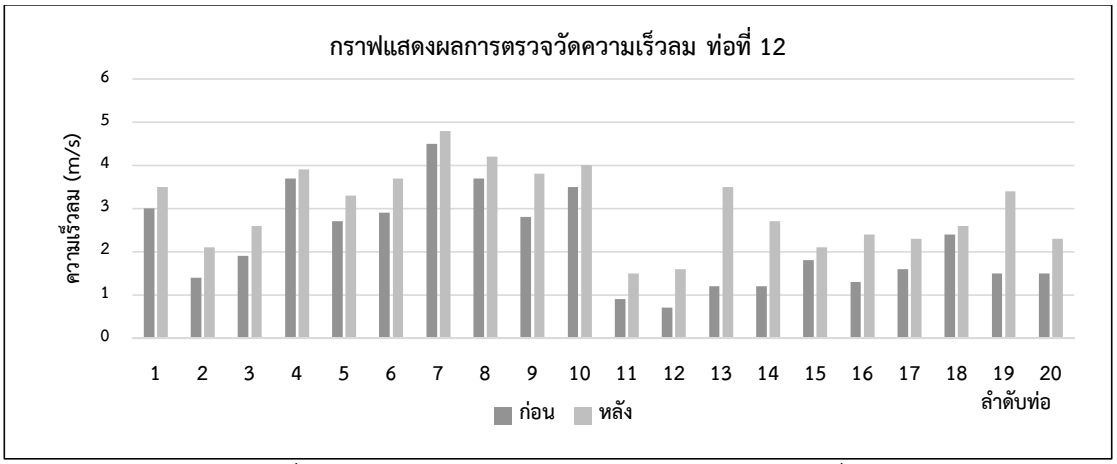
ภาพที่ 3-11 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 11

จากตารางที่ 3-11 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 11 พบว่า ท่อที่ 11 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-11 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.6 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.2.12 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 12 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-12 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 12

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	3.0	3.5		11	0.9	1.5
2	1.4	2.1		12	0.7	1.6
3	1.9	2.6		13	1.2	3.5
4	3.7	3.9		14	1.2	2.7
5	2.7	3.3	**ท่อที่ 12**	15	1.8	2.1
6	2.9	3.7		16	1.3	2.4
7	4.5	4.8		17	1.6	2.3
8	3.7	4.2		18	2.4	2.6
9	2.8	3.8		19	1.5	3.4
10	3.5	4.0		20	1.5	2.3
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	2.2		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	3.0		



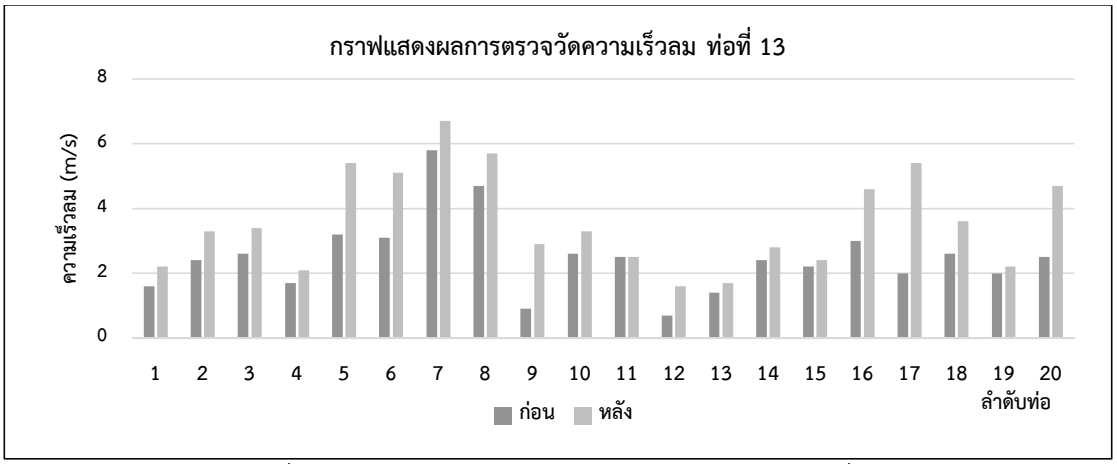
ภาพที่ 3-12 กราฟแสดงผลการตรวจวัดคามเร็วลม ท่อที่ 12

จากตารางที่ 3-12 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 12 พบว่า ท่อที่ 12 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-12 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.2 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.0 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90

3.1.1.13 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 13 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-13 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 13

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.6	2.2		11	2.5	2.5
2	2.4	3.3		12	0.7	1.6
3	2.6	3.4		13	1.4	1.7
4	1.7	2.1		14	2.4	2.8
5	3.2	5.4	**ท่อที่ 13**	15	2.2	2.4
6	3.1	5.1		16	3.0	4.6
7	5.8	6.7		17	2.0	5.4
8	4.7	5.7		18	2.6	3.6
9	0.9	2.9		19	2.0	2.2
10	2.6	3.3		20	2.5	4.7
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	2.5		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	3.6		



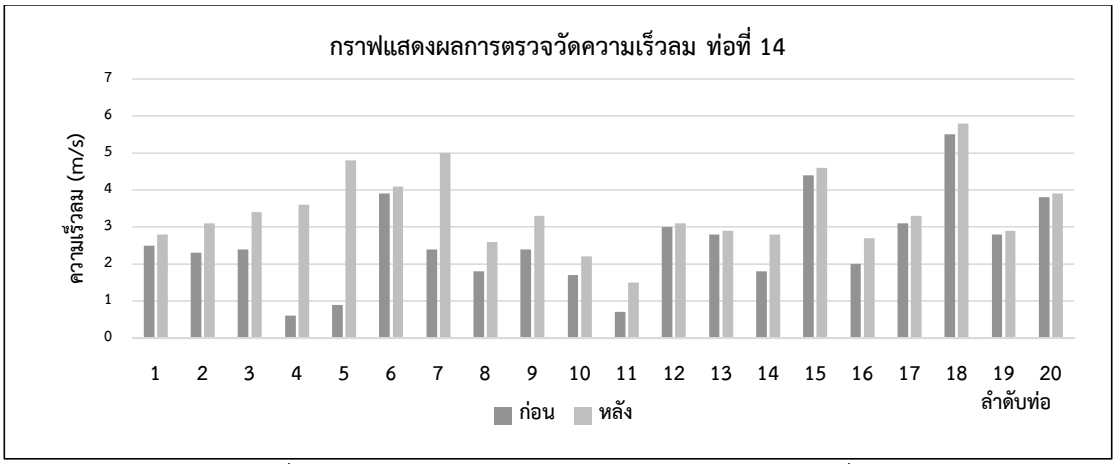
ภาพที่ 3-13 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 13

จากตารางที่ 3-13 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 13 พบว่า ท่อที่ 13 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-13 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.6 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 90

3.1.114 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 14 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-14 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 14

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	2.5	2.8		11	0.7	1.5
2	2.3	3.1		12	3.0	3.1
3	2.4	3.4		13	2.8	2.9
4	0.6	3.6		14	1.8	2.8
5	0.9	4.8	**ท่อที่ 14**	15	4.4	4.6
6	3.9	4.1		16	2.0	2.7
7	2.4	5.0		17	3.1	3.3
8	1.8	2.6		18	5.5	5.8
9	2.4	3.3		19	2.8	2.9
10	1.7	2.2		20	3.8	3.9
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	2.5		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	3.4		



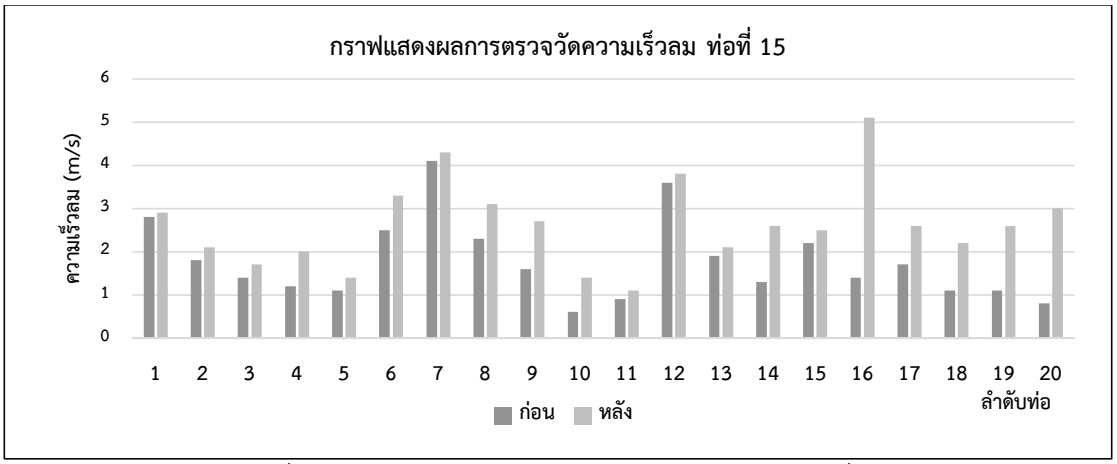
ภาพที่ 3-14 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 14

จากตารางที่ 3-14 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 14 พบว่า ท่อที่ 14 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-14 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.4 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.1.15 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 15 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-15 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 15

