DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การลดขั้นตอนของกระบวนการล้างคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

ศตพรรษ สารการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2564

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

REDUCING THE STEPS OF THE EVAPORATOR COIL WASHING PROCESS WITH AN AUTOMATIC EVAPORATOR COIL WASHING MACHINE

SATAPAT SARAKAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

Academic Year 2021

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ **การลดขั้นตอนของกระบวนการล้างคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ**

เสนอโดย ศตพรรษ สารการ

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

วิชาเอก การจัดการผลิตและเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนฑล นาวงษ์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 26 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดขั้นตอนของกระบวนการล้างคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ
ชื่อผู้เขียน	ศตพรรษ สารการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดขั้นตอนของกระบวนการล้างคอยล์เย็น โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยใช้ One-Sample T-Test แผนภูมิการปฏิบัติงานพหุคูณ และ Flow process chart เพื่อนำมาวิเคราะห์การลดขั้นตอนของกระบวนการล้างคอยล์เย็น จากผลการทดลองการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแล้วนั้น สามารถลดขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของพนักงานคนที่ 1 จาก 5 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 1 คิดเป็น 20% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 8.94 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 5.6 นาที/คอยล์ คิดเป็น 37.36% พนักงานคนที่ 2 ลดขั้นตอนการปฏิบัติงานจาก 7 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 3 คิดเป็น 42.48% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 3.44 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 3.15 นาที/คอยล์ คิดเป็น 8.43% ขณะเดียวกันเพิ่มกำลังการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นจาก 17 คอยล์/วัน เพิ่มขึ้นเป็น 21 คอยล์/วัน เพิ่มจากเดิมมา 4 คอยล์/วัน คิดเป็น 23.52%

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thesis Title	REDUCING THE STEPS OF THE EVAPORATOR COIL WASHING PROCESS WITH AN AUTOMATIC EVAPORATOR COIL WASHING MACHINE
Author	Satapat Sarakan
Thesis Advisor	Assistant Professor, Dr. Suparatchai Vorarat
Department	Engineering Management
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aims to reduce the process of cleaning the evaporator coil. The researcher has collected data on the performance of the employees. To be analyzed for statistical values by using One-Sample T-Test, multiple performance chart and Flow process chart to analyze the reduction of steps of the cooling coil cleaning process. From the results of cleaning the evaporator coil that the researcher has tested. Able to reduce the process of cleaning the evaporator coil of the 1st employee from 5 steps, reduced to 4 steps, the difference 1 accounted for 20%, reducing the duty time from 8.94 minutes/coil, reduced to 5.6 minutes/coil. to 37.36%, the 2nd employee reduced the operating procedure from 7 steps, reduced to 4 steps, the difference 3 accounted for 42.48%, reduced the duty time from 3.44 minutes/coil, reduced to 3.15 minutes/coil, 8.43% while increasing the cleaning capacity of evaporator coils from 17 coils/day, increasing to 21 coils/day, increasing from 4 coils/day or 23.52%

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ท่าน ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์บุญชัย แซ่สิ้ว ผู้ช่วยปรึกษาร่วม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและจารึกพระคุณนี้ไว้ในความทรงจำว่า ความสำเร็จในครั้งนี้เกิดขึ้นได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไข และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ในส่วนของโรงงาน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด กรรมการผู้จัดการ ผู้จัดการหน่วยงานต่างๆ ที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้อเข้าศึกษาวิจัย ตลอดจนบุคลากร ทุกท่านที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในสุดท้ายนี้ ต้องขอระลึกถึงความกรุณาของคณาจารย์ทุกท่านที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการศึกษาในตอนต้น รวมทั้งคำแนะนำในการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และการทดสอบต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจรวมทั้งให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีจนทำให้การศึกาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ศตพรรษ สารการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1
   1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
   1.2 วัตถุประสงค์..... 4
   1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 4
   1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
   1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 4
   1.6 ตารางแสดงการดำเนินโครการ (Gantt Chart) 5
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
   2.1 หลักการทำาความเย็นและปรับอากาศ..... 6
   2.2 ระบบการผลิต (Production system) 13
   2.3 อัตราผลผลิต (Productivity) 14
   2.4 การศึกษางาน (Work Study) 16
   2.5 ความสูญเปล่าในการผลิต..... 19
   2.6 แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) 20
   2.7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร Men-Machine Chart (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558) 23
   2.8 ทฤษฎีการลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS..... 25
   2.9 การประเมินผลประสิทธิภาพการผลิต..... 26
   2.10 สมมติฐานการวิจัย..... 27
   2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 32
3. วิธีการวิจัย..... 35
   3.1 ข้อมูลของสถานประกอบการที่เป็นกรณีศึกษา..... 35

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรณีศึกษา	36
	3.3 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นกรณีศึกษา	40
	3.4 การศึกษาการทำงานของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	41
	3.5 การทดสอบสมมติฐานเวลาการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)	47
	3.6 ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	48
	3.7 แนวทางการแก้ไขปัญหาของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	49
4.	ผลการดำเนินงานวิจัย	55
	4.1 การติดตั้งและวิธีการใช้งานของเครื่องล้างคอยล์เย็น	55
	4.2 ผลการดำเนินการทดลอง	61
	4.3 การทดสอบสมมติฐานเวลาการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)	67
	4.4 สรุปผลการทดลอง	69
5.	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	71
	5.1 สรุปผลการวิจัย	71
	5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	72
	5.3 ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม		73
ภาคผนวก		76
	ก รูปออกแบบ Solid work เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ	77
	ข เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ	80
ประวัติผู้เขียน		83

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างตารางใบบันทึกการจับเวลา (จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง 2559)……	19
2.2	ตัวอย่างใบบันทึกแผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) (จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง 2559) ……..……..……..……	23
2.3	ตัวอย่างการวิเคราะห์กิจกรรมร่วมของกระบวนการล้างทความสะอาดคอยล์เย็น (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558) ……..……..	25
2.4	สัญลักษณ์ของพารามิเตอร์……..……..……..……	28
2.5	ตัวอย่าง การวิเคราะห์ T – Test ที่ได้จาก การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab……..……..……..……	32
3.1	การสังเกตและจดบันทึกเวลาล้างคอยล์เย็น (Evaporator) จำนวน 20 ครั้ง (ก่อนปรับปรุง) ……..……..……..……	44
3.2	แผนภูมิกระบวนการไหล Flow process chart ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง) ……..……..……..……	45
3.3	แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ ครั้งที่ 1 (ก่อนปรับปรุง) ……..……..	46
3.4	การวิเคราะห์ T – Test……..……..……	48
4.1	การสังเกตและจดบันทึกเวลากระบวนการล้างคอยล์เย็น จำนวน 20 ครั้ง (หลังปรับปรุง) ……..……..……..……	64
4.2	แผนภูมิกระบวนการไหล Flow process chart ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) ……..……..……..……	65
4.3	แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart) กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังปรับปรุง……	66
4.4	การวิเคราะห์ T – Test……..……..……..……	68
4.5	การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของพนักงานก่อน ปรับปรุง และ หลังปรับปรุง ……..……..……..……	69

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 กระบวนการ Refurbish เครื่องปรับอากาศ…… 2

1.2 กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น…… 3

2.1 วงจรทำความเย็น…… 8

2.2 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ…… 9

2.3 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู…… 10

2.4 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย…… 11

2.5 คอยล์เย็น (Evaporator) …… 11

2.6 คอนเดนเซอร์ (Condenser) …… 12

2.7 วาล์วลดความดัน(Expansion Valve) …… 12

2.8 สารทำความเย็น Refrigerant…… 13

2.9 องค์ประกอบของการศึกษางาน (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558) …… 17

2.10 การทดสอบสมมติฐานแบบหางเดียว (One-tailed Test) …… 30

2.11 การทดสอบสมมติฐานแบบสองด้าน หรือสองหาง (Two-tailed Test)…… 30

3.1 เครื่องปรับอากาศ Carrir ขนาด 40,000 Btu/h…… 36

3.2 เครื่องปรับอากาศ Toshiba ขนาด 48,000 Btu/h…… 36

3.3 กระบวนการปรับปรุงประสิธิภาพเครื่องปรับอากาศ…… 37

3.4 แผ่นกรองอากาศ (Filter) …… 37

3.5 คอยล์เย็น (Evaporator) …… 38

3.6 ใบพัดลมฟิลคอย์ (Blower) …… 38

3.7 ถาดรองรับน้ำทิ้ง (Condensate Tray) …… 39

3.8 หน้ากากรับลมและหน้ากากกระจายลม (Louver)…… 39

3.9 คอย์เย็นเครื่องปรับอากาศของยี่ห้อ Carrier 40,000 Btu/h และ Toshiba 48,000 Btu/h…… 40

3.10 คราบที่สกปรกที่อุดตันอยู่ภายในของคอย์เย็น…… 40

3.11 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น…… 41

3.12 กระบานการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น…… 42

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.13 การวิเคราะห์ Normal Test เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง) 47
3.14 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ..... 49
3.15 รถแข็นคอยล์เย็น..... 50
3.16 ถังน้ำแช่คอยล์เย็น..... 50
3.17 ชุดจับ/ยกคอยล์เย็น..... 51
3.18 ถังฉีดน้ำแรงดัน..... 51
3.19 ถังเป่าลม 8 psi..... 52
3.20 ตู้อุปการณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบเครื่องล้างคอยล์เย็น..... 52
3.21 ปั๊มฉีดน้ำแรงดัน 3600 psi..... 53
3.22 จอแสดงผลพารามิเตอร์..... 53
3.23 ไฟแสดงสถานะการทำงาน..... 54
4.1 การวางตำแหน่งติดตั้งเครื่องล้างฟิลคอยล์ในพื้นที่ทำงาน..... 56
4.2 จอ Touch screen..... 57
4.3 หน้าแสดงสถานะการทำงาน..... 58
4.4 หน้า Setting 1 หรือ S1..... 58
4.5 หน้า Setting 2 หรือ S2..... 59
4.6 หน้า Setting 3 หรือ S3..... 60
4.7 Starting หน้าจอแสดงสถานะความพร้อม..... 61
4.8 Flow chart กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)..... 62
4.9 กระบานการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)..... 63
4.10 การวิเคราะห์ Normal Test เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) 68

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในอุตสหกรรมต่างๆ เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพของอากาศ ให้เหมาะสมต่อความต้องการของมนุษย์ และยังช่วยในการเก็บรักษาคุณภาพของวัตถุดิบให้สามารถอยู่ได้นานยิ่งขึ้น โดยส่วนมากแล้วอุตสาหกรรมที่ได้นำเครื่องปรับอากาศมาใช้งานได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร การเก็บรักษาอาหาร การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมที่ใช้ความเย็นในการขนส่ง ห้างสรรพสินค้า สถานศึกษา ร้านสะดวกซื้อ และครัวเรือน เป็นต้น สภาพอากาศปัจุบันมีสิ่งบนเปื้ออยู่ภายในอากาศ เช่น ฝุ่นละออง ควันมลพิษต่างๆ ที่เครื่องปรับอากาศดูเข้าไปสะสมทำให้มีคลาบอุดตันภายในเครื่องปรับอากาศที่หนาแน่นมาก ดังนั้นการบำรุงดูแลรักษาเครื่องปรับอากาศจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งเพราะจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้กับเครื่องปรับอากาศ และยังช่วยให้ประหยัดค่าไฟ รวมถึงอายุการใช้ของเครื่องปรับอากาศให้นานขึ้น

จากกรณีศึกษาของ ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด ที่ให้บริการด้านจัดจำหน่าย และปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศของร้านสะดวกซื้อที่อยู่ในเครือ โดยมีการนำเครื่องปรับอากาศเข้ามา Refurbish ที่หน่วยงานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และส่งออกให้กลับลูกค้า ปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ ที่อยู่ในร้านสะดวกซื้อมีจำนวน 4-5 เครื่อง/สาขา และมีจำนวนสาขาร้านสะดวกซื้อ มากกว่า 10,000 สาขาทั่วประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนสาขามากขึ้น ทำให้บริษัทไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งกระบวนการ Refurbish เครื่องปรับอากาศแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน

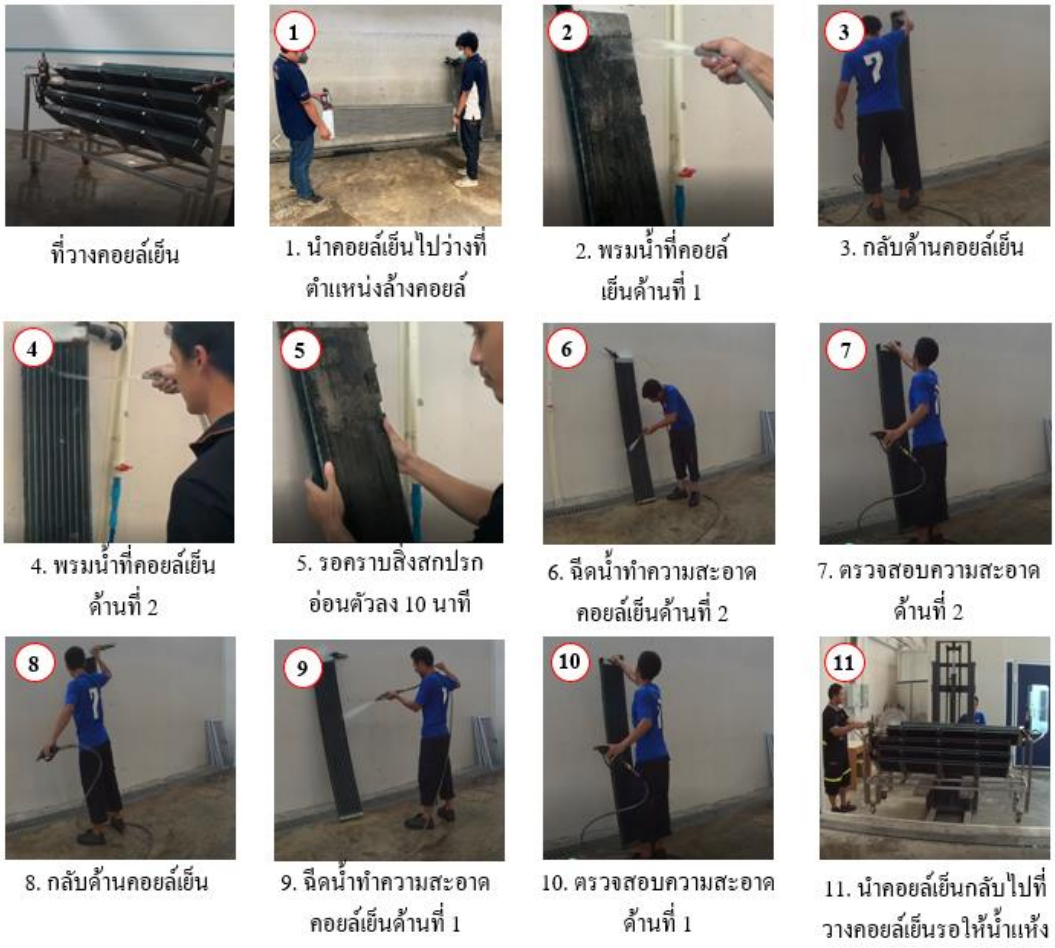
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 1.1 กระบวนการ Refurbish เครื่องปรับอากาศ

ภาพที่ 1.1 แสดงถึงกระบวนการ Refurbish เครื่องปรับอากาศมีทั้งหมดมี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การแยกอุปกรณ์ภายในของเครื่องปรับอากาศออกมาเพื่อคัดแยกก่อนไป รวจเช็คอุปกรณ์คุณภาพ (2) การล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ (3) การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในทุกชิ้นและเติมสารทำความเย็นภายในระบบ (4) ขั้นตอนการประกอบเครื่องปรับอากาศพร้อมที่จะนำส่งกลับให้ลูกค้า ดังแสดงในภาพที่ 1.1

จากการตรวจสอบพบว่าใช้ระยะเวลาการ Refurbish ของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศใช้เวลานาน 30.29 นาที/คอยล์ มีผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ 2 คน มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุกับผู้ปฏิบัติงาน และมีประสิทธิภาพต่ำใช้คนในการปฏิบัติงาน โดยมีกระบวนการปฏิบัติงาน 11 ขั้นตอน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 1.2 กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

ภาพที่ 1.2 แสดงถึงกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเดินไปยกคอยล์เย็นจากที่วางคอยล์ที่มากจากแผนกแยกชิ้นส่วนมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์ทีละ 1 คอยล์ แล้วผู้ปฏิบัติงานต้องพรมน้ำที่คอยล์เย็นทั้งสองด้านเพื่อให้คราบสกปรกอ่อนตัวลงประมาณ 10 นาที ถึงจะทำการฉีดน้ำที่มีแรงดัน 200 psi ลงไปที่คอยล์เย็นเพื่อทำความสะอาดทั้งสองด้านหลังจาที่ฉีกล้างทำความสะอาดเสร็จแล้วพนักงานจะยกคอยล์เย็นไปเก็บที่วางคอยล์เย็นเพื่อให้น้ำที่อยู่ด้านในคอยล์เย็นไหลออกให้หมด และยกคอยล์ไปเก็บเพื่อรอการประกอบกลับให้เป็นสภาพเดิมพร้อมส่งให้ลูกค้า ดังแสดงในภาพที่ 1.2

จากการปัญหาดังกล่าวทางบริษัทได้ร่วมมือกันผู้วิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติที่สามารถปรับตั้งค่าตามความเหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อเป็นการลดขั้นตอนและระยะเวลาการทำงานให้กับผู้ปฏิบัติงาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในการปฏิบัติงานของพนักงานในส่วนของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ
2. เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศในส่วนของพนักงานและจัดให้เป็นมาตรฐาเดียวกัน
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการเพิ่มผลิตภาพในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศเฉพาะยี่ห้อ Carrir รุ่น 40,000 Btu/h และ ยี่ห้อToshiba 48,000 Btu/h ที่ใช้ในร้าน 7-Eleven
2. ศึกษากระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเฉพาะ Carrir รุ่น 40,000 Btu/h และ ยี่ห้อ Toshiba 48,000 Btu/h ที่ใช้ในร้าน 7-Eleven เพื่อเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น
3. ศึกษาและพัฒนาเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเฉพาะยี่ห้อ Carrir รุ่น 40,000 Btu/h และ ยี่ห้อToshiba 48,000 Btu/h ที่ใช้ในร้าน 7-Eleven

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดขั้นตอนและระยะเวลาของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ
2. เพิ่มผลิตภาพการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ
3. ลดอาการเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ
2. ศึกษาขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น
3. พัฒนาเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติอัตโนมัติ
4. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ
5. ประเมินและสรุปผลการวิจัย
6. จัดทำเอกสารการวิจัย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.6 ตารางแสดงการดำเนินโครการ (Gantt Chart)

ขั้นตอนการวิจัย	16 กรกฎาคม – 15 พฤศจิกายน															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.ศึกษาทฤษฎีข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ	→	→	→													
2.ศึกษาขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น		→	→	→												
3.พัฒนาเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติอัตโนมัติ				→	→	→	→	→	→	→						
4.ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ								→	→	→	→					
5.ประเมินและสรุปผลการวิจัย											→	→	→			
6.จัดทำเอกสารการวิจัย														→	→	→

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของฟิลคอยล์ ทฤษฎีที่นำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการล้างทำความสะอาดฟิลคอยล์ การศึกษาการทำงาน มาเพื่อลดกระบวนการและระยะเวลาการทำงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักการทำาความเย็นและปรับอากาศ

2.2 ระบบการผลิต (Production system)

2.3 อัตราผลการผลิต (Productivity)

2.4 การศึกษางาน (Work Study)

2.5 ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต (ECRS)

2.6 แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

2.7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Men-Machine Char)

2.8 ทฤษฎีการลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS

2.9 การประเมินผลประสิทธิภาพการผลิต

2.10 สมมติฐานการวิจัย

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำาความเย็นและปรับอากาศ

การทำความเย็น หมายถึง กระบวนการในการดึงความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีผลให้อุณหภูมิ ลดลงโดยปกติจะหมายถึงขบวนการเก็บรักษาอาหารการขจัดความร้อนจากวัตถุในอุตสาหกรรม ทางเคมี ปิโตรเลียม ปิโตรเคมีและการทำความเย็น และการทำความเย็น ในรูปแบบอื่นๆ ในวงการอุตสาหกรรม เช่น การแช่แข็ง เป็นต้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การปรับอากาศ หมายถึง การปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปกติจะมีความหมายกินความมากกว่า การทำให้อากาศเย็น แต่จะหมายรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น การ ควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ การควบคุมการไหลเวียนของอากาศระดับเสียง ในพื้นที่ปรับ อากาศ ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ฉพาะอย่าง ได้แก่

1. เพื่อความสุขสบายต่อผู้อาศัยหรือปฏิบัติงานในบริเวณนั้น ๆ โดยความสุขสบายที่กล่าวถึงนี้จะ หมายถึงความสุขสบายของคนส่วนใหญ่นั้นเพราะแต่ละคนจะรู้สึกสบายในสภาวะอากาศแตกต่างกัน

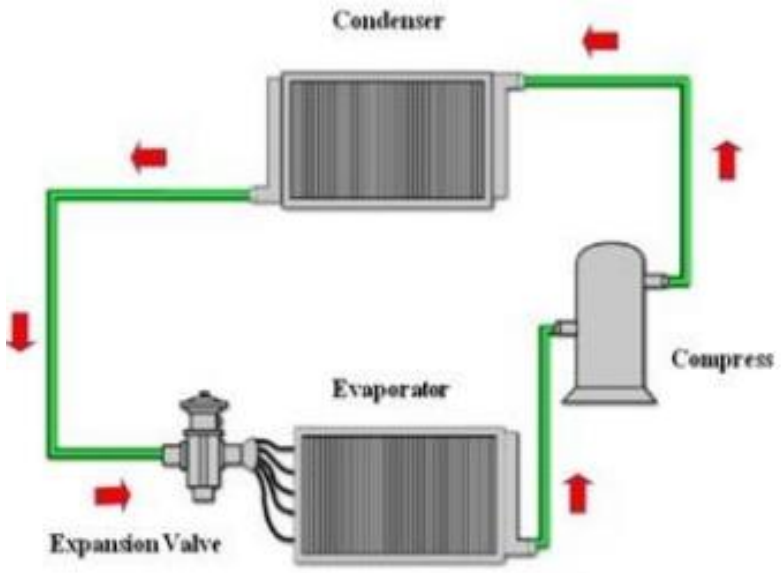
2. เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการความเที่ยงตรงสูงจะมีการนำระบบ ปรับอากาศมาช่วย เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตลูกกวาด เป็นต้น

3. เพื่อวตัถุประสงค์พิเศษ เช่น การผลิตและเก็บรักษายา, การปรับอากาศในห้องผ่าตัดและ ICU ที่ ต้องการความสะอาดสูงการปรับอากาศในห้องดมยาสลบที่ต้องการการหมุนเวียนอากาศที่ดี

2.1.1 วงจรทำความเย็น

หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนั้นก็คือการนำเอาความร้อนจากที่ที่ต้องการทำความเย็น (โดยทั่วไปคือภายในอาคาร) ถ่ายเทไปสู่ที่ที่ไม่ตอ้งการทำความเย็น (นอกอาคาร) โดยผ่านตัวกลางคือ สารทำความเย็น หรือที่เรียกกน้ำยา เริ่มต้น จากคอมเพรสเซอร์จะทำหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นไอ (Vapor) จากเครื่องระเหย (Evaporator) หรือคอยล์เย็น (Cooling Coil) ไอสารทำความเย็นที่ดูดเข้ามาจะมีความดัน ต่ำและมีอุณหภูมิต่ำ ด้วย ไอน้ำยาจะถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางท่อดูด (Suction Line) และตัวคอมเพรสเซอร์จะอัดน้ำยาที่เป็น ไอน้ำใหม่ความดันสูงขึ้น และขณะที่ไอมีความดัน สูงขึ้นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น การที่ไอน้ำยามีความดันสูงขึ้น น้ำจะมีผลให้จุดเดือดสูงขึ้นด้วย จากนั้นไอน้ำยาจะถูกดันออกทางท่อทางส่ง (Discharge Line) และส่งผ่านไป ยังคอนเดนเซอร์(Condenser) ดังแสดงที่ภาพ 2.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.1 วงจรทำความเย็น

คอนเดนเซอร์มีหน้าที่รับเอาไอน้ำยาไว้และระบายความร้อนออกจากไอน้ำยาผ่านตัวกลาง ซึ่งปกติคืออากาศไอน้ำ ยาจะมีอุณหภูมิต่ำ ลงจนควบแน่นเป็นของเหลวแต่ยังคงมีความดันสูงและอุณหภูมิสูง สารทำความเย็นหลวจะถูกส่งไปอุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันน้ำยาก่อนเข้าเครื่องระเหยมีผลให้สารทำความ เย็นมีความดันต่ำและมีอุณหภูมิต่ำ เมื่อไหลเข้าเครื่องระเหยก็จะรับความร้อนผ่านตัวกลาง ซึ่งปกติคืออากาศมีผลให้สานทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอ ไอสารทำความเย็นที่ออกจาก เครื่องระเหยจะมีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำและไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการ เพิ่มความดัน ต่อไประบบการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะทำงานวนเวียนเป็น วัฏจักรตลอดเวลาที่คอมเพรสเซอร์ยังคงทำงานอยู่และน้ำยาที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีการสูญเสียไปไหนเลย นอกเสียจากว่าเกิดการรั่วซึม (Leak) ที่ใดที่หนึ่งเท่านั้นเนื่องจากในระบบทำความเย็นเบื้องต้น มีทั้งน้ำยาที่อยู่ในสภาพความดันสูงและอุณหภูมิสูงกับแรงดันต่ำอุณหภูมิตำ จึงมีการแบ่งภาคออกเป็น 2 ภาค

