การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของกระบวนการบรรจุอาหารสัตว์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

ภาณุวัฒน์ ผลเพิ่ม

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ ภาณุวัฒน์ ผลเพิ่ม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

.....กรรมการ

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล)

วันที่ 16 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา เป็นอย่างสูง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานนิพนธ์ฉบับนี้ คอยให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำงานนิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณพนักงานฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงในบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ที่คอยสนับสนุนและให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ที่ให้ทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิตแก่ข้าพเจ้าตลอดไปจนถึง ภรรยาและลูกสาวอันเป็นที่รักยิ่ง ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

ภาณุวัฒน์ ผลเพิ่ม

57920727: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: การวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องและผลกระทบ/ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน/
ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ภาณุวัฒน์ ผลเพิ่ม: การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตอาหารด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (AN IMPROVEMENT OF A PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR A PACKAGE FILLING PROCESS USING THE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS TECHNIQUE.) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: บรรหาญ ลิลา, Ph.D., 69 หน้า. ปี พ.ศ. 2562.

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (FMEA) และผลกระทบเพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของสายการบรรจุอาหารสัตว์เม็ดอบแห้งแห่งหนึ่ง จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า สายการบรรจุนี้มีดัชนีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำกว่าเป้าหมายที่ต้องการ เนื่องจากเครื่องบรรจุและปิดผนึก ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำคัญมีเวลาสูญเสียจากการล้มเหลวเฉลี่ย 20.4 ชั่วโมงต่อเดือน จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA พบว่า เกิดจากความบกพร่องของ 3 ชิ้นส่วนหลักของเครื่องจักร จึงได้กำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและประยุกต์ ส่งผลให้เวลาสูญเสียของเครื่องบรรจุและปิดผนึกลดลงเหลือ 9.42 ชั่วโมงต่อเดือน ส่งผลให้ดัชนี OEE ของสายการบรรจุอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจาก 79.4% เป็น 84.4% หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จึงสรุปได้ว่า การประยุกต์เทคนิค FMEA นำไปสู่การกำหนดแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่มีประสิทธิผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถขยายแนวทางการประยุกต์ไปยังหน่วยงานอื่นต่อไป

57920727: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng.
(INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORD: FAILURE MODES AND EFFECT ANALYSIS/ PREVENTIVE MAINTENANCE/
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
PANUWAT PHOLPERM: AN IMPROVEMENT OF A PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR A PACKAGE FILLING PROCESS USING THE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE: BANHAN LILA, Ph.D., 69 P. 2019.

This research presents an application of the Failure Modes and Effect Analysis technique to improve the efficiency of the preventive maintenance plan in a package filling process. The preliminary analysis of data indicated that an Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the package filling process was lower than target, due to the down time, on average of 20.4 Hours per month, of a Fill and Seal which is the critical machine in the process. Implementation of the FMEA revealed that failure of important components of the machine was the cause of such down time. To alleviate the situation, the preventive maintenance plan, specifically for these components was re-designed and implemented. As a result, the down time of the Fill and Seal machine was decreased to 9.42 hours per month. Consequently, the OEE index of the of the package filling process had increased from 79.4% to 84.4% which is 5% of increment. Thus, it can be concluded that the implementation of FMEA technique can lead to significant improvement of effectiveness of a preventive maintenance plan and can be applied to other processes.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 9

ขอบเขตของงานวิจัย 10

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 10

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 11

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 12

เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ 18

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 30

การรวบรวมข้อมูล 31

รวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขัดข้องของเครื่องจักร 35

การจัดลำดับชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักร 35

ขั้นตอนการวิเคราะห์รากของสาเหตุ 40

การจัดทำแผนซ่อมบำรุง 40

การทดลองนำระบบการบำรุงรักษาหลังการปรับปรุงไปใช้งาน 41

การติดตามและสรุปผล 42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการดำเนินการวิจัย	43
	การรวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร	43
	การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนของเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA	44
	ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุ	51
	การปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุง	58
	การประยุกต์ระบบการบำรุงรักษาหลังการปรับปรุง	63
	การติดตามและสรุปผล	63
5	สรุปผลการวิจัย	65
	สรุปผลการวิจัย	65
	อภิปรายผลการวิจัย	66
	ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม		67
ประวัติย่อของผู้วิจัย		69

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 มูลค่าการส่งออกอาหารสัตว์เลี้ยงของไทย ปี พ.ศ. 2555-2557 3

1-2 จำนวน Break down time และ % Break down ของสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561 8

3-1 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561 32

3-2 จำนวนเวลาเครื่องจักรขัดข้องของสายการบรรจุ C ในปี พ.ศ. 2561 33

3-3 จำนวนเวลาเกิด Break down ของแต่ละเครื่องจักรในสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561 34

3-4 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา 36

3-5 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ 37

3-6 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิด 39

3-7 เกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษา 41

4-1 ตัวอย่างข้อมูลการขัดข้องของเครื่อง Fill and Seal 43

4-2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน 44

4-3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน 45

4-4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน 46

4-5 ค่า RPN ของแต่ละอุปกรณ์ของเครื่องจักร Fill and Seal 47

4-6 คะแนน RPN ที่มีการเรียงลำดับจากมากไปน้อย 49

4-7 สาเหตุ และแนวทางแก้ไขของปัญหาการขัดข้องของอุปกรณ์ 56

4-8 จำนวนครั้งและเวลาเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร Fill and Seal ก่อนและหลัง 64

4-9 จำนวน % Break down และ % OEE ของสายการบรรจุ C หลังการปรับปรุง 64

4-10 ค่า RPN ก่อน-หลังการปรับปรุงของชิ้นส่วนในเครื่อง Fill and Seal 64

สารบัญภาพ

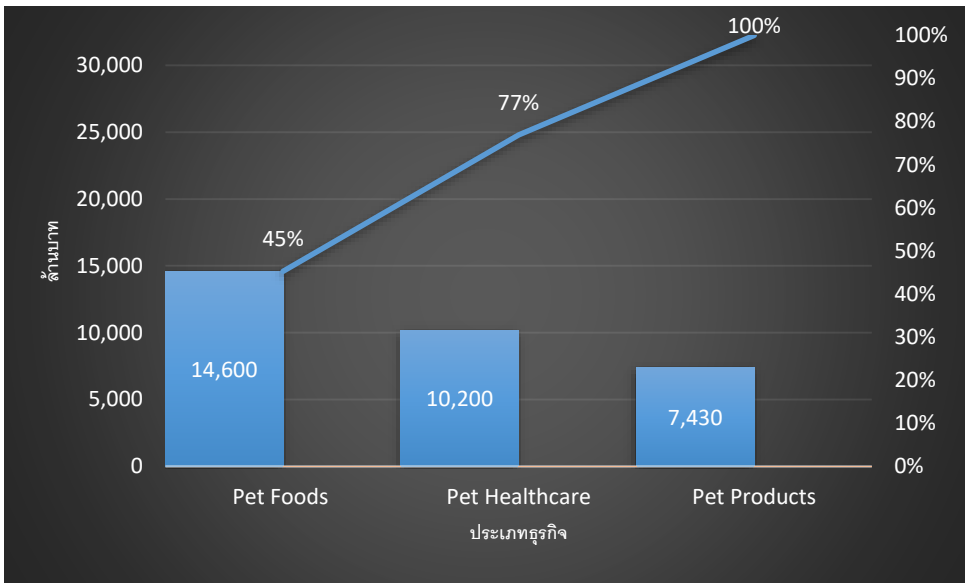
ภาพที่		หน้า
1-1	มูลค่าอุตสาหกรรมสัตว์เลี้ยงในไทย ปี พ.ศ. 2561	2
1-2	โครงสร้างแผนผังการบริหารงานขององค์กร	4
1-3	Production process flow กระบวนการผลิตอาหารเม็ดอบแห้ง	5
1-4	Package filling process flow กระบวนการบรรจุอาหารเม็ดอบแห้ง	6
1-5	ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ของสายการบรรจุ C ในปี พ.ศ. 2561	9
2-1	ความเป็นมาของงานด้านการบำรุงรักษา	14
2-2	เส้นโค้งอ่างน้ำ	17
2-3	องค์ประกอบของความสูญเสียในการหาค่า OEE	26
3-1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
3-2	Process flow และเครื่องจักรสายการบรรจุ C	33
3-3	จำนวนเวลาเครื่องจักรเกิด Break down ของสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561	34
4-1	กราฟแสดงปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรด้วยเทคนิคพาเรโต	51
4-2	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	52
4-3	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm	53
4-4	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยซีลถุงด้านบนและด้านล่างรั่ว	54
4-5	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบ	55
4-6	มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดให้ความร้อน	59
4-7	มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแผ่นนำความร้อน	60
4-8	มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดซีลบน-ล่าง	61
4-9	มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดแทงจีบถุง	62

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันอัตราการแข่งขันทางธุรกิจเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในภาคส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตทั้งทางด้านคุณภาพ ราคาสินค้า และการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า การพัฒนาความสามารถและการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกองค์กร ด้วยการจัดการทรัพยากรทางด้านบุคคล เครื่องจักร เงินทุน ข้อมูล และเวลาที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด เพื่อรักษาและป้องกันผลกำไรที่ได้รับอยู่ให้อยู่ในระดับที่องค์กรตั้งเป้าหมายไว้ และจากข้อเท็จจริงที่ผลกำไร คือ ส่วนต่างที่เป็นบวกระหว่างรายรับรวมและต้นทุนรวม แนวทางในการเพิ่มผลกำไรจึงทำได้โดยการเพิ่มรายรับให้มากขึ้น และ/ หรือ ลดต้นทุนรวมให้น้อยลง

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงนับเป็นธุรกิจด้านการเกษตรที่ยังมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่องท่ามกลางภาวะเศรษฐกิจที่ซบเซา เนื่องจากหลากหลายปัจจัยสนับสนุนโดยเฉพาะ 1) การเพิ่มขึ้นของจำนวนสัตว์เลี้ยง 2) ลักษณะการเลี้ยงที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเจ้าของสัตว์เลี้ยงให้ความใส่ใจกับคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์เลี้ยงมากขึ้น และ 3) การเลี้ยงในลักษณะที่เสมือนเป็นสมาชิกในครัวเรือน ส่งผลให้ตลาดสินค้า/ บริการที่เกี่ยวเนื่องกับสัตว์เลี้ยงมีแนวโน้มขยายตัวอย่างรวดเร็ว

จากการรายงาน พบว่า 1) ตลาดอาหารสัตว์เลี้ยงและสินค้า/ บริการที่เกี่ยวเนื่องกับสัตว์เลี้ยงในประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวในเกณฑ์สูงโดยนับเป็น 1 ใน 3 ประเทศที่ตลาดอาหารสัตว์เลี้ยงและสินค้า/บริการที่เกี่ยวเนื่องกับสัตว์เลี้ยงมีการขยายตัวเร็วที่สุดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกร่วมกับจีนและอินเดีย ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกอาหารสัตว์เลี้ยงเป็นอันดับ 5 ของโลก และมีชื่อเสียงในการส่งออกอาหารสุนัขและแมวที่ทำจากปลาของไทยยังมีโอกาสในการขยายตลาดส่งออกเพิ่มขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และลาตินอเมริกา 2) อุตสาหกรรมสัตว์เลี้ยงในไทยปี พ.ศ. 2561 มีมูลค่าประมาณ 32,230 ล้านบาท แบ่งออกเป็น 1) ตลาดอาหารสัตว์เลี้ยง (Pet Foods) 14,600 ล้านบาท (ร้อยละ 45) 2) สถานพยาบาลสัตว์เลี้ยง (Pet Healthcare) 10,200 ล้านบาท (ร้อยละ 32) และ 3) ผลิตภัณฑ์สำหรับสัตว์เลี้ยง (Pet Products) 7,430 ล้านบาท (ร้อยละ 23) ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 มูลค่าอุตสาหกรรมสัตว์เลี้ยงในไทย ปี พ.ศ. 2561

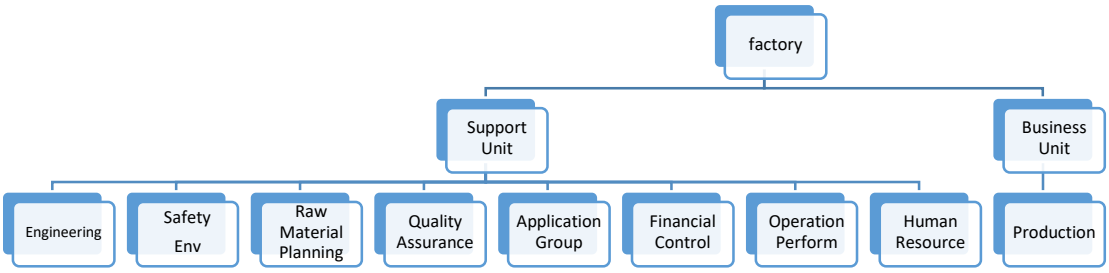
มูลค่าการส่งออกอาหารสัตว์เลี้ยงของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาเฉพาะในปี พ.ศ. 2557 ในช่วงเดือนมกราคม-กันยายน พบว่า ตลาดส่งออกอาหารสัตว์เลี้ยง 5 ลำดับแรก ได้แก่

1. ญี่ปุ่น มูลค่า 219.24 ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ อัตราขยายตัวลดลง ร้อยละ 0.09
2. สหรัฐ ฯ มูลค่า 160.42 ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ
3. อิตาลี มูลค่า 67.47 ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ
4. ออสเตรเลีย มูลค่า 49.47 ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ
5. มาเลเซีย มูลค่า 44.55 ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ

ตารางที่ 1-1 มูลค่าการส่งออกอาหารสัตว์เลี้ยงของไทย ปี พ.ศ. 2555-2557

ประเทศ	มูลค่าส่งออก (ล้านเหรียญสหรัฐ ฯ)			อัตราขยายตัว (%)		สัดส่วน (%)	
	2555	2556	2557 (ม.ค.-ก.ย.)	56/55	57/56 (ม.ค.-ก.ย.)	2556	2557 (ม.ค.-ก.ย.)
1. ญี่ปุ่น	313.29	305.56	219.24	-2.47	-0.09	33.66	30.04
2. สหรัฐอเมริกา	141.68	176.58	160.42	24.63	27.59	19.45	21.98
3. อิตาลี	70.19	75.04	67.67	6.91	25.98	8.27	9.27
4. ออสเตรเลีย	56.38	61.70	49.47	9.44	6.66	6.80	6.78
5. มาเลเซีย	46.97	55.14	44.55	17.41	10.24	6.08	6.10
6. ไต้หวัน	26.13	30.63	25.59	17.19	15.85	3.37	3.51
7. เยอรมนี	17.74	25.11	23.59	41.53	37.87	2.77	3.23
8. สหราชอาณาจักร	29.35	32.34	21.54	10.20	-9.26	3.56	2.95
9. อินโดนีเซีย	17.57	26.67	20.23	51.79	3.18	2.94	2.77
10. รัสเซีย	9.40	12.13	10.37	28.99	14.63	1.34	1.42
รวม 10 รายการ	728.70	800.90	642.70	9.91	11.33	88.24	88.07
รวมอื่น ๆ	99.20	106.80	87.10	7.63	10.02	11.76	11.93
รวมทุกประเทศ	827.92	907.68	729.76	9.63	11.17	10.00	100.00

งานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาปัญหาด้านประสิทธิผลโดยรวมของการใช้เครื่องจักร เพื่อผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงในโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ซึ่งมีกำลังการผลิตเฉลี่ย ประมาณ 120 ตันต่อวัน มีพนักงานประมาณ 150 คน พนักงานจะประจำในหน่วยงานต่าง ๆ ตามโครงสร้างแผนผังการบริหารงานขององค์กร ดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 โครงสร้างแผนผังการบริหารงานขององค์กร

งานวิจัยฉบับนี้จะทำการศึกษาในส่วนของ Production ซึ่งเป็นหน่วยผลิตสินค้าตามแผนการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยตรง ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์ ของโรงงานเป็นอาหารสุนัขและแมว ประเภทอาหารเม็ดอบแห้ง แบ่งตามลักษณะประเภทของถุงที่บรรจุได้ 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 Doy pack บรรจุอาหารขนาด 400-500 g

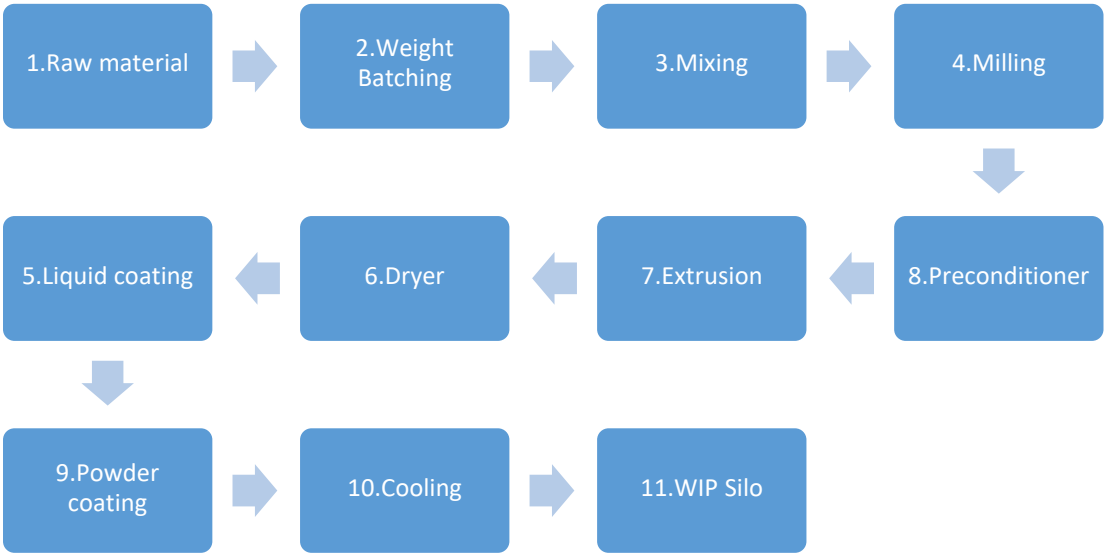
ประเภทที่ 2 Bock bottom บรรจุอาหารขนาด 400 g-3 kg

ประเภทที่ 3 Flat bottom บรรจุอาหารขนาด 400 g-3 kg

ประเภทที่ 4 Woven bag บรรจุอาหารขนาด 7 kg-22 kg

2. กระบวนการผลิต สายการผลิตอาหารเม็ดอบแห้งของโรงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการแปรรูปและอบแห้ง (Production process) และกระบวนการบรรจุ (Package filling)

2.1 Production process เป็นกระบวนการที่แปรรูป Raw material โดยผ่านเครื่องจักรต่าง ๆ ในแต่ละกระบวนการ จำนวน 11 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1-3



ภาพที่ 1-3 Production process flow กระบวนการผลิตอาหารเม็ดอบแห้ง

ซึ่งแต่ละกระบวนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กระบวนการที่ 1 Raw material ที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) Main ingredient ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบในการผลิตหลักประมาณ 90% ยกตัวอย่าง เช่น ข้าวโพด ปลาป่น ปีกสัตว์ป่น กากถั่วเหลือง เป็นต้น และ 2) Small ingredient ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบในการผลิตรองประมาณ 10% ยกตัวอย่างเช่น กรดอะมิโนวิตามิน เกลือแร่ เส้นใยพืช แร่ธาตุ เป็นต้น

กระบวนการที่ 2 Weight batching เป็นกระบวนการที่นำ Main ingredient และ Small ingredient มาชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณตามสูตรการผลิตในแต่ละ Batch

กระบวนการที่ 3 Mixing เป็นกระบวนการที่ทำการผสม Main ingredient และ Small ingredient คลุกเคล้าให้เข้ากัน

กระบวนการที่ 4 Milling เป็นกระบวนการที่ทำการตีบดละเอียด Raw material ให้ได้เป็นผงละเอียดขนาด น้อยกว่า 0.8 ม.ม. ที่เรียกว่า ผง Dry mix

กระบวนการที่ 5 Preconditioner เป็นกระบวนการผสมผง Dry mix ให้คลุกเคล้าเข้ากับน้ำร้อนและไอน้ำ เพื่อให้มีลักษณะนุ่มเหนียวเพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นรูป

กระบวนการที่ 6 Extrusion เป็นกระบวนการบีบอัดขึ้นรูปเม็ดอาหารสัตว์เลี้ยงด้วยสกรูแรงดันผ่านแม่พิมพ์ ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะของเม็ดอาหารที่แตกต่างกันออกไป

กระบวนการที่ 7 Dryer เป็นกระบวนการอบแห้งเม็ดอาหารสัตว์เลี้ยงด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 90-120 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้ความชื้นของเม็ดอาหารที่เหมาะสม ประมาณ 7-10 องศาเซลเซียส