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	2.8	2.9		11	0.9	1.1
2	1.8	2.1		12	3.6	3.8
3	1.4	1.7		13	1.9	2.1
4	1.2	2.0		14	1.3	2.6
5	1.1	1.4	**ท่อที่ 15**	15	2.2	2.5
6	2.5	3.3		16	1.4	5.1
7	4.1	4.3		17	1.7	2.6
8	2.3	3.1		18	1.1	2.2
9	1.6	2.7		19	1.1	2.6
10	0.6	1.4		20	0.8	3.0
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.8	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		2.6	



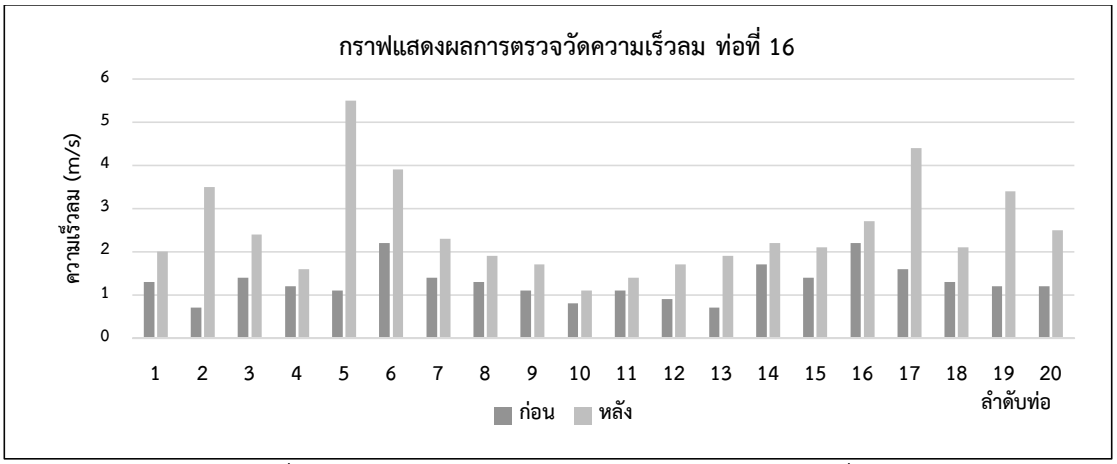
ภาพที่ 3-15 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 15

จากตารางที่ 3-15 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 15 พบว่า ท่อที่ 15 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-15 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.8 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 2.6 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.1.16 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 16 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-16 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 16

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	1.3	2.0		11	1.1	1.4
2	0.7	3.5		12	0.9	1.7
3	1.4	2.4		13	0.7	1.9
4	1.2	1.6		14	1.7	2.2
5	1.1	5.5	**ท่อที่ 16**	15	1.4	2.1
6	2.2	3.9		16	2.2	2.7
7	1.4	2.3		17	1.6	4.4
8	1.3	1.9		18	1.3	2.1
9	1.1	1.7		19	1.2	3.4
10	0.8	1.1		20	1.2	2.5
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=		1.3	
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=		2.5	



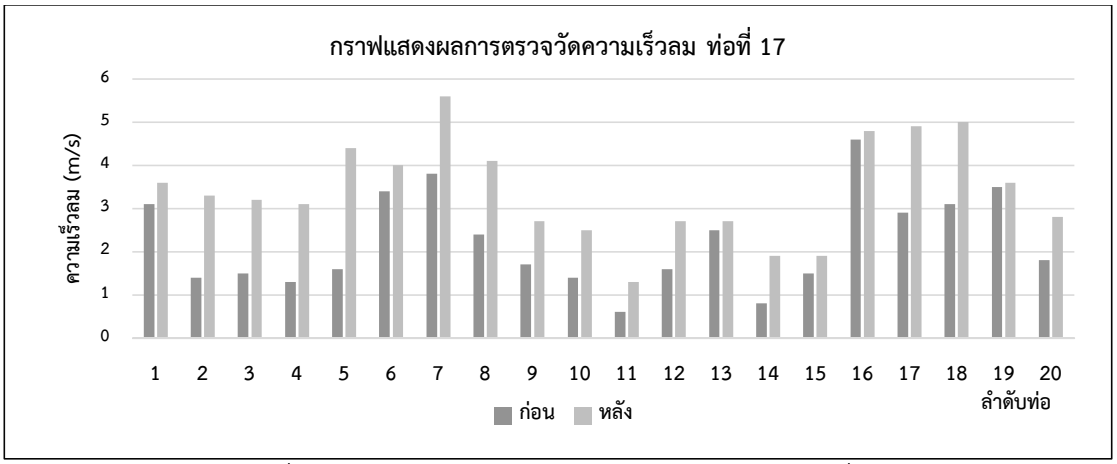
ภาพที่ 3-16 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 16

จากตารางที่ 3-16 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 16 พบว่า ท่อที่ 16 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-16 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 1.3 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.1.17 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 17 มี จำนวน 20 ช่อง

ตารางที่ 3-17 ผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 17

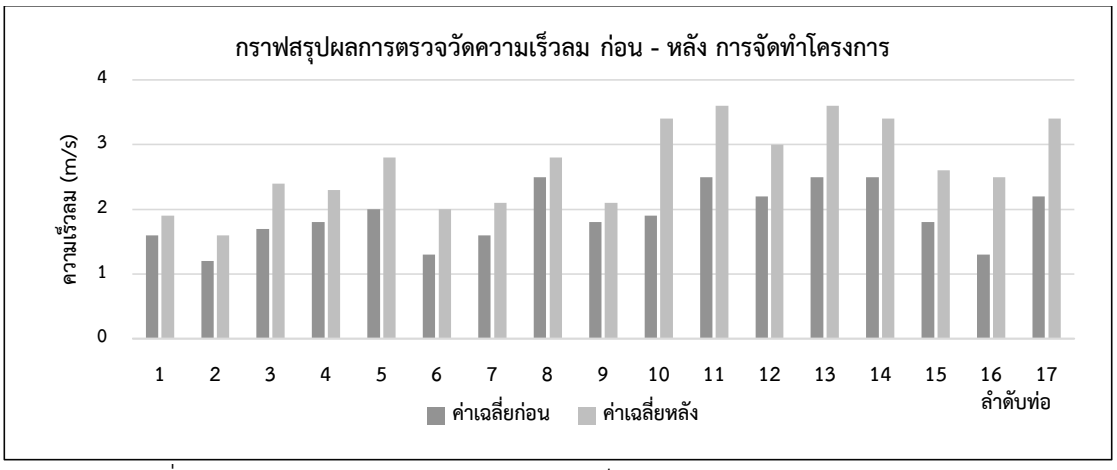
ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1	3.1	3.6		11	0.6	1.3
2	1.4	3.3		12	1.6	2.7
3	1.5	3.2		13	2.5	2.7
4	1.3	3.1		14	0.8	1.9
5	1.6	4.4	**ท่อที่ 17**	15	1.5	1.9
6	3.4	4.0		16	4.6	4.8
7	3.8	5.6		17	2.9	4.9
8	2.4	4.1		18	3.1	5.0
9	1.7	2.7		19	3.5	3.6
10	1.4	2.5		20	1.8	2.8
ค่าเฉลี่ยก่อน (m/s)			=	2.2		
ค่าเฉลี่ยหลัง (m/s)			=	3.4		



ภาพที่ 3-17 กราฟแสดงผลการตรวจวัดความเร็วลม ท่อที่ 17

จากตารางที่ 3-17 ผลการตรวจวัดความเร็วลมท่อที่ 17 พบว่า ท่อที่ 17 มีช่องทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องมีความเร็วลม ก่อน-หลัง ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-17 โดยค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนการจัดทำโครงการ เท่ากับ 2.2 เมตรต่อวินาที และหลังการจัดทำโครงการค่าเฉลี่ยความเร็วลมเท่ากับ 3.4 เมตรต่อวินาที ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 100

3.1.2 สรุปผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าช่องพ่นสีสเปรย์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา



ภาพที่ 3-18 กราฟสรุปผลการตรวจวัดความเร็วลม ก่อน - หลัง การจัดทำโครงการ

ดังนั้น สรุปผลการจัดทำโครงการการตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 17 ท่อ ท่อละ 20 ช่อง มีทั้งหมด 340 ช่อง พบว่า ประสิทธิภาพของความเร็วลมในท่อ มีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 95

ส่วนที่ 2 แบบสอบถาม ก่อน – หลัง การจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจ

3.1.3 สรุปแบบสอบถามก่อน – หลังการจัดทำโครงการ และแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ

3.1.2.1 แบบสอบถาม ก่อน-หลัง การจัดทำโครงการ การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 3-18 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการ		**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
1. เพศ	ชาย	130	38.2
	หญิง	210	61.8
2. อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	35	10.3
	20 – 40 ปี	280	82.4
	41 ปี ขึ้นไป	25	7.4
3. วุฒิการศึกษา	ต่ำกว่า ม.6	145	42.7
	ม.6	190	55.9
	ปริญญาตรี	5	1.5
4. อายุงาน	ต่ำกว่า 1 ปี	60	17.7
	1 – 5 ปี	165	48.5
	มากกว่า 5 ปี	115	33.8