2.1.1.1 ทางด้านสูง (High Side) ซึ่งจะเริ่มจากทางอัดของคอมเพรสเซอร์ผ่านคอนเดนเซอร์จนถึง ทางเข้าของอุปกรณ์ลดความดัน ส่วนนี้สารทำความเย็นจะมีทั้งความดันและอุณหภูมิสูงจึงเรียกว่าทาง High Side

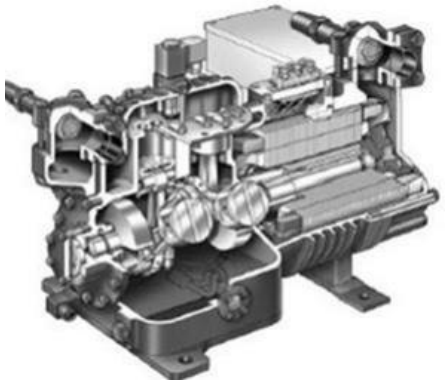
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.1.1.2 ทางด้านต่ำ (Low Side) ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ทางออกของอุปกรณ์ลดความดันผ่านเครื่องระเหยจนไปถึงทางเข้าของคอมเพรสเซอร์ส่วนนี้จะมีทั้งความดันและอุณหภูมิต่ำจึงเรียกว่าทาง Low Side ระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปจะทำงานเป็นวฏัจกัรโดยมกัจะมีสิ่งที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นระบบปรับอากาศอยู่หลายสิ่งหลายอย่างด้วยกัน

2.1.2 อุปกรณ์หลกัภายในวงจรการทำงานของสารทำความเยน

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) คือ หัวใจของระบบปรับอากาศ เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ใช้ไฟฟ้า คอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่อัดสารทำความเย็นหรือที่เราเรียกว่าน้ำยาแอร์ส่งตามไปตามท่อน้ำยาแอร์ที่เป็นท่อทองแดง ไปยังเครื่องควบแน่นหรือคอนเด็นซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ที่ทำหน้าที่ควบแน่นสารทำความเย็นที่มีแรงดันสูง และอยู่ในสถานะที่เป็นไอ หรือเป็นก๊าซโดยการระบายความร้อนออกจากน้ำยาแอร์ด้วยพัดลมระบายอากาศ ที่เรามองเห็นจากภายนอกตัวคอยล์ร้อน คือพัดลมที่ไว้คอยระบายความร้อน หลังจากถูกควบแน่นแล้วสารทำความเย็นแรงดันสูงจะถูกส่งต่อไปยังชุดเครื่องระเหย หรือคอยล์เย็น (แฟนคอยล์) ผ่านชุดลดแรงดัน (แคปทิ้ว หรือเอ็กแพนชั่นวาล์ว) ลดแรงดันสูงลงและเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ แถมยังมีอุณหภูมิลดลง เราจึงใช้พัดลมในคอยล์เย็นนี่แหละ ในการระบายความเย็นออกจากท่อเพื่อปรับอากาศในห้องนั้นให้เย็นลง และสารทำความเย็นที่เหลือก็ถูกดูดกลับมายังคอมเพรสเซอร์อีกครั้ง เพื่อกลับเข้าสู่ระบบทำความเย็นต่อไป เป็นวัฏจักรความเย็นอย่างไม่สิ้นสุดจนกว่าคอมเพรสเซอร์จะหยุดทำงานดังแสดงที่ภาพ 2.2 ถึงภาพที่ 2.4

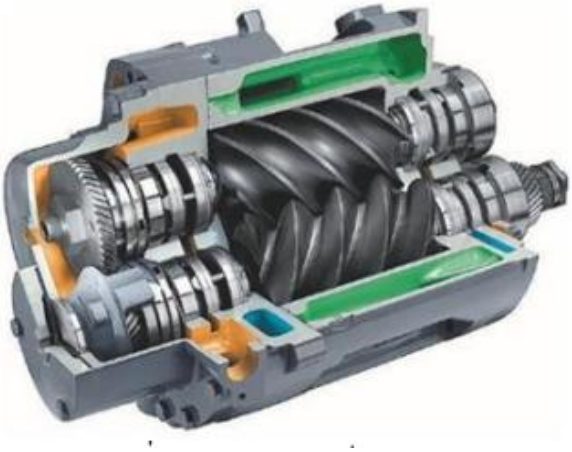
คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ(Reciprocating Type) อาศัยการทำงานของเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft)ขบัลูกสูบให้เกิดการดูดอัด มีใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กต่ำกว่า 1 HP จนถึงมีขนาดใหญ่ มากกว่า 100 HPเป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน ดังแสดงที่ภาพ 2.2



ภาพที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

คอมเพรสเซอร์ แบบสกรู(Screw Type) ทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือสกรู ตัวเมีย (Female Rotor)และสกรูตัวผู้ (Male Rotor) โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นช่องเก็บน้ำยา ส่วนสกรู ตัวผู้จะใช้สันเกลียวรีดน้ำ ยาออกตามแกนของสกรูทั้งสอง และเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นทาหน้าที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองขณะทำงานจึงมีน้ำมันหล่อลื่นไหลไปกับน้ำยาจำนวนมากที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรูจึงต้องติดอุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil Separator) ไว้ด้วยเสมอ ดังแสดงที่ภาพ 2.3



ภาพที่ 2.3 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู

คอมเพรสเซอร์แบบกน้ หอยหรือแบบสโครล์(Scroll Type) เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุดที่ ออกแบบมาใช้งานในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ การทำงานจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีลักษณะเป็นก้นหอยอยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเยื้องศูนย์โดยไม่มีการ เคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบแกน (Not Rotate)โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอกและถูกอัดมากสุดเมื่ออยู่ที่ แกนกลาง ลักษณะเคลื่อนไหวเทียบได้กับ พายุทอร์นาโด (Tornado) ปัจจุบันนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ ใช้ในที่พักอาศัยในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์ เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวน้อย ไม่ต้องใช้ลิ้นทางดูด ทางส่งจึงทำงานได้เปรียบและเงียบกว่า ดังแสดงที่ภาพ 2.4

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย

คอยล์เย็น (Evaporator) เป็นชิ้นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคู่ไปกับสารทำความเย็นหรือน้ำยาแอร์ โดยทำให้สารทำความเย็นเดือดจนมีสถานะกลายเป็นไอและสามารถดูดซับความร้อนจากพื้นผิวของคอยล์เย็นได้ ดังแสดงที่ภาพ 2.5

ภาพที่ 2.5 คอยล์เย็น (Evaporator)

คอนเดนเซอร์ (Condenser) หรือที่เรียกกันว่าคอยล์ร้อนนี้พบได้ในระบบทำความเย็นทั่วไป ตั้งแต่ระบบปรับอากาศทั้งในอาคาร รถยนต์ไปจนถึงห้องแช่แข็ง เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการระบายความ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ร้อนของสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอ มีอุณหุมิสูงและความดันสูง โดยหน้าที่ของคอนเดนเซอร์คือการควบแน่นเอาความร้อนออกแต่ยังคงสถานะความดันอยู่เช่นเดิม สารทำความเย็นที่เข้ามาในคอนเดนเซอร์จะมีสถานะเป็นไอและมีความร้อนสูงเพราะได้รับความร้อนและความดันสูงจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านผนังของคอนเดนเซอร์ จากสถานะเป็นไอก็จะกลายเป็นของเหลว โดยมีตัวกลางระบายความร้อนได้แก่ อากาศ น้ำ กับทั้งน้ำและอากาศ เพื่อดึงเอาความร้อนออกไปโดยที่ยังคงมีความดันอยู่เท่าเดิม ดังแสดงที่ภาพ 2.6

ภาพที่ 2.6 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

วาล์วลดความดัน(Expansion Valve) คือ ส่วนสุดท้ายของการทำความเย็นมีหน้าที่เพื่อช่วยทำให้ความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นลดลงของสารทำความเย็นที่ส่งมาจากคอยล์ร้อน หรือ Condenser จะไหลผ่านวาล์วลดความดัน ซึ่งจะปรับลดความดันของสารทำความเย็นให้ต่ำลง ส่งผลให้สารทำความเย้นพร้อมที่จะระเหยตัวที่อุณหภูมิต่ำ ณ อุปกรณ์ถัดไปซึ่งก็คือคอยล์เย็น ดังแสดงที่ภาพ 2.7

ภาพที่ 2.7 วาล์วลดความดัน(Expansion Valve)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารทำความเย็น Refrigerant คือ สารทำความเย็น (Refrigerant) เป็นสารที่สามารถเปลี่ยนสถานะไปมาจากของเหลวไปเป็นไอและจากไอกลายเป็นของเหลวได้ง่าย เมื่อสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอจะดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงเข้ามา ณ คอยล์เย็น และคายความร้อนเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอีกครั้ง ณ คอยล์ร้อน คุณสมบัติของสารทำความเย็นจะต้องมีเสถียรภาพที่ดีและใช้ได้นาน โดยประสิทธิภาพของสารทำความเย็นนั้นไม่ลดลง มีราคาถูก พาความร้อนได้มาก ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันหล่อลื่น ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ มีปริมาตรของแก๊สต่อหน่วยน้ำหนักน้อยและใช้แรงอัดให้เป็นของเหลวต่ำ ดังแสดงที่ภาพ 2.8

ภาพที่ 2.8 สารทำความเย็น Refrigerant

2.2 ระบบการผลิต (Production system)

ระบบการผลิต หมายถึง การนำเอาทรัพยากรต่างๆ ที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ คน เงิน วัตถุดิบ เครื่องจักร ทรัพยากรต่างที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ (Process) ทรัพยากรนั้นให้เป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ (Output) ที่ต้องการในด้านปริมาณ คุณภาพและเวลาตามที่กำหนดไว้ ซึ่งหลังจากที่มีผลิตก็จะมีข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ต่างๆ ที่ได้จากการผลิตเกิดขึ้น เพื่อใช้ในการควบคุมและประเมินผลของการผลิต และนำมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ก็จะต้องมีการปรับปรุงปัจจัยนำเข้า หรือกระบวนการผลิต เพื่อให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งในระบบการผลิตหรือการปฏิบัติการใด ย่อมมีโอกาสที่จะเกิด การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายเกิดขึ้น ซึ่งอยู่เหนือของการควบคุมของผู้บริหาร ซึ่งทำให้ผู้บริหารจำเป็นต้องมีแนวทางในการรับมือกับสิ่งนี้ เพื่อให้ระบบการผลิตมีอย่างต่อเนื่องและตอบสนองความต้องการได้ซึ่งระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.1.1 ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นการผลิตที่เน้นปริมาณมากๆ (Mass Production) ซึ่งเหมาะกับการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่องจะเป็นการทำหน้าที่ซ้ำๆ ซึ่งจะให้พนักงานเกิดความชำนาญในกระบวนการผลิตนั้นๆ

2.1.2 ระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นในการผลิต สามารถผลิต สินค้าได้หลากหลาย โดยจัดการผลิตเป็นกลุ่มๆ เมื่อผลิตชิ้นส่วนนั้นๆ ก็จะนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมา ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.3 อัตราผลผลิต (Productivity)

อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนของหน่วยผลผลิตต่อหน่วยกำลังหรือวัสดุที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต หรืออัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งทรัพยากรที่ใช้รวมถึง ที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ และแรงงาน โดยใช้สูตรคำนวนหาอัตตราการผลิต (Productivity) ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้ (Output)}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ (Input)}} \quad (1)$$

2.3.1 การเพิ่มผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงทางด้านโลกาภิวัฒน์ โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐกิจได้ส่งผลต่อ โครงสร้างการของระบบการผลิตและกระจายสินค้า ได้ส่งผลต่อผู้ซื้อในกระบวนการห่วงโซ่อุปาทาน แนวคิดการเพิ่มผลผลิตจึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นหลายๆด้าน ทั้งการลดปัจจัยนำเข้า หรือการลดต้นทุนการ ผลิต และการวิเคราะห์กระบวนการสร้างคุณค่า เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่ส่งให้ผลิตภัณฑ์และบริการ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในทุกๆ ด้าน ทำให้ความคาดหวังและความต้องการของ ลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งจากสมการของการคำนวณหา อัตราผลผลิตแล้ว อาจกล่าวได้ ว่าการปรับปรุงผลิตภาพคือ การเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์ต่อทรัพยากรที่ใช้ ซึ่งมีแนวทางใน การปรับปรุงผลิตภาพ 5 ทางดังนี้

(1) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง

(2) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นแต่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

(4) คงปริมาณผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรน้อยลง

(5) ลดปริมาณผลผลิตโดยใช้โดยใช้ทรัพยากรในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

2.3.2 การลดต้นทุน

การเพิ่มกำไรให้กับองค์กร นั้นเป็นเป้าหมายหลักที่องค์กรต้องการมากที่สุด แต่ การเพิ่มผลกำไรนั้น ก็สามารถทำได้ 2 ส่วน คือ

2.3.2.1 การเพิ่มราคาขาย ซึ่งคงจะทำได้ยาก เพราะลูกค้าคงเลือกที่จะไปซื้อกับผู้ประกอบการรายอื่น ที่มีคุณภาพใกล้เคียง และมีราคาถูกกว่า ยกเว้นเสียแต่ว่าผู้ผลิตมีอยู่รายเดียว

2.3.2.2 การลดต้นทุน โดยสิ่งสำคัญก็คือ เมื่อลดต้นทุนแล้ว คุณภาพของสินค้าก็ จะต้องไม่ลดลงและยังสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

2.2.3 ประสิทธิผลและประสิทธิภาพ (Effectiveness and Efficiency)

ประสิทธิผลในการทำงาน คือ ตัวบ่งชี้การบรรลุตามเป้าหมายในการทำงานนั้นๆ เช่น บริษัทผลิตแอร์ ตั้งเป้าไว้ว่าจะผลิตแอร์ให้ได้ 1000 ตัวต่อวัน ดังนั้นประสิทธิผลในการผลิต หมายถึง การผลิตแอร์ ให้ได้ตามเป้า แต่ถ้าผลิตไม่ถึง 1000 ตัวต่อวัน ก็เรียกว่าไม่มีประสิทธิผล แต่ บางครั้งบริษัทอาจผลิตได้ตามเป้าแต่อาจสิ้นเปลืองทรัพยากรไปอย่างมาก ดังนั้น จึงต้องมี ประสิทธิภาพเป็นตัววัดความสำเร็จในการทำงานอีกตัวหนึ่ง

ประสิทธิภาพในการทำงาน คือ ตัววัดการใช้ทรัพยากรในการบรรลุเป้าหมายที่ตั้ง ไว้ ว่ามีการใช้ทรัพยากรเพียงใดในการผลิต ดังนั้น ผู้จัดการที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือผู้ที่ผลิตสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ ด้วยต้นทุนค่าทรัพยากรต่ำสุด

2.2.4 เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต

เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนส่วนใหญ่เป็นเทคนิคที่เกี่ยวกับงานวิศวกรรม อุตสาหการ เป็นเทคนิคซึ่งมีการเผยแพร่และนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายและได้ผลมานานแล้ว ดังนั้น งานด้านเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุน จึงเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมอุตสาหการโดยตรง เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุนเช่น เทคนิคเกี่ยวกับการวางแผนและควบคุมการผลิต, เทคนิคในการการควบคุมคุณภาพ, เทคนิคเกี่ยวกับการควบคุมสินค้าคงคลัง, เทคนิคการศึกษาการทำงาน, เทคนิคการวิจัยดำเนินงาน, เทคนิคการควบคุมต้นทุน, เทคนิคเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์, เทคนิคการวางผังโรงงาน, เทคนิคการขนถ่ายวัสดุ, เทคนิคการจัดระบบข่าวสารข้อสนเทศ, เทคนิคเกี่ยวกับการซ่อม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บำรุงรักษา, เทคนิคการใช้เครื่องมือในอุตสาหกรรม, เทคนิคการประหยัดพลังงาน, เทคนิคเรื่องความปลอดภัยในอุตสาหกรรม, เทคนิคการกำจัดของเสียในอุตสาหกรรม และการบริหารงานบุคคล

2.4 การศึกษางาน (Work Study)

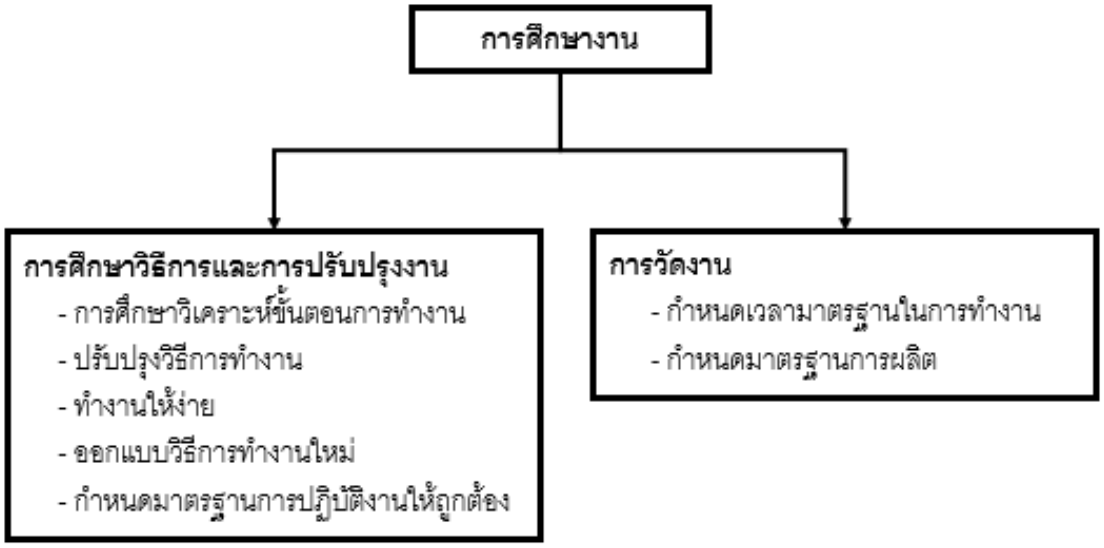
การศึกษางาน เป็นหลักการที่ใช้กันมายาวนาน ในวงการอุตสาหกรรม เพื่อการปรับปรุงผลผลิตให้ประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมการผลิตเป็นอย่างมาก จนได้มีการขยายไปประยุกต์ใช้ในด้านธุรกิจด้านอื่นๆ อีกหลายได้ ซึ่งการศึกษางาน หมายถึง เทคนิคของการวิเคราะห์ขั้นตอนการ ทำงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดผลผลิต 10 ที่คุ้มค่าที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งยังนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน และหามาตรฐานของงานในการทำงานในกระบวนการต่างๆ

การศึกษางาน (Work Study) เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งหมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น ออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ รวมถึงการปรับปรุง มาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่างๆ และการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ ถูกต้อง การหาเวลามาตรฐานของทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่ ทำให้ต้นทุนในการ ผลิตต่ำลงซึ่งการศึกษางานจะประกอบด้วยเทคนิค 2 อย่าง ดังแสดงในภาพที่ 2.9 คือ

(1) การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการทำงานเดิม

(2) การวัดงาน (Work Measurement) เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ที่เป็นประโยชน์ในมุมต่างๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับดุลยภาพของสายการผลิต เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงจูงใจหรือกำหนดมาตรฐานการผลิต (Production Standard)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบของการศึกษางาน (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558)

2.4.1 การวัดงาน (Work Measurement) คือ เทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมา เป็นหน่วยของเวลา หรือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานนั้น ซึ่งการกำหนดเวลามาตรฐานได้พัฒนา นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ก็เพื่อสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณหาผลผลิต มาตรฐานในการผลิต ดังแสดงในสมการที่ 2

$$\text{ผลผลิตมาตรฐาน} = \frac{\text{เวลาการทำงาน}}{\text{เวลาทั้งหมดที่มีในการทำงาน}} \quad (2)$$

ซึ่งข้อมูลของผลผลิตมาตรฐานเป็นข้อมูลที่สำคัญมากในการบริหารจัดการโรงงานอุตสาหกรรม ในการนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตและการควบคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการคำนวณค่าประสิทธิภาพในการทำงานของสายการผลิต ดังแสดงในสมการที่ 3

$$\text{ประสิทธิภาพ}\% = \left[\frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตมาตรฐาน}}\right] \times 100 \quad (3)$$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของการทำงานภายในโรงงาน สำหรับนิยามของระบบการวัดงาน (Work Measurement) เป็นระบบการจัดการที่ออกแบบมามี วัตถุประสงค์ดังนี้

(1) วิเคราะห์ปริมาณงานของต้นทุนค่าแรง

(2) กำหนดมาตรฐานเวลาสำหรับการปฏิบัติงาน

(3) วัดและวิเคราะห์ความแปรปรวนจากมาตรฐาน

(4) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานและมาตรฐานเวลาอย่าง ต่อเนื่อง

2.4.2 การสังเกตและจดบันทึกเวลา เมื่อได้แบ่งงานออกเป็นงานย่อยแล้ว ก่อน จับเวลาต้องศึกษาวิธีการทำงานจนแน่ใจว่าตรงกับงานย่อยที่ได้แบ่งไว้ จากนั้นเริ่มต้นจับเวลา การจับ เวลามี 3 วิธีดังนี้

2.4.2.1 การจับเวลาแบบต่อเนื่อง คือการจับเวลา โดยเริ่มต้นจับเวลานาฬิกาจับ เวลาเริ่มที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยที่หนึ่ง ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาจับเวลาแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มโดย ไม่ต้องท าการหยุดเวลา เมื่อสิ้นสุดงานย่อยถัดไปก็อ่านเวลาจากนาฬิกาอีก เวลาที่ได้จะต่อเนื่องไป เรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานย่อยต้องมาคำนวณภายหลัง โดยเอาเวลางานที่จดบันทึกได้ลบออกด้วยเวลาก่อนหน้านี้ก็จะได้เวลางานย่อยนั้นๆ

2.4.2.2 การจับเวลาแบบย้อนกลับ คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดย เริ่มต้นเวลาของแต่ละงานย่อยที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยจะอ่านเวลาแล้วบันทึกลงในฟอร์ม จากนั้นตั้ง เวลาไว้ที่ 0 อีกเมื่อเริ่มงานย่อยถัดไป การจับเวลาแบบวิธีนี้จะได้เวลาทำงานแต่ละงานย่อยเลย ซึ่งจะ บันทึกในช่อง เวลาเท่านั้น มีข้อดี คือ ไม่ต้องมาคำนวณเวลาของงานย่อย แต่มีข้อเสีย คือ เวลาที่จด บันทึกอาจจะมีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เนื่องจากจะต้องปรับเวลามาเป็น 0 ใหม่ในทุกๆ ครั้งที่เริ่มงาน ย่อย

2.4.2.3 การจับเวลาแบบสะสม คือ การจับเวลาที่คล้ายกับวิธีที่ 2 เพียงแต่ใช้ นาฬิกา 2 เรือน หรือ 3 เรือน ที่มีกลไกเชื่อมโยงถึงกัน ในขณะที่นาฬิกาเรือนที่ 1 เริ่มเดินนาฬิกาเรือน ที่ 2 จะหยุด ถ้านาฬิกาเรือนที่ 2 เริ่มเดิน นาฬิกาเรือนที่ 1 จะหยุด ทำให้สามารถอ่านเวลาของงาน ย่อยแต่ละงานได้โดยไม่ต้องเสียวเวลาในการกดนาฬิกากลับไปเริ่มที่ 0 ใหม่ ดังแสดงในตาราง 2.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางใบบันทึกการจับเวลา (จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง 2559)

ใบบันทึกผลการทดลองการจับเวลา (หลังปรับปรุง)		
ผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ	**กระบวนการทำงาน** ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	**ผู้บันทึกข้อมูล** นาย.....
ชื่อผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier รุ่น 40,000 Btu/h และ Toshiba รุ่น 48,000 Btu/h		**หน่วย:** นาที

การบันทึกเวลาปฏิบัติงานย่อย ของพนักงานและเครื่องจักร (หลังปรับปรุง)										
งานย่อย	**เวลาทำความสะอาดคอยล์เย็น (นาที)**									
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**	**ครั้งที่ 9**	**ครั้งที่ 10**
1. เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05	0.08	0.10	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.09	0.09
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30	1.15	1.22	1.43	1.44	1.21	1.59	1.39	1.48	1.43
3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30	1.24	1.53	1.54	1.30	1.31	1.40	1.29	1.51	1.52
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.50	0.45	1.07	1.03	1.18	0.59	0.36	0.48	1.16	1.27
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3.00	2.53	3.20	3.05	3.09	2.43	3.15	3.07	3.33	3.09
6. เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	17.36	17.40	17.05	16.30	15.55	18.15	17.40	17.05	16.30	15.55
รวมเวลางาน	23.51	22.85	24.17	23.42	22.61	23.75	23.95	23.32	23.87	22.95

2.5 ความสูญเปล่าในการผลิต

ความสูญเปล่า คือ การกระทำใดๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไป ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่นๆ แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง หรือการกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการนั้นเอง ซึ่งการที่จะบอกได้ว่ากระกระทำนั้นมีคุณค่าหรือไม่ ให้ตัดสินกันที่สินค้าหรือบริการว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าสินค้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั่นถือว่าการกระทำนั้นไม่มีคุณค่าต่อตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถ แบ่งกิจกรรม ได้เป็น 2 ส่วน คือ

(1) กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity: VA)

(2) กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non-Value Added Activity: NVA) ซึ่งความสูญเปล่ามีอยู่ 7 ประการด้วยกัน คือ

- การผลิตมากเกินไป (Overproduction)
- การรอคอย (Waiting)
- การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting)
- การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Inappropriate Processing)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

- การเก็บสินค้ามากเกินไป (Unnecessary Inventory)
- การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions)
- ของเสีย (Defects)

