



การแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ

กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทติกส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)

SOLVING PROBLEM BY QC TOOLS

DEPARTMENT: A CASE STUDY OF THAI TORAY SYNTHETICS

CO., LTD. ( BANGKOK FACTORY )

นางสาวธาริณี ศักดิ์ธรรมลิขิต

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น

พ.ศ.2556

การแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ  
กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)

SOLVING PROBLEM BY QC TOOLS

DEPARTMENT: A CASE STUDY OF THAI TORAY SYNTHETICS CO., LTD.

( BANGKOK FACTORY )

นางสาวธาริณี ศักดิ์ธรรมลิขิต

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น

พ.ศ.2556

คณะกรรมการตรวจสอบ

.....ประธานกรรมการตรวจสอบ

(ผศ.ดร.พิศุทธิ์ พงษ์ชัยฤกษ์)

.....กรรมการสอบ

(ผศ.อัญชลี สุพิทักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.อัญชลี สุพิทักษ์)

.....ประธานสหกิจศึกษาสาขาวิชา

(ผศ.ดร.พิศุทธิ์ พงษ์ชัยฤกษ์)

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

|                     |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อโครงการ         | การแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ<br>กรณีศึกษา บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)<br>Solving Problem by Qc Tools<br>Department: A Case Study of Thai Toray Synthetics Co., Ltd.<br>( Bangkok Factory ) |
| ผู้เขียน            | นางสาวธาริณี ศักดิ์ธรรมลิขิต                                                                                                                                                                                                |
| คณะวิชา             | วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต                                                                                                                                                                                      |
| อาจารย์ที่ปรึกษา    | ผศ.อัญชลี สุพิทักษ์                                                                                                                                                                                                         |
| พนักงานที่ปรึกษา    | 1. นายอำพล จิมพุดิ<br>2. นางสาวอรพรรณ ทองน่วม                                                                                                                                                                               |
| ชื่อบริษัท          | บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)                                                                                                                                                                                |
| ประเภทธุรกิจ/สินค้า | ผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ประเภทไนลอนและโพลีเอสเตอร์ และ<br>ผลิตเม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม (คอมพาวด์ ชีพ)                                                                                                                             |

### บทสรุป

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียจากการทำงานของเครื่องจักร Rus-12A (A-10) ด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกี่ยวกับปัญหาของเครื่องจักร แผนผังพาเรโต เพื่อเลือกลักษณะของเสียมาเป็นหัวข้อในการปรับปรุงและแก้ไข แผนผังสาเหตุและผลเพื่อใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหา แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเพื่อหา Spindle ที่เกิดความผิดปกติ และนำมาวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis ในการหาสาเหตุหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยการลดความสูญเสียในการเกิดปัญหา Filament Broken ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสินค้า C-Grade สามารถลดสินค้า C-Grade ลงได้จาก 1.20% เหลือ 0.38% ส่งผลให้ผลกำไรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 80,000 บาท/ปี

|                                |                                                                                                                       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Project's name</b>          | Solving Problem by Qc Tools<br><br>Department: A Case Study of Thai Toray Synthetics Co., Ltd.<br>( Bangkok Factory ) |
| <b>Writer</b>                  | Ms. Tarinee Sakthammalikit                                                                                            |
| <b>Faculty</b>                 | Faculty of Engineering, Production Engineering Program                                                                |
| <b>Faculty advisor</b>         | Asst. Prof. Anchalee Supitak                                                                                          |
| <b>Job Supervisor</b>          | 1. Mr. Aumpol Chimput<br><br>2. Ms. Aorapan Thongnuam                                                                 |
| <b>Company's Name</b>          | Thai-Toray Synthetics Co., Ltd. ( Bangkok Factory )                                                                   |
| <b>Business Type / Product</b> | Synthetic Fiber of Nylon and Polyester Engineer Plastic<br>(Compound Chip)                                            |

### Summary

This project aims to reduce defects from machine Rus-12A (A-10) by using Pareto Chart to find the main problem, P-Chart to find spindle abnormal, Cause and Effect Diagram to find out the problem condition. Then Why-Why analysis is applied to identify the improvement to reduce the C-Grade of Filament Broken Problem.

The improvement given by this project results in the reduction of the Filament Broken, which is one reason that caused the C-Grade can reduce C-Grade from 1.20% to 0.38 % resulting resulting in a profit. increased an average of about \$ 80,000 / year



## กิตติกรรมประกาศ

จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษานี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่ว่าจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่คุณโนริ มัทซึบาระ ผู้จัดการโรงงานไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ) ที่ได้ส่งเสริมและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ในสถานประกอบการที่เอื้อต่อการค้นคว้า ใฝ่หาความรู้ของคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณวุฒิ ตติรัตน์ ผู้ประสานงานสหกิจศึกษา ที่อำนวยความสะดวกแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในสถานประกอบการ ศส.อัญชลี สุพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ที่ให้คำแนะนำและความรู้ระหว่างปฏิบัติงาน คุณกิตติพงษ์ ถนัดคำ ผู้จัดการแผนกในลอน ดรอทวิสตั้งที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และสอนงานระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ด้วยความดูแลเอาใจใส่ทุกขั้นตอน คุณอรพรรณ ทองน่วม และ คุณอำพล จิมพุดิ พนักงานที่ปรึกษาที่ช่วยให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการหาข้อมูลประกอบรายงาน

ขอขอบพระคุณบุคลากรบริษัทไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ) ทุกท่านที่ได้ฝึกสอนให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานและจัดทำรายงานจากการปฏิบัติงานสหกิจฉบับนี้ที่ไม่ได้กล่าวนาม

นางสาวธาริณี ศักดิ์ธรรมลิขิต

## สารบัญ

### หน้า

|                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------|---|
| บทสรุป                                                        | ก |
| Summary                                                       | ข |
| กิตติกรรมประกาศ                                               | ค |
| สารบัญ                                                        | ง |
| สารบัญตาราง                                                   | ช |
| สารบัญภาพประกอบ                                               | ซ |
| <b>บทที่</b>                                                  |   |
| <b>1. บทนำ</b>                                                | 1 |
| 1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ                            | 1 |
| 1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร | 2 |
| 1.2.1 ลักษณะธุรกิจ                                            | 2 |
| 1.2.2 นโยบายความปลอดภัย                                       | 2 |
| 1.2.3 นโยบายคุณภาพและสิ่งแวดล้อม ISO 9001, ISO14001           | 3 |
| 1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร                   | 4 |
| 1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย              | 4 |
| 1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา             | 4 |
| 1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน                                     | 5 |
| 1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา                                 | 5 |
| 1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ                     | 5 |
| 1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย          | 5 |
| 1.10 นิยามศัพท์เฉพาะ                                          | 6 |

## บทที่

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน</b>                 | <b>7</b>  |
| 2.1 ความสำคัญของการวัดผลการดำเนินงาน                             | 7         |
| 2.1.1 เหตุผลที่ทำให้การวัดผลการดำเนินงานมีความสำคัญ              | 7         |
| 2.1.2 ประเภทของความสูญเสีย                                       | 8         |
| 2.1.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุง                             | 14        |
| 2.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์                             | 19        |
| 2.1.5 การปรับปรุงความสูญเสียหลัก 6 ประการ                        | 27        |
| <b>3. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน</b>              | <b>37</b> |
| 3.1 ตารางแผนการปฏิบัติงาน                                        | 37        |
| 3.2 ค้นหาปัญหาและหัวข้อเรื่อง                                    | 38        |
| 3.3 ศึกษาสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร A-10                         | 39        |
| 3.4 เหตุผลที่เลือกปรับปรุงแก้ไขปัญหา C-Grade                     | 40        |
| 3.5 กำหนดหัวข้อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไข                            | 42        |
| 3.6 ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเพื่อหาจุดที่ผิดปกติ           | 43        |
| 3.7 กำหนดขอบเขตในการปรับปรุง                                     | 47        |
| 3.8 เป้าหมายในการดำเนินงาน                                       | 48        |
| 3.9 วิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดปัญหา Filament Broken                | 49        |
| 3.10 วิเคราะห์การเกิดปัญหา Filament Broken ที่เกิดจากเครื่องจักร | 50        |
| <b>4. ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ</b>              | <b>52</b> |
| 4.1 ผลการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข                                  | 52        |
| 4.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน                                      | 57        |

**บทที่**

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>          | <b>59</b> |
| 5.1 สรุปการดำเนินงาน                   | 59        |
| 5.1.1 ผลจากการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล | 59        |
| 5.1.2 ผลการปรับปรุง                    | 59        |
| 5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา                | 60        |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                         | 60        |
| <b>เอกสารอ้างอิง</b>                   | <b>62</b> |
| <b>ภาคผนวก</b>                         | <b>63</b> |
| ก. รายงานประจำสัปดาห์                  | 64        |
| <b>ประวัติผู้จัดทำโครงการ</b>          | <b>82</b> |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                         | หน้า |
|--------------------------------------------------|------|
| 3.1 ตารางแผนการปฏิบัติงาน                        | 37   |
| 3.2 ข้อมูลการผลิตของเครื่อง A-10, A-14 และ A-15  | 38   |
| 3.3 ข้อมูลสภาพการผลิตปัจจุบันของเครื่อง A-10     | 39   |
| 3.4 ลักษณะปัญหาของสินค้า C-Grade                 | 41   |
| 3.5 จำนวนของเสียและสัดส่วนของเสียในกลุ่มตัวอย่าง | 43   |
| 4.1 ผลการปรับปรุง                                | 57   |



## สารบัญภาพประกอบ

| ภาพที่                                             | หน้า |
|----------------------------------------------------|------|
| 1.1 บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ)   | 1    |
| 1.2 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร        | 4    |
| 3.1 เครื่องจักร A-10                               | 39   |
| 3.2 เหตุผลที่เลือกปรับปรุงแก้ไขปัญหา C-Grade       | 40   |
| 3.3 แผนผังพาเรโต                                   | 42   |
| 3.4 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 1 | 44   |
| 3.5 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 2 | 45   |
| 3.6 แสดงข้อมูล Spindle ที่เกิดความผิดปกติ          | 46   |
| 3.7 กำหนดขอบเขตการดำเนินงาน                        | 47   |
| 3.8 เป้าหมายในการดำเนินงาน                         | 48   |
| 3.9 แพลงผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา Filament Broken   | 49   |
| 3.10 Why-Why Analysis                              | 50   |
| 4.1 Pitch Roller (ก่อน)                            | 52   |
| 4.2 Pitch Roller (หลัง)                            | 53   |
| 4.3 Metal Pin (ก่อน)                               | 53   |
| 4.4 Metal Pin (หลัง)                               | 54   |
| 4.5 ระบายขอบ Hot Plate (ก่อน)                      | 55   |
| 4.6 ระบายขอบ Hot Plate (หลัง)                      | 55   |
| 4.7 Draw Roller (ก่อน)                             | 56   |
| 4.8 Draw Roller (หลัง)                             | 57   |
| 4.9 ผลการปรับปรุง                                  | 58   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

|             |                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------|
| ชื่อบริษัท  | THAI TORAY SYNTHETICS CO., LTD. ( BANGKOK FACTORY )         |
| สถานที่ตั้ง | เลขที่ 112 ถนนรามอินทรา อนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220 |
| โทรศัพท์    | (02) 522- 1640-7                                            |
| โทรสาร      | (02) 522- 1827                                              |



ภาพที่ 1.1 บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด ( โรงงานกรุงเทพ )

## 1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร

### 1.2.1 ลักษณะธุรกิจ

บริษัท ไทยโทเรซินเทคติกส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพฯ) เป็นผู้ทำการผลิตเส้นใยในลอนรายแรกในประเทศไทยโดยดำเนินกิจการร่วมทุน ไทย-ญี่ปุ่น มีบริษัทโทเรอินดัสตรีแห่งประเทศไทยญี่ปุ่นเป็นบริษัทแม่ให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค บริษัทฯได้จัดตั้งครั้งแรกเมื่อ 4 ธันวาคม 2506 และเริ่มดำเนินการ 26 มกราคม 2510 โดยเริ่มผลิตเส้นใยในลอนเพียงวันละ 3 ตัน ต่อจากนั้นก็มีการขยายการผลิต ผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยอดการผลิตก็เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีสินค้าหลักดังนี้

- 1) เส้นใยสังเคราะห์ ประเภทในลอนและโพลีเอสเตอร์ (Synthetic Fiber of Nylon and Polyester)
- 2) เม็ดพลาสติกอุตสาหกรรม (คอมพาวด์ ชิพ) Engineer Plastic (Compound Chip)

### วันและเวลาทำงานปกติ

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| วันทำงานปกติ        | วันจันทร์ ถึง วันเสาร์       |
| วันหยุดประจำสัปดาห์ | วันเสาร์วันเสาร์ และ อาทิตย์ |
| เวลาทำงานปกติ       | 08.00 น. ถึง 16.30 น.        |
| เวลาพัก             | 12.00 น. ถึง 13.00 น.        |

### เวลาทำงานกะ

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| กะเช้า เวลาทำงานปกติ | 08.00 น. ถึง 16.30 น. |
| กะบ่าย เวลาทำงานปกติ | 16.30 น. ถึง 01.00 น. |
| กะดึก เวลาทำงานปกติ  | 01.00 น. ถึง 08.00 น. |

### 1.2.2 นโยบายความปลอดภัย

อุบัติเหตุเป็นศูนย์ ให้ความสำคัญสูงสุดด้านความปลอดภัย โดยมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อม การทำงานอยู่เสมอ เพื่อสุขภาพจิตและสุขภาพกายที่ดี



### 1.2.3 นโยบายคุณภาพและสิ่งแวดล้อม ISO 9001, ISO 14001

#### คำขวัญ

คุณภาพเยี่ยม

สิ่งแวดล้อมดี

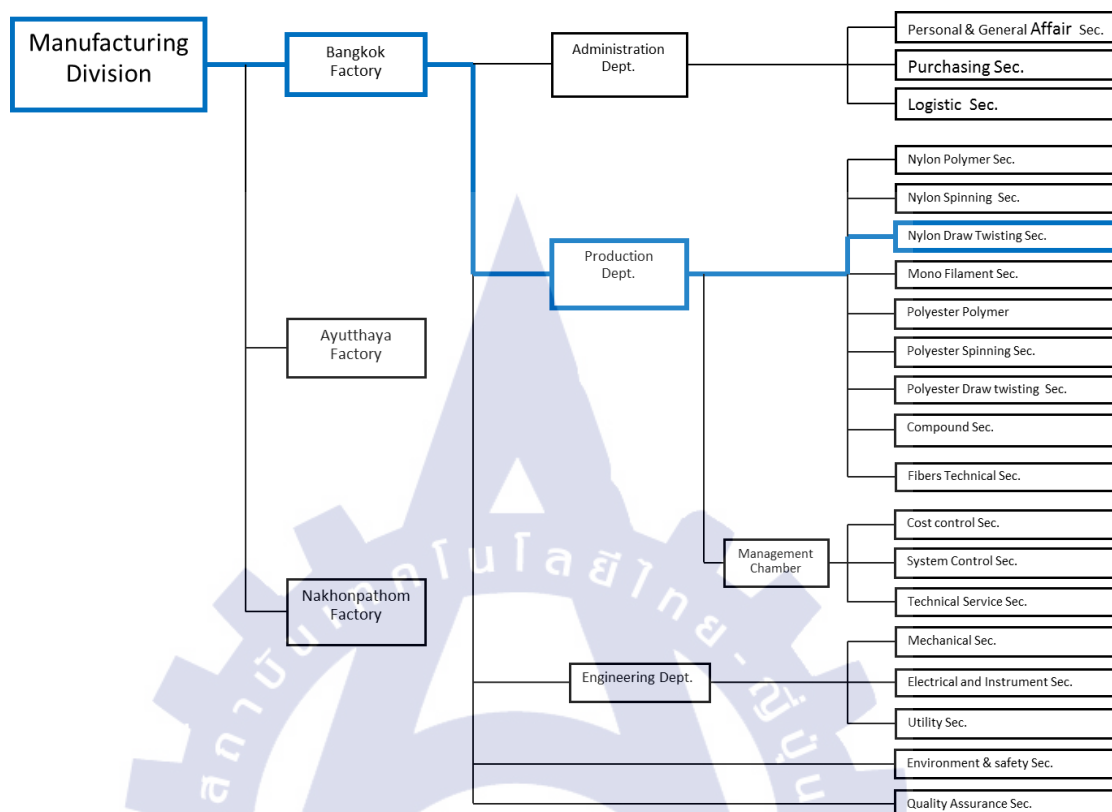
ถูกใจลูกค้าและชุมชน

พัฒนาอย่างต่อเนื่อง

บริษัท ไทยโทเรซินเทคส์ จำกัด (โรงงานกรุงเทพ) เป็นผู้ผลิตเส้นใยสังเคราะห์ประเภท ไนลอน โพลีเอสเตอร์และเม็ดพลาสติกอุตสาหกรรมบริษัทมีความมุ่งมั่นในการพัฒนาปรับปรุงด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและรับผิดชอบต่อสังคมซึ่งได้นำระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 และระบบจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001 มาเป็นส่วนหนึ่งในการบริหารงานขององค์กรโดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

- 1) ปฏิบัติตามกฎหมายข้อบังคับและข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวกับลูกค้าพนักงานสิ่งแวดล้อมและสังคม
- 2) มุ่งเน้นพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมโดยสนองต่อเรื่อง
  - ความพึงพอใจของลูกค้าในด้านของผลิตภัณฑ์และการส่งมอบ
  - บริหารจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ
  - เพิ่มประสิทธิภาพประสิทธิผลในการผลิตและลดการสูญเสียในทุกขั้นตอน ได้แก่ การใช้วัตถุดิบ , ของเสียจากการผลิตและการใช้พลังงาน
- 3) สร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้า พนักงานและชุมชนในสังคม
- 4) พัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีความสามารถในการรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมที่ดีเพื่อให้นโยบายนี้บรรลุผลสำเร็จ จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และผลงานแต่ละปีเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง

### 1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร



ภาพที่ 1.2 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารองค์กร

### 1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง Production Engineer ศึกษากระบวนการผลิตและปรับปรุงกระบวนการเพิ่ม Productivity แผนก Nylon Draw Twisting

### 1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

คุณอำพล      ฉิมพุฒิ      ตำแหน่ง หัวหน้างาน

คุณอรพรรณ      ทองน่วม      ตำแหน่ง ผู้ช่วยหัวหน้างาน

## 1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 3 มิถุนายน 2556 ถึง วันที่ 4 ตุลาคม 2556

## 1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผลผลิตที่ผลิตได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Full Pirn และ Small Pirn โดยผลผลิตประเภท Full Pirn แบ่งออกเป็นสินค้าประเภท A-Grade และ C-Grade ซึ่งสินค้าประเภท C-Grade ถูกจำหน่ายในราคาที่เท่ากันกับสินค้าประเภท Small Pirn เนื่องจากสินค้าประเภท C-Grade เกิดปัญหา Filament Broken , Stain , Fray , Tarumi ถ้าสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ จะทำให้สินค้าประเภท C-Grade ลดลงและสินค้าประเภท A-Grade เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลกำไรการผลิตเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

ดังนั้นผู้จัดทำมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาสินค้าประเภท C-Grade ให้เป็นสินค้าประเภท A-Grade โดยในรายงานจะกล่าวถึงการแก้ไขและหาทางป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิม

## 1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ

- 1) เพื่อลดปัญหาสินค้าประเภท C-Grade
- 2) แก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ

## 1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย

- 1) สามารถลดปัญหาการเกิด C-Grade ได้
- 2) เพิ่มผลกำไรของสินค้า

## 1.10 นิยามศัพท์เฉพาะ

| คำศัพท์เฉพาะ       | คำอธิบาย                                                                         |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Pirn               | หลอดด้าย                                                                         |
| Bobbin             | แกนหลอดด้าย                                                                      |
| Full Pirn          | Pirn ที่มีน้ำหนัก เฉพาะเส้นด้าย 2910 กรัม โดย<br>ไม่รวมน้ำหนักของ Bobbin         |
| Small Pirn         | Pirn ที่มีน้ำหนัก เฉพาะเส้นด้าย 1100 - 2790 กรัม<br>โดยไม่รวมน้ำหนักของ Bobbin   |
| U/Y (undrawn yarn) | ด้ายที่ไม่ถูกดึงยืดเส้นด้ายจะใหญ่กว่าปกติเมื่อ ดึง<br>ด้ายจะสามารถยืดได้กว่าปกติ |
| Spindle            | แกนการผลิต 1 แกน / ผลผลิต                                                        |
| Doffing            | รอบการผลิต                                                                       |
| Filament Broken    | ด้ายแตกมีลักษณะเส้นด้ายแตกหรือออกมาหรือเส้นด้าย<br>รวมตัวเป็นก้อน                |
| Tarumi             | ด้ายหย่อน จะมีเส้นด้ายหย่อน โกงออกมาจาก Pirn                                     |
| Stain              | รอยเปื้อน                                                                        |
| Fray               | ลุ่ย                                                                             |
| Pitch Roller       | ตัวกดเส้นด้าย                                                                    |
| Feed Roller        | ตัวป้อนเส้นด้าย                                                                  |
| Metal Pin          | ตัวป้องกันของเส้นด้ายก่อนสัมผัสหน้า Hot Plate                                    |
| Hot Plate          | อุปกรณ์ให้ความร้อนแก่เส้นด้าย                                                    |
| Draw Roller        | ตัวยืดเส้นด้าย                                                                   |
| S-Roller           | เป็นตัวร่วมกับ Draw Roller ในการยืดเส้นด้าย                                      |

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

#### 2.1 ความสำคัญของการวัดผลการดำเนินงาน [1]

ในวงจรของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Plan, Do, Check, Action :PDCA) การวัดมีบทบาทสำคัญในการระบุโอกาสที่จะดำเนินการปรับปรุง การกำหนดหัวข้อและติดตามความคืบหน้าเมื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมาย รวมถึงการทบทวนผลการดำเนินงานขององค์กรทำให้รู้สถานะจุดแข็งและจุดอ่อนขององค์กรซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดกลยุทธ์

##### 2.1.1 เหตุผลที่ทำให้การวัดผลการดำเนินงานมีความสำคัญ [1]

- 1) เพื่อให้แน่ใจว่าความต้องการของลูกค้าได้รับการตอบสนองและค้นหาว่าลูกค้ามีความพอใจและไม่พอใจด้านใดบ้าง เช่น การวัดความพึงพอใจของลูกค้าในด้านคุณภาพของสินค้า ราคาของสินค้า การส่งมอบสินค้า
- 2) สามารถกำหนดเป้าหมายขององค์กรอย่างชัดเจนว่าจะเน้นการปรับปรุงด้านในหรือสิ่งใดที่ต้องแก้ไขก่อน-หลังตามลำดับ โดยใช้ระยะเวลานานเท่าไร
- 3) สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถ (Benchmarking) เช่น เปรียบเทียบตัวชี้วัดต่างๆกับคู่แข่งหรือค่าเฉลี่ยของอุตสาหกรรมเดียวกัน
- 4) ทำให้เกิดการตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อยืนยันว่าวิธีการแก้ไขปัญหานั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้องและมีผลต่อการปรับปรุงองค์กรอย่างแท้จริงหรือไม่

สิ่งที่เราต้องคำนึงอยู่เสมอในการกำหนดตัวชี้วัดขององค์กร คือ ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานจะต้องสอดคล้องกับหน้าที่หลักขององค์กรและหน่วยงาน รวมทั้งกลยุทธ์และแผนงานขององค์กร โดยสื่อสารเชื่อมโยงมาจากวิสัยทัศน์ เป้าหมายขององค์กร ซึ่งสามารถนำไปสู่การระบุปัญหาและการแสดงผลของวิธีการปรับปรุงได้อย่างชัดเจน

จุดเริ่มต้นในการค้นหาความสูญเสีย ต้องเริ่มจากการกระตุ้นให้พนักงานเห็นความสำคัญว่าทำไมต้องกำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้น และอธิบายให้เข้าใจความหมายของความสูญเสียแต่ละประเภทตามทฤษฎีก่อน เพื่อเป็นแนวคิดไปสู่การปฏิบัติที่จะค้นหาความสูญเสียต่างๆ เกิดขึ้น

มากมาย ซึ่งสามารถกำหนดคำนิยามของความสูญเสียหลักได้ 16 ประการ และแบ่งเป็นหมวดหมู่ของความสูญเสียหลักออกเป็น 3 หมวดใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

### 2.1.2 ประเภทของความสูญเสีย [1]

#### หมวดที่ 1 ความสูญเสียที่มีผลต่อเครื่องจักร

ความสูญเสียที่ทำให้การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรลดลง

##### 1) ความสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักร (shutdown losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหยุดเครื่องจักรโดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้า เช่น การบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรตามระยะเวลา การประชุมตอนเช้าก่อนเริ่มเดินเครื่องจักร (Morning Meeting) พักทานข้าว การทำความสะอาดเครื่องจักรก่อนเวลาเลิกงาน เป็นต้น

##### 2) ความสูญเสียจากการปรับผลผลิต (Production Adjustment Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไม่มีคำสั่งผลิตสินค้า (No order) ที่มีผลมาจากความต้องการสินค้าที่ลดลง ทำให้ต้องหยุดหรือลดเวลาการทำงานของเครื่องจักร รวมทั้งการปรับลดความเร็วของเครื่องจักรโดยมีการวางแผนหรือไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า

ความสูญเสียประเภทที่ 1 และ 2 เป็นความสูญเสียที่ทำให้การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรลดลง (Machine Utilization) ซึ่งไม่ได้มีสาเหตุมาจากความผิดพลาดหรือบกพร่องของเครื่องจักร

ความสูญเสียที่ทำให้เวลาการเดินเครื่องจักรลดลง

##### 3) ความสูญเสียจากการขัดข้องของเครื่องจักร (Break Down Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักรหรือการหยุดเครื่องจักรโดยที่ไม่มีการวางแผนล่วงหน้า ทำให้เครื่องจักรหยุดเป็นเวลานานตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไป ซึ่งการกำหนดระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของเครื่องจักรและความสามารถในการบันทึกข้อมูล ดังนั้น เมื่อเครื่องจักรหยุดตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไป จะต้องบันทึกเวลาและสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดทุกครั้ง ถ้าหากช่วงเวลาที่เกิดขึ้นน้อยกว่า 5 นาที จะจัดอยู่ในกลุ่มของความสูญเสียเนื่องจากการหยุดเล็กๆน้อยๆ ซึ่งจะไม่มีการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้น ลักษณะการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลทำให้เกิดความสูญเสียเวลาในการผลิต เช่น

- เครื่องจักรเสียดทานเช่น มอเตอร์ใหม่ ลูกปืนแตก สายพานขาด โช้ขาด เป็นต้น
- เหตุขัดข้องที่ไม่ได้กระทบต่อการหยุดเครื่องจักรแบบกะทันหัน แต่ต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือฟื้นฟูสภาพของเครื่องจักรโดยไม่ได้อยู่ในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น ลูกปืนมีเสียงดัง สายพานหย่อน เป็นต้น

#### 4) ความสูญเสียจากการปรับตั้ง ปรับแต่งเครื่องจักร (Set Up and Adjustment Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่การผลิตสินค้ารุ่นเดิมชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้นจนถึงเวลาที่สามารถผลิตสินค้ารุ่นใหม่ชิ้นแรกได้อย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

- การเตรียมการ เช่น การทำความสะอาด การตรวจสอบแม่พิมพ์ใหม่ การเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์
- การปรับเปลี่ยน เป็นการถอดแม่พิมพ์รุ่นเก่าออกเพื่อติดตั้งแม่พิมพ์รุ่นใหม่
- การปรับตั้ง เป็นการวางตำแหน่งและการยึดแม่พิมพ์รุ่นใหม่ให้เข้าที่
- การปรับแต่งเพื่อให้ได้ตำแหน่งระยะห่างที่เหมาะสมของแม่พิมพ์ และการทดสอบเดินเครื่องจักรที่ทำให้สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพได้อย่างต่อเนื่อง

ความสูญเสียประการที่ 3 และ 4 เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อเราต้องการใช้เครื่องจักรแต่เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ (Machine Availability) ซึ่งสาเหตุมาจากเครื่องจักรมีความผิดพลาดหรือบกพร่องทำให้สูญเสียเวลาการผลิต

ความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักรลดลง

#### 5) ความสูญเสียจากการหยุดเล็กน้อย และการเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเล็กน้อย ทำให้เครื่องจักรหยุดชะงักในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น เมื่อมีชิ้นงานเข้าไปติดบนสายพานลำเลียงพนักงานหยุดเครื่องจักรแล้วแก้ไขโดยดึงชิ้นงานออกจากสายพานลำเลียง เครื่องจักรก็สามารถเดินได้ตามปกติ เป็นต้น ส่วนความสูญเสียจากการเดินเครื่องตัวเปล่า เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานแต่ไม่มีการป้อนชิ้นงานหรือมีการป้อนชิ้นงานไม่สม่ำเสมอ ความสูญเสียจากการหยุดเล็กน้อย



และการเดินเครื่องตัวเปล่ามีลักษณะการเกิดขึ้นบ่อยครั้งและการแก้ไขแต่ละครั้งจะใช้เวลาสั้นๆ ซึ่งจำไม่มีการบันทึกเวลาที่เครื่องจักรหยุด เนื่องจากพนักงานจะใช้เวลาแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักรแทนที่จะบันทึกข้อมูลซึ่งน่าจะเหมาะสมกว่า ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่าทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามจำนวนที่กำหนดในระยะเวลาที่กำหนด

#### 6) ความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้น เนื่องจากความเร็วที่ใช้งานจริงของเครื่องจักร ช้ากว่าความเร็วมาตรฐานที่กำหนดของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามจำนวนที่กำหนดในระยะเวลาที่กำหนด ความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรไม่สามารถบันทึกเวลาที่สูญเสียได้โดยตรง เนื่องจากความเร็วของเครื่องจักรในแต่ละช่วงเวลาจะไม่เท่ากัน ดังนั้น จากความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นโดยการนำรอบเวลามาตรฐานของเครื่องจักรมาคำนวณหาเวลาที่สูญเสียไป เช่น รอบเวลามาตรฐานที่กำหนด 0.5 นาที/ชิ้น ต้องการผลิตชิ้นงานจำนวน 60 ชิ้น ดังนั้น เวลาตามแผนที่กำหนดไว้เท่ากับ 30 นาที แต่เมื่อทำการผลิตจริงจำนวนชิ้นงาน 60 ชิ้นเท่ากันต้องใช้เวลา 45 นาที แสดงว่ามีความสูญเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 15 นาที หรือ 0.25 นาที/ชิ้น

ความสูญเสียประเภทที่ 5 และ 6 เป็นความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง (Machine Efficiency) ซึ่งสาเหตุมาจากเครื่องจักรมีความผิดพลาดหรือบกพร่องทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามจำนวนที่กำหนดในระยะเวลาที่กำหนด

ความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิผลของเครื่องจักรลดลง

#### 7) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) และงานแก้ไข (Rework)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผลิตสินค้าไม่ตรงตามข้อกำหนดของกระบวนการผลิตหรือของลูกค้านำไปแก้ไข ซ่อมแซมได้ เช่น ชิ้นงานที่แตกร้าวหรือมีรอยร้าว ส่วนงานแก้ไขจัดเป็นสินค้าที่ผลิตออกมาไม่ตรงตามข้อกำหนดเช่นกัน แต่สามารถนำไปแก้ไขซ่อมแซมหรือนำกลับมาในกระบวนการผลิตซ้ำได้ใหม่ เช่น ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดที่ลูกค้ากำหนด ดังนั้น ความสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไข ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาที่ต้องผลิตสินค้าทดแทน เวลาที่ใช้ในการแก้ไขซ่อมแซมสินค้า การสูญเสียพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (หมายเหตุ บางตำราแยกความสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไขออกจากกัน)



#### 8) ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start Up Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร เช่น การเริ่มเดินเครื่องตอนเช้าหลังจากวันหยุดสุดสัปดาห์ การเดินเครื่องหลังจากการซ่อมเครื่องจักร การเดินเครื่องหลักจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น ซึ่งความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิตจะส่งผลกระทบต่อความสูญเสียเวลาและการเกิดของเสียหรือไม่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องจักรและกระบวนการผลิต ทำให้ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิตจะถูกบันทึกรวมอยู่ในความสูญเสียตัวอื่นๆ ด้วย ดังนั้น จะต้องมีการกำหนดค่าจำกัดความของความสูญเสียให้ชัดเจนตั้งแต่ต้นก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการบันทึกข้อมูลที่จะนำไปคำนวณและวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่ต้องต่อไป

- บางกระบวนการผลิต การเกิดความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต ไม่ได้ทำให้เกิดของเสีย แต่ทำให้เสียเวลาในช่วงเริ่มต้นเดินเครื่องจักร เช่น การปรับอุณหภูมิ การรอความดันให้ได้ค่าตามที่ต้องการ เป็นต้น กรณีนี้ควรจะบันทึกเวลาลงในประเภทความสูญเสียจากการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรจะเหมาะสมกว่า ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขได้อย่างถูกต้อง
- บางกระบวนการผลิต การเกิดความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิตจะทำให้เกิดของเสียในช่วงเริ่มต้นเดินเครื่องจักร เช่น ในกระบวนการฉีดพลาสติกเมื่อเริ่มเดินเครื่องจักรหลังจากมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หรือเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์จะต้องเดินเครื่องจักรเพื่อล้างสีวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์เดิมในเครื่องจักรให้หมดไปก่อน ซึ่งจะทำให้มีของเสียเกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นการผลิตกรณีนี้ควรจะบันทึกชิ้นงานที่เสียลงในประเภทความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิตซึ่งเป็นความสูญเสียที่เกี่ยวกับคุณภาพ (หมายเหตุ บางตำราไม่มีการกำหนดความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต เนื่องจากความสูญเสียประเภทนี้รวมอยู่ในประเภทความสูญเสียจากการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักร หรือความสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไข ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทนั้นๆ)

ความสูญเสียประการที่ 7 และ 8 เป็นความสูญเสียที่ทำให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีปัญหาด้านคุณภาพ (Quality) ซึ่งสาเหตุมาจากเครื่องจักรมีความผิดพลาดหรือบกพร่องทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามข้อกำหนดของกระบวนการหรือของลูกค้า

## หมวดที่ 2 ความสูญเสียที่มีผลต่อประสิทธิภาพของคน

### 9) ความสูญเสียจากการจัดการ (Management Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการบริหารจัดการในกระบวนการผลิตที่ผิดพลาดหรือไม่เหมาะสมซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของคนลดลง เช่น การวางแผนการผลิตที่ไม่สอดคล้องกับกำลังการผลิตของพนักงานฝ่ายผลิตในการประกอบสินค้า การสูญเสียเวลาการผลิตเนื่องจากการรอการตัดสินใจจากฝ่ายวางแผนการผลิตและผู้จัดการฝ่ายผลิต เป็นต้น

### 10) ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากพนักงานเคลื่อนไหวเกินความจำเป็น ทำให้สูญเสียเวลาหรือจำนวนสินค้าในการผลิต เช่น การจัดวางชิ้นส่วนประกอบในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมมีการเคลื่อนไหวมากเกินไปทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตของพนักงานลดลง รวมทั้งการจัดวางผัง (Lay Out) ของกระบวนการผลิตที่ทำให้การขนย้ายวัตถุดิบและชิ้นงานระหว่างการผลิตมากเกินไป

### 11) ความสูญเสียจากการจัดวางสายการผลิต (Line Organization Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการจัดวางสายการผลิตที่ไม่สมดุล ซึ่งทำให้พนักงานเกิดการรอคอยและการว่างงานในกระบวนการผลิต เช่น ในสายการประกอบสินค้า (Assembly Line) ที่มีสถานี (Station) ประกอบชิ้นส่วนหลายๆ สถานี ถ้ามีการจัดวางสายการผลิตที่ไม่สมดุลจะทำให้มีจุดคอขวด (Bottle Neck) เกิดขึ้นในสายการประกอบสินค้า ส่งผลให้พนักงานในสถานีประกอบชิ้นส่วนที่อยู่ถัดจากสถานีที่เป็นจุดคอขวดเกิดการรอคอยและทำงานไม่เต็มความสามารถ เป็นต้น

### 12) ความสูญเสียจากการขาดการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ (Losses Resulting off Automated System)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการขาดการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ทดแทนกำลังคนในจุดที่เหมาะสมของกระบวนการผลิต เช่น การไม่นำระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในการลำเลียงชิ้นงานระหว่างการผลิต การไม่นำระบบอัตโนมัติใช้ในการเติมน้ำยาเคมีลงในถังเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องจักร

### 13) ความสูญเสียจากการตรวจวัดและปรับแต่ง (Measurement and Adjustment Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการพนักงานต้องเสียเวลาตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานที่มีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิตที่มีความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) ต่ำ ทำให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีขนาดไม่แน่นอน ต้องวัดขนาดชิ้นงานและปรับแต่งเครื่องจักรอยู่บ่อยๆ เช่นในสายการผลิตที่มีการวัดขนาดชิ้นงานทุกชิ้นตามที่ลูกค้ากำหนด การวัดขนาดชิ้นงานทุกชิ้นเพื่อป้องกันไม่ให้อินงานที่ไม่ได้คุณภาพหลุดลอดไปถึงลูกค้า หรือการวัดขนาดชิ้นงานเพื่อจับคู่ขนาดของชิ้นงานที่จะประกอบเป็นตัวสินค้า เป็นต้น

### หมวดที่ 3 ความสูญเสียจากการใช้ทรัพยากร

### 14) ความสูญเสียผลได้จากการผลิต (Yield Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการใช้วัตถุดิบในการผลิตไม่คุ้มค่า โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงปริมาณ (ปริมาณหรือน้ำหนัก) ของวัตถุดิบที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิตกับสินค้าที่ได้รับจากกระบวนการผลิต เพื่อหาความสูญเสียวัตถุดิบที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต เช่น การผลิตขวดพลาสติก มีการป้อนเม็ดพลาสติกเข้าที่เครื่องเป่าจำนวน 100 กิโลกรัม สามารถผลิตขวดพลาสติกได้จำนวน 1,000 ใบ เมื่อนำขวดพลาสติกจำนวน 1,000 ใบมาชั่งน้ำหนักได้ 95 กิโลกรัม ดังนั้น ความสูญเสียผลได้จากการผลิตเท่ากับ 5 กิโลกรัมซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 5% เป็นต้น หรือส่วนเกินของสินค้าที่ให้แก่ลูกค้ามากกว่าปริมาณที่กำหนด เช่น ในการบรรจุซีอิ๊วลงขวดที่มีการกำหนดปริมาณสินค้าตามขนาดของขวดบรรจุ (ขนาดเล็ก 250 CC และขนาดใหญ่ 750 CC) เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเติมน้อยกว่าปริมาณที่กำหนดและอาจถูกกล่าวหาว่าเอาเปรียบผู้บริโภคทำให้ต้องเติมมากกว่าปริมาณที่กำหนด เป็นต้น