จากตารางที่ 3-18 พบว่า พนักงานที่ทำงานใน แผนกพ่นสีสเปรย์ มีจำนวนทั้งหมด 340 คน เป็น เพศชาย จำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 38.2 เพศหญิง จำนวน 210 คน คิดเป็นร้อยละ 61.8 อายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 10.3 อายุ 20-40 ปี จำนวน 280 คน คิดเป็นร้อยละ 82.4 อายุ 41 ปีขึ้นไป จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 วุฒิการศึกษาต่ำกว่า ม.6 จำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 42.7 วุฒิการศึกษา ม.6 จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 55.9 วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 1.5 อายุงาน ต่ำกว่า 1 ปี จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 17.7 อายุงาน 1-5 ปี จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 48.5 อายุงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 33.8

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน ก่อนการจัดทำโครงการ

ตารางที่ 3-19 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน ก่อนการจัดทำโครงการ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด			
1. พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม	5	120	195	20	0	3.3	0.6	ปานกลาง
2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้	5	115	170	50	0	3.2	0.7	ปานกลาง
3. สภาพบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม	15	90	200	35	0	3.3	0.7	ปานกลาง
4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน	70	165	100	5	0	3.9	0.7	มาก
5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ	15	95	225	5	0	3.4	0.6	ปานกลาง

จากตารางที่ 3-19 พบว่า พนักงานแผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 340 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงานก่อนการจัดทำโครงการ ดังนี้ 1.พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.3 , S.D. =0.6) 2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.2 , S.D. =0.7) 3. สภาพบบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.3 , S.D. =0.7) 4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=3.9 , S.D. =0.7) 5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$=3.4 , S.D. =0.6)

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน หลังการจัดทำโครงการ

ตารางที่ 3-20 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน หลังการจัดทำโครงการ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด			
1. พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม	35	275	30	0	0	4.0	0.4	มาก
2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้	25	260	55	0	0	3.9	0.5	มาก
3. สภาพบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม	50	255	35	0	0	4.0	0.5	มาก
4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน	65	110	55	45	65	3.2	1.4	มาก
5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ	70	215	55	0	0	4.0	0.6	มาก

จากตารางที่ 3-20 พบว่า พนักงานแผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 340 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงานหลังการจัดทำโครงการ ดังนี้ 1.พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0 , S.D. = 0.4) 2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=3.9 , S.D. =0.5) 3. สภาพบบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0 , S.D. =0.5) 4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=3.2 , S.D. =1.4) 5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0 , S.D. =0.6)

3.1.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์

ตารางที่ 3-21 ความพึงพอใจในการจัดทำโครงการ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยที่สุด			
1. ท่านได้รับประโยชน์จากการจัดทำโครงการ	80	200	60	0	0	4.1	0.6	มาก
2. ท่านเห็นความสำคัญของโครงการ	60	190	90	0	0	3.9	0.7	มาก
3. ผู้จัดทำโครงการมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการจัดทำโครงการ	55	165	120	0	0	3.8	0.7	มาก
4. ความพึงพอใจของท่านต่อภาพรวมของโครงการ	55	220	65	0	0	4.0	0.6	มาก

จากตารางที่ 3-21 พบว่า พนักงานแผนกพ่นสีสเปรย์ จำนวน 340 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจการจัดทำโครงการ ดังนี้ 1. ท่านได้รับประโยชน์จากการจัดทำโครงการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.1 , S.D. = 0.6) 2. ท่านเห็นความสำคัญของโครงการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=3.9 , S.D. =0.7) 3. ผู้จัดทำโครงการมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการจัดทำโครงการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=3.8 , S.D. =0.7) 4. ความพึงพอใจของท่านต่อภาพรวมของโครงการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.0 , S.D. =0.6)

สรุปผลจากการทำโครงการ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม พบว่า พนักงานส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง จำนวน 210 คน คิดเป็นร้อยละ 61.8 มีอายุระหว่าง 20 – 40 ปี จำนวน 280 คน คิดเป็นร้อยละ 82.4 จบการศึกษาระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 55.9 มีอายุงานระหว่าง 1-5 ปี จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 48.5 โดยภาพรวมก่อนการจัดทำโครงการพนักงานมีความพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศเฉพาะที่ อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.4

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.6 หลังจากการจัดทำโครงการพนักงานมีความพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศเฉพาะที่อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.6 และพนักงานมีความพึงพอใจต่อภาพรวมของการจัดทำโครงการอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.6

3.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

3.2.1 ได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง

3.2.2 ได้รับความรู้จากการทำงานมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคิดให้เกิดการเรียนรู้

3.2.3 ทำให้เรามีความรู้ ความอดทน และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

3.2.4 ทำให้กล้าคิด กล้าพูด และกล้าแสดงออก รู้จักการปรับตัวเข้าหาผู้อื่น

3.2.5 ได้เรียนรู้ถึงกระบวนการผลิตของบริษัทฯ

3.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

3.3.1 เนื่องจากพนักงานในแผนกพ่นสีสเปรย์มีจำนวนมาก และไม่สามารถเก็บข้อมูลในช่วงที่พนักงานปฏิบัติงานได้ จึงจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงที่พนักงานพักเบรก จึงเป็นอุปสรรคต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแบบสอบถาม

3.3.2 อุปสรรคในการตรวจวัดความเร็วลมคือต้องทำงานแข่งกับเวลาเนื่องจากสามารถวัดความเร็วลมได้แค่ช่วงที่พนักงานพักเที่ยงเท่านั้น

3.3.3 จากการศึกษาข้อมูลการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์ บริษัท ฟอร์เวิร์ด ฟรีแลนด์ จำกัด พบว่า อัตราการไหลของอากาศภายในท่อ เท่ากับ 4.33 m^3/s และมีความเร็วลมภายในท่อ เท่ากับ 17.49 m/s ซึ่งจากผลการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมา พบว่าความเร็วลมภายในท่อมีค่าเท่ากับ 16.10 m/s ซึ่งน้อยกว่าที่ออกแบบไว้

3.3.4 ควรมีการปรับปรุงขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อลมให้มีขนาดที่เล็กลง เพื่อให้ความเร็วลมภายในท่อมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้ ดังนี้

กำหนดให้พื้นที่หน้าตัดท่อลมมีขนาด กว้าง x ยาว = 0.5 x 0.5 m^2 = 0.25 m^2

$$\text{จะได้ ความเร็วลม (V)} = \frac{\text{อัตราการไหล (Q)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดท่อ (A)}}$$

$$= \frac{4.33}{0.25}$$

$$= 17.32 \text{ m/s}$$

3.3.5 ควรมีการทำความสะอาดท่อพ่นสีสเปรย์เป็นประจำและสม่ำเสมอ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อลดการเกาะติดของกากสีบริเวณท่อพ่นสีสเปรย์ ซึ่งส่งผลให้ความเร็วลมภายในท่อลดลง และมีการตรวจติดตาม รายงานผลการดำเนินงานทุกครั้ง

บรรณานุกรม

กาญจนาพร มูลไทย และ ศศิธร ศรีมีชัย. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับการสัมผัสโทลูอีนในอู่ซ่อมรถยนต์ในเขตเทศบาลตำบลบางพูน อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี**. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย ปีที่ 31 ฉบับที่ 2. (ออนไลน์).แหล่งที่มา : Http://www.tci.thaijo.org/. วันที่เข้าถึงข้อมูล 16 ธันวาคม 2562

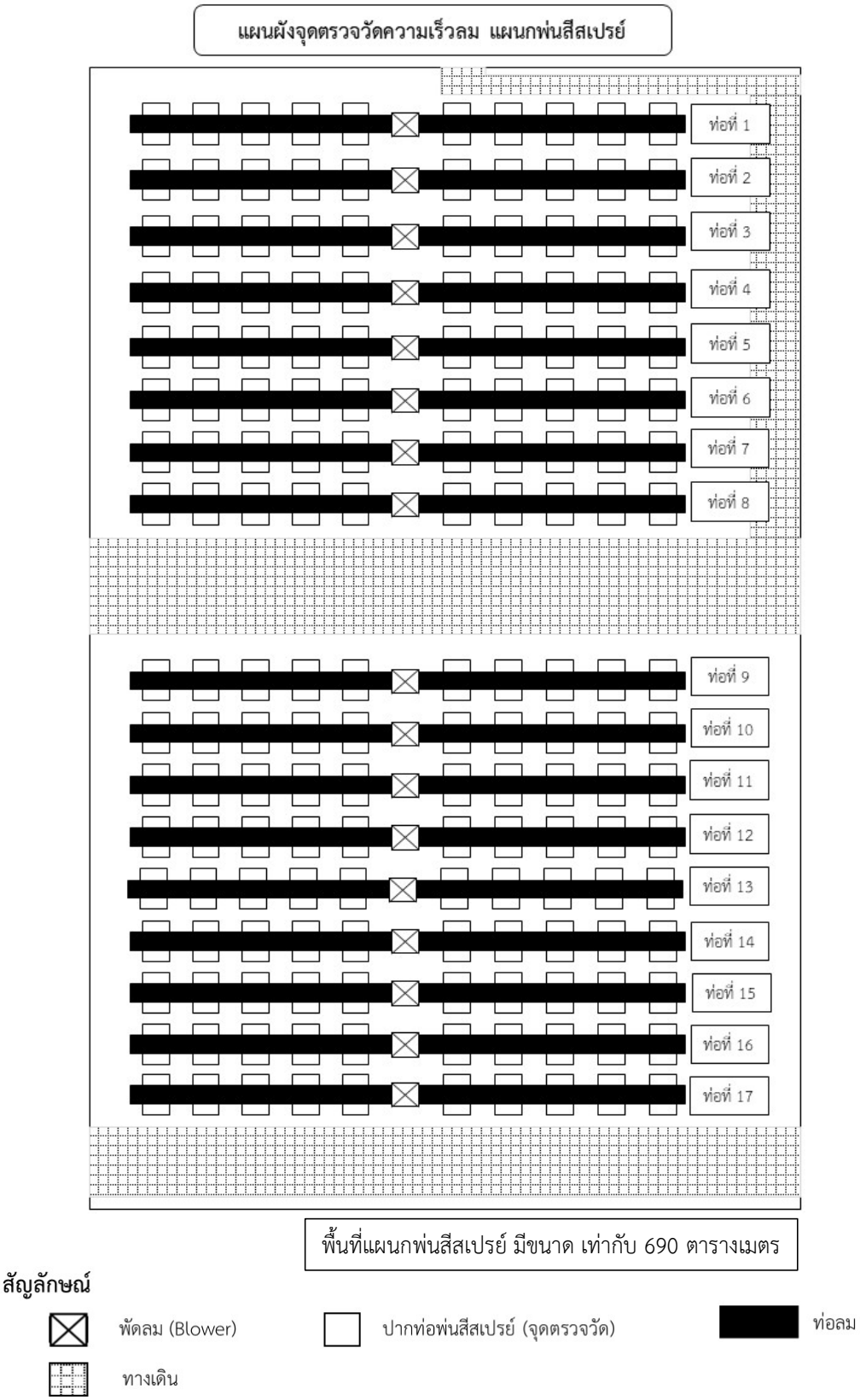
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. **หลักการออกแบบบำบัดกลิ่นเบื้องต้น**.(ออนไลน์). แหล่งที่มา : httpwww.pcd.go.th/info_serv/datasmell/ design_ ventilation.htm. วันที่เข้าถึงข้อมูล 17 ธันวาคม 2562