2.6 แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง คือแผนภูมิขบวนการผลิตที่กำหนดการเคลื่อนย้ายตามลำดับก่อนหลังของผลิตภัณฑ์หรือแนวของการทำงานโดยการบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นด้วยการใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสม

แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทคน คือแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องที่บันทึกว่าคนงานได้ทำงานอะไรบ้าง

แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทวัสดุ คือแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องที่บันทึกว่าวัสดุได้ถูกขนย้ายหรือกำลังถูกทำงานอย่างไร

แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทเครื่องจักร คือแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องที่บันทึกว่า เครื่องจักรได้ถูกทำงานอย่างไร

การจัดทำแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่อง ก็กระทำเช่นเดียวกับแผนภูมิขบวนการผลิตอย่างสังเขปทุกประการ ยกเว้นแต่ว่านอกจากสัญลักษณ์แสดงการปฏิบัติงาน และตรวจสอบแล้วได้เพิ่มสัญลักษณ์แสดงการขนถ่าย การรอและที่เก็บพักเพิ่มขึ้นเท่านั้น แม้ว่าแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องจะมีอยู่หลายประเภท แต่สัญลักษณ์ที่ใช้จะเหมือนกันทุกอย่าง และแนวทางการสร้างแผนภูมิประเภทต่างๆ ก็คล้ายคลึงกันมาก โดยตามที่นิยมปฏิบัติกันมา แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทนั้นคำกิริยาที่ใช้จะเป็น “การกระทำ” ของผู้ปฏิบัติงานต่อวัสดุหรือเครื่องจักร

ส่วนแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทวัสดุและเครื่องจักรนั้น คำกิริยาที่ใช้เป็น “การถูกกระทำ” ของวัสดุหรือเครื่องจักรโดยตรง

โดยทั่วไปแผนภูมิขบวนการผลิตทั้งสามประเภท มักจะใช้แบบฟอร์มเดียวกันพิมพ์อยู่ในรูปของแผนภูมิ ตัวพาดหัวรวมกันทั้งสามประเภท คือเขียนว่า “แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องประเภทคน/วัสดุ/เครื่องจักร” เวลาใช้กับประเภทใดประเภทหนึ่งก็ขีดฆ่าชื่ออีก 2 ประเภท ออกไปเนื่องจากมีรายละเอียดมากกว่า จึงทำให้แผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่องไม่สามารถแสดงการปฏิบัติงานต่อแผ่นของแผนภูมิได้มากเหมือนแผนภูมิขบวนการผลิตอย่างสังเขป แผนภูมิขบวนการการผลิตต่อเนื่อง จะแยก

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การกระทำงานบนสายงานของผลิตออกเป็นส่วนที่สำคัญๆ หลายส่วนแต่ละส่วนจะแสดงการทำงานนั้นๆบนแผนภูมิคนละแผ่นแยกจากกัน

การทำงานที่เด่นในขบวนการผลิตมีอยู่ 2 ชนิด การปฏิบัติงานและการตรวจสอบงาน สามารถแสดงได้ดังสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

◯ สัญลักษณ์แทนการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึงขั้นตอนที่สำคัญในขบวนการผลิต ในวิธีการหรือในแนวทางการปฏิบัติงานโดยทั่วไปแล้วจะต้องบอกถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงรูปของชิ้นส่วน วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ในขณะทำการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ของการปฏิบัติงานใช้ได้ทั้งงานในโรงงานและงานในห้องทำงาน เช่น การทำงานของเสมียน การปฏิบัติงานจะเริ่มขึ้นเมื่อได้รับหรือส่งข่าวข้อมูลแล้ว หรือในขณะที่กำลังทำการวางแผนงานหรือกำลังคำนวณอยู่

□ สัญลักษณ์แทนการตรวจสอบงาน สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึงการตรวจสอบคุณภาพของงาน หรือตรวจสอบปริมาณของงานความแตกต่างระหว่างงานทั้งสองนี้เห็นได้ชัดดังนี้

การปฏิบัติงานเป็นการกระทำต่อวัสดุ ชิ้นส่วนหรืองานบริหารในขั้นตอนต่างๆ ก่อนจะเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การกระทำนี้อาจเป็นการแปลงรูปร่างลักษณะ (เช่น ในกรณีการกลึงหรือกัดผิวโลหะของชิ้นส่วน) หรืออาจเป็นการเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี (เช่น ในกรณีของการปฏิบัติงานในสายงานการผลิตแบบต่อเนื่อง) เป็นต้น การปฏิบัติงานอาจกล่าวได้ว่า คือการตระเตรียมการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในเวลาอันใกล้ การตรวจสอบงาน ไม่เกี่ยวข้องกับการกระทำใดๆต่อวัสดุในขั้นตอนต่างๆ ก่อนจะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเลย

การตรวจสอบเป็นเพียงการพิสูจน์ว่าการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ผ่านมาทั้งหมดนี้ถูกต้องตรงกับคุณภาพและปริมาณของงานที่กำหนดเอาไว้โดยทั่วไปแล้วเราต้องการมองให้เป็นเค้าโครงร่าง ของการปฏิบัติงานให้ละเอียดชัดกว่าการใช้สัญลักษณ์เพียง 2 อัน ดังกล่าวมานี้ ด้วยเหตุนี้ จึงต้องใช้สัญลักษณ์ใหม่อีก 3 สัญลักษณ์ ดังข้างล่างนี้

⇨ สัญลักษณ์แทนการขนถ่าย สัญลักษณ์นี้จะบ่งบอกการเคลื่อนไหวของคนงาน วัสดุหรือเครื่องจักรจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งการขนถ่ายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนย้ายสิ่งของ หรือคนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งนี้ยกเว้นการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรือเกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงาน ณ หน่วยปฏิบัติงานหรือการปฏิบัติงานขณะทำการตรวจสอบงาน สัญลักษณ์นี้จะใช้ต่อเมื่อมีการขนถ่ายวัสดุที่เกิดขึ้นตัวอย่างเช่น ขนถ่าย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

D สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักชั่วคราวหรือการรอ สัญลักษณ์บ่งบอกถึงการรอที่เกิดขึ้นในลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ ตัวอย่างเช่น งานที่รอคอยอยู่ระหว่างการปฏิบัติงานของหน่วยที่ต่อเนื่องกัน หรือสิ่งต่างๆ ที่ทิ้งไว้ข้างๆ ชั่วคราวโดยไม่มีการลงบันทึกจนกว่าต้องการให้ เป็นต้น ตัวอย่างของงานที่ใช้สัญลักษณ์นี้ได้แก่ งานที่กองไว้บนพื้นของโรงงานระหว่างหน่วยงานปฏิบัติงานหนึ่งกับหน่วยงานปฏิบัติงานต่อไป กล่องที่รอคอยการบรรจุ ชิ้นส่วนที่รอเพื่อที่จะนำไปเก็บในกล่อง หรือจดหมายที่รอคอยการลงชื่อ เป็นต้น

▽ สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักถาวร สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึงที่เก็บพักที่ควบคุมได้ วัสดุจะถูกส่งเข้ามาเก็บไว้หรือถูกจ่ายออกไปโดยมีแบบการควบคุมอย่างเป็นทางการ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือที่เก็บพักสิ่งของสำหรับเป็นที่อ้างอิงเท่านั้นสัญลักษณ์นี้จะปรากฏขึ้นเมื่อมีการนำเอาสิ่งของมาเก็บไว้ เพื่อป้องกันการถูกขนย้ายออกไปโดยไม่เป็นทางการความแตกต่างระหว่างที่เก็บพักถาวรกับที่เก็บพักชั่วคราว หรือการรอก็มีเพียงว่าแบบฟอร์มของใบรับส่งของอย่างเป็นทางการจะต้องใช้เมื่อมีการนำวัสดุเข้า หรือออกจากที่เก็บพักถาวรแต่ไม่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการนำวัสดุเข้าหรือออกจากที่เก็บพักชั่วคราว

สัญลักษณ์ของแผนภูมิขบวนการผลิตการบันทึกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงาน หรือการปฏิบัติงานในแผนภูมิการผลิตสามารถทำได้ง่ายกว่าการบันทึกข้อความทั่วไปมาก การบันทึกในแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเพียง 1 ชุด ซึ่งจะมีอยู่ 5 สัญลักษณ์ ก็สามารถคลุมไปถึงการกระทำหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่ปรากฏโดยทั่วไปขณะปฏิบัติงานในโรงงานหรือสำนักงานได้หมด สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกนี้จะยังผลให้เกิดความสะดวกเป็นแบบของเลขที่สามารถเข้าใจได้แจ่มแจ้งประหยัดเวลาอย่างมาก ในการบ่งบอกถึงเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามลำดับในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างใบบันทึกแผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart) (จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง 2559)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. 1 SHEET NO. OF	SUMMARY							
ACTIVITY :กระบวนการล้างเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ส่วนคอยล์เย็น(ก่อนปรับปรุง)	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
METHOD : PRESENT / PROPOSES	OPERATION ○	7						
	TRANSPORT ⇨	0						
LOCATION :	DELAY D	0						
OPERATOR (s)	INSPECTION □	1						
CHART BY. DATE :	STORAGE ▽	0						
APPROVED BY. DATE :	DISTRANCE (ม)							
	TIME นาที	62						
DESCRIPTION	TIME นาที	DIST. เมตร	SYMBOL ○	⇨	D	□	▽	REM
1. ถอดอะไหล่เครื่องปรับอากาศ	15.13		✖					
2. นำผ้าใบคลุมเครื่องปรับอากาศ	3.15		✖					
3. ต่อระบบน้ำฉีด	2.14		✖					
4. ล้างทำความสะอาดส่วนคอยล์เย็น	20.23		✖					
5.เป่าแห้งคอยล์เย็น	3.25		✖					
6.นำผ้าใบคลุมเครื่องปรับอากาศออก	2.35		✖					
7.ประกอบอะไหล่เครื่องปรับอากาศ	15.25		✖					
8.ตรวจสอบการทำงานเครื่องปรับอากาศ	1.55					✖		
รวม	63.05		7	0	0	1	0	

2.7 แผนภูมิคนและเครื่องจักร Men-Machine Chart (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานร่วมกันระหว่างคนและ เครื่องจักร ซึ่งอาจจะมีตั้งแต่ หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลารอ คอยของคนและเครื่องจักร หรือเพื่อศึกษาดูว่าควรต้องลดหรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ แผนภูมิประเภทนี้มักวิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลา และตารางสรุปเวลาการทำงาน การวิเคราะห์จะใช้ กราฟแท่งแทนกิจกรรมแต่ล่ะประเภท โดยใช้การระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนกิจกรรมที่เป็นอิสระ กิจกรรมร่วม หรือการว่างงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.3

กิจกรรมร่วม

กิจกรรมอิสระ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

☐ การว่างงาน/การคอย

(1) กิจกรรมร่วม คือ กิจกรรมซึ่งพนักงานต้องทำร่วมกับเครื่องจักร หรือร่วมกับ พนักงานคนอื่น จึงไม่สามารถโยกย้ายสับเปลี่ยนโดยอิสระได้ เช่นการหยิบถอดชิ้น งานออกจากเครื่อง การตั้งเครื่อง สำหรับเครื่องจักร หมายถึง เวลาทั้งที่เดินเครื่องและว่างงานที่ต้องรับการควบคุมจาก พนักงาน

(2) กิจกรรมอิสระ คือ กิจกรรมที่แต่ละบุคคลหรือแต่ละเครื่องจักร ทำงานเป็นอิสระ แก่กัน โดยไม่ขึ้นต่อกัน ดังนั้น จึงเป็นกิจกรรมที่โยกย้ายสับเปลี่ยนตำแหน่งได้ เช่น การเตรียมชิ้นงาน หรือการตรวจสอบ สำหรับเครื่องจักร หมายถึงเวลาในการเดินเครื่อง

(3) การว่างงาน คือ เมื่อพนักงานไม่มีกิจกรรม หรือเมื่อเครื่องจักรไม่ได้มีการ เดินเครื่องผลิตชิ้นงาน

2.7.1 แนวทางการวิเคราะห์

2.7.1.1 ทำการบันทึกเวลาของกิจกรรมแต่ล่ะกิจกรรมของพนักงาน หรือเครื่องจักร โดย แยกออกเป็น กิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระ หรือการว่างงาน ซึ่งอาจเป็นการบันทึกเวลาเฉลี่ย ซึ่งไม่ต้องละเอียดมากนัก

2.7.1.2 ทำการบันทึกเวลาของกิจกรรมเหล่านั้นลงบนแผนภูมิกิจกรรมร่วม โดยแยก บันทึกของแต่ละคนหรือแต่ละเครื่องจักร กิจกรรมที่บันทึกควรให้ครบวัฏจักรของการกิจกรรมนั้น

2.7.1.3 วิเคราะห์กิจกรรมการทำงานต่างๆ อย่างละเอียด เพื่อศึกษาว่ากิจกรรมอิสระ ใดบ้างที่สามารถสลับเปลี่ยนเพื่อให้ลดการรอคอยงานลง หรือลดขั้นตอนการทำงานบางอย่างลง เพื่อให้เวลาทำงางานเร็วขึ้น

2.7.1.4 พัฒนาวิธีการทำงานใหม่ และบันทึกกิจกรรมต่างๆลงบนแผนภูมิกิจกรรมร่วม เพื่อเก็บไว้เป็นมาตรฐานของการปฏิบัติงานต่อไป

2.7.1.5 คำนวณหา เปอร์เซ็นต์ การทำงานของพนักงานและเครื่องจักร

สูตร %การทำงาน = (เวลาที่มีการทำงาน / รอบเวลารอบในการทำงาน)*100 ดังแสดงในตารางที่ 2.3

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์กิจกรรมร่วมของกระบวนการล้างทดความสะอาดคอยล์เย็น (นายวุฒิพร ศรีไพโรจน์ 2558)

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)									
	พนักงาน 1	เวลา (วินาที)		พนักงาน 2	เวลา (วินาที)		เครื่องล้างคอยล์	เวลา (วินาที)	
กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ชุดข้อมูลที่ 1)	1. ว่าง	0.05		เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05		เครื่องล้างคอยล์เย็นจะรีเซตตำแหน่งเริ่มต้น	0.05	
	2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30		นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30		ว่าง	1.30	
	3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		ว่าง	1.30	
	4. ว่าง	0.50		เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่อง	0.50		ว่าง	0.50	
	5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด	3.00		ว่าง	3.00		ว่าง	3.00	
	6.ว่าง	17.36		ว่าง	17.36		เครื่องล้างคอยล์เย็นทำงาน	17.36	

สรุปตาราง	พนักงาน 1	พนักงาน 2	เครื่องล้างคอยล์
การปฏิบัติงาน	4 ขั้นตอน	4 ขั้นตอน	2 ขั้นตอน
เวลาว่าง (นาที)	17.91	20.36	6.10
เวลาทำงาน (นาที)	5.60	3.15	17.41
เวลาทั้งหมด (นาที)	23.51	23.51	23.51
% เวลาทำงาน	23.81%	13.39%	74.05%
% เวลาว่าง	76.18%	86.60%	25.94%

กิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระ การว่างงาน /การคอย

2.8 ทฤษฎีการลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS

หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี

ในองค์กรธุรกิจทั่วไปจะสามารถแบ่งรูปแบบของกระบวนการหน่วยงานออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของงานโรงงานและส่วนของงานสนับสนุน ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ ซึ่งอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

ส่วนแรกคือส่วนของงานโรงงาน คือส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมาก็คือมีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น โดยแนวทางการลด MUDA ลงสามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และ ของเสีย

การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (jig) หรือ fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

สำหรับส่วนของงานสนับสนุนนั้นจะหมายถึง หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิตนั่นเอง ในส่วนของการสนับสนุนนี้ งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับงานด้านเอกสาร และข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสารหรือการบันทึกต่างๆมากมาย เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการสอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงาน ยิ่งหากองค์กรใดมีการนำระบบคุณภาพ ISO 9000 หรือ TS 16949 เข้ามาใช้ด้วยแล้ว ยิ่งไม่ต้องพูดถึงเพราะในข้อกำหนดหลายๆข้อของ ISO 9000 และ TS 16949 จะมีข้อบังคับในเรื่องงานการควบคุมเอกสาร และข้อมูลอยู่ด้วย

2.9 การประเมินผลประสิทธิภาพการผลิต

ประสิทธิภาพทางวิศวกรรมหมายถึงค่าอัตราส่วนของผลงานที่ได้ต่อหน่วยหรือของงานที่ใช้ไป ความสำเร็จในงานวิศวกรรมสามารถวัดประสิทธิภาพได้จากผลงานการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตหรือโครงงานวิศวกรรมนั้นที่มีอยู่เดิมหรือว่าจะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เป็นผลงานด้านวิศวกรรมเราสามารถวิเคราะห์โครงงานด้านวิศวกรรมเพื่อกำหนดคุณค่าหรือผลได้ รวมถึงการตัดสินใจในลักษณะต่างๆที่เพื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์นั้นๆ ในที่นี้กล่าวถึงเฉพาะการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วนของชนิดกิจกรรมหรือส่วนต่างที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุง สามารถทราบประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังแสดงในสมาการที่ 4

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{(\text{การปรับปรุง} - \text{ก่อนการปรับปรุง})}{\text{ก่อนการปรับปรุง}} \text{x100} \qquad (4)$$

2.10 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานงานวิจัยสามารถ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทแบ่งออกเป็นรูปแบบย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (บุญใจ ศรีสถิตนรากูร, 2553; รัตน์ศิริ ทาโต, 2552)

2.10.1 สมมติฐานทางการวิจัย (Research Hypothesis) เป็นคำตอบที่เป็นข้อความที่ผู้วิจัย คาดคะเนไว้ล่วงหน้า แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา เป็นการสื่อความหมายว่าผู้วิจัยสงสัยและคาดการณ์ประเด็นปัญหาการวิจัยแต่ละประเด็นไว้อย่างไร และแสดงแนวทางการทดสอบปัญหาในแต่ละประเด็นไว้ อย่างไร รูปแบบสมมติฐานทางการวิจัยสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

2.10.1.1 แบบมีทิศทาง (Directional hypothesis) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรโดย ระบุทิศทางความสัมพันธ์ สามารถสังเกตได้จากการคำที่แสดงการเปรียบเทียบ เช่น มากกว่า น้อยกว่า เพิ่มขึ้น ลดลง หรือ ความสัมพันธ์ทางบวก ความสัมพันธ์ทางลบ เป็นต้น การทดสอบสมมติฐานแบบนี้จึงเป็นการทดสอบสมมติฐาน แบบหางเดียว (One-tailed Test)

2.10.1.2 แบบไม่มีทิศทาง (Non-directional hypothesis) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษาโดยไม่ระบุทิศทางความสัมพันธ์มักใช้คำว่า แตกต่างกัน โดยไม่ระบุว่า แตกต่างกันในทิศทางใด หรือ สัมพันธ์กัน โดยไม่ระบุว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น การทดสอบสมมติฐานแบบนี้จึงเป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองหาง (Two-tailed Test)

2.10.2 สมมติฐานทางสถิติ (Statistical Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อทดสอบว่าสมมติฐานทางการวิจัยที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งจะเขียนตามโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้อยู่ในรูปที่ สามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติโดยสมมติฐานจะเขียนเป็นสัญลักษณ์ของพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าของ ประชากรเสมอเช่น μ σ ρ ดังแสดงตารางที่ 2.4

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์ของพารามิเตอร์

ค่าของประชากร	ค่าของตัวอย่าง	ความหมาย
μ (mu อ่านว่า “มิว”	$\bar{X}$	ค่าเฉลี่ย
σ (sigma อ่านว่า“ซิกมา”)	S, S.D	สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
σ 2 (อ่านว่า “ซิกมาก าลังสอง”)	S^S	ความแปรปรวน
ρ (rho อ่านว่า “โร”)	r	ค่าสหสัมพันธ์

สมมติฐานทางสถิติแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) Null Hypothesis (H_0) สมมติฐานว่าง หรือ สมมติฐานหลัก หรือ สมมติฐานกลาง หรือ สมมติฐานศูนย์เป็นสมมติฐานที่ตั้งในลักษณะว่า “ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรที่ศึกษา” หรือ “ไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างค่าที่ทดสอบ” จนกว่าจะมีข้อมูล หรือหลักฐานการทดสอบมายืนยันว่าไม่ได้เป็นตามสมมติฐานกลางนี้เช่น

H_0: $\mu_1 = \mu_2$ (ค่าเฉลี่ยของประชากรไม่แตกต่างกัน)

H_0: $\sigma_1^{\ 2} = \sigma_2^{\ 2}$ (ค่าความแปรปรวนของประชากรไม่แตกต่างกัน)

H_0: $\rho_{xy} = 0$ (ค่าความสัมพันธ์ของประชากรเป็นศูนย์ หรือ ไม่มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ ตัวแปร Y)

(2) Alternative Hypothesis (H_1) หรือ (H_a) เป็นสมมติฐานทางเลือก หรือ สมมติฐานรองรับ สมมติฐานแย้ง หรือไม่เป็นกลางเขียนโดยใช้สัญลักษณ์เดียวกันกับสมมติฐานกลางแต่แสดงความหมายในทางตรงกันข้าม เช่น ไม่เท่ากัน แตกต่างกัน หรือ มีความสัมพันธ์กัน เช่น

H_1 (หรือ) H_A: $\mu_1 \neq \mu_2$ หรือ $\mu_1 > \mu_2$ หรือ $\mu_1 < \mu_2$

H_1 (หรือ) H_A: $\sigma_1^{\ 2} \neq \sigma_2^{\ 2}$ หรือ $\sigma_1^{\ 2} > \sigma_2^{\ 2}$ หรือ $\sigma_1^{\ 2} < \sigma_2^{\ 2}$

H_1 (หรือ) H_A: $\rho_{xy} \neq 0$ หรือ $\rho_{xy} > 0$ หรือ $\rho_{xy} < 0$

การทำวิจัยผู้วิจัยจะตั้งสมมติฐานทางการวิจัยเพื่อคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้าแล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานทางการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยจะต้องแปลงสมมติฐานทางการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิจัยให้เป็นสมมติฐานทางสถิติก่อนจึงจะทดสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติ การตั้งสมมติฐานทางสถิติต้องตั้งทั้ง Null Hypothesis และ Alternative Hypothesis

2.10.3 กำรทดสอบสมมติฐำนกำรวิจัย

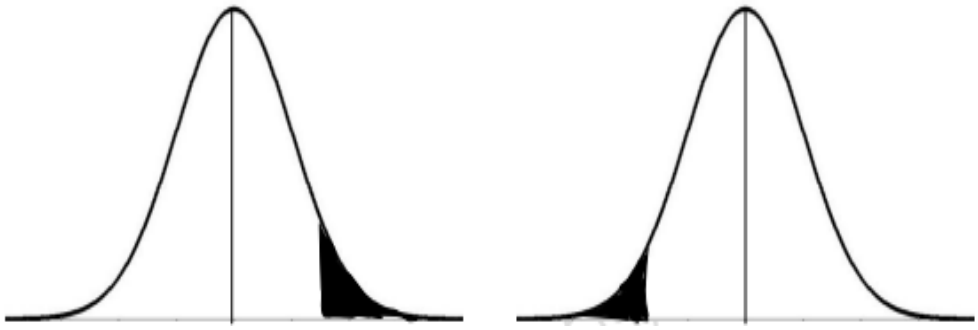
ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุสมมติฐานศูนย์และ สมติฐานรองรับ/สมมติฐานเลือก โดยใช้สัญลักษณ์ H_0 แทนสมมติฐานศูนย์และใช้สัญลักษณ์ H_1 (หรือ) H_a แทนสมติฐานรองหรือ สมมติฐานเลือก สิ่งที่ผู้วิจัยผู้วิจัยควรค่านึงถึงก่อนการตัดสินใจว่าจะระบุทิศหรือไม่ระบุทิศทางการวิจัยเสมอก็ คือ “ในระดับนัยสำคัญ (α) ที่เท่ากัน การระบุสมมติฐานแบบมีทิศทางจะทำให้โอกาสปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ มากกว่าการระบุสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง” แต่ก็มิได้หมายความว่าผู้วิจัยต้องการระบุสมมติฐานแบบมีทิศทางเสมอไป เพราะหากเป็นการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ของตัวแปรผู้วิจัยต้องระบุด้วยว่าเป็น สมมติฐานแบบมีทิศทางบวกหรือทิศทางลบ ซึ่งก่อนที่ผู้วิจัยจะตัดสินใจระบุสมมติฐานแบบมีทิศทางบวกหรือ สมมติฐานแบบมีทิศทางลบได้นั้น ผู้วิจัยต้องทบทวนวรรณกรรมให้มีความกระจ่างชัดก่อนว่าความสัมพันธ์ของ ตัวแปรที่ศึกษานั้นแท้จริงแล้วมีความสัมพันธ์แบบมีทิศทางบวก หรือมีความสัมพันธ์แบบมีทิศทางลบเพราะ หากผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมเพียงผิวเผินแม้ว่าผู้วิจัยจะระบุสมมติฐานแบบมีทิศทางก็ตาม แต่หากการระบุ ทิศทางที่ไม่ถูกต้องตรงตามทฤษฎี ในกรณีนี้โอกาสปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ก็ย่อมเป็นไปไม่ได้ หรือผลการทดสอบสมมติฐานย่อมไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้ให้พิจารณาด้วยว่า ตัวแปรต้นและตัวแปรตามมีค่าในระดับมาตรวัดใด หรือใช้สถิติใดมาทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานต้องแปลงสมมติฐานการวิจัยให้เป็นสมมติฐานทางสถิติเสียก่อน ซึ่งการทดสอบ สมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การทดสอบแบบด้านเดียวหรือหางเดียว (One-tailed Test) ดังแสดงที่ภาพ 2.10 และการทดสอบสมมติฐานแบบสองด้าน หรือสองหาง (Two-tailed Test) ดังแสดงที่ภาพ 2.11