### 15) ความสูญเสียด้านพลังงาน (Energy Losses)

เป็นความสูญเสียเนื่องจากการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต เช่น ไฟฟ้า น้ำ ลม น้ำมันเตา พลังงานความร้อนที่ไม่คุ้มค่าซึ่งมีสาเหตุมาจากรั่วไหลตามจุดต่างๆของกระบวนการผลิต ฉนวนหุ้มความร้อนของระบบไอน้ำชำรุด การใช้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่เกินไป ดังนั้น เพื่อให้มีการใช้พลังงานคุ้มค่ามากที่สุดจะต้องมีการลดความสูญเสียในทุกจุดและทุกขั้นตอนของการใช้พลังงาน คุ้มค่ามากที่สุดจะต้องมีการลดความสูญเสียในทุกจุดและทุกขั้นตอนของการใช้พลังงานให้มากที่สุด โดยการปรับปรุงซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดและเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสิ้นเปลืองพลังงาน

น้อยแต่มีประสิทธิภาพสูง รวมถึงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของพนักงานในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน

#### 16) ความสูญเสียของแม่พิมพ์จิกและฟิกซ์เจอร์ (Jig and Fixture Losses)

เป็นความสูญเสียค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสร้างหรือซ่อมแซมแม่พิมพ์จิก ฟิกซ์เจอร์ รวมทั้งเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นในการผลิตสินค้า เช่น ขาดการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ที่ดีทำให้อายุการใช้งานสั้นลง การออกแบบจิกและฟิกซ์เจอร์ที่ไม่สามารถใช้ได้เฉพาะผลิตภัณฑ์รุ่นเดียว เมื่อถูกค้ำไม่มีความต้องการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์นั้นทำให้จิกและฟิกซ์เจอร์ ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก ซึ่งเป็นการใช้เครื่องมือในการผลิตที่ไม่คุ้มค่า เป็นต้น

#### 2.1.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุง [1]

การเก็บข้อมูลและรายงานค่าอัตราคุณภาพของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องเป็นเพียงแค่จุดเริ่มต้นเท่านั้น สิ่งที่ยังต้องดำเนินการต่อคือขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุงอัตราคุณภาพของเครื่องจักรที่มีลักษณะครบวงจร PDCA (Plan , Do , Check , Action) เพื่อยกระดับอัตราคุณภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

##### 1) กำหนดเครื่องจักรเพื่อดำเนินการปรับปรุง

การเลือกเครื่องจักรที่จะดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตต้องพิจารณาประเด็นต่างๆ ดังนี้

- เลือกเครื่องจักรที่เป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) ซึ่งเป็นจุดที่ผลิตชิ้นงานได้น้อยที่สุดของกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลการปรับปรุงของเครื่องจักรส่งผลต่อกระบวนการผลิตในภาพรวม
- เลือกเครื่องจักรที่มีความสูญเสียมาก โดยพิจารณาจากความสูญเสีย 6 ประการ ที่ผลต่ออัตราคุณภาพของเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องจักรเสีย การเสียเวลาปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักร การหยุดเล็กน้อยของเครื่องจักร การสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร การสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไข และการสูญเสียช่วงเริ่มต้นของการผลิต
- เลือกเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อเครื่องจักรอื่นๆ เช่น เครื่องจักรที่อยู่ต้นกระบวนการผลิต และมีเพียงเครื่องเดียวในโรงงาน ซึ่งถ้าขัดข้องจะทำให้เครื่องจักรอื่นๆ ที่อยู่ในการกระบวนการถัดไปต้องหยุดไปด้วย

- เลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น เครื่องจักรที่ต้องใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อเครื่องจักรขัดข้องจะส่งผลต่อกำลังการผลิตของกระบวนการหรือบริษัทมากกว่าเครื่องจักรที่ใช้งานเพียง 8 ชั่วโมง/วัน
- เลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อพิจารณาจากการคำสั่งการผลิตสินค้าแต่ละรุ่น (Model) ของฝ่ายวางแผนการผลิต พบว่า ยังต้องใช้งานเครื่องจักรเป็นเวลาดูต่อเนื่องหลายปี เมื่อนำมาปรับปรุงแล้วประโยชน์ที่ได้รับจะมากกว่าการปรับปรุงเครื่องจักรที่จะเลิกใช้งานใน 6 เดือนข้างหน้า

## 2) จัดตั้งทีมงานดำเนินการปรับปรุง

การจัดตั้งทีมงานที่จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรต้องสอดคล้องกับเครื่องจักรที่จะปรับปรุง ทีมงานประกอบด้วย บุคลากรจากหลายหน่วยงานที่มีความรู้ความสามารถด้านเครื่องจักรและกระบวนการผลิต เช่น หัวหน้าฝ่ายผลิต วิศวกรกระบวนการผลิต วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ เป็นต้น หลังจากตั้งทีมงานแล้วจะต้องกำหนดงานที่รับผิดชอบและควรประชุมล่วงหน้าในแต่ละสัปดาห์ที่ชัดเจน

## 3) สํารวจสภาพปัจจุบันและความสูญเสียของเครื่องจักร

- ศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร เพื่อกำหนดคำนิยามของความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซึ่งในแต่ละองค์กรไม่เหมือนกัน
- คำนวณหาค่าอัตราคุณภาพของเครื่องจักรในแต่ละวัน แล้วแสดงผลเป็นกราฟในแต่ละสัปดาห์หรือเดือนซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บข้อมูล
- หาค่าอัตราคุณภาพโดยรวมก่อนการปรับปรุงโดยการคำนวณด้วยวิธีเดียวกันกับอัตราคุณภาพของเครื่องจักรจากหลายวันเป็นสัปดาห์ จากหลายสัปดาห์เป็นเดือน ดังนั้นการหาค่าอัตราคุณภาพโดยรวมก่อนการปรับปรุงจึงใช้วิธีการนำข้อมูลต่างๆของวันแรกจนถึงวันสุดท้ายมารวมกันก่อน เช่น ผลรวมของเวลางานประจำ ผลรวมเวลาของการหยุดตามแผน ผลรวมของความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุด เป็นต้น หลังจากนั้นจึงคำนวณ ค่าอัตราการเดินเครื่องประสิทธิภาพการเดินเครื่อง อัตราคุณภาพ และค่าอัตราคุณภาพโดยรวมของเครื่องจักรตามลำดับ



- กรณีที่ไม่ได้เก็บข้อมูลในปัจจุบัน ทีมงานควรเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างน้อยสามเดือน เพื่อหาค่าอัตราคุณภาพโดยรวมก่อนการปรับปรุงสำหรับกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป
- 4) กำหนดหัวข้อและเป้าหมายการปรับปรุง
- พิจารณาเลือกค่าตัวแปรหลัก (A,P หรือ Q) เพื่อดำเนินการปรับปรุงโดยมีประเด็นการพิจารณาดังนี้
    - เลือกค่าตัวแปรหลักที่มีค่าต่ำที่สุดมาดำเนินการปรับปรุง
    - กรณีที่ค่าอัตราการเดินเครื่องกับประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีค่าต่ำและใกล้เคียงกันควรเลือกอัตราการเดินเครื่องมาดำเนินการปรับปรุงเนื่องจากการหาข้อมูลสาเหตุที่ทำให้อัตราการเดินเครื่องต่ำสามารถหาได้ทันทีโดยดูจากข้อมูลที่บันทึกไว้ในแผ่นตรวจสอบ
    - กรณีที่ค่าตัวแปรหลักมีค่าใกล้เคียงกันควรเลือกค่าอัตราคุณภาพ (Q) มาดำเนินการปรับปรุงเนื่องจากเมื่อคำนวณมูลค่าความสูญเสียมากกว่าค่าอัตราการเดินเครื่อง (A) และประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ต่อเปอร์เซ็นต์
    - พิจารณาจากข้อมูลและการระดมความคิดเห็นจากทีมงานว่าตัวแปรหลักค่าใดมีความสูญเสียมากและมีโอกาสที่สามารถปรับปรุงได้ง่าย
  - กำหนดหัวข้อการปรับปรุงโดยหาจากสาเหตุต่างๆของค่าตัวแปรหลัก (A,P,Q) ที่เลือกมาดำเนินการปรับปรุง เช่น
    - กรณีเลือกค่าอัตราการเดินเครื่อง (A) ทีมงานสามารถรวบรวมข้อมูลเวลาหยุดไม่ตามแผนในแผ่นตรวจสอบของช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาที่นำมาคำนวณค่าก่อนการปรับปรุงมาจัดทำแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อกำหนดหัวข้อการปรับปรุงโดยพิจารณาจากความรุนแรงและความยากง่ายของปัญหาประกอบกัน
    - กรณีเลือกค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) ที่มีสาเหตุมาจากความสูญเสียจากการหยุดเล็กน้อยและความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรซึ่งไม่สามารถบันทึกเวลาที่สูญเสียในแผ่นตรวจสอบที่นำมาคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ดังนั้น ต้องออกแบบแผ่นตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อเก็บข้อมูลสาเหตุต่างๆ

และการตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักรที่เดินจริงว่ามีความแตกต่างกับความเร็วมาตรฐานหรือไม่ โดยใช้นาฬิกาจับเวลารอบการทำงานของเครื่องจักร หรือดูที่จอแสดงความเร็วของเครื่องจักรในขณะนั้น

- กรณีเลือกค่าอัตราคุณภาพ (Q) ทีมงานสามารถรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากแผ่นตรวจสอบของช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาที่นำมาคำนวณ ค่าประสิทธิผลโดยรวมมาจัดทำแผนผังพาเรโต เพื่อเลือกลักษณะของเสียมาเป็นหัวข้อในการปรับปรุง

- กำหนดเป้าหมายการปรับปรุงเพื่อแสดงระดับของการปรับปรุงซึ่งต้องวัดและประเมินผลเป็นตัวเลขที่สามารถเปรียบเทียบกับค่าก่อนการปรับปรุง การกำหนดเป้าหมายที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับระดับความยากง่ายของปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหของทีมงาน ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน แต่สามารถพิจารณาค่าที่ดีที่สุดที่เคยปฏิบัติได้ในอดีต นำมาเป็นเป้าหมายในการปรับปรุง ดังนั้นการตั้งเป้าหมายที่ดีควรใช้เครื่องมืออื่นๆมาช่วย เช่น การระดมสมอง การใช้เครื่องมือคุณภาพ (7 QC tool) และการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลทางสถิติเป็นต้น

#### 5) จัดทำแผนการปรับปรุง

เป็นการวางแผนกิจกรรมที่จะต้องทำหลักจากกำหนดหัวข้อการปรับปรุง เช่น การเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์หาสาเหตุ และการแก้ไข การดำเนินการปรับปรุงเป็นต้น และกำหนดช่วงเวลาของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนลงในตารางกิจกรรม

#### 6) วิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไข

การวิเคราะห์หาสาเหตุเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการสอบสวน ตรวจสอบเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นสาเหตุกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุถึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะการรู้สาเหตุที่แท้จริงทำให้สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหของเครื่องจักร



## 7) ดำเนินการปรับปรุง

ทีมงานที่ประกอบด้วยหัวหน้าฝ่ายผลิต วิศวกรฝ่ายกระบวนการผลิต วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง และ หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ ต้องใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ในการระดมสมองร่วมกัน วิเคราะห์สาเหตุและกำหนดมาตรการแก้ไขออกมาให้ได้ก่อนแล้วจึงนำมาตราการแก้ไขต่างๆมา เขียนแผนดำเนินการปรับปรุง (Action Plan) ที่กำหนดผู้รับผิดชอบตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและ ระยะเวลาที่ต้องดำเนินการให้เสร็จ ทีมงานสามารถใช้การประชุมที่กำหนดไว้อย่างน้อยสัปดาห์ละ ครั้งเพื่อติดตามความคืบหน้าของการปฏิบัติเทียบกับแผนดำเนินการปรับปรุงรวมถึงการทบทวน มาตรการแก้ไขที่ได้กำหนดไว้

## 8) ตรวจสอบผลการปรับปรุง

เป็นขั้นตอนการติดตามผลการปรับปรุงหลังจากได้นำมาตรการแก้ไขไปดำเนินการแล้ว โดยเก็บข้อมูลที่เป็นตัวเลขเปรียบเทียบกับตัวเลขก่อนการปรับปรุงและเป้าหมายที่ตั้งไว้หากผลที่ได้รับไม่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเลขก่อนการปรับปรุงหรือไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทีมงานต้องมีการทบทวน วิเคราะห์สาเหตุและมาตรการแก้ไขใหม่อีกครั้ง การแสดงผลการ ปรับปรุงสามารถแสดงผลในรูปแบบต่างๆที่สัมพันธ์กับปัญหาซึ่งง่ายต่อความเข้าใจและการ วิเคราะห์ข้อมูล เช่น แผนภูมิกราฟ (graph) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) แผนผังฮิสโตแกรม (Histogram) และแผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นต้น

- ติดตามผลและแสดงผลการปรับปรุงของแต่ละหัวข้อ(เครื่องจักรเสียและการเปลี่ยนแม่พิมพ์) ในรูปของแผนภูมิกราฟเส้น เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและ เป้าหมายที่ตั้งไว้ ดูแนวโน้มของผลงานปรับปรุง ผลที่ได้จากการแก้ไขมาตรการ ต่างๆในแต่ละช่วงเวลา
- ติดตามผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจากการที่ สามารถปรับปรุงแก้ไขตามหัวข้อและเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะค่าตัวแปรหลัก (A,P,Q) ของค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับหัวข้อ การปรับปรุง เช่น หัวข้อเครื่องจักรเสีย และการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ อัตราการเดินเครื่อง ดังนั้น เมื่อทีมงานสามารถปรับปรุงเรื่องเครื่องจักรเสียและการ เปลี่ยนแม่พิมพ์ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ค่าอัตราการเดินเครื่องควรมีแนวโน้มที่ สูงขึ้นเช่นกัน ยกเว้นกรณีที่ทีมงานเลือกหัวข้อการปรับปรุงจากแผนผังพาเรโตที่มี ผลกระทบค่อนข้างน้อยหรือมีเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดทำให้เครื่องจักรขัดข้องเป็น

เวลานาน เช่น มอเตอร์ไหม้ ต้องหยุดเครื่องจักรเป็นเวลานานเนื่องจากไม่มีอะไหล่สำรองเป็นต้น

#### 9) กำหนดมาตรฐาน

หลังจากมีการติดตามผลการปรับปรุงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อแน่ใจว่ามาตรการแก้ไขต่างๆมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้น ทีมงานต้องกำหนดมาตรฐานการทำงาน การฝึกอบรม การตรวจสอบและการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ทำให้มั่นใจว่าวิธีการทำงานที่ถูกต้องจะได้รับการปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาขึ้นอีก

#### 10) ขยายผลการปรับปรุง

เป็นการนำมาตรฐานการทำงานต่างๆที่ได้จากการวิเคราะห์และปรับปรุงไปขยายผลใช้กับเครื่องจักรอื่นๆ หรือ กระบวนการผลิตอื่นๆที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน เช่น การปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่มีการเพิ่มกระบวนการ Preheat แม่พิมพ์ก่อนการติดตั้ง การใช้ Platform ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ และการใช้สัญลักษณ์สีระบุทิศทางการไหล ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถนำไปขยายผลที่เครื่องจักรอื่นๆได้โดยมีแผนดำเนินการที่ระบุถึงหัวข้อและเครื่องจักรที่ปรับปรุงรวมถึงข้อมูลที่บอกถึงสถานะของเครื่องจักรที่จะใช้ในการติดตามผล ความสำเร็จของการขยายผลของการปรับปรุง

เมื่อดำเนินการจนจบขั้นตอนที่ 10 การขยายผลการปรับปรุงหรือดำเนินการครบ 1 รอบของวงจร PDCA (Plan, Do, Check, Action) ทีมงานต้องดำเนินการปรับปรุงในรอบใหม่ โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดหัวข้อและเป้าหมายการปรับปรุงจนจบทุกขั้นตอน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในแต่ละรอบของวงจร PDCA ต้องกำหนดระยะเวลาที่ชัดเจนซึ่งโดยทั่วไปกำหนดไว้ประมาณ 3-4 เดือน/รอบ PDCA

#### 2.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ [1, 2, 3]

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไขเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดเนื่องจากทีมงานจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง กลไกการทำงานของเครื่องจักร รวมทั้งความรู้และเทคโนโลยีของกระบวนการผลิตมาผสมผสานกับความรู้ที่เกี่ยวกับเครื่องมือในการวิเคราะห์หาเหตุโดยทั่วไป มักจะใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกี่ยวกับปัญหาของเครื่องจักร

#### 2.1.4.1 แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) [1]

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายสาเหตุที่เป็นไปได้ ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหา 1 ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดหัวข้อปัญหาที่หวัปลา โดยหัวข้อของปัญหาต้องชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ถ้าหากกำหนดหัวข้อที่ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกจะทำให้เกิดความซับซ้อนและใช้เวลานานในการค้นหาสาเหตุ
- 2) กำหนดปัจจัยหรือสาเหตุหลักที่กระทบต่อปัญหา โดยทั่วไปมักใช้หลักการ 4M (Man, Machine, Material, Method) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ
- 3) ทีมงานระดมความคิดและการถาม “ทำไม” เพื่อหาสาเหตุรองที่ทำให้เกิดสาเหตุหลัก
- 4) หาสาเหตุย่อยโดยการถาม “ทำไม” ที่เป็นเหตุให้เกิดสาเหตุรอง แล้วตรวจสอบความสัมพันธ์ของเหตุและผล โดยอ่านทวนจากสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุดไปยังสาเหตุหลักจนกระทั่งถึงปัญหาที่หวัปลา
- 5) กำหนดวิธีการแก้ไขสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุด โดยจัดลำดับการแก้ไขที่พิจารณาจากความง่ายในการดำเนินการรวมกับผลกระทบที่จะได้จากการแก้ไข

#### 2.1.4.2 การวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis [1]

Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาและป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีก โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดหัวข้อปัญหาหรือปรากฏการณ์ให้ชัดเจน หากกำหนดหัวข้อปัญหาไม่ชัดเจนจะทำให้การวิเคราะห์มีขอบเขตที่กว้างและมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากเกินไป ทำให้ยากที่จะหาสาเหตุที่แท้จริงรวมถึงวิธีการแก้ไขที่ตามมาจะมีมากเกินไปที่จะนำไปปฏิบัติ ในการกำหนดหัวข้อจะต้องมีการตรวจสอบสถานที่จริง คุศภาพปัญหาที่แท้จริง เก็บข้อมูลและแยกแยะปัญหาให้ชัดเจนด้วยแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)
- 2) ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา กรณีที่เป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรให้ศึกษาและเขียนภาพสเกตช์ของโครงสร้าง กลไกการทำงานของเครื่องจักร แต่ถ้าเป็นปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานต่างๆไปให้เขียนขั้นตอนหรือ

แผนผังการไหลของงาน (Flow Process Chart) และทำความเข้าใจหน้าที่ของแต่ละขั้นตอน หลังจากนั้นนำภาพสเกตช์ของส่วนที่เกิดปัญหามาย่อยทอดให้ทีมงานฟัง เพื่อให้ทุกคนจะได้ใช้ความรู้และแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

- 3) กำหนดหัวข้อสำรวจ เป็นการหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์โดยมีแนวทางพิจารณาปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น หรือพิจารณาจากหลักเกณฑ์ทางทฤษฎีที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์
- 4) ตรวจสอบและยืนยันผลหัวข้อสำรวจ ทีมงานจะต้องลงไปตรวจสอบที่เครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตตามหัวข้อสำรวจที่กำหนดขึ้น เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า “OK” ส่วนหัวข้อใดที่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า “NG” (No Good)
- 5) หาสาเหตุของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์ โดยถาม “ทำไม” เฉพาะหัวข้อที่ใส่คำว่า NG เท่านั้น ให้ถาม “ทำไม” ไปเรื่อยๆจนกว่าจะพบสาเหตุที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ
- 6) ตรวจสอบความถูกต้องตามตรรกวิทยา โดยอาจย้อนหลังจาก “ทำไม” ช่องสุดท้ายมายังปรากฏการณ์เพื่อตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน
- 7) กำหนดมาตรการแก้ไขที่ป้องกันการเกิดซ้ำ หลังจากได้สาเหตุที่แท้จริงในช่อง “ทำไม” พยายามหาสาเหตุของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาและปรากฏการณ์

#### 2.1.4.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) [2]

เป็นการนำหลักการทั่วไปมาใช้ หลักการนี้คือ "ของดีมีน้อย" คำว่า "ของดีมีน้อย" ในที่นี้อาจเป็นของไม่ดีก็ได้ หมายความว่า สาเหตุสำคัญของปัญหามักจะมีเพียงไม่กี่อย่าง นั่นคือ สาเหตุส่วนน้อยทำให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่ ซึ่งอาจถือเป็นหลักการว่า "ประมาณร้อยละ 80 ของปัญหา เกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่ประการเท่านั้น"

แผนภูมิพาเรโต เป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิด มาไว้ด้วยกันคือ กราฟคอลัมน์และกราฟเส้น แต่คอลัมน์กราฟต้องมีลักษณะพิเศษ โดยการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงแถวลดหลั่นกัน ลงมาจากซ้ายมาขวา แกนนอนใช้เป็นฐานสำหรับคอลัมน์ต่าง ๆ แต่ละคอลัมน์เป็นตัวแทนของประเภทรายการข้อมูลที่กำลังพิจารณา ความสูงของคอลัมน์แต่ละแท่งแสดงสัดส่วน

ของ "ขนาด" หรือ "ค่าใช้จ่าย" หรือ "ประชากร" ของรายการแต่ละประเภท ส่วนแผนภูมิฟารโตที่เป็นกราฟเส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสม ของความสูงของคอลัมน์ต่าง ๆ เรียงจากซ้ายมาขวา

#### วิธีการสร้างแผนภูมิฟารโต

- 1) ตัดสินใจเลือกเกณฑ์ในการแยกประเภทข้อมูล เช่น แยกตามกะหรือผลัดตามชนิด ของของเสียตามวิธีการปฏิบัติงาน หรือตามประเภทของอุปกรณ์ เป็นต้น
- 2) เลือกช่วงเวลาที่ จะทำการศึกษา ลงมือสร้างรายการตรวจสอบ (Check sheet) สำหรับการรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลานั้น โดยออกแบบรายการให้มีที่สำหรับบันทึกข้อมูลได้ทุกประเภท แล้วทำ การรวบรวมข้อมูล พยายามแปลงปริมาณต่าง ๆ ให้เป็นจำนวนเงิน ถ้าพอทำได้ ค่าทั้งสองอาจเป็นสัดส่วน กันโดยตรงแต่ก็ไม่เสมอไป
- 3) นำข้อมูลที่ได้จากรายการตรวจสอบ มานับข้อมูลรวมตลอดช่วงเวลา แล้วบันทึกยอดของข้อมูลแต่ละประเภท ถ้ามีจำนวนประเภทมากกว่า 5 หรือ 10 ประเภท ควรพิจารณา รวมกลุ่มประเภทของ ข้อมูลที่มียอดต่ำ ๆ แล้วเรียกเสียใหม่ว่า "อื่น ๆ"
- 4) เขียนแกนแนวนอนและแนวตั้งของแผนภูมิฟารโตลงบนกระดาษกราฟหรือกระดาษธรรมดาแล้วแบ่งแกนแนวนอนออกเป็น ส่วนเท่า ๆ กัน ให้มีจำนวนช่วงเท่ากับจำนวนประเภทข้อมูลแบ่งแกน แนวตั้งเป็นสเกลให้ค่าสูงสุดบนแกนนี้เท่ากับยอดรวมของค่าข้อมูลทุกประเภท
- 5) เขียนคอลัมน์จากรายการสรุปข้อมูล เรียงแถวจากยอดข้อมูลที่มีค่าสูงสุดลงมาหาค่าต่ำสุดจากซ้ายมาขวา ถ้ามีประเภท "อื่น ๆ" ให้เป็นคอลัมน์สุดท้ายทางด้านขวาสุด
- 6) เขียนกราฟเส้นแสดงค่าสะสม เริ่มต้นด้วยการเขียนเส้นทแยงคอลัมน์แรกจากมุมล่าง ซ้ายไปสู่มุมบนขวา จากนั้นลากเส้นตรงทแยงไปทางขวาให้มีระยะแนวนอนเท่ากับ ความกว้างของคอลัมน์ หนึ่งแท่งและมีระยะแนวตั้งเท่ากับ ความสูงของคอลัมน์ที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งกราฟเส้นนี้ สัมผัสมุมขวาบนสุดของแผนภูมิฟารโต ซึ่งจะเป็นตำแหน่ง 100% ของแกนแนวตั้งอีกแกนหนึ่งที่กำกับด้านขวาของแผนภูมิ
- 7) เขียนแกนแนวตั้งด้านขวาของแผนภูมิ แล้วจัดทำสเกลจาก 0 ถึง 100% โดยให้ความสูงของแกนนี้ เสมอกับความสูงของแกนแนวตั้งด้านซ้าย



- 8) เพิ่มเติมข้อมูลบนแผนภูมิ แสดงว่า ใครเป็นผู้รวบรวมข้อมูล ในช่วงเวลาใดจากที่ไหนและเพิ่มเติมข้อความที่จำเป็นในการอ้างอิงข้อมูล ควรมีแสดงวัน เดือน ปี ที่จัดทำแผนภูมิพาเรโตนี้พร้อมทั้ง ให้ชื่อบุคคลหรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการจัดทำ

#### 2.1.4.4 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย [3]

สมมติชื่อของแผนภูมิ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย หรือ Control Chart for fraction nonconforming ซึ่งเรียกสั้นๆว่า P Chart นั้นใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ โดยสัดส่วนของเสียเป็นคุณลักษณะทางคุณภาพของกระบวนการที่สำคัญ เพราะการผลิตของเสียเป็นการเพิ่มต้นทุนทางตรงของโรงงานโดยไม่ได้ผลตอบแทนใดๆกลับมา และสามารถใช้ควบคุมคุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายๆตัวพร้อมกัน แผนภูมิควบคุมสำหรับควบคุมตัวแปรหนึ่งแผนภูมิสามารถใช้ในการใช้ควบคุมลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้เพียงประเภทเดียวเท่านั้น เราไม่สามารถใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรหนึ่งแผนภูมิในการควบคุมคุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายๆตัวพร้อมกันได้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทก็มีคุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญมากกว่าหนึ่งตัวเสมอ โดยขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ถ้าผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อนสูง จำนวนของคุณลักษณะทางคุณภาพก็มักจะมากตามไปด้วย การจะใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรจำนวนมากๆในการควบคุมคุณลักษณะทางคุณภาพทุกตัวของผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวเป็นความยุ่งยากเกินความจำเป็น โรงงานส่วนใหญ่จึงใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแทน โดยเมื่อใดก็ตามที่พบจุดตัวอย่างผิดปกติ เราค่อยตรวจสอบหาสาเหตุของการเกิดของเสียเกิดจากคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใด เช่น เมื่อแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแจ้งเตือนว่าสัดส่วนของเสียผิดปกติวิศวกรก็จะต้องทำการหาสาเหตุที่กระบวนการสร้างสัดส่วนของเสียอย่างผิดปกตินั้น แล้วพบว่าเกิดมาจากความผิดปกติของชิ้นส่วนหนึ่งในผลิตภัณฑ์ วิศวกรก็จะต้องค้นหาต่อไปว่าสาเหตุของความผิดพลาดของชิ้นส่วนชิ้นนั้นคืออะไร ซึ่งถ้าวิศวกรเลือกใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรแล้ว เขาจะต้องสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรเพื่อควบคุมลักษณะของชิ้นส่วนทุกๆชิ้นที่ประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากมาก ดังนั้นโรงงานหลายแห่งจึงใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียแทนการใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรหลายๆแผนภูมิ โดยชิ้นงานใดที่มีคุณภาพไม่ผ่านตามมาตรฐานในคุณลักษณะทางคุณภาพอย่างน้อยหนึ่งตัว ชิ้นงานชิ้นนั้นถือเป็นของเสีย เมื่อทราบว่าชิ้นงานนั้นเป็นของเสียแล้ว วิศวกรค่อยมาหาสาเหตุอีกทีหนึ่งว่าเป็นปัญหาเกิดจากคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใด

สำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย นั้น ชิ้นงานจะถูกตัดสินให้เป็นของเสียหรือของดีได้เท่านั้น ด้วยความที่ผลลัพธ์ของการตัดสินเป็นได้เพียงสองกรณี คุณสมบัติทางสถิติของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียจึงมีพื้นฐานมาจากการแจกแจงแบบทวินามหรือ Binomial distribution โดย  $p$  คือสัดส่วนของเสียของกระบวนการ หรือสัดส่วนของเสียของประชากรทั้งหมด ในบางครั้งค่า  $p$  ได้มาจากค่าสัดส่วนของเสียมาตรฐานที่โรงงานกำหนดไว้ โดยจุดตัวอย่างแต่ละจุดบนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียได้มาจากสัดส่วนของเสียของตัวอย่าง หรือ Sample fraction nonconforming ซึ่งเขียนแทนด้วย  $\hat{p}$  คืออัตราส่วนของจำนวนของเสียในตัวอย่าง  $D$  ต่อขนาดตัวอย่าง  $n$  ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$\hat{p} = \frac{D}{n} \quad (1)$$

ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียตัวอย่างและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนของเสียตัวอย่างหาได้จากสูตรของการแจกแจงทวินาม ดังแสดงในสมการ (2) และ (3)

$$\mu_{\hat{p}} = p \quad (2)$$

$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (3)$$

เมื่อเราทราบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียตัวอย่างและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนของเสียตัวอย่างแล้ว เราสามารถนำมาสร้างเป็นสมการค่าเส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างในกรณีที่เราทราบค่าสัดส่วนของเสียของกระบวนการหรือเราอาจเรียกว่าสัดส่วนของเสียประชากรได้ ดังแสดงในสมการ (4) ถึง (6) และเนื่องจากสัดส่วนของเสียตัวอย่างไม่สามารถมีค่าน้อยกว่า 0 ได้ ดังนั้นค่าขีดจำกัดควบคุมล่างจึงถูกกำหนดให้มีค่าต่ำที่สุดที่จะเป็นไปได้เท่ากับศูนย์

$$CL = p \quad (4)$$

$$UCL = p + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (5)$$

$$LCL = \max \left[ 0, p - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right] \quad (6)$$

โดยทั่วไปแล้วเราต้องการควบคุมกระบวนการด้วยขีดจำกัดควบคุมแบบซิกมา นั่นคือการ กำหนดให้ค่า  $z_{\alpha/2}$  เท่ากับ 3 ซึ่งทำให้ขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมสัดส่วน



ของเสียเมื่อทราบค่าของสัดส่วนของเสียที่แท้จริงของกระบวนการเป็นดังสมการที่ (7) และ (8) (ดัดแปลงจาก Montgomery 2005)

$$UCL = p + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (7)$$

$$LCL = \max \left[ 0, p - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right] \quad (8)$$

ถ้าเราทราบค่าสัดส่วนของเสียที่แท้จริงของกระบวนการ เราสามารถนำไปใช้สร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขึ้นใช้งานจริงได้เลย เป็นการข้าม Phase I ของการใช้งานแผนภูมิควบคุมไปสู่ Phase II ในทันที อย่างไรก็ตามการจะทราบค่าสัดส่วนของเสียที่แท้จริงของกระบวนการไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะต้องเสียต้นทุนและทรัพยากรเป็นจำนวนมาก และอาจเป็นไปได้เลยที่จะหาค่าสัดส่วนของเสียของกระบวนการได้ในกระบวนการส่วนใหญ่ ดังนั้นเราจำเป็นต้องใช้ตัวประมาณค่าที่ใกล้เคียงสำหรับค่าสัดส่วนของเสียของกระบวนการมากที่สุด โดยตัวประมาณค่านี้คือค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียของกลุ่มตัวอย่างเบื้องต้น หรือ  $\bar{p}$  ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการที่ (9)

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{p}_i}{m} \quad (9)$$

ซึ่งทำให้ได้ค่าเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมแบบสามซิกม่าของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ดังสมการที่ (10) ถึง (12) (ดัดแปลงจาก Montgomery, 2005 ; Gitlow et al., 2005)

$$CL = \bar{p} \quad (10)$$

$$UCL = \bar{p} + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (11)$$

$$LCL = \max \left[ 0, \bar{p} - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right] \quad (12)$$

การหาค่า  $\bar{p}$  ได้นั้น เราจะต้องเริ่มต้นจาก Phase I ของการใช้งานแผนภูมิควบคุม นั่นคือขั้นตอนการสร้างเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุม โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน  $m$  กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีขนาดตัวอย่างเท่ากับ  $n$  ชิ้นงาน การหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่างเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของ

เสียที่มีประสิทธิภาพ โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่าง  $m$  ที่เหมาะสมคือ 20 กลุ่มตัวอย่างขึ้นไป (Montgomery, 2005) หรือถ้าต้องการให้แผนภูมิมีความแม่นยำสูงอาจต้องเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 25 กลุ่มตัวอย่างขึ้นไป (Besterfield et al., 2003; Gitlow et al., 2005) โดยการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มควรมีระยะเวลาที่ห่างกันพอสมควรเพื่อให้สะท้อนคุณภาพที่แท้จริงของกระบวนการ สำหรับขนาดตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง  $n$  นั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเสียของกระบวนการ โดยสัดส่วนของเสียของกระบวนการมีค่าน้อย ขนาดตัวอย่างที่เราเลือกก็ต้องมีจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะการที่สัดส่วนของเสียกระบวนการมีค่าน้อย การใช้ตัวอย่างขนาดเล็กทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดแบบ Type I Error สูงมาก เช่น ถ้าสัดส่วนของเสียกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.02 แล้ว ขนาดตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่เราเลือกมีขนาดเล็กเช่น 4 ชิ้นงาน ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิจะเป็น  $UCL = 0.23$  และ  $LCL = 0.00$  แปลว่าห้ามพบจำนวนของเสียในกลุ่มตัวอย่างเลยแม้แต่ชิ้นเดียว เพราะการพบของเสีย 1 ชิ้น จากกลุ่มตัวอย่าง 4 ชิ้นงาน แปลว่าสัดส่วนของเสียตัวอย่าง  $\hat{p} = 0.25$  และทำให้ตัดสินใจว่ากระบวนการออกนอกการควบคุมทางสถิติ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพหลายท่านลงความเห็นว่าการบวนการทุกๆกระบวนการอย่างใดก็ต้องมีการสร้างของเสีย ดังนั้นกรณีที่แผนภูมิควบคุมไม่อนุญาตให้มีของเสียในกลุ่มตัวอย่างเลยจึงเป็นเรื่องไม่สมเหตุผล (Duncan, 1986 ; พิชิต, 2535) นักวิจัยหลายท่านเสนอตัวอย่างขนาดที่เหมาะสมสำหรับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียดังต่อไปนี้ Besterfield et al. (2003) เสนอไว้ว่าขนาดตัวอย่างควรจะไม่น้อยกว่า 50 ชิ้นงานเป็นขั้นต่ำ Gitlow et al. (2005) เสนอว่าขนาดตัวอย่างควรเป็นขนาดที่ทำให้  $np$  มีค่ามากกว่า 2 เป็นอย่างน้อย ส่วน Montgomery (2005) เสนอว่าขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดควร จะทำให้ขีดจำกัดควบคุมล่างมีค่ามากกว่าศูนย์ ซึ่งทำให้เราได้สมการในการหาขนาดตัวอย่าง ดังแสดงในสมการที่ (13) โดย  $L$  แทนระยะห่างระหว่างขีดจำกัดควบคุมกับเส้นกึ่งกลางในหน่วยของความเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง ถ้าเราสร้างขีดจำกัดควบคุมสามซิกม่าค่า  $L$  จะเท่ากับ 3

$$n > \frac{(1-p)L^2}{p} \quad (13)$$

ภายหลังจากที่ระบุจำนวนกลุ่มตัวอย่างและขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมได้แล้ว เราก็ทำการสร้างเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมขึ้นทดลองตามสมการที่ (10) ถึง (12) หลังจากนั้นก็นำสัดส่วนของเสียของกลุ่มตัวอย่างมาพล็อตลงบนแผนภูมิควบคุม ถ้าพบจุดตัวอย่างใดออกนอกขีดจำกัดควบคุมขึ้นทดลอง วิศวกรต้องทำการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างนั้นแล้วหาทางป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำอีกในอนาคต จากนั้นทำการตัดจุดตัวอย่างนั้นออกแล้วทำการสร้างเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมขึ้นทดลองขึ้นมาใหม่ โดย

อาศัยข้อมูลของจุดตัวอย่างที่เหลือ ซึ่งมักจะไดแผนภูมิควบคุมขั้นทดลองที่มีขีดจำกัดควบคุมที่แคบลง ซึ่งทำให้อาจพบจุดตัวอย่างที่ออกจากขีดจำกัดควบคุมเพิ่มขึ้นอีก ก็ให้วิศวกรหาสาเหตุของปัญหาและหาทางป้องกัน ก่อนตัดจุดตัวอย่างนั้นทิ้งเหมือนเช่นเดียวกัน ทำเช่นนี้เรื่อยไป จนกว่าจะไม่มีจุดตัวอย่างใดเลยออกนอกขีดจำกัดควบคุม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขึ้นใช้งานจริง

ภายหลังจากที่ได้แผนภูมิควบคุมขั้นใช้งานจริงแล้ว เราสามารถนำแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียที่ได้นี้มาควบคุมคุณภาพของกระบวนการจริงๆ ได้ อันเป็นการเริ่มต้น Phase II ของการใช้งานแผนภูมิควบคุม โดยเราสามารถระบุว่าการออกนอกการควบคุมทางสถิติเมื่อจุดตัวอย่างเป็นไปตามกฎของ Sensitizing rules โดยกฎหลักคือการพบจุดตัวอย่าง 1 จุด ออกนอกขีดจำกัดออกนอกขีดจำกัดควบคุมสามซิกม่า แต่โรงงานสามารถเลือกบังคับใช้กฎข้ออื่นเพิ่มเติมได้ ขึ้นอยู่กับความเข้มงวดของฝ่ายควบคุมคุณภาพของแต่ละบริษัท และเมื่อแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียมีการแจ้งเตือนความผิดปกติของกระบวนการ วิศวกรก็ทำการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างนั้นและทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ หรือ QC Story ร่วมกับการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพอื่นๆ โดยหลังจากแก้ไขปัญหาได้แล้ว เราไม่จำเป็นต้องตัดจุดตัวอย่างนั้นแล้วปรับแก้เส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมใหม่เหมือนที่ทำให้ Phase I เราสามารถใช้ขีดจำกัดควบคุมขั้นใช้งานจริงไปเรื่อยๆจนกว่าเราจะทำการพัฒนาคุณภาพของกระบวนการจนเห็นผลอย่างชัดเจน เช่น การที่สังเกตเห็นว่ามีจุดตัวอย่างหลายจุดต่อเนื่องกันที่อยู่ภายในขีดจำกัดการควบคุมสองซิกม่า เป็นต้น เราก็นำข้อมูลในอดีตที่ทันสมัยที่สุดมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับแก้ขีดจำกัดควบคุมสัดส่วนของเสียที่เป็นไปตามกระบวนการปัจจุบันมากขึ้น

### 2.1.5 การปรับปรุงความสูญเสียหลัก 6 ประการ

เมื่อบริษัทมีการรายงานและวิเคราะห์ค่าอัตราคุณภาพของเครื่องจักรอย่างถูกต้องจะทำให้ทราบการทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ เพียงไร จะต้องดำเนินการปรับปรุงความสูญเสียหลัก 6 ประการ (6 Big Losses) ตัวใดก่อน-หลัง ที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรนี้สำหรับสาเหตุต่างๆของความสูญเสียหลัก 6 ประการในแต่ละบริษัทมีความแตกต่างกัน ต่างเครื่องจักรและกระบวนการผลิต ดังนั้น ผู้เขียนขอเสนอแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียหลัก 6 ประการ ดังนี้

### 2.1.5.1 การปรับปรุงความสูญเสียจากการจัดซื้อของเครื่องจักร

การลดความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรจัดซื้อ จะต้องมีการศึกษาและปรับปรุงเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรและความสามารถในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยดำเนินการตามมาตรการที่ทำให้เครื่องจักรจัดซื้อเป็นศูนย์กลางดังนี้

- 1) การทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพขั้นพื้นฐาน (สภาพที่ควรจะเป็น) โดยการ
  - การทำความสะอาดเชิงตรวจสอบเพื่อขจัดสิ่งสกปรก วัสดุสิ่งแปลกปลอมและการแก้ไขจุดผิดปกติที่พบ เช่น จุดรั่วซึมของเครื่องจักร จุดที่มีปัญหาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้า จุดที่ทำให้ความเที่ยงตรงของเครื่องจักรลดลง เป็นต้น
  - การหล่อลื่นเพื่อลดการสึกหรอของชิ้นส่วนและอุณหภูมิของเครื่องจักรที่สูงผิดปกติ
  - การขันกวด เพื่อป้องกันการหลวมของนัทและโบลท์ (Nut and Bolt) ในจุดที่มีการสั่นสะเทือนซึ่งนำไปสู่การทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องจักร
- 2) การรักษาภาวะเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องจักร เช่น ระบบไฮดรอลิก (อุณหภูมิ ปริมาณน้ำมัน ความดันของน้ำมัน) ระบบไฟฟ้า (อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น การสั่นสะเทือน) ระบบปั๊ม (ความดัน ความหนืด อุณหภูมิ) เป็นต้น เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องโดยไม่เกิดการขัดข้อง
- 3) การฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร หลังจากที่ทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ควรจะเป็นและดำเนินการรักษาภาวะเงื่อนไขของการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องจักรเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพแบบเร่งของเครื่องจักรแล้วอย่างไรก็ตาม เครื่องจักรก็ยังคงมีการเสื่อมสภาพแบบธรรมชาติ ดังนั้น จะต้องดำเนินการฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ด้วยการตรวจสอบและการเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลาที่เหมาะสม
- 4) การปรับปรุงเพื่อแก้ไขจุดอ่อนของเครื่องจักร จากการทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น การรักษาภาวะเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรรวมทั้งการฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะป้องกันการขัดข้องที่เกิดขึ้นซ้ำๆของ

เครื่องจักร ดังนั้นจะต้องวิเคราะห์หาจุดอ่อนและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร เช่น การเปลี่ยนชนิดวัสดุของเพลานาของเพลานา เป็นต้น

- 5) การพัฒนาความรู้และทักษะของพนักงานปฏิบัติการและช่างซ่อมบำรุง เพื่อป้องกันการเดินเครื่องจักรผิดพลาด การปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรผิดพลาด รวมถึงการซ่อมเครื่องจักรผิดพลาดของช่างซ่อมบำรุง

การทำให้เครื่องจักรขัดข้องเป็นศูนย์ ด้วยวิธีทั้ง 5 มาตรการ ต้องใช้มาตรการที่ต่างกันตามระยะเวลาที่เหมาะสมและสอดคล้องกัน โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ (4 Phase to Zero Breakdown) ดังนี้

ระยะที่ 1 การลดความผันแปรของระยะเวลาก่อนเครื่องจักรขัดข้อง โดยการฟื้นฟูสภาพและการลดการเสื่อมสภาพแบบเร่งของเครื่องจักร

ระยะที่ 2 การขยายอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องจักร โดยการแก้ไขจุดอ่อนของเครื่องจักร การป้องกันการขัดข้องที่เกิดขึ้นซ้ำๆรวมถึงการพัฒนาทักษะของพนักงานและช่างซ่อมบำรุง

ระยะที่ 3 การฟื้นฟูการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา โดยการตรวจสอบการหล่อลื่น การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลา (Periodic Maintenance หรือ Time Based Maintenance)

ระยะที่ 4 การพยากรณ์อายุการใช้งานชิ้นส่วนของเครื่องจักร โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์สภาพชิ้นส่วนของเครื่องจักรตามแผนบำรุงรักษาตามสภาพ (Predictive Maintenance หรือ Condition Based Maintenance) เพื่อป้องกันเครื่องจักรขัดข้องกะทันหันและประหยัดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนด้วยการพยากรณ์ที่เที่ยงตรงกว่าการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลา

#### 2.1.5.2 การปรับปรุงความสูญเสียจากการปรับตั้งปรับแต่ง

การสูญเสียเวลาในการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขณะเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้ง ซึ่งคิดเป็นเวลาดังแต่การผลิตชิ้นงานรุ่นเดิมเสร็จสิ้นจนถึงเวลาที่สามารรถผลิตชิ้นงานรุ่นใหม่ขึ้นแรกที่ได้อย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปการเปลี่ยนรุ่นการผลิตประกอบด้วยกิจกรรมหลักคือ การเตรียมเครื่องมือ การถอดแม่พิมพ์ การติดตั้งแม่พิมพ์ การปรับตำแหน่ง การปรับแต่งและการทดสอบการเดินเครื่อง แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต มีดังนี้



- 1) จัดตั้งทีมงานที่รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาขั้นตอน วิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต การวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนการผลิต
- 2) จัดการฝึกอบรมสมาชิกทุกคนในทีมให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ ขั้นตอน วิธีการ มาตรฐานต่างๆในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต รวมถึงการเพิ่มทักษะการทำงานในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต
- 3) ศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต
  - ศึกษาขั้นตอนหลักในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เวลาของงานย่อย
  - วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การถ่ายภาพวิดีโอขั้นตอนการทำงาน การใช้แบบฟอร์มบันทึก ขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ การใช้เทคนิคการสุ่มงาน และการสัมภาษณ์พนักงานเป็นต้น
  - วิเคราะห์งานย่อยโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้
    - กลุ่มที่ 1 งานภายใน (Internal Setup) หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้เฉพาะเวลาที่เครื่องจักรหยุดเช่นการถอดแม่พิมพ์เก่าการติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่เป็นต้น
    - กลุ่มที่ 2 งานภายนอก (External Setup) หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้แม้ว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เช่น การเปลี่ยนเครื่องมืออุปกรณ์ การทำความสะอาดแม่พิมพ์ การขนย้ายแม่พิมพ์ เป็นต้น
    - กลุ่มที่ 3 เวลาที่สูญเปล่า (Waste Time / Idle Time) หมายถึง เวลาที่ใช้ไปโดยไม่ทำให้เกิดงานหรือกิจกรรมใดๆเช่น การรอคอย การรอคำสั่ง เป็นต้น
- 5) ดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - ขั้นตอนที่ 1 แยกประเภทงานภายในกับงานภายนอก จากการวิเคราะห์งานย่อยตามขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อนการปรับปรุงทำให้เราทราบว่า กิจกรรมใดเป็นงานภายใน กิจกรรมใดเป็นงานภายนอก ดังนั้นจะต้องกำหนดงานภายนอกให้พนักงานทำให้เสร็จก่อนหยุดเครื่องจักร เช่น การเตรียมเครื่องมือ การขนย้ายแม่พิมพ์เป็นต้น



ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกโดยการปรับปรุงเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อเปลี่ยนงานภายในขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นงานภายนอก เช่น การอุ่นอุณหภูมิของ แม่พิมพ์ (Preheating) การเพิ่มจำนวนตัวป้อนชิ้นงาน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ลดเวลาขั้นตอนงานภายในให้สั้นลง

- ศึกษาวิธีการและลดเวลาปรับตั้งภายใน ด้วยแนวทางที่ 1 ปรับปรุงเรื่องการจัดการ เช่น การเพิ่มจำนวนพนักงานในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเพื่อให้เวลาที่หยุดเครื่องจักรสั้นลง แนวทางที่ 2 ปรับปรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น เช่น การลดจำนวนเกลียวของโบลท์ (Bolt) การใช้ตัวจับยึด (Clamp) การทำเป็น ร่องรูปตัว U (U-slot) หรือรูปรูกล้วยแฉ (Pear-shaped Hole) การใช้ข้อต่อเร็ว (Quick Change) รวมทั้งการจัดหาเครื่องมือถอดประกอบที่เหมาะสม เป็นต้น
- กำจัดการปรับแต่ง โดยการใช้จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (Jig and Fixture) เข้ามาช่วยเพื่อกำจัดการปรับแต่งตำแหน่งของอุปกรณ์ (แม่พิมพ์) ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานในแต่ละรุ่น
- ลดเวลาการปรับแต่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้การปรับตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเที่ยงตรงและสะดวกขึ้น รวมถึงการกำหนดค่ามาตรฐานต่างๆ เช่น ความดัน อุณหภูมิ ความเร็วที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรสำหรับ ชิ้นงานในแต่ละรุ่น

#### 6) สรุปผลและการกำหนดมาตรฐาน

- สรุปผลการปรับปรุง โดยเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยต่อครั้งที่เครื่องจักรหยุดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อน-หลังการปรับปรุง
- นำขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหลังการปรับปรุงมากำหนดเป็นมาตรฐาน โดยระบุจำนวนพนักงานที่ใช้ หน้าที่ความรับผิดชอบ ขั้นตอน วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ ค่าตำแหน่งๆของอุปกรณ์ และเครื่องจักรเพื่อให้พนักงานสามารถรักษาวินัยที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

### 2.1.5.3 การปรับปรุงการสูญเสียจากการหยุดเล็ก ๆ น้อยๆ

ในสายการผลิตที่ใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ เครื่องจักรสามารถทำงานได้โดยพนักงานมีส่วนร่วมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น สายการบรรจุน้ำปลา พนักงานมีหน้าที่ดูแลเครื่องจักร เติมน้ำมัน เติมน้ำหล่อเย็น เป็นต้น ยกเว้นกรณีที่เครื่องจักรมีการขัดข้องเล็กน้อยๆ ทำให้พนักงานต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในเวลาอันสั้น ซึ่งทำให้พนักงานหลายคนที่จะต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างจริงจัง แต่ถ้ามีการเก็บรวบรวมข้อมูลจะพบว่าในแต่ละวันสูญเสียเวลามากเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเล็กน้อยๆ แต่มีจำนวนครั้งที่สูงมาก สำหรับแนวทางในการลดความสูญเสียเนื่องจากการหยุดเล็ก ๆ น้อยๆ ของเครื่องจักรมีดังนี้

- 1) เก็บข้อมูลลักษณะการหยุดเล็ก ๆ น้อยๆ ของเครื่องจักรในรูปความถี่
- 2) ดำเนินการค้นหาและปรับปรุงจุดบกพร่องเล็กน้อยๆ ของเครื่องจักร เช่น การสึกหรอ หลวมคลอน ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรไม่ได้ศูนย์ รวมทั้งข้อบกพร่องต่างๆ ของชิ้นงานที่ป้อนเข้าสู่เครื่องจักร เช่น ชิ้นงานมีคราบสกปรก ชิ้นงานมีตำหนิหรือเสียรูป
- 3) ดำเนินการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด (Best Condition) เช่น ตำแหน่งกลไกต่างๆ ของเครื่องจักร อุณหภูมิ ความดัน เวลา ระยะห่าง การลั่นสะเทือน อุปกรณ์ตัวจับสัญญาณ (sensor) ระบบระบายความร้อน เป็นต้น
- 4) ตรวจสอบและยืนยันผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักร โดยการเก็บข้อมูลจำนวนครั้ง ตำแหน่งและลักษณะการเกิดของการหยุดเล็ก ๆ น้อยๆ เปรียบเทียบกับตารางที่ 5-2 ด้วยระยะเวลาที่เข้ากัน ซึ่งโดยปกติแล้วจำนวนครั้งการหยุดเล็ก ๆ น้อยๆ จะลดลง 30 -50 %
- 5) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากข้อ 4 ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุ เช่น 7 QC Tools, Why-Why Analysis และ P-M Analysis เป็นต้น ผสมผสานกับความรู้และความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเฉพาะทางของเครื่องจักร
- 6) กำหนดวิธีการแก้ไขที่ได้จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อนำไปปฏิบัติและติดตามผลเปรียบเทียบระหว่างก่อน-หลังการปรับปรุง กรณีผลลัพธ์ที่ได้ไม่ดีขึ้น จะต้องทบทวนขั้นตอนในการวิเคราะห์และขั้นตอนการนำไปปฏิบัติว่ามีอะไรที่ผิดพลาด ส่วนกรณีที่ผลลัพธ์ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดให้นำวิธีการปฏิบัติวิธีต่างๆ ไปกำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ

#### 2.1.5.4 การปรับปรุงความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร

โดยความเป็นจริงแล้วการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความเร็วของเครื่องจักรให้ได้ตามมาตรฐานข้อกำหนดของเครื่องจักรเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากผลลัพธ์การปรับปรุงสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน แต่มักมองข้ามการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร เนื่องจากพนักงานไม่เชื่อว่าเครื่องจักรสามารถเดินได้ตามความเร็วที่กำหนด รวมถึงความเร็วมาตรฐานของเครื่องจักรก็ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งมีแนวทางในการลดความสูญเสียเนื่องจากการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร ดังนี้

- 1) หาข้อมูลปัจจุบันของเครื่องจักร เช่น จุดคอขวดของกระบวนการผลิต ความเร็วของเครื่องจักร (รอบ/นาที) เวลามาตรฐานในการผลิต (นาที/ชิ้น) ความถี่ของเครื่องจักรขัดข้อง จำนวนของเสีย ความสามารถของกระบวนการ เป็นต้น
- 2) หาความเร็วที่สูญเสียของเครื่องจักรที่เป็นคอขวดในสายการผลิต โดยพิจารณาความแตกต่างระหว่างความเร็วตามข้อกำหนดของเครื่องจักร (Machine Specification) เทียบกับความเร็วที่เครื่องจักรเดินได้จริง (Actual Speed) หรือสามารถเปรียบเทียบในรูปของเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานโดยเปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่กำหนด (Standard Time) กับเวลาที่ใช้จริง (Actual Cycle Time) ในกรณีที่มีการผลิตสินค้าหลายรุ่นให้ศึกษารายละเอียดการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรในสินค้าแต่ละรุ่น
- 3) ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในอดีตของเครื่องจักรที่สูญเสียความเร็วสำหรับรุ่นของสินค้าที่ต้องการปรับปรุง เช่น เคยทดลองเพิ่มความเร็วหรือไม่ ถ้าเคยประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ไข ความแตกต่างของความเร็วระหว่างเครื่องจักรที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน เป็นต้น
- 4) ศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงานในแต่ละช่วงเวลาของรอบทำงานของเครื่องจักร โดยศึกษาจากคู่มือเครื่องจักร (Machine Manual) พร้อมทั้งดูแผนภาพ (Machine Drawing) ของกลไกเครื่องจักร
- 5) ตรวจสอบสภาพการทำงานปัจจุบันของเครื่องจักร โดยการสังเกตการณ์ทำงานของเครื่องจักรสำหรับรุ่นของสินค้าที่ต้องการปรับปรุงด้วยสายตา นาฬิกาจับเวลา กล้องวิดีโอ เพื่อหาเวลาแต่ละช่วงการทำงานของเครื่องจักร เวลาที่สูญเสีย แล้วเปรียบเทียบ

กับเวลามาตรฐานจากคู่มือเครื่องจักร คู่มือการปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรอื่นๆที่คล้ายคลึงกัน

- 6) ทดลองเพิ่มความเร็วของเครื่องจักร โดยการปรับความเร็วสำหรับขั้นตอนการทำงานที่ช้ากว่าความเร็วมาตรฐาน จากตารางที่ 5-5 ทำให้เห็นว่าการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรในช่วงป้อนแผ่น PCB และช่วงส่งแผ่น PCB ออกจากเครื่องจักร สำหรับในขั้นตอนการวางชิ้นส่วนบน PCB มีเวลาที่แตกต่างกัน 2 วินาที เพราะบางครั้งเครื่องจักรจับชิ้นส่วนแล้วหลุดทำให้ต้องจับชิ้นส่วนใหม่อีกครั้ง จึงจะสามารถหาตำแหน่งและวางชิ้นส่วนได้เมื่อดำเนินการทดลองเพิ่มความเร็วของเครื่องจักรให้บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น ความถี่ของการหยุดเล็กน้อยของเครื่องจักร จำนวนของเสีย ความสามารถของเครื่องจักรเป็นต้น
- 7) กำหนดจุดที่ต้องปรับปรุง นำปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองเพิ่มความเร็วและข้อมูลในอดีตมาประกอบการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาจุดปรับปรุงที่สัมพันธ์กับปัญหา ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความเที่ยงตรงของกลไกการทำงานของเครื่องจักร เช่น ระยะห่าง (Clearance) ของชิ้นส่วนเครื่องจักร จังหวะการทำงาน (Timing) ของชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ต้องทำงานสัมพันธ์กัน เป็นต้น และเกี่ยวข้องกับสภาวะเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องจักร เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น เป็นต้น
- 8) ติดตามผลและกำหนดมาตรฐาน เมื่อปรับปรุงเครื่องจักรในจุดที่สัมพันธ์กับปัญหาแล้วบันทึกผลการปรับปรุงเปรียบเทียบก่อน - หลัง รวมถึงสังเกตการณ์เสื่อมสภาพและบันทึกอายุการใช้งานชิ้นส่วนของเครื่องจักรเมื่อแน่ใจว่าการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีความเร็วสูงขึ้นโดยไม่เกิดผลกระทบใดๆ ให้นำวิธีการปฏิบัติไปกำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อป้องกันการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยวิธีการลดความเร็วของเครื่องจักร

#### 2.1.5.5 การปรับปรุงการสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไข

ความสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไขทำให้เสียเวลาในการผลิตสินค้าทดแทน เวลาที่ใช้ในการแก้ไขซ่อมแซมสินค้า สูญเสียพลังงาน และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้น ทีมงานควรพิจารณาดำเนินการปรับปรุงอัตราคุณภาพเป็นลำดับแรก ในกรณีที่เครื่องจักรมีอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่องและอัตราคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1) สำรวจสภาพปัญหาคุณภาพในปัจจุบัน โดยการเก็บข้อมูลลักษณะของเสียและงานแก้ไขของแต่ละกระบวนการด้วยเครื่องมือที่สอดคล้องกับปัญหาเช่น แผ่นตรวจสอบแผนผังพาเรโต แผนภูมิควบคุม แผนภาพฮิสโตแกรม เป็นต้น
- 2) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัญหาคุณภาพ โดยพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ใช้ในการผลิตซึ่งประกอบด้วย คน (Man) เครื่องจักร (machine) วัสดุ (Material) วิธีการผลิต (Method) กับคุณลักษณะด้านคุณภาพเช่น ขนาด สี รูปร่าง รอยตำหนิ ปริมาณ คุณสมบัติทางเคมี เป็นต้น หลังจากนั้น หาความสัมพันธ์ในเชิงลึกระหว่างเครื่องจักรกับคุณลักษณะด้านคุณภาพ โดยวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรในระดับของส่วนประกอบย่อย (Component) ที่มีผลต่อคุณภาพ
- 3) จัดทำตารางปัญหา โดยการค้นหาและรวบรวมสถานะเงื่อนไข (4M) ทั้งหมด ที่มีผลต่อการเกิดของเสียในแต่ละขั้นตอนการผลิต พร้อมทั้งพิจารณาว่ามีเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบและปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวหรือไม่
- 4) รวบรวมเฉพาะจุดบกพร่องทั้งหมด หลังจากนั้นให้กำหนดมาตรการแก้ไขและ ผู้รับผิดชอบในจุดบกพร่องที่สามารถแก้ไขได้ทันที สำหรับจุดบกพร่องที่มีความซับซ้อนต้องวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นสาเหตุของการเกิดจุดบกพร่องเพื่อกำหนดมาตรการแก้ไข
- 5) ปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขและทบทวนความสัมพันธ์ของปัญหาด้านคุณภาพ โดยจัดทำและทบทวนตารางปัญหาใหม่อีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าสถานะเงื่อนไขทั้งหมด (4M) ที่มีผลต่อการเกิดของเสียในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบและปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดแล้ว
- 6) สรุปผลการปรับปรุงและกำหนดจุดตรวจสอบของเครื่องจักรและกระบวนการผลิตที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพ
- 7) จัดทำตารางส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ (Q-component) ติดไว้บริเวณส่วนประกอบของเครื่องจักร เพื่อให้พนักงานประจำเครื่องจักรสามารถตรวจสอบและควบคุมสถานะเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรที่ไม่ทำให้เกิดของเสีย



### 2.1.5.6 การปรับปรุงความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นการผลิตเป็นปัญหาพิเศษที่มีลักษณะเฉพาะตามชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการสูญเสียเวลาชิ้นงานที่ต้องรอให้แรงดันและอุณหภูมิของระบบที่ใช้ในเครื่องจักรถึงจุดที่สามารถทำงานได้ และผลิตชิ้นงานที่ได้ออกมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น แนวทางในการปรับปรุงจะมุ่งเน้นเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ต้องใช้แรงดันและความร้อนในการทำงานเช่น ระบบไฮดรอลิก ระบบความร้อน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาสภาวะการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิตในปัจจุบัน โดยศึกษาและค้นหาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของขนาดชิ้นงานและเวลาที่ใช้ตั้งแต่เปิดสวิตช์เครื่องจักรจนถึงจุดที่เครื่องจักรทำงานได้และผลิตชิ้นงานที่ได้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงจำนวนครั้งในการปรับแต่งเครื่องจักรและจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร
- 2) ศึกษาและตรวจสอบระบบไฮดรอลิกที่ใช้ในเครื่องจักร เช่น ชนิดของน้ำมัน ความหนืดแรงดัน และอุณหภูมิที่เหมาะสม ระดับความสะอาดที่ต้องการ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำมันกับรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ กลไกต่างๆของเครื่องจักรที่ทำงานสัมพันธ์กับระบบไฮดรอลิก
- 3) ศึกษาและตรวจสอบระบบความร้อนที่ใช้ในเครื่องจักร เช่น ชนิดของฮีตเตอร์ การวางตำแหน่งของฮีตเตอร์ การระบายความร้อน ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นกับเวลาที่เปลี่ยนไปในช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร
- 4) วิเคราะห์และกำหนดมาตรการแก้ไข โดยวิเคราะห์ระบบความร้อน ระบบแรงดัน ระบบการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านคุณภาพของชิ้นงาน เช่น ขนาด รูปร่าง สีของสินค้า เป็นต้น เพื่อทดลองหาจุดที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน
- 5) ปฏิบัติตามขั้นตอนและค่ามาตรฐานของปัจจัยที่ได้จากการทดลอง โดยมีการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะของพนักงานให้มีความสามารถในการปรับแต่งเครื่องจักรให้ได้จุดที่เหมาะสมอย่างรวดเร็วที่สุดเพื่อลดการสูญเสียเวลาและชิ้นงานในช่วงเริ่มต้นการผลิต





### 3.2 ค้นหาปัญหาและหัวข้อเรื่อง

เนื่องจากระยะเวลาในการปฏิบัติงานมีจำกัด จึงเลือกศึกษาเครื่องจักรที่มีการเดินเครื่องโดยไม่เปลี่ยนชนิดของเส้นด้าย เพื่อง่ายต่อการศึกษาและสามารถดำเนินการต่างๆได้อย่างต่อเนื่อง นั่นก็คือ เส้นด้ายชนิด 210-24-700 เมื่อเลือกชนิดของเส้นด้ายที่จะนำมาศึกษาแล้ว พบว่ามีเครื่องจักรอยู่ 3 เครื่องด้วยกัน ที่มีทำการผลิตเส้นด้ายชนิด 210-24-700 คือ เครื่องจักร A-10, A-14 และ A-15

ทำการศึกษาข้อมูลการผลิตของเครื่อง A-10, A-14 และ A-15 ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2556 ถึง วันที่ 31 กรกฎาคม 2556 สรุปได้ดังตารางนี้

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลการผลิตของเครื่อง A-10, A-14 และ A-15

| 210-24-700   | A-10  | A-14  | A-15  |
|--------------|-------|-------|-------|
| % Full Pirn  | 93.36 | 94.09 | 93.85 |
| % A-Full     | 89.92 | 93.28 | 93.13 |
| % Difference | 3.44  | 0.81  | 0.72  |

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 3.2 พบว่า เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างระหว่างผลผลิต Full Pirn กับ ผลผลิต A-Full นั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วเปอร์เซ็นต์ A-Full นั้นคือ อัตราคุณภาพ (Quality Rate) เครื่อง A-10 นั้นมีความแตกต่างมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ A-14 และ A-15 ดังนั้นจึงเลือกเครื่อง A-10 มาเป็นกรณีศึกษา

เครื่องจักร A-10 เป็นเครื่อง รุ่น Rus-12A มี แกนการผลิต 144 แกน (Spindle) ในส่วนของแผนก Nylon Draw Twisting นั้น คือ ส่วนที่ทำการดึงยืดเส้นด้าย ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้วมีการตีเกลียวของเส้นด้ายเพื่อไม่ให้เส้นด้ายแตกตัวออกจากกัน ก่อนม้วนเข้าหลอด โดยแผนก Nylon Draw Twisting นั้น ถือว่าเป็นกระบวนการผลิตกระบวนการสุดท้าย



ภาพที่ 3.1 เครื่องจักร A-10

### 3.3 ศึกษาสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร A-10

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสภาพการผลิตปัจจุบันของเครื่อง A-10

| ITEM A-10                        |      |          |       |
|----------------------------------|------|----------|-------|
| Date: 1 July 2013 - 31 July 2013 |      |          |       |
| Product type                     | Unit | Quantity | %     |
| <b>Total Product</b>             | Pirn | 13981    |       |
| <b>1. Full Pirn</b>              |      |          |       |
| - A-Full                         | Pirn | 13467    | 96.32 |
| - C-Grade                        | Pirn | 514      | 3.68  |
| <b>2. Small Pirn</b>             | Pirn | 995      | 6.64  |

จากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่าผลผลิตประเภท Full Pirn แบ่งออกเป็น A-Full และ C-Grade ในส่วนของ A-Full นั้น คือ ผลผลิตที่ดีที่สุด จะมีผลผลิตอยู่สองประเภทที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข นั่นก็คือ C-Grade และ Small Pirn

โดยที่ผลผลิต C-Grade นั้นคือ ผลผลิตที่มีน้ำหนักตรงตามคุณสมบัติของผลผลิตที่จะเป็น A-Full หากแต่เกิดปัญหาบางอย่างที่ทำให้ไม่สามารถเป็นผลผลิต A-Full ได้ แต่ผลผลิต Small Pirn คือ ผลผลิตที่เกิดปัญหา ก่อนที่ผลผลิตนั้นๆจะได้น้ำหนักตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยที่ราคาขายของผลผลิต C-Grade กับ Small Pirn นั้นต่างกัน

### 3.4 เหตุผลที่เลือกปรับปรุงแก้ไขปัญหา C-Grade

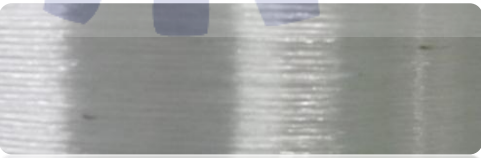
|  |            |  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Full Pirn                                                                          | Sale Price | Small Pirn                                                                          | Sale Price |
| A-Grade                                                                            | 120 B/Kg.  | A-Small                                                                             | 110 B/Kg.  |
| C-Grade                                                                            | 100 B/Kg.  | C-Small                                                                             | Waste      |

ภาพที่ 3.2 เหตุผลที่เลือกปรับปรุงแก้ไขปัญหา C-Grade

จากภาพที่ 3.2 จะเห็นได้ว่า ราคาขายของ C-Grade และ Small Pim นั้น ต่างกันอยู่ 10 บาท โดยที่สินค้า C-Grade นั้น หากได้รับการแก้ไขให้เป็นสินค้า A-Grade จะสามารถเพิ่มกำไรขึ้นได้ 20 บาท ซึ่งการแก้ไขปัญหาที่ C-Grade นั้น จะสามารถแก้ไขได้ง่ายกว่า การแก้ไขปัญหาของ Small Pim เนื่องจากสินค้า C-Grade นั้น เป็นผลผลิตที่ได้น้ำหนักตรงตามเกณฑ์มาตรฐานแล้ว ไม่พบปัญหาการขาดของเส้นด้าย แต่สินค้า Small Pim นั้น เป็นสินค้าที่เกิดปัญหาก่อนที่จะได้น้ำหนักตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงเลือกแก้ไขปัญหา C-Grade ก่อน ทั้งนี้การแก้ไขที่ C-Grade ยังได้ผลกำไรที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการแก้ไขที่ปัญหา Small Pim

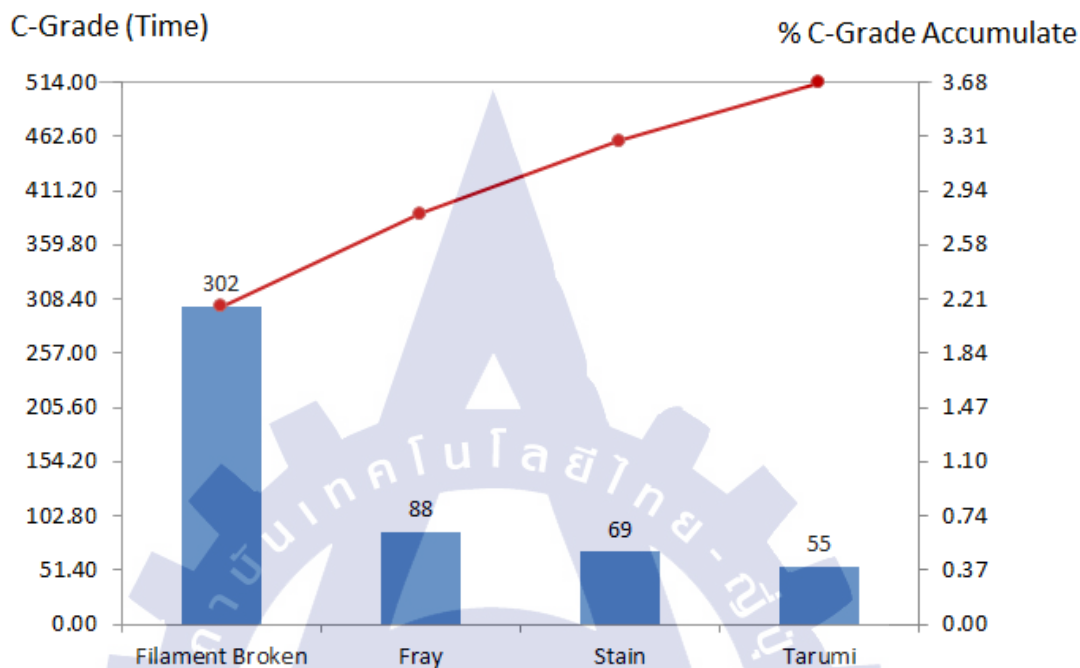
ปัญหาของสินค้า C-Grade ที่พบจากข้อมูลใบ Check Sheet หน้าเครื่องของเครื่องจักร A-10 มีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 ลักษณะปัญหาของสินค้า C-Grade

| ลักษณะปัญหา        | รูปภาพ                                                                               | หมายเหตุ                                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Filament Broken |  | Filament Broken หรือ ด้ายแตก จะมีลักษณะ เส้นด้ายชี้ออกมา หรือ เส้นด้ายรวมตัวกัน             |
| 2. ลู่ย            |  | Form ลู่ย บริเวณ taper บนหรือล่าง                                                           |
| 3. เปื้อน          |  | เปื้อนน้ำมันเป็นรอยจุด เล็กๆ เกิน 3 จุด หรือ เปื้อนน้ำมันเป็นจุด ใหญ่หนึ่งจุดหรือเป็น วงรอบ |
| 4. Tarumi          |  | Tarumi หรือ ด้ายหย่อน จะมีลักษณะ เส้นด้าย หย่อนโค้งออกมา                                    |

### 3.5 กำหนดหัวข้อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไข

ใช้แผนผังพาเรโตในการเลือกหัวข้อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 3.3 แผนผังพาเรโต

จากภาพที่ 3.3 คือ การวิเคราะห์ปัญหาของการเกิด C-Grade พบว่าปัญหาของการเกิด C-Grade นั้นมีอยู่ 4 ประการ คือ Filament Broken, Fray, Stain และ Tarumi เห็นได้ชัดว่าปัญหาหลักของการเกิด C-Grade นั้นคือ Filament Broken 2.16 % จากปัญหาการเกิด C-Grade ทั้งหมด 3.68% คิดเป็น 58.75% ของปัญหาการเกิด C-Grade ดังนั้นจึงเลือกแก้ไขปัญหา Filament Broken มาเป็นกรณีศึกษา

ตามหลักทฤษฎีของพาเรโตแล้ว จะต้องเลือกหัวข้อในการปรับปรุงแก้ไข โดยที่หัวข้อที่เลือกมาปรับปรุงแก้ไขนั้น คิดเป็น 80% ของปัญหาทั้งหมด จากภาพที่ 3.3 Filament Broken คิดเป็น 58.75% ของปัญหาทั้งหมดที่ทำให้เกิดสินค้า C-Grade ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อการปรับปรุงแก้ไขตามหลักการของพาเรโต ถ้าวรวมปัญหา Fray ไปด้วย จะคิดเป็น 75.88% ซึ่งตามหลักการของพาเรโตแล้ว จะต้องนำปัญหา Fray มาทำการปรับปรุงแก้ไขด้วย แต่เนื่องจากระยะเวลาในศึกษามีจำกัด จึงเลือกปัญหา Filament Broken มาเป็นกรณีศึกษาเพียงปัญหาเดียว



### 3.6 ใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเพื่อหาจุดที่ผิดปกติ

#### 3.6.1 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลอง ครั้งที่ 1

ตารางที่ 3.5 จำนวนของเสียและสัดส่วนของเสียในกลุ่มตัวอย่าง

| Sample No. | spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ | Sample No. | spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ |
|------------|---------|-------|-------------|------------|---------|-------|-------------|
| 1          | 100     | 1     | 0.0096      | 11         | 10      | 1     | 0.0096      |
| 2          | 30      | 3     | 0.0288      | 12         | 99      | 3     | 0.0288      |
| 3          | 20      | 2     | 0.0192      | 13         | 74      | 0     | 0.0000      |
| 4          | 9       | 2     | 0.0192      | 14         | 52      | 1     | 0.0096      |
| 5          | 1       | 1     | 0.0096      | 15         | 103     | 0     | 0.0000      |
| 6          | 5       | 3     | 0.0288      | 16         | 129     | 1     | 0.0096      |
| 7          | 18      | 21    | 0.2019      | 17         | 138     | 1     | 0.0096      |
| 8          | 28      | 0     | 0.0000      | 18         | 69      | 1     | 0.0096      |
| 9          | 22      | 0     | 0.0000      | 19         | 126     | 0     | 0.0000      |
| 10         | 15      | 3     | 0.0288      | 20         | 44      | 0     | 0.0000      |

การคำนวณ

ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียตัวอย่าง ( $n = 104$ )

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} = \frac{44}{20(104)} = 0.0212$$

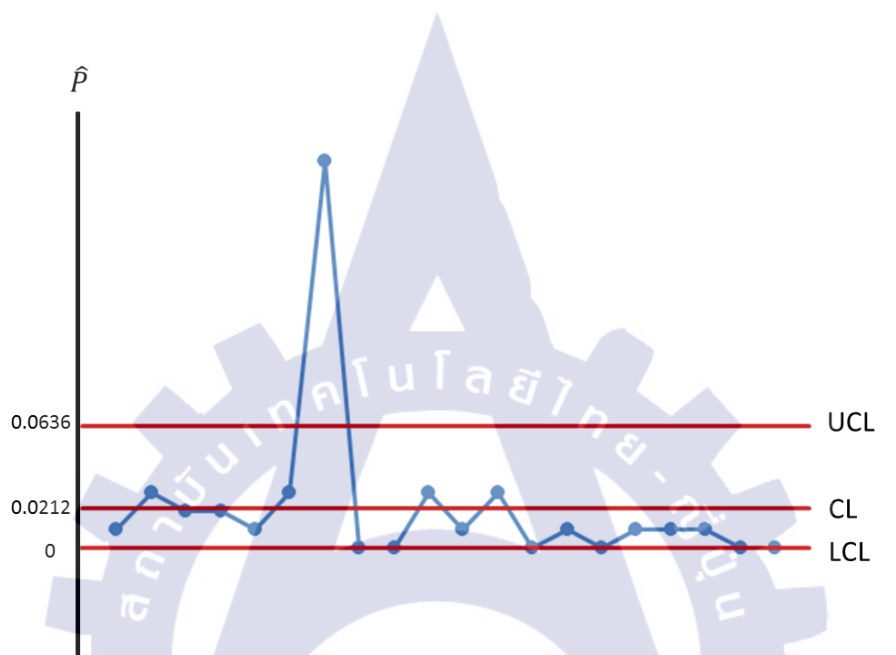
ขีดจำกัดควบคุมแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 1

$$CL = \bar{P} = 0.0212$$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0.0212 + 3 \sqrt{\frac{0.0212(1-0.0212)}{104}} = 0.0636$$

$$LCL = \max \left[ 0, \bar{P} - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right] = \max \left[ 0, 0.0212 - 3\sqrt{\frac{0.0212(1-0.0212)}{104}} \right] = \max (0, -0.0212)$$

จากนั้นนำจุดตัวอย่างทั้ง 20 จุดมาพล็อตลงบนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 1

จากแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองที่แสดงให้ภาพที่ 3.4 แผนภูมิแจ้งเตือนความผิดปกติที่จุดตัวอย่างที่ 7 ดังนั้นเราต้องหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างที่ 7 แล้วทำการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมขึ้นซ้ำอีกในอนาคต จากนั้นทำการตัดจุดตัวอย่างที่ 7 ออกจากแผนภูมิควบคุมขั้นทดลองแล้วนำข้อมูลจากจุดตัวอย่างที่เหลืออีก 19 จุดตัวอย่างมาสร้างแผนภูมิควบคุมขั้นทดลองครั้งที่ 2

### 3.6.2 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลอง ครั้งที่ 2

ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเสียตัวอย่างภายหลังการตัดจุดตัวอย่างที่ 7

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} = \frac{44}{19(104)} = 0.0116$$

ขีดจำกัดควบคุมแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 2

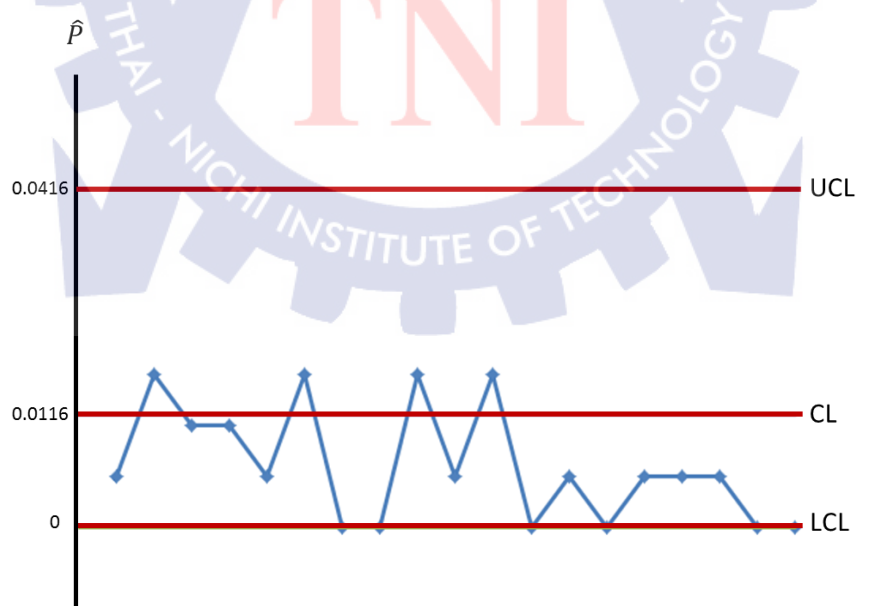
$$CL = \bar{P} = 0.0212$$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0.0116 + 3 \sqrt{\frac{0.0116(1-0.0116)}{104}} = 0.0416$$

$$LCL = \max \left[ 0, \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right] = \max \left[ 0, 0.0116 - 3 \sqrt{\frac{0.0116(1-0.0116)}{104}} \right]$$

$$= \max (0, -0.0184)$$

จากนั้นนำจุดตัวอย่าง 19 จุดที่เหลือมาพล็อตลงบนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 2

จากภาพที่ 3.5 เราจะเห็นได้ว่าจุดตัวอย่างทุกจุดอยู่ในขีดจำกัดควบคุมขั้นทดลองครั้งที่ 2 ดังนั้นแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นทดลองครั้งที่ 2 จึงกลายมาเป็นแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นใช้งานจริง ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียของกระบวนการจริงต่อไป

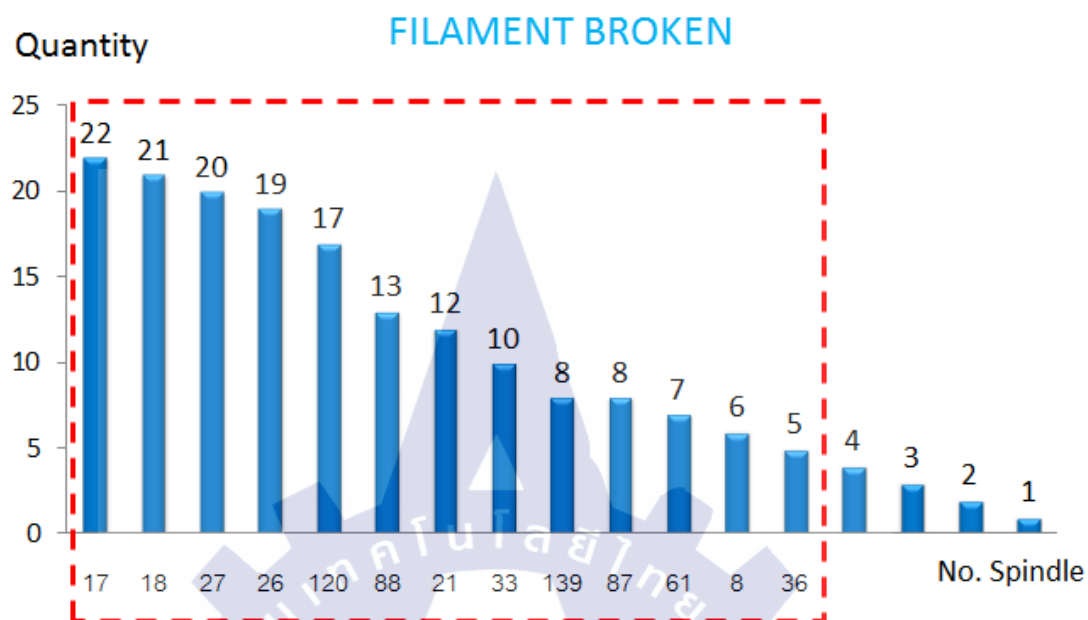
### 3.6.3 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียขั้นใช้งานจริง

| spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ | spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ | spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ | spindle | $D_i$ | $\hat{P}_i$ |
|---------|-------|-------------|---------|-------|-------------|---------|-------|-------------|---------|-------|-------------|
| 1       | 1     | 0.0096      | 37      | 2     | 0.0192      | 73      | 0     | 0           | 109     | 2     | 0.0192      |
| 2       | 2     | 0.0192      | 38      | 1     | 0.0096      | 74      | 0     | 0           | 110     | 0     | 0           |
| 3       | 0     | 0           | 39      | 2     | 0.0192      | 75      | 0     | 0           | 111     | 0     | 0           |
| 4       | 1     | 0.0096      | 40      | 1     | 0.0096      | 76      | 1     | 0.0096      | 112     | 0     | 0           |
| 5       | 3     | 0.0288      | 41      | 1     | 0.0096      | 77      | 0     | 0           | 113     | 0     | 0           |
| 6       | 3     | 0.0288      | 42      | 3     | 0.0288      | 78      | 0     | 0           | 114     | 0     | 0           |
| 7       | 0     | 0.0000      | 43      | 0     | 0           | 79      | 0     | 0           | 115     | 0     | 0           |
| 8       | 6     | 0.0577      | 44      | 0     | 0           | 80      | 1     | 0.0096      | 116     | 0     | 0           |
| 9       | 2     | 0.0192      | 45      | 4     | 0.0385      | 81      | 1     | 0.0096      | 117     | 1     | 0.0096      |
| 10      | 1     | 0.0096      | 46      | 0     | 0           | 82      | 0     | 0           | 118     | 2     | 0.0192      |
| 11      | 0     | 0           | 47      | 0     | 0           | 83      | 2     | 0.0192      | 119     | 0     | 0           |
| 12      | 2     | 0.0192      | 48      | 1     | 0.0096      | 84      | 0     | 0           | 120     | 17    | 0.1635      |
| 13      | 0     | 0           | 49      | 0     | 0           | 85      | 0     | 0           | 121     | 1     | 0.0096      |
| 14      | 3     | 0.0288      | 50      | 2     | 0.0192      | 86      | 1     | 0.0096      | 122     | 0     | 0           |
| 15      | 3     | 0.0288      | 51      | 4     | 0.0385      | 87      | 8     | 0.0769      | 123     | 0     | 0           |
| 16      | 2     | 0.0192      | 52      | 1     | 0.0096      | 88      | 13    | 0.1250      | 124     | 0     | 0           |
| 17      | 22    | 0.2115      | 53      | 0     | 0           | 89      | 2     | 0.0192      | 125     | 0     | 0           |
| 18      | 21    | 0.2019      | 54      | 3     | 0.0288      | 90      | 4     | 0.0385      | 126     | 0     | 0           |
| 19      | 3     | 0.0288      | 55      | 2     | 0.0192      | 91      | 1     | 0.0096      | 127     | 0     | 0           |
| 20      | 2     | 0.0192      | 56      | 0     | 0           | 92      | 2     | 0.0192      | 128     | 0     | 0           |
| 21      | 12    | 0.1154      | 57      | 0     | 0           | 93      | 3     | 0.0288      | 129     | 1     | 0.0096      |
| 22      | 0     | 0           | 58      | 0     | 0           | 94      | 0     | 0           | 130     | 1     | 0.0096      |
| 23      | 1     | 0.0096      | 59      | 2     | 0.0192      | 95      | 1     | 0.0096      | 131     | 0     | 0.0000      |
| 24      | 0     | 0           | 60      | 0     | 0.0000      | 96      | 0     | 0           | 132     | 2     | 0.0192      |
| 25      | 1     | 0.0096      | 61      | 7     | 0.0673      | 97      | 2     | 0.0192      | 133     | 2     | 0.0192      |
| 26      | 19    | 0.1827      | 62      | 0     | 0           | 98      | 0     | 0.0000      | 134     | 0     | 0           |
| 27      | 20    | 0.1923      | 63      | 0     | 0           | 99      | 3     | 0.0288      | 135     | 1     | 0.0096      |
| 28      | 0     | 0           | 64      | 1     | 0.0096      | 100     | 1     | 0.0096      | 136     | 1     | 0.0096      |
| 29      | 0     | 0           | 65      | 1     | 0.0096      | 101     | 1     | 0.0096      | 137     | 1     | 0.0096      |
| 30      | 3     | 0.0288      | 66      | 3     | 0.0288      | 102     | 1     | 0.0096      | 138     | 1     | 0.0096      |
| 31      | 1     | 0.0096      | 67      | 1     | 0.0096      | 103     | 0     | 0           | 139     | 8     | 0.0769      |
| 32      | 1     | 0.0096      | 68      | 3     | 0.0288      | 104     | 1     | 0.0096      | 140     | 1     | 0.0096      |
| 33      | 10    | 0.0962      | 69      | 4     | 0.0385      | 105     | 3     | 0.0288      | 141     | 1     | 0.0096      |
| 34      | 0     | 0           | 70      | 4     | 0.0385      | 106     | 2     | 0.0192      | 142     | 0     | 0           |
| 35      | 0     | 0           | 71      | 1     | 0.0096      | 107     | 0     | 0           | 143     | 0     | 0           |
| 36      | 5     | 0.0481      | 72      | 1     | 0.0096      | 108     | 0     | 0           | 144     | 0     | 0           |

ภาพที่ 3.6 แสดงข้อมูล Spindle ที่เกิดความผิดปกติ

จากภาพที่ 3.6 แสดงข้อมูล Spindle ที่เกิดจากความผิดปกติ โดยการนำขีดจำกัดควบคุมขั้นใช้งานจริงมาเทียบกับข้อมูลการผลิตเส้นด้ายชนิด 210-24-700 ของเครื่อง A-10 ในเดือนกรกฎาคม พบว่ามี 13 Spindle ด้วยกันที่อยู่นอกขีดจำกัดควบคุม (ไฮไลต์สีเหลือง)

### 3.7 กำหนดขอบเขตในการปรับปรุง



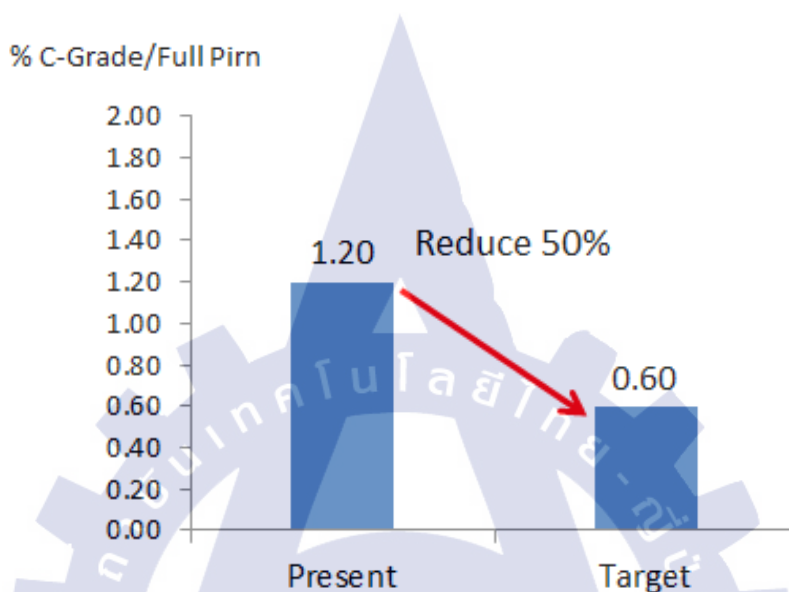
ภาพที่ 3.7 กำหนดขอบเขตการดำเนินงาน

จากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็น Spindle ที่อยู่นอกขีดจำกัดควบคุม จำนวน 13 Spindle จะสังเกตเห็นได้ว่า จากจำนวน Spindle ทั้งหมด 144 Spindle นั้น เกิดปัญหา Filament Broken ที่ Spindle เดิมๆ ซ้ำๆ เพียง 13 Spindle

ขอบเขตในการปรับปรุงแก้ไข คือ เครื่องจักรที่ผลิตเส้นด้ายชนิด 210-24-700 เครื่อง A-10 โดยเฉพาะจงเฉพาะ Spindle ที่อยู่นอกขีดจำกัดควบคุมสัดส่วนของเสีย ได้แก่ Spindle หมายเลข 8, 17, 18, 21, 26, 27, 33, 36, 61, 87, 88, 120 และ 139 หัวข้อที่จะปรับปรุงแก้ไข คือ ลดปัญหาการเกิด Filament Broken

### 3.8 เป้าหมายในการดำเนินงาน

- 1) ลดสินค้าประเภท C-Grade ลง 50 %
- 2) แก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ

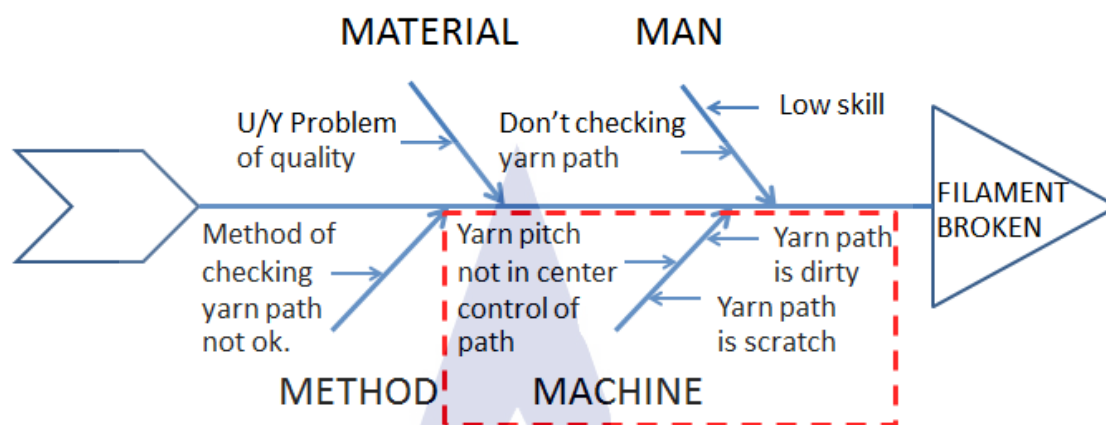


ภาพที่ 3.8 เป้าหมายในการดำเนินงาน

จากภาพที่ 3.8 เป็นการตั้งเป้าหมายในการดำเนินงาน จะเห็นว่าการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการเกิด Filament Broken ของ 13 Spindle นั้น คือ 1.20% โดยที่ตั้งเป้าหมายที่จะลดปัญหานี้ลง 50% คือ ลดการเกิดปัญหา Filament Broken จาก 1.20% ให้เหลือ 0.60% หรือน้อยกว่านี้



### 3.9 วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิด Filament Broken



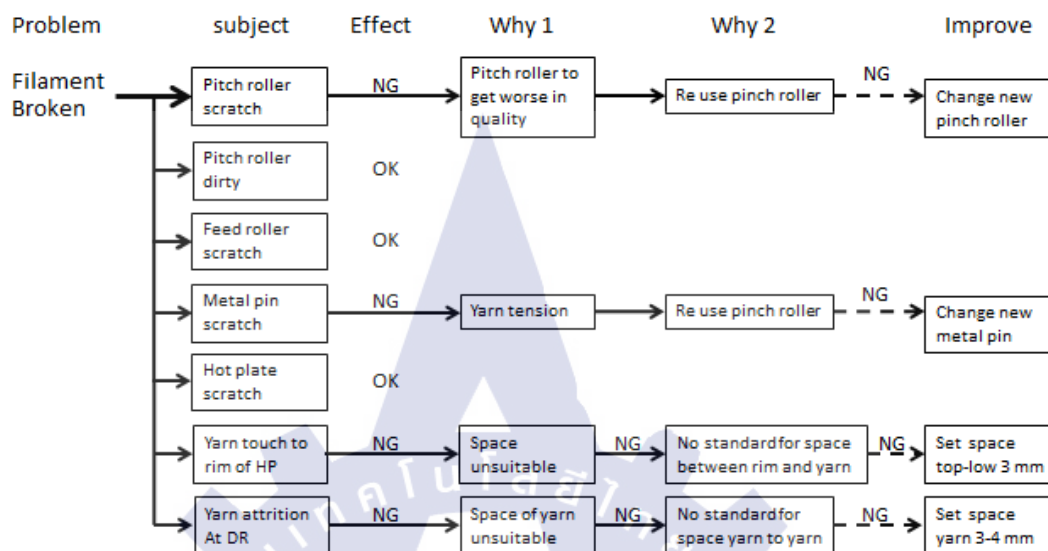
ภาพที่ 3.9 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา Filament Broken

จากการวิเคราะห์ปัญหาการเกิด Filament Broken นั้น พบว่าสาเหตุหลักของการเกิด Filament Broken นั้นเกิดจาก เครื่องจักร อีกทางหนึ่งก็คือ Spindle ที่เราพบว่าอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมนั้น พบเพียง 13 Spindle จากทั้งหมด 144 Spindle แสดงให้เห็นว่า ถ้าเป็นปัญหาจากส่วนอื่นๆที่ไม่ได้มาจากเครื่องจักร ความผิดปกตินั้น จะต้องเกิดขึ้นกับทั้งกระบวนการ ดังนั้นจึงเลือกที่จะปรับปรุงแก้ไขในส่วนของเครื่องจักรก่อน

จะเห็นว่าในส่วน of เครื่องจักรที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหา Filament Broken นั้น ปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรทั้งหมดนั้น เกิดจากทางผ่านของเส้นด้ายทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นทางผ่านของเส้นด้ายไม่สะอาด ไม่เรียบ เป็นรอย หรือ ระยะห่างของเส้นด้ายไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ก็ตาม

### 3.10 วิเคราะห์การเกิดปัญหา Filament Broken ที่เกิดจากเครื่องจักร

Machine : C Grade



ภาพที่ 3.10 Why-Why Analysis

จากภาพที่ 3.10 เป็นการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why Analysis โดยการกำหนดหัวข้อในการสำรวจ เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานของทั้ง 13 Spindle ด้วยการถาม ทำไม ทำไม จนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

ซึ่งหัวข้อที่กำหนดเพื่อจะไปสำรวจนั้น จะเป็นหัวข้อที่สันนิษฐานว่า Filament Broken นั้นเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง โดยขอบเขตของการสำรวจนั้น จะต้องอยู่ในส่วนของ Draw Twisting เท่านั้น และมุ่งเน้นการเกิดปัญหาไปที่เครื่องจักร จากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา

หัวข้อสำรวจก็คือ ทางผ่านของเส้นด้าย ที่ต้องผ่านจุดต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิด Filament Broken หลังจากการสำรวจพบว่า มีอยู่ 4 หัวข้อด้วยกัน ที่พบความผิดปกติ

ด้วยหลักการของ Why-Why Analysis เมื่อพบความผิดปกติ ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาไปเรื่อย จึงพบว่าสาเหตุของการเกิดความผิดปกติ เกิดจากอะไร และนำไปสู่การแก้ปัญหานี้

### 1) Pitch Roller เป็นรอย

สาเหตุ เนื่องจาก Pitch Roller ทุกตัวนั้น หากพบว่ามีรอยเกิดขึ้นมากหรือถึงเวลาหมดสภาพการใช้งาน Pitch Roller เหล่านี้จะถูกนำไปเจียผิวให้เรียบ แล้วนำกลับมาใช้งานใหม่ โดยที่สภาพผิวหรือความหนาบาง ของ Pitch Roller แต่ละตัวนั้น ไม่ได้อยู่ในพื้นฐานเดียวกัน

แก้ไข นำ Pitch Roller ตัวใหม่ มาเปลี่ยนแทน pitch Roller ตัวเก่า โดยที่ตัวใหม่ที่นำมาเปลี่ยนนี้ คือ Pitch Roller ที่ไม่ผ่านการเจียผิวมาก่อน

### 2) Metal Pin เป็นรอย

สาเหตุ เนื่องจาก Metal Pin ทุกตัวนั้น หากพบว่ามีรอยเกิดขึ้นมากหรือถึงเวลาหมดสภาพการใช้งาน Metal Pin เหล่านี้จะถูกนำไปเคลือบผิวใหม่ แล้วนำกลับมาใช้งานใหม่

แก้ไข นำ Metal Pin ตัวใหม่ มาเปลี่ยนแทน Metal Pin ตัวเก่า โดยที่ตัวใหม่ที่นำมาเปลี่ยนนี้ คือ Metal Pin ที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมาก่อน

### 3) เส้นด้ายไปสัมผัสกับขอบของ Hot Plate

สาเหตุ เมื่อเส้นด้ายสัมผัสกับขอบของ Hot Plate ทำให้เกิดการเสียดสีระหว่างเส้นด้ายกับขอบของ Hot Plate ทำให้เกิด Filament Broken

แก้ไข ปรับระยะหน้าสัมผัสระหว่างเส้นด้ายกับขอบ Hot Plate ทั้งด้านบนและด้านล่างของขอบ Hot plate ประมาณ 3 mm.

### 4) เส้นด้ายเกิดการเสียดสีกันที่ Draw Roller

สาเหตุ เมื่อระยะห่างระหว่างช่องว่างของเส้นด้าย ไม่เหมาะสม ทำให้เส้นด้ายนั้นเกิดการเสียดสีกัน เป็นสาเหตุของการเกิด Filament Broken

แก้ไข ปรับระยะห่างระหว่างเส้นด้าย ประมาณ 3-4 mm.

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ

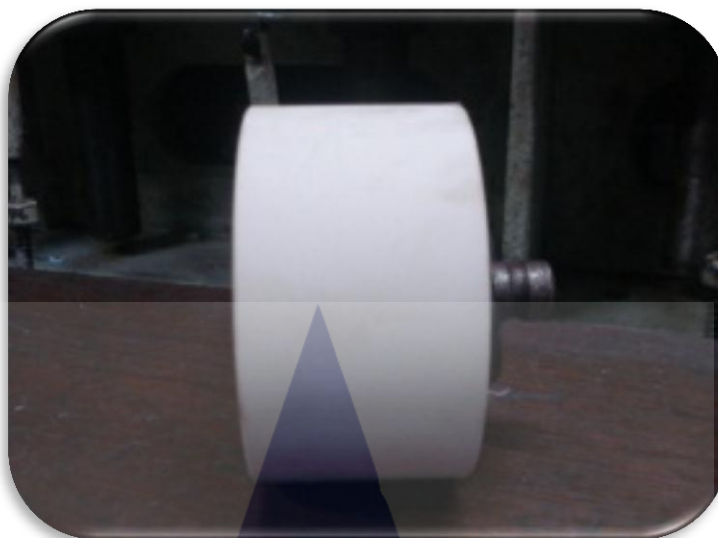
#### 4.1 ผลการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

##### 1) Pitch Roller



ภาพที่ 4.1 Pitch Roller (ก่อน)

จากภาพที่ 4.1 Pitch Roller เป็นรอยจำนวนมาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิด Filament Broken พบว่า สาเหตุที่ทำให้ Pitch Roller เกิดเป็นรอยก่อนถึงเวลาเปลี่ยน เนื่องจากในปัจจุบัน Pitch Roller นั้น มีการใช้แบบ Reuse เมื่อถึงเวลาที่ต้องเปลี่ยน Pitch Roller ก็จะนำ Pitch Roller นั้น ไปเจียผิวใหม่เพื่อลบรอยออกไป การเจียผิวจะส่งผลถึงสภาพพื้นผิวของตัว Pitch Roller ยิ่งนำมาใช้ reuse มาเท่าไร ยิ่งทำให้ Pitch Roller บางลงเรื่อยๆ



ภาพที่ 4.2 Pitch Roller (หลัง)

หลังจากที่ทำการศึกษาการใช้งานของ Pitch Roller พบว่าการใช้งานแบบ Reuse นั้นส่งผลต่อการเกิดปัญหา Filament Broken เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีจึงนำ Pitch Roller ตัวใหม่ มาใส่แทน Pitch Roller ตัวเก่า ที่ใช้งานแบบ Reuse

## 2) Metal Pin



ภาพที่ 4.3 Metal Pin (ก่อน)

จากภาพที่ 4.3 Metal Pin เป็นรอยจำนวนมาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิด Filament Broken พบว่า สาเหตุที่ทำให้ Metal Pin เกิดเป็นรอยก่อนถึงเวลาเปลี่ยน เนื่องจากในปัจจุบัน Metal Pin นั้น มีการใช้แบบ Reuse เมื่อถึงเวลาที่ต้องเปลี่ยน Metal Pin ก็จะนำ Metal Pin นั้น ไปเคลือบผิวใหม่ เพื่อลบรอยออกไป การเคลือบผิวจะส่งผลถึงสภาพพื้นผิวของตัว Metal Pin ยิ่งนำมาใช้ Reuse มาเท่าไร ยิ่งทำให้ Metal Pin มีสภาพพื้นผิวที่ไม่ดีมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.4 Metal Pin (หลัง)

หลังจากที่ทำการศึกษาการใช้งานของ Metal Pin พบว่า การใช้แบบ Reuse นั้นส่งผลต่อการเกิดปัญหา Filament Broken เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีจึงนำ Metal Pin ตัวใหม่ มาใส่แทน Metal Pin ตัวเก่า ที่ใช้งานแบบ Reuse



3) เส้นด้ายไปสัมผัสกับขอบของ Hot Plate



ภาพที่ 4.5 ระยะขอบ Hot Plate (ก่อน)

เมื่อเส้นด้ายสัมผัสขอบของ Hot Plate จะทำให้เกิดการเสียดสีระหว่างเส้นด้ายกับขอบของ Hot Plate ทำให้เกิด Filament Broken



ภาพที่ 4.6 ระยะขอบ Hot Plate (หลัง)

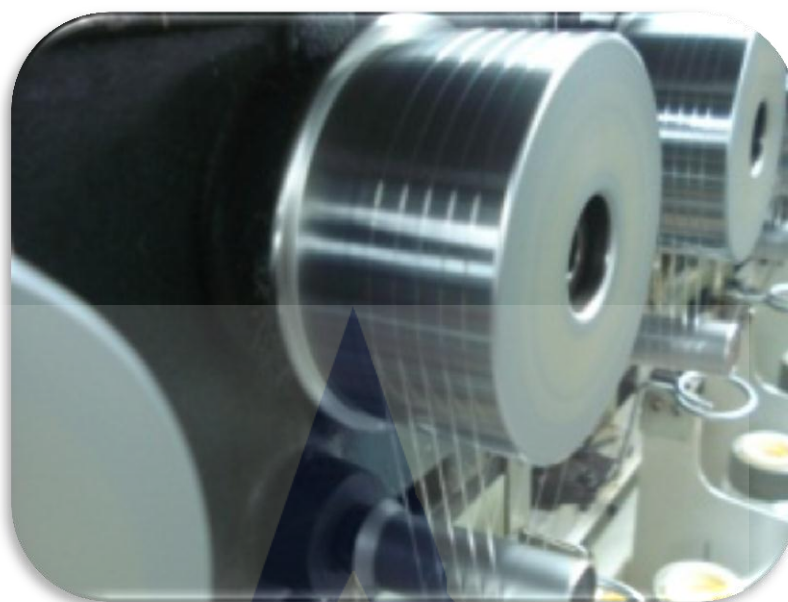
ปรับระยะขอบของ Hot Plate โดยให้มีระยะห่างระหว่างเส้นด้าย ประมาณ 3-4 mm. เพื่อไม่ให้เส้นด้าย สัมผัสกับขอบของ Hot Plate แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ระยะที่ปรับ ต้องคำนึงถึงการสัมผัสพื้นผิวหน้า Hot Plate ด้วย

#### 4) เส้นด้ายเกิดการเสียดสีกันที่ Draw Roller



ภาพที่ 4.7 Draw Roller (ก่อน)

ที่ Draw Roller พบว่า ระยะห่างระหว่างเส้นด้ายนั้น มีน้อยเกินไป ทำให้เส้นด้ายเกิดการเสียดสีกันได้ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด Filament Broken



ภาพที่ 4.8 Draw Roller (หลัง)

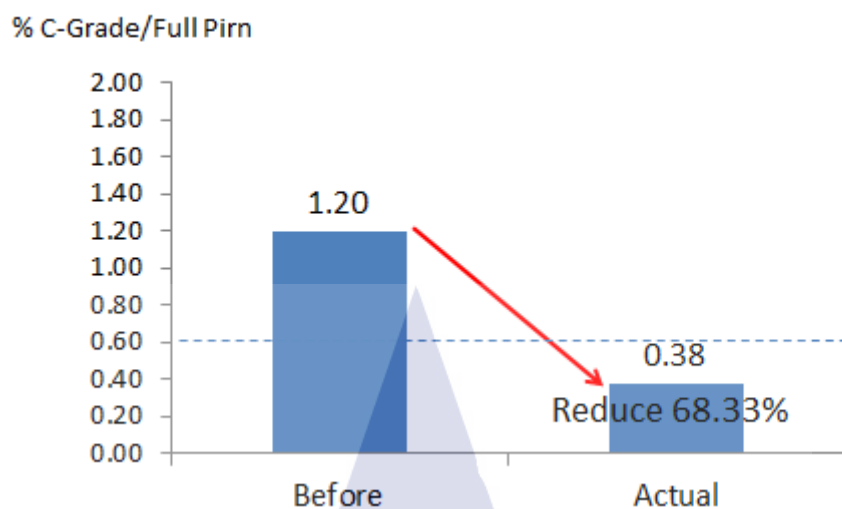
จากการวิเคราะห์พบว่าระยะระหว่างเส้นด้ายที่เหมาะสม ที่ Draw Roller คือ 3-4 mm. เส้นด้ายจะไม่เกิดการเสียดสีกัน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิด Filament Broken

## 4.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 4.1 ผลการปรับปรุง

| %C-Grade/Full Pirn |        |        |
|--------------------|--------|--------|
| Before             | Target | Actual |
| 1.20               | 0.60   | 0.38   |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผลผลิต C-Grade ลดลง จาก 1.20% เหลือ 0.38% โดยที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 0.60% แสดงให้เห็นว่าการแก้ไขปัญหา Filament Broken ของทั้ง 13 Spindle นั้น แก้ได้ตรงจุดที่เกิดความผิดปกติ จึงส่งผลให้มีผลผลิต C-Grade ลดลง



ภาพที่ 4.9 ผลการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.9 สรุปได้ว่า ผลผลิต C-Grade ที่เกิดจาก 13 Spindle ที่เลือกนำมาปรับปรุง แก๊วไน้นั้น ลดลงจาก 1.20% เหลือ 0.38% หรือคิดเป็น 68.33%

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือควบคุมการเกิด Filament Broken นั้น สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปการดำเนินงาน

##### 5.1.1 ผลจากการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลจากใบเช็คชีทเมื่อนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาใช้ควบคุมปัญหา Filament Broken ทำให้พบว่าส่วนมากปัญหาจะเกิดที่ Spindle เดิมๆ ซ้ำกันหลายครั้ง และยังพบ Spindle ที่อยู่นอกขีดจำกัดควบคุม 13 Spindle ด้วยกัน เมื่อนำข้อมูลการเกิด Filament Broken ของทั้ง 13 Spindle นี้ ลงบนฮิสโตแกรม มาหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขด้วย Why-Why Analysis เพื่อหาสาเหตุและกำหนดวิธีการแก้ไข หลังจากนั้นนำวิธีการแก้ไขที่ได้จากการวิเคราะห์ไปดำเนินการและติดตามผลการแก้ไขในแต่ละ Spindle พิจารณาวិธีการแก้ไขที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำโดยกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

##### 5.1.2 ผลการปรับปรุง

ปัญหาการผลิต C-Grade ลดลง จาก 1.20% เหลือ 0.38% โดยที่ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 0.60 แสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงได้ผลดีเกินกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้ หรือคิดเป็น 68.33% ผลที่ได้รับมีดังนี้

- 1) ผลผลิต C-Grade ลดลง 0.82%
- 2) ผลผลิต A-Full เพิ่มขึ้น 332.47 กิโลกรัม/เดือน

คิดเป็น 6,649.4 บาท/เดือน หรือ 79,792 บาท/ปี

## 5.2 แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุงโดยใช้หลักการ Why-Why Analysis มีดังนี้

- 1) พบว่า Pitch Roller มีรอยขีดข่วนจำนวนมากจึงนำ Pitch Roller เนื่องจากการใช้ของ Reuse จึงแก้ไข้โดยเปลี่ยน Pitch Roller อันใหม่
- 2) พบว่า Metal Pin มีรอยขีดข่วนจำนวนมากจึงนำ Metal Pin เนื่องจากการใช้ของ Reuse จึงแก้ไข้โดยเปลี่ยน Metal Pin อันใหม่
- 3) พบว่า เส้นด้ายสัมผัสขอบของ Hot Plate จึงปรับระยะการสัมผัส Hot Plate ด้านบน และล่าง 3 mm เพื่อให้เส้นด้ายสัมผัสกับขอบของ Hot Plate
- 4) พบว่าเส้นด้ายที่ Draw Roller มีการเสียดสีกันเนื่องจากระยะห่างของเส้นด้ายน้อยเกินไป จึงปรับระยะห่างของเส้นด้าย ประมาณ 3-4 mm

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ขยายผลการดำเนินงาน

ในโครงการนี้มีการปรับปรุงแก้ไข้ที่ปัญหาการเกิด Filament Broken เพียงอย่างเดียว ควรที่จะนำปัญหา Stain , Fray และ Tarumi มาทำการแก้ไข้ด้วย เมื่อปัญหา C-Grade น้อยลงมากแล้วจึงจะนำปัญหา Small Pirm มาทำการปรับปรุงแก้ไข้ ในขั้นต่อไป

แนวการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข้ในโครงการนี้ควรที่จะมีการขยายผลไปใช้กับเครื่องจักรเครื่องอื่นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการผลิต

ในการดำเนินงานเพื่อควบคุมการเกิดปัญหาของสินค้าควรเก็บข้อมูลเพื่อหาจุดที่ผิดปกติ (Spindle) มาทำการปรับปรุงแก้ไข้อย่างน้อยเดือนละ 1-2 ครั้ง



## 2) การใช้หลักการ KAIZEN [4]

เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน เพื่อการเพิ่มผลผลิต และเสริมสร้างศักยภาพขององค์กร ในการแข่งขันเนื่องจากปรัชญาของกิจกรรมไคเซ็นโดยสรุป ก็คือ จงทำงานให้น้อยลง ด้วยการปรับปรุงงานด้วยตนเอง เพื่อตนเอง เพื่อให้งานนั้น บรรลุเป้าหมายได้ดีกว่าเดิม จึงมุ่งเป้าไปที่การเสริมสร้างศักยภาพส่วนบุคคล ของพนักงานทุกระดับชั้น ทุกหน่วยงาน ในการรู้จักบริหารจัดการกับความแปรปรวนรายวัน ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานที่จุดปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นความจำเป็นพื้นฐาน ที่จะนำไปใช้สำหรับรับมือกับภาระงานที่ได้รับมอบหมายมา ให้สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพ



## เอกสารอ้างอิง

- [1] ชานูชัย พรศิริรุ่ง , 2549, คู่มือปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร , ครั้งที่ 1 , สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ , กรุงเทพฯ , หน้า 1-128.
- [2] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2555, เครื่องมือพื้นฐานในการจัดการคุณภาพ [Online], Available : <http://uhost.rmutp.ac.th/tasanee.p/Unit%204/4-1BasicTool.html> [2013 September 20]
- [3] พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์ , 2555, แผนภูมิควบคุมสำหรับคุณลักษณะ , ครั้งที่ 1 , สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น , กรุงเทพฯ , หน้า 1-19.
- [4] สนั่น เกชาลดี, 2554, แนวคิด หลักการ วิธีการปฏิบัติ ประโยชน์ที่ได้รับจาก KAIZEN [Online], Available : <http://kaizenjapan.blogspot.com/2011/03/kaizen.html> [2013 September 20]





## ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ – สกุล

นางสาวธาริณี ศักดิ์ธรรมลิขิต

วัน เดือน ปีเกิด

20 เมษายน 2535

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา

ระดับประถมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2544

โรงเรียนศิริวิทยานุบาล

ระดับมัธยมศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2547

โรงเรียนวิริศิลป์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2550

โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม

ระดับอุดมศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการผลิต พ.ศ. 2553

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