ข้อ 28 แห่งกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2556

นงลักษณ์ พิพิธสุนทรศานต์. **การออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อลดปริมาณยาดมสลบในห้องผ่าตัด**.(ออนไลน์).แหล่งที่มา : http://kb.psu.ac.th/ psukb/handle/2016/11715.วันที่เข้าถึงข้อมูล 17 ธันวาคม 2562

นพภาพร พานิช และคณะ. **หลักการออกแบบระบบบำบัดกลิ่นเบื้องต้น**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (http://www.pcd.go.th/ info_serv/Datasmell/design_ventilation.htm). เข้าถึงข้อมูลวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2563.

ภาคผนวก


แผนผังจุดตรวจวัดความเร็วลม แผนกพ่นสีสเปรย์
ท่อที่ 1
ท่อที่ 2
ท่อที่ 3
ท่อที่ 4
ท่อที่ 5
ท่อที่ 6
ท่อที่ 7
ท่อที่ 8
ท่อที่ 9
ท่อที่ 10
ท่อที่ 11
ท่อที่ 12
ท่อที่ 13
ท่อที่ 14
ท่อที่ 15
ท่อที่ 16
ท่อที่ 17
พื้นที่แผนกพ่นสีสเปรย์ มีขนาด เท่ากับ 690 ตารางเมตร
สัญลักษณ์
พัดลม (Blower)
ปากท่อพ่นสีสเปรย์ (จุดตรวจวัด)
ท่อลม
ทางเดิน

แบบบันทึกข้อมูลผลการตรวจวัดความเร็วลม

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1				11		
2				12		
3				13		
4				14		
5			ท่อที่	15		
6				16		
7				17		
8				18		
9				19		
10				20		

ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)		ช่องที่	ก่อน (m/s)	หลัง (m/s)
1				11		
2				12		
3				13		
4				14		
5			ท่อที่	15		
6				16		
7				17		
8				18		
9				19		
10				20		

แบบสอบถาม ก่อน การจัดทำโครงการ

“การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์”

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ และกรอกข้อความให้ครบถ้วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษา ☐ ต่ำกว่า ม.6 ☐ ม.6 ☐ ปริญญาตรี
4. อายุงาน ☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน ก่อนการจัดทำโครงการ

รายละเอียด	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5 มากที่สุด	**4 มาก**	**3 ปานกลาง**	**2 น้อย**	**1 น้อยที่สุด**
1. พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม					
2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้					
3. สภาพบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม					
4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน					
5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ					

แบบสอบถาม หลัง การจัดทำโครงการ

“การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์”

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ และกรอกข้อความให้ครบถ้วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษา ☐ ต่ำกว่า ม.6 ☐ ม.6 ☐ ปริญญาตรี
4. อายุงาน ☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อพื้นที่การปฏิบัติงาน หลังการจัดทำโครงการ

รายละเอียด	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5 มากที่สุด	**4 มาก**	**3 ปานกลาง**	**2 น้อย**	**1 น้อยที่สุด**
1. พื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม					
2. ท่อลมสามารถดูดสารเคมีในพื้นที่การปฏิบัติงานได้					
3. สภาพบรรยากาศในพื้นที่การปฏิบัติงานมีความเหมาะสม					
4. ท่านอยากให้มีการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน					
5. โดยภาพรวมท่านพึงพอใจต่อระบบระบายอากาศ					

แบบประเมินความพึงพอใจการจัดทำโครงการ

“การตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ แผนกพ่นสีสเปรย์”

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ และกรอกข้อความให้ครบถ้วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษา ☐ ต่ำกว่า ม.6 ☐ ม.6 ☐ ปริญญาตรี
4. อายุงาน ☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจการจัดทำโครงการ

รายละเอียด	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5 มากที่สุด	**4 มาก**	**3 ปานกลาง**	**2 น้อย**	**1 น้อยที่สุด**
1. ท่านได้รับประโยชน์จากการจัดทำโครงการ					
2. ท่านเห็นความสำคัญของโครงการ					
3. ผู้จัดทำโครงการมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการจัดทำโครงการ					
4. ความพึงพอใจของท่านต่อภาพรวมของโครงการ					

รายละเอียดเครื่องจักร

พัดลมแบบกล่อง (Cabinet Fan) รุ่น SPB ใบพัดแบบกรงกระรอก ลมเข้า 2 ทาง (Sirocco Blower Double Inlet) ตีกล่องปิด เป็นโบลเวอร์ที่ให้ปริมาณลมมากกว่าโบลเวอร์ประเภทอื่นๆ มีเสียงในการทำงานเบา เหมาะสำหรับดูดระบายความร้อนในอาคาร โรงอาหาร ดูดกลิ่น ดูดควันในโรงงาน

MODEL	DIA.		MOTOR			FAN		DIMENSION (mm)						
	MM	IN	HP	V	RPM	CMM	mmWG	A	B	C	D	E	F	G
SPB-3094G	250	9	1/2	220/380	1100	33	25	420	590	420	510	330	300	260
SPB-3104G	280	10	1	220/380	1050	69	25	500	600	500	520	420	330	290
SPB-3124G	330	12	2	220/380	1200	84	40	570	700	570	610	480	390	340
SPB-3124S	305	12	2	220/380	1200	84	40	610	610	610	355	340		
SPB-3144S	356	14	2	220/380	1100	108	40	710	710	710	410	380		
SPB-3154G	400	15	3	220/380	950	132	40	730	760	720	570	530	470	400
SPB-3164S	380	16	3	220/380	950	132	40	760	760	760	480	430		
SPB-3184S	455	18	3	220/380	880	162	40	860	860	860	530	485		
SPB-3184G	480	18	3	220/380	880	162	40	850	890	850	700	650	560	480
SPB-3204S	535	20	5	220/380	800	192	40	915	915	915	610	540		
SPB-3244S	610	24	7.5	220/380	620	260	40	1112	1112	1112	710	660		
SPB-3304S	760	30	10	220/380	503	484	40	1370	1370	1370	860	820		

การออกแบบระบบบำบัดกลิ่นด้วยกระบวนการทางชีวภาพเบื้องต้น

หลักเกณฑ์ออกแบบระบบระบายอากาศในอุตสาหกรรมเบื้องต้น

การระบายอากาศจากอุตสาหกรรมเป็นการนำอากาศที่ปนเปื้อนออกจากพื้นที่ทำงานและนำอากาศที่สะอาดเข้ามาทดแทน หากจะต้องเลือกใช้วิธีการระบายอากาศแล้วควรปรึกษาวิศวกรหรือบริษัทที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เรื่องการออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพตลอดจนการบำรุงรักษาระบบให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบและทดสอบตลอดจนการบำรุงรักษาระบบควรได้รับการดูแลจากวิศวกรหรือบริษัทที่มีประสบการณ์และความรู้เป็นอย่างดี การออกแบบระบบระบายอากาศที่ดี จะต้องมีลักษณะดังนี้

1. สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ ดูดมลพิษออกไปทางปล่อง โดยใช้ Hood หรือท่อและทำให้คุณภาพอากาศภายในโรงงานมีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. การดูดมลพิษต้องมีประสิทธิภาพ คือใช้ดูดปริมาตรอากาศออกไปน้อยตรงจุดที่ได้ผลที่สุด เช่น ในบริเวณที่ใกล้และครอบคลุมแหล่งกำเนิด มีการสูญเสียพลังงานในระบบดูดอากาศน้อยที่สุด เช่น ออกแบบท่อดูดในระบบ และปล่องต้องไม่มีข้องอมากหรือใช้ความเร็วลมที่สูงหรือต่ำเกินไป

องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ

การดึงอากาศเสียเฉพาะที่นั้นใช้หลักการว่าอากาศจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีความดันอากาศสูงไปยังที่มีความดันอากาศต่ำ ดังนั้นจึงต้องสร้างระบบที่มีความดันอากาศสูงและต่ำโดยใช้พัดลมที่ดูดอากาศจึงทำให้บริเวณหน้าพัดลมมีความดันอากาศสูงกว่าหลังพัดลม และอากาศก็จะถูกดูดออกไปด้วยกำลังแรง (เหมือนเครื่องดูดฝุ่น)

ระบบดูดอากาศเสียประกอบด้วย

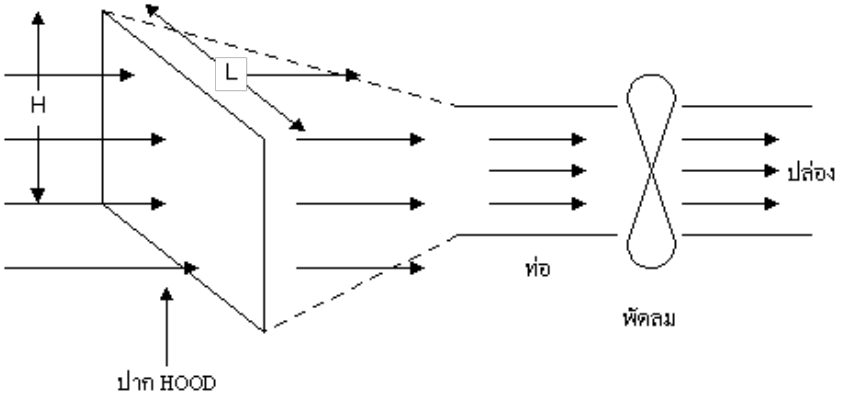
1. ปากท่อหรือปาก “Hood” หรือบางครั้งเรียกตู้ดูดอากาศเสีย
2. ท่อที่ใช้ส่งอากาศเสีย
3. เครื่องหรืออุปกรณ์บำบัดมลพิษ
4. พัดลมดูดอากาศ
5. ท่อส่งออกหรือปล่องที่ระบายออกไปนอกอาคาร

1. Hood หรือตู้ดูดอากาศเสีย

Hood เป็นตัวอุปกรณ์ที่เก็บอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดโดยติดตั้งหรือใกล้แหล่งกำเนิดให้มากที่สุดที่จะเป็นไปได้ โดยอาศัยหลักการให้ความเร็วของอากาศที่ปาก Hood จะต้องมากพอที่จะนำมลพิษ เช่น ฝุ่นหรือก๊าซออกไปได้โดยเราเรียกความเร็วที่จำเป็นนี้ว่า “ความเร็วในการ

พา” หรือ Capture Velocity ดังนั้นในการออกแบบจะต้องทำให้ปากของ Hood มีขนาดเล็กเท่าที่จำเป็นเท่านั้นเพราะขนาดที่ใหญ่จะสิ้นเปลืองพลังงานมาก

ความเร็วในการพามีหน่วยเป็น เมตร/วินาที และปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood คิดเป็น ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยวิธีคำนวณปริมาตรที่ไหลผ่านปาก Hood ดังนี้



Vair = uhood xAhood

เมื่อ u hood = ความเร็วในการพาวัดได้ที่ปาก Hood (Hood Face Velocity) โดยเครื่องวัดความเร็วลมเป็น เมตร/วินาที

Ahood = พื้นที่หน้าตัดของ Hood คือ L x H เป็น ตารางเมตร

Vair = ปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood ลูกบาศก์เมตร/วินาที

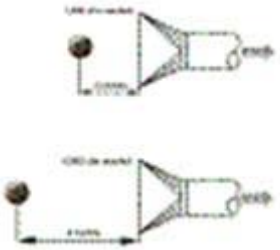
จะเห็นได้ว่าปริมาตรอากาศที่ไหลผ่าน Hood กับไหลผ่านในท่อและพัดลมทางขวามือย่อมจะเท่ากัน ดังนั้นหากจะวัดความเร็วลมในท่อและคูณกับพื้นที่หน้าตัดท่อก็จะได้ผลเท่ากัน ทั้งนี้เพราะการตรวจวัดที่ปาก Hood นั้นมักจะยากกว่าการวัดที่ในท่อมาก จึงอาจตรวจวัดในท่อแล้วมาคำนวณหาความเร็วลมที่ปาก Hood แทนก็ได้

หากตรวจวัดความดันอากาศในท่อเทียบกับอากาศภายนอกจะพบว่า อากาศในท่อจะมีความดันน้อยกว่าอากาศภายนอก ทราบได้เพราะหากมีรูรั่วที่บริเวณท่อตรงก่อนถึงพัดลม อากาศภายนอกจะไหลดันเข้าไปในรูรั่วนั้นและอากาศข้างในท่อจะไม่ไหลออกมา ในทางตรงกันข้ามเมื่ออากาศผ่านพัดลมไปสู่ปล่องแล้วความดันอากาศในปล่องจะสูงกว่าอากาศภายนอก และหากมีรูรั่วก่อนถึงปลายปล่อง อากาศในปล่องจะดันออกมาตามรูรั่วนั้นได้ ดังนั้นจึงนิยมติดตั้งพัดลมไว้นอกอาคารเพื่อที่ อากาศเสีย ในระบบจาก Hood และท่อภายในอาคารจะได้ไม่รั่วไหล แม้ว่าจะมีอุบัติเหตุทำให้เกิดรูรั่วก็ตาม

ความดันของอากาศมีหน่วยเป็นปาสคาลหรือเซนติเมตรของน้ำหรือนิ้วของน้ำ (หากเป็นแบบในประเทศสหรัฐอเมริกา) แต่ในที่นี้จะใช้หน่วยเมตริกเสมอ (ปาสคาล)

ถึงแม้ว่าในการออกแบบเราจะพยายามที่จะให้ Hood ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษให้มากที่สุด แต่ในความเป็นจริงก็อาจกีดขวาง การทำงานได้บางครั้งต้องทำให้ Hood “ยื่น” ออกไป

ดูดคล้ายๆ กับเครื่องดูดฝุ่นนั้นเอง แต่ Hood แบบนี้จะใช้พลังงานมากเพราะทุกระยะทางที่ห่างจากปาก Hood (ระยะ “X”) ดังรูปจะใช้พลังงานเป็นกำลังสองของระยะทางที่เพิ่มขึ้นนี้ เช่น หาก “X” มีค่า 10 เซนติเมตร จะใช้พลังงานมากกว่าเมื่อ “X” มีค่า 5 เซนติเมตร ถึง 4 เท่าตัว ถ้าจะให้ความเร็วในการพาที่จุดนั้นเท่ากัน ในการออกแบบเราอาจประหยัดพลังงานได้หากมีการเติมที่กั้นทางใดทางหนึ่ง เพื่อให้อากาศที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ไหลเข้ามาใน Hood มากนักและเพิ่มความเร็วให้กับอากาศที่ต้องการได้



ปกติตู้ดูดอากาศเสียจะมีลักษณะเป็นรูปทรงครอบแหล่งกำเนิด เป็นรูปปิรามิด หรือรูปกรวยคว่ำ และการออกแบบต้องคำนวณให้ได้ปริมาณอากาศที่ดูดให้น้อยที่สุดที่จะเป็นไปได้ในขณะที่ต้องมีประสิทธิภาพในการดูดมลพิษทางอากาศอย่างได้ผล ดังนั้น จึงต้องทำให้ตู้ดูดอากาศเสียนี้สามารถเร่งความเร็วของอากาศที่จะไหลเข้าไปให้เพียงพอที่จะดึงมลพิษทางอากาศเข้าไปได้ ความเร็วนี้จะขึ้นกับขนาดของฝุ่นละอองและก๊าซ หากฝุ่นละอองมีขนาดใหญ่จะต้องใช้ความเร็วในการดึงสูงและมีการออกแบบให้ฝุ่นละอองเข้าไปในตู้ดูดอากาศเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ตู้ดูดอากาศเสียที่ดีจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานมีความปลอดภัยและทำให้เกิดความสะอาดด้วย

ประเภทของตู้ดูดอากาศเสียจะถูกแบ่งตามรูปร่างของตู้ดูดอากาศเสียและลักษณะการดูดมลพิษทางอากาศของตู้ดูดอากาศเสียนั้น ๆ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้คือ

1) ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ (Enclosed Hood) ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ จะง่ายต่อการก่อสร้าง ไม่ขัดขวางการทำงาน และสามารถควบคุมอัตราการไหลของอากาศเสียด้วยอัตราต่ำที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้เหมาะสำหรับนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการ ห้องสเปรย์สี เป็นต้น

2) ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings) ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ จะมีช่องเปิดเป็นรูปกลม หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวมากกว่า 0.3 ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนเหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดหรือบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ และในบริเวณที่ไม่สามารถใช้ตู้ดูดอากาศเสียแบบปิดได้ เช่น การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า การบัดกรี เป็นต้น

3) ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนและช่องเปิดแคบแบบ Slot (Free-Hanging Slot Openings) ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่มีพื้นที่

สำหรับดูดอากาศเสียในลักษณะแคบและยาว และ Slot จะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับหรือน้อยกว่า 0.3

4) ตู้ดูดอากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation) การออกแบบตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้) จะใช้ Slot ตลอดหนึ่งด้านหรือสองด้านของถังหรือโต๊ะและอาจจะมีการใช้ด้านท้ายของตู้ดูดอากาศเสียตลอดด้านหนึ่งของถังหรือโต๊ะด้วยก็ได้ ถ้าเป็นไปได้ Slot ควรวางในตำแหน่งแนวยาวของถังหรือโต๊ะ ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้เหมาะสำหรับการทำงานที่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ ณ พื้นผิวลักษณะแบนราบหรือมีการปล่อยมลพิษทางอากาศทันทีทันใดเหนือพื้นผิวลักษณะแบนราบ เช่น การชุบ Degreasing การจุ่มสี เป็นต้น

5) ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft) ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ มีตะแกรงอยู่ด้านบน ตู้ดูดอากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft) เหมาะสำหรับการทำงานที่มีอากาศไหลลงผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ เช่น การเชื่อม การบัดกรี การขัดละเอียด การพ่นสี เป็นต้น ประสิทธิภาพของตู้ดูดอากาศนี้จะลดลงอันเนื่องมาจากอากาศไหลตัดขวางและอากาศร้อนไหลขึ้นข้างบน จึงมักจะใช้ตู้ประเภทนี้ก็ต่อเมื่อไม่สามารถใช้ตู้ดูดอากาศเสียประเภทอื่นได้

6) ตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy) ตู้ดูดอากาศเสียประเภทนี้ มีลักษณะเหมือนฝาครอบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและมีท่อดูดอากาศต่อที่ข้างบนของตู้ดูดอากาศเสีย การออกแบบเช่นนี้เหมาะสมกับงานที่ผลิตอากาศร้อน เช่น เตาหลอม เพราะอากาศร้อนจะไหลขึ้นข้างบนและนำมลพิษทางอากาศขึ้นไปด้วย การออกแบบจะต้องให้มีกระแสอากาศที่ไม่ปั่นป่วน จึงมักจะให้ตู้ดูดอากาศเสียนี้มีลักษณะที่แคบเข้าเรื่อย ๆ จนถึงท่อดูดอากาศ (มุมอยู่ระหว่าง 30°C ถึง 45°C)

ตัวอย่างของการดูดอากาศเสียที่ระเหยจากถังโดยตู้ดูดอากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)

1.1 ข้อมูลในการออกแบบตู้ดูดอากาศ

การออกแบบจะต้องให้ความเร็วลมที่จุดตำแหน่งของมลพิษ เช่น บริเวณที่ไอระเหยขึ้นมาจากถังหรือบริเวณพ่นสี มีความเร็วเพียงพอที่จะพามลพิษนั้น ๆ (รวมทั้งอากาศที่มลพิษปนเปื้อนอยู่) ไหลเข้ามาในตู้ดูดอากาศได้ ความเร็วที่เพียงพอนั้นกำหนดไว้ดังนี้

ตารางแสดงช่วงของค่า Capture Velocity

ลักษณะการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ	ตัวอย่าง	Capture Velocity (เมตร/วินาที)
การปล่อยมลพิษทางอากาศโดยปราศจากความเร็วเข้าไปในอากาศที่หยุดนิ่ง	การระเหยออกจากถัง จากกระบวนการ Degreasing เป็นต้น	0.254 - 0.508
การปล่อยมลพิษทางอากาศด้วยความเร็วต่ำเข้าไปในอากาศที่นิ่งพอสมควร	ห้องสเปรย์ การเชื่อม และการชุบ	0.508 - 1.016
การกำเนิดมลพิษทางอากาศโดยปล่อยให้เข้าไปในบริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของอากาศอย่างรวดเร็ว	การพ่นสีในห้องสเปรย์ที่มีลักษณะตื้น การเติมน้ำมัน	1.016 - 2.54

โดยค่าตัวเลขในช่วงค่าเริ่มต้นซึ่งมีค่าน้อยใช้สำหรับกรณีที่ไม่มีกระแสลมภายนอกหรือมีบ้างเล็กน้อยและเป็นกรณีที่มีมลพิษน้อย แต่หากต้องใช้วิธีแบบเครื่องดูดฝุ่น คือ แหล่งกำเนิดมลพิษอยู่นอกตู้แล้วดึงอากาศให้เข้าไปในตู้ พบว่าความเร็วในการพามลพิษลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อระยะทางห่างจากปากตู้ดูดอากาศเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการคำนวณให้ความเร็วเพียงพอจะสำคัญมาก เพราะหากเพิ่มระยะห่างของมลพิษจากปากตู้เป็น 2 เท่าของระยะทางเดิม ความเร็วลมจะเปลี่ยนไปมากทำให้ปริมาณอากาศที่ตู้ต้องดูดเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า เพื่อให้ได้ความเร็วลมเท่ากับค่าที่กำหนดไว้เดิม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$Q = V (4 \pi x^2) = 12.57 Vx^2$$

เมื่อ Q = ปริมาณอากาศที่ตู้ดูดอากาศจะต้องดูด เป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที

V = ความเร็วลมในการพามลพิษ ณ จุดที่มีมลพิษ เป็นเมตร/วินาที

x = ระยะทางจากตำแหน่งมีมลพิษถึงปากตู้ดูดอากาศ เป็นเมตร

$4\pi x^2$ = พื้นที่ทรงกลมของรัศมีการดูดที่ความเร็ว V

สมการตามสูตรนี้ใช้ได้กับตู้ดูดอากาศที่ปากตู้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หากปากตู้เป็นรูปวงกลมใช้การคำนวณพื้นที่เปิดของปากตู้ (A) เท่ากับ πr^2 เมื่อ r เป็นรัศมีของปากตู้เป็นเมตร และ Q = V (10x2 + A)

ในบางครั้งด้วยเหตุที่มีพื้นที่จำกัดหรือเพื่อความเหมาะสมอย่างอื่นทำให้ต้องใช้ปากตู้ดูดอากาศที่มีลักษณะแคบมาก ถ้าอัตราส่วนความกว้างต่อความยาว (W/L) ของปากตู้มีค่าน้อยกว่า 0.2 เรียกว่า Slot Hood ซึ่งจะให้ความเร็วลมสูง แต่จะมีการสูญเสียพลังงานมากกว่าปกติเช่นกัน

1.2 การสูญเสียพลังงานของตู้ดูดอากาศ

ตู้ดูดอากาศจะสูญเสียพลังงานเนื่องจากขณะที่อากาศไหลเข้าปากตู้จะมีการเปลี่ยนแปลงความดันสถิตย์เป็นความดันของความเร็ว (จาก SP เป็น VP) แต่เมื่อเข้าไปในท่อแล้ว VP จะลดลงสู่ระดับคงที่ การสูญเสียพลังงานยังเกิดจากการที่อากาศแย่งกันเข้าซึ่งมีการเร่งความเร็วในช่วงแรกและเมื่ออากาศเข้าไปในท่อแล้วความเร็วจะลดลง และคำนวณได้ดังนี้

ความสูญเสีย $SP_h = h_e + VP_d$

$$SP_h = (F_s)(VP_s) + (F_d)(VP_d) + VP_d \quad (4.6)$$

เมื่อ $h_e = h_s + h_d$ หมายถึง การสูญเสียพลังงานเนื่องจาก Hood หน่วยเป็นปาสคาล

$h_s = (F_s)(VP_s)$ หมายถึง การสูญเสียเนื่องจาก Slot

$h_d = (F_d)(VP_d)$ หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากอากาศแย่งไหลเข้าท่อ

F_s = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ Slot (ไม่มีหน่วย)

F_d = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของการที่อากาศไหลเข้าท่อ (ไม่มีหน่วย)

VP_s = ความดันของความเร็วลมที่ Slot มีหน่วยเป็นปาสคาล

VP_d = ความดันของความเร็วลมที่ท่อมีหน่วยเป็นปาสคาล

ตัวอย่างของการคำนวณการสูญเสียของตู้ดูดอากาศ

ตู้ดูดอากาศแบบธรรมดามีช่องเปิดขนาด 1 x 1.5 เมตร และความเร็วลมที่ปาก Hood เท่ากับ 1.25 เมตรต่อวินาที ท่อดูดอากาศที่ต่อจากตู้นี้มีความเร็วลมในท่อ 15 เมตร/วินาที จะคำนวณ

1. อัตราการไหลของอากาศ (Q) ที่ผ่านตู้ดูดอากาศและท่อ
2. คำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูดอากาศ
3. คำนวณความดันลดซึ่งเกิดจากตู้ดูดอากาศนี้

ในส่วนที่ 1 : ปริมาณอัตราการไหล = พื้นที่หน้าตัด x ความเร็วลม ถ้าปากตู้มีพื้นที่หน้าตัด = 1.5 ตารางเมตรและมีความเร็วลม = 1.25 เมตร/วินาที ดังนั้นปริมาณอัตราการไหล = 1.5 x 1.25 = 1.875 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ส่วนในท่อก็ต้องเท่ากันเพราะอากาศทั้งหมดต้องไหลผ่านท่อ

