การวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการส่ง PART กระบวนการประกอบคอยล์ร้อน กรณีศึกษา: บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ERROR ANALYSIS AND CORRECTION OF PART SENBING AIR-CONDITLONER PROCESS CASE STUDY: TOSHIBE CARRIER

การะเกด มีชนะ

โครงงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

วิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ปีการศึกษา 2560

IEG07-2-256

ใบรับรองโครงงานสหกิจศึกษา

หัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการประกอบคอยล์ร้อน
ชื่อนักศึกษา	นางสาวการะเกด มีชนะ รหัสนักศึกษา 56029182
สาขา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมระบบเครื่องกลและนวัตกรรมอุตสาหกรรม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.จักรพันธ์ กัณหา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้โครงงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ชลธิศ เอี่ยมวรวุฒิกุล)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....

(ดร.วริสรา เลิศไพฑูรย์พันธ์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....

(อ.จักรพันธ์ กัณหา)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ของโครงงาน	2
1.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.7 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ระบบการทำงานของคอยล์ร้อน	4
2.2 ทฤษฎี 7 QC TOOIS	10
2.3 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ	23
2.4 ศึกษาเวลาโดยตรง	40
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น	47
3.2 สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน	51
3.3 การศึกษากระบวนการทำงานและสภาพปัญหาเบื้องต้น	54
3.4 ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเนื้อหาสาเหตุหลัก	55
3.5 วิธีวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข	56
3.6 วิธีวัดผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน	57
บทที่4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ข้อมูลความผิดพลาดก่อนการปรับปรุง	58
4.2 กำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง	59
4.3 การเปรียบเทียบค่า RPN จากการปรับปรุง	63

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน
5.1 ผลการดำเนินงาน 64
5.2 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง 64
5.3 กิจกรรมเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 65
ประวัติผู้ทำโครงงาน

การวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการส่ง Part กระบวนการประกอบคอยล์ร้อน กรณีศึกษา: บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด

Error analysis and correction of Part sending air-conditioner process Case Study:Toshiba Carrier

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการส่ง PART กระบวนการประกอบคอยล์ร้อน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขในความผิดพลาดการส่ง PART กระบวนการประกอบ

ในการทำโครงการนี้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลปัจจุบันของ ษริษัทฯกรณีศึกษาโดยใช้การสังเกตุ สอบถาม สัมภาษณ์และจดบันทึกข้อมูลจากพนักงานบริษัทฯลฯ การศึกษาขั้นต้นจะทำการหารูปแบบของชิ้นงานที่เกิดความผิดพลาดมากที่สุด และได้ทำการเก็บข้อมูลจากการเกิด DOWE TIME ของบริษัทฯลฯ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 เพื่อหาชิ้นงานที่มีการเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดและที่ผิดพลาดบ่อยที่สุด จากนั้นได้ศึกษาการส่งชิ้นงานตั้งแต่ต้น-จนจบกระบวนการประกอบ ถึงสาเหตุการผิดพลาดนั้นเกิดจากแผนกรับผิดชอบใด เมื่อได้ปัญหาข้อบกพร่องแล้วได้นำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อหาปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปัญหาโดยใช้ ทฤษฎีแผนภูมิแสดงเหตุและผล เข้ามาหาสาเหตุที่แท้จริงเพื่อจะนำเทคนิค FMEA สำหรับกระบวนการ เข้ามาประเมินหาค่าประเมินความเสี่ยง (RPN) โดยนำข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ที่มีค่ามากใน 3 อันดับแรกนำมาทำการแก้ไขก่อน โดยได้ทำการแก้ไขด้วยหลักมาตราการตอบโต้ สำหรับเทคนิคFMEA หาทำการวิเคราะห์แก้ไขจากสาเหตุข้อบกพร่อง และนำมาให้ทีมประเมิน FMEA ทำการประเมินการปรับปรุง ครั้งที่ 1 โดยจะเห็นได้ว่า เดือนกุมภาพันธ์ 2561 มีความผิดพลาด 15 ครั้ง แต่เมื่อทำการแก้ไขใน 1 สาเหตุใน 3 สาเหตุ พบว่า เดือน เมษายน 2561 พบว่ามีความคิดพลาดลดลงเหลือ 4 ครั้งหรือเท่ากับ 26.66%

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศกรรมอุตสาหการฉบับนี้ สามารถสำเร็จผลลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณเทวัญ ชัยยูรวัฒน์ นายสกลเกียรติ์ เหล่าตีบ คุณวนิดา เรืองฉาย และเจ้าหน้าที่ในบริษัททุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเข้าศึกษา ข้อมูลและรายละเอียดต่างๆของบริษัทกรณีศึกษา ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ทางโครงงานฉบับนนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากขาดคำปรึกษาและนำแนวทงที่เป็นประโยชน์แก่โครงการจาก อาจารย์จักรพันธ์ กัฑหา อาจารย์พัฒนพงศ์ อริยสิทธิ์และอาจารย์ชวลิต มณีศรี ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นฐานการประกอบเครื่องปรับอากาศเพื่อการส่งออกรายใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก(รองจากจีน)[หนังสือพิมพ์ฐานธุรกิจ] จากการที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังเน้นการส่งออกมากกว่าการทำตลาดในประเทศ ทำให้สภาวะการแข่งขันสูงในตลาดโลกทั้งทางด้านราคาและด้านคุณภาพของสินค้า ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับปรุงคุณภาพและรูปแบบของสินค้า ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มโอกาสด้านการแข่งขันให้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการประกอบเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการประกอบให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกระบวนการประกอบของเครื่องปรับอากาศที่มีส่วนประกอบหลายส่วน เช่น ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ถึงแม้ว่ากระบวนการประกอบจะมีประสิทธิภาพมากเพียงใด หากขั้นตอนการส่งชิ้นส่วนผิดพลาดก็จะส่งผลกระทบให้การประกอบผิดพลาดเช่นกัน

ดังนั้นจากข้อมูลความผิดพลาดของฝ่ายตรวจสอบ พบว่ามีความผิดพลาดในขั้นตอนการส่งชิ้นงานผิดรุ่น จึงส่งผลกระทบให้เครื่องปรับอากาศทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงทำการศึกษาพัฒนาความผิดพลาดในกระบวนการส่ง PART ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการลดต้นทุนและช่วยปรับปรุงคุณภาพของเครื่องปรับอากาศ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า จึงต้องทำการศึกษาหาความจุดพกบร่องของการส่งผิดรุ่นเกิดจากสาเหตุใด และนำมาวิเคราะห์ เพื่อทำการปรับปรุงพัฒนากระบวนการส่ง PART ให้ตรงรุ่นในแต่ละครั้ง

จึงต้องศึกษาขั้นตอนการประกอบคอยล์ร้อน เริ่มต้นจากการส่ง PART ขั้นตอนประกอบคอยล์ร้อนจนจบกระบวนการ ซึ่งการศึกษากระบวนการประกอบคอยล์ร้อน เพื่อหาจุดบกพร่องของกระบวนการส่ง PART ที่ทำให้เกิดผลกระทบและนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อทำปรังปรุงแก้ไขระบบกระบวนการส่ง PART ให้ปัญหาลดลงจากกระบวนการส่ง PATR แล้วยังสามารถนำไปพัฒนาลดความผิดพลาดที่เกิดจากกระบวนการส่ง PART ผิดพลาดเพื่อไปปรับใช้กับงานอื่นๆที่มีปัญหาใกล้เคียงกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดจากกระบวนส่ง PART

1.2.2 เสนอแนวทางในการลดความผิดพลาดของปัญหา

1.2.3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการส่ง PART

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาหาสาเหตุจากกระบวนการส่ง PART ผิดพลาดโดยเจาะจงที่ขั้นตอนการประกอบคอยล์ร้อน

1.3.2 ศึกษาหาแนวทางการลดความผิดพลาดจากกระบวนการส่ง PART ผิดพลาดเจาะจงที่ขั้นตอนการประกอบคอยล์ร้อน

1.3.3 ศึกษาข้อมูลเฉพาะในแผนกคลังสินค้าและแผนกควบคุมคุณภาพ

1.4 ประโยชน์ของโครงงาน

1.4.1 สามารถหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดจากกระบวนการส่ง PART

1.4.2 สามารถปรับปรุงในส่วนของกระบวนการส่ง PART

1.4.3 สามารถลดความผิดพลาดจากกระบวนการส่ง PART

1.4.4 สามารถลดต้นทุนจากการนำเครื่องปรับอากาศกลับมาแก้ไข

1.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5.1 การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control)

1.5.2 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

1.5.3 การศึกษาเวลาโดยตรง (DIRECT TIME STUDY)

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 ติดต่อสถานประกอบการณ์ในการดำเนินการหาหัวข้อโครงงาน

1.6.2 ศึกษารวบรวมข้อมูลของทางสถานประกอบการณ์

1.6.3 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความผิดพลาดจากการกระบวนการส่ง PART

1.6.4 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงจากสถานประกอบการณ์

1.6.5 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนส่ง PART

1.6.6 วิเคราะห์วิธีการทำงานฝ่ายคลังสินค้าและฝ่ายประกอบคอยล์ร้อนของสถานประกอบการณ์

1.6.7 หาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการส่ง PARTจากการปฏิบัติงานจริงของสถานประกอบการณ์

1.6.8 จัดทำโครงร่างโครงงาน

1.6.9 วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขโครงงาน

1.6.10 สรุปผลการศึกษาความผิดพลาดจากกระบวนการส่ง PART

1.6.11 สรุปโครงงานและจัดทำโครงงานฉบับสมบูรณ์

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงานดำเนินงาน

ลำดับที่	แผนการดำเนินงาน	IEG 499			
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	ติดต่อสถานประกอบการณ์ในการดำเนินการหาหัวข้อโครงงาน				
2	ศึกษารวบรวมข้อมูลของทางสถานประกอบการณ์				
3	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความผิดพลาดจากการกระบวนการส่ง PART				
4	ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจริงจากสถานประกอบการณ์				
5	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนส่ง PART				
6	หาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการส่ง PARTจากการปฏิบัติงานจริงของสถานประกอบการณ์				
7	วิเคราะห์วิธีการทำงานฝ่ายคลังสินค้าและฝ่ายประกอบคอยล์ร้อนของสถานประกอบการณ์				
8	จัดทำโครงร่างโครงงาน				
9	วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขโครงงาน				
10	สรุปผลการศึกษาความผิดพลาดจากกระบวนการส่งPART ก่อนเข้าไลน์ประกอบคอยล์ร้อน				
11	สรุปโครงงานและจัดทำโครงงานฉบับสมบูรณ์				

บทที่ 2

ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการส่ง PART กระบวนการประกอบคอยล์ร้อน ผู้จัดทำได้ศึกษาหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุจากกระบวนการส่ง PART ผิดพลาดก่อนเข้าไลน์ประกอบคอยล์ร้อน เพื่อนำมาหาแนวทางในการลดความผิดพลาดของปัญหาและปรับปรุงกระบวนการส่ง PART ที่เกิดความผิดพลาด ให้มีกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ระบบการทำงานของคอยล์ร้อน

2.2 การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (เครื่อง 7 QC TOOLS)

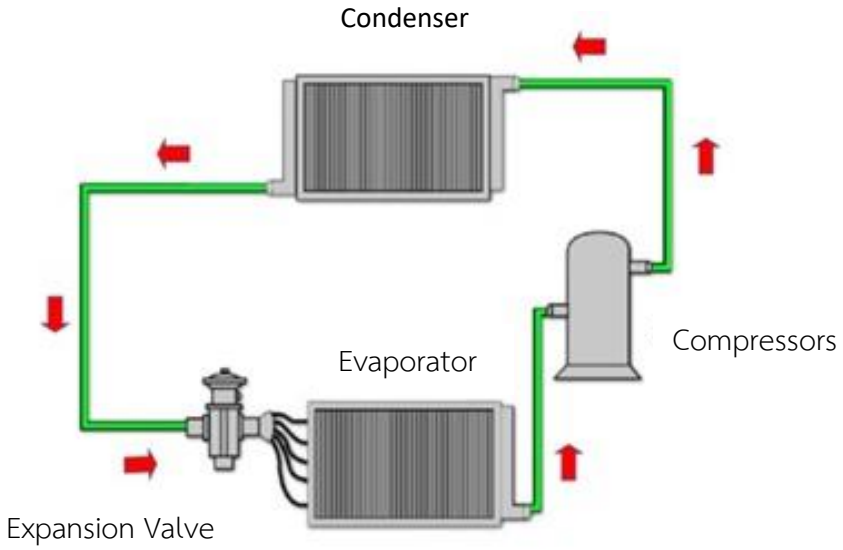
2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

2.4 การศึกษาเวลาโดยตรง

2.1 ระบบการทำงานของคอยล์ร้อน

เครื่องปรับอากาศ คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ปรับอุณหภูมิของอากาศในเคหะสถาน เพื่อให้มนุษย์ได้อาศัยอยู่ในที่ ที่ไม่ร้อนหรือไม่เย็นจนเกินไปหรือใช้รักษาภาวะอากาศให้คงที่เพื่อจุดประสงค์อื่น เคหะสถานในเขตศูนย์สูตรหรือเขตร้อนชื้นมักมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิให้เย็นลง ตรงข้ามกับในเขตอบอุ่นหรือเขตขั้วโลกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น (อาจเรียกว่า เครื่องทำความร้อน) เครื่องปรับอากาศมีทั้งแบบตั้งพื้น ติดผนังและแขวนเพดาน ทำงานด้วยหลักการการถ่ายเทความร้อน กล่าวคือ เมื่อความร้อนถ่ายเทออกไปข้างนอกอากาศภายในห้องจะมีอุณหภูมิลดลง จะเห็นได้ว่าคอนเดนเซอร์มีหน้าที่รับเอาไอน้ำยาไว้ และระบายความร้อนออกจากไอน้ำยาผ่านตัวกลางซึ่งปกติคืออากาศ ไอน้ำยาจะมีอุณหภูมิต่ำลงจนควบแน่นเป็นของเหลวแต่ยังคงมีความดันสูงและอุณหภูมิสูง สารทำความเย็นเหลวจะถูกส่งไปอุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันน้ำยาก่อนเข้าเครื่องระเหยมีผลให้สารทำความเย็น มีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำ เมื่อไหลเข้าเครื่องระเหย1 ก็จะรับความร้อนผ่านตัวกลาง ซึ่งปกติคืออากาศมีผลให้สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอ ไอสารทำความเย็นที่ออกจาก เครื่องระเหย1 จะมีความดันต่ำและมีอุณหภูมิต่ำแล้วไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการเพิ่มความดันต่อไป ระบบการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะทำงานวนเวียนเป็น วัฏจักรตลอดเวลาที่คอมเพรสเซอร์ ยังคงทำงานอยู่ และน้ำยาที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีการสูญเสียไปไหนเลยนอกเสียจากว่าเกิดการรั่วซึม (Leak) ที่ใดที่หนึ่งเท่านั้น เนื่องจากในระบบทำความ

เย็นเบื้องต้นนี้ มีทั้งน้ำยาที่อยู่ในสภาพความดันสูง และอุณหภูมิสูงกับความดันต่ำอุณหภูมิต่ำดังภาพแสดงที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วงจรทำความเย็น

2.1.1 อุปกรณ์หลักภายในวงจรการทำงานของสารทำความเย็น

- คอมเพรสเซอร์ (Compressors) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบการทำความเย็น ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะที่เป็นก๊าซ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นก๊าซความดันต่ำ และอุณหภูมิต่างจากเครื่องระเหย

- เครื่องระเหย (Evaporator) ที่ผ่านเข้ามาทางท่อดูดเข้ายังทางดูดของคอมเพรสเซอร์และอัดก๊าซนี้ให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งเข้าไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser) โดยผ่านเข้าทางท่อบรรจุเพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารความเย็น อีกทีหนึ่งจะเห็นได้ว่าคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่แบ่งความดันระบบระหว่างด้านความดันสูงและความดันต่ำ สารทำความเย็นจะถูกดูดเข้ามาในคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซความดันต่ำและสารความเย็นที่อัดออก ส่งออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซที่มีความดันสูงคอมเพรสเซอร์จำแนกตามวิธีการอัด ได้ 3 ประเภท ดังนี้คอมเพรสเซอร์แบบสกรู คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ และคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ ทั้งนี้เครื่องระเหย เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็นทำหน้าที่ดูดปรับปริมาณความร้อนจากในบริเวณหรือในเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่สารทำความเย็นภายในระบบนี้เดือดจะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซก็จะดูดรับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินสารความเย็นเข้าไปยังสารความเย็นในระบบทำให้อุณหภูมิโดยรอบคอยล์เย็นลดลง เครื่องระเหย โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

- เครื่องระเหยชนิดท่อและครีบ (Finned-Tube Evaporator)
- เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Evaporator)

- คอนเดนเซอร์ (Condenser)คอนเดนเซอร์หรืออุปกรณ์ควบแน่นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็นทำหน้าที่ระบายความร้อนในสถานะก๊าซที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงที่ถูกอัดตัวส่งมาจากคอมเพรสเซอร์เพื่อให้กลั่นตัวเป็นน้ำเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระเหยความร้อนออกแต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่เช่นเดิม คอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือการจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง และ การจำแนกตามวิธีระบายความร้อน การจำแนกตามวิธีระบายความร้อนได้ 3 ประเภทดังนี้

- การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ำยาในสถานะก๊าซกลั่นตัวเป็นของเหลวตามปกติแล้วคอนเดนเซอร์ชนิดนี้มักจะทำด้วยท่อทองแดงหรือท่อเหล็กมีครีบเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา
- การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาโดยผ่านหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) เพื่อให้น้ำยากลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว และก็เช่นเดียวกันคอนเดนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้จะรับความร้อนที่ถูกคายออกจากน้ำยาในสถานะก๊าซเพื่อการกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว ทำให้อุณหภูมิของอากาศหรือน้ำที่ใช้เป็นตัวกลางมีอุณหภูมิสูงขึ้น
- การระบายด้วยน้ำและอากาศ (Water and Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ทั้งอากาศ และน้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ายาในสถานะก๊าซในคอนเดนเซอร์กลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวโดยการฉีดน้ำเย็นให้เป็นฝอยผ่านลงบนคอนเดนเซอร์ อากาศนี้จะสวนทางกับสเปรย์น้ำตกลงมาผ่านอิลิมิเนเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้สเปรย์ติดอกไปกับอากาศ ซึ่งน้ำบางส่วนจะระเหยตัวขณะที่ได้รับความร้อนจากแผงคอนเดนเซอร์ ทาให้สเปรย์น้ำที่ตกกลับลงมาในถังนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลง

- อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมอักราการไหลของสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งมีหลักการในการทำงานง่ายๆ คือการลดพื้นที่หน้าตัดลงเหมือนกับการนำสายยางไปต่อกับก๊อกน้ำแล้วเปิดน้ำให้แรงจากนั้นใช้มือปิดที่ปลายสายยางจะเกิดเป็นฝอยละอองซึ่งก็ใช้หลักการคล้ายกัน เพียงแต่ว่าอุปกรณ์ลดความดัน จะควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็นตามความต้องการของระบบปรับอากาศ ซึ่งผลที่ตามมาก็คือความดันจะลดลง และสถานะจะเปลี่ยนจากแก๊สอุณหภูมิสูงความดันสูงให้เป็นฝอยละออง และความดันลดลงจนสามารถเปลี่ยนเป็นไอได้แต่ที่บริเวณทางออกของอุปกรณ์ลดความดันยังไม่เป็นไอ

- อุปกรณ์ช่วยภายในระบบทำความเย็น ได้แก่

- ดรายเออร์ (Dryer) ทำหน้าที่ดูดซับความชื้นจากสารทำความเย็น และกรองสิ่งสกปรกมีทั้งขนาดใหญ่ จนไปถึงขนาดใหญ่ การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงชนิดของน้ำยา ขนาดเครื่องทำความเย็น ขนาดท่อน้ำยา
- แอคคิวมูเลเตอร์(Accumulator) อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลวหรือแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) ติดตั้งระหว่างเครื่องระเหย และคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ป้องกันของเหลวเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ โดยน้ำยาที่ยังเดือดไม่หมดจากเครื่องระเหยจะตกลงสู่ด้านล่าง คอมเพรสเซอร์จะดูดเฉพาะน้ำยาที่เป็นไอจากด้านบน
- ถังพักสารทำความเย็นเหลว (Receiver tank) ถังพักสารทำความเย็นเหลวหรือรีซีฟเวอร์ (Receiver tank) ติดตั้งที่ทางออกคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่รับน้ำยาเหลวที่ควบแน่นจากคอนเดนเซอร์เพื่อส่งสารทำความเย็นเหลวไปยังเครื่องระเหยได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอ ใช้ในเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่
- อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (Oil separator) ติดตั้งที่ทางออกคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อลื่นที่ปนออกมากับไอน้ำยาให้กลับไปอ่างน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ ไอน้ำยาที่ถูกแยกออกจึงถูกส่งไปเข้าคอนเดนเซอร์ต่อไป
- สวิทช์ควบคุมความดัน (Pressure Switch) สวิทช์ควบคุมความดันมีหลักการทำงาน คือ ทำหน้าที่ในการตัดและต่อวงจรไฟฟ้าให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานและหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันของน้ำยาด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำของคอมเพรสเซอร์

2.1.2 ลักษณะชิ้นงานที่ผิดพลาด

จากลักษณะชิ้นงานที่ผิดพลาดจะมีชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประกอบคอยล์ร้อนและเกิดความผิดพลาดในการศึกษาจะพบได้ว่ามีชิ้นส่วนทั้งหมด 5 ชิ้นส่วน ดังนี้

1) COIL (คอยล์)

หน้าที่ของคอยล์หรือขดลวด ที่พันรอบเหล็กอ่อนหรือแม่เหล็กสนามหรือขั่วแม่เหล็กของมอเตอร์ อุปกรณ์ลดแรงดันน้ำยา (PMV VAIVE) เป็นไปตามความข้อกำหนดของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศแต่ถึงจะอย่างไรก็ตามถึงมี 2 รุ่นแต่ค่าไฟนั้น ก็จะแตกต่างกันไปอีกซึ่งคอยล์จะมีด้วยกัน 2 ลักษณะ

1. COIL-PMV

- หน้าที่เป็นอุปกรณ์ลดแรงดันน้ำยา (PMV-VAIVE) เป็นไปตามความข้อกำหนดของลูกค้าและผู้ผลิตคอยล์

2. COIL-4-WAY

- หน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับการผลิตเครื่องปรับอากาศที่มี 2 ระบบ สามารถเปลี่ยนระบบได้โดยการทำความร้อนและความเย็นรวมในเครื่องเดียว

ตารางที่ 2.1 แสดง รหัสเปิด Drawing และโค๊ตบอกรหัสค่าไฟ

PART NAME.	PART NO.	CODE
COIL–PMV	1003512301	DC12VPQMO1082
COIL–PMV	1003508603	CAM-MD12TCTH-5R
COIL–PMV	1003511602	DC12V TCTH-6R
COIL–PMV	1003508604	DC12V TCTH-6R
COIL–PMV	1003515201	DV12V
COIL–PMV	1003512301	DV12VPQM01082
COIL–PMV	1003508606	DC12V TF-21R
COIL-4-WAY	1003511202	DC12V
COIL-4-WAY	1003511201	DC12V
COIL-4-WAY	1003504804	STF-AC220-240V
COIL-4-WAY	11003139008	STF-AC220-240V
COIL-4-WAY	11003139006	STF 50Hz AC220-240V
COIL-4-WAY	1003511804	STF AC220-240V
COIL-4-WAY	1003514101	SH-V1 939 E
COIL-4-WAY	1003511801	STF-H DC12V
COIL-4-WAY	1003515401	SH-V1 939 E
COIL-4-WAY	1003510502	STF-H AC220-240V
COIL-4-WAY	1003510503	STF-H AC220V

- ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า COIL-PMV และ COIL-4-WAY จะมีความสำคัญกับเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมากสำหรับการประกอบคอยล์ร้อน

► ฝ่ายควบคุมคุณภาพตรวจสอบแล้วพบว่า คอยล์นั้นเป็นการใช้ระบบค่าไฟไม่สามารถลดหย่อนหรือปล่อยผ่านไปได้ จึงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขก็ต้องทำ

2) FAN-PR(ใบพัดลม)

หน้าที่ของ ใบพัดลมซึ่งจะมีการพัดระบายความร้อนของมอเตอร์ไฟฟ้าต่างๆ

- ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าสัดส่วนของใบพัดที่มีความแตกต่างกันจะทำให้เกิดกฎที่ว่า กำลังงานที่ต้องการแรงที่จะทำ ณ ความเร็วเท่าเดิมให้แต่อาจจะช้าหรือเร็ว รอบการหมุนอาจทำงานหนักขึ้นแต่สำหรับกรณีที่เกิดปัญหานี้จะเห็นได้ว่าเป็นการหยิบผิดรุ่นแต่ขนาดยังเท่าเดิม

► ฝ่ายควบคุมคุณภาพเห็นว่าสามารถลดหย่อนได้ เพื่อที่จะไม่ต้องเพิ่มต้นทุนและเวลาในการแก้ไข

3) BUTYL-RUBBERZ (ยางบิวไทล์)

หน้าที่ของ ยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติเด่นคืออัตราการซึมผ่านของก๊าซมานอกจากนี้ยังสามารถทนน้ำมันสารเคมี สภาพแวดล้อมรวมถึงการทนต่อการขัดถูได้ดีและยางIIR มีค่าการกระเด้งกระดอนต่ำอุณที่อุณหภูมิห้องจึงทำให้ยางIIR สามารถดูดซับพลังงานกลได้ดีและการสั่นสะเทือนได้ดีในอุณหภูมิกว้างได้ดี

- ฉะนั้นจะเห็นได้กว่าการหยิบ BUTYL-RUBBERZ ผิดพลาดนั้นอาจจะส่งผลเรื่องขนาดแต่ผลที่เกิดขึ้นจะไม่มีผลกระทบมากเกินที่จะต้องนำกลับมาแก้ไข

► ฝ่ายควบคุมคุณภาพยังเห็นว่าสามารถลดหย่อนได้ เพื่อที่จะไม่ต้องเพิ่มต้นทุนและเวลาในการแก้ไข

4) RUB-SHEET (แผ่นยางกึ่งนำไฟฟ้า)

หน้าที่ของแผ่นยางกึ่งนำไฟฟ้าเป็นแผ่นยางที่มีคุณสมบัติระหว่าง ความเป็นฉนวนไฟฟ้าและการนำไฟฟ้า ซึ่งแผ่นยางนี้ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ปริมาณน้อยจะมีค่า Volume Resistivity ระหว่าง 10^6–10^8 (ohm-cm) นิยมนำไปใช้งานปูพื้นกันไฟฟ้าสถิตย์

- ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า แผ่นยางกึ่งนำไฟฟ้าจะใช้ทำหน้าที่รองไฟฟ้าก่อนจะเข้าเทมินอลเพื่อป้องกันไม่ให้สายไฟที่อาจรั่วไปไปโดยแผงอะไหล่ตรงจุดอื่น เพราะในส่วนใหญ่พนักงานจะหยิบผิดขนาดที่อันยาวกว่าขนาดจริงหรือสั้นกว่าเพียงเล็กน้อย

► ฝ่ายควบคุมคุณภาพยังเห็นว่าสามารถลดหย่อนได้ ถึงจะเสียต้นทุนเพิ่มขึ้นแต่ถ้าแลกกับเวลาในและต้องทำให้LOTS อื่นล่าช้าก็เห็นสมควรที่ลดหย่อนได้ถ้าต้องแลกกับต้นทุนที่จะต้องเพิ่มขึ้น

5) CABLE-TIE (เคเบิ้ลไทร์)

หน้าที่เคเบิ้ลไทร์เหนียว แข็งแรงสามารถรับแรงดึงได้ถึง 175 ปอนด์เคเบิ้ลไทร์ใช้งานง่าย สะดวก ส่วนหัวถูกออกแบบให้รับแรงดึงได้มากและใช้แรงในการร้อยสายน้อยรัดแล้วอยู่แน่น ปลอดภัยในการใช้งานมีเคเบิ้ลไทร์เกรดพิเศษทนความร้อนถึง 150องศาเซลเซียสและเกรดทนรังสียูวีรวมถึงเคเบิ้ลไทร์แบบปลดล็อคได้เมื่อรัดแล้วสามารถปลดล็อคใช้งานซ้ำหมุนเวียนได้อีก รวมถึงเคเบิ้ลไทร์สเตนเลสที่มีความทนทานต่อสารเคมี กรด ด่างและความร้อนเคเบิ้ลไทร์มีขนาดความยาว ตั้งแต่80-1,220mm(4-48นิ้ว)มีสีสันให้เลือกใช้งานมากมายสีของเคเบิ้ลไทร์ที่นิยมใช้งานคือสีขาวและดำ รองลงมาคือแดง,น้ำเงิน,เหลืองและเขียว

- ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการหยิบผิดของพนังงานก็จะเป็นที่สีซึ่งงานที่ต้องใช้เป็นสีดำแต่พนักงานได้ทำการเลือกผิดเป็นสีขาว แต่ถ้าเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าสีดำนั้นจะมีความเหนียวกว่าสีขาว

► ฝ่ายควบคุมคุณภาพเห็นว่าสามารถลดหย่อนซึ่งถ้าเกิดความผิดพลาดขึ้นก็ยังสามารถใช้ได้ เพราะมาตราฐานเดิมเคยใช้สีขาวจึงทำการลดหย่อนได้เพราะถ้านำงานกับไปแก้ไขจะเสียค่าใช้จ่ายที่มากกว่าเดิม

ดังนั้นจากการเก็บข้อมูลจากฝ่ายควบคุมคุณภาพทำให้ทราบถึงความสำคัญของ PART ในแต่ละชิ้นจึงทำให้เห็นได้ว่ า PART ที่ไม่สามารถลดหย่อนได้นั้นคือ COIL – PMV เพราะเป็นชิ้นส่วนที่มีการใช้ค่าไฟและเป็นทำให้เครื่องปรับอากาศนั้น ทำงานให้ได้ประสิทธิภาพตามที่ตกลงกับลูกค้าไว้นั้น ขั้นตอนสั่งซื้อ จึงจำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อที่จะหาแนวทางแก้ไข

2.2 ทฤษฎี 7 QC TOOLS

หลักการใหญ่ๆของเทคนิคการสร้างคุณภาพก็คือ การทำเพื่อให้ได้จุดมุ่งหมายอันเดียวกัน คือ “คุณภาพ” ซึ่งการปฏิบัติเพื่อให้ได้จุดมุ่งหมาย จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติไว้อย่างชัดเจน ด้วยการใช้ตัวเลขต่างๆที่เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมขึ้นมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ หาแนวทางในการตัดสินใจจากเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบที่จะช่วยให้มองเห็นสภาพความเป็นจริงและเข้าใจง่าย โดยที่ทุกคนที่ปฏิบัติงานสามารถเรียนและปฏิบัติได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิควิธีการที่ยุ่งยาก ซึ่งหลักวิธีทางสถิตินับได้ว่าเป็นเครื่องมืออันทรงประสิทธิภาพในการพัฒนากระบวนการผลิตและในการลดของเสีย ซึ่งมีหลักวิธีการดังกล่าวอยู่ด้วย 7 อย่าง ดังนี้

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

2.2.2 ฮิสโตรแกรม (Histogram)

2.2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

2.2.4 ผังก้างปลา (Fish Bone) หรือ ผังเหตุและผล (Cause-Effect Diagram)

2.2.5 กราฟ (Graph)

2.2.6 แผนภูมิการกระจาย (Scatter Diagram)

2.2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

หลักเทคนิค 7 อย่างดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการหาสาเหตุของปัญหาวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติให้มีประสิทธิภาพ

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ เป็นเอกสารที่อยู่ในรูปตาราง แบบฟอร์ม หรือแผนภาพใดๆ ที่ออกแบบให้มีลักษณะง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลหรือการวิเคราะห์ผลอาจจะทำเป็นรูปแบบตารางแสดงรายละเอียดต่างๆที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องกรอกรายละเอียดใหม่ เพียงแต่กาเครื่องหมายลงไปในช่องที่ตรงกับรายละเอียดที่จดเอาไว้เท่านั้นใบตรวจสอบ ใช้ในการตรวจหาสิ่งผิดปกติในการดำเนินการ การผลิต การทำงานต่างๆลักษณะเป็นเอกสารแผ่นเดียวที่มี รายละเอียดของสิ่งผิดปกติ และรายการการตรวจสอบ ตำแหน่ง หรือจุดที่ทำการตรวจสอบ การออกแบบใบตรวจสอบ ให้พิจารณาดังนี้

- สถานที่ หน้างานที่จะตรวจสอบ
- ผลิตภัณฑ์ / การทำงานที่จะตรวจสอบ

คุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบ แบ่งเป็น

คุณลักษณะที่วัดได้ โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น ขนาดของชิ้นงาน ใช้เวอร์เนียร์วัดความแข็งของชิ้นงานและวัดไม่ได้โดยแต่บอกได้ ส่วนใหญ่ใช้การตรวจสอบด้วยตาเทียบกับมาตรฐาน เช่น รอยตำหนิ ดังตารางที่ 2.2 , 2.3

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet) ตัวอย่างใบตรวจสอบแบบหลายแผนก

วันที่ 1/11/ 46	ชื่อชิ้นงาน เหล็กเพท		สายการผลิตที่ A
การตรวจสอบแบบ	100%		
ประเภทสิ่งบกพร่อง	กะเช้า	กะบ่าย	กะดึก
1. ไม่ได้ขนาด	//	///	//
2. มีรอยขีดข่วน	///////	///////	//////
3. ความเรียบ	////	////	////
4. อื่นๆ	///	/	//
ผู้ตรวจ	...../...../.....	ผู้ทบทวน	...../...../.....

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างใบตรวจสอบแบบหลายแผนก (Check Sheet)

วันที่_____

แท่นพิมพ์_____

เลขงาน_____

ชื่องาน_____

ยก/กนก_____

จำนวนสั่งพิมพ์_____เล่ม

ชนิดของกระดาษ_____

ข้อปฏิบัติ ทำเครื่องหมาย * หน้าหัวข้อที่ได้ปฏิบัติแล้ว

	เตรียมกระดาษเสียสำหรับปรู๊ฟ
	การตรวจสอบปริมาณน้ำยาฟาวเทน
	ตรวจสอบน้ำหนักความกดของลูกน้ำ
	ตรวจสอบฉากพิมพ์ หน้า-ข้าง
	ตรวจสอบลมเป่า
	ตรวจสอบตัวดูดกระดาษขึ้น
	ตรวจสอบตัวดูดส่งไปข้างหน้า
	ตรวจสอบสปริงกด
	ตรวจสอบสายพาน
	ตรวจสอบการทำงานของฉากพิมพ์หน้า
	ตรวจสอบการทำงานของฉากพิมพ์ข้าง

ลงชื่อ_____ (ช่างพิมพ์)

ประโยชน์ของใบตรวจสอบ

1. ช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกการตรวจสอบสะดวกสบายขึ้นทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปแล้วการวางรูปแบบใบตรวจสอบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้ เช่น กรอกตัวเลขลงในช่องที่มีข้อความกำกับไว้แล้ว ทำให้ไม่ต้องเขียนข้อความให้เสียเวลา

2. ช่วยให้การตรวจสอบ การอ่านหรือสรุปการตรวจสอบรวดเร็วขึ้น ใบตรวจสอบทำให้ผู้ตรวจสอบทราบว่าจะต้องตรวจสอบอะไรบ้าง ใบตรวจสอบที่ดี ควรที่จะช่วยชี้แนะของการตรวจสอบ

กำหนดลำดับขั้นตอนของการตรวจสอบที่จะทำให้ตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังทำให้สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

3. ทำให้การสื่อข้อความและการตัดสินใจ ในการดำเนินการในการควบคุมคุณภาพเป็นไปอย่างถูกต้อง การใช้ใบตรวจสอบเป็นการลดการใช้ถ้อยคำที่ยืดยาวที่ทำให้เกิดความสับสนทำให้การตัดสินใจดำเนินการผิดพลาดได้ การใช้ใบตรวจสอบทำให้ตีความหรือสรุปผลตรวจสอบเป็นไปอย่างถูกต้อง

4. ทำให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างมีระบบ ใบตรวจสอบนั้นถือเป็นเครื่องมือที่จะช่วยกำหนดประเด็นที่จะตรวจสอบได้อย่างหนึ่งใครก็ตามที่จะทำหน้าที่ตรวจสอบย่อมจะต้องตรวจสอบตามที่กำหนดไว้ในใบตรวจสอบทำให้ข้อมูลอยู่ในแนวเดียวกัน ถึงแม้จะเป็นใครปฏิบัติก็ตาม ช่วยให้การดำเนินการตรวจสอบเป็นไปอย่างมีระบบ

2.2.2 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ผังหรือแผนภูมิหรือกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าหรือขนาด ในการตรวจพบปัญหาหรือหน่วยวัดและลักษณะจำเพาะใดๆ ที่มีการจำแนกประเภทออกจากกันและเขียนต่อกันโดยเรียงลำดับตามความสำคัญชนิดของฮิสโตแกรม ฮิสโตแกรมมีหลายชนิดดังแสดงดังภาพที่ 2.2 การทราบลักษณะของชนิดของฮิสโตแกรมที่เขียนขึ้นมาจากข้อมูลชุดหนึ่งๆนั้นจะช่วยให้ได้แนวทางที่ดีในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดนั้นต่อไป

(1) ชนิดรูปทรงทั่วไป (General Type) หรือทรงระฆังคว่ำลักษณะทรงเหมือนระฆังคว่ำ จะสามาตรกันซ้ายและขวา ค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรมจะอยู่กึ่งกลางแล้วค่อยๆลดหลั่นลงไปทั้งซ้ายและขวา

(2) ชนิดไม่เรียบลักษณะจะมีช่วงของชั้นข้อมูล ซึ่งมีความถี่น้อยมากสลับกันไปไม่ลดหลั่นเป็นอย่างระบบ คือมียอดสูงหลายๆยอดสลับกันหมายเหตุ เกิดได้เมื่อจำนวนข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าไม่เท่ากันและแตกต่างมากระหว่างชั้นข้อมูลที่อยู่ติดกันหรืออาจเกิดจากวิธีการปัดเศษค่าของแต่ละข้อมูล ชนิดเบ้ขวา(Positively Skewed Type) ลักษณะค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรม(Mean Value Of Histogram) จะอยู่ไม่กึ่งกลางรูปแต่จะอยู่ในทางซ้ายมือของแนว

(3) กึ่งรูป (เมื่อหันหน้าเข้าหารูปฮิสโตแกรม คำว่า ซ้ายมือของกึ่งกลางฮิสโตแกรมคือทางซ้ายมือของเรา) ค่าความถี่จะลดลงรวดเร็วทางซ้ายมือและจะค่อยๆ ลดลงทางขวามือ คำว่า เบ้ขวา จะนับขวามือของฮิสโตแกรมหันหน้าออกมาหาเรา กล่าวคือการเบ้ขวายอดกราฟจะไปอยู่ซ้ายมือของเรา หมายเหตุ ฮิสโตแกรมชนิดนี้มักจะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลที่เราได้มานั้นมาจากการมีการกำหนดค่าจำกัดหรือขอบเขตควบคุม (Control Limit) ทางด้านค่าต่ำที่ทำให้ข้อมูลมีค่า

ต่ำกว่าขอบเขตหรือค่าควบคุมนั้นไม่ได้รับการบันทึกทำให้ข้อมูลที่ต่ำกว่านั้นอีกหลายค่าถูกข้ามไปผลคือทำให้ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มใกล้เข้ามาทางค่าขอบเขตค่าต่ำ (Lower Limit) มากกว่า อนึ่ง หากรูปฮิสโตแกรมชนิดเบ้ขวานี้พลิกกลับมาทางขวามือเราเรียก ฮิสโตแกรมชนิดนี้ว่าชนิดเบ้ซ้าย (Negatively Skewed Type) มีคุณสมบัติคล้ายกับชนิดเบ้ขวาทุกประการ แต่กลับซ้ายเป็นขวา สาเหตุที่เกิดรูปเช่นนี้เพราะข้อมูลทางค่าขอบเขตสูงมีการจำกัดหรือตัดทิ้งออกไป

(4) ชนิดเบ้ซ้าย (Left-Sand Precipice Type) ลักษณะคล้ายชนิดเบ้ขวาแต่ค่าความถี่ของข้อมูลทางซ้ายมือ (มองเข้าหาฮิสโตแกรม)จะลดลงรวดเร็วมากประกอบกับค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรมก็ใกล้มาทางซ้ายมือมากจึงทำให้รูปกราฟทางซ้ายมือสูงชันเท่าหน้าผาหมายเหตุ กราฟชนิดนี้ได้เกิดขึ้นได้เมื่อมีการตรวจสอบแบบ 100% เฉพาะชิ้นงานทางด้านค่าขอบเขตต่ำ(Lower Limit) ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงหรือต่ำกว่าค่าขอบเขตต่ำดังนั้นชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงกับค่าขอบเขตต่ำจึงมีมากทำให้ค่าความถี่ย่านนี้มีค่าสูงมาก และขาดหายไปทันทีที่ใกล้กับค่าขอบเขตต่ำอนึ่ง หากรูปฮิสโตแกรมชนิดนี้ พลิกกลับซ้ายเป็นขวาเรียกว่า ชนิดหน้าขวาผา(Right-Sand Precipice Type) มีคุณสมบัติดังอธิบายข้างต้นทุกประการ แต่กลับซ้ายเป็นขวาเท่านั้น และสาเหตุที่ได้ฮิสโตแกรมชนิดหน้าผาขวา ก็เพราะว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าขอบเขตสูง (Upper Limit) ของกลุ่มข้อมูลที่เป็นขอบเขตข้อมูล (Control Limit) ตามสเป็คงานดังนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบ 100% สำหรับชิ้นงานที่ได้ผลิตจากกระบวนการผลิตอันนั้นผลคือชิ้นงานส่วนมากจะมีขนากใกล้เคียงกันและจากการกระจุกตัวในบริเวณค่าขอบเขตสูงของฮิสโตแกรมทำให้เกิดหน้าผาขวาขึ้นมา