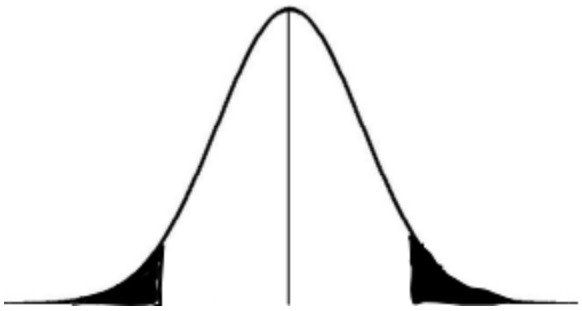
แบบที่ 1: การทดสอบด้านขวา	แบบที่ 2: การทดสอบด้านซ้าย
H_0: $\mu_1 \leq \mu_2$ และ H1: $\mu_1 > \mu_2$	H_0: $\mu_1 \geq \mu_2$ และ H_1: $\mu_1 < \mu_2$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.10 การทดสอบสมมติฐานแบบหางเดียว (One-tailed Test)

H_0: $\mu_1 = \mu_2$ และ H_1: $\mu_1 \neq \mu_2$



ภาพที่ 2.11 การทดสอบสมมติฐานแบบสองด้าน หรือสองหาง (Two-tailed Test)

ขั้นที่ 2 ระบุระดับนัยสำคัญ การกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการทดสอบ หรือ ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance = α) หมายถึง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ (ว่ามันไม่จริง) ทั้งๆ ที่มันเป็นจริง สัญลักษณ์ที่ใช้แทน ระดับความมีนัยสำคัญคือ α (Alpha) การที่ผู้วิจัยจะระบุนัยสำคัญ หรือ α ที่ระดับ .001, .01 หรือ .05 นั้น ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ ทดสอบหรือปัญหาการวิจัยที่ศึกษา หากเป็นงานวิจัยในสาขาสังคมศาสตร์ และสาขาพยาบาลศาสตร์ ซึ่งโดย ส่วนใหญ่จะใช้แบบแผนการวิจัยเชิงพรรณนา หรือแบบบรรยายและแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง การระบุนัยสำคัญของสมมติฐานที่ทดสอบ โดยทั่วไปจะระบุนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01 หมายความว่า ผู้วิจัย ยอมรับให้มีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เป็นจริง 5% และ 1% ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่จะนิยมระบุ นัยสำคัญที่ระดับ .05 มากกว่า .01 ยกเว้นในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการลดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ให้ระบุ นัยสำคัญที่ระดับ .001

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

โดยเฉพาะงานวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นปัญหาการวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตมนุษย์และใช้แบบแผนการวิจัยแบบทดลองที่แท้จริง ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่จำเป็นต้องควบคุมตัว แปรแทรกซ้อนอย่างเคร่งครัด ในกรณีนี้ การระบุระดับนัยสำคัญของสมมติฐานที่ทดสอบจำเป็นต้องระบุที่ระดับสูง (ยิ่งตัวเลขน้อยยิ่งมีระดับนัยสำคัญสูง) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ในขณะเดียวกันควรต้องลด ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 ด้วย โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเหมาะสมรวมทั้งต้องทำการวิจัยซ้ำและ ศึกษาจากตัวอย่างกลุ่มใหม่จนกว่าจะมั่นใจในผลการวิจัยที่ค้นพบว่าเป็นผลการวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือสูงมาก หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยมากทั้งนี้เพื่อลดโอกาสที่ผลการวิจัยจะผิดพลาดจนเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ เมื่อนำผลการวิจัยที่พบมาใช้จริงกับมนุษย์

ขั้นที่ 3 เลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน การเลือกใช้สถิติได้อย่างเหมาะสมกับสมมติฐานที่ทดสอบและเหมาะสมกับลักษณะข้อมูลที่รวบรวมมา ผู้วิจัยจึงจ าเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสถิติ หลังจากผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแล้ว ก็จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางการวิจัย ว่าจริงหรือไม่ โดยการทดสอบทางสถิติด้วยสถิติอ้างอิง (Inferential statistics) ซึ่งในกรณีตัวอย่าง ถ้าหากข้อมูลที่ เก็บจากกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ จะเลือกใช้สถิติ Independent t-test เป็นต้น

ขั้นที่ 4 เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤต ปัจจุบันใช้การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (แทนการคำนวณและการเปิดตาราง วิกฤต) ในขั้นตอนนี้จึงให้นักวิจัยพิจารณาระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า P-value หรือค่า Sig ในผลลัพธ์ (Print out) เพื่อการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานต่อไป

ขั้นที่ 5 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน การสรุปผลการทดสอบสมมติฐานให้พิจารณาว่าค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่า วิกฤต หรือ α (Alpha)

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab การพิจารณาระดับนัยสำคัญทางสถิติให้เปรียบเทียบค่า P-value หรือค่า Sig กับค่า α ที่ผู้วิจัยได้ระบุไว้

หากค่า P-value หรือค่า Sig น้อยกว่าค่า α ที่ผู้วิจัยระบุไว้ แสดงว่าโอกาสในการยอมรับสมมติฐาน หลักมีน้อยมากดังนั้นในกรณีนี้จึงปฏิเสธสมมติฐานหลักและยอมรับสมมติฐานรอง หรือการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงที่ตาราง 2.5

หากค่า P-value หรือค่า Sig มากกว่าค่า α ที่ผู้วิจัยระบุไว้แสดงว่า โอกาสในการยอมรับสมมติฐาน หลักมีมาก ดังนั้นในกรณีนี้จึงยอมรับสมมติฐานหลักและปฏิเสธสมมติฐานรอง หรือ การทดสอบสมมติฐานไม่มี นัยสำคัญทางสถิต

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ T – Test ที่ได้จาก การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab

Variable	N	Mean	St Dev	SE Mean	95% CI	T	P
เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)	20	23.408	0.835	0.187	(23.017, 23.799)	0.04	0.966

2.10.4 การสรุปผลกำรทดสอบสมมติฐาน

อ่านผลลัพธ์การวิเคราะห์ T – Test ค่า P- value ที่ได้คือ 0.96 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 23.01 – 23.79 นาที ให้ยอมรับสมมติฐานหลัก H_o เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) โดยสมมติฐานเวลาการทำงานเท่ากับ 23.40 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.83 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นสามารถนำข้อมูลทั้งจำนวน 20 ชุดข้อมูลไปใช้ได้ ดังแสดงที่ตาราง 2.5

หมายความว่า ถ้าทำการทดลอง 20 ชุดข้อมูล ของการล้างทำคสวามสะอาดคอยล์เย็น ผู้วิจัยมี ความมั่นใจ 95% แสดงว่าการนำข้อมูลสามารถนำไปใช้งานได้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นข้อมูลสำคัญที่อ้างอิงและเป็นแนวทางหนึ่งของงานวิจัย ซึ่งได้รวบรวมเนื้อหาเกี่ยวข้องกับงานวิจัยดั้งต่อไปนี้

วุฒิพร ศรีไพโรจน์ (2558) การปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำลังคนต่อสายการผลิต เพื่อลดต้นทุนแรงงาน การศึกษาค้นคว้างานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำหนดมาตรฐานจำนวนพนักงานที่ใช้ต่อสายการผลิตให้เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้สายการผลิตที่มีประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น โดยมุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าจากการทำงานของพนักงานให้น้อยลง ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนแรงงานในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา คือ การผลิตแผงวงจรไฟฟ้ายืดหยุ่นได้ ซึ่งการศึกษาค้นคว้างานวิจัยนี้ได้นำ หลักการ การศึกษางานและศึกษาเวลาในการทำงานวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการทำงานของคนและ เครื่องจักร และนำหลักการ ECRS เข้ามาวิเคราะห์และ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดความสูญ เปล่าจากการทำงาน จากผลการศึกษาพบว่า กระบวนการที่สนใจในการแก้ปัญหา สามารถปรับปรุงและ กำหนดมาตรฐานของจำนวนพนักงานได้โดยพิจารณาจากจำนวนพนักงานเดิมที่ใช้ 23 คน ต่อ สายการผลิตที่ลดลงเหลือ 13คนต่อสายการผลิต ซึ่งคิดเป็น 43.47% ส่งผลให้สามารถลดต้นทุน แรงงานลงจากประมาณ 2 ล้านบาทต่อเดือนเหลือ 1.1 ล้านบาทต่อเดือน หรือ ประมาณ 45% ถึงแม้ว่าการปรับปรุงมีการลงทุนซื้อเครื่องจักร แต่จากการลดต้นทุนแรงงาน ทำให้มีจุดคุ้มทุน ระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งในการปรับปรุงสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นในระยะยาว

จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง (2559) การปรับปรุงการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับเครื่ององปรับอากาศแบบแยกส่วน จากการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศของ พบว่าในขั้นตอนดังกล่าวใช้พนักงานในการปฏิบัติงานจำนวน 3 คน โดยการทำงานของพนักงานคนที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 54.04 พนักงานคนที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 93.15 และพนักงานคนที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 53.18 โดยใช้เวลาในการทำงาน 63.05 นาที/เครื่อง ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้เทคนิคการศึกษาเวลา (Time Study), ศึกษากระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart), การปฏิบัติงานทวีคูณ (Multiple activity chart) ได้ทำการออกแบบเครื่องทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยสามารถลดขั้นตอนต่างๆ พบว่า สามารถลดการใช้พนักงานจาก 3 คนเหลือ 2 คน สัดส่วนการทำงานของพนักงานคนที่ 1 เท่ากับร้อยละ 89.02 และพนักงานคนที่ 2 เท่ากับร้อยละ 76.84 เวลาในการทำความสะอาดลดลงเหลือ 45.55 นาที/เครื่อง จากเดิม 63.05 นาทีคิดเป็นร้อยละ 27.75 และสามารถลดต้นทุนได้ 93,600 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 0.53 ปี

มีนา ล่อซุ่นนี้ (2561). การเพิ่มผลิตภาพในโรงงานแปรรูปทูน่ากระป๋อง, วิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลิตภาพ คือ (1) ตัดหัวปลาออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการใส่ปลาต่อรอบให้มากขึ้น (2) เปลี่ยนรูปแบบการวางตัวปลาลงบนตะแกรง และ (3) จัดการสายการผลิตในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับปรุงให้ได้กำลังการผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถเพิ่มกำลังการผลิตจาก 160 เป็น 180 ตันวัตถุดิบต่อวัน คิดเป็นการเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 12.5 ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงจาก 62.18 เหลือ 61.40 บาทต่อกิโลกรัม หรือลดลงร้อยละ 1.25 และผลผลิตต่อคนเพิ่มขึ้นจาก 145 เป็น 163 กิโลกรัม/คน/วัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.4 ซึ่งคิดเป็นมูลค่าผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 4 ล้านบาทต่อวัน โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพของโรงงานโดยรวมได้ตามวัตถุประสงค์

จุฑาทิพย์ โค้วคาศัย (2549). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า, โดยลดความผิดพลาด และเวลาในการทำงานของขั้นตอนการทำงานภายในคลังบรรจุภัณฑ์ที่โรงงานตัวอย่าง จากการศึกษาการทำงานปัจุบันในส่วนของคลังบรรจุภัณฑ์ ปัณหาที่พบคือการส่งของผิดพลาดไม่ได้ตาม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จำนวนที่ต้องการ ไม่พบสินค้าในตำแหน่งที่ระบุไว้ในสถานที่จัดเก็บ และปัญหาการทำงานที่ล่าช้าของพนักงาน งานวิจัยนี้จำได้ปรับปรุงการทำงานโดยการออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงาน และวิธีปฏิบัติงานส่งผลให้ได้ระยะเวลาในการทำงานรวมลดลง 8.60% และเพิ่มความถูกต้องในการทำงาน 6.58% สามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์ลงได้ 33.81%

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในบทนี้ได้กล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของบริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด (หน่วยงาน Refurbish) โดยศึกษาขั้นตอนการทำงาน ศึกษางานและรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ โดยนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อลดระยะเวลาของกระบวนการทำงานของพนักงาน และหารแนวทางใน การปรับปรุงกระบวนการผลิต

3.1 ข้อมูลของสถานประกอบการที่เป็นกรณีศึกษา

บริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด ประกอบธุรกิจจัดจำหน่าย และให้บริการซ่อมบำรุงรักษาและติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่ (Modern Trade) โดยเฉพาะร้านสะดวกซื้อ (Convenience Store) และร้านค้าที่มีเครือข่าย (Chain Store) ซึ่งบริษัทให้บริการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้กับลูกค้าตลอด 7วัน 24 ชั่วโมง โดยมีทีมช่างที่มีความชำนาญกระจายอยู่ตามศูนย์บริการทั้งกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด เพื่อให้บริการงานซ่อมบำรุง (CM : Corrective Maintenance) งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM : Preventive Maintenance) และงานติดตั้งอุปกรณ์ ได้แก่

(1) ตู้แช่ Open Show Case (Open type)
(2) เครื่องปรับอากาศ
(3) เครื่องย่างไส้กรอก (Grill)
(4) ตู้นึ่งซาลาเปา
(5) ปั๊มน้ำ (Dino)
(6) ตู้กดน้ำร้อน
(7) ตู้ไอศกรีม
(8) เครื่อง POS
(9) ตู้แช่ข้าวกล่อง
(10) ตู้แช่น้ำแข็งยูนิค
(11) ตู้แช่ฝาทึบ ซันโย
(12) ตู้เตรียม
(13) ไฟฉุกเฉิน
(14) เครื่องไมโครเวฟ

บริษัทฯ มุ่งเน้นการให้บริการอย่างครบวงจร คำนึงถึงความต้องการของลูกค้า โดยร้านสะดวกซื้อจะปิดปรับปรุงร้าน (Renovate) ทุก 5 ปี และส่งอุปกรณ์เข้ามาปรับปรุงสภาพอุปกรณ์ให้มีสภาพเหมือนใหม่ที่หน่วยงาน Refurbish ของบริษัทฯ ซึ่งจะปรับปรุงทั้ง Function และกายภาพ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ของอุปกรณ์ ซึ่งค่าใช้จ่ายในปรับปรุงสภาพอุปกรณ์จะราคาต่ำกว่าการซื้ออุปกรณ์ใหม่ ส่งผลให้มีแนวโน้มจำนวนอุปกรณ์ที่ส่งเข้าปรับปรุงสภาพอุปกรณ์เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3.2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรณีศึกษา

ปัจจุบันปริมาณเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในร้านสะดวกซื้อ 7-ELEVEN แบ่งออกเป็น 2 ยี่ห้อคือ Carrier รุ่น 40,000 Btu/h และ Toshiba รุ่น 48,000 Btu/h ที่ต้องนำเข้ามาทำการ ปรับปรุงประสิธิภาพที่หน่วยงาน Refurbish ของบริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด ดังแสดงในภาพที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.1 เครื่องปรับอากาศ Carrir ขนาด 40,000 Btu/h

ภาพที่ 3.2 เครื่องปรับอากาศ Toshiba ขนาด 48,000 Btu/h

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2.1 กระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

กระบวนการปรับปรุงประสิธิภาพเครื่องปรับอากาศ จะถูกแบบออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ คือ พนักงานจะนำเครื่องปรับอากาศที่ต้องทำการปรับปรุง (Renovate) มาแยกชิ้นส่วนภายในออก หลังจากนั้นนำอุปกรณ์ที่ถูกแยกออกมาไปล้างทำความสะอาดเฉพาะส่วนที่ล้างได้เช่น แผ่นกรองอากาศ (Filter) คอยล์เย็น (Evaporator) ถาดรองรับน้ำทิ้ง (Condensate Tray) หน้ากากรับลมและหน้ากากกระจายลม (Louver) เป็นต้น ต่อมาก็ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ซ่อมบำรุงระบบภายในเครื่องปรับอากาศ เปลี่ยนอะไหล่และ การประก่อนเครื่องปรับอากาศ แสดงดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 กระบวนการปรับปรุงประสิธิภาพเครื่องปรับอากาศ

3.2.2 กระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เป็นกรณีศึกษา

จากกรณีศึกษาคือกระบวนการล้างทำความสะอาดในขั้นตอนที่ 2 ของกระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 3.3 ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 3.4 ถึงภาพที่ 3.8

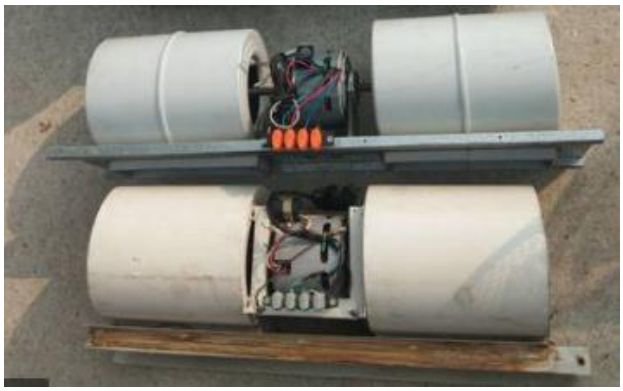
ภาพที่ 3.4 แผ่นกรองอากาศ (Filter)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

แผ่นกรองอากาศ (Filter) ทำหน้าที่กรองอากาศโดยจะดักฝุ่นละอองและ สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในอากาศไม่ให้ผ่านเข้าไปยังตัวฟิลคอยล์และเป่ากลับไปสู่บรรยากาศภายในห้องได้อีกครั้ง แสดงดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.5 คอยล์เย็น (Evaporator)

คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานร้อนให้เป็นความเย็น มีลักษณะเป็นท่อทองแดงหรือท่อทำความเย็นที่ขดไปมาอยู่ภายในด้านใน และมีแผ่นครีบอลูมิเนียมบางๆ ที่เรียงกันอยู่รอบท่อทองแดง ภายในแผงท่อทำความเย็นจะมีสารทำความเย็นที่ไหลเวียนอยู่เพื่อรับลมจากใบพัดและ ส่งลมเย็นออกไปภายในห้อง ดังแสดงในภาพที่ 3.5



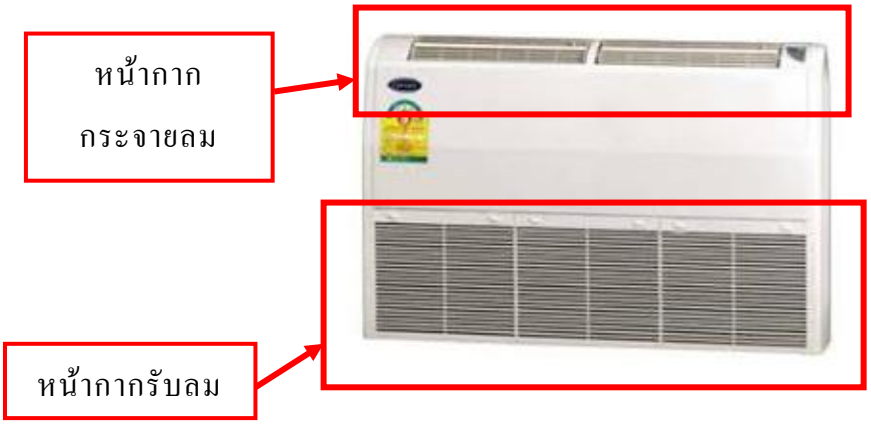
ภาพที่ 3.6 ใบพัดลมฟิลคอย์ (Blower)

ใบพัดลมฟิลคอย์ (Blower) ทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศในห้อง โดยใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 3.6

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.7 ถาดรองรับน้ำทิ้ง (Condensate Tray)

ถาดรองรับน้ำทิ้ง (Condensate Tray) อุปกรณ์สำหรับรองรับน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของไอน้ำในอากาศภาย ในห้อง น้ำที่เกิดขึ้นนี้จะไหลไปรวมกันที่ถาดรองรับน้ำและถูกระบายทิ้งโดยผ่านทาง ท่อน้ำทิ้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.7

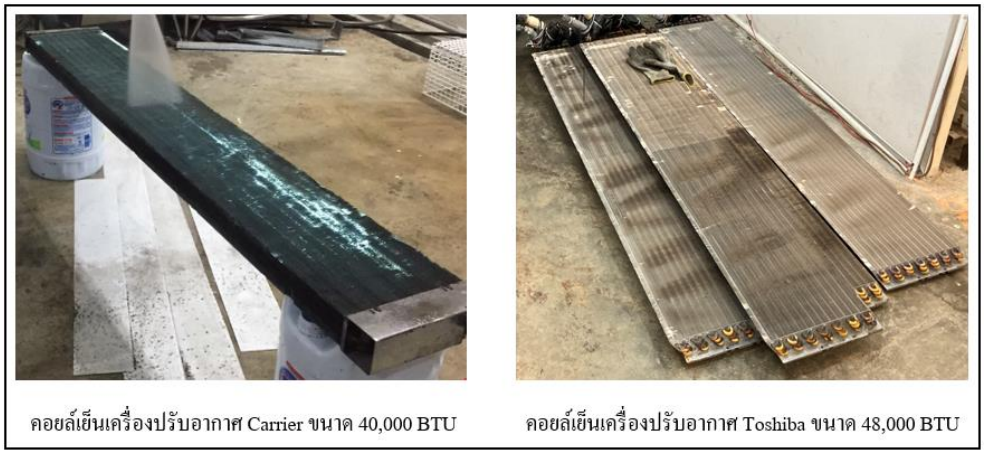


ภาพที่ 3.8 หน้ากากรับลมและหน้ากากกระจายลม (Louver)

หน้ากากรับลมและหน้ากากกระจายลม (Louver) เป็นอุปกรณ์รับลมเข้าไปในเครื่องปรับอากาศเพื่อปรับลมให้เย็นและกระจายลมเย็นไปยังพื้นที่ต่างๆ ภายในห้องดังแสดงในภาพที่ 3.8

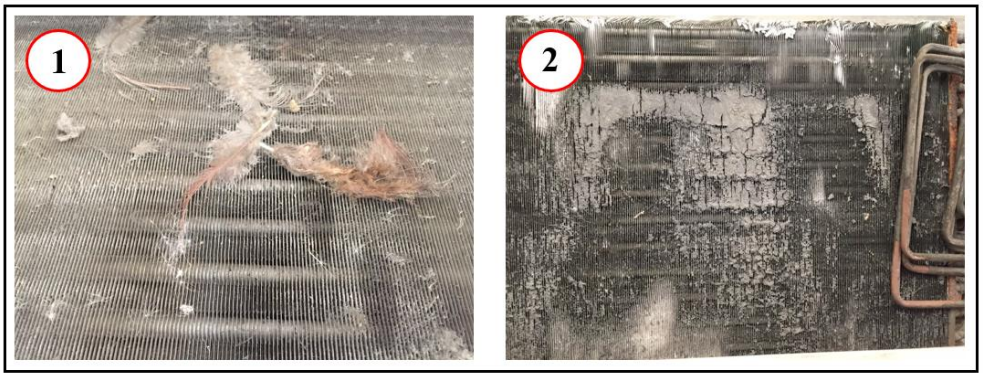
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.3 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.9 คอย์เย็นเครื่องปรับอากาศของยี่ห้อ Carrier 40,000 Btu/h และ Toshiba 48,000 Btu/h

จากการศึกษาหน่วยงาน Refurbish พบว่าคอยล์เย็น (Evaporator) ส่วนมากที่ถูกใช้งานตลอด 5 ปี จะเข้ามาล้างทำความสะอาดเพื่อให้คราบสิ่งสกปรกอุดตันสะสมที่คอยล์เย็น (Evaporator) ออกซึ่งจะเห็นได้ว่ามาการสะสมของคราบสิ่งสกปรกหนาแน่นดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 คราบที่สกปรกที่อุดตันอยู่ภายในของคอย์เย็น

จากภาพที่ 3.10 แสดงให้เห็นถึงคราบสะสมของฝุ่นละอองที่ติดอยู่ด้านในของคอยล์เย็นเช่น คราบฝุ่น ควัน เชื้อรา หยากใย่ และสิ่งแปลกปลอม

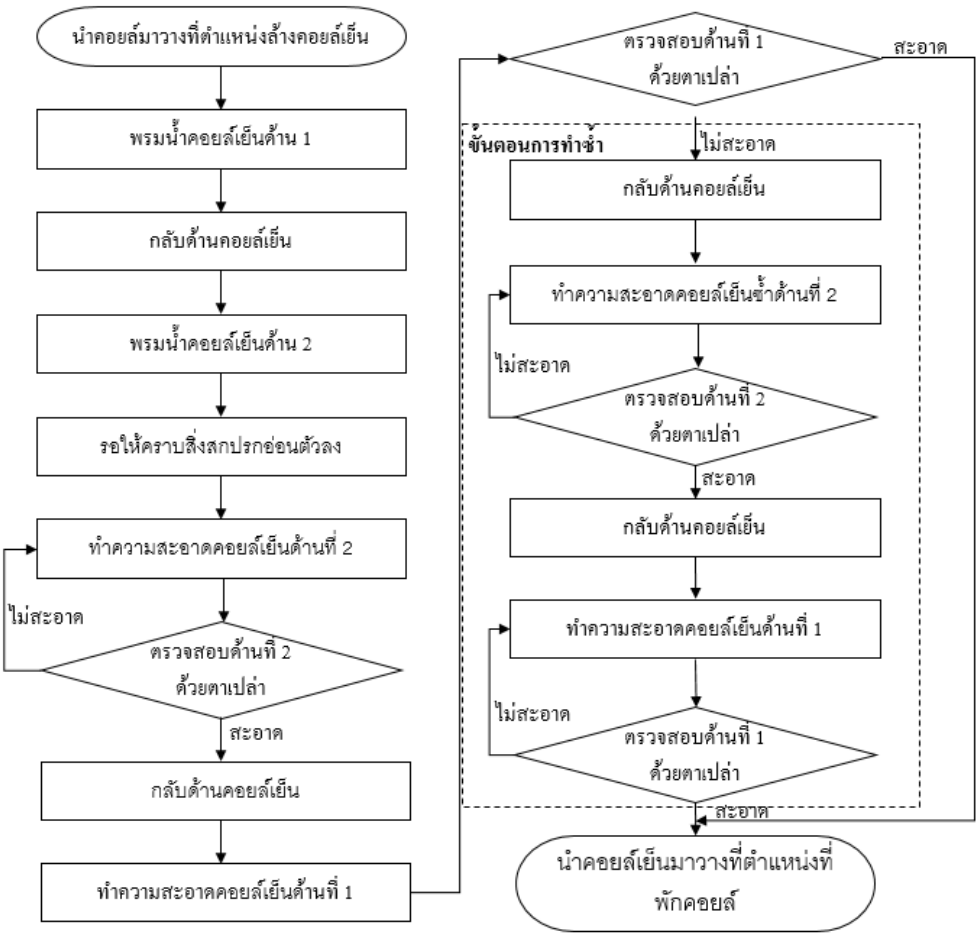
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.4 การศึกษาการทำงานของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

จากการศึกษากระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (Evaporator) จึงนำข้อมูลของแต่ละกระบวนการมาทำการศึกษาการทำงานย่อยอย่างละเอียด รวมทั้งศึกษาเรื่อง เวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนการทำงานได้ โดยกระบวนการที่สนใจศึกษา ตั้งแต่ นำคอยล์เย็นไปวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์เย็น จนถึงกระบวนการนำคอยล์เย็นกลับไปที่วางคอยล์เย็นเพื่อรอให้น้ำที่ติดอยู่ภายในแห้ง เป็นการศึกษาการปฏิบัติงาน ของพนักงาน การศึกษางาน และเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน ของสภาวะการทำงานปกติ

3.4.1 ขั้นตอนของการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

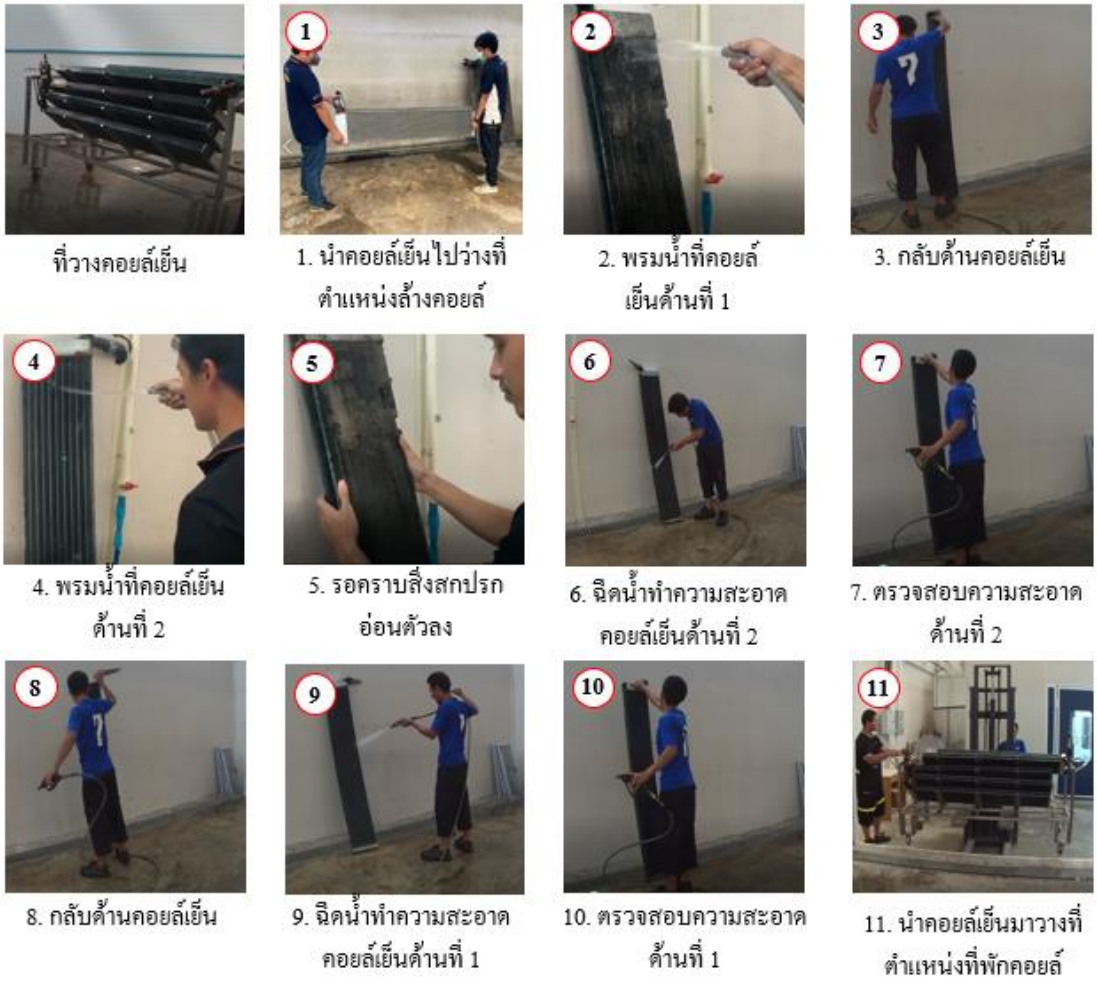
จากการเก็บข้อมูลในส่วนของขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (Evaporator) ของพนักงาน เริ่มจากขั้นตอน พนักงานช่วยกันยกคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์ ถึงขั้นตอนนำคอยล์เย็นไปเก็บเพื่อรอประกอบในกระบวนการถัดไป แสดงดังภาพที่ 3.11 และภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากภาพที่ 3.11 แสดงถึงขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นก่อนปรับปรุง จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นมีขั้นตอนที่ต้องทำซ้ำกันและต้องตรวจเช็คอยู่หลายครั้งเพื่อให้มั่นใจได้ว่าคอยล์เย็นนั้นจะสะอาด ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและเกิดความศูนย์ปล่าวของขั้นตอนการรอให้สิ่งสกปรกให้อ่อนตัวลงนานถึง 20.33 นาที หากมีคราบสิ่งสกปรกติดหนาแน่นมากผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทำความสะอาดซ้ำอีกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.12 กระบานการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 2 พนักงานช่วยกันยกคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์

ขั้นตอนที่ 2 พนักงานคนที่ 2 พรมน้ำที่คอยล์เย็นด้านที่ 1 ให้ทั่ว

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ขั้นตอนที่ 3 พนักงานคนที่ 2 กลับด้านคอยล์เย็นเพื่อพรมน้ำด้านที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 พนักงานคนที่ 2 พรมน้ำที่คอยล์เย็นด้านที่ 2 ให้ทั่ว

ขั้นตอนที่ 5 รอคราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง 20.33 นาที

ขั้นตอนที่ 6 พนักงานคนที่ 1 ฉีดน้ำล้างทำความสะอาดที่คอยล์เย็นด้านที่ 2 ให้ทั่ว

ขั้นตอนที่ 7 พนักงานคนที่ 2 ตรวจสอบความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2

ขั้นตอนที่ 8 พนักงานคนที่ 2 กลับด้านคอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 9 พนักงานคนที่ 1 ฉีดน้ำล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1 ให้ทั่ว

ขั้นตอนที่ 10 พนักงานคนที่ 2 ตรวจสอบความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1 ให้ทั่ว

ขั้นตอนที่ 11 พนักงานคนที่ 1 และคนที่ 2 นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์

3.4.2 ข้อมูลงานย่อยและการจับเวลา

โดยข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลการจับเวลาของแต่ละงานย่อย จะพบว่ากระบวนการปฏิบัติงานของแต่ละขั้นตอนที่สนใจตั้งแต่การนำคอยล์เย็นไปวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์เย็น จนถึงขั้นตอนการนำคอยล์เย็นกลับไปที่พักคอยล์เย็น ก่อนเข้าสู่กระบวนการถัดไป ดังนั้นการศึกษาในนี้จึงใช้การวิเคราะห์การทำงานโดยการสังเกตและจดบันทึกเวลา ดังแสดงในตารางที่ 3.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.1 การสังเกตและจดบันทึกเวลาล้างคอยล์เย็น (Evaporator) จำนวน 20 ครั้ง (ก่อนปรับปรุง)

ใบบันทึกผลการทดลองการจับเวลา (ก่อนปรับปรุง)		
ผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ	**กระบวนการทำงาน** ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	**ผู้บันทึกข้อมูล** นายศตพรรษ สารการ
ชื่อผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier รุ่น 40,000 Btu/h และ Toshiba รุ่น 48,000 Btu/h		**หน่วย:** นาที

ตารางแสดงของมูลการปฏิบัติงาน (ก่อนปรับปรุง)										
กระบวนการล้างคอยล์เย็น	**เวลาทำความสะอาดคอยล์เย็น (นาที)**									
	คอยล์ 1	**คอยล์ 2**	**คอยล์ 3**	**คอยล์ 4**	**คอยล์ 5**	**คอยล์ 6**	**คอยล์ 7**	**คอยล์ 8**	**คอยล์ 9**	**คอยล์ 10**
1. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.25	1.23	1.58	1.23	1.22	1.24	1.23	1.42	1.41	1.34
2. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 1	0.36	0.33	0.37	0.28	0.24	0.30	0.31	0.37	0.33	0.30
3. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13	0.14	0.13	0.11	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13
4. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 2	0.25	0.31	0.32	0.23	0.35	0.30	0.27	0.29	0.28	0.30
5. รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	20.33	15.21	14.15	18.21	18.51	19.42	16.71	17.24	19.08	16.56
6. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2	4.13	5.17	4.56	5.21	5.20	5.33	5.19	6.35	4.29	5.09
7. ตรวจสอบด้านที่ 2 ด้วยตาเปล่า	0.12	0.10	0.16	0.14	0.90	0.11	0.12	0.05	0.06	0.08
8. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13	0.11	0.11	0.15	0.18	0.16	0.13	0.12	0.13	0.15
9. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1	2.27	1.58	2.29	3.42	1.46	2.37	2.50	2.28	2.56	3.17
10. ตรวจสอบด้านที่ 1 ด้วยตาเปล่า	0.15	0.13	0.14	0.12	0.17	0.16	0.06	0.15	0.18	0.14
11. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.17	1.20	1.52	1.22	1.31	1.24	1.42	1.39	1.37	1.23
รวมเวลาทั้งหมด	**30.29**	**25.51**	**25.33**	**30.32**	**29.69**	**30.77**	**28.07**	**29.79**	**29.81**	**28.49**

ตารางแสดงของมูลการปฏิบัติงาน (ก่อนปรับปรุง)										
กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	**เวลาทำความสะอาดคอยล์เย็น (นาที)**									
	คอยล์ 11	**คอยล์ 12**	**คอยล์ 33**	**คอยล์ 14**	**คอยล์ 15**	**คอยล์ 16**	**คอยล์ 17**	**คอยล์ 18**	**คอยล์ 19**	**คอยล์ 20**
1. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.25	1.33	1.45	1.11	1.31	1.29	1.30	1.35	1.31	1.31
2. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 1	0.24	0.35	0.22	0.28	0.25	0.27	0.32	0.31	0.32	0.30
3. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13	0.14	0.13	0.19	0.15	0.15	0.13	0.16	0.11	0.14
4. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 2	0.29	0.25	0.31	0.23	0.29	0.33	0.38	0.29	0.36	0.30
5. รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	19.45	10.22	17.31	18.23	19.21	15.21	18.18	17.53	17.58	16.08
6. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2	5.13	4.17	4.56	5.21	4.20	5.15	4.35	5.25	5.05	4.58
7. ตรวจสอบด้านที่ 2 ด้วยตาเปล่า	0.09	0.10	0.12	0.08	0.04	0.12	0.09	0.11	0.10	0.14
8. กลับด้านคอยล์เย็น	0.18	0.21	0.15	0.19	0.12	0.17	0.10	0.13	0.18	0.15
9. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1	2.27	2.33	2.29	4.22	1.52	2.43	2.30	3.15	3.19	2.49
10. ตรวจสอบด้านที่ 1 ด้วยตาเปล่า	0.13	0.13	0.12	0.10	0.15	0.13	0.14	0.12	0.15	0.11
11. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.22	1.46	1.38	1.22	1.19	1.26	1.37	1.33	1.58	1.32
รวมเวลาทั้งหมด	**30.38**	**20.69**	**28.04**	**31.06**	**28.43**	**26.51**	**28.66**	**29.73**	**29.93**	**26.92**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.2 แผนภูมิกระบวนการไหล Flow process chart ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. 1 **SHEET NO.** OF	**SUMMARY**							
ACTIVITY: กระบวนการล้างคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)	**ACTIVITY**		**PRESENT**		**PROPOSE**		**SAVING**	
METHOD : PRESENT / PROPOSES	**OPERATION** ○		6					
	TRANSPORT ⇨		2					
	DELAY D		1					
	INSPECTION □		2					
	STORAGE ▽		0					
	DISTRANCE (ม)		6					
	TIME (นาที)		30.29					

DESCRIPTION	**TIME (นาที)**	**DIST (เมตร)**	**SYMBOL** ○	⇨	D	□	▽	**REM**
1. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.25	3		✖				
2. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 1	0.36		✖					
3. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13		✖					
4. พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 2	0.25		✖					
5. รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	20.33				✖			
6. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2	4.13		✖					
7. ตรวจสอบด้านที่ 2 ด้วยตาเปล่า	0.12					✖		
8. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13		✖					
9. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1	2.27		✖					
10. ตรวจสอบด้านที่ 1 ด้วยตาเปล่า	0.15					✖		
11. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.17	3		✖				
รวม	30.29	3	7.27	2.42	20.33	0.27		

จากตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการเก็บตัวอย่าข้อมูลงานย่อยของคอยล์เย็นที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (Evaporator) แสดงถึงกระบวนการไหลของการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นใช้เวลารวมทั้งหมด 30.29 นาที โดยมีกระบวนการไหลของขั้นตอนทั้งหมด 11 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

1. ○ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 6 ขั้นตอน ใช้เวลา 7.27 นาที
2. ⇨ ขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 2 ขั้นตอน ใช้เวลา 2.42 นาที ระยะทางรวม 6 เมตร
3. D ขั้นตอนการรอ 1 ขั้นตอน ใช้เวลา 20.33 นาที
4. □ ขั้นตอนการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน ใช้เวลา 0.27 นาที

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ ครั้งที่ 1 (ก่อนปรับปรุง)

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)				
	พนักงาน 1	**เวลา (วินาที)**	**พนักงาน 2**	**เวลา (วินาที)**
การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น ครั้งที่ 1 (ก่อนปรับปรุง)	1. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.25	นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.25
	2.ว่าง	0.36	พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 1	0.36
	3.ว่าง	0.13	กลับด้านคอยล์เย็น	0.13
	4.ว่าง	0.25	พรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 2	0.25
	5. รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	20.33	รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	20.33
	6. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2	4.13	ว่าง	4.13
	7. ตรวจสอบด้านที่ 2 ด้วยตาเปล่า	0.12	ว่าง	0.12
	8.ว่าง	0.13	กลับด้านคอยล์เย็น	0.13
	9. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1	2.27	ว่าง	2.27
	10. ว่าง	0.15	ตรวจสอบด้านที่ 1 ด้วยตาเปล่า	0.15
	11. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.17	นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.17

สรุปตาราง	**พนักงาน 1**	**พนักงาน 2**
การปฏิบัติงาน	5 ขั้นตอน	7 ขั้นตอน
เวลาว่าง (นาที)	21.35	26.85
เวลาทำงาน (นาที)	8.94	3.44
เวลาทั้งหมด (นาที)	30.29	30.29
% เวลาว่าง	70.48%	88.64%
% เวลาทำงาน	29.51%	11.35%

กิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระ การว่างงาน /การคอย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

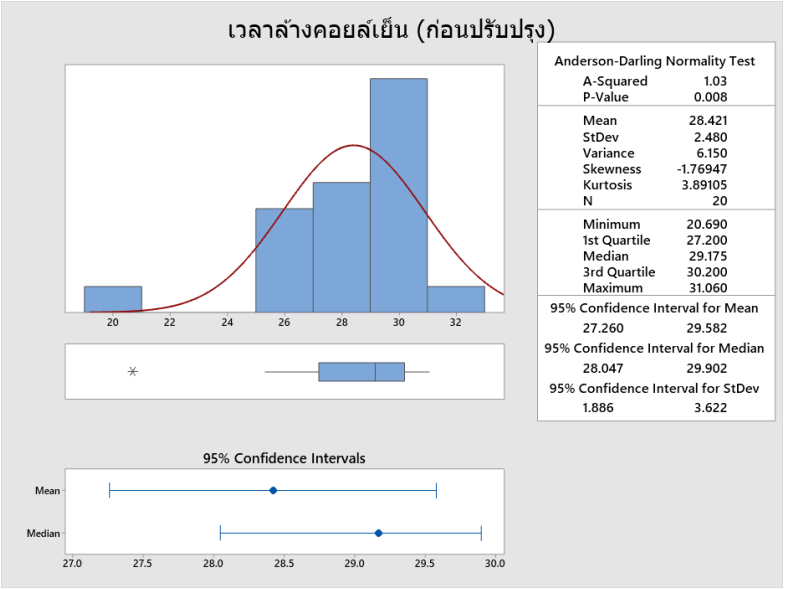
จากตารางที่ 3.3 ข้อมูลงานย่อย การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของพนักงานที่เก็บรวบรวมมาได้ข้างต้น พบว่าในกระบวนการปฏิบัติงานมีพนักงานจำนวน 2 คน พนักงานคนที่ 1 มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 8. 94 นาที คิดเป็น 29.51% และมีเวลาว่างที่เกิดจากการคอย 21.35 นาที เท่าคิดเป็น 70.48% พนักงานคนที่ 2 มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 7 ขั้นตอน ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 3.44 นาที คิดเป็น 11.35% และมีเวลาว่างที่เกิดจากการคอย 26.85 นาที เท่าคิดเป็น 88.64% ของรอบการปฏิบัติงานต่อ 1 คอยล์ เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทั้งกระบวนการเท่ากับ 30.29 นาที ของคอยล์เย็นตัวที่ 1 ดังแสดงที่ตาราง 3.3

3.5 การทดสอบสมมติฐานเวลาการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)

จากผลการคำนวนหาจำนวนตัวอย่างการทดลองจำนวน 20 ชุดข้อมูล จากผลรวมเวลาทั้งหมด จากตารางที่ 3.1 ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลทำการวิเคราะห์การแจกแจ้งข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ค่า P – Value เท่ากับ 0.05 โดยกำหนดสมมติฐานฐานที่ใช้ในการทดลอง ดังภาพที่ 3.13

H_o : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ



ภาพที่ 3.13 การวิเคราะห์ Normal Test เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากผลการวิเคราะห์ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณ 20 ชุดข้อมูล เท่ากับ 0.008 น้อยกว่า ค่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_o ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.42 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้การทดสอบเวลาของตัวอย่างกลุ่มนี้มีความแตกต่างกับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 นาที โดยใช้การวิเคราะห์ T – Test (One-Sample Test) ดังแสดงตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์ T – Test

Variable	N	Mean	St Dev	SE Mean	95% CI	T	P
เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง)	20	28.42	2.480	0.555	(27.260, 29.582)	0	0.99

จากตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์ T-Test เพื่อทดสอบเวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง) โดยสมมติฐานเวลาการทำงาน ที่ 28.42 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.480 และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.555 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

$$H_o : \mu = 28.42$$

$$H_1 : \mu \neq 28.42$$

จากผลการทดลอง T-Test ค่า P- value ที่ได้คือ 0.99 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 27.26 – 29.58 นาที ให้ยอมรับสมมติฐานหลัก H_o เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ก่อนปรับปรุง) โดยสมมติฐานเวลาการทำงานเท่ากับ 28.42 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.48 นาที

3.6 ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

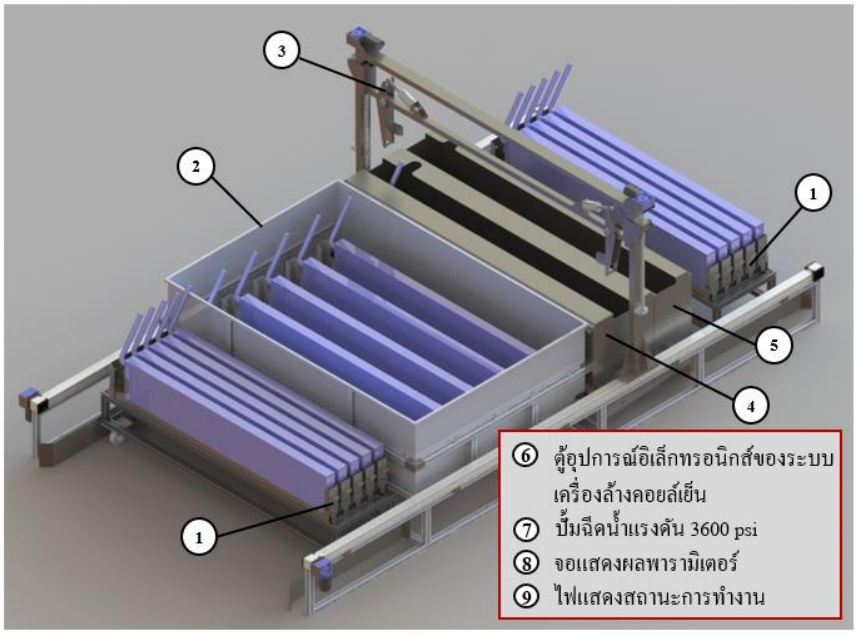
จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา พบว่าความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น เกิดขึ้นจากการว่างงานของขั้นตอนการรอให้สิ่งสกปรกให้อ่อนตัวลงนานถึง 20.33 นาที ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การว่างงานของพนักคนที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงาน 70.84% มีเปอร์เซ็นต์เวลาทำงาน 29.51% ในขณะเดียวกันพนักงานคนที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การว่างงาน 88.64% มีเปอร์เซ็นต์เวลาทำงาน 11.35% จากข้อมูล ตารางที่ 3.3 แสดงถึง เวลาว่างงานมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าการทำงาน และมีขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานคนที่ 1 มี 5 ขั้นตอน และพนักงานคนที่ 2 มี 7 ขั้นตอน ซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายและประสิทธิภาพใน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การทำงาน จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น เพื่อลดขั้นตอนและเพิ่มพลิตภาพของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

3.7 แนวทางการแก้ไขปัญหาของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นจึงได้พัฒนาเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติและสามรถปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ เข้ามาช่วยในกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นให้ง่ายขึ้น เพื่อลดขั้นตอนทำงานของผู้ปฏิบัติงานของพนักงาน และเพิ่มผลิตภาพการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และช่วยลดอาการเมื่อยล้าระหว่างการปฏิบัติงาน ดังแสดงภาพที่ 3.14



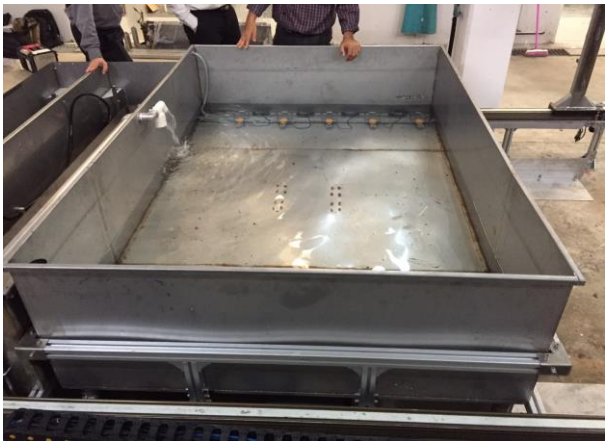
ภาพที่ 3.14 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ มีองค์ประกอบหลักๆทั้งหมด 9 อย่างเข้าด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.15 ถึง ภาพที่ 3.23

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.15 รถแข็นคอยล์เย็น

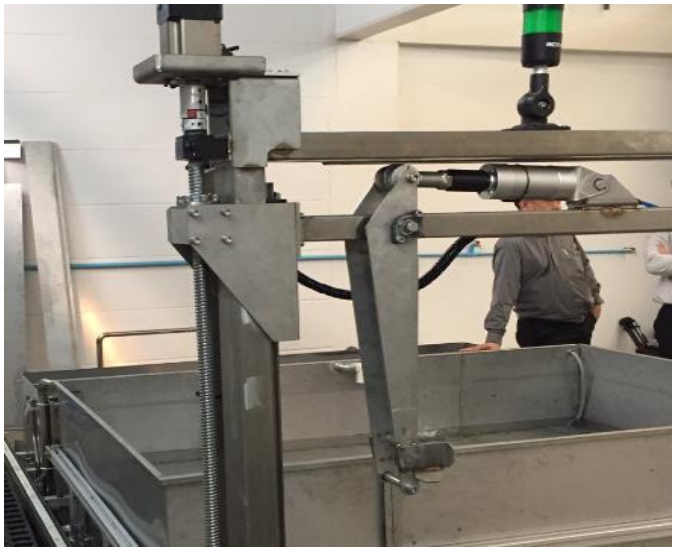
อุปกรณ์สำหรับบรรจุคอยล์เย็นก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น และนำคอยล์เย็นที่ทำการล้างทำความสะอาดเสร็จออกจากเครื่องล้างคอยล์เย็นดังแสดงในภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.16 ถังน้ำแช่คอยล์เย็น

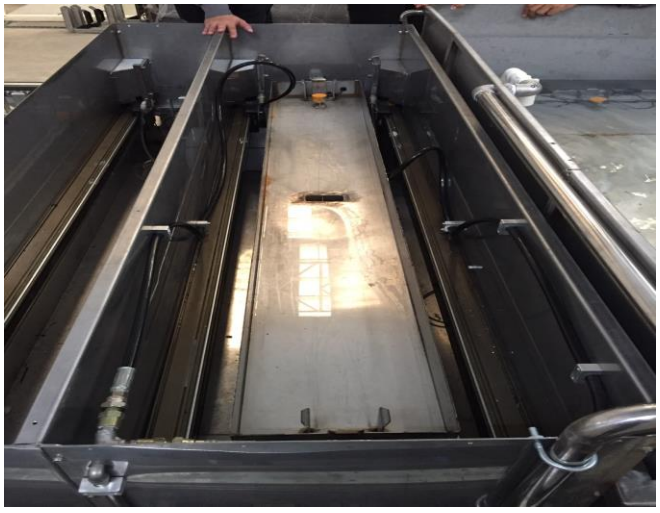
ถังสำหรับใส่น้ำสะอาดแช่คอยล์เย็นเพื่อให้คลาบสกปรกและสิ่งอุดตันให้พองตัว เพื่อให้สามารถทำความสะอาดออกได้ง่ายดังแสดงในภาพที่ 3.16

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.17 ชุดจับ/ยกคอยล์เย็น

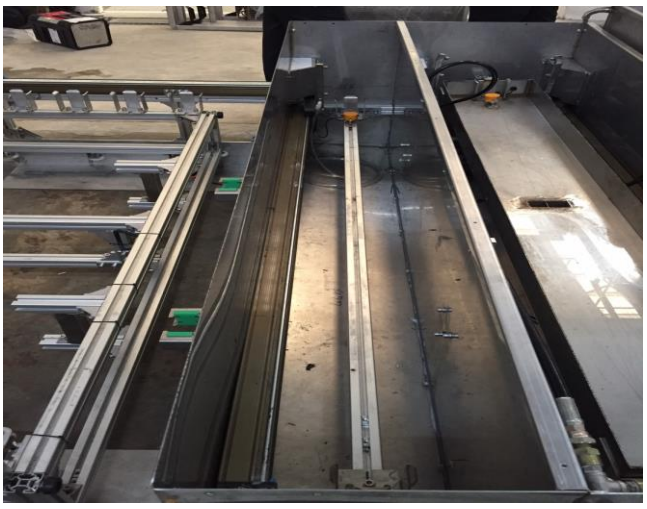
ใช้สำหรับจับและยกคอยล์เย็นที่อยู่ในรถเข็นคอยล์เย็นและนำคอยล์เย็นไปยังตำแหน่งของขั้นตอนการทำงานของแต่ละจุดตามคำสั่งของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.18 ถังฉีดน้ำแรงดัน

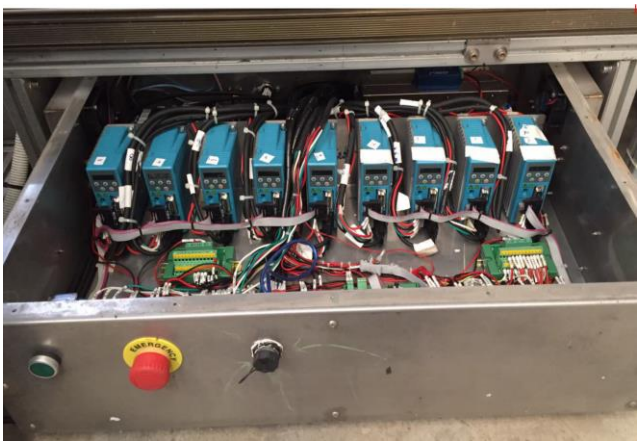
สถานีสำหรับฉีดล้างทำความคอยล์เย็นด้วยแรงดันน้ำขนาด 3600 psi เพื่อให้คลาบสกปรกและสิ่งอุดตันออกจากแผงคอยล์เย็นดังแสดงในภาพที่ 3.18

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.19 ถังเป่าลม 8 psi

สถานีเป่าลมซึ่งใช้แรงดันลม 8 psi ช่วยในการเป่าน้ำที่ติดอยู่ที่ช่องว่างระหว่างคอยล์เย็นออกเพื่อช่วยให้แผงคอยล์เย็นแห้งไวขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3.1



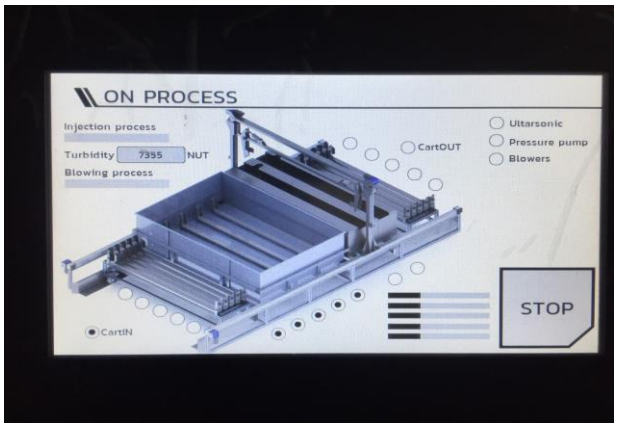
ภาพที่ 3.20 ตู้อุปการณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบเครื่องล้างคอยล์เย็น

ตู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดของระบบเครื่องล้างคอยล์เย็นรวมไปถึงปุ่มใช้สำหรับเปิดเครื่องและ ปุ่มกดใช้สำหรับหยุดเครื่องฉุกเฉินดังแสดงในภาพที่ 3.20

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.21 ปั๊มฉีดน้ำแรงดัน 3600 psi

ปั๊มน้ำแรงดันสูง 3600 psi ใช้แรงดันไฟฟ้าแบบ 3 เฟส(Three Phase) 380 โวลท์(V) 7.5 กิโลวัตต์(Kw) ดังแสดงในภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.22 จอแสดงผลพารามิเตอร์

จอแสดงผลเพื่อดูสถานะการทำงานและป้อนคำสั่งการทำงานของเครื่องล้างคอยล์เย็น ดังแสดงในภาพที่ 3.22

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.23 ไฟแสดงสถานะการทำงาน

ไฟแสดงสถานะการทำงานของเคลื่องล้างคอยล์เย็นที่กำลังทำงานอยู่เพื่อในพนักงานรู้ว่าเครื่องล้างคอยล์เย็นกำลังอยู่ในสถานะแบบไหนบ้าง ซึ่งมีไฟแสดงสถานะทั้งหมด 3สี 1.ไฟสีเขียว จะแสดงถึงสภานะเครื่องล้างคอยล์เย็นกำลังทำงานในส่วนของชุดจับ/ยกคอยล์เย็นที่อยู่ในขั้นตอนที่ปลอดภัยเพื่อให้พนักงานสามารถเพิ่มคอยล์เย็นที่รถแข็นได้ หรือจัดตำแหน่งคอยล์เย็นให้พร้อมก่อนนำเข้าเครื่องล้างคอยล์เย็น 2.ไฟสีเหลือง จะแสดงถึงสถานะเครื่องล้างคอยล์เย็นกำลังอยู่ในขั้นตอนการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวของชุดจับ/ยกคอยล์เย็นอยู่เพื่อเตือนไม่ให้พนักงานเข้าใกล้หรือสัมผัสกับจุดที่มีการเคลื่อนไหวของเครื่องล้างคอยล์เย็นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายกับพนักงาน และ 3.ไฟสีแดง จะแสดงถึงสถานะของเครื่องล้างคอยล์เย็นที่เกิดความผิดพลาดในระบบการทำงานของเครื่องล้างคอยล์เย็น ซึ่งจำเป็นต้องหยุดการทำงานของเครื่องล้างคอยล์เย็นให้พนักงานกดปุ่มหยุดฉุกเฉินก่อนทำการตรวจสอบหาสาเหตุดังแสดงในภาพที่ 3.23

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากข้อมูลงานย่อยและเวลาในหนึ่งรอบการทำงานของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นในบทที่ 3 ทำให้พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปกิบัติงานของพนักงาน ซึ่งมีผลต่อต้นทุนผลิต และยังมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่ค่อนข้างต่ำ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และเป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการทำงานให้ สามารถลดขั้นตอนการผลิตให้มากขึ้น และลดเวลาสูญเปล่าที่ไม่เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน โดยการติดตั้งเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติรวมถึงวิธีใช้งาน และการทดลองจากการศึกษาวิธีการทำงานใช้เทคนิคการศึกษางาน (Work Study) อัตราผลการผลิต (Productivity) แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Charts) หลักการ ECRS และกำหนดสมมติฐานที่ใช้ในการทดลอง โดยวิธีการแจกแจงแบบปกติ Normal Test กับการวิเคราะห์ T – Test (One-Sample Test) ใช้เป็นหลักการในการวิเคราะห์เชิงสถิติของปรับปรุงกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นหลังการปรับปรุง

4.1 การติดตั้งและวิธีการใช้งานของเครื่องล้างคอยล์เย็น

เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติจะตั้งให้อยู่ในพื้นที่เฉพาะ เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดที่ใหญ่ มีการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ของเครื่องจักรขณะที่กำลังทำงาน มีน้ำขังในบริเวณเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ การยึดโครงสร้างของเครื่องล้างคอยล์เย็นกับพื้นอาคารให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรขยับเขยื้อนและติดตั้งรั้วบริเวณตัวเครื่องเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานเข้าไปในระหว่างเครื่องจักรกำลังทำงาน ดังแสดงในภาพที่ 4.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.1 การวางตำแหน่งติดตั้งเครื่องล้างฟิลคอยล์ในพื้นที่ทำงาน

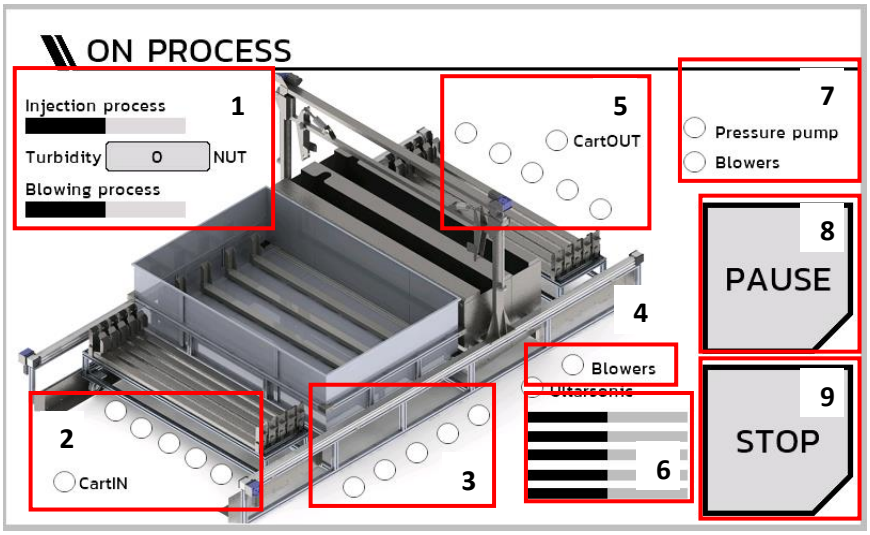
จอแสดงสถานะการทำงานและใช้สำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น มีสวิตช์ฉุกเฉินเพื่อหยุดการทำงานของเครื่องเมื่อเกิดปัญหา หน้าจอแสดงสถานะการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเผื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดูกระบวนการทำงานไปถึงขั้นตอนที่เท่าไหร่และใช้เป็นจุดสงเกตุหากเกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการ ซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ถึง ภาพที่ 4.7

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.2 จอ Touch screen

1. เวลาในการฉีดน้ำ (Injection Process) และเป่าลม (Blowing Process)
2. จำนวนคอยล์เย็นที่รถเข็นขาเข้า (Cart IN)
3. จำนวนคอยล์เย็นที่อยู่ในถัง
4. สถานะคอยล์เย็นในสถานีฉีดน้ำ และเป่าลม
5. จำนวนคอยล์เย็นที่รถเข็นขาออก (Cart OUT)
6. เวลาการแช่ของคอยล์เย็น
7. แสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำ (Pressure pump) และเป่าลม (Blowers)
8. ปุ่มหยุดพัก Pause
9. ปุ่มหยุดการทำงาน Stop

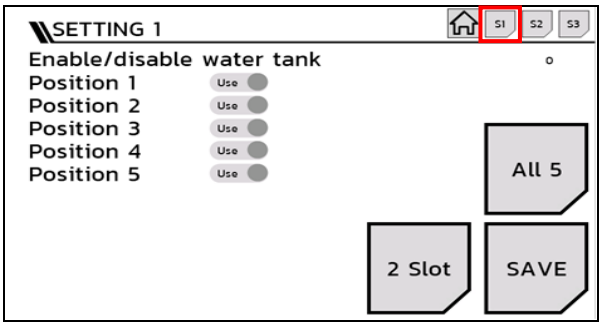
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.3 หน้าแสดงสถานะการทำงาน

ภาพที่ 4.4 การตั้งค่าโปรแกรมการทำงาน Setting 1 หรือ S1ใช้สำหรับการปิดและเปิดช่องใส่คอยล์เย็นในถังซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่งดังแสดงในภาพที่ 4.4

- Position 1-5 คือเมนูสำหรับการปิดและเปิด ของแต่ละช่อง All 5 คือปุ่มสำหรับปิดและเปิด ช่องใส่คอยล์เย็นทั้งหมด
- Slot คือปุ่มสำหรับปิดและเปิด ช่องใส่คอยล์เย็น 2 ช่อง
- Save เครื่องจะบันทึกการตั้งค่าครั้งล่าสุด

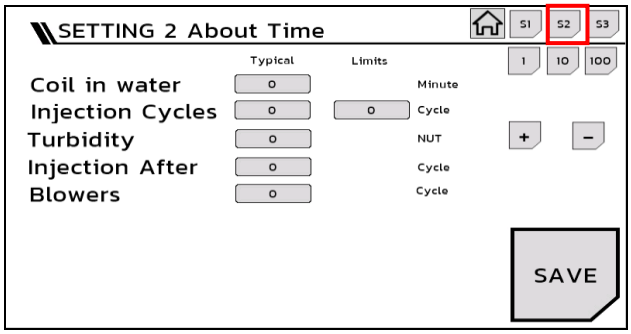


ภาพที่ 4.4 หน้า Setting 1 หรือ S1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.5 Setting 2 หรือ S2 คือการตั้งค่าสำหลับการล้าง-เป่าทำความสะอาดคอยล์เย็นซึ่งประกอบไปด้วยเมนูดังแสดงในภาพที่ 4.5

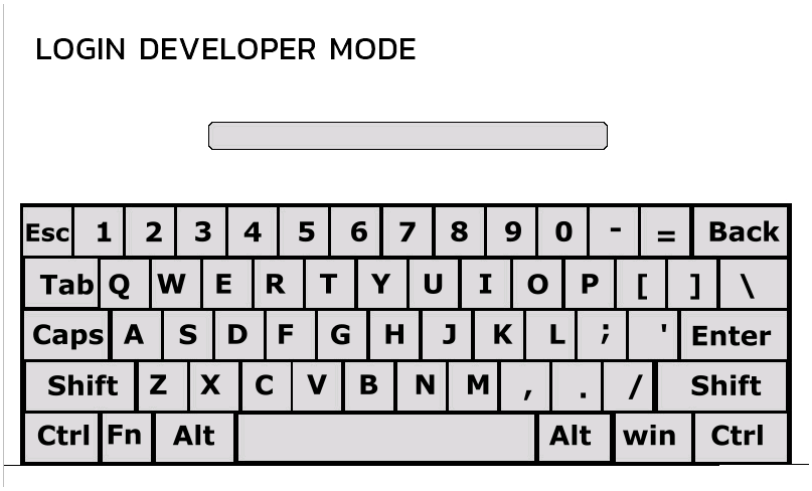
- Coil in water คือเวลาในการแช่คอยล์เย็น
- Injection Cycles คือจำนวนรอบในการฉีดทำความสะอาดคอยล์เย็น
- Turbidity คือ ค่าความสะอาดคอยล์เย็น
- Injection After คือจำนวนรอบการฉีดซ้ำ
- Blowers คือ จำนวนรอบในการเป่าลม
- Save เครื่องจะบันทึกการตั้งค่าครั้งล่าสุด



ภาพที่ 4.5 หน้า Setting 2 หรือ S2

ภาพที่ 4.6 Setting 3 หรือ S3 หน้านี้จะใช้ได้เฉพาะทีมงานที่ดูแลเครื่องล้างคอยล์เย็นหรือทีมวิศกรที่สร้างดังแสดงในภาพที่ 4.6

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

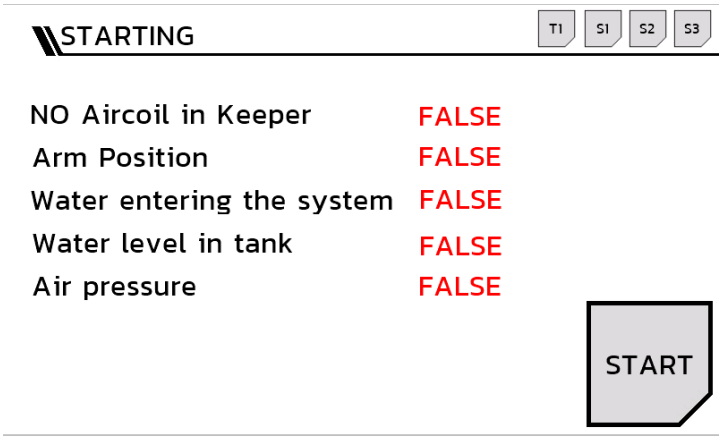


ภาพที่ 4.6 หน้า Setting 3 หรือ S3

ภาพที่ 4.7 Starting จะแสดงถึงความพร้อมของเครื่องล้างฟิลคอยล์ก่อนการใช้โดยจะแสดงให้เห็นสถานะ FALSE คือ ยังไม่พร้อม และ OK คือ พร้อมใช้งาน มีหัวข้อประกอบดังแสดงในภาพที่ 4.7

- NO Air coil in Keeper คือการเช็คว่ามีฟิลคอยล์ค้างอยู่ที่แขนจับฟิลคอยล์หรือไม่
- Arm Position คือการเช็คความพร้อมของแขนจับฟิลคอยล์ว่าอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นและหรือไม่
- Water entering the system คือการเช็คว่ามีน้ำเข้ามาในระบบแล้วหรือไม่
- Water level in tank คือการเช็คความพร้อมของระดับน้ำในถังแช่ฟิลคอยล์
- Air pressure คือการเช็คลมในระบบว่ามีหรือไม่
- Start คือปุ่มเริ่มการทำงาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



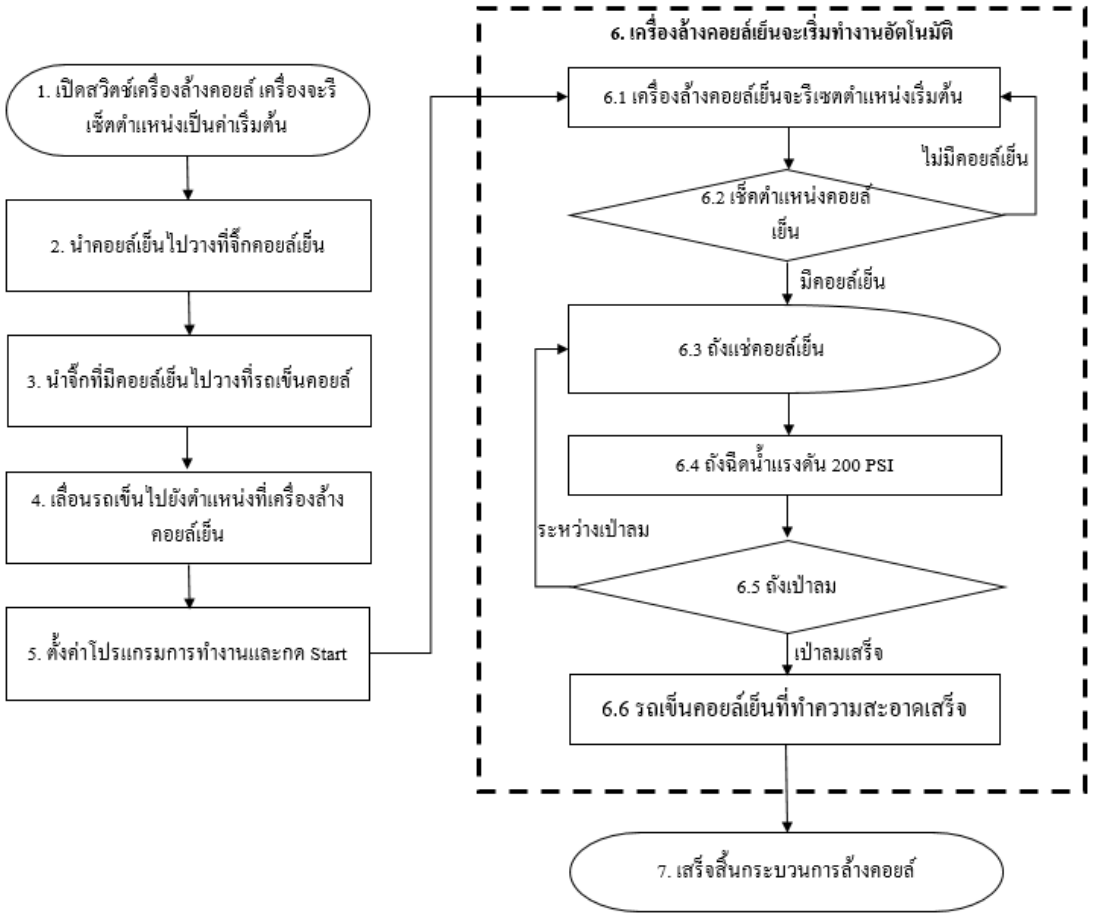
ภาพที่ 4.7 Starting หน้าจอแสดงสถานะความพร้อม

4.2 ผลการดำเนินการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ หลังการปรับปรุง จึงนำข้อมูลของแต่ละกระบวนการมาทำการศึกษาการทำงานย่อย และเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ขั้นตอนที่ เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น ถึงเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ เป็นการศึกษาการปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเป็นการศึกษางาน และเวลาในการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร ของสภาวะการทำงานปกติ

ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นหลังการปรับปรุงมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน เพื่ออธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของพนักงานและเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติของละขั้นตอน ดังแสดงที่ภาพ 4.8 ถึง ภาพที่ 4.9

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.8 Flow chart กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.9 กระบานการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)

ภาพที่ 4.9 จะกล่าวถึงกระบวนการการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของพนักงานและเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ มีพนักงานปฏิบัติงานในกระบวนการ 2 คน โดยพนักงานจะทำงานตั้งแต่กระบวนการเปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น ถึงขั้นตอนตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start จากนั้นเครื่องล้างทำความอะอาดคอยล์เย็นจะเริ่มทำงานอัตโนมัติตั้งแต่กระบวนการเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ ดังแสดงที่ภาพที่ 4.9

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานคนที่ 2 เปิดเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น เครื่องจะทำการรีเซ็ตเป็นค่าเริ่มต้นพร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 2 นำคอยล์เย็นไปวางในจิ๊กก่อนนำไปว่างที่รถเข็น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ขั้นตอนที่ 3 พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 2 นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 4 พนักงานคนที่ 2 นำรถเข็นไปที่ตำแหน่งทางเข้าของเคลื่องล้างคอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 5 พนักงานคนที่ 1 ตั้งค่าโปรแกรมกานทำงานเสร็จแล้วให้เริ่มกดเมนู Start

ขั้นตอนที่ 6 เครื่องจะเริ่มทำงานให้อัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 7 เสร็จสิ้นกระบวนการล้างคอยล์เย็นสามารถนำคอยล์เย็น สามารถนำไปดำเนินขั้นตอนถัดไป

4.2.1 ข้อมูลงานย่อยและการจับเวลา

โดยข้อมูลจากการแบ่งงานย่อยและข้อมูลการจับเวลาของแต่ละงานย่อย ตั้งแต่ขั้นตอนเปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น จนถึงเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ ดังนั้นการบันทึกข้อมูลในนี้จึงใช้การวิเคราะห์การทำงานโดยการสังเกตและจดบันทึกเวลา ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การสังเกตและจดบันทึกเวลากระบวนการล้างคอยล์เย็น จำนวน 20 ครั้ง (หลังปรับปรุง)

ใบบันทึกผลการทดลองการจับเวลา (หลังปรับปรุง)										
ผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ			**กระบวนการทำงาน** ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น			**ผู้บันทึกข้อมูล** นายศตพรรษ สารการ			
ชื่อผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier รุ่น 40,000 Btu/h และ Toshiba รุ่น 48,000 Btu/h						**หน่วย:** นาที			
การบันทึกเวลาปฏิบัติงานย่อย ของพนักงานและเครื่องจักร (หลังปรับปรุง)										
งานย่อย	**เวลาทำความสะอาดคอยล์เย็น (นาที)**									
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**	**ครั้งที่ 9**	**ครั้งที่ 10**
1. เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05	0.08	0.10	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.09	0.09
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30	1.15	1.22	1.43	1.44	1.21	1.59	1.39	1.48	1.43
3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30	1.24	1.53	1.54	1.30	1.31	1.40	1.29	1.51	1.52
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.50	0.45	1.07	1.03	1.18	0.59	0.36	0.48	1.16	1.27
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3.00	2.53	3.20	3.05	3.09	2.43	3.15	3.07	3.33	3.09
6. เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	17.36	17.40	17.05	16.30	15.55	18.15	17.40	17.05	16.30	15.55
รวมเวลางาน	23.51	22.85	24.17	23.42	22.61	23.75	23.95	23.32	23.87	22.95