ในส่วนที่ 2 : ใช้สูตรเหมือนการคำนวณในส่วนที่ 1 เพราะทราบอัตราการไหล (Q) และความเร็วลมในท่อ ซึ่งโจทย์ให้ค่าเป็น 15 เมตร/วินาที เพราะฉะนั้นพื้นที่หน้าตัดของท่อ = 1.875/15 = 0.125 ตารางเมตร

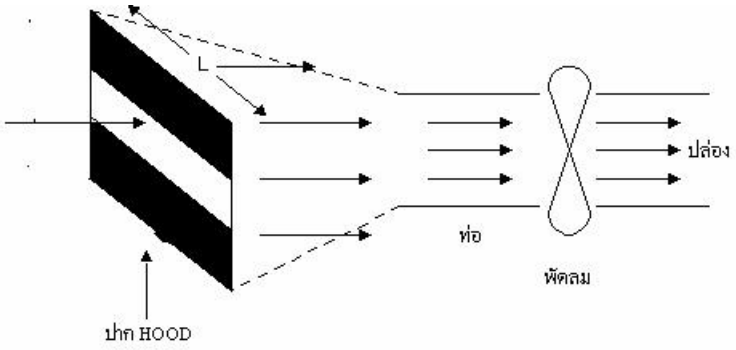
หาก D เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเป็นเมตร (pD2)/4 = 0.125

$$D = \sqrt{\frac{0.5}{\pi}} = 0.4 \text{ เมตร}$$

ในส่วนที่ 3 : ใช้สูตรข้างบนแต่ต้องทราบค่า F_d ของท่อซึ่งจะมีค่าประมาณ 0.25 โดยทั่วไป ต้องเปลี่ยนความดันของความเร็วในท่อเป็น $VP_d = (15/1.29)^2 = 135.21$ ปาสคาล และความดันของความเร็วลมที่ปาก Hood เป็น $VP_s = (1.25/1.29)^2 = 0.94$ ปาสคาล โดยใช้สูตร $VP=(V /1.29)^2$

จะเห็นได้ว่า VP_d มีค่าสูงกว่า VP_s มาก ซึ่งในการออกแบบทั่วไปก็มักจะเป็นเช่นนี้ ยกเว้นกรณีที่ใช้ปาก Hood แคบจนเป็นลักษณะ Slot ซึ่งความเร็ว Slot จะมีค่าสูงกว่า 5 เมตร/วินาทีขึ้นไป จึงจะมีค่าใกล้เคียงกัน ในการคำนวณทั่วไปจึงพบว่ามักจะละเลยค่า (F_s) (VP_s) เพราะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ VP_d

∴ $SP_h = (F_d)\ (VP_d) + VP_d = (0.25 \times 135.21) + 135.21 = 169.01$ ปาสคาล



Hood แบบมี Slot คืออากาศต้องผ่านช่องแคบด้วยความเร็วสูง

ตัวอย่างกรณีที่มี SLOT ที่ปากตู้ดูดอากาศ

ในรูปนี้จะเห็นว่า Slot จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานพอสมควรและจะละเลยมิได้ หากโจทย์กำหนดให้ความเร็วลมที่ผ่าน Slot มีค่า 10 เมตร/วินาที

$VP_s = (10/1.29)^2 = 60$ ปาสคาล

ค่า F_s ของ SLOT โดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 1 ถึง 1.78 ซึ่งในการคำนวณจะใช้ค่าสูงสุดก็ได้

$SP_h = (F_s)\ (VP_s) + (F_d)\ (VP_d) + VP_d$

$= (1.78)\ (60) + (0.25)\ (135.21) + 135.21 = 275.8$ ปาสคาล

2. ท่อ

ท่อเป็นอุปกรณ์นำอากาศไปข้างนอกและควรมีแรงต้านทานการไหลของอากาศได้น้อยที่สุดและมีความเร็วของอากาศในท่อที่เหมาะสมด้วย หากความเร็วของอากาศในท่อน้อยเกินไปฝุ่นละอองก็ตกค้างในท่อและทำให้ปิดกั้นอากาศได้ ส่วนอากาศที่ไหลเข้าไปมากก็สิ้นเปลืองพลังงานทำให้เกิดเสียงดังและความสั่นสะเทือน และฝุ่นที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วอาจกัดกร่อนได้มากขึ้น

2.1 หลักการออกแบบระบบท่อ (Duct Design) เบื้องต้น

ท่อดูดอากาศ (Duct) จากตู้ดูดอากาศไปสู่พัดลมและจากพัดลมไปภายนอกในรูปของปล่อง (Stack) การออกแบบที่เหมาะสม คือ ให้ความเร็วของอากาศในท่อทุกส่วนเร็วเท่ากันหมด เพื่อมิให้เกิดการตกตะกอนของฝุ่นหรือสูญเสียพลังงานในการเร่งความเร็วของอากาศโดยไม่จำเป็น สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ให้มีการสูญเสียจากการไหลของอากาศในท่อให้น้อยที่สุด โดยไม่ใช้ข้องอ ท่อลด ท่อขยาย หรือสิ่งกีดขวางการไหลโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบันความนิยมในการออกแบบคือ ใช้พัดลมตัวเดียวและท่อดูดอากาศจากหลาย ๆ จุดมารวมกันออกทางปล่องระบายรวม (Common Stack) เพียงอันเดียว การออกแบบนี้ก็คือต้อง Balance ทุก ๆ ท่อสาขาให้เท่าเทียมกันคือในแต่ละสาขาจะต้องมีการสูญเสียพลังงานเท่าๆ กัน หากท่อสาขาใดสูญเสียพลังงานมากกว่าสาขาอื่น ๆ ลมก็จะผ่านสาขานั้นด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าท่อสาขาอื่น ๆ หรืออาจไม่ผ่านเลยก็ได้

ค่าความเร็วต่ำที่สุดที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสียแล้วไม่ทำให้อนุภาคตกตะกอนและอุดตันท่อระบายอากาศเสียได้แสดงไว้ข้างล่าง การออกแบบท่อระบายอากาศเสียโดยใช้ความเร็วลมสูง ๆ จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและทำให้ท่อระบายอากาศเสียสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว ตารางแสดงค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสีย

ประเภทและขนาดของฝุ่นละออง	**ค่าความเร็วต่ำสุด (เมตร/วินาที)**
ก๊าซหรือฝุ่นละอองขนาดละเอียดมากและเบา (ขนาดแป้งทาหน้า)	12.7
ฝุ่นละอองขนาดละเอียด แห้ง และเป็นผง	15.2
ฝุ่นละอองขนาดโดยเฉลี่ยทั่วไปจากอุตสาหกรรม	17.8
ฝุ่นละอองขนาดหยาบ	20.3 - 22.9
ฝุ่นละอองที่มีน้ำหนักมากหรือเปียกชื้น (เช่น ผงทราย)	≥ 22.9

ความสูญเสียในระบบท่อนี้คำนวณได้ง่ายเพราะมีค่าของผู้ผลิตท่อ รวมทั้งในส่วนของท่องอ ท่อร่วม ท่อขยาย และท่อลด

2.2 ตัวอย่างการคำนวณความสูญเสียในระบบท่อ

ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีความยาว 100 เมตร มีข้องอชนิดต่อ 7 ชิ้น และค่ารัศมีการโค้ง/เส้นผ่าศูนย์กลาง = R/D = 2.00 จำนวน 2 ข้องอ จะมีความสูญเสียในท่อเท่าใดหากความเร็วลมในท่อเท่ากับ 20 เมตร/วินาที

ท่อตรงยาว 100 เมตร จะสูญเสียด้วยสัมประสิทธิ์ 0.2376 x 100 = 23.76 (ค่า 0.2376 เป็นค่าที่สมมุติว่าจะได้จากผู้ผลิตหรือเอกสารอ้างอิงอื่น ๆ ซึ่งขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำท่อ)

ความสูญเสียคิดเป็นปาสคาลต้องคูณสัมประสิทธิ์ด้วย VP_d

VP_d = (20/1.29)2 = 240.4 ปาสคาล

ความสูญเสีย = 23.76 x 240.4 = 5711.2 ปาสคาล

ความสูญเสียคิดเป็นปาสคาล ต้องคูณสัมประสิทธิ์ด้วย VP_d

VP_d = (20/ 1.29)2 = 240.4 ปาสคาล

ความสูญเสีย = 23.76 x 240.4 = 5711.2 ปาสคาล

ส่วนของข้องอดูจากเอกสารอ้างอิงหรือผู้ผลิตเช่นกัน พบว่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของข้องอเท่ากับ 0.17

ความสูญเสียความดัน = 0.17 x 240.4 = 40.8 ปาสคาล ต่อ 1 ข้องอ

รวมการสูญเสียความดันทั้งหมด = 5711 + (40.8 x2) = 5,792.8 ปาสคาล

ในระบบระบายอากาศที่มีหลายสาขาให้คำนวณความสูญเสียของแต่ละท่อสาขาก่อน และทำให้ความสูญเสียเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุดก่อน หากการสูญเสียไม่เท่ากันจะต้องเพิ่มความสูญเสียของท่อที่น้อยกว่า เช่น ใช้ Gate ปิดกั้นบางส่วนของท่อหรือใช้ท่อที่เล็กลง เป็นต้น