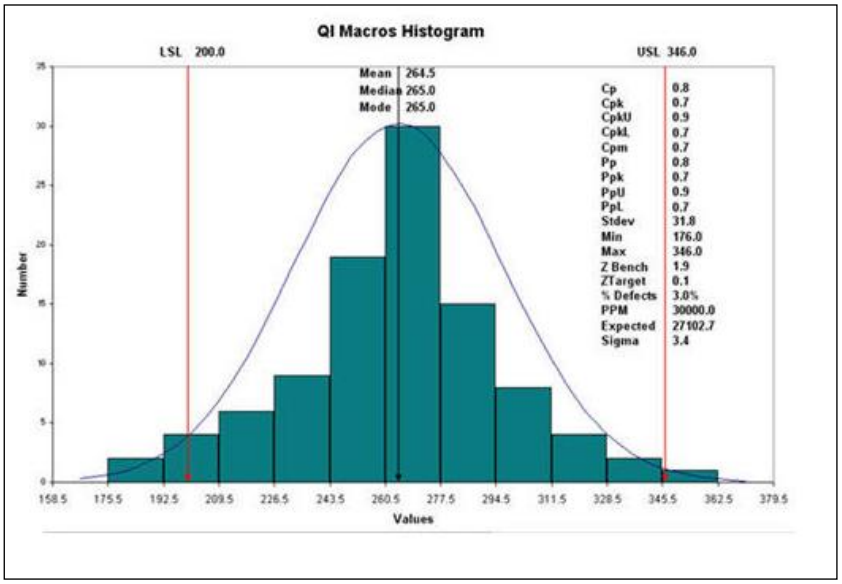
(5) ชนิดที่ราบสูง (Plateau Type) ลักษณะข้อมูลในบริเวณกลางๆจะมีค่าความถี่ใกล้เคียงกันมากแต่จะลดลงทันทีที่เฉพาะชั้นข้อมูลหัวท้าย (ซ้ายมือกับขวามือเท่านั้น)หมายเหตุ เกิดจากข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจง (Distribution) ที่แต่งต่างกันหลายแบบมาปะปนกัน และแต่ละแบบมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่อาจใกล้เคียงกัน

(6) ชนิดภูเขา 2 ยอด (Twin-Peak Type) ลักษณะมียอดความถี่สูง 2 ยอดห่างกัน ตรงกลางกลับเป็นความถี่ต่ำหมายเหตุ เกิดจากข้อมูล 2 ชุด หรือ 1 ชุด ที่มีการแจกแจง 2 ชุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันหากเป็นงานผลิตเป็นไปได้ว่า อาจเป็นข้อมูลที่ได้มาจากชิ้นงานซึ่งผลิตจากเครื่องจัก 2 เครื่อง หรือวัตถุดิบ 2 รุ่น หรือล๊อตต่างกัน หรือตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นปะปนอยู่

(7) ชนิดเกาะเล็กเกาะน้อย (Isolated-Peak Type) หรือชนิดหลายยอดอิสระลักษณะมักจะพบว่ามียอดค่าความถี่สูงแยกออกไปเป็นอิสระอีกยอดหนึ่งนอกเหนือยอดใหญ่ของรูปทรงทั่วไปซึ่งอาจเป็นยอดอิสระทางซ้ายมือ (ที่ค่าต่ำ) หรือทางขวามือ (ที่ค่าสูง) ก็ได้

*หมายเหตุ สาเหตุอาจมาจาก

- มีข้อมูลจากกระบวนการอื่นหรือการแจกแจงอื่นปะปนเข้ามา
- มีความผิดพลาดในการวัดชิ้นงาน



ภาพที่ 2.2 ชนิดของ Histogram

2.2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

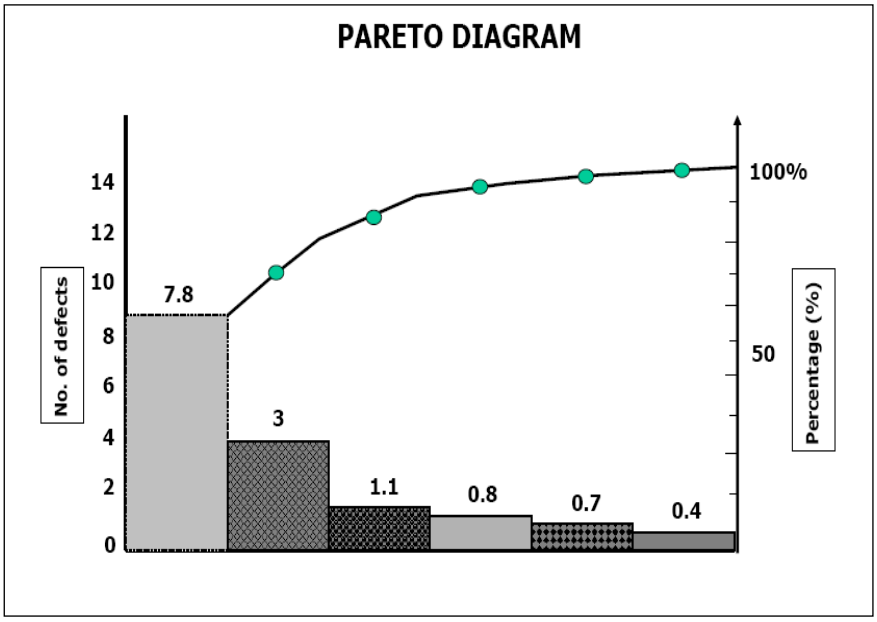
แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภูมิที่แสดงว่า มูลเหตุอันใดเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่จะปรากฏออกมาในรูปของความสูญเสีย (Loss) ซึ่งคำนวณได้จากจำนวนของเสียคูณด้วยราคาต้นทุนต่อชิ้นและของเสียแต่ละชิ้นจะมีจุดบกพร่องที่ต่างกันออกไป และอาจมาจากสาเหตุ (Cause) จำนวนมากมายในสายการผลิตหนึ่งๆแต่หากวิเคราะห์ลึกลงไปเรากลับพบว่าจุดบกพร่องเพียงไม่กี่ชนิดทำให้เกิดความเสียหายมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็กๆน้อยๆ ที่เหลือนั้นมีสาเหตุจากจุดบกพร่องหลายชนิดมาก จึงมีคำดังกล่าวเรียกชนิดของจุกบกพร่อง 2 ประเภทนี้ว่า

(1) ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลมาก (The Vital Few)

(2) ประเภทมากชนิดแต่มีผลน้อย (The Trivial Many)

การนำหลักของพาเรโตมาใช้ในวิชาการควบคุมคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่า สาเหตุความบกพร่องเพียงไม่กี่สาเหตุกลับก่อให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็กๆน้อยๆที่เหลือ

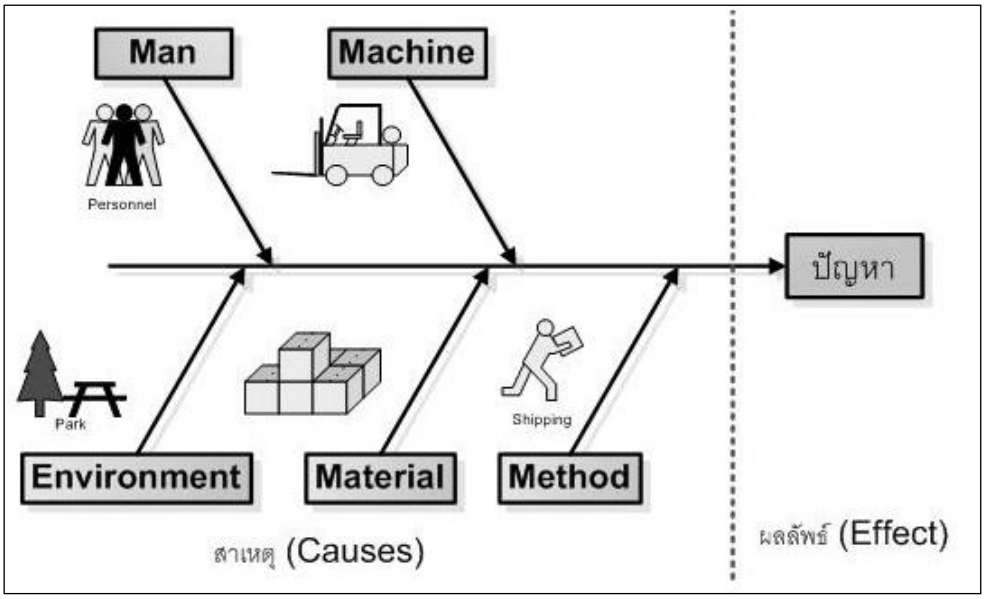
นั้น กลับมาจากสาเหตุจำนวนมากมายและได้เรียกวิธีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้ว่า การวิเคราะห์แบบพาเรโต (Pareto Analysis) และเรียกรูปหรือแฟนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ว่า ผังพาเรโต (Pareto Diagram) แผนภูมิพาเรโตแสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

2.2.4 ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect-Diagram)

ผังแสดงเหตุและผล อาจเรียกย่อๆว่า CE Diagram ผังแสดงเหตุและผล คือ ผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพปัจจัยต่างๆ (ที่เกี่ยวข้อง) อธิบายเพิ่มเติมได้ว่าคุณสมบัติหรือคุณลักษณะทางคุณภาพ คือ ผลที่เกิดขึ้นจากเหตุคือปัจจัยต่างๆที่เป็นต้นตอของคุณลักษณะอันนั้น โดยผังแสดงเหตุและผลมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ผังก้างปลา (Fish – Bone Diagram) โดยดูจากรูปร่างของผังว่า มีลักษณะคล้ายก้างปลาอันหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้แสดงเพื่อสรุปรวมอันสาเหตุหรือปัจจัยจำนวนมากมาย ที่มีผลต่อคุณลักษณะด้านคุณภาพ และแสดงไว้ในแผ่นภาพ หรือ ผังเพียงแผ่นเดียว ได้เป็นอย่างระบบช่วยให้เกิดวิเคราะห์สรุปสาเหตุของปัญหาทางคุณภาพเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพผลดียิ่ง ผังแสดงเหตุและผล (ผังก้างปลา) แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ผังแสดงเหตุและผล (ผังก้างปลา)

1) วิธีสร้างผังและแสดงเหตุผล

การสร้างผังแสดงเหตุผลและพื้นที่เอื้อประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้จริงๆนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายผู้ที่สามารถสร้างผังก้างปลาได้ถูกต้อง คือ ผู้ที่มีโอกาสแก้ปัญหาทางคุณภาพได้อย่างถูกต้องเช่นกัน การสร้างผังก้างปลามีหลายวิธี

2) โครงสร้างของผังก้างปลา

ผังก้างปลา หรือ ผังแสดงเหตุและผลประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนโครงกระดูกที่เป็นตัวปลา ซึ่งได้รวบรวมปัจจัยอันเป็นสาเหตุของปัญหาที่เป็นข้อสรุปผลของสาเหตุที่กลายเป็นตัวปัญหาตามความนิยมจะเขียนหัวปลาอยู่ทางขวามือ ดังภาพที่ 2.4

2.1 ข้อสังเกตเกี่ยวกับผังแสดงเหตุและผล

ในการแยกแยะและเลือกสรร เพื่อหาปัจจัยอันเป็นสาเหตุแห่งปัญหานั้น ควรใช้การปรึกษาหารือในกลุ่มคนหลาย ๆ ความคิดร่วมกัน เพราะการละเว้นหรือการมองข้ามปัจจัยบางอย่างไปจะก่อผลเสียภายหลังได้ (อาจทำให้การแก้ปัญหาผิดจุดก็ได้)ในการเขียนข้อความที่แสดงตัวปัญหาในช่องหัวปลานั้น จะต้องเขียนอย่างระมัดระวังและถูกหลักภาษา ชัดเจน กระชับ และจำเพาะเจาะจง พอสมควรจึงจะนำไปสู่การประมวล สาเหตุที่ช่วยให้เรานำไปแก้ไขได้ควรแยกเขียนผังก้างปลาตามปัญหาแต่ละข้อ เพราะการรวมทุก ๆ สาเหตุไว้ในผังอันเดียวกันนั้น นอกจากจะเสียเวลาแล้วยังอาจทำให้ยากต่อการสรุปวิเคราะห์ว่า ปัจจัยที่แท้จริงของปัญหาคืออะไร ยกตัวอย่าง ความคาดเคลื่อนในการชั่งน้ำหนักหรือในการวัดความยาวของผลิตภัณฑ์อันเดียวกัน มักมีโครงสร้างของเหตุและผลแตกต่างกัน จึงควรแยกเขียนผังก้างปลาเป็นสองผัง เป็นต้นควรเลือกคุณลักษณะของปัญหาด้านคุณภาพ และปัจจัยสาเหตุในรูปของขนาดหรือปริมาณที่สามารถใส่หน่วยวัดลงไปได้ เพราะในที่สุดแล้วผลสรุปจากผัง

ก้างปลาจะต้องนำไปแก้ไขปรับปรุงตัวแปรต่าง ๆ ในการผลิตซึ่งจะต้องมีหน่วยวัดที่ชัดเจน พอที่จะไปสั่งการให้ปรับแต่งได้ ผังก้างปลาแสดงสาเหตุแห่งความพ่ายแพ้ในเกมกีฬาในหัวข้อ การนอนหลับ ควรจะต้องระบุจำนวน ชั่วโมงต่อวัน ว่าจะต้องเพิ่มมากขึ้นกี่ชั่วโมง หรือขาดหายไปกี่ชั่วโมง เป็นต้น และในหัวข้ออาหารต้องระบุเลยว่าบกพร่องในการได้รับแคลอรีต่อวัน ต่ำไปกี่แคลอรีควรใส่สาเหตุที่สามารถไปแตะต้องหรือแก้ไขได้ การเขียนสาเหตุของปัญหาในรูปของคำพูดกว้าง ๆ หรือข้อความที่ไม่อาจไปแตะต้องปรับปรุงแก้ไขได้ก็จะไร้ประโยชน์ หากพบว่าสาเหตุอันนั้นเป็นสาเหตุจริง ๆ ของปัญหาควรหาทางแยกสาเหตุใหญ่อันนั้นออกเป็นสาเหตุย่อย ๆ รูปของปัจจัยที่เราสามารถไปสัมผัสได้จะดีกว่า

2.2 ข้อสังเกตในการนำผังก้างปลาไปใช้

ก่อนสรุปปัญหาควรใส่น้ำหนักหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวเพื่อจะได้ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ก่อนนำไปปฏิบัติต่อไปควรอาศัยข้อมูลสถิติหรือตัวเลขในการพิจารณาใส่น้ำหนัก หรือให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยสาเหตุพยายามเลี่ยงการใช้ความรู้สึกของตนเอง(ยกเว้นกรณีไม่มีข้อมูลสนับสนุนอาจอาศัยประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆได้)

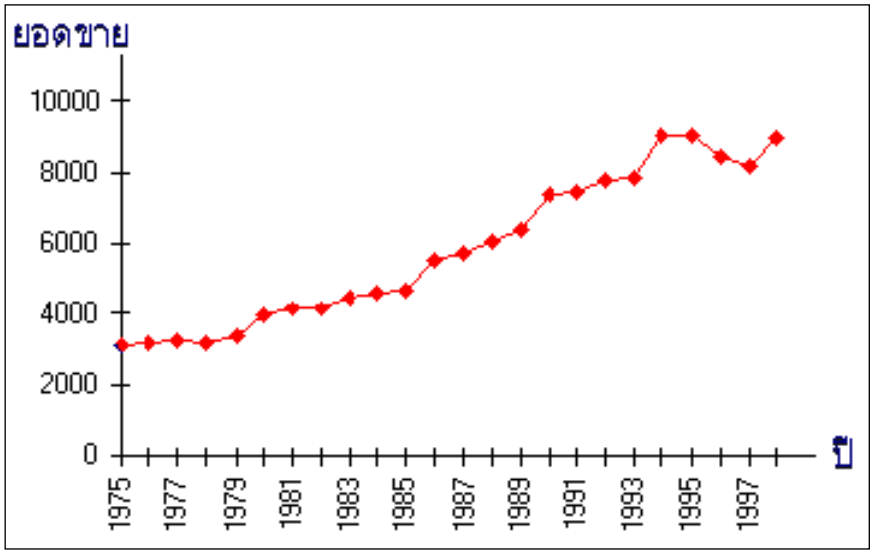
ขณะใช้ผังก้างปลาก็ให้ทำการปรับปรุงแต่งเติมแก้ไขอย่างต่อเนื่องด้วยเพราะว่าผังก้างปลาที่เขียนขึ้นมาครั้งแรกอาจไม่สมบูรณ์ ต่อเมื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาแล้วระหว่างนั้นจะได้ข้อมูลและข้อเท็จจริงขึ้นมาอีกมาก และไปให้หักล้างความเข้าใจแต่เดิมของเราก็ได้ การปรับปรุงไปเรื่อย ๆ จึงเป็นการบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าประกอบการแก้ไข ปัญหาในการผลิตที่ดีอีกด้วย

2.2.5 กราฟ (Graph)

กราฟเป็นส่วนหนึ่งของรายงานต่างๆ ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดีสะดวกต่อการแปลความหมายและสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่นๆทั้งนี้เพราะกราฟสามารถมองเห็นถึงลักษณะของข้อมูลต่างๆได้ทันทีจากเส้น รูปภาพ แท่งเหลี่ยม และวงกลม ซึ่งการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟนี้ กราฟที่นิยมใช้กันมากได้แก่ กราฟเส้น กราฟรูปภาพ กราฟแท่ง กราฟวงกลมและแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีประโยชน์ในการใช้แตกต่างกัน ดังนี้

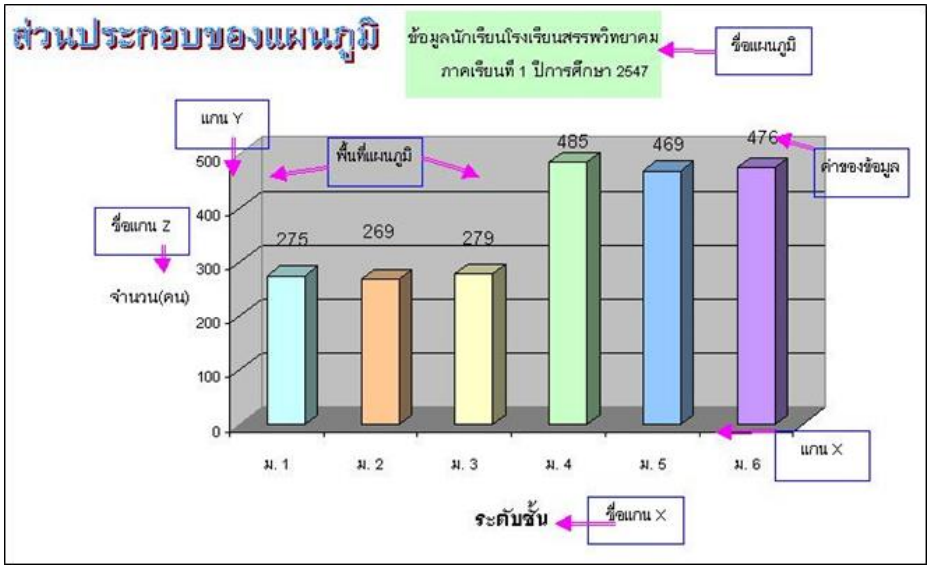
(1) กราฟเส้น เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวใช้สำหรับแนวโน้มของปัญหาเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการแก้ไขในช่วงเวลาและใช้สำหรับอ่านหาค่าตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งได้อย่างคร่าวๆจากกราฟเส้นตรงซึ่งมีหลักวิธีการเขียนกราฟเส้นดังนี้

- ให้แกนตั้งและแกนนอน เปิดค่าของตัวแปร y และ x ตามลำดับ
- กำหนดจุดคู่ลำดับ (x,y) ลงบนแผ่นกราฟ
- จากเส้นจุดคู่ลำดับลากจุดบนแผ่นกราฟก็จะได้กราฟเส้น กราฟเส้นแสดงไว้ ดังภาพที่2.5



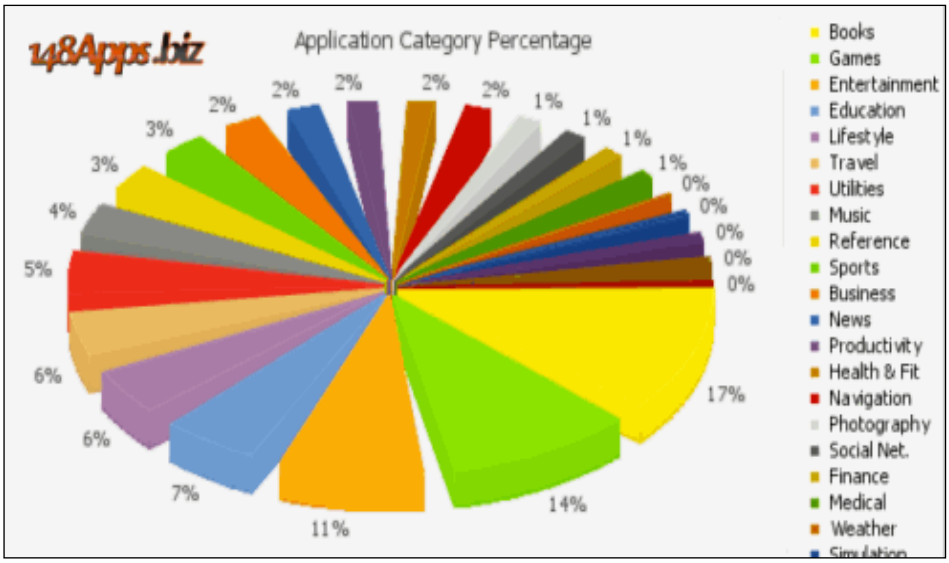
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างกราฟเส้น