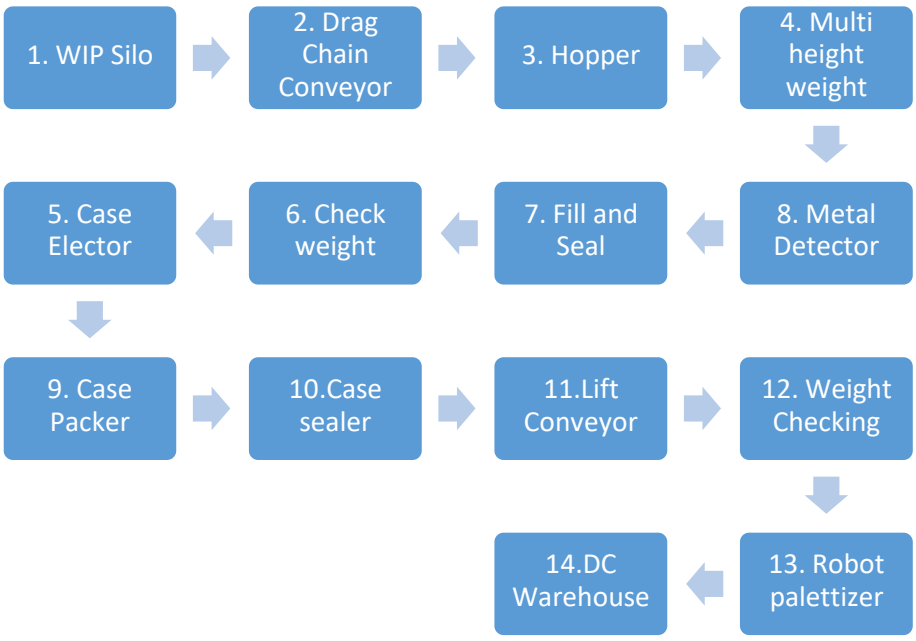
กระบวนการที่ 8 Liquid coating เป็นกระบวนการเคลือบไขมันจากสัตว์และน้ำมันพืชเพื่อให้ได้ %ไขมันที่เหมาะสม ประมาร 8-10%

กระบวนการที่ 9 Powder coating เป็นกระบวนการเคลือบผง Digest powder เพื่อเพิ่มความน่ากิน

กระบวนการที่ 10 Cooling เป็นกระบวนการทำให้เม็ดอาหารเย็นลงเหลืออุณหภูมิที่ 35 $\pm$ 5 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปบรรจุ

กระบวนการที่ 11 WIP silo ทำหน้าที่เป็นที่จัดเก็บเม็ดอาหารเพื่อรักษาความชื้นก่อนส่งไปบรรจุในกระบวนการ Filling packing

2.2 Package filling เป็นกระบวนการที่นำอาหารเม็ดอบแห้งจากกระบวนการ Process มาบรรจุใส่ถุงตามแต่ละ Pack size จากนั้นก็ทำการบรรจุลงกล่องและจัดเรียงบนพาเลทและจัดเก็บเข้าในคลังสินค้า ดังภาพที่ 1-4



ภาพที่ 1-4 Package filling process flow กระบวนการบรรจุอาหารเม็ดอบแห้ง

ซึ่งแต่ละกระบวนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กระบวนการที่ 1 Drag chain conveyor และ Hopper ทำหน้าที่ในการขนส่งเม็ดอาหารจาก WIP silo มายังถังพักเพื่อรอการบรรจุ

กระบวนการที่ 2 Multi height weight ทำหน้าที่ในการชั่งน้ำหนักเม็ดอาหารให้ได้ตามปริมาตรที่กำหนดของแต่ละขนาด Pack size

กระบวนการที่ 3 Metal detector ทำหน้าที่ในการตรวจจับโลหะ อโลหะ และสแตนเลสที่มีขนาดมากกว่า 5 มิลลิเมตร เพื่อไม่ให้ปลอมปนไปกับอาหาร

กระบวนการที่ 4 Fill and seal ทำหน้าที่ในการบรรจุเม็ดอาหารและซีลผนึกถุงอาหาร ซึ่งเป็นเครื่องอัตโนมัติ (Bosch machine)

กระบวนการที่ 5 Check weight ทำหน้าที่ในการทวนสอบน้ำหนักถุงสินค้าที่ทำการบรรจุเพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่กำหนด

กระบวนการที่ 6 Case elector ทำหน้าที่ในการขึ้นรูปกล่องสินค้า

กระบวนการที่ 7 Case packer ทำหน้าที่ในการบรรจุถุงสินค้าลงกล่องสินค้า

กระบวนการที่ 8 Case sealer ทำหน้าที่ในการซีลผนึกกล่องสินค้าด้วย OPP เทป

กระบวนการที่ 9 Lift conveyor ทำหน้าที่ในการลำเลียงกล่องสินค้าเพื่อไปจัดเรียงใส่พาเลท

กระบวนการที่ 10 Check weight ทำหน้าที่ในการชั่งน้ำหนักกล่องสินค้า เพื่อป้องกันสินค้าในกล่องไม่ครบตามจำนวน

กระบวนการที่ 11 Robot palletizer ทำหน้าที่ในการจัดเรียงกล่องสินค้าลงบนพาเลทตามจำนวนที่กำหนด

กระบวนการที่ 12 DC คลังสินค้า ทำหน้าที่ในการจัดเก็บพาเลทสินค้า รอจัดส่งจำหน่าย

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

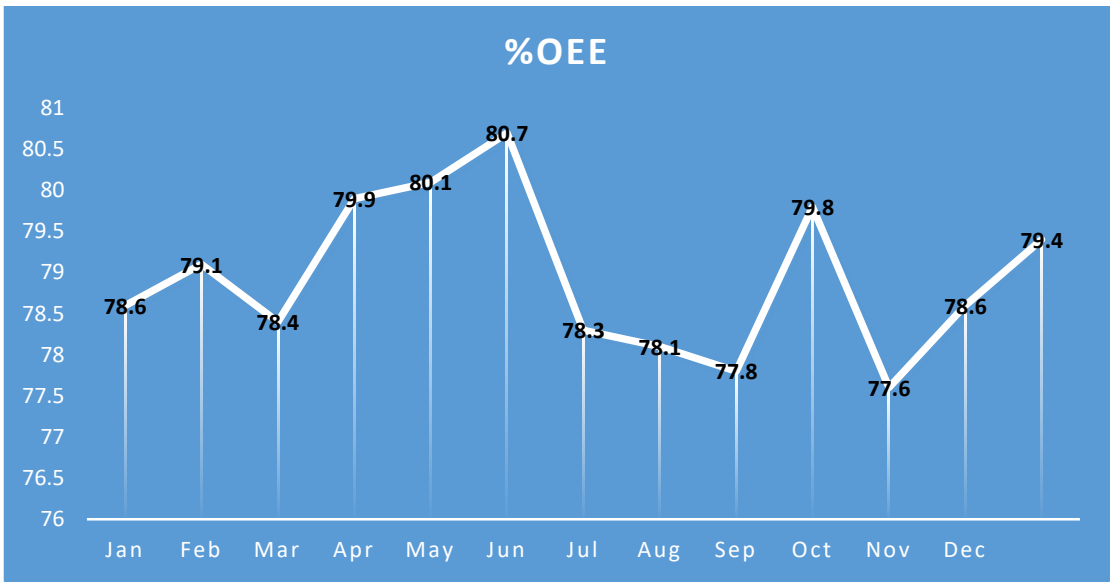
โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์เลี้ยง กลุ่มสุนัขและแมว ส่งขายทั้งในและต่างประเทศ มีนโยบายมุ่งเน้นการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ ส่งมอบสินค้าได้ทันเวลา และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าเป็นสำคัญ ควบคู่ไปกับการพัฒนาโรงงานเพื่อมุ่งไปสู่ความเป็นเลิศใน 5 มิติ (Going for zero) ในด้านของ Safety (0 Injuries) อุบัติเหตุเป็น 0 Quality (0 Defect) สินค้าไม่ได้ตามมาตรฐานเป็น 0 Cost (0 Waste) ของเสียเป็น 0 Delivery (0 Miss) การส่งมอบสินค้าผิดพลาดเป็น 0 Environment (0 Impact) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น 0

แต่เนื่องจากปัจจุบันสายการบรรจุอาหารที่ประกอบด้วยเครื่องจักรที่เป็นระบบอัตโนมัติเป็นส่วนใหญ่ ยังคงพบปัญหาเครื่องจักรหยุดงานจากการเสียหาย (Breakdown) ส่งผลให้สูญเสียเวลาการผลิตเพื่อซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ชำรุดเสียหาย ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบทั้งการสูญเสียโอกาสในการผลิต และการส่งมอบสินค้าที่ไม่ทันเวลา การสูญเสียจากเครื่องจักรผลิตสินค้าไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน และการสูญเสียด้านต้นทุนในการผลิตและการซ่อมบำรุงที่ไม่จำเป็น

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสายการบรรจุอาหารแห้งที่เลือกเป็นกรณีศึกษาสายหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเรียกว่าสายการบรรจุ C เนื่องจากเป็นสายการผลิตที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดของโรงงาน จากข้อมูลของฝ่ายผลิต ดังตารางที่ 1-2 จะพบว่า เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2561 มีจำนวนเวลารวมของการหยุดสายการผลิต (Break down time) ของสายการบรรจุ C เท่ากับ 398.52 ชั่วโมง/ ปี และคิดเป็นสัดส่วนการ Break down เท่ากับ 9.84%

ตารางที่ 1-2 จำนวน Break down time และ % Break down ของสายการบรรจุ C ปี 2561

Month	Loading time (Hour)	Break down time (Hour)	% Break down
Jan	478.5	44.65	9.33%
Feb	325.75	38.16	11.71%
Mar	447.98	35.49	7.92%
Apr	209.68	22.25	10.61%
May	315.2	28.78	9.13%
Jun	271.72	21.61	7.95%
Jul	337.88	34.09	10.09%
Aug	349.26	38.58	11.05%
Sep	254.9	28.65	11.24%
Oct	396.02	37.84	9.56%
Nov	315.7	29.69	9.40%
Dec	348.1	38.73	11.13%
Summary	4050.69	398.52	9.84%



ภาพที่ 1-5 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ของสายการบรรจุ C ในปี พ.ศ. 2561

จากภาพที่ 1-5 พบว่า ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ของสายการบรรจุ C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.4% ซึ่งได้ต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่กำหนดไว้ที่ 80.3% ในปี 2562 ซึ่งส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจาก % Break down ที่เกิดขึ้น

ดังนั้น การที่จะทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมและสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพตามแผนการผลิต และเครื่องจักรไม่เกิดการขัดข้องชำรุดเสียหายในระหว่างการผลิต กล่าวคือ การทำให้ % Break down ลดลง และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ให้เพิ่มขึ้นจำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อแก้ไขที่รากของปัญหาและหาวิธีการป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ ทางผู้ทำวิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) มาเพื่อปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีอยู่ปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการบรรจุ C (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ให้เพิ่มขึ้น
2. เพื่อลดเวลาการขัดข้องและเสียหาย (Break down) ของเครื่องจักรในสายการบรรจุ C ให้ลดลง

ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ้งเน้นการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรของสายการบรรจุอาหาร โดยเริ่มต้นตั้งแต่กระบวนการบรรจุเม็ดอาหาร (Filling) สถานีงานขึ้นรูปกล่อง (Case elector) สถานีงานบรรจุถุงสินค้าลงกล่อง (Auto case packer) สถานีงานปิดฝากล่อง (Case sealer) สถานีงานลำเรียงกล่อง (Elevator conveyor) และสถานีงานจัดเรียงกล่องสินค้าลงพาเลท (Robot and palletizer) ซึ่งจะไม่รวมถึงกระบวนการผลิตเม็ดอาหาร (Process) ซึ่งเป็นกระบวนการก่อนหน้า

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ทำการศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. รวบรวมข้อมูลรายการปัญหาของเครื่องจักร จำนวนครั้งที่เกิดปัญหาและระยะเวลาที่เกิด Break down จากสายการบรรจุ
3. วางแผนการปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน
   3.1 วางแผนแนวทางในการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน
   3.2 จัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิตด้วยเทคนิคพาเรโต
4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขป้องกัน
   4.1 เลือกเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิต
   4.2 ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องจักร
   4.3 รวบรวมสาเหตุของการเสียของเครื่องจักร
   4.4 จัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนของเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA
   4.5 วิเคราะห์และหาสาเหตุของข้อบกพร่องของชิ้นส่วนเครื่องจักรด้วยเทคนิค RCA
   4.6 วิเคราะห์กิจกรรมงานซ่อมบำรุงเพื่อหาขั้นตอนในการดำเนินการซ่อมบำรุงและหาจุดควบคุมการทำงานในแต่ละขั้นตอนของการซ่อมบำรุง
   4.7 วางแผนจัดทำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
   4.8 จัดทำเอกสารมาตรฐานระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำมาประยุกต์ใช้ในสายการผลิต
   4.9 เปรียบเทียบผลของเวลาที่เกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง (Breakdown) ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง
   4.10 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย และข้อเสนอแนะ
   4.11 จัดทำรูปเล่มงานวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันของโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เวลาสูญเสียในการผลิต (Unplanned stoppage) ที่เกิดจากการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรลดลงเหลือไม่เกิน 8%

3. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของสายการผลิตอื่น ๆ ในโรงงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ โดยมุ่งเน้นทฤษฎีเรื่องการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรวมไปถึงการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม และการวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance)

ภาษิต ทินนาม (2557) การบำรุงรักษาเครื่องจักร หมายถึง กิจกรรมหรืองานทั้งหมดที่กระทำต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อรักษาสภาพหรือป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหาย โดยให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยจุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษามี ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เครื่องมือใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องมือเครื่องใช้ได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด

2. เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีสมรรถนะการทำงานสูง (Performance) และช่วยให้เครื่องมือเครื่องใช้มีอายุการใช้งานยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องมือได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือซ่อมแซมแล้ว เครื่องมืออาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหายหรือทำงานผิดพลาด

3. เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ การทำให้เครื่องมือเครื่องใช้มีมาตรฐาน ไม่มีความคลาดเคลื่อนใด ๆ เกิดขึ้น

4. เพื่อความปลอดภัย (Safety) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เครื่องมือเครื่องใช้จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องมือเครื่องใช้ทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยควบคุมการผิดพลาด

5. เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ที่ชำรุดเสียหาย เก่าแก่ขาดการบำรุงรักษาจะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละอองหรือไอของสารเคมีออกมา มีเสียงดัง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

6. เพื่อประหยัดพลังงาน เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ส่วนมากจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องมือเครื่องใช้ได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพดี เดินราบเรียบไม่มีการรั่วไหลของน้ำมัน การเผาไหม้สมบูรณ์ ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

รัชศักดิ์ สารนอก (2556)

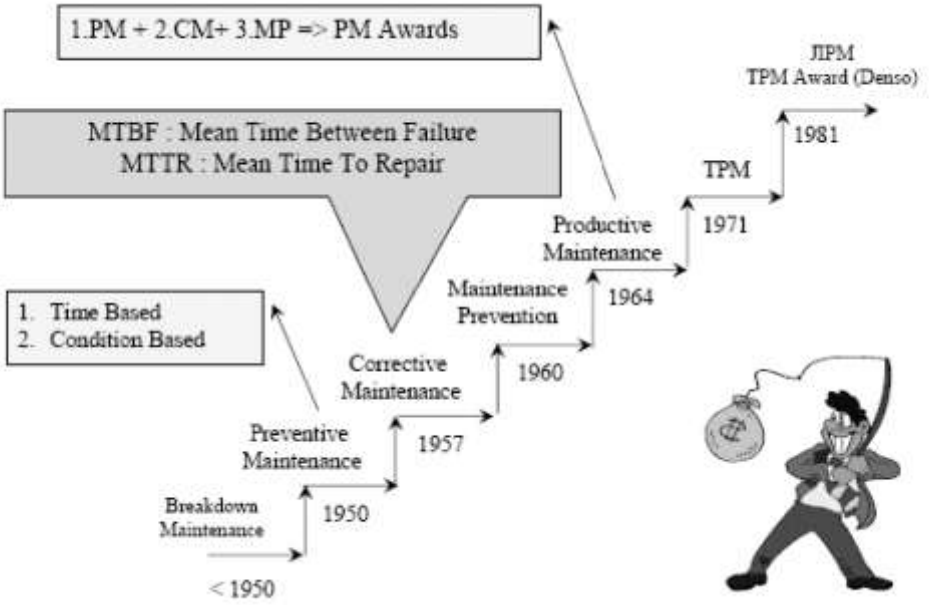
ความเป็นมาของงานด้านการบำรุงรักษา

ยุคแรก ก่อนปี พ.ศ. 2493 นิยมทำการซ่อมแซมหลังจากเครื่องมือเครื่องใช้เกิดเหตุขัดข้องแล้ว ไม่มีการป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องไว้ก่อน

ยุคที่สอง ระหว่างปี พ.ศ. 2493 ถึงปี พ.ศ. 2503 เริ่มนำแนวคิดเกี่ยวกับระบบการบำรุงเชิงป้องกันมาใช้ เพื่อป้องกันมิให้เครื่องมือเครื่องใช้เกิดการชำรุด หรือมีเหตุขัดข้อง

ยุคที่สาม ระหว่างปี พ.ศ. 2503 ถึงปี พ.ศ. 2513 นำเอาแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผล (Productive maintenance) คำนึงถึง ความยากง่ายของการบำรุงรักษาและเอาหลักการด้านเศรษฐศาสตร์มาใช้ร่วมด้วย

ยุคที่สี่ หลังปี พ.ศ. 2513 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันนี้ ได้รวมเอาแนวคิดทุกยุคทุกสมัยเข้ามาประกอบกัน โดยพยายามให้ทุกฝ่ายได้มีส่วนร่วมในงานการบำรุงรักษา (Total productive maintenance) เป็นลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะไม่เน้นเฉพาะฝ่ายบำรุงรักษาเท่านั้น แต่จะเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องใช้ให้มากขึ้น



ภาพที่ 2-1 ความเป็นมาของงานด้านการบำรุงรักษา (ปราโมช วิเศษโวหาร, 2552)

ประเภทของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาตามแผน (Planned maintenance) เป็นการบำรุงรักษาตามกำหนด ตามระบบที่วางไว้ เป็นงานที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้า กำหนดระยะวัน เวลา สถานที่และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าไปดำเนินการ ซึ่งการบำรุงรักษาประเภทนี้จะมีปัญหาน้อย เพราะมีเวลาเตรียมการล่วงหน้าได้ทุกขั้นตอน

การบำรุงรักษานอกแผน (Unplanned maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดการขัดข้องชำรุดเสียหายอย่างกะทันหัน ต้องรีบเร่งทำการบำรุงรักษาทันทีให้เสร็จเรียบร้อยทันการใช้งาน การบำรุงรักษาประเภทนี้จะเกิดปัญหามากกว่าการบำรุงรักษาตามแผน

ชนิดของการบำรุงรักษาเครื่องจักร สามมารถแบ่งออกได้เป็น 8 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันเหตุขัดข้องหรือการชำรุดของเครื่องมือเครื่องใช้โดยฉุกเฉินทำได้ด้วยการตรวจสภาพเครื่อง การทำความสะอาด และการหล่อลื่นอย่างถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องทำงานตามวัตถุประสงค์ตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

2. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break down maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดการชำรุดและต้องหยุดโดยฉุกเฉิน เป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษา แต่ยัง

จำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องทั้งหลาย แม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดใช้เครื่องโดยฉุกเฉินได้ตลอดเวลา

3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective maintenance) เป็นการดำเนินการเพื่อดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ เครื่องใช้หรือ ส่วนประกอบของเครื่อง เพื่อขจัดเหตุขัดข้อง เรื้อรังของเครื่องให้หมดไป และปรับปรุงสภาพของเครื่องให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การป้องกันเพื่อการบำรุงรักษา (Maintenance prevention) เป็นการดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งเครื่องมือเครื่องใช้ที่ไม่ต้อง มีการบำรุงรักษาหรือมีแต่น้อยที่สุด เช่น การออกแบบเครื่องให้มีความแข็งแรงทนทาน บำรุงรักษาง่าย ใช้เทคนิคและวัสดุที่จะทำให้เครื่องมีความเชื่อถือได้สูง รู้จักเลือกและซื้อเครื่องมือเครื่องใช้ที่ดี ทนทาน บำรุงรักษาง่าย และมีราคาที่เหมาะสม

5. การบำรุงรักษาทวีผล (Productive maintenance) เป็นกรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอาการบำรุงรักษาที่ 1-4 มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานขององค์กรให้เกิดผลสูงสุด การบำรุงรักษาที่ดีจะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการ ทวีผล และมีสัมฤทธิผลภาพสูงสุด

6. การบำรุงรักษาทวีผลรวม (Total productive maintenance) เป็นการระดมคนทุกคนที่เกี่ยวข้อง (เจ้าของเครื่อง ผู้รับผิดชอบเครื่อง ผู้ใช้เครื่อง) และผู้ที่ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบในการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้

Total productive maintenance หรือ TPM หมายถึง กิจกรรมที่ทำเป็นระบบในกระบวนการป้องกันไม่ให้เกิดการเสียของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน ตั้งแต่กระบวนการออกแบบให้สามารถซ่อมและบำรุงรักษาได้ง่าย เครื่องจักรขัดข้องหรือเกิดอุบัติเหตุน้อยที่สุด กิจกรรมของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม มีทั้งหมด 8 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง

กิจกรรมที่ 2 การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม

กิจกรรมที่ 3 การบำรุงรักษาอย่างมีคุณภาพ

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงเฉพาะด้าน

กิจกรรมที่ 5 ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน

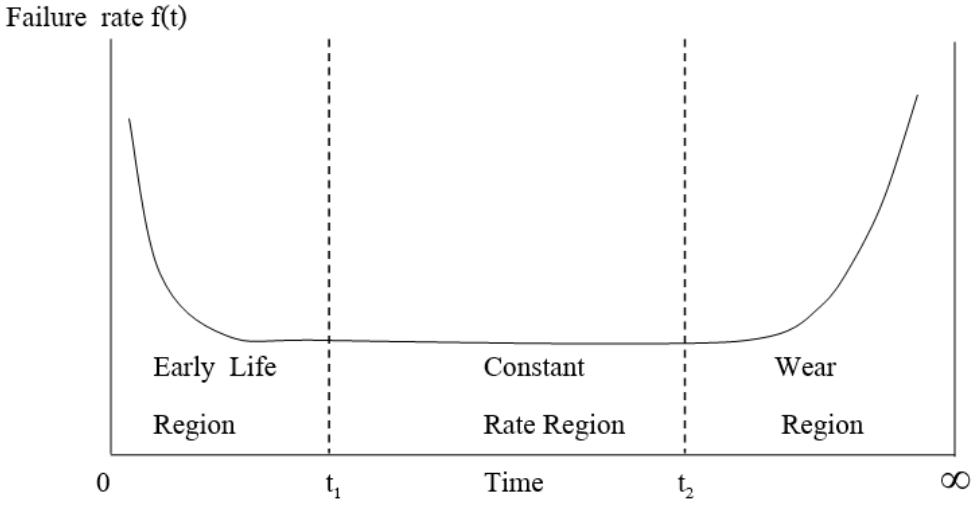
กิจกรรมที่ 6 การปรับปรุงกระบวนการผลิต

กิจกรรมที่ 7 การศึกษาอบรม

กิจกรรมที่ 8 การป้องกันการบำรุงรักษา

7. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance) เป็นวิธีการที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยเป็นการเลือกใช้เทคนิคใหม่ ๆ ของเครื่องมือต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ในการวัดความสั่นสะเทือน กล้องอินฟาเรด เทอร์โมกราฟฟี่ เป็นต้น โดยสามารถจัดแบ่งการบำรุงรักษาแบบนี้ออกเป็นวิธีย่อย ๆ คือ การวิเคราะห์สัญญาณความสั่นสะเทือน (Vibration analysis) การวิเคราะห์สารหล่อลื่นใช้แล้ว (Oil/ Wear practical analysis) การวิเคราะห์ภาพถ่ายความร้อน (Thermography monitoring) เป็นต้น ซึ่งเราเรียกวิธีการเหล่านี้ว่า เป็นการติดตามสุขภาพของเครื่องจักรทำให้ฝ่ายบำรุงรักษาสามารถที่จะทราบถึงต้นเหตุของการชำรุด และสามารถที่จะวางแผนในการซ่อมบำรุงรักษา เตรียมแรงงาน จัดซื้อชิ้นส่วนอะไหล่ล่วงหน้า และสามารถที่จะกำหนดช่วงเวลาในการทำงานซึ่งไม่ขัดกับแผนกการผลิตหลักได้ โดยประโยชน์ที่จะได้รับจากการบำรุงรักษาลักษณะนี้ คือ 1) ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา 2) ลดสถิติการชำรุดของเครื่องจักร 3) ลดเวลาในการซ่อมเครื่องจักร 4) ลดปริมาณอะไหล่คงคลังในการบำรุงรักษา 5) เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 6) วางแผนการบำรุงรักษาได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น 7) ทำให้การหยุดชะงักของเครื่องจักรน้อยลง และ 8) การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive maintenance) เป็นการบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเริ่มชำรุด โดยงานบำรุงรักษาแบบนี้มุ่งพิจารณาที่รากของปัญหาโดยสามารถจำแนกออกได้ 8 ประการ ดังนี้ 1) ความไม่เสถียรทางเคมี 2) ความไม่เสถียรทางกายภาพ 3) ความไม่เสถียรทางอุณหภูมิ 4) ความไม่เสถียรทางการสึกหรอ 5) ความไม่เสถียรทางการรั่วไหล 6) การเกิดโพรงอากาศในระบบไอโดลิค 7) ความไม่เสถียรในระดับของสิ่งของสกปรก และ 8) ความไม่เสถียรจากการบิดตัวเยื้องศูนย์

วงจรชีวิตของเครื่องจักร (Machinery life cycle) นับได้ว่าเป็นวิธีการที่จะนำมาอธิบายช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของสถานะภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรที่มีการเสื่อมสภาพ การชำรุดและการสิ้นอายุของเครื่องจักร โดยทั่วไปแล้วมีการอธิบายลักษณะดังกล่าวดังภาพที่ 2-2 ซึ่งเป็นกราฟที่ใช้อธิบายลักษณะที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปของเครื่องจักรกลและสามารถจัดแบ่งช่วงชีวิตของเครื่องจักรออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ คือ ช่วงระยะเริ่มต้น (Early life) ช่วงใช้งานปกติ (Constant rate region) และช่วงสึกหรอ (Wear region) ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 เส้นโค้งอ่างน้ำ (Bath-tub curve)

1. ช่วงระยะเริ่มต้น (ช่วงเวลา T = 0 ถึง T = t_1) ในช่วงเวลาเริ่มแรก (T = 0) ถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงเริ่มแรกแต่ชิ้นงานเหล่านี้อาจจะมีค่าความเสี่ยงสูงที่จะเสียหาย ค่าอัตราความเสียหายในช่วงเริ่มแรกนี้จะมีค่ามากแล้วค่อย ๆ ลดลง เรียกช่วงนี้ว่าการเกิดความเสียหายในช่วงเริ่มต้น ซึ่งความเสียหายในช่วงนี้จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็นในการซ่อมแซม หรือสร้างความไม่พอใจของลูกค้าที่มีต่อตัวสินค้า ซึ่งเป็นที่น่าสงสัยว่าชิ้นงานเพิ่งจะผลิตและยังไม่ได้ผ่านการใช้งานเลยทำไมจึงมีอัตราความเสียหาย สาเหตุที่เป็นไปได้ก็อาจจะมาจาก

1.1 ความไม่ได้มาตรฐานในการผลิตหรือความผิดพลาดในการควบคุมคุณภาพ

1.2 ความผิดพลาดจากการออกแบบ

1.3 ความผิดพลาดที่เกิดจากการติดตั้ง สาเหตุนี้ค่อนข้างสำคัญเพราะว่าผู้ใช้งานอาจจะยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจอย่างเต็มที่ในการใช้อุปกรณ์นั้น ๆ

1.4 ความผิดพลาดจากการใช้งานผิดประเภท

2. ช่วงการใช้งานปกติ (ช่วงเวลา T = t_1 ถึง T = t_2) ช่วงเวลานี้เรียกว่า ช่วงที่เกิดความเสียหายแบบคงที่ เพราะว่าอัตราความเสียหายในช่วงนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับเวลาการใช้งาน แต่จะขึ้นอยู่กับภาระงาน (Load) ที่มากระทำต่อชิ้นงาน เช่น ถ้าภาระงานมีค่ามาก อาจจะก่อให้เกิดความเค้นที่มากเกินไปสะสมอยู่ภายในชิ้นส่วน ขณะเดียวกันถ้ามีค่าภาระงานต่ำก็อาจจะทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ไม่เต็มสมรรถนะ ชิ้นส่วนกลไกต่าง ๆ อาจจะเสื่อมได้ และรวมทั้งข้อบกพร่องทางคุณสมบัติทางกลหรือทางไฟฟ้าของเนื้อวัสดุ ก็อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของอัตราความเสียหายในช่วงนี้ได้ เช่นกัน

3. ช่วงการสึกหรอ (ช่วงเวลา T = t_2 ถึง T = ∞) ช่วงเวลานี้เรียกว่า ช่วงการสึกหรอ ในช่วงเวลานี้อัตราความเสียหายจะไม่ได้เกิดขึ้นแบบสุ่ม (Randon) แต่จะมีสาเหตุหลัก ๆ มาจาก

3.1 อายุการใช้งาน

3.2 การสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ

ค่าอัตราความเสียหายจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก (Linearly increasing failure rate) ในช่วงปลายอายุการใช้งาน หากต้องการที่จะลดผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ อาจจะทำได้โดยการวางแผนระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) หรือการเปลี่ยนและทดแทนชิ้นส่วน (Replacement)

เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA เป็นวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของระบบการออกแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยเป็นแนวทางในการป้องกันที่ใช้สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์และการผลิต โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการเกิดข้อบกพร่องและทำการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และการผลิต เพื่อค้นหาสาเหตุและผลกระทบจากข้อบกพร่องนั้น ๆ หลังจากนั้นก็จะทำการกำหนดวิธีการตรวจสอบและบ่งชี้ข้อบกพร่อง ประเมินโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่อง และทำการกำหนดวิธีการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องนั้น ๆ ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของการออกแบบและกระบวนการนั้นจัดทำเป็นตารางที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงเพื่อนำมาจัดลำดับว่าควรจะทำการปรับปรุงการออกแบบหรือกระบวนการใดก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุง คือ ลดคะแนนความเสี่ยงของข้อบกพร่องแต่ละข้อนั้นลง

ลักษณะการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อเป็นการป้องกันข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการแยกแยะและบ่งชี้ลักษณะความเสี่ยงของการออกแบบและการผลิต มีการพยายามลดโอกาสการเกิดของข้อบกพร่อง ลดความรุนแรงของผลที่เกิดจากข้อบกพร่องและนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการออกแบบและกระบวนการผลิต ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการวิเคราะห์ ก็คือ แผนการทำงานเพื่อกำจัดหรือลดข้อบกพร่อง โดยการคำนึงถึงลำดับก่อนหลังของความสำคัญของข้อบกพร่อง เพื่อพิจารณาในการแก้ไข

จุดมุงหมายของ FMEA

1. หยิบยกและพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งสาเหตุที่เกี่ยวข้องในการผลิตสินค้า
2. หาแนวทางในการขจัดหรือลดความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดปัญหาให้น้อยลง
3. เป็นการบันทึกเอกสารในระบบการผลิต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ในการทำ FMEA นั้น จะมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาโดยคำนึงถึงการให้คะแนน (Risk priority number: RPN) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสี่ยง ซึ่งค่า RPN จะคำนวณมาจากผลคูณของพารามิเตอร์สามตัว ได้แก่

RPN = (Severity x Occurrence x Detection)

1. Severity (S) คะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้น โดยความรุนแรงของผลกระทบจะเป็นลักษณะเชิงสัมพันธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEA และการลดขนาดของความรุนแรงของผลกระทบจะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น (ไม่สามารถดำเนินการโดยการเปลี่ยนแปลงความคาดหวังของลูกค้าได้) ในการประเมิณความรุนแรงควรกำหนดเกณฑ์การประเมินก่อนเสมอโดยทั่วไปจะใช้สเกล 1-10 โดยกำหนดให้ความรุนแรงที่สูงที่สุดได้คะแนนมากที่สุดและให้ความรุนแรงต่ำที่สุดได้คะแนนน้อยที่สุด โดยผลกระทบใดได้คะแนนต่ำที่สุดแล้วก็จะทำการตัดผลกระทบดังกล่าวออกจากการพิจารณาต่อไป การจำแนกในปัจจัยนี้อาจจะใช้การจำแนกตามคุณลักษณะของกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจประกอบไปด้วยชิ้นส่วนประกอบระบบย่อยหรือระบบหลัก

2. Occurrence (O) คะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงโอกาสการเกิดของข้อบกพร่องหรือปัญหา ดังนั้น คะแนนของปัจจัยนี้จึงมีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง โดยหากข้อบกพร่องมีความน่าจะเป็นในการเกิดมากข้อบกพร่องดังกล่าวจะถูกให้คะแนนในปัจจัยนี้สูงและในทางกลับกันถ้าหากข้อบกพร่องมีความน่าจะเป็นในการเกิดน้อยข้อบกพร่องดังกล่าวจะถูกให้คะแนนในปัจจัยนี้ต่ำ โดยทั่วไปจะใช้สเกล 1-10

3. Detection (D) คะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนการส่งมอบงานในลำดับถัดไป หรือส่งมอบผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า โดยคะแนนการตรวจจับจะเป็นเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ของเขต FMEA สำหรับแต่ละกระบวนการศึกษา โดยในการพิจารณาคะแนนประเมินของการตรวจจับนี้จะต้องพิจารณาถึงความสามารถของระบบในการที่จะตรวจจับข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยถ้าระบบมีความสามารถในการตรวจจับที่สูงจะได้คะแนนในปัจจัยนี้ต่ำแต่ในทางกลับกันหากระบบไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ก็จะได้คะแนนในปัจจัยนี้สูง

โดยค่า S, O และ D ส่วนมากจะมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 1-10 โดยถ้าปัจจัยใดที่มีค่า RPN น้อย นั่นหมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีค่าความรุนแรงและโอกาสในการเกิดข้อบกพร่องหรือปัญหาน้อยและยังมีระบบในการตรวจจับข้อบกพร่องได้สูงอีกด้วย ในทางกลับกันถ้าปัจจัยใดที่มีค่า RPN มาก นั่นหมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีค่าความรุนแรงและโอกาสในการเกิดข้อบกพร่องหรือปัญหามากและยังมีระบบในการตรวจจับข้อบกพร่องได้ต่ำ

การประยุกต์ใช้ FMEA

1. Process FMEA วิเคราะห์กระบวนการผลิตและประกอบชิ้นส่วน
2. Design FMEA วิเคราะห์การออกแบบสินค้าก่อนการผลิต
3. Equipment FMEA วิเคราะห์การออกแบบเครื่องจักร อุปกรณ์ก่อนการจัดซื้อ
4. Service FMEA วิเคราะห์กระบวนการให้บริการก่อนที่จะมีผลกระทบลูกค้า

ขั้นตอนการทำ FMEA

1. กำหนดลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์
2. ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการหรือการออกแบบ
3. อธิบายลักษณะของงานหรือหน้าที่ของแต่ละขั้นตอน
4. ทบทวนหน้าที่หลักของแต่ละขั้นตอน
5. ระบุข้อผิดพลาดที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด
6. ระบุผลกระทบจากแต่ละข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
7. ระบุสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด
8. ระบุการควบคุมในปัจจุบัน
9. ให้คะแนนระดับความรุนแรง ความถี่ในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับ
10. คำนวณค่า RPN พร้อมทั้งกำหนดข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข
11. ระบุวิธีการแก้ไขปรับปรุง ผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาเสร็จ
12. ทบทวนค่า RPN หลังจากการแก้ไขปรับปรุง

ประโยชน์ของการทำ FMEA

1. เป็นการประกันว่าได้มีการพิจารณาปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับกระบวนการ
2. เป็นการแยกแยะและลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องและผลกระทบ
3. เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขล่วงหน้า เพื่อไม่ให้เกิดข้อบกพร่องหรือลดข้อบกพร่องให้น้อยลง
4. เป็นการเก็บหลักฐาน ข้อมูลในอดีตเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับอ้างอิงในอนาคต เมื่อมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ
5. สร้างความมั่นใจให้กับองค์กรในการหาวิธีป้องกันปัญหาและของเสีย
6. เป็นระบบป้องกันที่สร้างขึ้นเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า
7. เป็นการเสนอผลงานที่เป็นระบบและขั้นตอนให้ฝ่ายบริหารรับทราบและพิจารณาแนวทางในการดำเนินงาน

8. นำปัญหาข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องหรือเกิดขึ้นในอดีตมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตหรือออกแบบ

9. ใช้แสดงสาเหตุหรือกลไกของปัญหา ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น

10. พัฒนาคุณภาพ ความปลอดภัย และกระบวนการ

11. ลดเวลาในการผลิตสินค้า ลดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กร

ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นต้นตอของการขัดข้องของเครื่องจักร

การหาสาเหตุที่เป็นต้นตอของปัญหา (Root cause analysis) เป็นส่วนสำคัญมากในระบบการซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ โดยในการค้นหาต้นตอของปัญหาซึ่งการดำเนินงานเพื่อกระทำกิจกรรมนั้นมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการรวบรวมข้อมูลที่มีการขัดข้องของเครื่องจักร

2. ระบุชิ้นส่วนและโหมดการเสีย

3. ทำการจัดลำดับความสำคัญของการขัดข้องที่เกิดขึ้นที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิต

4. สร้างเครื่องมือในการหาต้นตอของปัญหา เช่น Failure Tree Diagram, Fish Bone Diagram, Failure Mode and Effect Analysis, Why-Why analysis

5. ตรวจสอบสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากการวิเคราะห์ จากนั้นทำการตัดสาเหตุที่เป็นไปได้ออกด้วยการพิสูจน์จนเหลือแค่สาเหตุที่เป็นต้นตอของปัญหาจริง ๆ

6. กำหนดวิธีการแก้ไข

ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษา

ดัชนีชี้วัดที่ใช้บอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรม ที่นำมาใช้ในงานวิจัยมี ดังต่อไปนี้

1. ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง Mean Time Between Failure (MTBF) เป็นดัชนีที่ใช้แสดงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรและเป็นตัววัดประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง โดย MTBF จะแสดงถึงช่วงระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรจะเสียต่อครั้ง โดยถ้าเครื่องจักรมีค่า MTBF สูงเมื่อเทียบกับภาระงานจะแสดงว่าเครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือมาก ซึ่งแสดงถึงระบบซ่อมบำรุงที่ดี แต่ในทางกลับกันถ้าหากว่าค่า MTBF ต่ำ เมื่อเทียบกับเวลารับภาระงานก็จะแสดงถึงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรนั้น และระบบการซ่อมบำรุงนั้นต่ำไปด้วย โดยค่า MTBF สามารถคำนวณได้จาก

MTBF = Operating time/ Number of Failure

โดยที่

MTBF = ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง

Operating time = เวลาเดินเครื่องจักร

Number of failure = จำนวนครั้งที่เครื่องจะเกิดการชำรุดขัดข้อง

2. ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักร (Mean time to repair) เป็นดัชนีที่ใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง MTTR จะแสดงถึงช่วงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรในแต่ละครั้งที่มีการขัดข้องของเครื่องจะเกิดขึ้นโดยถ้า MTTR มีค่าสูง แสดงว่า ระบบใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรจนกลับมาใช้งานได้เฉลี่ยนาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการซ่อมบำรุงมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี แต่ในทางกลับกันถ้าค่า MTTR มีค่าต่ำ แสดงว่า ระบบใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรจนกลับมาใช้งานได้เฉลี่ยน้อย แสดงให้เห็นว่าระบบซ่อมบำรุงรักษามีประสิทธิภาพที่ดี โดยค่า MTTR สามารถคำนวณได้จาก

MTTR = Breakdown time/ Number of failure

โดยที่

MTTR = ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักร

Breakdown time = เวลาขัดข้องของเครื่องจักร

Number of failure = จำนวนครั้งที่เครื่องจะเกิดการชำรุดขัดข้อง

3. ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness) ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นอีกหนึ่งวิธีในวิธีการวัดประสิทธิผลของเครื่องจักรที่สามารถจำแนกถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น กล่าวคือ สามารถแยกประเภทความสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ๆ ทำให้สามารถที่จะปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียได้อย่างตรงจุดถ้าเครื่องจักรหรือสายการผลิตใดมีค่า OEE สูง แสดงว่า เครื่องจักรดังกล่าวมีประสิทธิผลที่ดี การทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตเกิดความสูญเสียต่ำ ดังนั้น การปรับปรุงเพื่อให้ได้ค่า OEE สูงขึ้นนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับระบบการผลิตซึ่งความสูญเสียทั้ง 6 ชนิดที่เป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มค่า OEE มีดังต่อไปนี้ 1) ความสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (Break down) 2) ความสูญเสียเวลานั่งจากการปรับตั้งและการปรับแต่ง (Setup and Adjustment) 3) ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องจักรหยุดเล็กน้อยและเดินเครื่องเปล่า (Idling and Minor stoppages) 4) ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วของการเดินเครื่องช้าลง (Reduce Speed) 5) ความสูญเสียเนื่องจากของเสียและการแก้ไข (Defects and Rework) และ 6) ความสูญเสียเนื่องจากการเริ่มผลิตและประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง (Startup and Reduce yield)

โดยค่า OEE นั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. ความพร้อม (Availability) แสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรที่ต้องสามารถพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาไม่มีการเกิดเหตุขัดข้องที่ต้องหยุด หรือทำการปรับแต่งที่ทำให้เกิดการเสียเวลาของเครื่องจักรเวลาที่เสียไปนี้คิดเป็นเวลาเสียของเครื่องจักร

2. อัตราสมรรถนะ (Performance rate) เครื่องจักรต้องมีสมรรถนะตามข้อกำหนด (Specification) สมรรถนะที่ไม่ดีอาจเป็นเพราะเครื่องเดินสูญเปล่าหรือความเร็วในการผลิตต่ำกว่าประสิทธิภาพในสภาวะปกติ

3. อัตราคุณภาพ (Quality rate) เครื่องจักรต้องสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดโดยไม่มีของเสีย

โดยการคำนวณค่า OEE สามารถคำนวณได้จาก

OEE = (Availability) x (Performance Rate) x (Quality Rate)

โดยที่

Availability = ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

Performance Rate = อัตราสมรรถนะ

Quality Rate = อัตราคุณภาพ

จากสมการแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของ OEE ดังนั้น การที่ค่า OEE จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับ 3 ตัวแปรหลักดังกล่าว ซึ่งแต่ละตัวแปรมีรายละเอียดการคำนวณ ดังนี้

Availability ในตัวแปรนี้องค์ประกอบที่มีผลต่อความพร้อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

การสูญเสียของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในกระบวนการผลิต การสูญเสียของอุปกรณ์นี้นอกจากจะเป็นการเสียแบบทันทีทันใดที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดแล้วยังรวมถึงการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์อีกด้วย

การปรับตั้งและการปรับแต่ง ซึ่งเกิดจากการหยุดการผลิตจากการซ่อมหรือจากการที่คุณภาพสินค้าที่ออกมาเริ่มพบปัญหาหรือการเปลี่ยนสินค้าที่ผลิตทำให้ต้องมีการปรับแต่งเครื่องจักรใหม่โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading time - Unplanned down time}}{\text{Loading time}}$$

โดยที่

Availability = ค่าความพร้อมของเครื่องจักร

Loading time = เวลาที่เครื่องจักรรับภาระ

Unplanned down time = เวลาที่เครื่องจักรเสียหยุดโดยไม่ได้วางแผน

ตัวอย่างของการที่ทำให้เกิดความสูญเสียความพร้อมในการใช้งาน ได้แก่

1. การหยุดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน
2. การเสียของเครื่องจักร
3. การเสียจากการติดตั้งเครื่องจักร
4. การเสียเนื่องจากการใช้งานไม่ถูกต้อง เช่น รับภาระมากเกินไป
5. ความผิดพลาดจากการเดินเครื่อง
6. การปรับตั้งเครื่องจักรใหม่โดยไม่ได้วางแผน
7. การเปลี่ยนอุปกรณ์การผลิตใหม่โดยไม่ได้วางแผน
8. การทำความสะอาดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน
9. การทดลองเดินเครื่องจักรหลังจากซ่อมเสร็จ
10. การติดต่อสื่อสารระหว่างฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิต
11. การหยุดโดยไม่ได้วางแผนอื่น ๆ

Performance rate ตัวแปรนี้จะบ่งบอกความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรที่ทำได้เทียบกับความสามารถทางทฤษฎี ซึ่งปกติจะวัดจากจำนวนสินค้าที่ผลิตได้จริงเทียบกับสินค้าที่ควรจะผลิตได้ในเวลาเดียวกันหรือรอบเวลาในการผลิตสินค้าทางทฤษฎีเทียบกับเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตสินค้าโดยสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Theoretical cycle time} \times \text{Quantity of parts produced}}{\text{Operating time}}$$

โดยที่

Performance rate = อัตราสมรรถนะ

Theoretical cycle time = รอบเวลาทางทฤษฎี

Quantity of parts produced = จำนวนสินค้าที่ผลิตได้

Operating time = เวลาเดินเครื่อง

อัตราสมรรถนะที่มีค่าต่ำมีผลมาจากความเร็วของเครื่องจักรที่ลดลง โดยมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

การลดลงของความเร็วในการผลิตมีหลายสาเหตุ เช่น วัตถุดิบมีปัญหา ปัญหาจากเครื่องจักรรับภาระมากเกินไป การลดของความเร็วนั้นเป็นการเทียบระหว่างความเร็วที่เดินจริงกับความเร็วมาตรฐานโดยจะมีการกำหนดตั้งแต่เริ่มต้นซึ่งความเร็วนี้จะนำไปใช้ในการคำนวณหารอบเวลาทางทฤษฎีถ้าเครื่องจักรเดินเครื่องด้วยความเร็วที่ช้าลงจะส่งผลให้ค่าเวลาของรอบเวลาการเดินเครื่องจักรที่เกิดขึ้นใช้เวลามากกว่ารอบเวลาทางทฤษฎีจึงส่งผลทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรมีค่าต่ำลง

การเดินเครื่องเปล่าและการหยุดชะงัก คือ การที่เครื่องจะเดินแต่ไม่มีผลผลิตออกมา ส่วนการหยุดชะงัก คือ การที่เครื่องจักรต้องหยุดเป็นช่วงในระยะเวลาสั้น ๆ เช่น มีสินค้าติดในกระบวนการผลิต บางครั้งการหยุดชะงักที่ใช้เวลานานอาจถูกจำแนกเป็นเวลาสูญเสีย จากเครื่องจักรเสียช่วงเวลาสูญเสียนี้จะส่งผลทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรมีค่าลดลงเช่นกัน ตัวอย่างของสาเหตุที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะจากการเดินเครื่องเปล่าและการหยุดชะงัก ได้แก่

1. การทดสอบเครื่องจักรการปรับแต่งจากการเปลี่ยนสินค้า
2. สมรรถนะลดลงจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐาน
3. การติดขัดของสินค้า

Quality rate ปัจจัยนี้จะเป็นตัวบ่งบอกอัตราส่วนของสินค้าที่ได้คุณภาพเทียบกับสินค้าที่ผลิตออกมาทั้งหมดโดยสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Total unit produce x Defective unit}}{\text{Total unit produce}}$$

โดยที่

Quality rate = อัตราคุณภาพ

Total unit produce = จำนวนสินค้าที่ผลิตได้

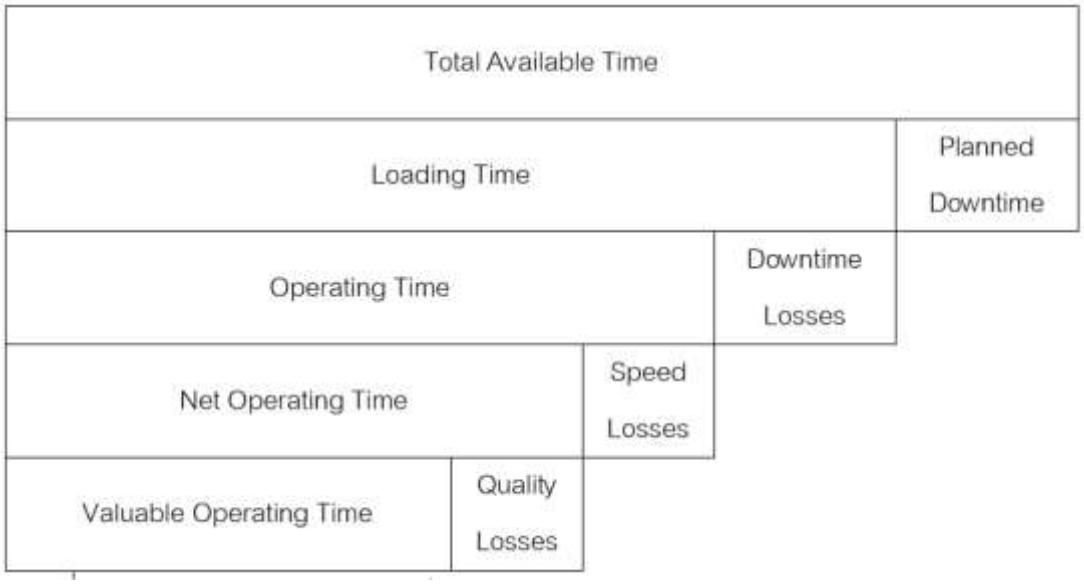
Defective unit = จำนวนสินค้าที่ผลิตแล้วไม่ได้คุณภาพ

ซึ่งการสูญเสียด้านคุณภาพมีสาเหตุมาจาก

1. Quality defects คือ การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาหรือความผิดพลาดของเครื่องจักรทำให้ต้องมีการทำงานซ้ำหรือแก้งานซึ่งส่งผลให้การใช้ทรัพยากรสูงขึ้น

2. Start up losses คือ การสูญเสียขณะเริ่มเดินเครื่องจักรก่อนที่การผลิตจะเข้าที่ (Stabilization) ซึ่งจะมีการปรับแต่งจนกว่าคุณภาพของสินค้าจะได้มาตรฐาน

ตัวอย่างการสูญเสียด้านคุณภาพ ได้แก่ การลดปริมาณการผลิตเนื่องจากการแก้งาน ซื้อสินค้าไม่ได้มาตรฐาน สูญเสียคุณภาพจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐาน เกิดการสูญเสียเริ่มต้นของการผลิต ซึ่งองค์ประกอบของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของการหาค่า OEE ดังภาพที่ 2-3 โดยถ้าไม่มีความสูญเสียเกิดขึ้นเลยเครื่องจักรจะมีเวลาพร้อมใช้งานเท่ากับเวลาที่มีอยู่ทั้งหมดที่เป็นชั่วโมงการทำงานและเมื่อถูกหักลบเวลาของการหยุดเครื่องจักรโดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้า (Planned downtime) จะได้เป็นเวลาที่เครื่องจักรรับภาระ (Loading time) เมื่อหักลบด้วยเวลาที่เครื่องจักรเสียหยุดโดยไม่ได้วางแผน (Unplanned downtime) จะได้เป็นเวลาเดินเครื่องจักรเพื่อทำการผลิต (Operating time) และเมื่อนำเอาความสูญเสียในส่วนที่ทำให้เครื่องจักรมีความเร็วในการผลิตลดลง (Speed losses) จะได้เป็นเวลาเดินเครื่องจักรสุทธิ (Net operating time) และความสูญเสียสุดท้าย คือ ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตสินค้าที่ไม่ได้ตามมาตรฐานเกิดเป็นของเสียซึ่งความสูญเสียส่วนนี้มีผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) มีค่าลดลง ดังนั้น การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในแต่ละส่วนให้มีค่าลดน้อยลงก็จะส่งผลให้ค่า OEE สูงขึ้นด้วย



ภาพที่ 2-3 องค์ประกอบของความสูญเสียในการหาค่า OEE

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรัณญา ศิลาอาสน์ (2551) ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร โดยอาศัยหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งาน โดยมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรยาวนานขึ้น โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์อาการที่ผิดปกติและผลกระทบของความเสียหายของเครื่องจักร (Failure Mode and Effect Analysis) แต่ละเครื่องเพื่อจัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดเปอร์เซ็นต์การหยุดเครื่องจักร โดยการนำโปรแกรมระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาทำการวิเคราะห์อาการที่ผิดปกติและผลกระทบของความเสียหายเพื่อหาระดับความเสี่ยงของเครื่องจักร และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมของแต่ละเครื่องจักรให้เป็นมาตรฐานในการบำรุงรักษา ซึ่งจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด หลังจากที่ได้นำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาใช้งานในโรงงานตัวอย่าง พบว่า สามารถจัดเก็บข้อมูลของเครื่องจักรที่ใช้ในการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรได้เป็นระบบมากขึ้น พบว่า อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.74% ซึ่งทำให้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรมีค่าเท่ากับ 78.61% และมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.88% นอกจากนี้ยังมีจำนวนความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ย เท่ากับ 45.39% และจำนวนชั่วโมงที่เกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 44.40%

สุพัฒน์ วงศ์จิรัฐิกาล (2555) ทำการปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ใช้อยู่ซึ่งประยุกต์มาจากคู่มือเครื่องจักรเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีการนำข้อมูลการเสียที่เกิดขึ้นในอดีตมาทำการวิเคราะห์เพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันรายการปรับปรุงแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะเริ่มจากการเก็บข้อมูลการเสียในอดีตและคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ของเครื่องจักรเพื่อสร้างตัวชี้วัด จากนั้นจะทำการเลือกเครื่องจักรผ่านกรรมวิธีทางสถิติและใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ในการช่วยวิเคราะห์ถึงสาเหตุและเคลือบชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิตมาทำการวางแผนซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้น ทำการทดลองใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ปรับปรุงมาทดลองใช้และเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่า MTBF และ MTTR ของสายการผลิตโดยนำมาเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดที่สร้างไว้ หลังจากการใช้ระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีการปรับปรุงส่งผลให้สายการผลิตมีค่า OEE สูงขึ้นจากเดิม 80 6.97% มาเป็น 9 11.90% ค่า MTBF สูงขึ้นจากเดิม 46.51 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 418.50 ชั่วโมงต่อครั้ง และ MTTR ที่ลดลงจากเดิม 225.71 นาทีต่อครั้งเป็น 121 นาทีต่อครั้ง

ปราจิณ ศรีเมือง (2555) ทำการเพิ่มระยะเวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure: MTBF) จากบันทึกข้อมูลงานบำรุงรักษาแสดงให้เห็นว่าปั๊มสำหรับส่งถ่ายผลิตภัณฑ์ชนิดน้ำมันก๊าดมีความสำคัญขั้นวิกฤตในกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ แผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังคงทำให้เกิดปัญหาเครื่องจักรหยุดกะทันหันนอกแผน เช่น ปัญหาการรั่วของอุปกรณ์กันรั่วเชิงกล ส่งผลกระทบต่อการลดอัตราการผลิตทำให้สูญเสียโอกาสในการทำกำไรให้กับบริษัท ด้วยเหตุนี้ จึงได้จัดทำแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นใหม่เพื่อป้องกันการหยุดซ่อมกะทันหัน การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการ 1) รวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการลดอัตราการผลิต 2) จัดอันดับเครื่องจักรที่มีผลต่อการลดอัตราการผลิต และ 3) ทำการประเมินชี้บ่งเครื่องจักรที่มีความสำคัญเพื่อนำเครื่องจักรนั้นมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความขัดข้องแล้วปรับแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องจักรรายปีตามกิจกรรมและความถี่ที่กำหนด และจัดทำใบรายการกิจกรรมงานบำรุงรักษาสำหรับนำไปใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อลดการหยุดกะทันหันและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ผลจากการดำเนินงานวิจัยตามแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่กำหนดขึ้นใหม่นั้น พบว่า เครื่องจักรมีอัตราความพร้อมใช้งานสูงขึ้น และเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 3,243 ชั่วโมง เป็น 3,692 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 13.8% ค่าอัตราความพร้อมใช้งาน เพิ่มขึ้นจาก 99.14% เป็น 99.23% ในส่วนของพนักงานซ่อมบำรุงมีมาตรฐานในการทำงานที่ดีขึ้น และมีการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันเพิ่มสูงขึ้น ทำให้อุปกรณ์กันรั่วเชิงกลมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

ภาษิต ทินนาม (2554) ทำการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยการนำเทคนิคระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้ พบว่า การบำรุงรักษาจะทำต่อเมื่อเกิดมีเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเท่านั้น ไม่ได้มีการวางแผนในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรล่วงหน้าซึ่งการหยุดชะงักของเครื่องจักรเหล่านั้นจะทำให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตอย่างมาก จึงเริ่มจากการจัดระบบการเก็บข้อมูลที่สำคัญซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรขัดข้องและระยะเวลาในการหยุดงานของเครื่องจักร หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุขัดข้องของเครื่องจักรจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า เครื่องจักรที่มีปัญหาในการซ่อมบำรุงมากที่สุด คือ เครื่องปั๊มโลหะ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงเลือกที่จะแก้ไขปัญหาเฉพาะในส่วนของเครื่องปั๊มโลหะ การประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้จัดทำกิจกรรม ดังนี้ 1) จัดทำการซ่อมบำรุงตลับลูกปืนสวมเพลาข้อเหวี่ยง 2) จัดระบบเอกสารควบคุมการปฏิบัติงาน 3) จัดทำแผนบำรุงรักษา และ 4) จัดทำวิธีปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การวัดผลทำโดยวิธีเปรียบเทียบผลจากระยะเวลา

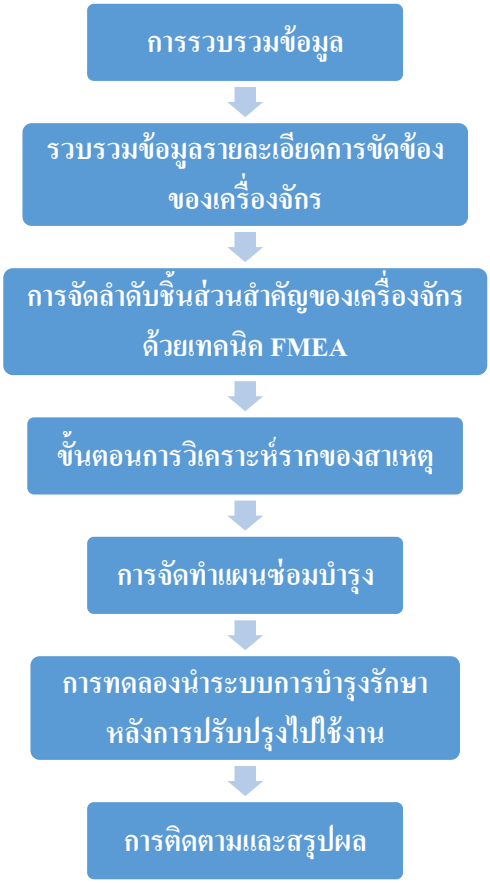
6 เดือนก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ และ 6 เดือนหลังจากประยุกต์ใช้ระบบ จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องปั๊มโลหะก่อนปรับปรุงได้ 3,990 นาที หลังใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทำได้ 2,199 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระยะเวลาการเกิดเหตุขัดข้องก่อนปรับปรุงร้อยละ 3.29 หลังปรับปรุงลดลงเหลือร้อยละ 1.78 ค่าความพร้อมในการใช้งานโดยรวมของเครื่องปั๊มโลหะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 96.71 เป็น 98.22

สุพลเชษฐ์ เพ็ชรรัตน์ (2550) จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป พบว่า โรงงานตัวอย่างยังขาดกระบวนการจัดการด้านการซ่อมบำรุงรักษา โดยจะทำการซ่อมบำรุงรักษาจากการที่เครื่องจักรหยุดการทำงานในหน้างานเท่านั้น ซึ่งไม่มีระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันและระบบเอกสาร รวมถึงมาตรฐานในการซ่อมบำรุง จึงได้นำเสนอระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร ผู้วิจัยได้นำระบบไปปฏิบัติและทำการวัดประสิทธิผลของทางโรงงานจากระบบที่ดำเนินการ โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนดำเนินการและหลังดำเนินการ ผลที่ได้รับจากการบำรุงรักษา ดังนี้ ค่า Mean time between failure เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 7.85% ค่า Mean time to repair ลดลงโดยเฉลี่ยเป็น 62.23% ค่าความพร้อมใช้ของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 0.85% ค่าอัตราการเสียลดลงโดยเฉลี่ยเป็น 43.61%

เกษม รุ่งเรือง (2552) จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันในอุตสาหกรรมรีเลย์ พบว่า โรงงานตัวอย่างยังไม่มีระบบการจัดการการซ่อมบำรุง โดยจะทำการซ่อมบำรุงรักษาก็ต่อเมื่อมีเครื่องจักรหยุดทำงานในหน้างานเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และได้นำระบบไปปฏิบัติและทำการเปรียบเทียบผลก่อนการดำเนินการและหลังดำเนินการ ซึ่งสรุปผลได้ ดังต่อไปนี้ ค่า MTBF เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 215.42% จากเดิมค่า MTTR ลดลงโดยเฉลี่ยเป็น 73.91% จากเดิมค่าความพร้อมใช้ของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 18.67% และอัตราการชำรุดลดลง 35.89%

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบกับสายการบรรจุอาหารสัตว์ เรียกว่า สายการบรรจุ C ซึ่งเป็นสายการบรรจุที่มีอัตราการบรรจุสูงที่สุดของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักรที่เป็นเครื่องจักรวิกฤตของสายการบรรจุ โดยใช้ OEE เป็นดัชนีชี้วัด ผลการดำเนินการและมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลย้อนหลังจากแผนกซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิต ซึ่งประกอบด้วย เวลาขัดข้องของเครื่องจักร เวลารับภาระงานของเครื่องจักรของสายการบรรจุ Bosch C เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) ค่าอัตราสมรรถนะ (Performance rate) ค่าอัตราคุณภาพ (Quality rate) และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ซึ่งประเมินได้จากความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 3-1

$$OEE = (Availability) \times (Performance\ rate) \times (Quality\ rate) \quad (3\text{-}1)$$

จากข้อมูลในตารางที่ 3-1 จะประเมินดัชนี OEE ได้ ดังนี้

$$OEE = 0.795 \times 1.00 \times 0.999$$

$$= 0.794 \text{ หรือ } 79.4\%$$

เมื่อพิจารณาทั้ง 3 พารามิเตอร์จะพบว่า อัตราสมรรถนะ (100%) และค่าอัตราคุณภาพ (99.9%) มีค่าในระดับดีเยี่ยม ในขณะที่อัตราความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) มีค่าเฉลี่ยเพียง 79.5% และเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ดัชนี OEE มีค่าต่ำกว่าเป้าหมาย (80.3%) ที่โรงงานกรณีศึกษากำหนด ดังนั้น งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร (Break down) หรือ (Unplanned downtime) เพื่อทำให้อัตราความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) เพิ่มขึ้นเป็นไม่ต่ำกว่า 81% เพื่อให้มี OEE สายการบรรจุ C ไม่ต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงาน

$$Availability = \frac{(Loading\ Time) - (Unplanned\ Downtime)}{(Loading\ Time)} \quad (3\text{-}2)$$

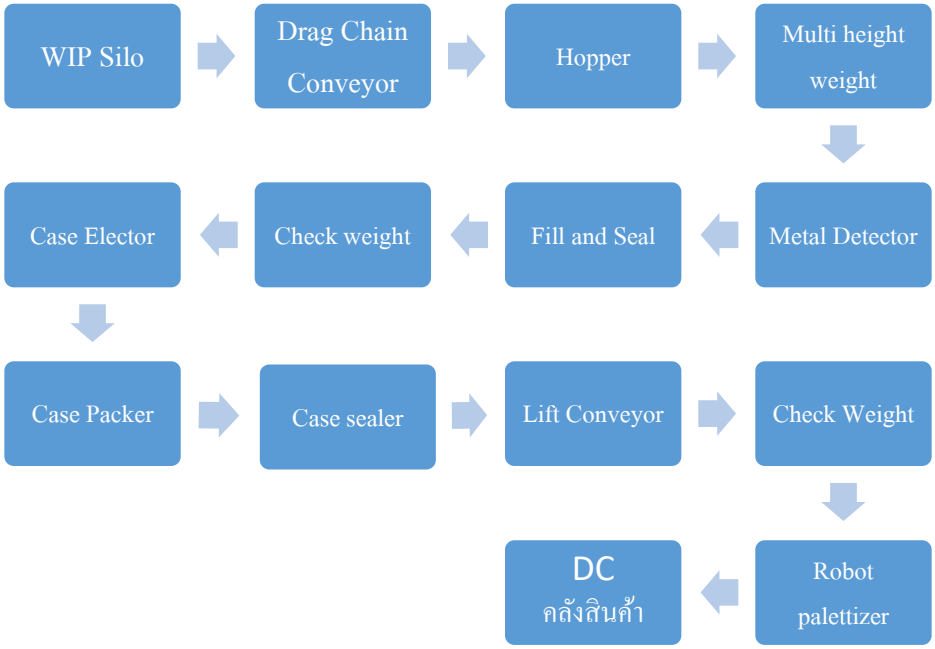
ตารางที่ 3-1 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561

Month	Availability (%)	Performance rate (%)	Quality rate (%)	OEE (%)
Jan	78.8	100	99.8	78.6
Feb	79.3	100	99.8	79.1
Mar	78.5	100	99.9	78.4
Apr	80.1	100	99.8	79.9
May	80.2	100	99.9	80.1
Jun	80.8	100	99.9	80.7
Jul	78.5	100	99.8	78.3
Aug	78.3	100	99.8	78.1
Sep	77.9	100	99.9	77.8
Oct	80.0	100	99.8	79.8
Nov	77.8	100	99.8	77.6
Dec	78.7	100	99.9	78.6
Average	79.5	100	99.9	79.4

อัตราความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) ประเมินได้จากสมการที่ 3-2 แนวทางการเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งานจึงทำได้โดยการเพิ่ม Loading time และ/ หรือ การลด Unplanned down time

สายการบรรจุ C มีเครื่องจักรจำนวน 13 เครื่องจักร ดังภาพที่ 3-2 ซึ่งมีจำนวนเวลาเครื่องจักรขัดข้องรวมกันเท่ากับ 398.52 ชั่วโมง/ ปี ดังตารางที่ 3-2 ซึ่งเกิดจากการขัดข้องของแต่ละเครื่องจักรในสายการบรรจุ โดยพบว่า เครื่อง Fill and seal มีจำนวนเวลาเครื่องจักรขัดข้องมากที่สุดเท่ากับ 245.1 ชั่วโมง/ ปี คิดเป็น 62% ของการขัดข้องของเครื่องจักรทั้งหมด โดยเวลาที่แต่ละเครื่องจักรขัดข้องในปี พ.ศ. 2561 ดังตารางที่ 3-3 และภาพที่ 3-3

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการเลือกเครื่อง Fill and Seal ที่มีจำนวนเวลาเครื่องจักรขัดข้องมากที่สุดไปทำการวิจัยในขั้นตอนถัดไปด้วยวิธีการของการทำ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) เพื่อใช้เป็นต้นแบบของการแก้ไขปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรและสายการผลิตอื่น ๆ ในโอกาสต่อไป



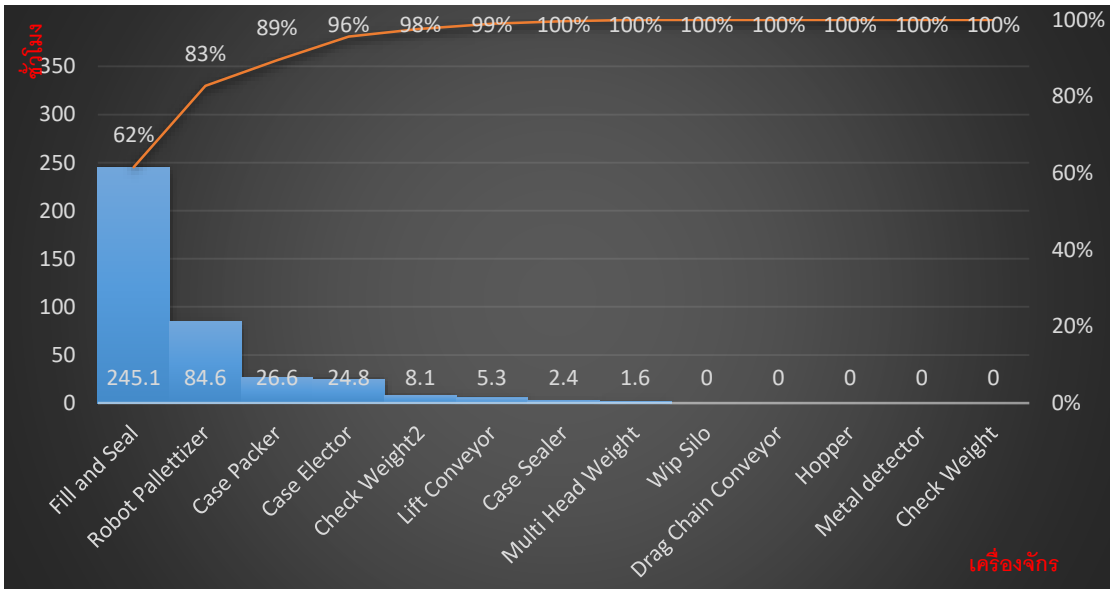
ภาพที่ 3-2 Process flow และเครื่องจักรสายการบรรจุ C

ตารางที่ 3-2 จำนวนเวลาเครื่องจักรขัดข้องของสายการบรรจุ C ในปี พ.ศ. 2561

Month	Loading time (Hour)	Break down time (Hour)	Break down (%)
Jan	478.5	44.65	9.33%
Feb	325.75	38.16	11.71%
Mar	447.98	35.49	7.92%
Apr	209.68	22.25	10.61%
May	315.2	28.78	9.13%
Jun	271.72	21.61	7.95%
Jul	337.88	34.09	10.09%
Aug	349.26	38.58	11.05%
Sep	254.9	28.65	11.24%
Oct	396.02	37.84	9.56%
Nov	315.7	29.69	9.40%
Dec	348.1	38.73	11.13%
Average	4050.69	398.52	9.84%

ตารางที่ 3-3 จำนวนเวลาเกิด Break down ของแต่ละเครื่องจักรในสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561

เครื่องจักร	Break down time (Hour)	%	% สะสม
Fill and seal	245.1	62%	62%
Robot pallettizer	84.6	21%	83%
Case packer	26.6	7%	89%
Case elector	24.8	6%	96%
Check weight2	8.1	2%	98%
Lift conveyor	5.3	1%	99%
Case sealer	2.4	1%	100%
Multi head weight	1.6	0%	100%
Wip silo	0	0%	100%
Drag chain conveyor	0	0%	100%
Hopper	0	0%	100%
Metal detector	0	0%	100%
Check weight	0	0%	100%



ภาพที่ 3-3 จำนวนเวลาเครื่องจักรเกิด Break down ของสายการบรรจุ C ปี พ.ศ. 2561

รวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขัดข้องของเครื่องจักร

ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลการเสียทั้งหมดของเครื่องจักรย้อนหลังเป็นเวลา 1 ปี ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่เก็บจะประกอบไปด้วย

1. จำนวนครั้งที่เครื่องจักรขัดข้อง
2. ระบบชิ้นส่วนที่ส่งผลให้เครื่องจักรขัดข้องในแต่ละครั้ง
3. รูปแบบของการขัดข้อง
4. สาเหตุที่ทำให้เกิดการขัดข้อง
5. ผลกระทบที่เกิดจากการขัดข้อง

การจัดลำดับชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักร

การกำหนดชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักรที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ในการจัดลำดับด้วยเทคนิค FMEA ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการระดมสมองเพื่อกำหนดแนวโน้มของรูปแบบการขัดข้อง และแนวโน้มของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแต่ละรูปแบบการขัดข้อง

2. ทำการประเมินตัวเลขของปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้อง (Severity) โดยการระดมสมองและวิเคราะห์สถิติข้อมูลย้อนหลังที่รวบรวมได้

3. ทำการประเมินตัวเลขของปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุ (Occurrence) จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรที่มีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนในแต่ละชิ้นส่วนมาทำการกำหนดค่า Possible failure rate

4. ทำการประเมินตัวเลขปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (Detection) โดยการระดมสมอง

5. ทำการคำนวณหาค่า RPN ซึ่งเกิดจากผลคูณของตัวเลขที่ประเมินได้ในข้อ 2-4

โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละปัจจัยซึ่ง ได้แก่ ปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้อง ปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุการขัดข้อง และปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้อง (Severity) ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่กำหนด โดยผลกระทบที่จะนำมาวิเคราะห์ให้คะแนนขนาดของความรุนแรงในปัจจัยนี้ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ เวลาที่เครื่องจักรหยุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักร

เวลาที่เครื่องจักรหยุดในส่วนนี้จะสะท้อนถึงผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเกิดการเสีย ต่อสายการผลิต เวลาที่บันทึกจะเป็นเวลาที่หยุดเพื่อซ่อมเครื่องจักร หน่วยข้อมูลที่บันทึกจะบันทึกหลังจากการรับแจ้งเมื่อซ่อมเสร็จ การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของปัจจัยย่อยนี้ จะใช้ข้อมูลของช่วงเวลาในการซ่อมของแต่ละชิ้นส่วนในระยะเวลา 1 ปีมาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์เพื่อสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว นอกจากนี้จะมีการนำค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักรมาเป็นอีกส่วนประกอบในการวิเคราะห์ โดยในส่วนนี้จะสะท้อนถึงความรุนแรงในด้านต้นทุนเมื่อเครื่องจักรเสีย โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะทำการระดมสมองพนักงานในแผนกซ่อมบำรุงและพนักงานฝ่ายผลิตรวมทั้งหัวหน้างานเพื่อให้เกณฑ์ที่ได้มีความแม่นยำมากที่สุด โดยเกณฑ์การให้คะแนนนั้นจะใช้ค่าสเกลตั้งแต่ 1-10 ซึ่งเรียงลำดับจากผลกระทบการเสียที่ส่งผลต่อสายการผลิตรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา (Severity)

เกณฑ์: ความรุนแรงของผลกระทบ	ระดับ
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 3 ชั่วโมง หรือมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 50% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	10
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 2 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ชั่วโมง และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	9
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 2 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ชั่วโมง	8
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 1 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมงและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	7
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 1 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	6
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 30 นาที แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมงและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	5

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

เกณฑ์: ความรุนแรงของผลกระทบ	ระดับ
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 30 นาที แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	4
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	3
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที	2
ไม่มีผลกระทบต่อสายการผลิต	1

2. ปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (Detection) ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความสามารถในการตรวจจับปัญหา หรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในปัจจุบันโดยเกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยนี้จะใช้สเกลคะแนนตั้งแต่ 1-10 ซึ่งการสร้างเกณฑ์จะทำการศึกษาจาก AIAG และ Failure mode and Effect analysis 4th edition และนำมาทำการปรับเพื่อให้สอดคล้องกับระบบในโรงงานกรณีศึกษา โดยจะเรียงลำดับความสามารถในการตรวจจับจากมากไปหาน้อย การให้คะแนนในปัจจัยนี้จะทำการระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์ระบบการตรวจจับที่ใช้ในปัจจุบันและความสามารถในการตรวจจับของระบบ เพื่อทำการให้คะแนนในแต่ละปัญหา โดยมีผู้ร่วมระดมสมอง คือ พนักงานและหัวหน้างานฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิต ซึ่งจะส่งผลให้การให้คะแนนในส่วนนี้เป็นไปตามมาตรฐานของการอบรมรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ (Detection)

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
เกือบจะเป็นไปไม่ได้	การควบคุมไม่สามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้หรือไม่มีการควบคุม	10
น้อยมาก	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อยมาก	9
น้อย	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อย	8

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
ต่ำมาก	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำมาก	7
ต่ำ	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำ	6
พอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้พอสมควร	5
สูงพอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงพอสมควร	4
สูง	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูง	3
สูงมาก	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงมาก	2
เกือบสมบูรณ์	การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้เกือบสมบูรณ์	1

3. ปัจจัยโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence) ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความเป็นไปได้ของชิ้นส่วนในเครื่องจักรที่จะเกิดการขัดข้องหรือเสียหายโดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ในปัจจัยนี้จะนำข้อมูลความถี่ของการเสียของเครื่องจักรที่เกิดจากแต่ละชิ้นส่วนในระยะเวลา 1 ปี มาทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดกรณีการเสีย โดยคำนวณจากช่วงเวลาที่เกิดการเสียนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาโอกาสการเกิดปัญหาในหน่วย 1 ครั้งต่อจำนวนชั่วโมง เกณฑ์การให้คะแนนจะใช้สเกลตั้งแต่ 1-10 โดยเรียงลำดับโอกาสในการเกิดจากน้อยไปหามากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิด (Occurrence)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด	ระดับ
สูงมาก: เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 1,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.001)	10
	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 1,500 ชั่วโมง (มากกว่า 0.00067) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 1,000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.001)	9
สูง: เกิดความล้มเหลวถี่	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 2,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.0005) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 1,500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.00067)	8
	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 2,500 ชั่วโมง (มากกว่า 0.0004) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 2,000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0005)	7
พอสมควร: เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 3,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.000333) แต่ ≤ 1 ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 2,500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004)	6
	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 3,500 ชั่วโมง (มากกว่า 0.000286) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 3,000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.000333)	5
	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 4,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.00025) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 3,500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.000286)	4

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด	ระดับ
ต่ำ: เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 4,500 ชั่วโมง (มากกว่า 0.000222) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 4,000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.00025)	3
	เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 5,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.0002) แต่ ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 4,500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.000222)	2
แทบไม่เกิด: ความล้มเหลวไม่น่าจะเกิดขึ้นเลย	เครื่องจักรขัดข้อง ≤ 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 5,000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0002)	1

ขั้นตอนการวิเคราะห์รากของสาเหตุ

ขั้นตอนนี้จะทำการวิเคราะห์รากของสาเหตุการเสียของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ทำการเลือกมาโดยใช้เทคนิคแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) และ Why Why analysis เพื่อหารากของสาเหตุและทำการเลือกวิธีการแก้ไขให้เหมาะสมกับรากของสาเหตุนั้น ๆ ซึ่งในบางสาเหตุไม่สามารถใช้วิธีซ่อมบำรุงเชิงป้องกันได้ เนื่องจากค่าเวลาในการเสียเป็นแบบสุ่ม โดยในการหาต้นตอของปัญหานี้ทางผู้วิจัยจะมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านวัสดุและวิธีการในการดำเนินงาน โดยแสดงตัวอย่างแผนผังก้างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาการสูญเสียเวลาจากเครื่องจักร Break down อย่างเป็นระบบ

การจัดทำแผนซ่อมบำรุง

เมื่อทราบถึงรากของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นส่วนที่กำหนดมาแล้วก็จะทำการเลือกลักษณะของงานบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับรากของปัญหานั้น ๆ โดยเกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษาซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7 ต่อจากนั้น ผู้วิจัยจะทำการสำรวจการดำเนินงานของพนักงาน

ในฝ่ายซ่อมบำรุงและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานซ่อมบำรุงและจุดควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อสร้างเป็นเอกสารงานซ่อมบำรุงซึ่งประกอบไปด้วยเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงานและเอกสารควบคุมขั้นตอนการทำงานซึ่งจะทำให้การซ่อมบำรุงมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3-7 เกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษา

ลักษณะเครื่องจักร/ ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษาตามลำดับที่น่าเลือกปฏิบัติ
1. สามารถตรวจวัดสภาพได้ รู้ MTBF	1. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ 2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2. สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้ ไม่รู้ MTBF	1. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ 2. การบำรุงรักษาหลังเชิงแก้ไข 3. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
3. ไม่สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้ รู้ MTBF	1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 2. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
4. ไม่สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้ ไม่รู้ MTBF	1. การบำรุงรักษาหลังเชิงแก้ไข 2. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
5. เครื่องจักรเสียหายบ่อยผิดปกติ	1. การบำรุงรักษาแบบพัฒนา

การทดลองนำระบบการบำรุงรักษาหลังการปรับปรุงไปใช้งาน

ขั้นตอนนี้จะนำเอาระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเอกสารงานซ่อมบำรุงไปใช้ทำงานจริงโดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งชนิดข้อมูลที่เก็บมีดังต่อไปนี้

1. เวลารับภาระงานของสายการผลิต
2. เวลาขัดข้องของสายการผลิต
3. ความถี่ที่สายการผลิตเกิดเหตุขัดข้อง
4. จำนวนของเสีย
5. รอบการผลิตของผลิตภัณฑ์

ข้อมูลที่ได้จะนำไปทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบตามตัวชี้วัดที่กำหนดก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยตัวชี้วัดที่กำหนดมีดังต่อไปนี้

1. ค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิต (OEE) เพิ่มขึ้น

2. เวลาสูญเสียในการผลิต (Unplanned stoppage) ที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง

หลังจากการเปรียบเทียบตามตัวชี้วัดแล้วข้อมูลจากการเปรียบเทียบจะนำไปสู่การสรุปผลและข้อเสนอแนะแนวคิดที่ได้จากการทำการศึกษาในครั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนางานซ่อมบำรุงต่อไป

การติดตามและสรุปผล

หลังจากประยุกต์ให้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ปรับปรุงแล้ว จะทำการติดตามอัตราการล้มเหลวของเครื่องจักร อัตราความพร้อมของเครื่องจักร และดัชนี OEE และถ้าดัชนีไม่ได้ตามเป้าหมายจะต้องมีการพิจารณาปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเพิ่มเติม แต่ถ้าเป็นไปตามเป้าหมายจะกำหนดการประยุกต์แผนการซ่อมบำรุงและควบคุมให้เป็นไปตามแผนอย่างต่อเนื่องต่อไป

ผลการดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3.2 ถึง 3.6 จะแสดงในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะแสดงผลของการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่นำเสนอไว้ในบทที่ 3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขัดข้องของเครื่องจักร ถึงขั้นตอนการติดตามและสรุปผล ทั้งนี้ ผลการรวบรวมข้อมูลตามหัวข้อการรวบรวมข้อมูล ได้แสดงผลไว้ในบทที่ 3 หัวข้อการรวบรวมข้อมูลแล้ว โดยเครื่อง Fill and Seal เป็นเครื่องที่พบว่ามีสัดส่วนเวลาการ Break down สูงที่สุดคิดเป็น 62% ของเวลาการ Break down ทั้งหมดของสายการบรรจุ C ดังนั้น การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดการขัดข้องของเครื่องจักร ไปจนถึงขั้นตอนการติดตามและสรุปผล จึงจะมุ่งเน้นการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่อง Fill and Seal เท่านั้น ซึ่งมีผลการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

การรวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร

การเก็บข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรจะมีการบันทึกการขัดข้องของเครื่องจักรลงในแบบฟอร์มและบันทึกไว้ในระบบ Computer โดยพนักงานฝ่ายผลิตที่ประจำเครื่องจักร

ข้อมูลการขัดข้องของเครื่อง Fill and Seal ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลการขัดข้องของเครื่อง Fill and Seal

Equipment	Date	Problem	Break down (Min)
Clamp seal	6 Nov 18	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลัง ไม่พร้อมใช้งาน	25
	7 Nov 18	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลัง ไม่พร้อมใช้งาน	15
	8 Nov 18	รอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm	65
	10 Nov 18	รอยซีลด้านหลังไม่ติด	18
Counter jaw	7 Nov 18	Alarm ซีลทับเม็ดอาหาร	5
	7 Nov 18	Alarm ซีลทับเม็ดอาหาร	7
	7 Nov 18	รอยซีลถุงด้านบนรั่ว	20

การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนของเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA

ในการวิเคราะห์เพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรที่เกิดขึ้น โดยจะแยกวิเคราะห์ทั้ง 3 ปัจจัยตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรง (Severity) การวิเคราะห์ปัญหาการขัดข้อง เพื่อทำการให้คะแนนในด้านปัจจัยความรุนแรง จะทำการรวบรวมปัญหาการขัดข้องที่ซ้ำหรือใกล้เคียงกันมาทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาการหยุดเพื่อใช้ในการเทียบเกณฑ์ เพื่อให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรงในค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักร โดยทำการแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านความรุนแรง ดังตารางที่ 4-2 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้องแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังของถุงไม่พร้อมใช้งานของชิ้นส่วน Clamp seal พบว่า เวลาการเกิดปัญหาขัดข้องเฉลี่ยต่อครั้ง เท่ากับ 1.78 ชั่วโมง และค่าซ่อมบำรุงเฉลี่ยต่อครั้ง เท่ากับ 1,313 บาท คิดเป็น 10.55% ของงบประมาณซ่อมบำรุงต่อเดือนที่ตั้งไว้ 100,000 บาท

ดังนั้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบในเกณฑ์การให้คะแนนด้านปัจจัยความรุนแรง ดังตารางที่ 3-4 พบว่า การขัดข้องของเครื่องจักรจากปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังของถุงไม่พร้อมใช้งานมีคะแนนเท่ากับ 6

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน

Machine: Fill and seal

Equipment	Problem	Frequency (year)	Severity (Score = 6)			
			Break down time (Hour)/ Year	Break down (Hour)/ Time	Cost (THB)/ Year	Cost (THB)/ Month
Clamp seal	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	96	171.5	1.78	126,600	10,550

2. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ (Detectability) การวิเคราะห์ปัญหาการขัดข้องเพื่อทำการให้คะแนนในด้านปัจจัยการตรวจจับ จะทำการประเมินจากชิ้นส่วนแต่ละหน่วยว่ามีระบบการตรวจจับเป็นระบบอัตโนมัติหรือไม่ หรือเป็นการตรวจจากการตรวจสอบตามรอบ พร้อมทั้งเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนใน ดังตารางที่ 3-5 โดยทำการแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านการตรวจจับ ดังตารางที่ 4-2 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้องแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังของถุงไม่พร้อมใช้งานของชิ้นส่วน Clamp seal พบว่า มีอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับความไม่พร้อมใช้งานของชุดซีลด้านหลัง คือ สามารถตรวจจับได้ในกรณีที่เทปให้ความร้อนหลุดออกจากชุด Roller เท่านั้น แต่ไม่สามารถตรวจจับได้ในกรณีที่เทปให้ความร้อนไม่ได้ระนาบหรือเยื้องหนีศูนย์ ดังนั้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบในเกณฑ์การให้คะแนนด้านการตรวจจับดังตารางที่ 3-4 พบว่า การขัดข้องของเครื่องจักรจากปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังของถุงไม่พร้อมใช้งานมีคะแนนเท่ากับ 5 คือ การควบคุมสามารถตรวจหาสาเหตุ/ กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้พอสมควร

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน

Machine: Fill and Seal			
Equipment	Problem	Frequency (year)	Detection Score
Clamp seal	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	96	5

3. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence) ทำการรวบรวมจำนวนครั้งของการเกิดปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น เพื่อบันทึกความถี่ในการเกิดการขัดข้องและทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนในด้านปัจจัยโอกาสในการเกิดตาม ดังตารางที่ 3-6 โดยทำการแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านโอกาสในการเกิดปัญหา ดังตารางที่ 4-3 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้อง แจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังของถุงไม่พร้อมใช้งานของชิ้นส่วน Clamp seal พบว่า ความถี่ในการเกิดปัญหา เท่ากับ 96 ครั้ง และจากเวลา Loading time ในตารางที่ 3-2 มีค่าเท่ากับ 4,050.69 ชั่วโมง ดังนั้น ปัญหาการขัดข้องแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลัง

ของถุงไม่พร้อมใช้งาน มีค่าเฉลี่ยในการเกิด 1 ครั้ง ใน 42.19 ชั่วโมงการทำงาน คิดเป็น 0.023 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนจะมีค่าเท่ากับ 10 คือ เครื่องจักรขัดข้อง > 1 ครั้ง ในชั่วโมงการทำงาน 1,000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.001)

ตารางที่ 4-4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดของปัญหาแจ้งเตือน Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน

Machine: Fill and Seal			
Equipment	Problem	Frequency (year)	Occurrence Score
Clamp seal	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	96	10

ซึ่งรายละเอียดคะแนน RPN ของแต่ละชิ้นส่วนของเครื่องจักร Fill and Seal ดังตารางที่ 4-5 ต่อจากนั้นได้นำคะแนน RPN ของแต่ละชิ้นส่วนมาจัดลำดับจากมากไปน้อยด้วยเทคนิคพาเรโต เนื่องจากข้อมูลการขัดข้องของชิ้นส่วนมีจำนวนมาก หากต้องการที่จะแก้ไขปัญหาให้ได้ถึง 80% จะต้องเลือกปัญหาที่เกิดการขัดข้อง 14 ปัญหา จากทั้งหมด 36 ปัญหา ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการเลือกเฉพาะปัญหาที่มีค่า RPN มากกว่า 200 คะแนนขึ้นไป เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริง ซึ่งจะได้รายการปัญหามาทั้งสิ้น 5 รายการ และมีค่า % สะสมค่า RPN เท่ากับ 61% ดังตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-1 รายละเอียดของปัญหามีที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงมีดังต่อไปนี้

1. ปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน มีค่า RPN = 300
2. ปัญหารอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm มีค่า RPN = 252
3. ปัญหารอยซีลถุงด้านบนรั่ว มีค่า RPN = 216
4. ปัญหารอยซีลถุงด้านล่างรั่ว มีค่า RPN = 216
5. ปัญหาชุดแทงจีบแทงถุงสินค้ารั่ว มีค่า RPN = 216

ตารางที่ 4-5 ค่า RPN ของแต่ละอุปกรณ์ของเครื่องจักร Fill and Seal

ชิ้นส่วน	ปัญหา/ ความบกพร่อง	ระดับคะแนน			RPN Score
		ความรุนแรง (S)	ความสามารถในการตรวจจับ (D)	โอกาสการเกิด (O)	
Motor drive film	ไฟไม่จ่ายเข้าระบบ	4	2	2	16
	Fitting หลุด	2	5	2	20
Free roller	Roller ไม่หมุน	3	5	2	30
Smart date coder	พิมพ์ตัวอักษรไม่ชัด	6	1	7	42
	ไม่พิมพ์ตัวอักษร	6	1	7	42
	พิมพ์ตัวอักษรซ้ำ	4	1	7	28
	พิมพ์ตัวอักษรไม่ตรงตำแหน่ง	4	1	7	28
	Alarm print head	5	1	5	25
Motor drive film	ไฟไม่จ่ายเข้าระบบ	4	2	2	16
	Fitting หลุด	2	5	2	20
Free roller	Roller ไม่หมุน	2	5	2	20
Image sensor	Alarm ภาพคมชัด < 90%	2	1	7	14
	กล้องไม่ทำงาน	4	1	2	8
Eye mark sensor	Alarm จับไม่ตรงตำแหน่ง	4	1	2	8
	Sensor เสีย	6	2	2	24
	Sensor ไม่ทำงาน	6	2	2	24
Stepping motor	Alarm stepping error	6	2	2	24
Hopper	จังหวะการเปิด-ปิดไม่สัมพันธ์	4	2	2	16
	เปิด-ปิดไม่สนิท	4	2	2	16
Tube	ขอบ Tube ขูดถุงขาดเป็นรอย	4	5	2	40

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

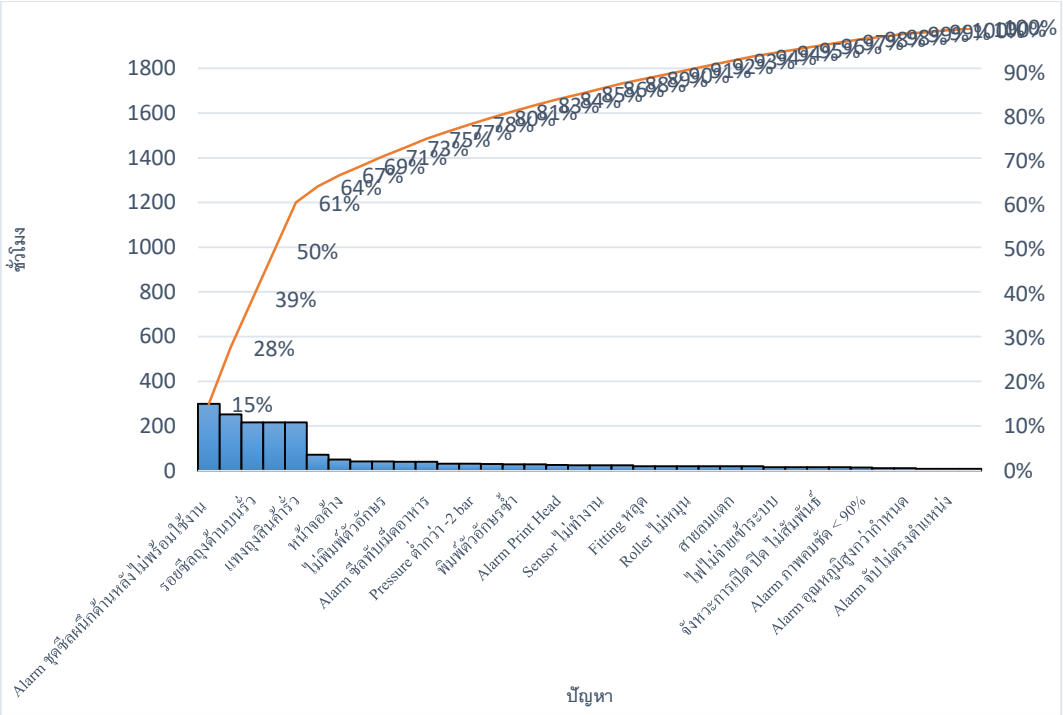
ชิ้นส่วน	ปัญหา/ ความบกพร่อง	ระดับคะแนน			RPN Score
		ความรุนแรง (S)	ความสามารถในการตรวจจับ (D)	โอกาสการเกิด (O)	
Tooth belt	Belt ดึงฟิล์มไม่ลง	4	4	2	32
Vacuum pump	Pressure ต่ำกว่า -2 bar	4	4	2	32
	สาย Vaccuum แตก	2	5	2	20
Clamp seal	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	6	5	10	300
	รอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm	6	6	7	252
	รอยซีลด้านหลังไม่ติด	2	6	6	72
Counter jaw	Alarm ซีลทับเม็ดอาหาร	2	2	10	40
	Alarm ระยะชักแกนเพลาเกินสเปค	2	2	2	8
	รอยซีลถุงด้านบนรั่ว	6	6	6	216
	รอยซีลถุงด้านล่างรั่ว	6	6	6	216
	Alarm อุณหภูมิต่ำกว่ากำหนด	2	1	6	12
	Alarm อุณหภูมิสูงกว่ากำหนด	2	1	6	12
Gusset	แทงถุงสินค้ารั่ว	6	6	6	216
	สายลมแตก	2	5	2	20
Control box	สาย Socket หลวม	2	5	2	20
	หน้าจอค้าง	5	5	2	50

ตารางที่ 4-6 คะแนน RPN ที่มีการเรียงลำดับจากมากไปน้อย

ลำดับ	ปัญหา	อุปกรณ์	RPN score	% RPN Score	% สะสม ของ RPN Score
1	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	Clamp seal	300	15%	15%
2	รอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm	Clamp seal	252	13%	28%
3	รอยซีลถุงด้านบนรั่ว	Counter jaw	216	11%	39%
4	รอยซีลถุงด้านล่างรั่ว	Counter jaw	216	11%	50%
5	แทงถุงสินค้ารั่ว	Gusset	216	11%	61%
6	รอยซีลด้านหลังไม่ติด	Clamp seal	72	4%	64%
7	หน้าจอค้าง	Control box	50	3%	67%
8	พิมพ์ตัวอักษรไม่ชัด	Smart date coder	42	2%	69%
9	ไม่พิมพ์ตัวอักษร	Smart date coder	42	2%	71%
10	ขอบ Tube ขูดถุงขาด เป็นรอย	Tube	40	2%	73%
11	Alarm ซีลทับเม็ดอาหาร	Counter jaw	40	2%	75%
12	Belt ดึงฟิล์มไม่ลง	Tooth belt	32	2%	77%
13	Pressure ต่ำกว่า -2 bar	Vacuum pump	32	2%	78%
14	Roller ไม่หมุน	Free roller	30	2%	80%
15	พิมพ์ตัวอักษรซ้ำ	Smart date coder	28	1%	81%
16	พิมพ์ตัวอักษรไม่ตรงตำแหน่ง	Smart date coder	28	1%	83%
17	Alarm print head	Smart date coder	25	1%	84%
18	Sensor เสีย	Eye mark sensor	24	1%	85%

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	อุปกรณ์	RPN score	% RPN Score	% สะสม ของ RPN Score
19	Sensor ไม่ทำงาน	Eye mark sensor	24	1%	86%
20	Alarm stepping error	Stepping motor	24	1%	88%
21	Fitting หลุด	Motor drive film	20	1%	89%
22	Fitting หลุด	Motor drive film	20	1%	90%
23	Roller ไม่หมุน	Free roller	20	1%	91%
24	สาย Vaccuum แตก	Vacuum pump	20	1%	92%
25	สายลมแตก	Gusset	20	1%	93%
26	สาย Socket หลวม	Control box	20	1%	94%
27	ไฟไม่จ่ายเข้าระบบ	Motor drive film	16	1%	94%
28	ไฟไม่จ่ายเข้าระบบ	Motor drive film	16	1%	95%
29	จังหวะการเปิด-ปิด ไม่สัมพันธ์	Hopper	16	1%	96%
30	เปิด-ปิดไม่สนิท	Hopper	16	1%	97%
31	Alarm ภาพคมชัด < 90%	Image sensor	14	1%	98%
32	Alarm อุณหภูมิต่ำกว่ากำหนด	Counter jaw	12	1%	98%
33	Alarm อุณหภูมิสูงกว่ากำหนด	Counter jaw	12	1%	99%
34	กล้องไม่ทำงาน	Image sensor	8	0%	99%
35	Alarm จับไม่ตรงตำแหน่ง	Eye mark sensor	8	0%	100%
36	Alarm ระยะชักแกนเพลาเกินสเปค	Counter jaw	8	0%	100%
		Sum	1,979		



ภาพที่ 4-1 กราฟแสดงปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรด้วยเทคนิคพาเรโต

ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุ

ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในการวิจัยในครั้งนี้จะใช้เครื่องมือแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) และ Why Why analysis โดยการระดมสมองด้วยกันของพนักงานและหัวหน้างานในฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วน Clamp seal มีทั้งหมด 2 ปัญหา คือ ปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน และปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm

1.1 ปัญหา Alarm ชุดซีลด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน อาการของปัญหา ในขณะที่เครื่อง Fill and Seal กำลังเดินเครื่องอยู่ หน้าจอควบคุมจะแจ้งเตือนขึ้นมาที่หน้าจอว่า Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน และเครื่อง Fill and Seal ก็จะหยุดการทำงานทันที

สาเหตุที่เป็นไปได้ มีหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้ แผ่นซีลหลุดออกจากชุด Roller แผ่นซีลขาด แผ่นซีลหมุนเยื้องหนีศูนย์ อุณหภูมิชุดซีลไม่ถึง 170-180 องศาเซลเซียส พนักงานประกอบแผ่นซีลหลวม พนักงานประกอบแผ่นซีลแน่นเกินไป แผ่นซีลไม่ได้มารตฐาน ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบสภาพแผ่นซีล ไม่มีมารตฐานการตรวจสอบ Center line แผ่นซีล

สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

1.1.1 รอบความถี่ในการบำรุงรักษาชุดให้ความร้อน (Heater) ไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้ชุดให้ความร้อนเสื่อมสภาพจากการใช้งาน จึงทำให้อุณหภูมิชุดซีลไม่ถึง 170-180 องศาเซลเซียส

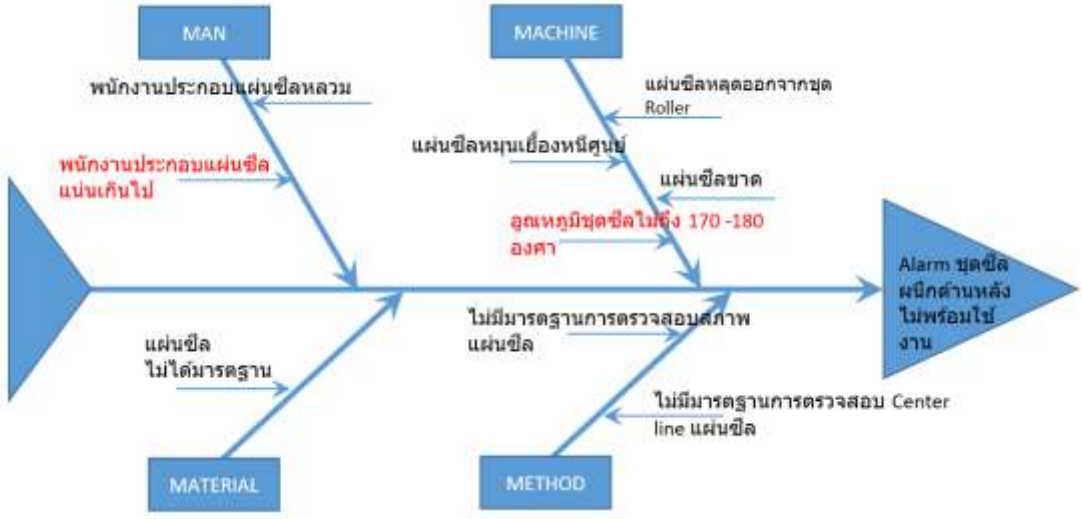
การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เปลี่ยนแท่งให้ความร้อนใหม่ (Heater)

การป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ ทบทวนรอบความถี่ในการบำรุงรักษาและสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชุดให้ความร้อน (Heater) และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ

1.1.2 ไม่มีมาตรฐานการประกอบแผ่นซีล ส่งผลให้พนักงานแต่ละคนประกอบแผ่นซีลตามประสบการณ์ของแต่ละคน จึงทำให้พนักงานประกอบแผ่นซีลแน่นเกินไป

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ทำการประกอบแผ่นซีลใหม่และทดสอบการหมุนโดยช่างเทคนิคหรือหัวหน้างานแผนกซ่อมบำรุง

การป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ จัดทำมาตรฐานการประกอบซีล และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติเป็นมาตรฐานเดียวกัน



ภาพที่ 4-2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน

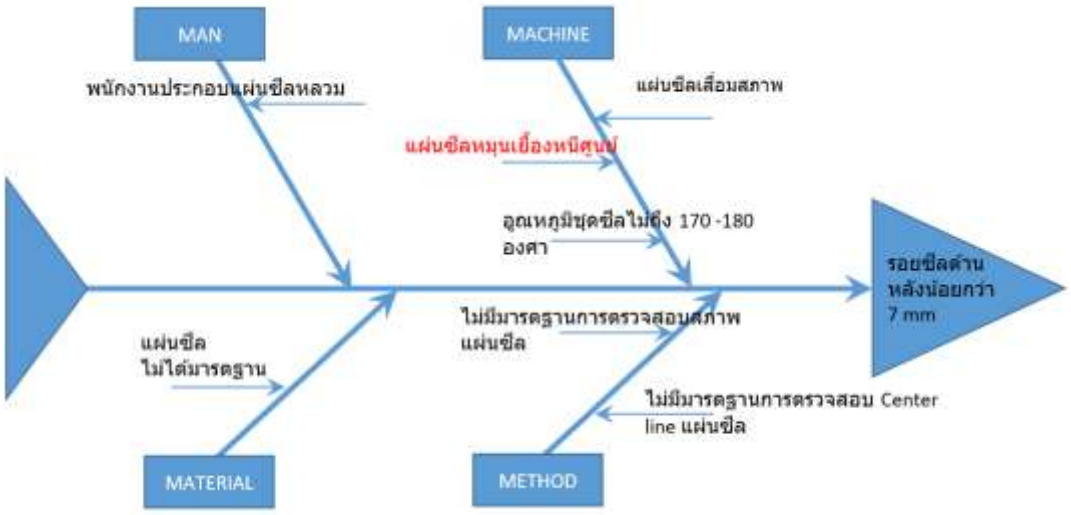
1.2 ปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm อาการของปัญหา ถุงสินค้าที่ซีลออกมามีความกว้างน้อยกว่า 7 mm ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงงานกำหนด ซึ่งมีโอกาสที่รอยซีลจะติดกันได้ไม่แน่น ทำให้รอยซีลหลุดออกจากกันได้ง่ายและทำให้อาหารเน่าเสียได้

สาเหตุที่เป็นไปได้ มีหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้ แผ่นซีลเสื่อมสภาพ แผ่นซีลหมุนเยื้องหนีศูนย์ อุณหภูมิชุดซีลไม่ถึง 170-180 องศาเซลเซียส พนักงานประกอบแผ่นซีลหลวม แผ่นซีลไม่ได้มารตฐาน ไม่มีมารตฐานการตรวจสอบสภาพแผ่นซีล

สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา รอบความถี่ในการบำรุงรักษาแผ่นนำความร้อนไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้แผ่นนำความร้อนเสื่อมสภาพ ทำให้แผ่นซีลหมุนเยื้องหนีศูนย์

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เปลี่ยนแผ่นนำความร้อนและแผ่นซีลใหม่

การป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ ทบทวนรอบความถี่ในการบำรุงรักษาและสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาแผ่นนำความร้อน และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ



ภาพที่ 4-3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm

2. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วน Counter jaw

ปัญหารอยซีลถุงด้านบนรั่วและรอยซีลถุงด้านล่างรั่ว เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาที่เกิดจากชุดซีลเดียวกันและเกิดขึ้นในลักษณะเหมือนกัน จึงจะทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 ปัญหานี้รวมกัน

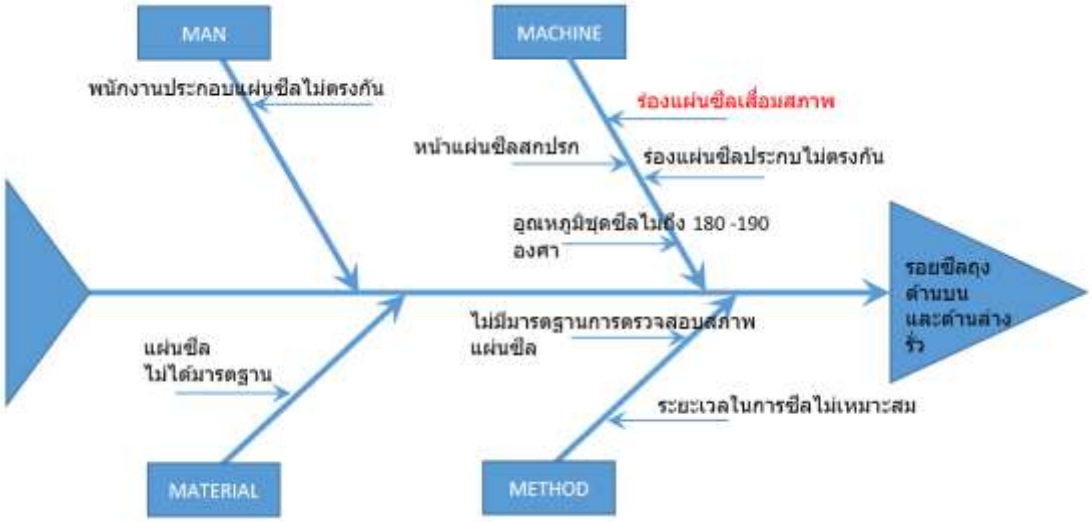
อาการของปัญหา ถุงสินค้าที่ซีลออกมามีรอยรั่ว ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่โรงงานกำหนด ซึ่งมีโอกาสที่อากาศจะเข้าไปในถุง ส่งผลทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ และรอยรั่วในถุงยังส่งกลิ่นอาหารออกมา ทำให้สัตว์พาหะมาเจาะกัดถุงอาหาร

สาเหตุที่เป็นไปได้ มีหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้ หน้าแผ่นซีลสกปรก ร่องแผ่นซีลประกบไม่ตรงกัน ร่องแผ่นซีลเสื่อมสภาพ พนักงานประกอบแผ่นซีลไม่ตรงกัน แผ่นซีลไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบสภาพแผ่นซีล อุณหภูมิชุดซีลไม่ถึง180-190 องศาเซลเซียส ระยะเวลในการซีลไม่เหมาะสม

สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา รอบความถี่ในการบำรุงรักษาชุดซีล (Counter jaw) ไม่เหมาะสมส่งผลทำให้ร่องแผ่นซีลเสื่อมสภาพ ทำให้ร่องแผ่นซีลประกบกันไม่สนิท

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น 1) ปรับระยะขันอัดชุดซีลให้แน่นกว่าปกติและเพิ่มระยะเวลาในการซีล และ 2) เปลี่ยนชุดซีลใหม่

การป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ ทบทวนรอบความถี่ในการบำรุงรักษาและสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชุดซีล และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ



ภาพที่ 4-4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยซีลถุงด้านบนและด้านล่างรั่ว

3. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนชุดแทงจีบถุง (Gusset)

ปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบถุง

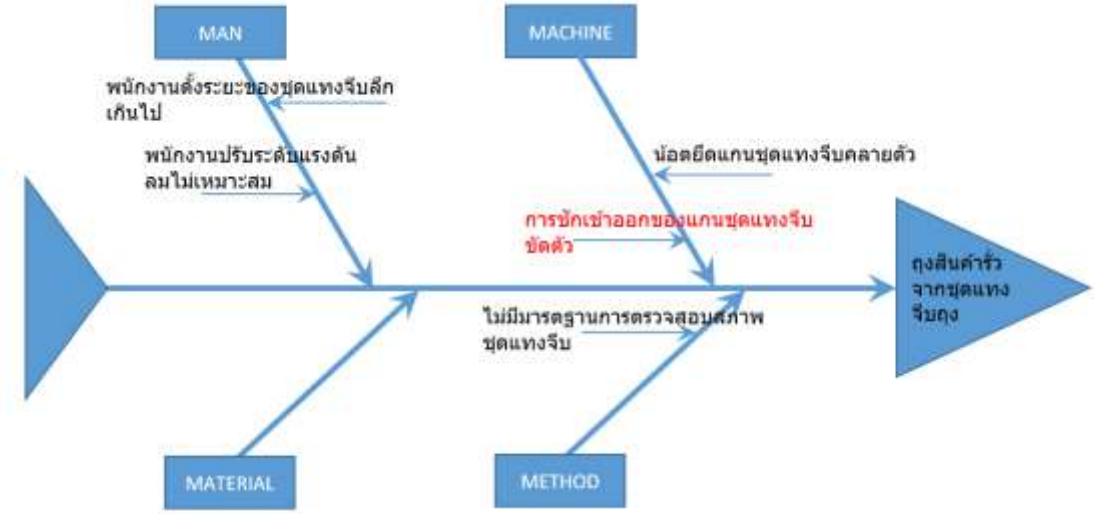
อาการของปัญหา ถุงสินค้าที่มีรูรั่วหรือแตกบริเวณมุมด้านล่างถุง จากชุดแทงจีบถุงทั้งด้านซ้ายและขวา

สาเหตุที่เป็นไปได้ มีหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้ พนักงานตั้งระยะของชุดแทงจีบลึกเกินไป การชักเข้าออกของแกนชุดแทงจีบขัดตัว พนักงานปรับระดับแรงดันลมไม่เหมาะสม น๊อตยึดแกนชุดแทงจีบคลายตัว ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบสภาพชุดแทงจีบ

สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา รอบความถี่ในการบำรุงรักษาชุดแทงจีบไม่เหมาะสม ส่งผลให้ลูกปืนชุดแทงจีบถุงแตก ทำให้การชักเข้า-ออกของแกนชุดแทงจีบขัดตัว

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เปลี่ยนลูกปืนชุดแทงจีบถุงใหม่

การป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำ ทบทวนรอบความถี่ในการบำรุงรักษาและสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชุดแทงจีบถุง และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ



ภาพที่ 4-5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบ

จากขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในขั้นตอนที่ผ่านมาสามารถสรุปปัญหาการขัดข้องของอุปกรณ์ สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไข ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 สาเหตุ และแนวทางแก้ไขของปัญหาการขัดข้องของอุปกรณ์

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ปัญหา	รับผิดชอบโดย
Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	1. อุณหภูมิไม่ถึง 170-180 องศาเซลเซียส เนื่องจาก Heater เสื่อมสภาพ	1. ทำการเปลี่ยนชุดซีลผนึกด้านหลังใหม่	ฝ่ายซ่อมบำรุง
	2. ไม่มีการตรวจสอบสภาพและการทำงานของ Heater	2. กำหนดให้มีการตรวจสอบสภาพ และการทำงานของ Heater ทุก ๆ วัน	ฝ่ายผลิต
	3. ความถี่ในการบำรุงรักษาไม่เหมาะสม	3. สร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชิ้นส่วน Heater และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้อง	ฝ่ายซ่อมบำรุง
	4. พนักงานประกอบแผ่นซีลแน่นเกินไป	4. จัดทำมาตรฐานการประกอบแผ่นซีล และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติเป็นมาตรฐานเดียวกัน	ฝ่ายซ่อมบำรุง
ปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm	1. แผ่นซีลหมุนเยื้องหนีศูนย์ เนื่องจากแผ่นนำความร้อนเสื่อมสภาพ	1. ทำการเปลี่ยน แผ่นนำความร้อนใหม่	ฝ่ายซ่อมบำรุง
	2. ไม่มีการตรวจสอบสภาพแผ่นนำความร้อน	2. กำหนดให้มีการตรวจสอบสภาพแผ่นนำความร้อนทุกเดือน	ฝ่ายผลิต
	3. ความถี่ในการบำรุงรักษาไม่เหมาะสม	3. สร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชิ้นส่วนแผ่นนำความร้อนและถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้อง	ฝ่ายซ่อมบำรุง

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ปัญหา	รับผิดชอบโดย
รอยซีลด้านบนและด้านล่างรั่ว	1. ร่องแผ่นซีลเสื่อมสภาพจากการใช้งาน	1. ทำการเปลี่ยนชุดซีลบน-ล่างอันใหม่ (Counter jaw)	ฝ่ายซ่อมบำรุง
	2. ไม่มีการตรวจสอบสภาพร่องแผ่นซีล	2. กำหนดให้มีการตรวจสอบสภาพร่องแผ่นซีลทุกสัปดาห์	ฝ่ายผลิต
	3. ไม่มีการทำความสะอาดร่องแผ่นซีล	3. กำหนดให้มีการทำความสะอาดร่องแผ่นซีลทุกสัปดาห์	ฝ่ายผลิต
	4. ความถี่ในการบำรุงรักษาไม่เหมาะสม	4. สร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชิ้นส่วน ชุดซีลบน-ล่าง (Counter jaw) และถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้อง	ฝ่ายซ่อมบำรุง
ถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบถุง	1. การชักเข้า-ออกของแกนชุดแทงจีบขัดตัวเนื่องจากลูกปืนแตก	1. ทำการเปลี่ยนชุดแทงจีบอันใหม่ (Gusset)	ฝ่ายซ่อมบำรุง
	2. ไม่มีการตรวจสอบสภาพชุดแทงจีบ	2. กำหนดให้มีการตรวจสอบสภาพชุดแทงจีบทุกวัน	ฝ่ายผลิต
	3. ไม่มีการหล่อลื่นชุดแทงจีบ	3. กำหนดให้มีการหล่อลื่นชุดแทงจีบทุกสัปดาห์	ฝ่ายผลิต
	4. ความถี่ในการบำรุงรักษาไม่เหมาะสม	4. สร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชิ้นส่วนชุดแทงจีบและถ่ายโอนความรู้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้อง	ฝ่ายซ่อมบำรุง

ซึ่งจากตารางที่ 4-7 จะเห็นได้ว่าจากทุกปัญหาจะมีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนเกิดการเสื่อมสภาพจากความถี่ในการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสมหรือยังไม่มีมาตรฐานในการซ่อมบำรุง ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้ไปทำการศึกษาข้อมูลและทบทวนแผนการซ่อมบำรุงที่มีอยู่ปัจจุบัน ซึ่งพบว่า มีจุดอ่อนอยู่พอสมควร ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

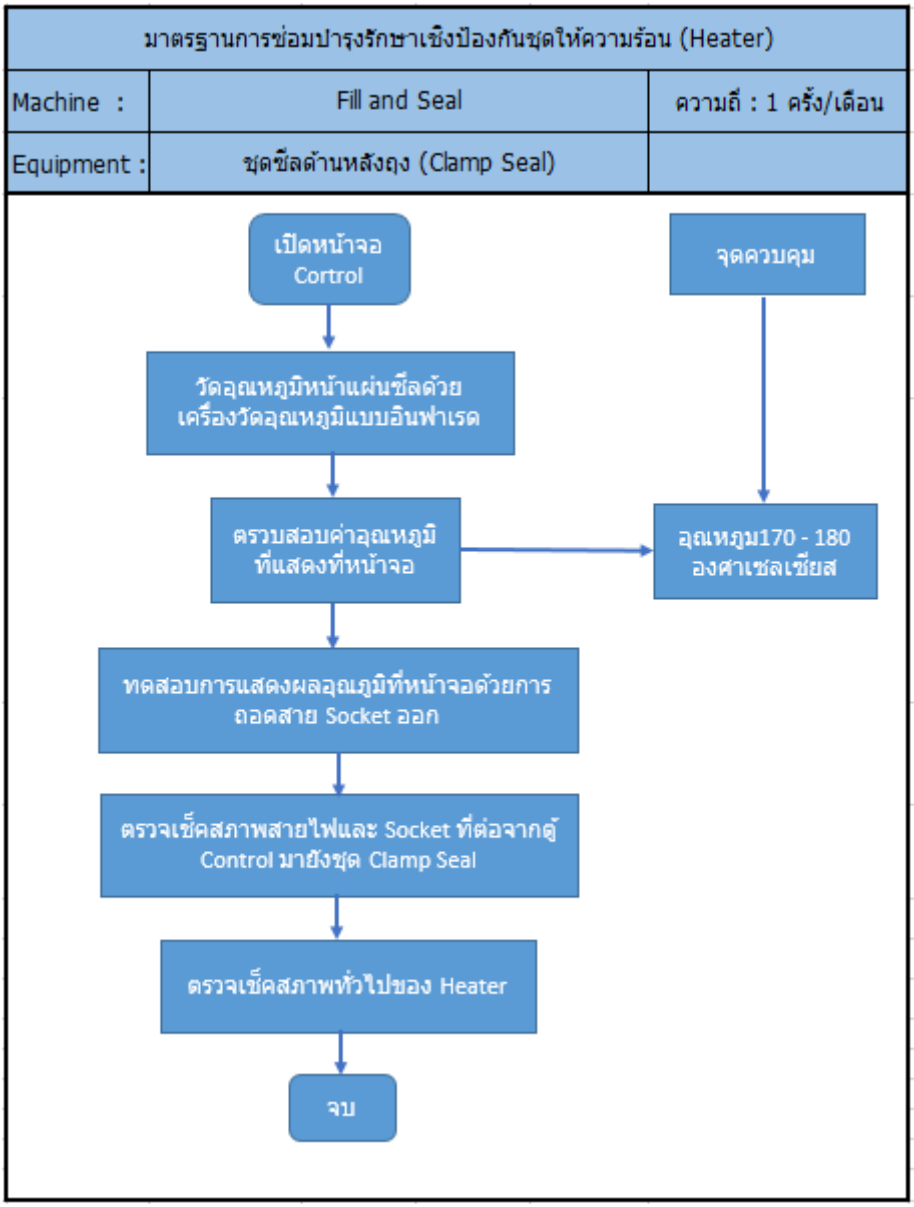
ชิ้นส่วนชุดซีลผนึกด้านหลัง (Clamp seal) ชุดซีลด้านบน-ล่าง (Counter jaw) และชุดแทงจีบถุง (Gusset) มีการกำหนดรอบในการบำรุงรักษาไว้ในรอบการบำรุงรักษาของเครื่องจักร Fill and Seal ที่รอบความถี่ทุก ๆ 6 เดือน ซึ่งรับผิดชอบโดยช่างเทคนิคจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร และการมาให้บริการแต่ละครั้ง ทางช่างเทคนิคก็จะทำการซ่อมบำรุงตามแผนการซ่อมบำรุงของเขาเอง ซึ่งในแต่ละรอบการให้บริการก็จะมีรายการอุปกรณ์ที่จะทำการซ่อมบำรุง ซึ่งไม่ครอบคลุมทั้งหมด จึงทำให้ในบางครั้งชุดซีลด้านหลังถุง (Clamp seal) ชุดซีล Counter jaw และชุดแทงจีบถุง (Gusset) ไม่ถูกทำการซ่อมบำรุงรักษา หรือในบางครั้งอาจเกินรอบการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้ และหลังจากที่ทำการซ่อมบำรุงรักษาเสร็จ จากนั้นช่างเทคนิคก็จะทำรายงานสรุปว่ามีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนไหนบ้างที่ชำรุดและต้องเปลี่ยนซึ่งก็จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของทางฝ่ายซ่อมบำรุงว่าจะเปลี่ยนหรือไม่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ทางโรงงานก็จะไม่เปลี่ยนเพราะเห็นว่าเครื่องจักรก็ยังสามารถใช้งานได้อยู่ จึงทำให้เครื่องจักรเสื่อมสภาพสะสมเรื่อยมา

อีกปัจจัยหนึ่งที่พบ ก็คือ พนักงานฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง ยังไม่ค่อยมีความรู้ในการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทั้ง 3 ชุด ได้ดีเท่าที่ควร จึงทำให้เมื่อเกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องก็จะอาศัยการซ่อมบำรุงตามสภาพอาการมากกว่าเป็นการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรเกิดการเสื่อมสภาพและเกิดการขัดข้องในที่สุด

การปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุง

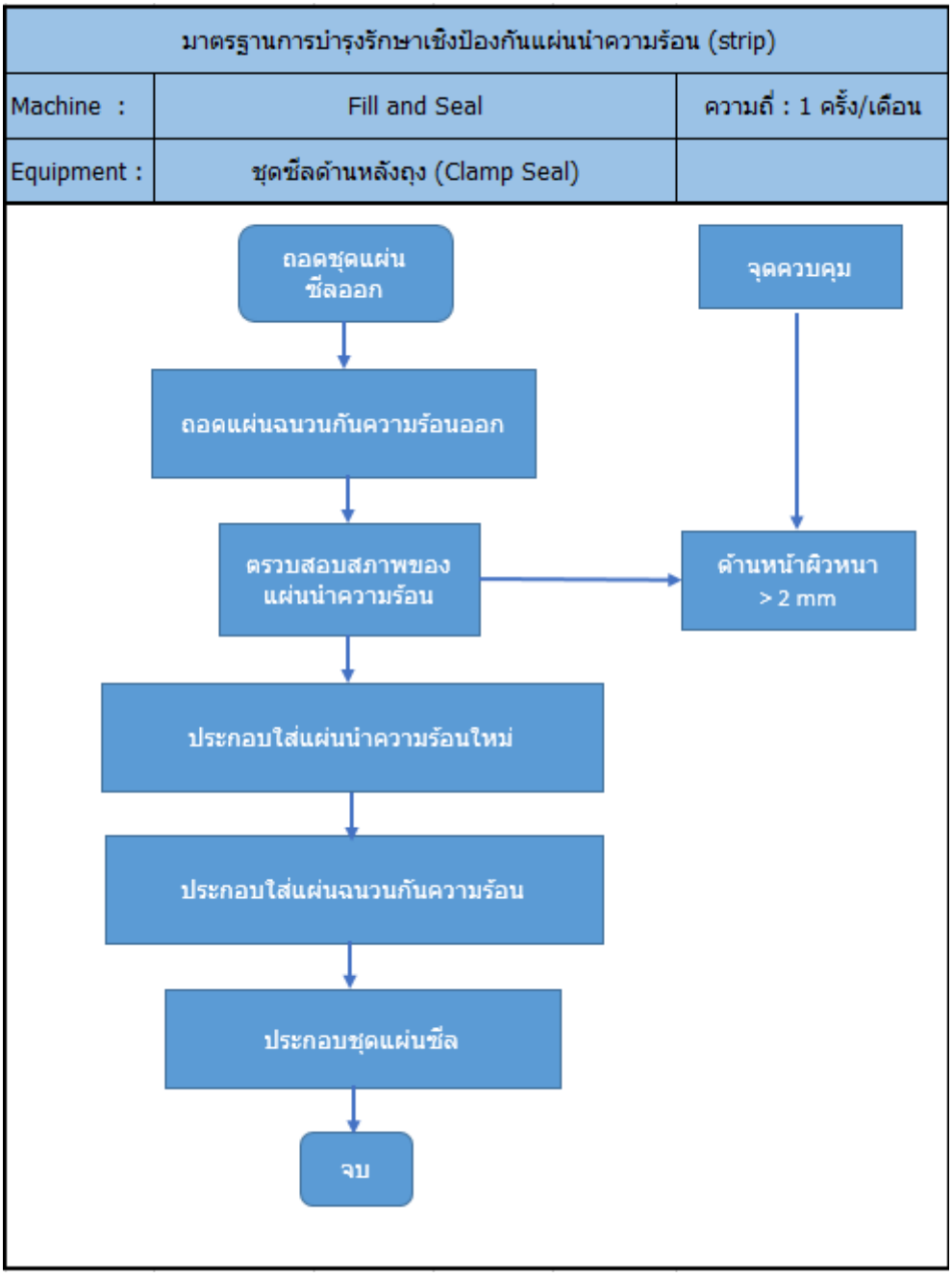
ทางผู้วิจัยจึงทำการเสนอแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของชิ้นส่วน ทั้ง 3 ชุด โดยเปลี่ยนจากช่างเทคนิคจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรมาเป็นพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษาเอง และยังคงให้มีการบำรุงรักษาตามรอบจากช่างเทคนิคบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรไว้อยู่ ซึ่งรายละเอียดการซ่อมบำรุงต่าง ๆ แสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน ในชิ้นส่วนชุดซีลด้านหลังถุง (Clamp seal)



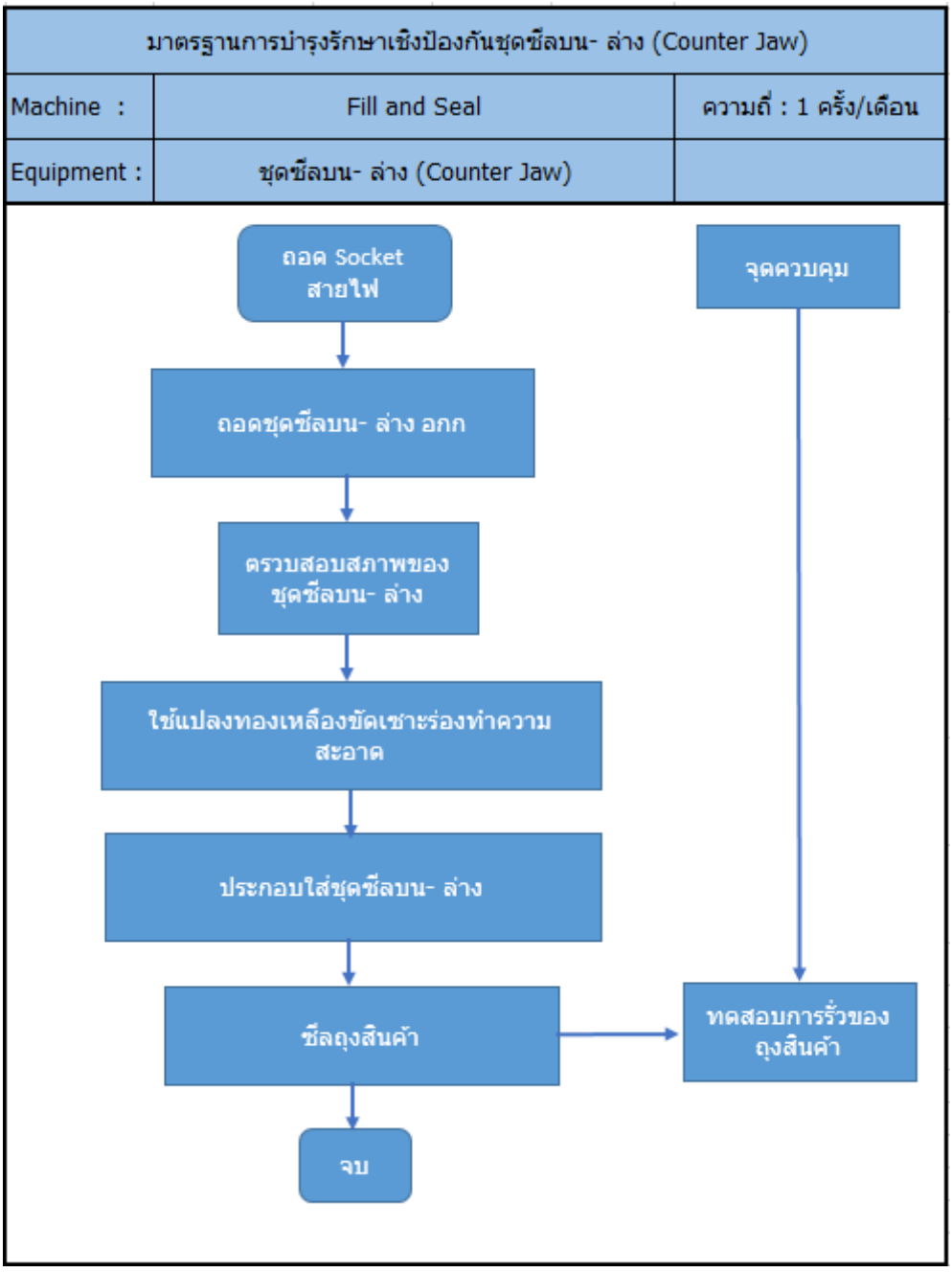
ภาพที่ 4-6 มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดให้ความร้อน (Heater)

2. แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm ในชิ้นส่วนชุดซีลด้านหลังถุง (Clamp seal)



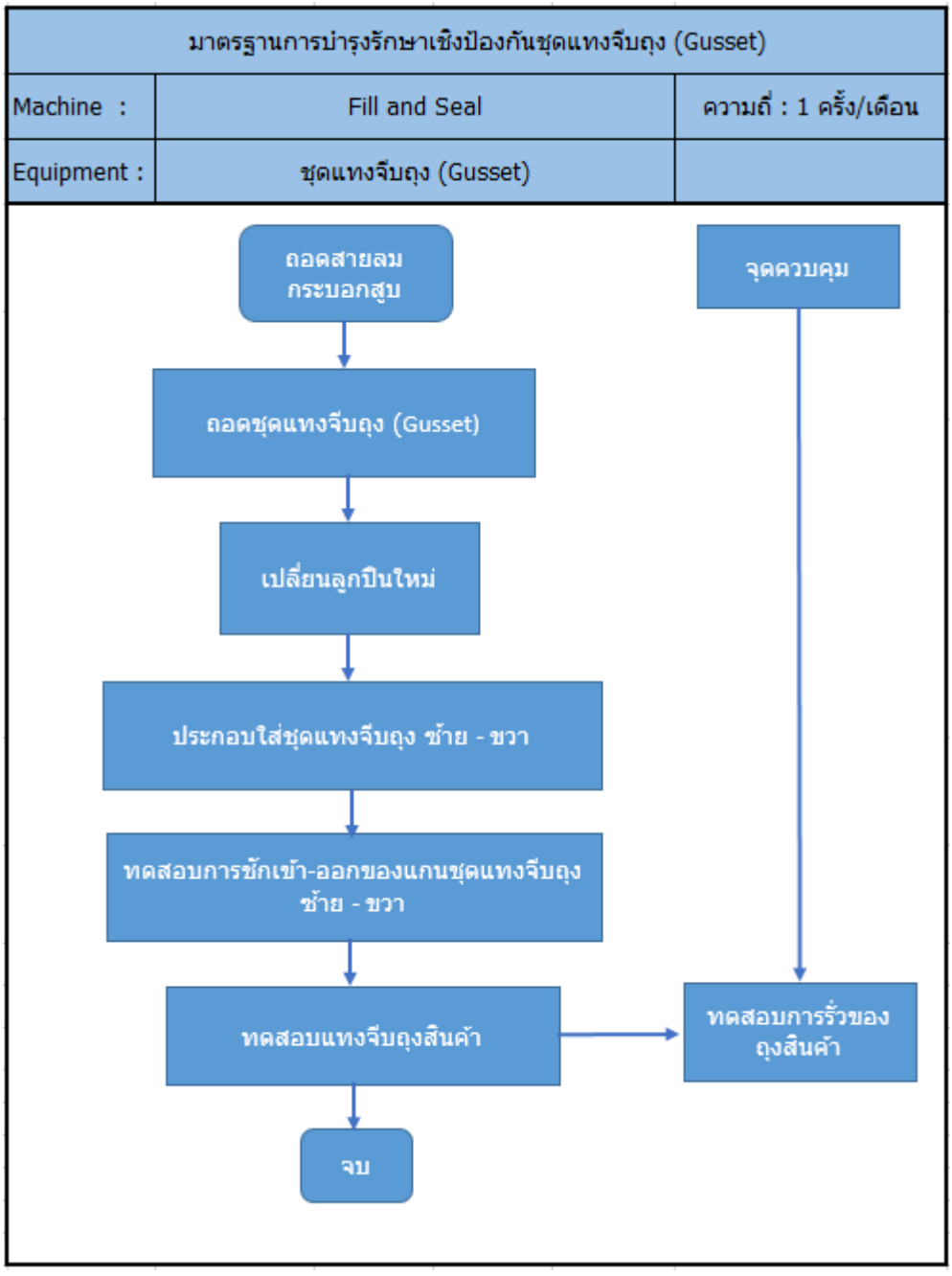
ภาพที่ 4-7 มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแผ่นนำความร้อน (Strip)

3. แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปัญหารอยซีลถุงด้านบน-ล่างรั่ว ในชิ้นส่วนชุดซีลบน-ล่าง (Counter jaw)



ภาพที่ 4-8 มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดซีลบน-ล่าง (Counter jaw)

4. แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบถุงในชิ้นส่วนชุดแทงจีบถุง (Gusset)



ภาพที่ 4-9 มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันชุดแทงจีบถุง (Gusset)

การประยุกต์ระบบการบำรุงรักษาหลังการปรับปรุง

จากนั้นได้ทำการนำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้กับชิ้นส่วน ทั้ง 3 ชุด ได้แก่ ชิ้นส่วนชุดซีลด้านหลังถุง (Clamp seal) ชุดซีลบน-ล่าง (Counter jaw) และชุดแทงจีบถุง (Gusset)

โดยมีการจัดอบรมและถ่ายทอดความรู้ให้กับพนักงานและหัวหน้างานทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง และได้มีการเพิ่มแผนการซ่อมบำรุงแบบใหม่ไว้ในแผนการซ่อมบำรุงของฝ่ายซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษาด้วย

ซึ่งเริ่มนำแผนการซ่อมบำรุงแบบใหม่นี้ไปใช้ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2562 ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 เป็นต้นมา และกำหนดให้พนักงานฝ่ายผลิตทำการบันทึกข้อมูลเวลาของอุปกรณ์ที่เกิดอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของการผลิต

และจากการดึงข้อมูลในระบบฐานข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2562 ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 ของเครื่อง Fill and Seal สายการบรรจุ C พบว่า ยังไม่เกิดปัญหาทั้ง 5 ปัญหา ได้แก่ ปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน ปัญหารอยซีลด้านหลังน้อยกว่า 7 mm ปัญหารอยซีลถุงด้านบน-ล่างรั่ว และปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบถุง

การติดตามและสรุปผล

หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขปัญหาตามแนวทางการแก้ไขที่ในตารางที่ 4-7 และได้มีการนำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ร่วมกัน พบว่า จำนวนครั้งของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร Fill and Seal ลดลงจาก 46 เหลือ 19 ครั้ง/ เดือน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 45.5% และจำนวนเวลาการเกิดการขัดข้องลดลงจาก 20.425 เหลือ 9.42 ชั่วโมง/ เดือน เท่ากับลดลง 53.9% ดังตารางที่ 4-8

จากข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 ของเครื่อง Fill and Seal สายการบรรจุ C พบว่า จำนวนเวลาเฉลี่ยของเครื่องจักรขัดข้อง เท่ากับ 5.91% และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (%OEE) เท่ากับ 84.4% ดังตารางที่ 4-9

ปัจจัยในด้านโอกาสการเกิดของปัญหาหลังการปรับปรุงลดลงจาก 10 เหลือเท่ากับ 1 คะแนน ทั้ง 5 ปัญหา และค่า RPN หลังการปรับปรุง พบว่า ค่า RPN ปัญหา Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งานลดลงจาก 300 เหลือ 30 คะแนน ปัญหารอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm ลดลงจาก 252 เหลือ 36 คะแนน ปัญหารอยซีลด้านบนและด้านล่างถุง ลดลงจาก 216 เหลือ 36 คะแนน และปัญหาถุงสินค้ารั่วจากชุดแทงจีบถุงลดลงจาก 216 เหลือ 36 คะแนน ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 จำนวนครั้งและเวลาเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร Fill and Seal ก่อนและหลัง

เครื่องจักร	จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้อง (ครั้ง/ เดือน)			จำนวนเวลาที่เกิดการขัดข้อง (ชั่วโมง/ เดือน)		
	ก่อน	หลัง	ลดลง (%)	ก่อน	หลัง	ลดลง (%)
Fill and Seal	46	9	80.4	20.425	9.42	53.9

ตารางที่ 4-9 จำนวน % Break down และ % OEE ของสายการบรรจุ C หลังการปรับปรุง

Month	Loading time (Hour)	Break down time (Hour)	% Break down	% OEE
May-19	326.4	20.53	6.29%	84.5
Jun-19	308.53	18.29	5.93%	84.2
Jul-19	332.17	18.32	5.52%	84.6
Total	967.1	57.14	5.91%	84.4

ตารางที่ 4-10 ค่า RPN ก่อน-หลังการปรับปรุงของชิ้นส่วนในเครื่อง Fill and Seal

ชิ้นส่วน	ปัญหา/ ความบกพร่อง	ระดับคะแนน				RPN Score	
		ความรุนแรง (S)	ความสามารถในการตรวจจับ (D)	โอกาสการเกิด (O) (ก่อน)	โอกาสการเกิด (O) (หลัง)	ก่อน	หลัง
Clamp seal	Alarm ชุดซีลผนึกด้านหลังไม่พร้อมใช้งาน	6	5	10	1	300	30
	รอยซีลด้านหลังเล็กกว่า 7 mm	6	6	7	1	252	36
Counter jaw	รอยซีลถุงด้านบนรั่ว	6	6	6	1	216	36
	รอยซีลถุงด้านล่างรั่ว	6	6	6	1	216	36
Gusset	แทงถุงสินค้ารั่ว	6	6	6	1	216	36

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสาเหตุและการแก้ปัญหาดัชนีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ในสายการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์อบแห้งที่ต่ำกว่าเป้าหมาย ซึ่งเป็นผลจากอัตราความพร้อมของเครื่อง Fill and Seal ที่เป็นเครื่องจักรที่สำคัญของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากมีอัตราการ Break down สูงเกินไป จึงได้ประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ Fish bond diagram และ Why Why analysis เพื่อบ่งชี้ปัญหาที่อาจเป็นไปได้ของเครื่อง Fill and Seal อย่างละเอียดทำให้สามารถบ่งชี้โอกาสการทำงานล้มเหลวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องนี้อย่างครอบคลุม และระบุได้ว่า การ Break down ของเครื่องจักรเกิดจากความล้มเหลวของชิ้นส่วนหลัก ได้แก่ ชุดซีลผนึกด้านหลัง ชุดซีลด้านบน-ล่าง และชุดแทงจีบถุง โดยมีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนเกิดการเสื่อมสภาพจากความถี่ในการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสมหรือยังไม่มีมาตรฐานในการซ่อมบำรุง ทีมงานจึงกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่เกิดความล้มเหลวของชิ้นส่วนของเครื่องจักรเหล่านี้ การดำเนินการประกอบด้วย 7 ขั้นตอน เริ่มจาก การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนของเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุ การปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุง การประยุกต์ระบบการบำรุงรักษาหลังการปรับปรุง และการติดตามและสรุปผล สามารถสรุปได้ในหัวข้อสรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการนำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันหลังการปรับปรุงไปประยุกต์ใช้กับชิ้นส่วนหลักที่ทำให้เกิดปัญหา Break down ได้แก่ ชุดซีลผนึกด้านหลัง ชุดซีลด้านบน-ล่าง และชุดแทงจีบถุง และหลังจากมีการประยุกต์ใช้แผนการซ่อมบำรุงแบบใหม่นี้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 พบว่า เวลาการขัดข้องและเสียหาย (Break down) ของสายการบรรจุ C ลดลงจากเดิม 9.84% เหลือเท่ากับ 5.91% และค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของสายการบรรจุ C จากเดิมเท่ากับ 79.4% เพิ่มขึ้นเป็น 84.4% ซึ่งบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการแก้ไขปัญหาการขัดข้องของชิ้นส่วนของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัยที่เป็นขั้นตอน ทำให้ง่ายต่อการดำเนินการวิจัย อีกทั้งยังมีการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาตามค่าคะแนน RPN ทำให้สามารถเลือกจัดการกับปัญหาที่มีความสำคัญมากก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งผลจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นไปตามความคาดหวังเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้มีการศึกษามาก่อนทำการวิจัย กล่าวคือ สามารถลดอัตราการขัดข้อง (Break down) ของชิ้นส่วนของเครื่องจักรลงและเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักรได้อย่างดีเยี่ยม

สิ่งที่งานวิจัยนี้ยังทำได้ไม่ดีพอ ก็คือ ไม่ได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญของระบบการซ่อมบำรุง เนื่องจากไม่ได้มีการรวบรวมข้อมูล MTBF และ MTBR ของข้อมูลในอดีตปี 2561 ไว้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการปรับปรุงจนถึงปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

ทางผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนการศึกษาที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตอื่นในโรงงานกรณีศึกษา โดยจะต้องทำการจัดอบรมให้พนักงานและหัวหน้างานมีความรู้เกี่ยวกับระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเทคนิค FMEA เพื่อให้ทุกคนสามารถจัดตั้งทีมวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเครื่องจักรขัดข้องของเครื่องจักรในสายการผลิตที่ตัวเองรับผิดชอบ

ในประเด็นการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอแนะว่า ต้องมีการนำข้อมูลค่า RPN หลังการปรับปรุงของแต่ละปัญหามาทำการวิเคราะห์และจัดลำดับตามวิธีพาเรโต เพื่อให้เห็นว่าหลังจากการปรับปรุงแล้วยังมีปัญหาใดอีกบางที่จำเป็นต้องแก้ไขอีก

บรรณานุกรม

กาญจนา จิตรจุน. (2551). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เกษม รุ่งเรือง. (2552). *การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรในอุตสาหกรรมรีเลย์*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ทีมข่าว TCIJ. (2562). *คนไทยรู้ยังธุรกิจสัตว์เลี้ยงไทยมีมูลค่ากว่า 3.2 หมื่นล้านบาทต่อปี*. เข้าถึงได้จาก 09 มีนาคม 2562, https://www.tcijthai.com/news/2019/01/scoop/8726.

ธีระศักดิ พรหมเสน. (2556). *การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องดื่ม*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวศิวกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปราโมช วิเศษโวหาร. (2552). *เอกสารประกอบการบรรยาย การซ่อมบำรุงเครื่องจักรและวัดประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปราจิณ ศรีเมือง. (2555). *การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์กันรั่วเชิงกล โดยการประยุกต์การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาษิต ทินนาม. (2554). *การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยเทคนิคการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องจักรกลเกษตร*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาษิต ทินนาม. (2557). *การบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยในงานอุตสาหกรรม*. เข้าถึงได้จาก http://sci.bsru.ac.th/dept/product/newsattach/1370050936_pasit_ppt.pdf.

รัชศักดิ์ สารนอก. (2556). *การบำรุงรักษา (Maintenance)*. เข้าถึงได้จาก http://www.elfit.ssru.ac.th/ratchasak/pluginfile.php/405/block_html/content/02_Maintenance_.pdf.

เวปไซต์ Positioning. (2561). *อาหารสัตว์เลี้ยงเติบโตต่อเนื่อง หลากหลายปัจจัยหนุน*. เข้าถึงได้จาก https://positioningmag.com/43206.

สรัณญา ศิลาอาสน์. (2551). *การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา: โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุพัฒน์ วงศ์จิรัฐิกาล. (2555). *การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเพลารถยนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพลเชษฐ์ เพ็ชรรัตน์. (2550). *การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สำหรับเครื่องจักรงานอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.