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

การบันทึกเวลาปฏิบัติงานย่อย ของพนักงานและเครื่องจักร (หลังปรับปรุง) ต่อ										
งานย่อย	เวลาทำความสะอาดคอยล์เย็น (นาที)									
	ครั้งที่ 11	ครั้งที่ 12	ครั้งที่ 13	ครั้งที่ 14	ครั้งที่ 15	ครั้งที่ 16	ครั้งที่ 17	ครั้งที่18	ครั้งที่ 19	ครั้งที่ 20
1. เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.06	0.04	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07	0.05	0.10	0.06
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.33	1.32	1.26	1.31	1.18	1.33	1.10	1.21	1.11	1.22
3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.18	1.50	1.28	1.40	1.23	1.58	1.24	1.39	1.32	1.31
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.43	1.24	1.25	1.26	1.34	1.48	0.58	0.47	0.50	1.55
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3.10	3.28	2.31	3.22	2.59	2.54	2.44	3.10	2.54	3.20
6. เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	18.15	17.40	17.05	16.30	15.55	18.15	17.40	17.05	16.30	15.55
รวมเวลางาน	24.25	24.78	23.22	23.56	21.93	25.15	22.83	23.27	21.87	22.89

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิกระบวนการไหล Flow process chart ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. 1 SHEET NO. OF	SUMMARY							
ACTIVITY: กระบวนการล้างคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) METHOD : PRESENT / PROPOSES	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
	OPERATION ○	6.15						
	TRANSPORT ⇨							
	DELAY D	17.36						
	INSPECTION □							
	STORAGE ▽							
	DISTRANCE (ม)							
	TIME (นาที)	23.51						

DESCRIPTION	TIME (นาที)	DIST (เมตร)	SYMBOL ○	⇨	D	□	▽	REM
1. เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05		✖					
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30		✖					
3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		✖					
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.50		✖					
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3.00		✖					
6. เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	17.36				✖			
รวม	23.51		6.15		17.36			

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของพนักงานหลังปรับปรุงโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น มีขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานรวมทั้งหมด 5 ขั้นตอน และขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น 1 ขั้นตอน เวลารวมในการล้างคอยล์เย็น 23.51 นาที ดังต่อไปนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.2

1. ○ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 5 ขั้นตอน ใช้เวลา 6.15 นาที/คอยล์
2. D ขั้นตอนการรอเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น 1 ขั้นตอน ใช้เวลา 17.36 นาที

ตารางที่ 4.3 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart) กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังปรับปรุง

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)									
	พนักงาน 1	เวลา (วินาที)		พนักงาน 2	เวลา (วินาที)		เครื่องล้างคอยล์	เวลา (วินาที)	
กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (ชุดข้อมูลที่ 1)	1. ว่าง	0.05		เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05		เครื่องล้างคอยล์เย็นจะรีเซตตำแหน่งเริ่มต้น	0.05	
	2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30		นำคอยล์เย็นไปวางที่จิ๊กคอยล์เย็น	1.30		ว่าง	1.30	
	3. นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		นำจิ๊กที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		ว่าง	1.30	
	4. ว่าง	0.50		เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่อง	0.50		ว่าง	0.50	
	5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด	3.00		ว่าง	3.00		ว่าง	3.00	
	6.ว่าง	17.36		ว่าง	17.36		เครื่องล้างคอย์เย็นทำงาน	17.36	

สรุปตาราง	พนักงาน 1	พนักงาน 2	เครื่องล้างคอยล์
การปฏิบัติงาน	4 ขั้นตอน	4 ขั้นตอน	2 ขั้นตอน
เวลาว่าง (นาที)	17.91	20.36	6.10
เวลาทำงาน (นาที)	5.60	3.15	17.41
เวลาทั้งหมด (นาที)	23.51	23.51	23.51
% เวลาทำงาน	23.81%	13.39%	74.05%
% เวลาว่าง	76.18%	86.60%	25.94%

กิจกรรมร่วม กิจกรรมอิสระ การว่างงาน /การคอย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.3 กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นหลังการปรับปรุง โดยใช้แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart) เพื่อบันทึกข้อมูลการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น มีผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 2 คน และเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น จากชุดข้อมูลที่ 1 ดังแสดงที่ตารางที่ 4.1 เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น 23.51 นาที/คอยล์ โดยแยกออกลำดับงานของพนักงานและเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติได้ดังนี้ พนักงานคนที่ 1 มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 5.60 นาที คิดเป็น 23.81% และมีเวลาว่างที่เกิดจากการคอย 17.91 นาที เท่าคิดเป็น 76.18% พนักงานคนที่ 2 มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 4 ขั้นตอน ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 3.15 นาที คิดเป็น 13.39% และมีเวลาว่างที่เกิดจากการคอย 20.36 นาที เท่าคิดเป็น 86.60% เวลาทำงานของเครื่องล้างคอยล์เย็น 17.41 นาที รอพนักงานตั้งค่าพารามิเตอร์เสร็จ 6.10 นาที ของรอบการปฏิบัติงานต่อ 1 คอยล์ ดังแสดงที่ตาราง 4.3

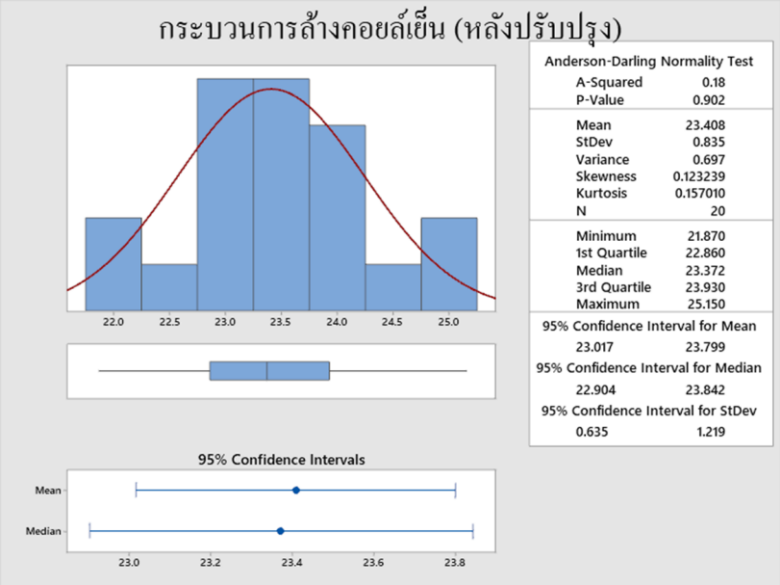
4.3 การทดสอบสมมติฐานเวลาการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)

จากผลการคำนวนหาจำนวนการทดลองจำนวน 20 ชุดข้อมูล จากผลรวมเวลางานย่อยทั้งหมด จากตารางที่ 4.1 ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลทำการวิเคราะห์การแจกแจ้งข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ค่า P – Value เท่ากับ 0.05 โดยกำหนดสมมติฐานฐานที่ใช้ในการทดลอง ดังภาพที่ 4.10

H_o : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.10 การวิเคราะห์ Normal Test เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)

จากผลการวิเคราะห์ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณ 20 ชุดข้อมูล เท่ากับ 0.902 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก H_o ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงแบบปกติ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.40 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้การทดสอบเวลาของตัวอย่างกลุ่มนี้มีความแตกต่างกับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83 นาที โดยใช้การวิเคราะห์ T – Test (One-Sample Test) ดังแสดงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ T – Test

Variable	N	Mean	St Dev	SE Mean	95% CI	T	P
เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)	20	23.408	0.835	0.187	(23.017, 23.799)	0.04	0.966

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ T-Test เพื่อทดสอบเวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) โดยสมมติฐานเวลาการทำงานที่ 23.40 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.83 และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.187 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

$$H_o : \mu = 23.40$$

$$H_1 : \mu \neq 23.40$$

จากผลการทดลอง T-Test ค่า P- value ที่ได้คือ 0.96 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 23.01 – 23.79 นาที ให้ยอมรับสมมติฐานหลัก H_o เวลาในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง) โดยสมมติฐานเวลาการทำงานเท่ากับ 23.40 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.83 นาที

4.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้เก็บข้อมูลมาได้ทำการวิเคราะห์การแจกแจงของชุดข้องมูลจำนวน 20 ชุดข้องมูล ที่ได้จากการจับเวลา จึงสรุปได้ว่าข้องของแต่ละค่านั้นมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นสามารถนำข้อมูลไปใช้ ดังแสดงตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของพนักงานก่อน ปรับปรุง และ หลังปรับปรุง

ผลสรุปกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น		ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง	ผลต่าง	% ผลต่าง
พนังงาน 1	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5	4	1	80%
	เวลาการปฏิบัติงาน	8.94	5.6	3.34	62.63%
พนังงาน 2	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	7	4	3	57.14%
	เวลาการปฏิบัติงาน	3.44	3.15	0.29	8.43%
กำลังการผลิตต่อวัน		17	21	4	23.52%

ตารางที่ 4.6 สรุปกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นสามารถลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานคนที่ 1 จาก 5 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 1 คิดเป็น 20% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 8.94 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 5.6 นาที/คอยล์ คิดเป็น 37.36% พนักงานคนที่ 2 ลดขั้นตอนการ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปฏิบัติงานจาก 7 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 3 คิดเป็น 42.48% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 3.44 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 3.15 นาที/คอยล์ คิดเป็น 8.43 % ขณะเดียวกันเพิ่มกำลังการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นจาก 17 คอยล์/วัน เพิ่มขึ้นเป็น 21 คอยล์/วัน เพิ่มจากเดิมมา 4 คอยล์/วัน คิดเป็น 23.52%

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาโรงงานกรณีศึกษา ในกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต และปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต เพื่อมาวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไข้และสามารถลดขั้นตอนให้กับผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มกำลังการผลิตได้มากขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้เสนอเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งได้ให้บริษัทที่เป็นกรณีศึกษาเป็นผู้ใช้งาน ผลการดำเนินงานหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตสามารถช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาการทำงานของพนักงาน และเพิ่มกำลังการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นได้มากขึ้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติสามารถล้างคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศได้ 2 ยี่ห้อ คือ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ Carrir ขนาด 40,000 Btu/h และ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ Toshiba ขนาด 48,000 Btu/h ซึ่งเป็นรุ่นที่ใช้ในร้านค้าในเครือของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาซึ่งมีจำนวนกว่า 10,000 สาขาในประเทศไทย

จากผลการทดลองการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแล้วนั้น สามารถลดขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของพนักงานคนที่ 1 จาก 5 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 1 คิดเป็น 20% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 8.94 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 5.6 นาที/คอยล์ คิดเป็น 37.36 % พนักงานคนที่ 2 ลดขั้นตอนการปฏิบัติงานจาก 7 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 4 ขั้นตอน ผลต่าง 3 คิดเป็น 42.48% ลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่จาก 3.44 นาที/คอยล์ ลดลงเหลือ 3.15 นาที/คอยล์ คิดเป็น 8.43 % ขณะเดียวกันเพิ่มกำลังการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นจาก 17 คอยล์/วัน เพิ่มขึ้นเป็น 21 คอยล์/วัน เพิ่มจากเดิมมา 4 คอยล์/วัน คิดเป็น 23.52%

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

5.2.1 คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ Toshiba ขนาด 48,000 Btu/h บางตัวมีท่อทองแดงที่ยื่นออกมามากเกินไป เกิดจากกระบวนการถอดประกอบเครื่องปรับอากาศ ทำให้ไม่สามารถใส่คอยล์เย็นเข้าที่จิ๊กคอยล์ได้

5.2.2 ท่อทองแดงที่ตัดออกมามีขนาดที่ยาวเกินไป ทำให้เวลาเคลื่อนย้ายคอยล์เย็นไปยังตำแหน่งต่างๆเกี่ยวกันหรือขัดกับชิ้นงานอื่น

5.2.3 การใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นที่นานติดต่อกัน 1 ชม. ส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมที่ปั๊มน้ำที่ใช้ฉีกคอยล์เย็นส่งผลให้ปั๊มน้ำต้องหยุดการทำงานประมาณ 30 นาที เพื่อระบายความร้อน

5.2.4 ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ส่วนใหญ่เป็นระบบรางสไลด์และตลับลูกปืนแบริ่ง ทำให้การติดขัดหากขาดการดูแลรักษาเพราะสาเหตุมาจากน้ำและสิ่งสกปรกเข้าไปติดสะสมจำนวนมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 สามารถปรับเปลี่ยนจิ๊กคอยล์เย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นอื่นที่มีลักษณะที่ไกล้เคียงกันได้

5.3.2 สามารถเพิ่มปั๊มน้ำแรงดันสูงเป็น 2 ตัวได้เพื่อเป็นการสลับการทำงานในขณะที่ปั๊มตัวแรกกำลังจะเกิดความร้อนที่สะสมมาก ให้ทำการสลับเปลี่ยนไปเป็นปั๊มตัวที่ 2 แทน เพื่อลดการสะสมความร้อนของปั๊มตัวแรกได้ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธภาพ

5.3.3 เพิ่มรถเข็นคอยล์เย็นอีก 1 คัน เพื่อให้สามารถสลับปรับเปี่ยนคอยล์เย็นได้อย่างต่อเนื่อง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

มีนา ล่อซุ่นนี้ (2561). *การเพิ่มผลิตภาพในโรงงานแปรรูปทูน่ากระป๋อง*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสยาม.

วิสัน ชารี (2550). *การเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบมอเตอร์พัดลม*. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุฑาทิพย์ โค้วคาศัย (2549). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า*.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง (2560). *การปรับปรุงการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับเครื่องปรับอากาศ*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วุฒิพร ศรีไฟโรจน์ (2558). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำลังคนต่อ สายการผลิตเพื่อลดต้นทุนแรงงาน*. วิทยานิพนธ์วิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วันชัย ริจิรวนิช. ชอุ่ม พลอยมีค่า (2551). *เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม*. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รชฏ ขำบุญ. พ่องใส เพ็ชรรักษ์. อาทร จิตสุนทรชัยกุล. กิตติชัย อธิกุลรัตน์. โสมสกาว สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. ศิรัตน์ แจ้งรักษ์สกุล. แปลและเรียบเรียง ดร.จินตนัย ไฟรสณฑ์ (2551). *การจัดการการผลิตและการปฏิบัติการ*. สำนักพิมพ์ บริษัท เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่นอินโดไชน่า จำกัด.

ไพบูลย์ แย้มเผื่อน (2005). *เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม*. สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

หลักการทำงานของเคลื่องทำความเย็น. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563. จาก https://www.harn.co.th/articles/understand-principles-of-cooling-system/

การดูแลเครื่องปรับอากาศ เพื่ออากาศที่บริสุทธิ์และอายุการใชงานยาวนานขึ้น. สืบคนเมื่อ 10 ตุลาคม 2563. จาก https://bestreview.asia/how-to/maintaining-air-conditioner/

หลักการทำงานของ Sensor ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2563. จาก https://www.pneumax.co.th/article-sensor

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

มอเตอร์และหลักการทำงานของมอเตอร์. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2563.

https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtexr/mxtexr

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

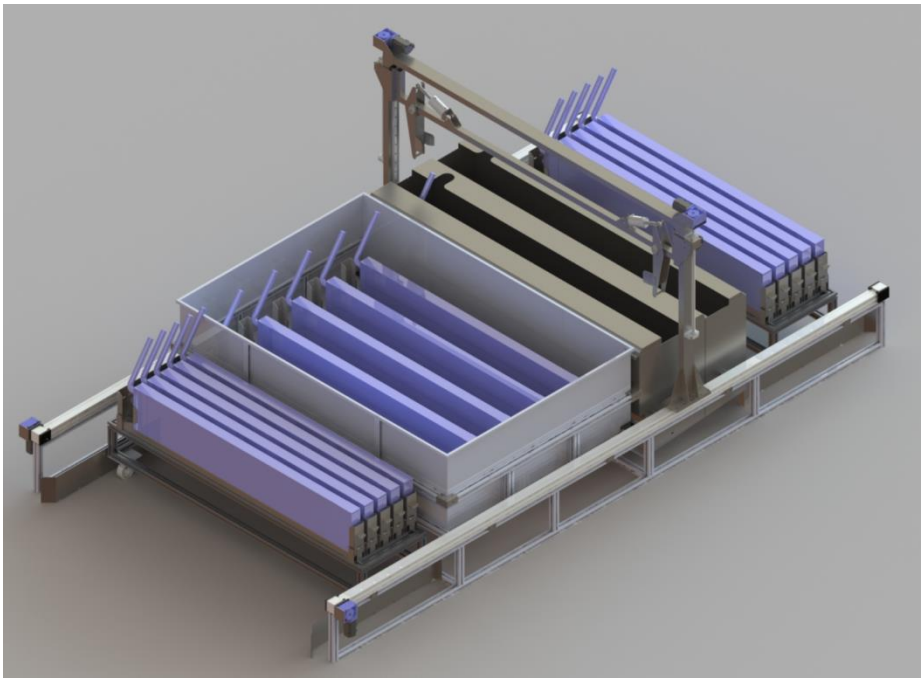
ภาคผนวก

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

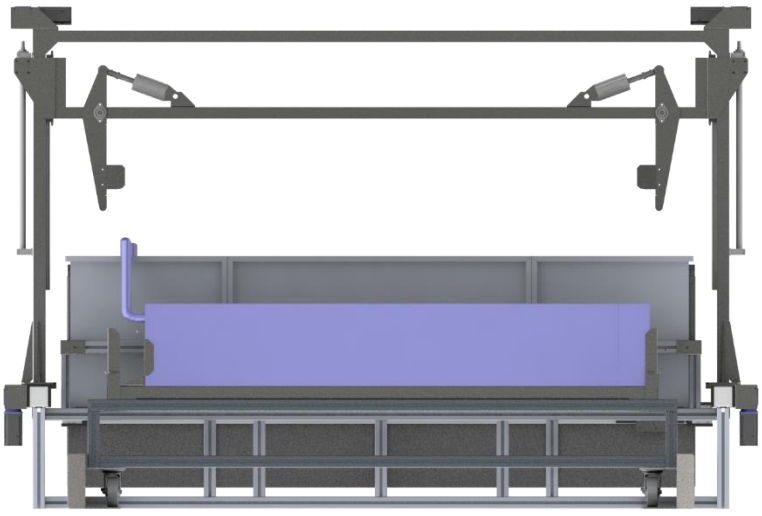
ภาคผนวก ก

รูปออกแบบ Solid work เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

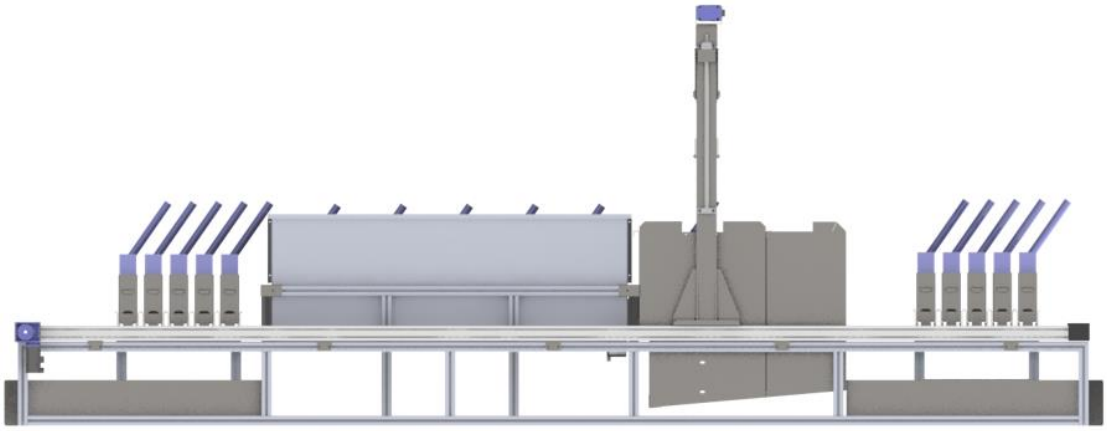


ภาพที่ 1 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ Isometric

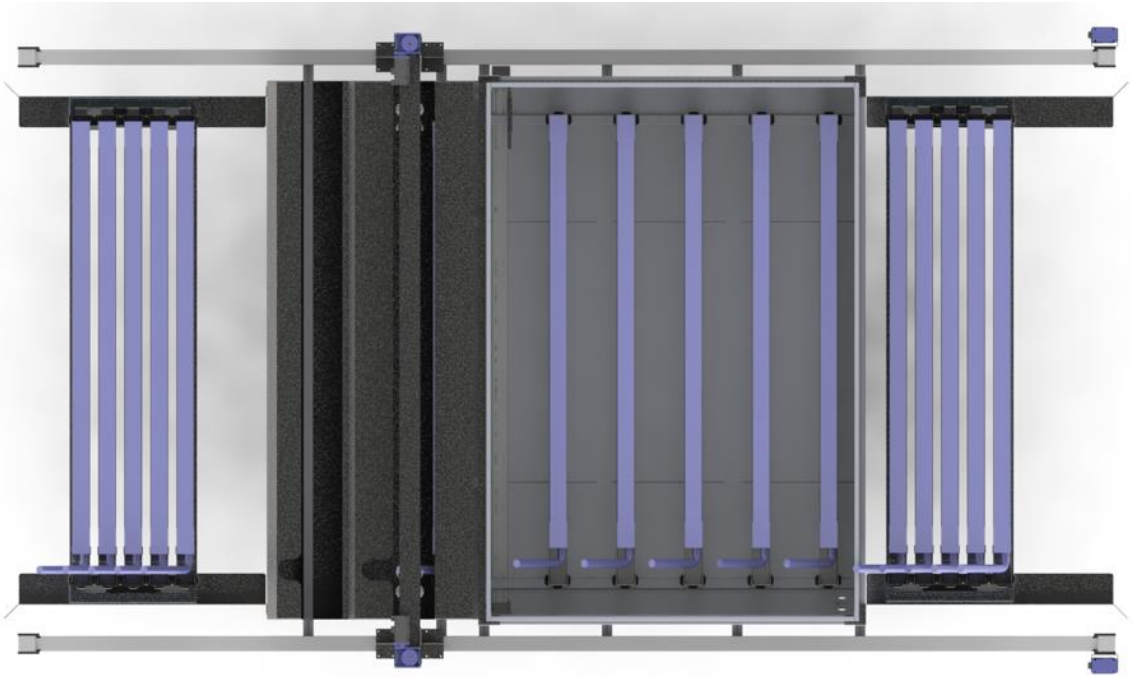


ภาพที่ 2 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติด้านหน้า

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติด้านข้าง



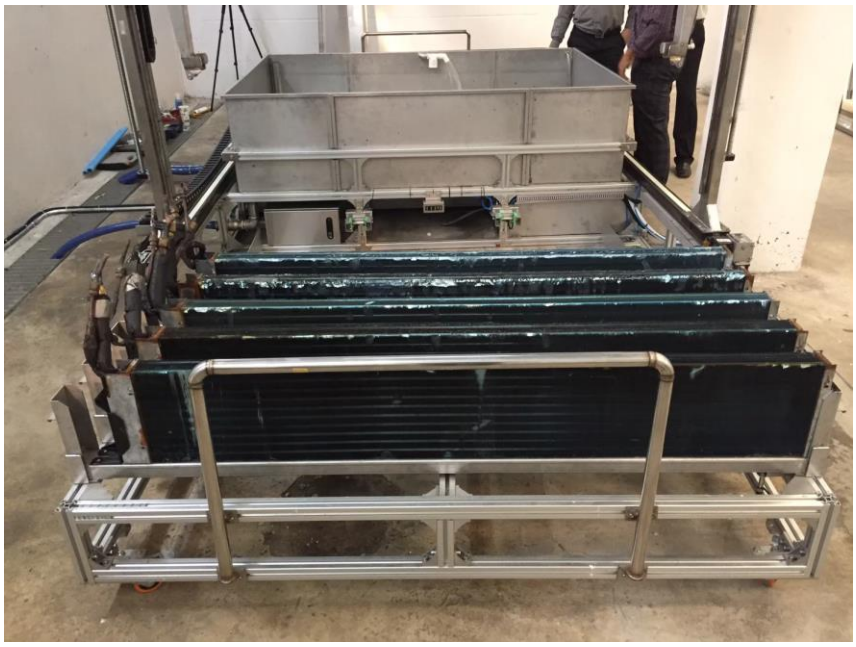
ภาพที่ 4 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติด้านบน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก ข
เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

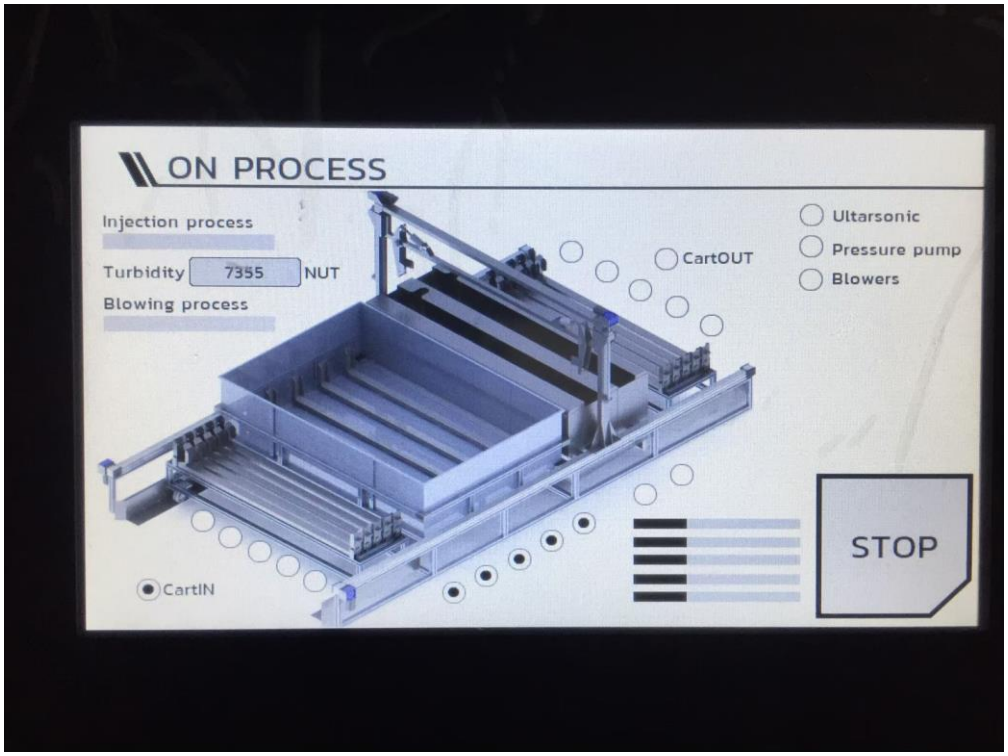
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 1 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 รถแข็นสำหรับคอยล์เย็น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3 จอภาพแสดงผลการทำงานและ การตั้งค่าโปรแกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ศตพรรษ สารการ
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาเอกการจัดกา อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ พ.ศ. 2559
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ช่างเทคนิคปฏิบัติการ บริษัท praxis company limited
ประสบการณ์ รางวัลหรือทุนการศึกษา	ทุนเรียนในระดับ ปริญญาตรี ทุนเรียนในระดับ ปริญญาโท ผลงานที่ผ่านมา 2554 - รางวัลชนะเลิศอันดับที่ 1 การแข่งขันหุ่นยนต์ ABU Robocon 2011 ระดับนานาชาติ 2555 - รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 การแข่งขัน Solchiro Honda Cup 2012 ณ ประเทศญี่ปุ่น 2556 - รางวัล Grand prize Alternative Gasoline การแข่งขัน Shell Eco Marathon Asia 2012 ณ มาเลเซีย 2557 - รางวัล Grand prize Alternative Gasoline การแข่งขัน Shell Eco Marathon Asia 2014 ณ ฟิลิปปินส์ 2558 - รางวัล Grand prize Alternative Gasoline การแข่งขัน Shell Eco Marathon Asia 2015 ณ ฟิลิปปินส์ 2559 - รางวัล Grand prize Alternative Gasoline การแข่งขัน Shell Eco Marathon Asia 2016 ณ ฟิลิปปินส์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 12 ประจำปี 2564

วันที่ 20 สิงหาคม 2564

โดย คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ESTAC N12th

The 12th Engineering, Science, Technology and Architecture Conference 2021 (ESTACON 2021)

วิศวกรรมในอนาคตสู่ชีวิตปกติวิถีใหม่หลังโรคระบาดใหญ่

(Engineering in the Future under the New Normal after PANDEMIC)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
IE014	การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการล้างคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ : กรณีศึกษาการทำความสะอาดคอยล์เย็น	391
IE015	การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสินค้าในร้านค้าปลีกขนาดกลาง จังหวัดกาฬสินธุ์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบเอบีซี	397
IE016	การออกแบบการกระจายทรัพยากรทางการแพทย์ กรณีศึกษา โรงพยาบาลในเขตจังหวัดชัยภูมิ	403
IE017	การหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการยิงอนุภาคแข็งบนวัสดุแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูปร้อนโดยวิธีทากูชิ	409
IE018	การส่งเสริมเทคโนโลยีผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยถ่านไม้ไผ่เพื่อพัฒนาชุมชน ตำบลถ้ำฉลอง อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์	416
IE019	การศึกษาอัตราการหลอมไหลของพลาสติกเกรดรีไซเคิลผสมสารตัวเติมธรรมชาติจากร้านจำหน่ายเครื่องดื่ม	422
IE020	การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของวัสดุผสมพอลิแลคติกแอซิดกับถ่านไม้ไผ่	429
IE021	การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องหั่นสมุนไพรประเภทหัวแบบหมุนเหวี่ยง	435
IE022	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นโสน	440
IE023	การศึกษาความคาดหวังต่อการใช้จักรยาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา	445
IE024	การวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟและระยะเวลาอพยพหนีไฟโดยวิธี Hydraulic Analogy ในอาคารโรงพยาบาล	451
IE026	การลดภาระความล้าของกล้ามเนื้อด้วยวิธีทางการยศาสตร์ในเก้าอี้นั่งเรียนบรรยาย	456
IE027	การออกแบบและพัฒนาเครื่องทำความสะอาดชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดความสูญเปล่าในการผลิต กรณีศึกษา : บริษัทอิเล็คทรอนิคส์ในจังหวัดนครราชสีมา	462
IE028	การลดความสูญเสียในระบบการผลิตสายส่งออกซิเจน	467
IE029	การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยการใช้วิธีทางสถิติ	475
IE030	การลดของเสียและการพัฒนากระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกระบวนฉีดขึ้นรูปและการพิมพ์สกรีน กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก	482
IE031	การพัฒนาอุปกรณ์ช่วยงานในกระบวนการกรอด้ายทอผ้าไหมด้วยวิธีทางการยศาสตร์	487

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ESTACON12
การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 12
วันที่ 20 สิงหาคม 2564 ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการล้างคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ : กรณีศึกษาการทำความสะอาดคอยล์เย็น

Increasing the efficiency of the evaporator coil cleaning process with an automatic evaporator coil cleaner machine : Evaporator cleaning case study

ศตพรรษ สารการ[1,*], ศุภรัชชัย วรรัตน์[1] และ บุญชัย แซ่สิ้ว[1]

[1]มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ 110/1-4 ถ.ประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210กรุงเทพฯ
E-mail: nick.mechatronic@gmail.com โทรศัพท์: 087-1414615,

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการล้างคอยล์เย็น โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยใช้ One-Sample T-Test แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณ และ Flow process chart เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ ผลลัพธ์ที่ได้คือสามารถลดการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานจาก 11 ขั้นตอน/คอยล์ เหลือ 6 ขั้นตอน/คอยล์ ลดเวลาการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของพนักงานจาก 29.08 นาที/คอยล์ เหลือ 6.48 นาที/คอยล์ เท่ากับ 77.71% และยังสามารถเพิ่มกำลังการผลิตจาก 17 คอยล์/วัน เป็น 28 คอยล์/วัน เท่ากับ 64.70%

คำสำคัญ: เครื่องล้างคอยล์เย็น, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การลดขั้นตอนปฏิบัติงาน

Abstract

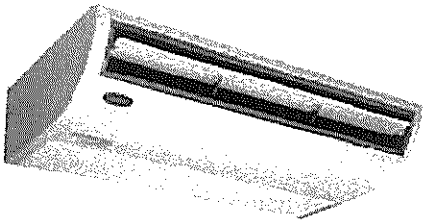
This research aims to increase the efficiency of the evaporator coil cleaning process. The researcher has collected data on the performance of the employees. For statistical analysis, use One-Sample T-Test, multiply performance chart, and Flow process chart for analysis and design of automatic evaporator cleaner. The result is a reduction in employee performance from 11 steps/coil to 6 steps/coil. Reduce the cleaning time of the employee's evaporator coil from 29.08 minutes/coil to 6.48 minutes/coil, equal to 77.71%, and can also increase the production capacity from 17 coils/day to 28 coils/day, equal to 64.70%.

Keywords: Evaporator coil cleaning machine, optimization, Minimization of operating procedures

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

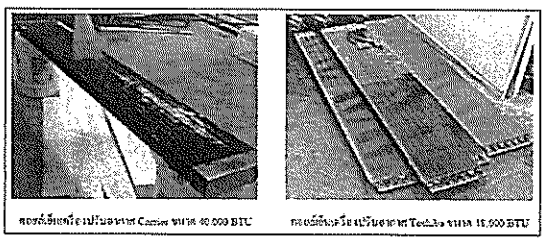
1. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพของอากาศ ให้เหมาะสมต่อความต้องการของมนุษย์ และยังช่วยในการเก็บรักษาคุณภาพของวัตถุดิบให้สามารถอยู่ได้นานยิ่งขึ้น อุตสาหกรรมที่ได้นำเครื่องปรับอากาศมาใช้งานได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร การเก็บรักษาอาหาร การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมที่ใช้ความเย็นในการขนส่ง ห้างสรรพสินค้า สถานศึกษา ร้านสะดวกซื้อ และครัวเรือน เป็นต้น



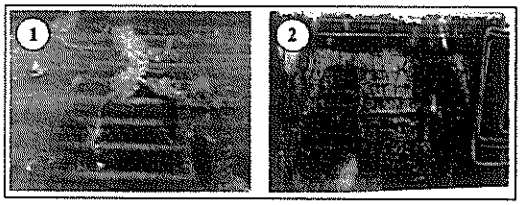
รูปที่ 1 เครื่องปรับอากาศ Carrier ขนาด 40,000 Btu/h

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาดังรูปที่ 1 คอยล์เย็นซึ่งแสดงในรูปที่ 2 เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ช่วยทำให้เกิดความเย็นที่อยู่ภายในเครื่องปรับอากาศ โดยอาศัยแรงลมจากมอเตอร์ที่ผ่านเข้ามาดังนั้นเมื่อถูกใช้งานไปนานๆจะมีคราบสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองเข้ามาติดอยู่ภายในช่องว่างระหว่างคอยล์เย็นส่งผลให้อากาศไหลผ่านไม่เต็มประสิทธิภาพและทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนัก



รูปที่ 2 คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ

จากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้งานไประยะเวลา 5 ปี มีคราบสิ่งสกปรกอุดตันสะสมที่คอยล์เย็นหนาแน่น



รูปที่ 3 คราบที่สกปรกที่อุดตันอยู่ภายในของคอยล์เย็น

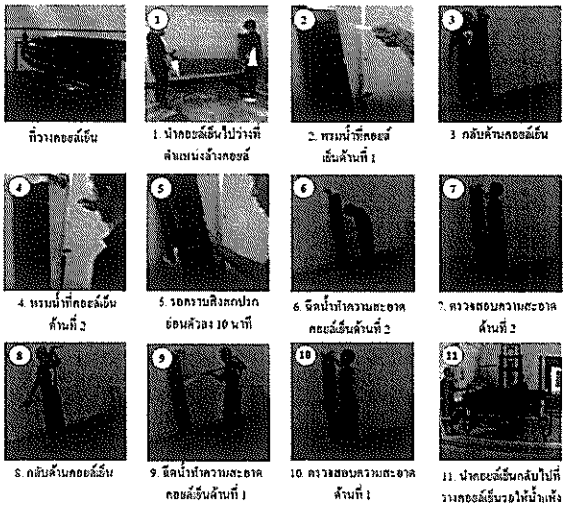
จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงคราบสะสมของฝุ่นละอองที่ติดอยู่ด้านในของคอยล์เย็นเช่น คราบฝุ่นควัน เชื้อรา หยากใย่ และสิ่งแปลกปลอม

ตารางที่ 1 แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณขั้นตอนการล้างคอยล์เย็นก่อนปรับปรุง

แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณ			
กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	เวลา (นาที)	ผู้ปฏิบัติงาน 1	ผู้ปฏิบัติงาน 2
1. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งล้างคอยล์	1.52	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ
2. ทรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 1	0.36	-	ปฏิบัติ
3. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13	-	ปฏิบัติ
4. ทรมน้ำคอยล์เย็นด้าน 2	0.25	-	ปฏิบัติ
5. รอให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง	20.33	-	-
6. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 2	4.13	ปฏิบัติ	-
7. ตรวจสอบด้านที่ 2 ด้วยตาเปล่า	0.12	ปฏิบัติ	-
8. กลับด้านคอยล์เย็น	0.13	-	ปฏิบัติ
9. ทำความสะอาดคอยล์เย็นด้านที่ 1	2.27	ปฏิบัติ	-
10. ตรวจสอบด้านที่ 1 ด้วยตาเปล่า	0.15	-	ปฏิบัติ
11. นำคอยล์เย็นมาวางที่ตำแหน่งที่พักคอยล์	1.17	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ
เวลารวมในการปฏิบัติงาน	30.56	9.21	3.71
% เวลาการปฏิบัติงาน	100%	30.13 %	12.14 %

จากการเก็บข้อมูลพบว่าใช้ระยะเวลาการ Refurbish ของกระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศใช้เวลานาน 30.56 นาที/คอยล์ มีผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ 2 คน และมีประสิทธิภาพต่ำใช้คนในการปฏิบัติงาน โดยมีกระบวนการปฏิบัติงาน 11 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 [1]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



รูปที่ 4 กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น

ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ร่วมมือกันบริษัทออกแบบและพัฒนาเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติให้สามารถปรับตั้งค่าตามความเหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อเป็นการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้กับพนักงานมากขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มสิทธิภาพการผลิต (Productivity) กระบวนการในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ สินค้า บริการ หรืองานที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องงการของลูกค้า ด้วยวิธีการในการลดต้นทุน ลดการสูญเสียทุกรูปแบบ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมการพัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติงานในองค์กรและการใช้ทคนิคการทำงานต่างๆ เข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการทำงาน [2]

$$Productivity = \frac{Output}{Input} \qquad (1)$$

2.2 การศึกษาวิธีการทำงานการรวบรวมข้อมูลขั้นตอนวิธีการทำงานและปัญหาการทำงานต่างๆ เพื่อนำมาพิจารณาหาแนวทางการแก้ไขต่อไปในการบันทึกการทำงานจะใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐาน สากลแทนขั้นตอนการทำงานต่างๆ ด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow process chart) [3]

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
○	กิจกรรมการปฏิบัติงาน
⇨	กิจกรรมการเคลื่อนย้าย
□	กิจกรรมตรวจสอบ
D	การรอหรือหยุดชั่วคราว
▽	การหยุดหรือการเก็บถาวร

2.3 ประสิทธิภาพด้านเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้นการปรับปรุงเวลาในขั้นตอนการดำเนินงานนั้นเพื่อให้ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งกระบวนการลดสั้นลงเพื่อที่จะสามารถทำการผลิตสินค้าได้มากขึ้น ประสิทธิภาพด้านเวลาการทำงานสามารถคำนวณได้ดังนี้ [4]

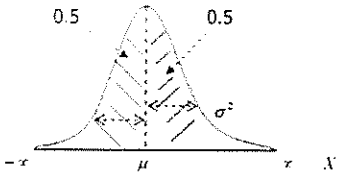
$$Time = \frac{|T_B - T_A|}{T_B} \times 100 \qquad (2)$$

2.4 การประเมินผลประสิทธิภาพการผลิต การเปรียบเทียบอัตราส่วนของชนิดกิจกรรมหรือส่วนต่างหลังการปรับปรุง สามารถคำนวณได้จากสมการ [5]

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{หลังปรับปรุง} - \text{ก่อนปรับปรุง}}{\text{ก่อนปรับปรุง}} \times 100 \qquad (3)$$

2.5 การแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ซึ่งแสดงในรูปที่ 5 สามารถใช้กับข้อมูล สถานการณ์และปรากฏการณ์ต่างๆได้หลากหลาย เช่น น้ำหนักส่วนสูง อายุการใช้งาน ค่าใช้จ่าย ความเร็ว คะแนนสอบ และปริมาณผลผลิตการเกษตร เป็นต้น มีรูปแบบการแจกแจงแบบปกติ แสดงด้วยเส้นโค้งความหน้าจะเป็น ที่มีพื้นที่ใต้เส้นโค้งทั้งหมดเป็น 1 ลักษณะของเส้นโค้งเป็นรูประฆังคว่ำ มีจุดศูนย์กลางที่ค่าเฉลี่ยและสมมาตรรอบค่าเฉลี่ย ซึ่งทำให้ ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยม อยู่ที่จุดเดียวกัน [6]

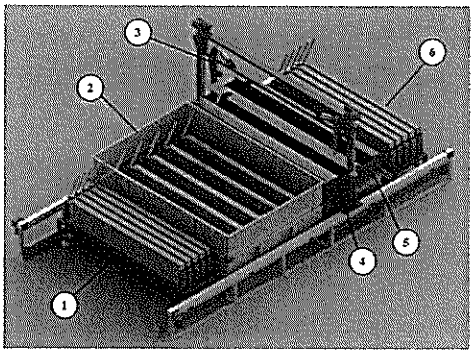
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



รูปที่ 5 การแจกแจงแบบปกติ

5. การออกแบบเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

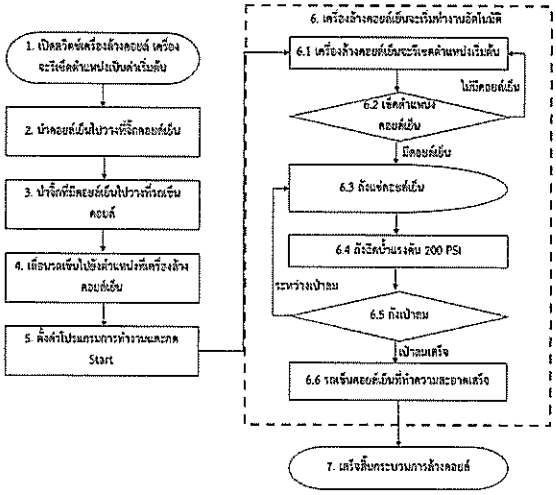
ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบพัฒนาเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 6 เพื่อเข้ามาช่วยในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นให้ง่ายขึ้น ลดขั้นตอนทำงานของผู้ปฏิบัติงาน และสามารถปรับตั้งค่าการล้างทำความสะอาดได้ ซึ่งวิธีการทำงานแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 เครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติโดยให้สามารถล้างคอยล์เย็นได้ครั้งละ 5 คอยล์และสามารถเพิ่มคอยล์เย็นเข้าสู่กระบวนการล้างคอยล์ได้ต่อเนื่อง มีส่วนประกอบดังนี้

1. รถเข็นคอยล์เย็นทางเข้า
2. ถังน้ำสำหรับแช่คอยล์เย็นเพื่อให้คราบสิ่งสกปรกอ่อนตัวลง
3. ที่จับ/ยกคอยล์เย็นใช้สำหรับจับคอยล์เย็นไปยังตำแหน่งตามคำสั่งของโปรแกรม
4. ถังฉีดน้ำแรงดันสูงด้วยแรงดัน 200 psi ใช้สำหลับฉีดคอยล์เย็นเพื่อทำความสะอาด
5. ถังเป่าลมใช้สำหรับเป่าให้น้ำที่ค้างอยู่ที่คอยล์เย็นออกจากคอยล์เย็น
6. รถเข็นคอยล์เย็นทางออก



รูปที่ 7 วิธีการใช้งานเครื่องล้างคอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ

4. สรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 3 แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณ ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศหลังปรับปรุง

แผนภูมิการปฏิบัติงานทวีคูณ				
กระบวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น	เวลา (นาที)	ผู้ปฏิบัติงาน 1	ผู้ปฏิบัติงาน 2	เครื่องจักร
1. เปิดสวิตช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05	ปฏิบัติ	-	-
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จุดคอยล์เย็น	1.30	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ	-
3. นำจุดที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.50	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ	-
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.50	-	ปฏิบัติ	-
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3	ปฏิบัติ	-	-
6. รอเครื่องล้างคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	17.36	-	-	ปฏิบัติ
% เวลาการปฏิบัติงาน		24.03%	13.19%	73.84%

จากตารางที่ 3 มีผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 2 คน เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นใช้เวลาในการล้าง 17.36 นาที/คอยล์ เท่ากับ 73.84% พนักงานทั้งสองคนใช้เวลาในการปฏิบัติหน้าที่ 6.15 นาที/คอยล์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พนักงานคนที่ 1 ใช้เวลาปฏิบัติหน้าที่ 5.65 นาที เท่ากับ 24.03% พนักงานคนที่ 2 ใช้เวลาในการปฏิบัติหน้าที่ 3.1 นาที เท่ากับ 13.19%

ตารางที่ 4 แผนภูมิกระบวนการไหล Flow process chart ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น หลังปรับปรุง

FLOW PROCESS CHART								
CHART NO. 1 SHEET NO. OF	SUMMARY							
ACTIVITY: ขั้นตอนล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น (หลังปรับปรุง)	ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE	SAVING				
METHOD: PRESENT / PROPOSES	OPERATION ○	5						
	TRANSPORT ⇨	0						
	DELAY D	1						
	INSPECTION □	0						
	STORAGE ▽	0						
	DISTRANCE							
	TIME (นาที)	23.51						
DESCRIPTION	TIME (นาที)	DIST (เมตร)	○	⇨	D	□	▽	REM
1. เปิดสวิทช์เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.05		●	⇨	D	□	▽	
2. นำคอยล์เย็นไปวางที่จุกคอยล์เย็น	1.30		●	⇨	D	□	▽	
3. นำจุกที่มีคอยล์เย็นไปวางที่รถเข็นคอยล์	1.30		●	⇨	D	□	▽	
4. เลื่อนรถเข็นไปยังตำแหน่งที่เครื่องล้างคอยล์เย็น	0.50		●	⇨	D	□	▽	
5. ตั้งค่าโปรแกรมการทำงานและกด Start	3		●	⇨	D	□	▽	
6. รอเครื่องล้างคอยล์เย็นทำงานเสร็จ	17.36		○	⇨	●	□	▽	

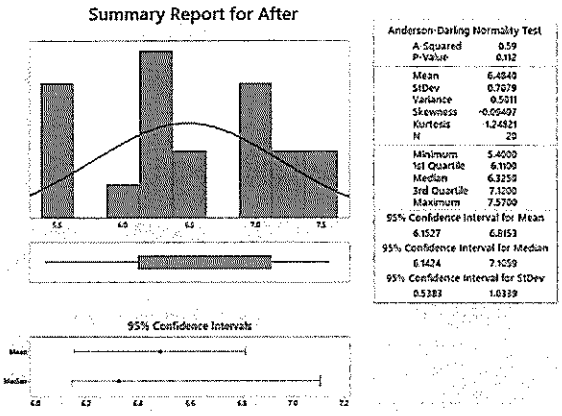
จากตารางที่ 4 แสดงเวลารวมในการล้างคอยล์เย็น 23.51 นาที/คอยล์ โดยแบ่งการทำงานของคนแล้วเครื่องจักรได้ดังนี้

1. ○ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 4 ขั้นตอน ใช้เวลา 6.15 นาที/คอยล์
2. D ขั้นตอนการรอเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น 1 ขั้นตอน ใช้เวลา 17.36 นาที/คอยล์

ตารางที่ 5 ใบบันทึกผลการทดลองการจับเวลาการปฏิบัติหน้าหน้าที่ของพนักงานหลังปรับปรุง

ใบบันทึกผลการทดลองการจับเวลา										
ผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ				กระบวนการทำงาน ขั้นตอนการผลิตตั้งคอยล์เย็นที่รถเข็นและการตั้งค่าการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น				ผู้บันทึกข้อมูล นายพลพรรษ สามการ		
ชื่อผลิตภัณฑ์ คอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Carrier รุ่น 40,000 BTU และ Toshiba รุ่น 45,000 BTU								หน่วย: นาที		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
6.15	5.45	7.12	7.12	7.06	6.14	6.55	6.27	7.57	5.40	
ครั้งที่ 11	ครั้งที่ 12	ครั้งที่ 13	ครั้งที่ 14	ครั้งที่ 15	ครั้งที่ 16	ครั้งที่ 17	ครั้งที่ 18	ครั้งที่ 19	ครั้งที่ 20	
6.10	7.38	6.17	7.26	6.38	7	5.43	6.22	5.57	7.34	

จากตารางที่ 5 แสดงข้อมูลการจับเวลาการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานนำมาวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติ Normal Test และการวิเคราะห์ค่า One-Sample T-Test ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ Normal Test

จากผลการวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลแบบปกติได้ดังสมติฐาน

H_o : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงไม่ปกติ

จากผลการวิเคราะห์ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณ 20 ชุดข้อมูลหลังปรับปรุง เท่ากับ 0.112 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 จึงยอมรับสมติฐานหลัก H_oข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ มีการแจกแจงปกติ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.48 นาที

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่า One-Sample T-Test

varriable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ	T-Value	P-Value
เวลาในการล้างคอยล์เย็น	20	6.493	0.697	0.156	(6.167, 6.819)	0.08	0.934

จากตารางที่ 6 การวิเคราะห์ค่า One-Sample T-Test เพื่อทดสอบเวลาในการล้างคอยล์เย็น โดยตั้งสมติฐานเวลาการทำงานเท่ากับ 6.49 นาที ค่าเบี่ยงเบน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

มาตรฐาน เท่ากับ 0.697 และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.156 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95%

$$H_o : \mu = 6.49$$

$$H_1 : \mu \neq 6.49$$

จากผลการทดลอง One-Sample T-Test ค่า P-Value ที่ได้ 0.934 มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับสมติฐานหลัก H_0 เวลาในการล้างคอยล์เย็นเท่ากับ 6.49 นาที

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของพนักงานก่อน ปรับปรุง และ หลังปรับปรุง

รายละเอียด	ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง	ผลต่าง	% ผลต่าง
ลดเวลาการทำงานของพนักงาน (นาที/คอยล์)	29.08	6.48	22.6	77.71 %
เพิ่มกำลังการผลิต (คอยล์/วัน)	17	28	11	64.70 %

จากตารางที่ 7 ลดเวลาการทำงานของพนักงานจาก 29.08 นาที/คอยล์ เหลือ 6.48 นาที/คอยล์ ลดเวลาของพนักงานไปได้ 22.6 นาที/คอยล์ คิดเป็น 77.71% และเพิ่มจำนวนการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นจาก 17 คอยล์/วัน เพิ่มเป็น 28 คอยล์/วัน เพิ่มเป็น 11 คอยล์/วัน คิดเป็น 64.70% การทดลองนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเฉพาะเครื่องปรับอากาศขนาด 40,000 Btu/h เท่านั้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด ผู้จัดทำวิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ซีพี รีเทลลิงค์ จำกัด. การเก็บข้อมูลการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นก่อนปรับปรุง.

[2] มีนา ล่อซุ่นนี้ (2561). การเพิ่มผลิตภาพในโรงงานแปรรูปทูน่ากระป๋อง, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสยาม, หน้า 100–107.

[3] วิสัน ชารี (2550). การเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบมอเตอร์พัดลม, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 9.

[4] จุฑาทิพย์ โค้วคาศัย (2549). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 92–104.

[5] วันชัย ริจิรวนิช, ชอุ่ม พลอยมีค่า (2551). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง (2560). การปรับปรุงการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. หน้า 51-35