(2) กราฟแท่ง จะมีลักษณะเช่นเดียวกับกราฟของฮิสโตแกรม เป็นกราฟที่ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่เท่ากัน วางอยู่บนแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ ใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตามเวลาหรือประเภทสินค้าใช้สำหรับการเปรียบเทียบ ค่าของข้อมูลตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป ดังตัวอย่างกราฟแท่งแสดงดังรูปที่ 2.6



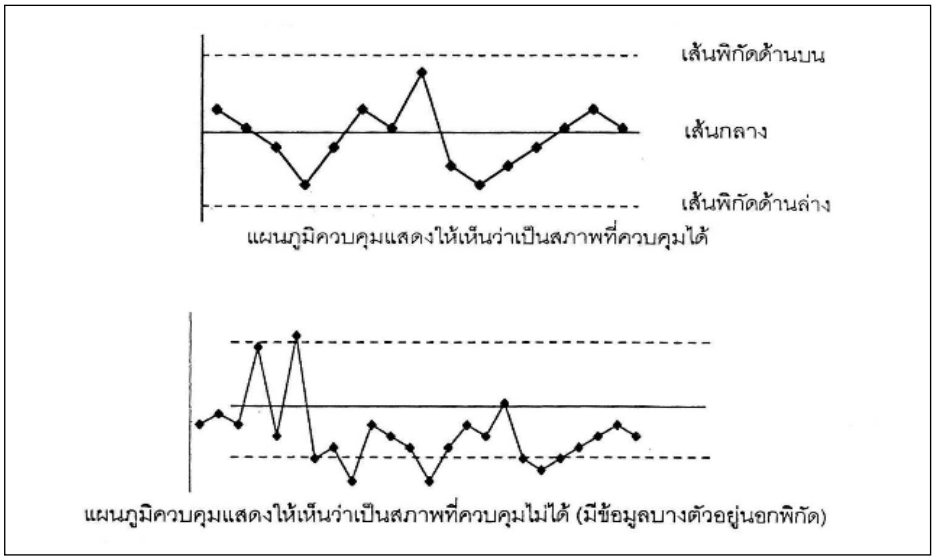
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างกราฟแท่ง

(3) กราฟวงกลม ในกรณีของข้อมูลชนิดเดียวกันถ้าสามารถแบ่งข้อมูลเดียวกันออกเป็นกลุ่มจากข้อมูลนั้น เพื่อเปรียบเทียบอัตราร้อยละของข้อมูลทั้งหมดในการนำเสนอข้อมูลชนิดนี้จะใช้กราฟวงกลมสำหรับใช้เปรียบเทียบส่วนดังกล่าวกราฟวงกลมแสดง ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟวงกลม

(4) แผนภูมิกระจาย เป็นแผนภูมิที่มีการแสดงถึงลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวว่ามีลักษณะความสัมพันธ์อย่างไร ผลของตัวหนึ่งมีผลกับตัวแปรอีกตัวหนึ่งอีกอย่างไรจากข้อมูลที่ได้จะนำไปเขียนเป็นจุดลงในกราฟแล้วดูความสัมพันธ์ของตัวแปร ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิกระจาย

2.2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือแผนภูมิหรือแผนกราฟที่เขียนล่วงหน้าโดยอาศัยจากข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification)ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ทำการผลิตและต้องการจะควบคุมนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามการผลิตจากกระบวนการผลิต ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยการ

ตรวจวัดค่าซึ่งวัดได้(Variable)ที่เรียกว่า“ค่าวัด”หรือการนับจำนวนของค่าที่เป็นหน่วยนับ(Attribute)แล้วเขียนบันทึกลงในแผนภูมิๆซึ่งจะมี 3เส้น(โดยปกติ)ได้แก่ เส้นค่ากลาง คือเส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายของการผลิตพร้อมกับเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าสูงและเส้นแสดงของเขตควบคุมต่ำที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้และหากอยู่ในขอบเขตควบคุมนี้ก็ถือว่าผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตการควบคุม(ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที ต่อไป

แผนภูมิควบคุมจำแนกได้เป็น 2 ประเภทๆ คือ แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ หรือแผนภูมิควบคุมชนิดแอตตริบิวต์ (Attribute Control Charts) และ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน (Variable Control Charts)

(1) แผนภูมิควบคุมตามลักษณะที่สำคัญประกอบด้วย

- แผนภูมิ NP เพื่อควบคุมจำนวนของเสีย
- แผนภูมิ P เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย
- แผนภูมิ C เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย
- แผนภูมิ U เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุต่อหน่วย

(2) แผนภูมิควบคุมชนิดผันแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย

- แผนภูมิ X เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย
- แผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย
- แผนภูมิ S เพื่อควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากข้อมูลเบื้องต้นเป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โดยเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QCTOOLS) ที่ได้การยอมรับทางด้านการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาๆทางด้านงานวิศวกรรมต่อไปสำหรับการแก้ไขปัญหาจะขอกล่าวด้วยหลักการของการออกแบบการทดลอง(Design of Experiment: DOE)ให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีค่าความเที่ยงตรงในการผลิต ควบคุมปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเกิดความผิดพลาดของกระบวนการผลิตทั้งปัจจัยที่ควบคุมได้และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis (FMEA))

2.3.1 ความหมายของ FMEA

FMEA หรือ Failure Mode and Effect Analysis (การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ) ได้รับการพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกสำหรับโครงการอวกาศของ NASA ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ต่อมา ได้มีการขยายไปยังอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยในปี ค.ศ 1972 กลุ่มปฏิบัติงาน North American Automotive Opera ของบริษัท Ford Motor จำกัด ได้ผนวก FMEA เข้ากับโปรแกรมการฝึกอบรมเรื่องความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์ สำหรับอบรมแก่พนักงานของบริษัท จากนั้นได้รับการเผยแพร่และนำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วสำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มอากาศยาน รถยนต์ อาวุธ และอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ FMEA กับกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ก่อน ตามความต้องการของบริษัท Ford Motor จำกัด ตามระบบมาตรฐาน Q101 ของ Ford เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1990 และหลังจากที่อุตสาหกรรมได้มีการประยุกต์ใช้มาตรฐานระบบการบริหารคุณภาพ QS 9000 ISO/TTS16949 ตลอดจน TL 9000 ก็ยิ่งทำให้อุตสาหกรรมไทยเริ่มมีความคุ้นเคยกับ FMEA มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการนำ FMEA มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการปรับปรุงคุณภาพของ Six Sigma อย่างก็ตาม การประยุกต์ใช้ FMEA ในประเทศไทยยงคงจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนใหญ่

ในปี ค.ศ. 2002 ได้เริ่มมีการนำหลักการการประเมิณความเสี่ยงตามแนวทางของ FMEA ไปใช้กับธุรกิจภาคบริหาร เช่น ธนาคารออมสินมรการใช้แนวทาง FMEA กับการประเมิณเพื่อการอนุมัติสินเชื่อ ฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ได้เริ่มมีการจัดฝึกอบรมเรื่อง FMEA สำหรับการประเมินความเสี่ยงในการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยใน เป็นต้น

Seagate (1996) ได้สรุปถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการเผยแพร่ FMEA อย่างรวดเร็วคือ

- ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนทำให้ผู้ผลิตต้องทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้รวดเร็วกว่าคู่แข่งเพื่อความสามารถในการรักษาระดับการแข่งขันไว้ได้
- ถ้าพิจารณาตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบผลิตภัณฑ์จนกระทั่งการวางตลาดของผลิตภัณฑ์นั้น มีระยะเวลาที่สั้นลง ทำให้เวลาในการแก้ไขแบบและทดลองสั้นลง ซึ่งหมายความว่าในการออกแบบผตภัณฑ์และกระบวนการมีความต้องการคุณสมบัติด้านความไว้วางใจเพิ่มมากขึ้น
- ตลาดโลกาภิวัตน์เป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ลูกค้ามีความคาดหวังทางคุณภาพและไว้วางใจในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น

- ความคาดหวังในด้านการรับชดใช้ผลิตภัณฑ์ (product libility) ของลูกค้าหมายถึงการชดเชยความเสียหายที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ในด้านกฎหมายที่ผู้ผลิตต้องจ่ายให้แก่ลูกค้ามีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆทำให้มีผลโดยตรงต่อผู้ผลิตที่ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการออกแบบและการผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น
- ความต้องการของระบบการบริหารคุณภาพต่างๆ เช่ยอนุกรมISO 9000, ISO/TS 16949 TL9000 และ Six Sigma ฯลฯ

AIAG (2001) ได้ให้คำนิยามสำหรับ FMEA ไว้ดังนี้

FMEA คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมาย

รับรู้และประเมิณถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (potential failure) ของผลิตภัณฑ์/กระบวนการหนึ่งและผลกระทบ (effects) จากข้อบกพร่องดังกล่าว

- การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง
- การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่ในรูปเอกสาร

โดยทั่วไปแล้ว FMEA จะได้รับการจำแนกตามจุดประสงค์ในการใช้งานเช่น AIAG (2001) และ Philips Semiconductor (1995) ได้จำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ FMEA สำหรับการออกแบบ และ FMEA สำหรับกระบวนการ ในขณะที่ Seagate (1996) ได้จำแนกออกเป็น 4 ประเภทคือ FMEA สำหรับระบบ, FMEA สำหรับการออกแบบ,FMEA สำหรับกระบวนการผลิต และ FMEA สำหรับกระบวนการผู้ส่งมอบ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่า FMEA จะได้รับการแบ่งออกเป็นกี่ประเภทตามลักษณะของกระบวนการที่ประยุกต์ใช้ก็ตาม แต่ FMEA ทุกประเภทล้วนแต่เน้นที่การอกแบบทั้งสิ้นตามแนวความคิดในการบริหารเชิงป้องกัน

สำหรับเนื้อหาจะแบ่ง FMEA ออกเป็น FMEA สำหรับการออกแบบ และ FMEA สำหรับกระบวนการเท่านั้น ซึ่ง AIAG (2001) ได้นิยามไว้ว่า FMEA สำหรับการออกแบบและกระบวนการหมายถึง เทคนิคเชิงวิเคราะห์ (analytical technique) หนึ่งที่ใช้โดยวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการออกแบบ (สำหรับ FMEA การออกแบบ) หรือวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการผลิต/สายงานประกอบ (สำหรับ FMEA กระบวนการ) สำหรับเป็นวิธีการในการสร้างความมั่นใจว่าแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (potential failure modes) ตลอดจนสาเหตุ และกลไกลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้รับการพิจารณาและระบุแล้ว โดยดำเนินการด้าน FMEA นี้ควรจะได้รับการดำเนินการในขั้นตอนของการออกแบบหรือการวางแผนกระบวนการผลิตในการประยุกต์ใช้ FMEA นี้จะให้ประโยชน์หลายประการด้วยกัน ดังนี้

1. ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ

2. การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิต (DFM) เบื้องต้น
3. ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ
4. ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจในระยะยาวได้ดี
5. ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้แก่ลูกค้า
6. ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
7. ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง
8. ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (intrinsic technology) ให้แก่คณะทำงาน FMEA ในระหว่างการดำเนินการ ซึงจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต
9. ช่วยในการกำหนดถึงลำดับสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง
10. ช่วยในการบ่งชี้ความผิดพลาด (error) ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆของการออกแบบและกระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป
11. ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อดำเนินการพิสูจน์และแก้ไขโดยลักษณะดังกล่าวนี้จะมีความสำคัญมากในกระบวนการของ Six Sigma
12. ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ (diagnostic procedures)

โดยเหตุผลสำคัญที่สุดของการดำเนินการจัดทำ FMEA คือ ความต้องการต่อการปรับปรุง และความสมประโยชน์ข้างต้นของ FMEA นี้จะต้องได้รับการดำเนินการ FMEA ที่กลมกลืนไปกับวัฒนธรรมขององค์กรซึ่งหมายถึง การคิด การปฏิบัติตาม ความคิดเห็น และความเชื่อของบุคลากรในองค์กร

2.3.2 แนวความคิดของ FMEA

ในการดำเนินการ FMEA ให้มีประสิทธิผลมากที่สุดนั้นจะต้อง มีการดำเนินการตามแนวความคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ

(1) การดำเนินงานโดยคณะทำงาน

(2) การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

(3) การดำเนินการโดยเน้นปรับปรุงไม่สิ้นสุด

2.3.3 คณะทำงาน FMEA

การดำเนินงาน FMEA จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกลุ่มคณะทำงาน FMEA ที่ปรกอบด้วยบุคลากรที่เกี่ยวข้อง โดยคณะทำงานที่ดีควรประกอบด้วยบุคลากรประมาณ 6-8 คนที่อยู่ในระดับจัดการและมีความรู้อย่างดีในด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน โดยประธานคณะทำงานควรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีกประการหนึ่ง คือ ความเข้าใจอย่างดีในกระบวนการแก้ปัญหา และคณะทำงานที่ดีควรมีสมาชิกในลักษณะแบบข้ามสายงาน (cross-functional team) ซึ่งควรประกอบด้วย ฝ่ายพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายผลิต ฝ่ายทดสอบ รวมถึง ฝ่ายตลาด(ถ้าจำเป็น) โดยการทำงานในรูปแบบคณะทำงานควรอยู่ในลักษณะการทวีประโยชน์ (synergy) ร่วมกัน คือ ความพยายามให้สมาชิกคนหนึ่งเรียนรู้เทคนิค โนว์ฮาว และเทคโนโลยีเฉพาะด้านจากสมาชิกคนอื่นๆ Stamatis (1995p.86-87) ได้กำหนดถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีต่อผลการดำเนินงานการเพิ่มผลผลิตของคณะทำงาน FMEA ไว้ 3 ประการ คือ คุณสมบัติเฉพาะบุคคล (individual) การบริหารคณะทำงาน(team) และวัฒธรรมขององค์กร

2.3.4 การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

แนวความคิดสำคัญประการที่สองของ FMEA คือ การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการโดยเริ่มจากการกำหนดกระบวนการที่ต้องการศึกษา แล้วทำการบ่งชี้ถึงหน้าที่ (function) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยให้วิเคราะห์ว่ามีอะไรที่จะทำให้หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการดังกล่าวไม่ได้รับการตอบสนอง ซึ่งผลดังกล่าวจะหมายถึงข้อบกพร่อง (failure) มี่คาดว่าจะเกิดขึ้น และจะเรียกลักษณะของข้อบกพร่องนี้ว่า “ลักษณะของข้อบกพร่อง (failure mode)”ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงแนวคิดในการทำงานของกระบวนการ (process concept) เพื่อการกำหนดถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดลักษณะของข้อบกพร่อง รวมถึงการบ่งชี้ถึงลูกค้าของกระบวนการ โดยลูกค้าในที่นี้จะหมายถึงกระบวนการท้ายน้ำ (downstream process) จนถึงผู้ใช้รายสุดท้าย และจากลูกค้าที่กำหนดนี้เองจะทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้าเนื่องจากลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงโดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (risk priority number ; RPN) คือ

$$RPN = S \times O \times D$$

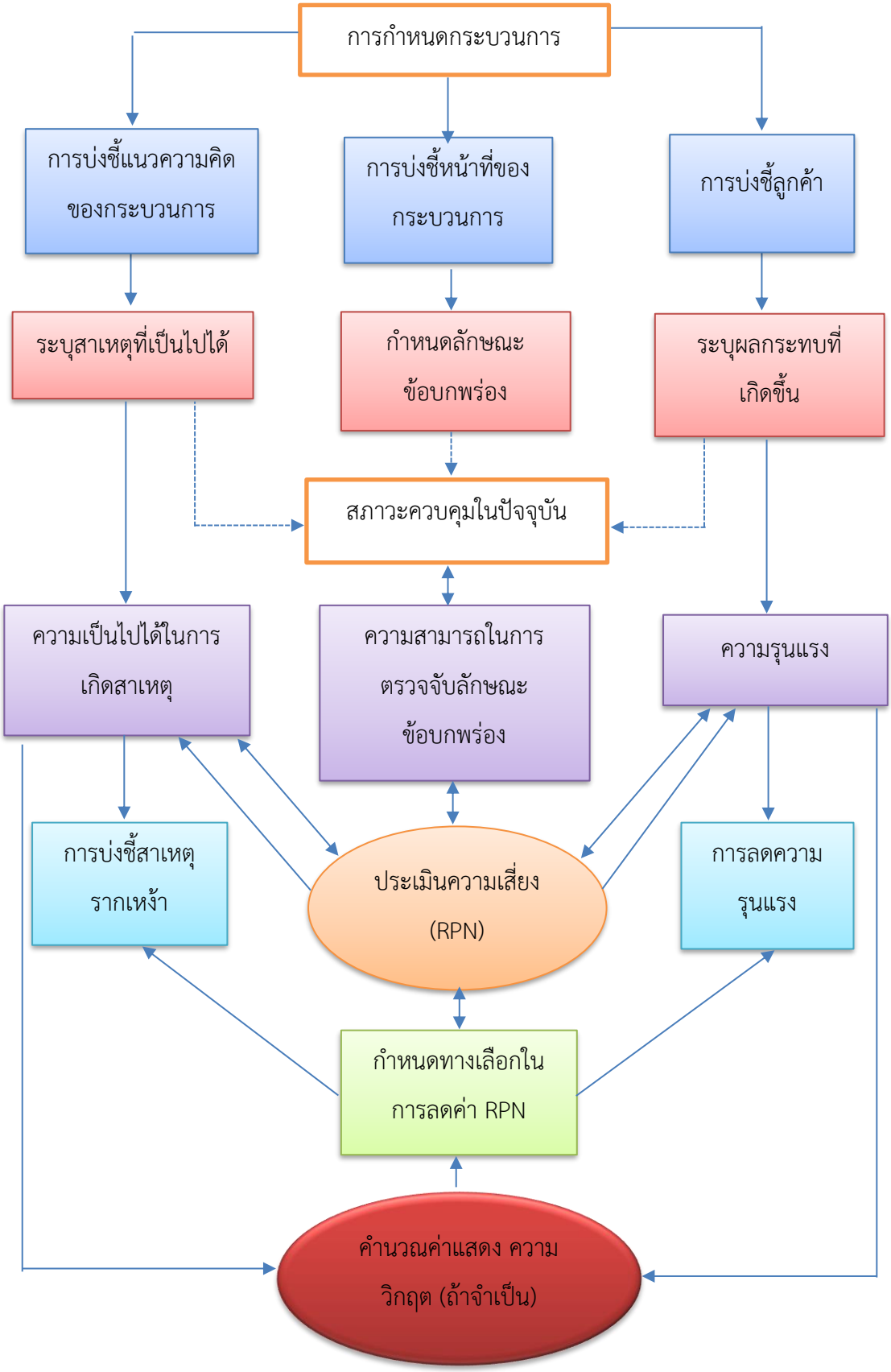
โดย S = ความรุนแรง (Severity) ที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า

O = โอกาสที่จะเกิดขึ้น (Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องที่การพิจารณาจากความเป็นไปได้ (likelihood) ในการเกิดสาหตุของข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติด้านความสามรถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

หลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้วจะพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมากๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก (vital few failure mode) มาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงต่อไป

ในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงเพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนน RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป แนวความคิดของการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงจากการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการสรุปได้ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แนวความคิดในการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ

2.3.5 ขั้นตอนการการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ

ในการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการควรจะเริ่มต้นจากการสร้างแผนภูมิแสดงการไหลเพื่อแสดงแนวความคิดของกระบวนการ โดยแผนภูมิดังกล่าวควรจะบ่งชี้ถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่สอดคล้องของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติการ และแบบฟอร์มของแผนภูมิการไหลนี้ควรจะเป็นเอกสารแนบ FMEA สำหรับกระบวนการที่สร้างขึ้นด้วย

ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการจะดำเนินการตามลำดับดังนี้ ตามภาพที่ 2.10

FMEA สำหรับกระบวนการ											หมายเลขFMEA 1					
											หน้าที่ 1					
ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ 2				ผู้รับผิดชอบ 3							ผู้จัดทำ 4					
ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ 5				ว/ด/ป ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น 6					วันเริ่มต้น 7			วันทบทวนล่าสุด 7				
คณะทำงาน 8																
หน้าที่ของกระบวนการ/ความต้องการ 9	แนวโน้มของลักษณะของข้อบกพร่อง 10	แนวโน้มผลจากข้อบกพร่อง 11	S 12	จำแนก 13	แนวโน้มของสาเหตุ / กลไก 14	O 15	การควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน		D 15	RPN 18	วิธีการแก้ไข 19	วันรับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น 20	ผลการแก้ไข 22				
							การป้องกัน	การตรวจจับ					การแก้ไข 21	S	O	D	RPN