เมื่อคำนวณความสูญเสียได้ใกล้เคียงกันแล้วให้นำค่าความสูญเสียนั้น (ของท่อสาขาเดียว) มาคำนวณความสูญเสียที่จุดร่วม นำไปคำนวณกำลังของพัดลมซึ่งพัดลมนอกจากจะต้องมีกำลังเพียงพอสำหรับเอาชนะความสูญเสียจากท่อที่ผ่านมาทั้งหมดแล้ว ยังต้องคำนวณสำหรับการดันอากาศออกไปทางปล่องด้วย ซึ่งก็มีความสูญเสียบ้างเหมือนกัน

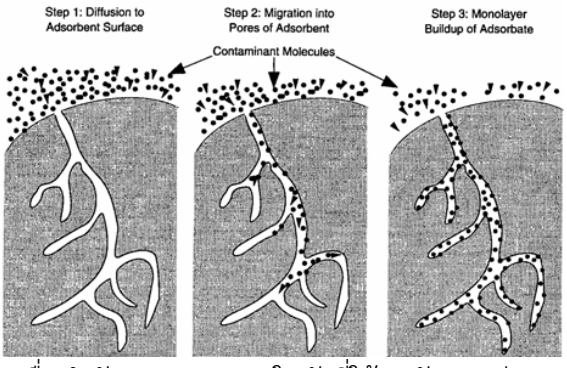
หากในระบบระบายอากาศมีอุปกรณ์บำบัดอากาศเสีย ก็จะต้องบวกความสูญเสียจากอุปกรณ์เหล่านั้นเข้าไปด้วยตามที่ผู้ผลิตอุปกรณ์จะระบุไว้ให้

3. ระบบบำบัดมลพิษ

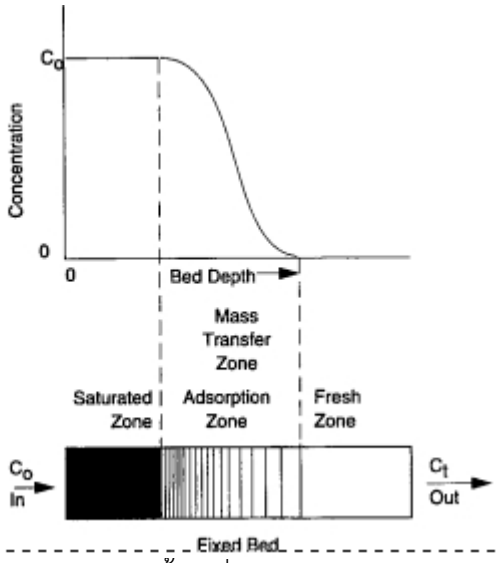
เช่น ระบบบำบัดกลิ่น โดยการออกแบบการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์

3.1 หลักการออกแบบ

กระบวนการดูดซับสารปนเปื้อนเกิดขึ้นเมื่อสารปนเปื้อนมีการเคลื่อนที่โดยการแพร่กระจายไปเกาะบนผิวรอบนอกของตัวกลางก่อน ตัวกลางที่ดีจะมีลักษณะเป็นรูพรุน ภายในรูจะมีช่องเป็นโพรงลดเลี้ยวไปมา ซึ่งโมเลกุลของสารปนเปื้อนสามารถเคลื่อนที่ลึกลงไปในช่องโพรง ซึ่งจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสได้มากขึ้นทำให้ดูดซับได้มากขึ้น ดังแสดงในรูป



เมื่อนำตัวกลางมาบรรจุในถังที่ใช้ดูดซับและผ่านอากาศที่มีสารปนเปื้อนเข้าไปในตัวกลาง ตัวกลางในส่วนแรกที่ได้เข้าสัมผัสกับสารปนเปื้อนในช่วงระยะเวลาหนึ่งก็จะดูดซับสารปนเปื้อนจนถึงจุดอิ่มตัว เรียกส่วนนี้ว่า Saturated Zone และส่วนของตัวกลางในบริเวณถัดไปซึ่งเป็นบริเวณที่ตัวกลางยังมีความสามารถในการดูดซับสารปนเปื้อนอยู่เรียกว่า Max Transfer Zone หรือ MTZ และส่วนของตัวกลางที่อยู่ถัดจากบริเวณ MTZ เป็นส่วนที่ยังคงสะอาด ยังไม่ได้มีการสัมผัสกับสารปนเปื้อนแต่อย่างใด เรียกว่า Fresh Zone



เมื่อเวลาผ่านไปสารปนเปื้อนที่ผ่านเข้าไปในถังบรรจุตัวกลางจะถูกดูดซับได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนตัวกลางที่ถึงจุดอิ่มตัวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และส่วนของ MTZ ก็จะเคลื่อนที่เรื่อย ๆ จนถึงสุดปลายของตัวกลาง จนเริ่มไม่มีส่วนของตัวกลางที่เป็น Fresh Zone แต่อย่างใด ซึ่งเป็นจุดที่เรียกว่า Break Point ซึ่งหลังจากจุดนี้ไปสารปนเปื้อนก็จะไม่สามารถถูกดูดซับได้ดี จะมีการรั่วออกมาจากระบบได้ ควรจะมีการหยุดการทำงานของระบบ เพื่อนำตัวกลางไปฟื้นสภาพ (Regenerate) หรือมีการเปลี่ยนตัวกลางใหม่

4. พัดลม

พัดลมต้องมีกำลังที่เหมาะสมในการสร้าง “ความดันอากาศ” ที่แตกต่างกันจนเพียงพอที่จะทำให้มลพิษถูกดึงเข้ามาและออกจากระบบได้

พัดลมมีประเภทหลักๆ อยู่ 2 ชนิด คือ ชนิด Axial และ Centrifugal (หอยโข่ง) โดยแบบ Axial จะมีลักษณะเหมือนใบพัดจะดึงอากาศผ่านเข้าไปโดยตรง ส่วน Centrifugal จะเหมือนกงล้อซึ่งดูดอากาศเข้าไปในแกนกงล้อและปั่นอากาศออกทางมุมฉาก พัดลมทั้งสองประเภทนี้มีการใช้งานตามความเหมาะสมที่แตกต่างกัน

พัดลมแบบ Axail ใช้มากในการดึงอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเจือจางโดยติดไว้ที่กำแพงหรือหลังคา สามารถดึงอากาศได้เป็นจำนวนมากหากไม่มีแรงต้านมากนัก

พัดลมแบบ Centrifugal จะทนต่อแรงต้านสูงๆ จึงสามารถดึงอากาศผ่านระบบ Hood และท่อได้ดี โดยคัดเลือกพัดลมที่เหมาะกับการทำงาน เช่น แบบใบพัดชนิด Radial Blade จะทนต่อฝุ่นปริมาณมาก ๆ และไม่ค่อยอุดตันเมื่อมีฝุ่น

5. ปล่องระบาย

ปล่องระบายต้องอยู่ห่างจากจุดที่อากาศบริสุทธิ์จะถูกดึงเข้าไปในอาคาร เช่น อย่างน้อย 16-20 เมตร และหากอยู่บนหลังคาต้องสูงจากหลังคาอย่างน้อย 3-4 เมตร เพื่อป้องกันมิให้อากาศที่ระบายออกม้วนกลับลงทางชายคาอาคาร ความเร็วลมที่ออกจากปล่องอย่างน้อยควรเป็น 15 เมตรต่อวินาทีเป็นอย่างน้อย และหมวกที่ปิดปลายปล่องก็ไม่ควรมีเพราะจะไปปิดกั้นการพุ่งขึ้นของอากาศเสีย และประสิทธิภาพของหมวกในการกันน้ำฝนสามารถใช้การออกแบบอย่างอื่นได้แทน

ข้อควรระมัดระวังในการออกแบบและใช้งานระบบระบายอากาศ

1. การออกแบบที่มักจะมีข้อผิดพลาดมากที่สุดคือการออกแบบตู้ดูดอากาศ โดยเฉพาะตู้แบบแขวน (Canopy) เพราะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่เป็นที่นิยมกันมาก ส่วนปัญหาที่พบมากอีกข้อหนึ่งคือการต่อท่อดูดอากาศเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของทั้งระบบลดลงจากที่ออกแบบไว้เดิม

2. การป้องกันการระเบิดและไฟไหม้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบและใช้งานของท่อ ท่อซึ่งไม่เป็นโลหะอาจสะสมไฟฟ้าสถิตและควรมีสายดินต่อเชื่อมภายในของท่อ ท่อบางชนิดเช่น FRP ผู้ผลิตอาจผสมเส้นใยคาร์บอนไว้เพื่อให้ทำหน้าที่สายดิน นอกจากนั้นฝุ่นบางชนิด เช่นแป้ง อาจจะระเบิดได้เมื่อมีประกายไฟหรืออาร์คจากไฟฟ้าสถิตในท่อ ดังนั้นหากมีความเสี่ยงดังกล่าวก็อาจออกแบบประตูความดันฉุกเฉิน (Vent) เพื่อรองรับการระเบิดไว้ด้วย

3. เมื่อติดตั้งระบบระบายอากาศเสร็จแล้วต้องทดสอบก่อนใช้งาน และปรับแต่งแก้ไขจุดเล็ก ๆ น้อย ๆ ให้เรียบร้อยก่อนใช้งานจริง