ภาพที่ 2.10 แบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ

① หมายเลข FMEA ให้ใส่หมายเลขเอกสารสำหรับ FMEA ลงไปเพื่อประโยชน์ในการสอบกลับได้

② ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ให้ใส่ชื่อและจำนวนของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนประกอบสำหรับกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์

③ ผู้รับผิดชอบกระบวนการ ให้ใส่ชื่อผู้ผลิต (OEM) ฝ่ายงานและกลุ่มงานลงไป ทั้งนี้อาจจะรวมถึงชื่อของผู้ส่งมอบ

④ ผู้จัดทำ ให้ใส่ชื่อของผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบมนการจัดเตรียม FMEA พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และชื่อของบริษัทที่สังกัด

⑤ ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ ให้ใส่ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ (ปี พ.ศ. หรือโปรแกรม) ที่จะใช้และ/หรือได้รับผลกระทบจากการออกแบบและกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์ (ถ้าทราบ)

⑥ วันสำคัญ (key date) ให้ใส่วัน เดือน ปีที่ควรกำหนดเสร็จสิ้น ซึ่งไม่ควรจะเกินกำหนดวันเริ่มต้นทำการผลิต แต่ถ้าเป็นกรณีที่มีการจัดทำ FMEA โดยผู้ส่งมอบ วันเดือนปีที่เสร็จสิ้นไม่ควรเกินกำหนดวันที่จะต้องจัดส่ง PPAP (production part approval process)

⑦ วัน เดือน ปีสำหรับ FMEA ให้ใส่วัน เดือน ปี ที่เริ่มต้นจัดทำ FMEA และวัน เดือน ปี ที่ทบทวน FMEA ครั้งล่าสุด

⑧ คณะทำงาน ให้ใส่ชื่อบุคคลที่รับผิดชอบ รวมถึงฝ่ายงานที่มีอำนาจในการบ่งชี้และ/หรือดำเนินงาน (แนะนำให้ใส่ชื่อสมาชิกแต่ละคน ฝ่ายงานต้นสังกัด เบอร์โทรศัพท์ ตลอดจนที่อยู่ของสมาชิกทั้งหมด ในคณะทำงาน FMEA ลงในเอกสารแนบ)

⑨ หน้าที่/ความต้องการของกระบวนการ ให้ใช้คำอธิบายง่ายๆ เกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ได้รับการวิเคราะห์ (เป็นต้นว่า การกลึง การเจาะ การเชื่อมประสาน การประกอบ การลงทะเบียน การบันทึก ฯลฯ) และให้ใส่หมายเลขของกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานลงไปด้วย ในกรณีคณะทำงาน FMEA ควรมีการทบทวนถึงสมรรถนะ วัตถุดิบ กระบวนการ สิ่งแวดล้อม และมาตรฐานด้านความปลอดภัย

⑩ แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ถึงความหมายของข้อบกพร่อง (Failure) และลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Modes) ที่จะหมายถึงลักษณะทางกายภาพที่กระบวนการจะไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้หรือกำหนดความต้องการไว้ โดยลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณานี้อาจจะเป็นสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการท้ายน้ำ และอาจจะเป็นผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการต้นน้ำ

ในการวิเคราะห์แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องสำหรับกระบวนการที่พิจารณานี้ ให้กำหนดภายใต้ข้อสมมุติ ชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบที่นำเข้ามาจากกระบวนการก่อนหน้ามีความถูกต้องเสมอ เพื่อจะได้พิจารณาถึงลักษณะข้อบกร่องที่แท้จริงของกระบวนการที่พิจารณาได้ ยกเว้นในกรณีที่คณะทำงาน FMEA มีข้อมูลในอดีตที่แสดงถึงความไร้ประสิทธิภาพของวัตถุดิบนำเข้า

โดยทั่วไปแล้ว สามารถจำแนกข้อบกพร่องของกระบวนการออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบวัตถุดิบ - เหตุผลที่ชิ้นงานได้รับการปฏิเสธ

2. การผลิต - คุณลักษณะที่ตรวจสอบด้วยตาเปล่า (visual characteristics)
- คุณลักษณะที่สามารถวัดได้ (dimensional characteristics)
- คุณลักษณะของแบบ (design characteristics)

3. การประกอบครบถ้วน - ใช้ชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ถูกต้อง หรือทำการประกอบชิ้นส่วนไม่ครบถ้วน

4. การทดสอบ และ/หรือ - การยอมรับผลิตภัณฑ์บกพร่อง/การปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดีการตรวจสอบ

สำหรับหน้าที่หรือความต้องการแต่ละอย่างของกระบวนการที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อที่ ⑨ อาจจะมีลักษณะข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์มากว่า 1 รายการก็ได้ ดังนั้น จึงควรกำหนดลักษณะข้อบกพร่องสำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เจาะจงในเทอมของคุณลักษณะของชิ้นส่วนประกอบ ระบบย่อย ระบบของ กระบวนการโดยข้อบกพร่องที่พิจารณานี้ถือว่า สามารถเกิดขึ้นได้ แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเสมอไป โดยวิศวกรหรือคณะทำงาน FMEA ควรตอบคำถามดังนี้

- กระบวนการและ/หรือชิ้นส่วนประกอบ มีลักษณะไม่ตรงกับความต้องการอย่างใด
- โดยไม่คำนึงถึงข้อกำหนดเฉพาะทางวิศวกรรมให้พิจารณาว่ามีอะไรอีกบ้างที่ลูกค้า(รวมถึงกระบวนการถัดไปและผู้ใช้) ให้การปฏิเสธ

ในการตอบคำถามเหล่านี้ มีข้อแนะนำให้ทำการเปรียบเทียบกับกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน หรือพิจารณาเชิงวิเคราะห์จากคำร้องเรียนของลูกค้าเกี่ยวกับชิ้นส่วนประกอบหรือระบบที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจถึงจุดประสงค์ในการออกแบบด้วย นอกจากนี้แล้ว แนะนำให้ทำการบ่งชี้ถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องด้วยการคิดในด้านลบ หรือพยายามคิดถึงประเด็นที่กระบวนการจะทำงานไม่ได้

⑪ แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง ในช่องนี้ของแบบฟอร์ม FMEA ให้แสดงแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องที่มีความหมายว่า ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่กระทบกับลูกค้า โดยผลกระทบดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของสิ่งที่ลูกค้าสังเกตเห็นหรือสิ่งที่ลุกค้าเคยมีประสบการณ์มาก่อนก็ได้

คำว่า “ลูกค้า” ในที่นี้จะเป็นไปตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 คือ หมายถึงลูกค้าภายใน (กระบวนการถัดไป รวมถึงกระบวนการทายน้ำอื่นๆ) จนถึงลูกค้าภายนอก (ผู้แทนจำหน่าย ยี่ปั๊ว ผู้จัดส่ง ผู้ใช้ขั้นสุดท้ายและสังคม)

ในกรณีที่เป็นลูกค้าภายใน ผลจากข้อบกพร่องจะอธิบายในเทอมของ สมรรถนะของกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงาน เช่น ไม่สามารถทำให้แน่นได้ ไม่สามารถสวมได้ ไม่สามารถเจาะได้ ผู้ปฏิบัติงานมีอันตราย ทำให้อุปกรณ์เสียหาย ไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้ ฯลฯ

สำหรับกรณีที่เป็นลูกค้าภายนอก ผลข้อบกพร่องจะอธิบายในเทอมของ สมรรถนะของผลิตภัณฑ์หรือระบบ เช่น เกิดสียงดัง ผิวหยาบ ไม่สามารถใช้งานได้ มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ รั่ว ไม่มีเสถียรภาพ รีเวิร์ก ซ่อมบำรุงยาก ใช้ความพยายามมากเกินไป ฯลฯ

โดยทั่วไปแล้ว อาจจะจำแนกแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องตามระดับที่เกิดออกเป็น 3 ระดับด้วยกันดังนี้

(1) ผลกระทบที่จุดเกิดเหตุ (local effects) หมายถึง ผลกระทบที่มีต่อชิ้นส่วนประกอบหรือกระบวนการย่อยของกระบวนการที่กำลังพิจารณา

(2) ผลกระทบที่กระบวนการถัดไป (next higher level effects) หมายถึง ผลกระทบที่มีต่อกระบวนการท้ายน้ำที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างรายการใช้วัสดุ (bill of materials ; BOM)

(3) ผลกระทบต่อผู้ใช้ (end user effects) หมายถึง ผลกระทบที่ผู้ใช้สามารถสังเกตเห็นได้หรือได้รับ

⑫ความรุนแรงของผลกระทบ (severity-s) ในช่องนี้จะวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของแนวโน้มของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่ช่องกำหนดในช่องที่ ⑪ โดยความรุนแรงจะหมายถึงขนาดของความรุนแรง (seriousness) ของผลกระทบและความรุนแรงนี้ จะเป็นลักษณะเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEA และในการลดขนาดความรุนแรงของผลกระทบนี้จะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น (ไม่สามารถดำเนินการโดยการเปลี่ยนแปลงความคาดหวังของลูกค้าได้

⑬ช่องนี้อาจจะได้รับการใช้ในการจำแนก (classify) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพิเศษ (เช่น คุณลักษณะวิกฤต สำคัญมาก สำคัญ มีนัยสำคัญ) สำหรับชิ้นส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบ ที่อาจต้องการควบคุมกระบวนการเพิ่มเติม นอกจากนี้ก็อาจจะใช้ช่องนี้ในการกำหนดถึงลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญมากจากการประเมินผลด้านวิศวกรรม

⑭ แนวโน้มของสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่อง ในช่องนี้ผู้วิเคราะห์ FMEA จะต้องค้นหาสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องมาใส่ลงไป และจากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1 ว่าสาเหตุของข้อบกพร่องหมายถึงวิธีการที่ข้อบกพร่องจะเกดขึ้นโดยอธิบายในรูปของสิ่งที่จะได้รับการแก้ไข หรือสามารถได้รับการควบคุมได้ ในการค้นหาสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องต้องพยายามค้นหาให้ทราบถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดโดยสาเหตุบางสาเหตุจะมีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องโดยตรง (ถ้าหากควบคุมสาเหตุดังกล่าวได้ ก็จะไม่เกิดลักษณะข้อบกพร่องอีก) ก็จะทำให้ FMEA สมบูรณ์มาก สาเหตุจำนวนมากมักจะเป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นพร้อมกันได้ การแก้ไขหรือควบคุมสาเหตุเหล่านี้ มีความจำเป็นต้องใช้

เทคนิคการออกแบบการทดลอง(DEO) ในการค้นหาสาเหตุรากเหง้าที่มีผลมากที่สุดต่อลักษณะข้อบกพร่องเพื่อดำเนินการควบคุมต่อไป

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินหัวข้อความรุนแรงของผลกระทบ (severity-s)

ผลกระทบ	ผลกระทบกับลูกค้า	คะแนน	ผลกระทบ	ผลกระทบกับกระบวนการ
ส่งผลต่อความปลอดภัยหรือข้อกำหนดด้านกฎหมาย	ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งานหรือข้อกำหนดด้านกฎหมายโดยไม่เตือนล่วงหน้า	10	ส่งผลต่อความปลอดภัยหรือข้อกำหนดด้านกฎหมาย	อาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน(เครื่องจักร)โดยไม่เตือนล่วงหน้า
	ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งานหรือข้อกำหนดด้านกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	9		อาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน(เครื่องจักร)โดยมีการเตือนล่วงหน้า
เกิดความสูญเสียหรือเสื่อมถอยของหน้าที่หลัก	สูญเสียหน้าที่หลัก	8	ไม่มีผลกระทบใดๆ	100%ของผลิตภัณฑ์ต้องกำจัดทิ้งหยุดสายการผลิต
	เสื่อมถอยในหน้าที่หลัก	7	รวบกวนอย่างมีนัยสำคัญ	กระบวนการยังพอทำงานได้แต่ต้องมีอุปกรณ์เสริมผลิตภัณฑ์บางส่วนต้องทิ้ง
เกิดความสูญเสียหรือเสื่อมถอยของหน้าที่รอง	สูญเสียหน้าที่รอง	6	รบกวนปานกลาง	กระบวนการทำงานได้แต่ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการซ่อมทั้งหมด
	เสื่อมถอยในหน้าที่รอง	5		กระบวนการทำงานได้แต่ผลิตภัณฑ์ได้รับการซ่อมบางส่วน

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ผลกระทบ	ผลกระทบกับลูกค้า	คะแนน	ผลกระทบ	ผลกระทบกับกระบวนการ
สร้างความรำคาญ	รูปลักษณ์ไม่สวยหรือมีเสียงรบกวน ลูกค้าส่วนมากสังเกตได้ (>75%)	4	รบกวนปานกลาง	กระบวนการทำงานได้แต่ชิ้นส่วนต้องได้รับการซ่อมก่อนทำงานทั้งหมด
	รูปลักษณ์ไม่สวยหรือมีเสียงรบกวน ลูกค้าบางส่วนสังเกตได้ (50%)	3		กระบวนการทำงานได้แต่ชิ้นส่วนบางส่วนต้องได้รับการซ่อมก่อนทำงาน
	รูปลักษณ์ไม่สวยหรือมีเสียงรบกวน ลูกค้าส่วนน้อยสังเกตได้ (<25%)	2	รบกวนน้อย	เกิดความไม่สะดวกเล็กน้อยตอนทำงาน
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบใดๆ	1	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบใดๆ

⑮ โอกาสเกิดขึ้น (occurrence-O) โอกาสการเกิดขึ้น หมายถึง ความเป็นไปได้ของสาเหตุหรือกลไกเฉพาะหนึ่งจะเกิดขึ้น ดังนั้นอันดับของความเป็นไปได้ในการเกิด(likelihood occurrence) จึงมีความหมายเชิงสัมพัทธ์มากกว่าตัวเลขสัมบูรณ์ และการลดโอกาสการเกิดขึ้นนี้จะต้องได้มาจากการป้องกันหรือการควบคุมสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการเท่านั้น

ระบบของการให้คะแนนกับโอกาสเกิดนี้ ควรได้รับการกำหนดให้มั่นใจถึงความต่อเนื่องโดยคะแนนแสดงลำดับของโอกาสการเกิดขึ้นจะมีอัตราที่มีความสัมพันธ์กับขอบเขตของ FMEA และอาจจะไม่สะท้อนถึงความเป็นไปได้จริงของการเกิดขึ้น

การกำหนดคะแนนให้กับโอกาสการเกิด จะอาศัยอัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (possible failure rates) ที่จะขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อบกพร่องที่มีการคาดหมายในระหว่างการปฏิบัติกับกระบวนการ หรืออาจจะได้มาจากข้อมูลเชิงสถิติ P_{pk}(ดัชนีความสามรถเชิงมรรถนะ)สำหรับกระบวนการที่คล้ายคลึงกันโดย

$$P_{pk} = \min\left[\frac{USL-\bar{X}}{3\sigma\, lt}, \frac{\bar{X}-lSL}{3\sigma\, lt} \right.$$

เมื่อ **USL,LSL** = พิกัดเฉพาะด้านบนและล่าง โดยลำดับ

$\bar{X}$ = ค่ากลางของกระบวนการ

σ = ค่าความผันแปรของกระบวนการในระยะยาว

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินหัวข้อโอกาส (Occurrence) ในการเกิดขึ้น

โอกาสเกิดข้อบกพร่อง	การเกิดของสาเหตุ	คะแนน
สูงมาก	≥ 100 ใน 1,000	
	≥ 1 ใน 10	10
สูง	50 ใน 1,000	
	1 ใน 20	9
	20 ใน 1,000	
	1 ใน 50	8
	10 ใน 1,000	
	1 ใน 100	7
ปานกลาง	2 ใน 1,000	
	1 ใน 500	6
	0.5 ใน 1,000	
	1 ใน 2,000	5
	0.1 ใน 1,000	
	1 ใน 10,000	4
ต่ำ	0.01 ใน 1,000	
	1 ใน 100,000	3
	≤ 0.001 ใน 1,000	
	1 ใน 1,000,000	2
ต่ำมาก	ข้อบกพร่องในสาเหตุ	
	ถูกกำจัดทิ้งจากการป้องกัน	1

⑯ การควบคุมในปัจจุบัน ในช่องนี้จะแสดงถึงระบบการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน และดังที่อธิบายไว้แล้วหัวข้อการควบคุมกระบวนการหมายถึง ลักษณะของการควบคุมที่อาจจะอยู่ในรูปการป้องกันสิ่งที่เป็นไปได้ของลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้น หรือตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง หรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้เกิดขึ้น

ระบบการควบคุมกระบวนการมีหลายวิธีด้วยกันดังแสดงในตารางที่ 5.1 และควรดำเนินการประยุกต์ใช้ตามพีระมิดการควบคุมของจูราน โดยระบบการควบคุมดังกล่าวนี้จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

การป้องกัน (Prevention) หมายถึง การป้องกันสาเหตุกลไกข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้น หรือลดอัตราการเกิดขึ้นของสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องดังกล่าว

การตรวจจับ (Detection) หมายถึง การตรวจจับสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการแก้ไขต่อไป

ภายใต้แนวทางการควบคุมทั้งสองประเภทนี้ ถ้ามีความเป็นไปได้แล้วมักจะนิยมใช้แนวทางการควบคุมโดยการป้องกันมากกว่าการตรวจจับ นอกจากนี้แล้ว ถ้าพิจารณาในประเด็นกลไกของการควบคุมกระบวนการแล้ว จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กรณีด้วยกันคือ

(1) การป้องกันสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง หรือกลไกการเกดิลักษณะข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้นหรือลดอัตราการเกิดลักษณะข้อบกพร่องให้ลดน้อยลง

(2) การตรวจจับสาเหตุหรือกลไกของลักษณะข้อบกพร่อง เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการแก้ไข

(3) การตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง

⑰ การตรวจจับ (Detection-D) ในช่องนี้จะใส่คะแนนที่ประเมินความสามารถในการควบคุมของระบบการการควบคุมในปัจจุบัน โดยคะแนนการตรวจจับจะเป็นปริมานเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของ FMEA สำหรับแต่ละกระบวนการที่ทำการศึกษา และการจะให้คะแนนตรวจจับมีค่าต่ำลง (คือ มีความสามารถในการตรวจจับที่ดีขึ้น) จะต้องเกิดมาจากการเปลี่ยนวิธีการควบคุมที่ได้วางแผนไว้เท่านั้น

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินหัวข้อลักษณะการตรวจจับ

การตรวจจับ	โอกาสในการตรวจจับด้วยการควบคุมกระบวนการ	คะแนน	ความน่าจะเป็นในการตรวจจับ
ไม่มีโอกาสตรวจจับ	ไม่มีการควบคุมในปัจจุบัน:ไม่สามารถตรวจจับหรือไม่สามารถวิเคราะห์ได้	10	เป็นไปไม่ได้
ไม่สามารถตรวจจับเจอได้ในแต่ละขั้นตอน	อาการบกพร่องและ/หรือสาเหตุยากต่อการตรวจจับ	9	ห่างไกลมาก
ตรวจจับได้ในกระบวนการถัดไป	อาการบกพร่องตรวจจับได้ในกระบวนการถัดไปโดยผู้ปฏิบัติงานด้วยประสาทสัมผัส	8	ห่างไกล
ตรวจจับได้ ณ. แหล่งกำเนิด	อาการบกพร่องสามารถตรวจจับได้ในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานผ่านประสาทสัมผัสหรือกระบวนการถัดไปด้วยมาตรวัดเชิงคุณภาพ	7	ต่ำมาก
ตรวจจับได้ในกระบวนการถัดไป	อาการบกพร่องสามารถตรวจจับได้ในกระบวนการถัดไปโดยผู้ปฏิบัติงานโดยการใช้มาตรวัดเชิงผันแปรหรือตรวจจับได้ในการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานผ่านมาตรวัดเชิงคุณภาพ	6	ต่ำ
ตรวจจับได้ ณ. แหล่งกำเนิด	อาการบกพร่องหรือสาเหตุตรวจจับได้ในการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานโดยมาตรวัดเชิงผันแปรหรือโดยเครื่องจักรอัตโนมัติในการทำงานแล้วแสดงผลให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบ	5	ปานกลาง
ตรวจจับได้ ณ. แหล่งกำเนิด	อาการบกพร่องตรวจจับได้ในกระบวนการถัดไปโดยเครื่องจักรอัตโนมัติ และสามารถป้องกันไม่ให้ปฏิบัติงานกระบวนการอื่นๆต่อได้	4	ปานกลางค่อนข้างสูง
ตรวจจับได้ ณ. แหล่งกำเนิด	อาการบกพร่องตรวจจับได้ในการทำงานโดยเครื่องจักรอัตโนมัติและสามารถป้องกันไม่ให้ปฏิบัติงานกระบวนการอื่นๆต่อได้	3	สูง
ตรวจจับสาเหตุและ/หรือป้องกันปัญหา	สามารถตรวจจับสาเหตุขณะทำงานได้ด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติและสามารถป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตต่อได้	2	สูงมาก
ไม่มีการประยุกต์การตรวจจับป้องกันสาเหตุ	สาเหตุถูกป้องกันซึ่งเป็นผลจากการออกแบบใหม่จะไม่มีการผลิตชิ้นส่วนบกพร่องออกมาเนื่องจากมีการประยุกต์ใช้ Poka-Yoke	1	ตรวจจับได้แน่นอน

ในการพิจารณาคะแนนประเมินผลตรวจจับนี้ จะต้องพิจารณาจากความสามารถของระบบการควบคุมในปัจจุบันที่จะป้องกันการส่งมอบข้อบกพร่องถึงลูกค้าเท่านั้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดขึ้น (likelihood of occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่อง

นอกจากนี้แล้วจะต้องมีความเข้าใจว่าวิธีการชักสิ่งตัวอย่าง (sampling techniques) จะเป็นวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงตรวจจับมากกว่าจะเป็นวิธีการควบคุมที่จะป้องกันข้อบกพร่องจากการส่งมอบให้ลูกค้า ดังนั้นการชักสิ่งตัวอย่างจึงไม่ควรจะมีผลใดๆ ต่ออันดับคะแนนของการตรวจจับ

⑱ ตัวเลขแสดงลำดับของความเสี่ยง (RPN – Risk Priority Number) ในช่องนี้ให้ใส่ตัวเลขที่แสดงถึงลำดับของความเสี่ยงที่พิจารณาได้จากองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ความรุนแรง โอกาสเกิดขึ้นและการตรวจจับ

ดังนั้น $RPN = S \times O \times D$

โดยทั่วไปแล้ว ตัวเลข RPN จะไม่มีความหมายใดๆ นอกจากใช้สื่อถึงลำดับในการกำหนดความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องจากกรบวนการเท่านั้น และเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ผู้วิเคราะห์สามารถให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แนะนำให้ผู้วิเคราะห์ FMEA ทำการวิเคราะห์คะแนน RPN ที่ได้ด้วยแผนภาพพาเรโต ถ้าหากการให้คะแนนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจริง จะพบว่าลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญมากจะจำนวนน้อย และข้อบกพร่องที่มีความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมากตามหลักการ พาเรโต มิฉะนั้นควรจะทบทวนเกณฑ์การให้คะแนนใหม่

⑲ วิธีการปฏิบัติการแก้ไข ในช่องนี้ของแบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการให้ทำการระบุวิธีการปฏิบัติเพื่อตอบโต้เชิงป้องกัน/แก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมากที่สุดก่อน (ในกรณีที่ S มีคะแนน 9 หรือ 10 ให้กำหนดมาตรการตอบโต้ทันที โดยไม่สนใจว่า RPN จะมีค่าเท่าไหร่) และจากนั้นให้ทำการพิจารณามาตรการตอบโต้กับลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนน RPN สูงในลำดับแรกๆ

แนวทางการกำหนดมาตรการตอบโต้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการป้องกันลักษณะข้อบกพร่องดังกล่าวมากกว่าการตรวจจับ ดังนั้น มาตรการลดโอกาสการเกิดขึ้นและการลดความรุนแรงจึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับการพิจารณาก่อนมาตรการการปรับปรุงระบบการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง นอกจากนี้แล้วการปรับปรุงระบบการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องนี้จะถือว่าเป็นการปรับปรุงคุณภาพที่ไม่มีประสิทธิผลและใช้ต้นทุนค่อนข้างสูงการปฏิบัติการแก้ไขควรดำเนินการดังนี้ (แต่มิได้จำกัดไว้แค่นี้)

(1) ในการลดโอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุที่ก่อให้เกิดลักษณะข้อบกพร่อง (likelihood of occurrence) จะต้องมีการทบทวนแบบและ/หรือกระบวนการใหม่ โดยอาศัยข้อมูลเชิงสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงป้อนกลับเพื่อกำหนดการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องโดยการป้องกันลักษณะข้อบกพร่อง

(2) ในการลดความรุนแรง จะดำเนินการได้โดยวิธีการทบทวนแบบและ/หรือกระบวนการเท่านั้น

(3) ในการลดคะแนนการตรวจจับ มาตรการที่ควรพิจารณาก่อนเป็นลำดับแรกคือ เทคนิคการป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) โดยทั่วไปแล้ว การควบคุมคุณภาพโดยการปรับปรุงระบบการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องจะเป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิผลและใช้ต้นทุนค่อนข้างสูง นอกจากนี้แล้ว การเพิ่มความถี่หรือขนาดสิ่งตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพก็มิได้จัดเป็นมาตรการแก้ไขป้องกันใดๆ เพราะไม่ได้มีการกระทำใดๆกับสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง

⑳ ผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการแก้ไขและวันเสร็จสิ้น ในช่องนี้ให้ระบุชื่อบุคคลที่รับผิดชอบต่อการดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขนี้ รวมทั้งระบุวันเสร็จสิ้นที่เป็นเป้าหมายด้วย

㉑ การแก้ไข ในช่องนี้ให้ทำการสรุปสั้นๆ ถึงรายละเอียดของการปฏิบัติการแก้ไขที่ได้กระทำไป รวมถึงวันที่เสร็จสิ้นด้วย

㉒ ผลการแก้ไข ภายหลังจากการมีการบ่งชี้มาตรการแก้ไข/ป้องกันแล้วทำให้ทำการประมานค่าและบันทึกถึงผลการประเมินความรุนแรง โอกาสเกิดขึ้นและการตรวจจับ พร้อมคำนวณค่า RPN อีกครั้ง แต่ถ้ามิได้มีการกำหนดมาตรการใดๆ เลย ให้ปล่อยช่อง 22 นี้ให้ว่างไว้

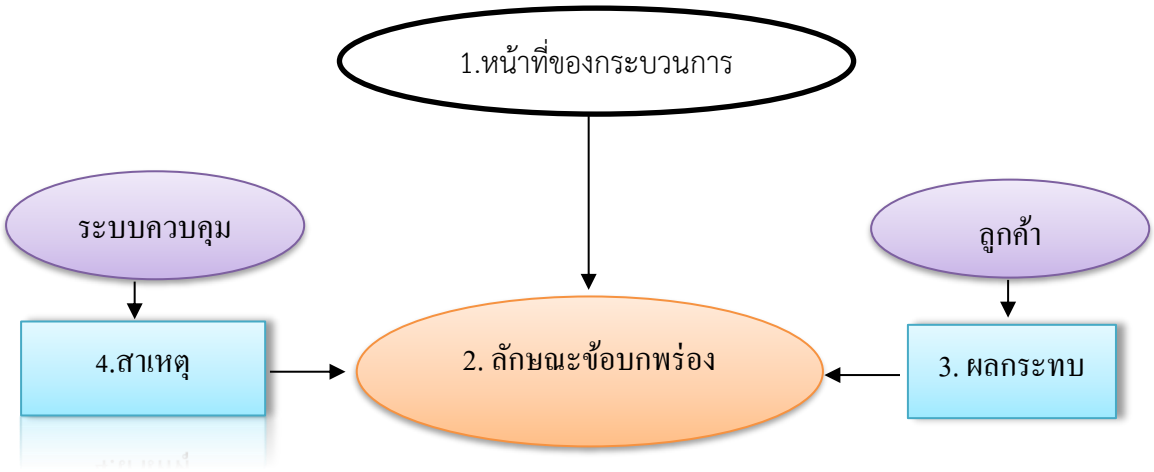
นอกจากนี้แล้วควรจะมีการทบทวนคะแนนประเมินเหล่านี้อีกครั้ง และถ้ามีการปฏิบัติการแก้ไขใดๆแล้ว ให้ดำเนินการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอน ⑲ ถึง 22 โดยการดำเนินการควรอยู่บนแนวความคิดของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ FMEA คือ เอกสารที่มีชีวิตตลอดไป

2.3.6 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ โดยเริ่มจากการใส่ข้อความในหัวกระดาษฟอร์มสำหรับการสอบกลับได้และการทบทวนของเอกสารเพื่อทำให้ FMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิตอยู่เสมอ

การวิเคราะห์ FMEA จะดำเนินการได้ด้วยการทำความเข้าใจกับหน้าที่ของกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์หาลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการสำหรับการพิจารณาผลกระทบและสาเหตุต่อไป ดังภาพที่ 1.12

สำหรับการดำเนินการสร้าง FMEA ให้ดำเนินการค้นหาลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการแนวโน้มของสาเหตุ ตลอดจนความสามรถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องและ/หรือกลไกของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและทำการประเมินความเสี่ยงผ่านเกณฑ์ความรุนแรง (S) โอกาสการเกิดของสาเหตุ (O) และการตรวจจับลักษณะของข้อบกพร่อง (D) ดังสรุปในภาพที่1.13



ภาพที่ 1.12 ความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์ FMEA สำหรับกระบวนการเลือกตั้ง

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	แนวโน้มของลักษณะของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลจากข้อบกพร่อง	S	จำแนกประเภท	แนวโน้มของสาเหตุ / กลไกล	O	การควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน	D	RPN

ภาพที่ 1.13 ขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ

2.4 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเวลาโดยตรงเป็นวิธีศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลาและแผงบันทึกข้อมูล และอาจมีกล้องถ่ายภาพยนต์ด้วยในบางกรณีเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

(1) นาฬิกาจับเวลา ซึ่งมีทั้งแบบเข็มและแบบเลข โดยสเกลจะถูกแบ่งเป็น 100 ช่องต่อนาที เพื่อความสะดวกในการคำนวน

(2) แผ่นสำหรับรองเวลาบันทึกข้อมูล

(3) แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล

(4) เครื่องคิดเลข

(5) กล้องถ่ายวีดีทัศน์ หรือกล้องถ่ายภาพยนต์

(6) เครื่องมืออื่นๆ เช่นเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Tachometer) เป็นต้น

โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) นาฬิกาจับเวลา สเกวบอกเวลาที่นิยมใช้ในการจับเวลาแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

ก. แบบวินาที นาฬิกาแบบนี้หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 60 ช่อง เมื่อเข็มยาวหมุนได้ 1 รอบ จะเท่ากับ 1 นาที และ 1 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะ = $\frac{1}{60}$ นาที หรือ = 1 วินาที

ข. แบบทศนิยมของนาที นาฬิกาแบบนี้หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 100 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะเท่ากับ $\frac{1}{100}$ นาที หรือ 0.01 นาที

ค. แบบทศนิยมของชั่มโมง หน้าปัดใหญ่จะแบ่งออกเป็น 100 ช่องเช่นกัน แต่เมื่อเข็มนาฬิกาหมุนได้ 1 รอบ จะเท่ากับ $\frac{1}{100}$ ชั่วโมง หรือ 36 วินาที ดังนั้น 1 ช่องเล็กบนหน้าปัดจะอ่านค่าได้ = $\frac{1}{10000}$ ชั่วโมง หรือ 0.0001 ชั่วโมง

นาฬิกาแบบไขลานนี้ยังแบ่งออกเป็นแบบสองเข็มสามเข็มตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

- แบบ 2 เข็ม ใช้สำหรับการจับเวลาแบบ Repetitive Timing หรือ Snap Back Timing ซึ้งแบบปุ่มเดียวจะควบคุมการเดิน หยุด และกลับไปที่ศูนย์ตามลำดับ แบบสองปุ่มจะกดเดินและหยุดจากปุ่มบน และกดตั้งศูนย์ที่ปุ่มข้าง
- แบบ 3 เข็ม ใช้สำหรับการจับเวลาแบบ Continuous Timing หรือการจับเวลาแบบต่อเนื่อง

ในปัจจุบันนาฬิกาทั้งสามแบบมีทั้งแบบเข็มและแบบตัวเลข โดยแบบตัวเลขจะสามารถปรับ Mode ให้จับเวลาได้ทั้งแบบต่อเนื่อง (Continuous) และแบบย้อนกลับ (Snap Back) และมีหน่วยความจำที่สามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 5 ถึง 10 ข้อมูล

นอกจากนาฬิกาจับเวลาทั้งสามแบบข้างต้นแล้ว ยังมีนาฬิกาบางรุ่นที่ออกแบบมาพิเศษเพื่อใช้จับเวลาของการศึกษางานแบบ Predetermined Motion Study (PMTS) โดยหน่วยวัดของเวลาเป็น TMU (1 TMU = 0.00001 hr. หรือ = 0.0006 min.หรือ = 0.036 sec.) นาฬิกาแบบนี้เมื่อเข็มยาวหมุน 1 รอบ จะเท่ากับ 3.6 วินาที หรือ 100 TMU

- แผ่นสำหรับรองเวลาบันทึกข้อมูล

  เนื่องจากการศึกษาข้อมูลเวลาส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งต้องมีแผ่นกระดานเพื่อใช้รองกระดานบันทึกข้อมูลเพื่อความสะดวกในการเขียน แผ่นกระดาษที่มีที่สำหรับติดนาฬิกาจับเวลาเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีดิจิทอลมีแผ่นรองบันทึกข้อมมูลที่มีนาฬิกาดิจิทอลในตัว ซึ่งมีปุ่มกดอยู่ใกล้นิ้วมือเพื่อความสะดวกในการใช้งานวางจำหน่าวแล้ว

- แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล (Time Study Observation Sheets)แบบฟอร์มสำหรับใช้ในการศึกษาเวลา มีดังนี้

ก. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายละเอียดในการปฏิบัติงาน

ข. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลเวลา

ค. แบบฟอร์มสรุปผลการศึกษา

- กล้องถ่ายภาพยนต์ ในกรณีที่ต้องอาศัยการถ่ายภาพยนต์ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของการทำงาน
- เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) ในกรณีที่มีการจับเวลาของการทำงานของเครื่องจักร จำเป็นต้องมีเครื่องวัดความเร็วรอบไว้ตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักร
- เครื่องคิดเลข

2.4.1 ขั้นตอนการศึกษาโดยตรง

แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกงานและบันทึกรายละเอียดของงานที่จะทำการศึกษา
2) แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อยและเขียนรายละเอียดกำกับไว้
3) คำนวนหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการจับเวลา
4) สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน พร้อมทั้งประเมินอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงาน
5) กำหนดค่าเผื่อต่าง ๆ ในการทำงานในสามส่วน ดังนี้
   ก. ค่าเผื่อส่วนบุคคล = 5% ของเวลาทำงาน
   ข. ค่าเผื่อจากความเครียดตามลักษณะงาน
   ค. ค่าเผื่อของความล่าช้าสำหรับงานนั้น
6) ทำการคำนวนหาเวลามาตราฐานดังนี้
   ก. หาค่าเฉลี่ยจากเวลาของงานย่อยที่บันทึกไว้
   ข. หาค่าเวลาปกติโดยคำนวนจากสูตร
      เวลาปกติ = เวลาเฉลี่ย X %ค่าประเมินความเร็ว
   ค. คำนวนเวลามาตรฐานจากสูตร
      เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + ค่าเผื่อ
7) สรุปผลการศึกษาลงในแบบฟอร์มใบสรุปข้อมูลเวลา เพื่อนำเสนอหรือนำไปใช้งานต่อไปจะได้กล่าวรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนต่อไป

2.4.2 คำนวนหาจำนวนรอบในการจับเวลา

การศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลาถือเป็นการสุ่มตัวอย่างรูปแบบหนึ่ง เพียงแต่เป็นการสุ่มบนตัวอย่างเดียวที่มีความต่อเนื่อง ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความแปรปรวนของงาน ความเร็วของพนักงานในการทำงานและอาจมีงานย่อยแปลกปลอม(Foreign Element)อื่นๆ ซ้อนเร้นอยู่ ดังนั้น การจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2 – 3 รอบย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวนเวลามาตรฐานได้ การจับเวลาโดยมีจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม นอกจากจะให้ค่ามาตรฐานที่น่าเชื่อถือได้แล้ว ยังทำให้ผู้ศึกษาสามารถนำเวลามาตรฐานที่ได้ไปใช้ด้วยความเชื่อมั่นอีกด้วย

การคำนวนหาจำนวนรอบที่เหมาะสมมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นกับเวลาและค่าความแม่นยำที่ต้องการ แต่ทุกวิธีต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจำนวนหนึ่งในการหาค่าประมาณการของค่าตัวแทน (Representative Time) และค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อนำมาใช้ โดยในที่นี้จะแทนค่าของขนาดของข้อมูลเบื้องต้นนี้ด้วยอักการ n

* สูตรการจับเวลาในการใช้ตาราง MAYTAG

1. จากการจับเวลาการทำงานเบื้องต้นของการทำงานโดย
- วัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามามา 10 ค่า
- วัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับมาเพียง 5 ค่า
2. หาค่า R (range) หรือพิสัย ซึ่งค่าสูงสุด(H) - ค่าต่ำสุดของกลุ่ม(L)
3. หาค่า x ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล (5หรือ10)
   $= \frac{\sum x}{n}$ หรืออาจจะหาค่าประมาณได้จากค่าสูงสุด+ค่าต่ำสุดแล้วหารด้วย2$=\left(\frac{H+L}{2}\right)$
4. คำนวนค่า $\frac{R}{\bar{x}}$
5. อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตาราง MAYTAG ให้ตรงกับค่า$\frac{R}{\bar{x}}$ ที่คำนวนไว้

ตารางที่ 2.7 การหาคำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน ± 95% ของความเชื่อมั่น

$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

เนื้อหาในบทนี้ กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานการศึกษาความผิดพลาดในกระบวนการส่ง PART โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้นำข้อมูลจาก FINAL INSPECTION RESULT-VRF ที่ทางบริษัทได้ทำการสรุปผลประจำปี 2017 เพื่อหากระบวนการที่เกิดความบกพร่องมากที่สุด ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นได้จากการรวบรวมสาเหตุความผิดพลาดจาก Down Time ที่เป็นระบบการแจ้งปัญหาการทำงานของพนักงานผิดพลาด ทั้งนี้เพื่อจะทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดการประกอบคอยล์ร้อนและหาแนวทางการพัฒนาแก้ไขปัญหาจากกระบวนการที่เกิดขึ้น ในการศึกษาและพัฒนาความผิดพลาดจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดลำดับขั้นตอนและวิธีการอย่างชัดเจนเพื่อง่ายในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นและนำสาเหตุที่ได้ไปหาแนวทางในการพัฒนาต่อไป

จึงได้แบ่งวิธีการดำเนินการเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษากระบวนการประกอบและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

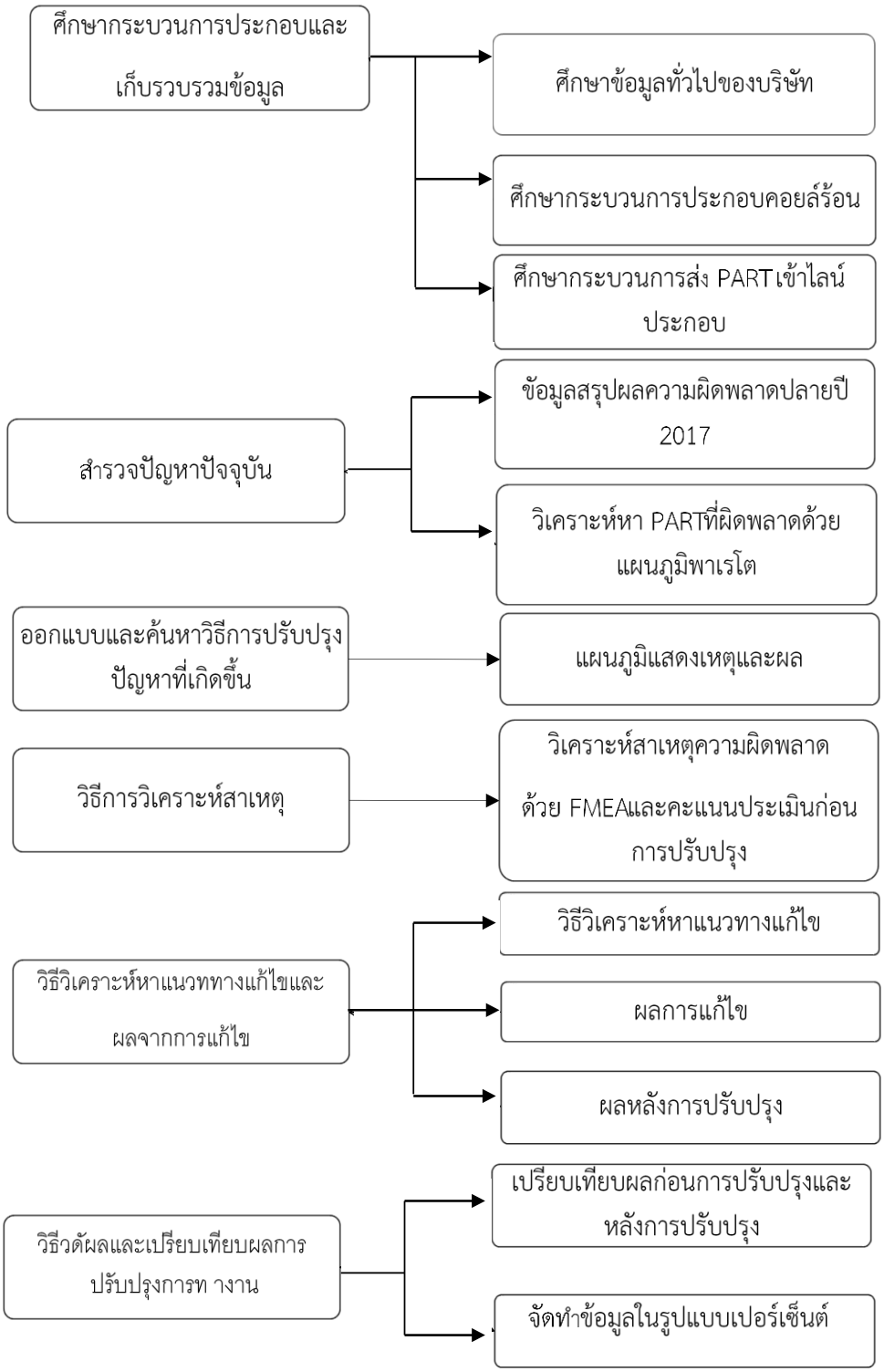
3.2 สำรวจปัญหาปัจจุบัน

3.3 ออกแบบและค้นหาวิธีการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่ผิดพลาด

3.4 วิธีการวิเคราะห์สาเหตุ

3.5 วิธีวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและผลจากการแก้ไข

3.6 วิธีวัดผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน



ภาพที่ 3.1 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด เริ่มการผลิตเครื่องปรับอากาศในประเทศเมื่อปี 2532 โดยเป็นกลุ่มธุรกิจหนึ่งของบริษัทโตชิบาคอนซูมเมอร์ โปรดักส์ ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งแรกของโตชิบาที่ก่อสร้างนอกประเทศญี่ปุ่น และในปี 1999 บริษัท โตชิบา แคร์เรียร์ คอร์เปอเรชั่น ได้ร่วมทุนกับ บริษัท แคเรียร์ คอร์เปอชั่น หลังจากนั้นเป็นต้นมากำลังการผลิตของบริษัทก็เติบโตอย่างต่อเนื่องและในปัจจุบัน บริษัทฯ ได้จำหน่ายเครื่องปรับอากาศไปยังลูกค้ากว่า 121 ประเทศ ใน 6 ทวีปทั่วโลก ซึ่ง บริษัทโตชิบาฯ มีอยู่ 5 แห่ง อยู่ในประเทศไทย 2 แห่ง ประเทศจีน 1 แห่ง และประเทศญี่ปุ่น 2 แห่ง ด้วยการเดินทางสู่เป้าหมายใหม่ครั้งนี้ บริษัท โตชิบา แคเรียร์ ประเทศไทย ยังคงมุ่งมั่นที่จะนำคุณค่าที่ดีที่สุดไปสู่ลูกค้าด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์และนำเสนอสินค้าใหม่สู่ตลาดอย่างต่อเนื่อง

ด้านนายอะกิโอะ โอซากะ กรรมการผู้จัดการ บริษัท โตชิบา แคเรียร์ คอร์เปรชั่น เปิดเผยว่า บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ดำเนินการสร้างโรงงานแห่งที่ 2 เสร็จและเริ่มต้นการผลิตแล้ว โดยโรงงานแห่งใหม่ตั้งอยู่ภายในบริเวณเดียวกับโรงงานแห่งแรก ในเขตสวนอุตสาหกรรมบางกะดี จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย บริษัทฯ เป็นฐานการผลิตเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยของกลุ่มบริษัทโตชิบา ซึ่งผลิตเครื่องปรับอากาศสำหรับที่พักต่างๆโดยโรงงานแห่งใหม่จะเพิ่มในส่วนของเครื่องปรับอากาศระบบ VRF และรวมไปถึงเครื่องปรับอากาศเชิงพาณิชย์ (Light Commercial) ซึ่งเป็นการผลิตภัณฑ์ใหม่ในสายผลิตของบริษัทฯ สำหรับในประเทศไทยเป็นฐานการผลิตกว่า 95% ผลิตส่งออกกว่า 55 ประเทศ คาดว่าในปี 2015 จะเพิ่มการผลิตกว่า 650,000 เครื่อง ระบบปรับอากาศ VRF เป็นหนึ่งเทคโนโลยีการปรับอากาศที่ทันสมัยที่สุดในอุตสาหกรรมประเภทนี้ ซึ่งเทคโนโลยีนี้สามารถเชื่อมต่อเครื่องปรับอากาศส่วนนอกอาคาร 1 ตัวกับเครื่องปรับอากาศในอาคารได้หลายตัว โดยที่ส่วนภายในจะทำงานเป็นอิสระแยกจากกันตามความต้องการของผู้ใช้ และด้วยระบบ VRF นี้ทำให้ลูกค้ามีความสุขในการใช้งานมากยิ่งขึ้นเนื่องจากสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้สูงสุด 50%เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศทั่วไปอาคาร 2 ชั้นที่ได้สร้างแห่งใหม่นี้มีพื้นที่ประมาณ 14,840 ตารางเมตร และเริ่มการก่อสร้างเมื่อเดือนเมษายน 2555 และใช้เวลาประมาณ 1ปี ในการก่อสร้างและหลังจากนั้น บริษัทฯจึงได้เริ่มการผลิตเครื่องปรับอากาศเชิงพาณิชย์

❖ วิสัยทัศน์ (Vision)

บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยเทคโนโลยีความร้อน อันเป็นรากฐานสำคัญที่จะมุ่งมั่นที่จะเป็นบริษัทที่มีความสร้างสรรค์ต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่สังคมและสภาพแวดล้อม

ของโลก และจะเติบโตทั่วโลก โดยนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงสุดและบริการที่ถูกต้องการที่แตกต่างกันของลูกค้า

❖ พันธกิจ (Mission)

เพื่อขยายดำเนินงานอย่างต่อเนื่องของเรา โดยตรงตามความคาดหวังของลูกค้าและข้อกำหนดทางกฎหมาย ซึ่งรวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของความพึงพอใจของลูกค้าไปจนถึงประสิทธิผลของกระบวนการของเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

❖ ทิศทางกลยุทธ์

การขายอย่างยั่งยืนและการเติบโตของกำไรที่ขับเคลื่อนโดยผลิตภัณฑ์ทุกรุ่น ของการประหยัดพลังงาน , การใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (3E) ด้วยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ดำเนินการและได้รับการรับรองได้รับการรับรองมาตราฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 ใน TCTC ภายในเดือนมกราคม 2560การจ้างแรงงานที่มีความร่วมมือและแรงจูงใจที่จะเพิ่มมูลค่าขององค์กร และเสริมสร้างความร่วมมือและทำงานร่วมกันเพื่อให้ประสิทธฺผลของกระบวนการของเราเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

❖ วัตถุประสงค์ทางธุรกิจ

โดยการเพิ่มความร่วมมือกันระหว่างการออกแบบ/การผลิต/ การขาย,และการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง

❖ นโยบายคุณภาพ

เราผูกผันต่อความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า และแน่ใจว่าจะไม่มีของเสียไปยังลูกค้าและผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดโดยการผลิตการผลิตภัณฑ์เป็นไปเป็นตตามข้อกำหนดโดยการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ,ราคาเหมาะสมและส่งมอบตรงเวลาด้วยการป้องกันสินค้าไม่ได้มาตราฐานและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

❖ ผลที่ตั้งใจสำหรับการทำระบบการจัดการด้านคุณภาพ

ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ,ราคาเหมาะสมและส่งมอบตรงเวลาด้วยการป้องกันสินค้าไม่ได้มาตราฐานและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

❖ ลักษณะผลิตภัณฑ์

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

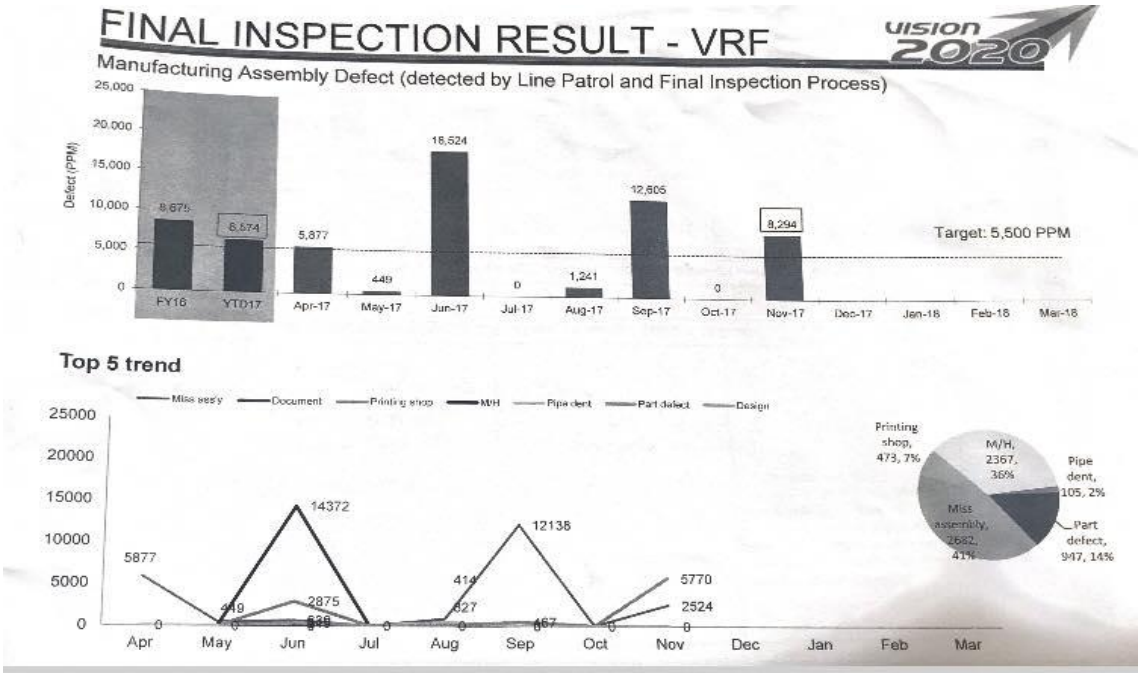
- ผลิตเครื่องปรับอากาศสำหรับที่พักต่างๆ (Ceiling Indoor units)
- ผลิตเครื่องปรับอากาศเชิงพาณิชย์ (VRF Outdoor units)

ดังนั้น บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ผลิตเครื่องปรับอากาศหลายชนิดแต่อย่างไรก็ตามจะประกอบไปด้วยโครงสร้างหลักได้แก่ Fan Coil Unit (คอยล์เย็น) และ Condensing Unit (คอยล์ร้อน) ซึ่งกรณีที่ทำการศึกษาจะเป็นปัญหาด้านคอยล์ร้อนเพราะพบความบกพร่องในกระบวนการส่งPART ผิดพลาดจะเห็นได้จากการเกิดปัญหาจากผล DOWN TIME ของ บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.2 ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อการลดความผิดพลาดการส่ง PART เข้าไลน์ประกอบคอลย์ร้อน ผู้จัดทำได้ใช้สถิติความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ ในแผนกประกอบคอยล์ร้อนประจำปี ค.ศ.2017 กรณีศึกษา บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้พบว่ามีสถิติความผิดพลาดจากหลายกระบวนการ แต่ได้พบว่ามีความผิดพลาดจากสาเหตุหลัก 5 สาเหตุ ได้แก่

1) Miss assembly (ประกอบผิดพลาด) ผิดพลาดอันดับ 1
2) M/H (แผนกจัดงานส่งงานผิดพลาด) ผิดพลาดอันดับ 2
3) Part defect (ชิ้นงาน เสียหาย)
4) Printing shop (ติดลาเบล ผิดพลาด)
5) Pipe dent (ไปร์ชำรุด)

ดังนั้นจึงจำเป็นที่เลือกที่จะแก้ไขความผิดพลาดของปัญหาใน อันดับ 1 และอันดับ 2 เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหา เนื่องจาก 2 สาเหตุนี้มีกระบวนการที่สอดคล้องกัน



ภาพที่ 3.2 กราฟแสดงความผิดพลาดใน ค.ศ.2017

3.1.3 ศึกษากระบวนการจ่าย PART เข้า ASSEMBLY LINE

* ขั้นตอนการจ่ายงานล่วงหน้า 1วัน

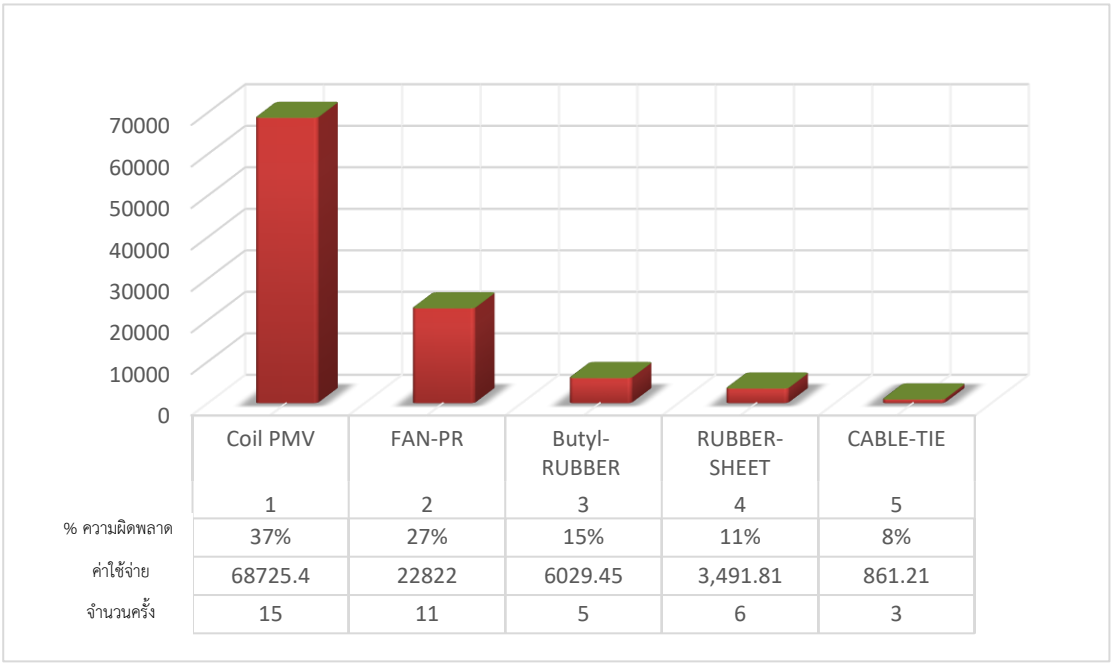
ตารางที่ 3.1 การส่งPART เข้าไลน์ประกอบ ตั้งแต่เริ่มต้น-จนเข้าหัวไลน์

SCA	SAP	M/H	M/A	Reffer OM No	Title
Print COHV ↓ Prepare Part from Daily COHV Requiremet ↓ Send part to line	Issue Stock in SAP	Check &sign Prepare Part by order	Assembly	C17-14-BL-009	พนักงาน SCA ทำการPrint COHV ล่วงหน้าก่อนการผลิต 1 วัน พนักงาน SCA ทำการจัดงานตาม COHV ที่ระบุไว้ใส่รถที่Line จัดเตรียม เข็นรถใส่ชิ้นงานส่งเข้าไปให้ Line ผลิต พนักงาน M/H Line ทำการตรวจสอบจำนวนที่ถูกต้องและทำการเซ็นรับใน COHV พนักงาน SCA ทำการนับตัดตัวเลขจากระบบ SAP จาก Location 7xxA **พนักงาน M/H Line ทำการจัดส่งให้ไลน์ตาม order ที่กำหนด** Line ทำการผลิตงานพร้อมทั้งทำการ confirm tag

3.2 สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน

3.2.1 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ PART ที่เกิดความผิดพลาดบ่อยที่สุด

จากข้อมูลแผนก QAA ของ บริษัท โตชิบา แคเรียร์ฯ พบว่ามีความผิดจากการประกอบ ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดจากการส่ง PART ดังนั้นจึงได้นำข้อมูล DOWN TIME ของบริษัทในเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ที่เกิดความผิดพลาดจากการส่ง PART ผิดมาทำการหาแผนภูมิพาเรโต เพื่อจะได้ทราบถึงPART ที่เกิดความผิดพลาดและมีความเสียหายมากที่สุด ดังภาพที่ 3.3



	Coil PMV	FAN-PR	Butyl-RUBBER	RUBBER-SHEET	CABLE-TIE
	1	2	3	4	5
% ความผิดพลาด	37%	27%	15%	11%	8%
ค่าใช้จ่าย	68725.4	22822	6029.45	3,491.81	861.21
จำนวนครั้ง	15	11	5	6	3

ภาพที่ 3.3 ข้อมูลการส่ง PART ผิดพลาดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561

3.2.3 ลักษณะ PART ที่ทำให้เกิดการส่งผิดพลาด

จึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและวิธีการแก้ไขกระบวนการส่งPART ในที่นี้จะเห็นได้ว่าการส่ง PART ผิดพลาดนั้นมีที่มาจากการสรุปข้อมูลจาก DOWN TIME ของบริษัท โตชิบา แคเรียร์(ประเทศไทย) จำกัด จะเห็นได้ว่า PART หลักๆที่เกิดความผิดพลาดบ่อยที่สุด ได้แก่

1. COIL-PMV
2. FAN-PR
3. BUTYL-RUBBER
4. RUB-SHEET
5. CABLE-TIE

ในที่นี้ชิ้นงานที่เกิดความผิดพลาดนั้นอาจจะมีผลกระทบที่มากที่สุดและน้อยที่สุด แต่ถ้าเทียบกันแล้วถ้านำงานที่มีผลกระทบน้อยมาแก้ไขอาจจะทำให้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมหลายเท่า จึงสามารถมองที่ความแตกต่างของชิ้นงานถึงหน้าที่การทำงาน ในที่นี้องค์ประกอบของชิ้นงานในสายการผลิต จะมีการทำหน้าที่โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานหลัก
- ชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานรอง

ซึ่งชิ้นงานหลักนั้นไม่สามารถผิดพลาดได้แม้แต่น้อย เพราะสิ่งที่ออกแบบมาแล้วที่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตกลงข้อลูกค้า เมื่อฝ่ายควบคุมคุณภาพเห็นว่าการประกอบนั้นผิดพลาดก็ไม่สามารถลดหย่อนได้แต่ถ้าเป็นชิ้นงานรองนั้นสามารถลดหย่อนได้แต่ก็ต้องไม่เกิดขึ้นบ่อยครั้งเพราะจะทำให้สินค้านั้นคุณภาพอาจจะต่ำขึ้น ถึงจะไม่มากเทียบเท่าต้องนำมาแก้ไขแต่ถ้าเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้าแล้วนั้นจะทำให้บริษัทเสียชื่อเสียงและความเชื่อมันของลูกค้าจากข้างต้นจึงได้แยกหน้าที่การทำงานของชิ้นงานที่ผิดพลาดได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 หน้าที่ในการทำงานของ 5 PART ที่เกิดความผิดพลาดและเสียหายบ่อยที่สุด

รายการ	ชิ้นงานหลัก	ชิ้นงานรอง	สาเหตุ
1.COIL-PMV	✓		
2.FAN-PR	✓		
3.BUTYL-RUBBER		✓	
4.RUB-SHEET		✓	
5.CABLE-TIE		✓	

3.2.4 ลักษณะ COIL - PMV ที่ส่งเข้าไลน์ประกอบคอยล์ร้อนผิดพลาด

เป็นลักษณะที่รูปร่างคล้ายกันแต่การทำงานของค่าไฟใน COIL- PMV ไม่เท่ากันจึงทำให้การทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพส่งผลให้เกิดปัญหา และฝ่ายควบคุมคุณภาพไม่สามารถลดหย่อนได้ จึงจำเป็นต้องเลือกที่จะแก้ไขชิ้นงานนี้เป็นลำดับแรก เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดที่จะส่งผลทำให้ชื่อเสียงบริษัทเสียหายและเสียค่าใช้จ่ายในการต้องนำกับมาแก้ไขดังนั้น จึงยกตัวอย่างลักษณะของCOIl-PMV ที่ทำให้เกิดปัญยหาความผิดพลาด ดังภาพที่ 3.4,3.5

ตัวอย่างลักษณะ COIL- PMV ที่รูปร่างคล้ายคลึงกัน

ภาพที่ 3.4 COIL-PMV A

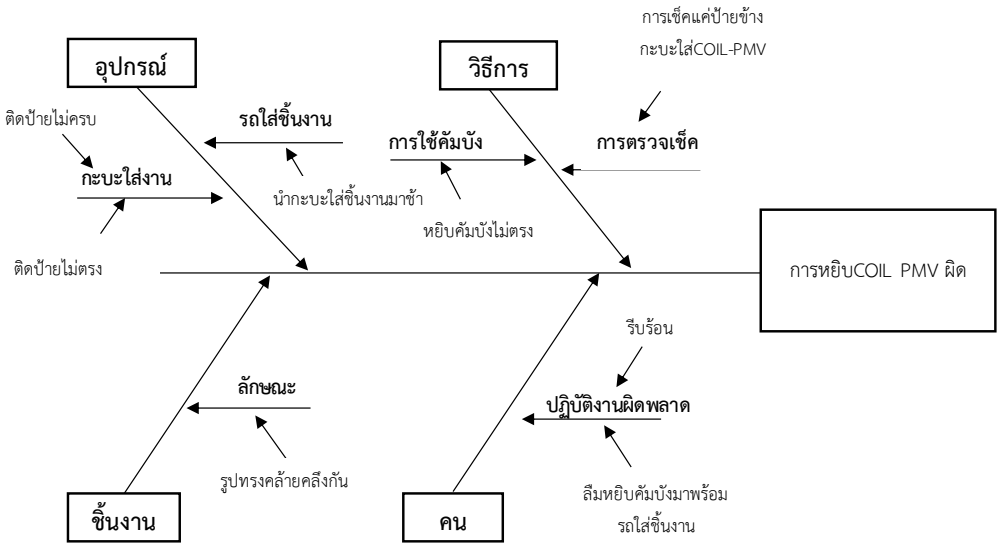
ภาพที่ 3.5 COIL-PMV B

3.3 การศึกษากระบวนการทำงานและสภาพปัญหาเบื้องต้นทำให้เกิดความผิดพลาดในการส่ง COIL-PMV เข้าไลน์ประกอบคอยล์ร้อน

นำมาประกอบการพิจารณาเพื่อเขียนแผนผังเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ในการค้นหาสาเหตุของแต่ละปัญหานั้นโดยพิจารณาใน 4 ด้าน คือ ด้านเครื่องจักร ด้านบุคคล ด้านวัตถุดิบ และด้านวิธีการทำงาน

ในขั้นตอนนี้จะมีการเริ่มใช้หลักการการระดมสมอง(Brain Storming)จากตัวแทนแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาแสดงความคิดเห็นปรึกษาหารือร่วมกันในด้านการหาความเป็นไปได้ของสาเหตุที่จะทำให้เกิดปัญหาต่างๆที่สนใจโดยมีขอมูลเบื้องต้นจากฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพเป็นพื้นฐานนำไปหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงระบบ

3.3.1 ปัญหาเกิดจากพนักงานหยิบ COIL - PMV สลับรุ่น จากการรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความผิดพลาดสามารถระบุสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาการส่ง PART ผิดพลาดโดยการระดมสมองจากผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการ จัด-จ่าย เพื่อรวบรวมสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดปัญหา ซึ่งการประกอบเครื่องปรับอากาศคอยล์ร้อนนั้นทำการผลิตโดยใช้พนักงานในการประกอบและการจัดส่ง PART เป็นหลักการควบคุมการผลิตจึงมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จึงเกิดจากคน และวิธีการทำงาน ในการควบคุมการผลิตที่ไม่เป็นไปตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งในการระบุสาเหตุหลักจึงได้มุ่งไปที่ขั้นตอนการส่ง PART ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาการประกอบเครื่องปรับอากาศที่บกพร่อง ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนกา

3.4 ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเพื่อหาสาเหตุหลัก

ก่อนการปรับปรุงได้ทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในปัญหาหลักที่ได้เลือกไว้โดยใช้เทคนิค FMEA ซึ่งมีการระบุแผนผังกระบวนการไหลของการผลิตสภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้ (Potential Failure Mode) ผลกระทบที่เป็นไปได้(Potential Effect (s) of Failure) และนำมาประเมินโดยให้คะแนน ด้านความรุงแรงของผลกระทบที่เกิด (S) โอกาสที่เกิดขึ้น (O) และความสามารถในการตรวจจับ (D) ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนจะพิจารณาให้จาก
ทีม FMEA ที่ได้ประเมินไว้ดังตารางที่ 2.3,2.4 และตารางที่ 2.5 ตามที่ได้ทำการให้คะแนนไว้เพื่อการประเมิน

3.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้ เทคนิคFMEA กระบวนการ

จากการที่ได้รวบรวมข้อมูลของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในรูปแบบของแผนผังสาเหตุและผล แล้วจะนำมารวมคะแนนเพื่อหาสาเหตุของข้อบกพร่องต่างๆที่ได้ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้เบื้องต้น เพื่อนำมาหาแนวทางการแก้ไข โดยจะเริ่มจากสาเหตุที่มีค่าความเสี่ยง (RPN) เป็นลำดับแรก

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์การประเมินก่อนการปรับปรุง

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบต่อลูกค้า	ความรุนแรง S	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่ O	มาตรการและวิธีป้องกันในปัจจุบัน	การตรวจจับ D	RPN
การส่ง COIL PMV	หยิบ COIL PMV ผิดรุ่น	เครื่องปรับอากาศคอยล์ร้อนทำงานไม่เต็ม	9	-ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย	8	การตรวจสอบด้วยการมองเห็น	6	432
				-รีบร้อน	4		6	216
				-รูปร่างคล้ายคลึงกัน	10		9	810
				-การตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะใส่ Coil PMV	9	ตรวจสอบด้วยการมองเห็นและมีป้ายแจ้งระบบค่าไฟ	7	567
				-นำกะบะใส่ชิ้นงานมาส่งช้า	3	ตรวจสอบด้วยการมองเห็น	6	162
				-ลืมหยิบคัมบังมาพร้อมรถใส่กระบะ	3		6	162

3.4.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่อง

จากการวิเคราะห์ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มของสาเหตุกับ RPN เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกแนวโน้มของสาเหตุมาทำการวิเคราะห์และดำเนินการแก้ไขแก้ไข จะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ที่มีมาก ซึ่งลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่รวมถึงการลดความรุนแรง จากนั้นจึงทำการ

พิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงสูงเพื่อนำมาแก้ไข ผลที่ได้ออกมานั้นมีทั้งหมด 3 สาเหตุ ที่ต้องทำการแก้ไขจากทั้งหมด 6 สาเหตุ แสดงดังนี้ ตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สาเหตุที่ต้องทำการแก้ไขโดยเลือกค่าที่มีความเสี่ยงมากใน 3 ลำดับแรก

กระบวนการ	แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง	แนวโน้มข้อสาเหตุ
การส่งCOIL PMV	ส่ง Coil PMV ผิดรุ่น	-ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย
		-รูปร่างเหมือนกัน
		-การตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะใส่ Coil PMV

จากตารางแสดงถึงสาเหตุข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง FMEA ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาต่อไปกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

3.5 วิธีวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและผลจากการแก้ไข

โดยมีการกำหนดวิธีการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและผลจากการแก้ไขจากสาเหตุดังนี้

3.5.1 วิธีวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข

หาแนวทางการแก้ไขในการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยการระดมแนวความคิดมาตราการตอบโต้เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการใดที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการส่งPART ให้น้อยที่สุดจึงต้องนำสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้างต้นมาระดมสมองกันในหลายฝ่าย คือ รองผู้จัดการแผนก SCA หัวหน้างาน M/H และ Engineer แผนกควบคุมคุณภาพ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข

3.5.2 วิธีวิเคราะห์ผลการแก้ไข

วิธีการวิเคราะห์ผลการแก้ไขโดยทำการเก็บข้อมูลและค่าต่างๆ โดยทำการวัดค่าแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณว่าหลังทำการปรับปรุงค่าที่ได้ที่กำหนดหรือไม่และถ่ายภาพเพื่อที่จะเป็นตัวชี้วัดว่าปัญหาดังในข้างต้นได้ทำการแก้ไขแล้ว

3.6 วิธีวัดผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน

การวัดผลและเปรียบเทียบการปรับปรุงมีขั้นตอนการศึกษาเป็นลำดับ ดังนี้

3.6.1 เปรียบเทียบผลก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

เก็บรวบรวมข้อมูลจากการจดบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำงานและนำมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไข

3.6.2 จัดทำข้อมูลในรูปแบบเปอร์เซ็นต์

ข้อมูลของความผิดพลาดจากกระบวนการส่ง PART ที่ได้จากการแก้ไขมาจัดทำในรูปแบบเปอร์เซ็นต์เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบคอยล์ร้อนลดลงหรือไม่

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทำการวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นของการส่ง PART ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหลัก และทำให้มีการเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้นของบริษัท โตชิบา แคเรียร์ฯ กรณีศึกษา ได้แก่ ชิ้นส่วน COIL-PMV ที่ได้กล่าวมาใน บทที่ 3 ซึ่งได้แสดงถึงรายละเอียดไว้ในวิธีการดำเนินงาน เพื่อพิจารณาลักษณะข้อบกพร่องเพื่อมาทำการแก้ไขโดยใช้ เทคนิค FMEA ในการแก้ไข จะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยง (PRN) มากที่สุด ซึ่งค่าความความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้ศึกษาต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและป้องกันกระบวนการ โดยที่นำมาพิจารณาใหม่รวมถึงการลดความเสี่ยงและในบทนี้จะแสดงผลที่ได้จากการแก้ไขปัญหาโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ข้อมูลความผิดพลาดก่อนการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแผนภูมิแสดงเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องซึ่งจะเป็นผลทำให้ทีมผู้จัดทำ FMEA ได้ประเมินโดยเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในเบื้องต้น ทำให้สามารถแยกแนวโน้มของสาเหตุที่ต้องทำการแก้ไขใน 3 ลำดับแรกดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเสี่ยง (RPN) ที่ต้องทำการแก้ไข ก่อนการปรับปรุง

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบต่อลูกค้า	ความรุนแรง S	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่ O	มาตรการและวิธีป้องกันในปัจจุบัน	การตรวจจับ D	RPN
การส่ง COIL-PMV	การหยิบ COIL-PMV ผิดรุ่น	เครื่องปรับอากาศคอยล์ร้อนทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	9	-รูปร่างเหมือนกัน	10	-ตรวจสอบด้วยการมองเห็น	9	810
				-ตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะ COIL- PMV	9	-ตรวจสอบด้วยการมองเห็น -ป้ายแจ้งระบบค่าไฟ	7	567
				-ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย	8	-ตรวจสอบด้วยการมองเห็น	6	432

4.2 กำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

จากการวิเคราะห์โดยการให้คะแนนค่าประเมินความเสี่ยง ทำให้สามารถแยกแนวโน้มของสาเหตุทั้งหมด 3 สาเหตุที่มีความเสี่ยงสูงดังนั้น ทีมผู้จัดทำ FMEA ได้ทำการแก้ไขด้วยการระดมสมองโดยการจัดทำเป็นมาตราการตอบโต้แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงมาตราการตอบโต้

กระบวนการ	แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง	แนวโน้มของสาเหตุ	มาตราตอบโต้
การส่ง COIL - PMV	การหยิบ COIL - PMV ผิดรุ่น	-รูปร่างคล้ายคลึงกัน	-ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องมีการวางแผนกับฝ่ายออกแบบถึงการออกแบบ COIL - PMV ให้มีความแตกต่าง -สามารถใช้ร่วมกันได้หลายรุ่น
		-การตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะใส่ COIL- PMV	-กำหนดให้พนักงานตรวจสอบแบบ100% โดยการทำสัญญาลักษณ์ด้วยการมาร์สสี -แจ้งเหตุผลให้พนักงานทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบกับรายได้ของบริษัทและนำไปสู่รายได้ของพนักงาน
		-ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย	-กำหนดให้พนักงาน M/H มีการเซ็นต์รับของก่อนที่จะให้พนักงานสโตร์นำชิ้นงานเข้าเติม

4.2.1 การแก้ไขจากมาตราการตอบโต้

จากการศึกษากระบวนการส่ง PART ผิดพลาดพบว่าควรมีการแก้ไขจากมาตราการตอบโต้ที่เกิดจากการระดมสมองของทีมผู้จัดทำ FMEA สำหรับกระบวนการ โดยมี 3 สาเหตุ ที่ต้องทำการแก้ไขจากกระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุข้างต้น ได้ดังนี้

❖ ความผิดพลาดจากสาเหตุที่ 1

- รูปร่างคล้ายคลึงกัน

➢ มาตราการตอบโต้ มี 2 แนวทาง (ข้อเสนอแนะ)

- ฝ่ายควบคุมคุณภาพควรมีการวางแผนกับฝ่ายออกแบบถึงการออกแบบ COIL - PMV ให้มีความแตกต่าง
- ฝ่ายออกแบบควร ออกแบบให้ COIL - PMV สามารถใช้ร่วมกันได้หลายรุ่น

❖ ความผิดพลาดจากสาเหตุที่ 2

- การตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะใส่ COIL - PMV

➢ มาตราการตอบโต้ มี 2 แนวทาง

1) กำหนดให้พนักงานตรวจสอบแบบ 100% โดยการทำสัญญาลักษณ์ด้วยการมาร์สสี ดังภาพที่ 4.1 , 4.2

วิธีการดำเนินแก้ไข

ภาพแสดงที่ 4.1 การปฏิบัติงานของพนักงาน ก่อนการปรับปรุง

ภาพที่ 4.2 การปฏิบัติงานของพนักงาน หลังการปรับปรุง

หมายเหตุ

จากการเสนอแนวทางแก้ในการตรวจสอบแบบ 100% อาจจะเป็นการเพิ่มเวลาการทำงานของพนักงาน ผู้ศึกษาจึงได้ทำการจับเวลาก่อนและหลังการเพิ่มกระบวนการทำงาน เพื่อที่จะได้ทราบถึงผลกระทบด้านเวลาและต้นทุนที่อาจจะเพิ่มขึ้น แต่จากการจับเวลาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าไม่มีผลกระทบ

จึงได้ทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการทำงานทั้ง 3 กระบวนการจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การว่างงานยัง อยู่ในเกณฑ์ที่บริษัทได้ตั้งไว้ ดังตารางที่ 4.3 ,4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงเปอร์เซ็นการทำงาน ก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอนการทำงาน	เปอร์เซ็นต์การทำงาน	สรุป
ทำงาน		ทำงาน74.8%
ว่างงาน		ว่างงาน25.2%

ดังนั้นการหาเปอร์เซ็นการทำงานก่อนการปรับปรุงเมื่อเพิ่มงานขึ้นเป็นการตรวจเช็ค จะเห็นได้ว่าการว่างงานลดลงดังตารางตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นการทำงาน หลังการปรับปรุง

ขั้นตอนการทำงาน	เปอร์เซ็นต์การทำงาน	สรุป
ทำงาน		ทำงาน74.8%
ตรวจเช็ค		ตรวจเช็ค 16.1%
ว่างงาน		ว่างงาน9.1%

จากการเปรียบเทียบหาผลกระทบในการเพิ่มการทำงานนั้น จึงได้นำค่าเปอร์เซ็นต์กระบวนการว่างงานกับการเพิ่มกระบวนการตรวจเช็ค มาทำลบกันเพื่อจะทราบถึงผลกระทบได้ดังนี้

► กระบวนการว่างงาน

เปอร์เซ็นต์การทำงานได้ที่= 25.2%

► กระบวนการตรวจเช็ค

เช็คเปอร์เซ็นต์การทำงานได้ที่=16.1%

จะได้ 25.2% -16.1% = 9.1% เห็นได้ว่าการเพิ่มกระบวนการตรวจเช็คไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของพนักงาน เพราะ ฝ่ายวิศกรรมไลน์ผลิตกำหนดค่าเผื่อที่ 5%

2) แจ้งเหตุผลให้พนักงานทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบกับรายได้ของบริษัท และนำไปสู่รายได้ของพนักงาน

วิธีการดำเนินแก้ไข

ภาพที่ 4.3 การประชุมอบรมก่อนการปฏิบัติของพนักงานในช่วงเช้า

❖ ความผิดพลาดจากสาเหตุที่ 3

- ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย

➢ มาตราการตอบโต้ มี 1 แนวทาง (ข้อเสนอแนะ)

- กำหนดให้พนักงาน M/H มีการเซ็นต์รับของก่อนที่จะให้พนักงานสโตร์นำชิ้นงานเข้าเติม

4.3 การเปรียบเทียบค่า RPN จากการปรับปรุง

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า RPN พบว่า หลังการปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1 มีจำนวนความผิดพลาดลดลงโดยมีการทำตารางเปรียบเทียบค่า PRN จากการปรับปรุงครั้งที่ 1 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปค่า RPN หลังการปรับปรุง

ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบต่อลูกค้า	ความรุนแรง S	สาเหตุข้อบกพร่อง	ความถี่ O	มาตรการตอบโต้	การตรวจจับ D	RPN
การหยิบ COIL-PMV ผิดรุ่น	เครื่องปรับอากาศคอยล์ร้อน ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	9	-รูปร่างเหมือนกัน	5	-ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องมีการวางแผนกับฝ่ายออกแบบถึงการออกแบบ COIL - PMV ให้มีความแตกต่าง -สามารถใช้ร่วมกันได้หลายรุ่น	6	270
			-ตรวจเช็คแค่ชั้นวางกะบะ	3	- ตรวจสอบแบบ100% โดยการทำสัญญาลักษณ์ด้วยการมาร์สสี - แจ้งเหตุผลให้พนักงานทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นซึ่งส่งผลกระทบกับรายได้ของบริษัทและนำไปสู่รายได้ของพนักงาน	7	189
			-ติดป้ายไม่ตรงกะบะลืมติดป้าย	4	-กำหนดให้พนักงาน M/H มีการเซ็นต์รับของก่อนที่จะให้พนักงานสโตร์นำชิ้นงานเข้าเติม	6	216

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์และปรับปรุงความผิดพลาดการส่ง PART กระบวนการประกอบเครื่องปรับคอยล์ร้อน กรณีศึกษา : บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด จากการศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาด โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งหาสาเหตุของ ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ โดยการใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ 7QC TOOLS และ เทคนิคการใช้ FMEA สำหรับกระบวนการ มาช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นความถี่และค่า RPN ที่นำไปสู่การแก้ไขและลดของเสียที่ขึ้น โดยใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในเดือน กุมภาพันธ์ มาทำการวิเคราะหารสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดที่เกิดขึ้น จึงกำหนดมาตราการแก้ไขหรือปรับปรุงโดยพิจารณาจากการป้องกันและตรวจจับความผิดพลาดในปัจจุบันที่มีสาเหตุมาจากการวิเคราะห์ผังก้างปลา โดยนำค่า RPN ที่มีค่าความเสี่ยงสูงใน 3 ลำดับแรก มาทำการแก้ไขและปรับปรุง ซึ่งในการปรับปรุงได้วิเคราะห์สาเหตุส่วนมากมาจากพนักงาน ดังนั้นจึงได้จัดทำมาตราตอบโต้มาช่วยจัดการแก้ไขในกระบวนการที่ผิดพลาด โดยได้ให้หัวหน้าแผนกได้ชี้แจงให้พนักงานทำการแก้ไขตามมาตราการที่ได้คิดในการแก้ไข เพื่อทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้ไขปัญหาตามวิธีที่กำหนด

หลังจากทำการแก้ไขปรับปรุงได้มีการเปรียบเทียบข้อมูลความผิดพลาดในเดือน กุมภาพันธ์ 2561 กับเดือน เมษายน 2561 ซึ่งผลการดำเนินการพบว่ามีสัดส่วนที่ความความผิดพลาดลดลง

5.2 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการปรับปรุงตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการส่ง COIL-PMV ก่อนการปรับปรุงมีความผิดพลาดที่จำนวน 15 ครั้ง หลังการปรับปรุงเห็นได้ว่าความผิดพลาดลดลงเหลือ

4 ครั้ง หรือเท่ากับ 26.66% จากการปรับปรุงใน 1 สาเหตุ จากทั้งหมด 3 สาเหตุ

5.3 กิจกรรมเสนอแนะ

1) ควรจัดอบรมพนักงานในทราบถึงผลกระทบที่ เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของพนักงาน
2) ควรจัดอบรมพนักงานให้มีความเข้าใจงานกับงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย
3) ทุกขั้นตอนในการรับงานจากอีกฝ่ายอื่น ต้องมีการตรวจเช็คและเซ็นต์รับเพื่อเป็นหลัก
4) สามารถนำหลักความคิดนี้ไปใช้กับงานที่มีกระบวนการที่มีปัญหาใกล้เคียงกัน

บรรณานุกรม

[1] นางสาวจุฑามาศ พรหมมนตรี ศึกษาการจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และการ วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ 2556 ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยหาดใหญ่

[2] รศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม การศึกษางานอุตสาหกรรม จัดพิมพ์โดยบริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด 2552

[3] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ การวิเคราะห์และอาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)จัดพิมพ์โดยบริษัท สำนักพิมพ์ส.ส.ท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2547

[4] ธวัชชัย บรรณรน การหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาความไม่สม่ำเสมอในกระบวนการชุบทองแดง มหาวิทยาลัยศรีปทุม 2558

ประวัติผู้ทำโครงงาน

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวการะเกด มีชนะ
ชื่อเล่น	เกด
รหัส	56029182
เบอร์โทรศัพท์	083-0121939
E-mail	KarakadMechana2536@gmail.com
วัน เดือน ปีเกิด	29 พฤษภาคม พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28/1 หมู่ 8 ตำบล หนองสาหร่าย อำเภอ ดอนเจดีย์ จังหวัด สุพรรณบุรี รหัสไปรษณีย์ 72170

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี สาขากลโรงงาน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี สาขาเครื่องกล
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมระบบเครื่องกลและนวัตกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ประวัติการทำงาน/ฝึกงาน	ฝึกงานที่บริษัท โตชิบา แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด