



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดการใช้พลังงานส่วนเกินโดยการปรับการใช้ปริมาณของก๊าซ LPG
Energy usage excess requirement reduction by adjust LPG
consumption condition

นาย ณัฐพล วิลัยพงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจ การลดการใช้พลังงานส่วนเกินโดยการปรับการใช้ปริมาณของ LPG

ชื่อนักศึกษา นาย ณัฐพล วัลย์พงษ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พลชัย โชติปราชญ์กุล

สถานที่ประกอบการ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

บทคัดย่อ

ในบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด แผนกสีในปี พ.ศ. 2561 เดือนกันยายนมีการปรับเวลาที่ผลิตรถยนต์หนึ่งคันต่อหนึ่งกระบวนการ (Takt Time) ของเตาอบ Primer Surfacers จาก 75 วินาทีเป็น 85 วินาทีซึ่งส่งผลให้มีการใช้พลังงานสูงมากเกินความจำเป็น

ซึ่งเมื่อทำการวัดค่าที่จำเป็นในการทดลองนั้นก็คืออุณหภูมิที่มากกว่า 135°C เป็นเวลานานาที่ที่วัดได้ในปัจจุบันนั้นคือ 135°C เป็นเวลา 23 นาที โดยอุณหภูมิและเวลาที่ใช้พลังงานเหมาะสมและไม่เกิดผลเสียในตัวบคือ 135°C เป็นเวลา 18 นาที ซึ่งเกิดความสูญเสียจากการทำงานของกระบวนการ จึงทำให้เกิดโครงการสหกิจศึกษาเรื่องการลดการใช้พลังงานส่วนเกินโดยการปรับการใช้ปริมาณของก๊าซ LPG ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขเพื่อนำไปสู่การปรับการใช้พลังงาน LPG โดยรวมด้วยการหยุดการใช้งานของหัวจ่ายพลังงานในห้อง Keep 2 และปรับการตั้งค่าอุณหภูมิของ Keep 4

ผลจากการปรับปรุงด้วยกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าพบว่าสามารถลดปริมาณการใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการเตาอบ Primer Surfacers โดยลดพลังงานปริมาณการใช้ก๊าซ LPG จาก 25,208 กิโลกรัมต่อเดือน เป็น 22,327 กิโลกรัมต่อเดือนลดลงคิดเป็น 11.42% ซึ่งลดค่าใช้จ่ายของไฟฟ้าและการซ่อมบำรุงซึ่งเป็นผลพลอยได้ด้วย ลดค่าใช้จ่ายได้เป็น 156,003.84 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ : Primer Surfacers ,Takt Time ,ก๊าซ LPG

Cooperative Title: Energy usage excess requirement reduction by adjust LPG consumption condition

Authors name: Mr. Natthapon Wilaipong

Faculty: Engineering **Department:** Industrial Engineering

Advisor name: Dr. Pholchai Chotiprayanakul

Mentor name: Mr. Pornwut Panyajonglert

Company: Toyota Motor Thailand Co., Ltd. (TMT)

ABSTACT

In July 2018, Toyota Thailand's paint shop production raised Takt Time from 75 second to 85 second. The unchanged process setting temperature affected on the primer surfacer process's energy over usage.

The current setting temperature of Primer oven was at 135 °C and painted car pass through the oven for 23 minutes but the optimized time and temperature without effect on any defection is at 135°C and processing time at 18 minutes. This is from setting instruction. Thus 6 minutes more will course over excessing energy usage and waste. This study aims to find "the Optimal Setting Temperature" in order to reduce LPG usage in Keep Zone 2 and Keep Zone 4.

The result from improvement shows reduction of LPG consumption in Primer surfacer can save from 25,208 kilogram per month to 22,327 kilogram per month or 11.42% lower. Beside this, the project can also reduce outgrowth cost of electricity and maintenance cost. The total cost will decrease by 156,003.84 baht per month.

III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ตามที่ข้าพเจ้า นาย อนุรักษ์ วิสัยพงษ์

ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2562

ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีคุณค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความร่วมมือสนับสนุนของหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณ นิวัฒน์ ปานวิเศษ

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการ
2. คุณ เอกพล วิรัตน์พันธ์

ตำแหน่ง หัวหน้าวิศวกร
3. คุณ พรวุฒิ ปัญญาจงเลิศ

ตำแหน่ง วิศวกร

ขอขอบคุณ อาจารย์ พลชัย โชติปราชญกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาสหกิจศึกษา ที่ให้คำแนะนำ จัดหาตำแหน่งงานจากสถานประกอบการ คอยติดตามประเมินความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานและคอยตรวจแก้ไขเล่มรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจนสำหรับลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ อีกที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้ความกรุณาแนะนำในจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการปฏิบัติงาน รวมถึงเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

นาย อนุรักษ์ วิสัยพงษ์

สารบัญ

บทคัดย่อ II

ABSTRACT..... III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1..... 1

 บทนำ..... 1

 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

 1.2 วัตถุประสงค์การปฏิบัติงาน.....2

 1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

 1.4 วิธีดำเนินโครงการ.....2

 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับการปฏิบัติงาน 2

 1.6 นิยามศัพท์ 3

บทที่ 2..... 4

 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

 2.1 กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป..... 4

 2.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste).....6

 2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) 8

 2.4 แนวคิดวงจรคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Act) 12

 2.5 การวิเคราะห์ Why-Why Analysis 13

บทที่ 3..... 14

 วิธีการดำเนินวิจัย..... 14

 3.1 ประวัติและผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา..... 14

 3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิต 15

 3.2.1 ขั้นตอนของการประกอบรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์..... 15

 3.2.2 กระบวนการทำงานใน Paint Shop..... 16

3.3 การศึกษาสภาพปัจจุบันของเตาอบ Primer.....	17
3.4 มาตรฐานของการอบสีและคุณภาพของสี Primer.....	20
3.5 การทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเวลาที่มากกว่า 135°C ในเตาอบ Primer.....	22
บทที่ 4.....	27
ผลการศึกษา.....	27
4.1 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาการใช้ก๊าซ LPG เกินความจำเป็นของเตาอบ Primer.....	27
4.2 การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าเพื่อการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา.....	28
4.3 แนวทางการแก้ไขการลดใช้พลังงานก๊าซ LPG ส่วนเกิน.....	28
4.3.1 การหยุดการใช้งานของหัวจ่ายใน Keep Zone 2.....	28
4.3.2 การปรับการใช้อุณหภูมิในห้อง Keep Zone 4.....	30
บทที่ 5.....	32
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	32
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	32
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	33
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	34
ประวัติของผู้ดำเนินการวิจัย (Biography).....	35

สารบัญตาราง

ตาราง 1.1 ระยะเวลาและวิธีการดำเนินการวิจัย	3
ตาราง 1.2 นิยามคำศัพท์.....	3
ตาราง 3.1 ผลผลิตภัณฑ์ประเภทรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด.....	15
ตาราง 3.2 แสดงถึงอุณหภูมิเตาอบ Primer ที่ตั้งค่าปัจจุบัน.....	18
ตาราง 3.3 แสดงถึงการทดสอบคุณสมบัติของสีพื้น.....	21
ตาราง 3.4 ตารางแสดงชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษของตำแหน่งที่ติด Thermocouples	24
ตาราง 3.5 ตารางแสดงชื่อแต่ละส่วนของรถภาษาอังกฤษและเวลานานที่ที่อยู่มากกว่า 135°C.....	26
ตาราง 4.1 แสดงถึงปัญหาสาเหตุและแนวทางแก้ไข.....	30
ตาราง 4.2 แสดงถึงอุณหภูมิที่ตั้งค่าและอุณหภูมิจริงของ Primer ในปัจจุบัน.....	30
ตาราง 4.3 เปอร์เซ็นความสูญเสียของแต่ละห้องในเตาอบ Primer.....	31
ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบลดอุณหภูมิตั้งค่าและอุณหภูมิจริงใน Keep Zone 4.....	31
ตาราง 4.5 การจำลองลดอุณหภูมิใน Keep Zone 4.....	31
ตาราง 5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าก่อนและหลังปรับปรุง.....	32

สารบัญภาพ

รูป 2.1 ตัวอย่างของการใช้แผนภูมิพาร์โต	8
รูป 2.2 ตัวอย่างของการใช้ผังแสดงเหตุและผล.....	9
รูป 2.3 ตัวอย่างของการใช้กราฟเส้น	9
รูป 2.4 ตัวอย่างของการใช้ใบตรวจสอบ	10
รูป 2.5 ตัวอย่างของการใช้ผังกระจาย	10
รูป 2.6 ตัวอย่างของการใช้อัตโตแกรม.....	11
รูป 2.7 ตัวอย่างของการใช้แผนภูมิควบคุม	11
รูป 3.1 ชั้นของสีเมื่อเสร็จกระบวนการ.....	16
รูป 3.2 ตัวอย่าง Overall layout ของเตาอบ Primer.....	17
รูป 3.3 ตัวอย่าง Side view ของเตาอบ Primer.....	18
รูป 3.4 ตัวอย่าง Front view ของเตาอบ Primer ใน Heat Zone	19
รูป 3.5 ตัวอย่าง Front view ของเตาอบ Primer.....	19
รูป 3.6 กราฟแสดงอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมกับการอบสีในเตาอบ Primer.....	20
รูป 3.7 ตัวอย่างของการทดสอบคุณสมบัติของสี Primer ที่อุณหภูมิ 130°C	21
รูป 3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิและเวลาจาก Thermocouples	22
รูป 3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวัดอุณหภูมิและเวลาในแต่ละส่วนของรถ	22
รูป 3.10 รูปตัวอย่างของโปรแกรม Phoenix TM ที่ใช้ในการแสดงอุณหภูมิและเวลาของตัวรถในเตาอบ	23
รูป 3.11 ตำแหน่งของการติด Thermo Couples	23
รูป 3.12 โปรแกรม Phoenix TM แสดงถึงกราฟอุณหภูมิและเวลาของแต่ละ Thermocouples ในปัจจุบัน	25
รูป 4.1 แสดงถึงการให้หลักทำไม-ทำไมเพื่อหาสาเหตุของปัญหา.....	27
รูป 4.2 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่มีอุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 75 และ 85 วินาที	28
รูป 4.3 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่มีอุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 85 วินาที	29
รูป 4.4 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่มีอุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 85 วินาทีในการทดลองหยุดการจ่ายพลังงานใน Keep zone 2.....	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด เป็นบริษัทผลิตรถยนต์จากประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นรถยนต์เครื่องยนต์น้ำมัน จากที่ในช่วงเวลาในปี พ.ศ.2561 ตลาดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันมีแนวโน้มมีความต้องการที่ลดลงในโลกปัจจุบัน และเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบันมีการชะลอตัวลงอย่างมาก บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด จึงมีนโยบายในการชะลอการผลิตและจำเป็นต้องมีการวางแผนการผลิตและปรับปรุงโครงสร้างของการทำงานในโรงงานส่งผลทำให้สินค้าที่ผลิตออกมาต่อเวลาในส่วนของการผลิตนั้นต้องปรับใช้เวลาผลิตนานขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณของสินค้าตามความต้องการลูกค้าจึงมีเวลาที่ผลิตรถยนต์หนึ่งคันต่อหนึ่งกระบวนการ (Takt time) ลดลง

แผนกสี (Paint Shop) หรือโตโยต้าเรียกว่า Maru T เป็นส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรูปลักษณะภายนอกของตัวรถยนต์ กระบวนการอุดตะเข็บ (Sealer) และกระบวนการป้องกันสิ่งแวดล้อมภายนอก (Electro Deposited Paint) เช่น การป้องกันการเกิดสนิมและการป้องกันแสงแดด ซึ่งผู้จัดทำได้รับมอบหมายได้ทำในส่วนของกระบวนการรูปลักษณะภายนอกหรือเรียกว่า Booth โดยมีกระบวนการก็คือการพ่นสเปรย์สีรองพื้น (Primer) ซึ่งเป็นชั้นเงาของสีและ ต่อไปคือพ่นสเปรย์สีจริง (Top Coat) ซึ่งเป็นสีรูปลักษณะภายนอกที่เห็นจริงบนตัวรถยนต์

กระบวนการเพื่อมองหาปัญหาหรือทางโตโยต้าเรียกว่า Muda (แปลว่า ความสูญเปล่า) โดยปัญหาที่มองหาสามารถมาจาก ผลลัพธ์ในปัจจุบัน (Event Type) และการตั้งปัญหาขึ้นมาเอง (Setting Type) โดยปัญหาที่ได้มองหานั้นมาจากผลลัพธ์ในปัจจุบันที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Booth Process หลังจากการเปลี่ยน Takt Time ลดลงจาก 75 วินาทีเป็น 85 วินาที ทำให้สายผลิตในไลน์การผลิตนั้นเดินช้าลง ส่งผลทำให้การใช้พลังงานโดยรวมนั้นมีมากขึ้น

หนึ่งในการใช้พลังงานมากขึ้นในแผนกสีนั้นมีก๊าซ LPG ซึ่งก๊าซ LPG นั้นเป็นแหล่งพลังงานสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตของแผนกสี ทั้งในด้าน Booth Oven, RTO, EDP oven, และอื่นๆ ก๊าซ LPG ที่ใช้ในแผนกสีของบริษัทโตโยต่านั้นเป็นพลังงานที่นำเข้ามาใช้จากข้างนอก ซึ่งก๊าซ LPG มีข้อเสียในด้านของการขนย้ายได้ลำบากและไม่ปลอดภัยเนื่องจากก๊าซ LPG จะเกิดอันตรายถ้ามีคนงานได้รับการสูดดมก๊าซ LPG เข้าไป ดังนั้นการลดการใช้พลังงานในด้านของก๊าซ LPG จะช่วยในการลดการขนส่งและลดต้นทุนปัจจุบันได้ด้วย

ดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจึงเป็นเหตุจูงใจให้ผู้วิจัยทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดต้นทุนรวมของพลังงานโดยรวมภายในบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์การปฏิบัติงาน

เพื่อลดการใช้ปริมาณพลังงานของก๊าซ LPG ต่อเดือน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ระยะเวลาการดำเนินงาน เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 รวม 4 เดือน
- 2) ขอบเขตที่ทำการศึกษา คือ แผนกระบวนการการสัฟาย Booth ได้แก่ กระบวนการลงสีพื้น และกระบวนการลงสีจริง

1.4 วิธีดำเนินโครงการ

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษา
- 2) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ
- 3) กำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ และเป้าหมายของโครงการ
- 4) ศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้งาน
- 5) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 6) ปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้
- 7) เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง
- 8) สรุปผลการดำเนินงาน เหมาะสมที่สุดให้แก่ทางบริษัท

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน

1.5.1 ประโยชน์ต่อตนเอง

- ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุและผล
- ได้รู้จักเรียนรู้ระบบการทำงานในองค์กรและการติดต่อประสานงานกับผู้อื่น
- พัฒนาทักษะทางด้านภาษาอังกฤษ การสื่อสาร และการนำเสนอ

1.5.2 ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

- ปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้นและลดความสูญเปล่า (7 Waste)
- การปรับปรุงการทำงานโดยการTBP (Toyota Business Practice)
- สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยรวมของสถานประกอบการถึง 1,838,315.52 บาท/ปี

1.5.3 ประโยชน์ต่อสถานศึกษา

- สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ
- สามารถให้นักศึกษาสามารถไปทดลองทำงานจริงเพื่อเก็บประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.1 ระยะเวลาและวิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงาน	บทที่	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
1) กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษา	1																
2) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	2																
3) กำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ และเป้าหมายของโครงการ	3																
4) ศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้งาน	3																
5) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และเสนอแนวทางการแก้ไข	3																
6) ปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้	4																
7) เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง	4																
8) สรุปผลการดำเนินงาน เหมาะสมที่สุดให้แก่ทางบริษัท	5																

1.6 นิยามศัพท์

ตาราง 1.2 นิยามคำศัพท์

คำศัพท์	ความหมาย
Top coat	สีชั้นจริง
Surfacer/Primer	สีชั้นเงา
Takt time	เวลาวินาที่ต่อรถหนึ่งคันที่ออกจากกระบวนการ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการสหกิจศึกษา เรื่อง การลดการใช้พลังงานส่วนเกินโดยการปรับการใช้ปริมาณของ LPG มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับใช้เป็นแนวทางการวิจัย ดังนี้

- 1) กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Definition)
- 2) ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 Waste)
- 3) เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)
- 4) แนวคิดวงจรคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Act)
- 5) แนวคิดการวิเคราะห์ปัญหาโดยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป

การออกแบบวิธีการทำงานเมื่อมีการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่หรือในการปรับปรุงวิธีการทำงานเดิมให้ดีขึ้นเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการศึกษาเวลา เนื่องจากเสมือนกับการแก้ปัญหาที่ต้องการความคิดสร้างสรรค์อย่างหนึ่งและจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานขึ้นมา ในการออกแบบวิธีการทำงานนั้นใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปมาช่วย เพื่อให้งานที่ออกแบบหรือวิธีการทำงานนั้นเป็นไปอย่างมีระบบและสมเหตุสมผล จึงจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของกระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมี 6 ขั้นตอนคือ

2.1.1 การกำหนดปัญหา

เป็นการตั้งปัญหาให้ชัดเจนสำหรับงานที่กำลังจะศึกษา โดยตั้งคำถามจำกัดความของปัญหา คือ วัตถุประสงค์ของการศึกษา หรือตั้งปัญหาของงานที่ศึกษา เช่น “ต้นทุนสูงเกินไป”, “ผลผลิตต้องเพิ่มขึ้น”, “มีข้อขัดข้องในการส่งสินค้า” เป็นต้น ใช้เกณฑ์สำหรับตัดสิน (Criteria) ได้แก่วิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ตัดสินความสำเร็จของผลลัพธ์ในการแก้ปัญหานั้น ผลที่ต้องการจากการศึกษาอาจอยู่ในรูปของผลผลิตสูงสุดต่อวัน, การผันแปรของผลผลิตตามฤดูกาล, ปริมาณผลผลิตต่อปี, อายุของผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาสำเร็จของโครงการ, เวลาสำหรับออกแบบงาน, เวลาสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ตลอดจนการทดลองวิธีการทำงานใหม่ การทำงานต้องใช้เวลาานเท่าใดจึงจะสามารถผลิตได้เต็มกำลังการผลิตตามวิธีใหม่ (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม 2552:36)

2.1.2 การวิเคราะห์ปัญหา

อธิบายวิธีการทำงานในปัจจุบัน ข้อจำกัดของปัญหารวมถึงค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มแรก กำหนดว่ากิจกรรมใดบ้างที่คนหรือเครื่องจักรสามารถทำงานได้ดีกว่า หรือควรจะทำร่วมกัน อาจจะต้องกลับไปตรวจสอบปัญหาใหม่หรือกำหนดปัญหาย่อยเพิ่มเติม เพื่อศึกษาและปรับปรุงการทำงาน

2.1.3 การหาวิธีการแก้ไขปัญหที่เป็นไปได้

เป็นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ภายในข้อจำกัดที่มีอยู่อาจตั้งเป็นคณะทำงาน เพื่ออาศัยความคิดสร้างสรรค์อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ หรือ โดยการช่วยกันระดมความคิด (Brainstorming) ของบุคคลในคณะทำงานนั้น ในขั้นตอนนี้ยังไม่มีผลประเมิณผลเกิดขึ้น

2.1.4 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

เมื่อได้คำตอบในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้แล้ว ขั้นนี้เป็นการพิจารณา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของคำตอบเหล่านั้น ซึ่งสามารถตัดบางคำตอบออกไปได้ เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่เป็นไปตามข้อจำกัดและเกณฑ์การพิจารณาที่วางไว้ ในการประเมินเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้น วิศวกรออกแบบวิธีการทางานมีข้อที่จะต้องคำนึงถึง ดังนี้

2.1.4.1) ไม่มีคำตอบใดที่ “ถูกต้องที่สุด” แต่จะมีคำตอบหลายๆคำตอบซึ่งเป็นคำตอบที่ดีและสามารถนำไปปฏิบัติได้ ดังนั้นในการประเมินเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นจึงมักจะเลือกคำตอบไว้ 3 ประเภท คือ คำตอบในอุดมคติ คำตอบที่นำไปใช้ได้ทันที และ คำตอบที่อาจใช้ได้ในอนาคต

2.1.4.2) พิจารณาถึงผลที่จะตามมาในอนาคต เช่น เวลาและต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษา เครื่องมือเครื่องจักรที่ติดตั้งใหม่ ต้นทุนในการเปลี่ยนแบบของผลิตภัณฑ์ หากต้องใช้เครื่องจักรที่สามารถผลิตสินค้าได้หลายขนาดและหลายชนิดมาแทนเครื่องจักรแบบเก่า เป็นต้น

2.1.4.3) พิจารณาถึงจิตใจของผู้ทำงาน วิธีการทำงานที่พิจารณาและเลือกเป็นวิธีที่ดีกว่านั้น ควรจะได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้าแผนก หัวหน้างาน ตลอดจนให้ผู้เกี่ยวข้องยอมรับ เพราะวิธีการทางานที่วิศวกรออกแบบได้ประเมินว่าดีที่สุดนั้นอาจใช้ไม่ได้ผลเลยถ้าผู้ทำงานโดยตรงเหล่านั้นไม่ยอมรับไปปฏิบัติ

2.1.5 การเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา

เมื่อได้คำตอบที่ดีที่สุดแล้ว จำเป็นต้องเขียนรายงานหรือบรรยายสรุปให้บุคคลที่เกี่ยวข้องได้รับทราบ การนำไปปฏิบัติควรทำอย่างมีเหตุผลตรงไปตรงมาที่สุด ง่ายต่อการติดตามและการทำความเข้าใจ ควรระบุแหล่งข้อมูลและหากมีข้อสมมติฐานใด ๆ ต้องระบุไปพร้อมกับแนวทางปฏิบัติใหม่ หรือระบุไว้ในบทคัดย่อของโครงการนั้น ๆ ด้วย

2.1.6 การให้คำแนะนำและติดตามผล

ในงานอุตสาหกรรม ควรต้องมีการติดตามว่างานที่เสนอนั้นสามารถใช้ได้จริงหรือไม่ มีการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถประเมินผลทั้งหมดจากวิธีการทำงานใหม่ได้เพราะสำหรับวงการธุรกิจและอุตสาหกรรมแล้ว ไม่มีคำตอบสุดท้าย หรือ วิธีการทำงานที่ดีที่สุดในระยะเริ่มแรกอาจสามารถนำมาใช้ได้ผลในช่วงเวลาหนึ่งจนกว่าจะพบวิธีการทางานอื่นๆที่สามารถให้ผลลัพธ์ดีกว่า (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552: 38-42)

2.2 ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

2.2.1 การสูญเสียจากการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction)

การเกิดการสูญเสียเนื่องมาจากการผลิตที่มากเกินไปความต้องการ อาจจะเนื่องมาจากการผลิตสินค้าที่อยู่ได้ในระยะสั้นๆ การผลิตสินค้าเพื่อไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน ในที่นี้อาจเพราะต้องการที่จะลดต้นทุนโดยใช้การผลิตครั้งเดียวจบ รวมไปถึงการการสั่งผลิตสินค้ามากกว่าความต้องการของลูกค้าที่มาจากความคิดที่ว่าสินค้านั้น ๆ จะไม่พอต่อความต้องการจนกลายเป็นการผลิตสินค้ามากเกินไปจนล้นตลาด บ่อยครั้งที่มีการพยายามที่จะใช้เครื่องจักรหรือพนักงานในการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าในหน่วยเวลาที่มากที่สุด โดยอาจจะละเลยในเรื่องขีดความสามารถในการผลิตจนนำไปสู่ ความสูญเสียทั้งงานและเวลา การเสื่อมสภาพของสินค้าและเครื่องจักรความไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การต้องการพื้นที่จัดเก็บที่มากเกินไปจนความจำเป็น เกิดการล่าช้าในการแก้ไข ของเสียของเสียบางอย่างอาจเข้าเกินจะแก้ไขให้กลับมาใช้ได้ใหม่ ทำให้มีการขนย้ายวัสดุซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็นเป็นต้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยการ เลือกรผลิตสินค้าเท่าที่จำเป็น หรือผลิตสินค้าในปริมาณที่ต้องการในเวลาที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของตลาด การจัดงานให้กับเครื่องจักรและพนักงานที่พอเหมาะไม่หนักจนเกินไป ลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น เน้นส่วนที่สำคัญของกระบวนการ ฝึกให้พนักงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดูแลและตรวจเช็คเครื่องจักรให้พร้อมต่อการผลิต ปรับปรุงกระบวนการที่เป็นจุดคอขวด เพื่อเป็นการลดรอบเวลาการผลิตให้น้อยลง

2.2.2 การสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจากการเก็บวัสดุคงคลัง อาจเนื่องมาจากการตัดสินใจสั่งซื้อวัสดุต่อครั้งครั้งละมาก ๆ อาจเพราะต้องการลดต้นทุนในส่วนของวัสดุจากส่วนลดต่อการสั่งในหนึ่งครั้งหรือเพื่อเพื่อวัสดุในการผลิตครั้งต่อ ๆ ไปคราวละมาก ๆ และนั่นทำให้มีวัสดุในคลังเก็บมีปริมาณที่มากเกินไปความต้องการตลอดเวลา เป็นภาระในการจัดการดูแลรักษา บางครั้งสินค้านั้นอาจเปรียบเสมือนของเสีย เพราะในการเก็บสินค้าไว้นาน ๆ อาจทำให้สินค้าเสื่อมสภาพและล้าสมัยได้ และต้องอาศัยทรัพยากรบุคคลและการจัดการในการจัดเก็บวัสดุนั้น ๆ เป็นต้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยการ วางแผนการสั่งซื้อวัสดุในแต่ละครั้งให้ตรงกับความต้องการใช้ในการผลิตแต่ละครั้ง จำกัดการเก็บวัสดุไว้ในครั้งจัดเก็บกำหนดยอดสั่งวัสดุที่ชัดเจนวางแผนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนดเพื่อระบายวัสดุออกจากคลังวัสดุ ลดจำนวนครั้งในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการสั่งซื้อวัสดุ จัดระบบในการทำงานให้เป็นสัดส่วน เพื่อลดการแช่วัสดุไว้ในคลังสินค้า หรือเลือกใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน และจะได้มีพื้นที่เหลือว่างในการเก็บสินค้าครั้งต่อไป

2.2.3 การสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งไม่ได้ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มสำหรับวัสดุ อาจเนื่องมาจากระยะทางในการขนส่ง การขนย้ายสินค้าทั้งที่ไม่จำเป็น การวางแผนที่ไม่ดีในการขนส่งสินค้า หรือการวางแผนโครงสร้างสถานที่เก็บสินค้าที่ไม่ดีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้คุณภาพ ส่งผลให้ต้นทุน

ที่ใช้ในการขนส่ง เช่น แรงงานเชื้อเพลิง เป็นต้น สูญเสียเวลาในการผลิต อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับวัสดุหากมีวิธีในการขนส่งที่ไม่เหมาะสม และความระมัดระวังในการขนส่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการ ศึกษาเส้นทางในการขนส่งเพื่อลดระยะทางในการขนส่งหรือมีการวางแผนระยะทางที่ดี ขนย้ายสินค้าเมื่อมีความจำเป็น การจัดการแผนการขนส่งที่มีประสิทธิภาพพร้อมกับวางแผนผังโครงสร้างสถานที่จัดเก็บสินค้าหรืออุปกรณ์ให้ได้คุณภาพ อบรมพนักงานให้มีระบบจัดการกับงานที่ดี รวมไปถึงการจัดทำกิจกรรม 5 ส ให้กับพนักงานเพื่อช่วยให้การทำงานเป็นไปด้วยดีต่อไป

2.2.4 ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion)

การจัดสภาพร่างกาย การวางท่าทางขณะทำงานไม่เหมาะสม การวางอุปกรณ์ที่ไม่เอื้อแก่การใช้งานหรือการวางผังโรงงานและระบบการทำงานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เหนื่อยล้าง่าย สูญเสียเวลาในการทำงาน การทำงานล่าช้า และก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งการลดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวสามารถแก้ไขได้โดยการจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน วางระบบโรงงานให้ได้มาตรฐาน ศึกษาวิธีการวางท่าทางกับงานที่ทำให้เหมาะสมวางอุปกรณ์ที่จำเป็นให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาการทำงาน ลดความเหนื่อยล้าให้กับพนักงาน และเพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.2.5 ความสูญเสียจากกระบวนการผลิต (Processing)

การวางกระบวนการผลิตบางกระบวนการแบบไม่จำเป็น ทำให้เกิดการทำงานมากขึ้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งไม่เกิดผลต่อผลผลิตนั้น มีต้นทุนเพิ่มขึ้นแบบไม่จำเป็น พื้นที่การทำงานมากเกินไปซึ่งไม่เพียงพอเมื่อต้องการพื้นที่ในการทำงานบางส่วน การลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตสามารถแก้ไขได้โดยการวิเคราะห์ความจำเป็นของกระบวนการผลิตและนำหลัก 5W1H มาประยุกต์ใช้ เลือกการวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation process chart, Flow Process Chart, Assembly Process Chart, Multi-Product Process Chart หรือ Travel Chart เพื่อปรับปรุงการทำงานอย่างเหมาะสมทำให้ช่วยลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มพื้นที่ในการทำงานมากขึ้น

2.2.6 ความสูญเสียจากการรอคอย (Delay)

การรอพนักงานที่เกิดจากการลางาน ขาดงาน การรอวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การรอเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต เกิดจากเครื่องจักรเสีย รอการซ่อมแซม ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ในส่วนนั้น ๆ ได้ สูญเสียเวลาในการทำงาน เกิดต้นทุนเพิ่มมากขึ้น กระบวนการผลิตบกพร่อง ไม่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ เกิดการล่าช้าพนักงานเสียขวัญและกำลังใจ การลดความสูญเสียจากการรอคอยสามารถแก้ไขได้โดยการวางแผนระบบการผลิต ตรวจสอบสภาพเครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำจัดสรรปริมาณพนักงานให้มีความสมดุลในการทำงานฝึกทักษะให้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้หลากหลายประเภท

2.2.7 ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect)

การผลิตแล้วเกิดของเสีย ซึ่งเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขงาน เกิดการทำงานนั้นซ้ำทำให้สิ้นค่าและวัตถุดิบในการผลิตไม่ได้คุณภาพ มีต้นทุนที่สูงขึ้น การออกแบบและสร้างกระบวนการผลิตไม่เหมาะสมสูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสียโดยไม่จำเป็น เกิดการชำรุดขณะขนส่งหรือเคลื่อนย้าย การลดความสูญเสียจากการผลิตของเสียสามารถแก้ไขได้โดยการสร้างมาตรฐานการทำงานและวัตถุดิบให้ถูกต้องเหมาะสม ฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความสามารถ มีจิตสำนึกด้านคุณภาพการผลิต พัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพเรื่อย ๆ เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการผลิต ลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิต ตรวจสอบเช็คเครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำ

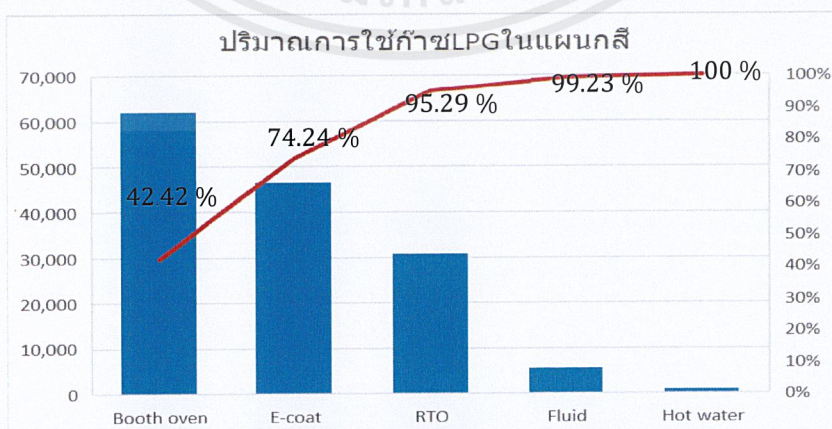
2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้

เพื่อสร้างรากฐานความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกฝ่าย นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ ทั้ง 7 ชนิด ที่เรียกกันว่า 7 QC Tools มาใช้อย่างแพร่หลายจนทุกวันนี้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิดที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้ทั่วโลกนั้น มีดังต่อไปนี้

2.3.1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

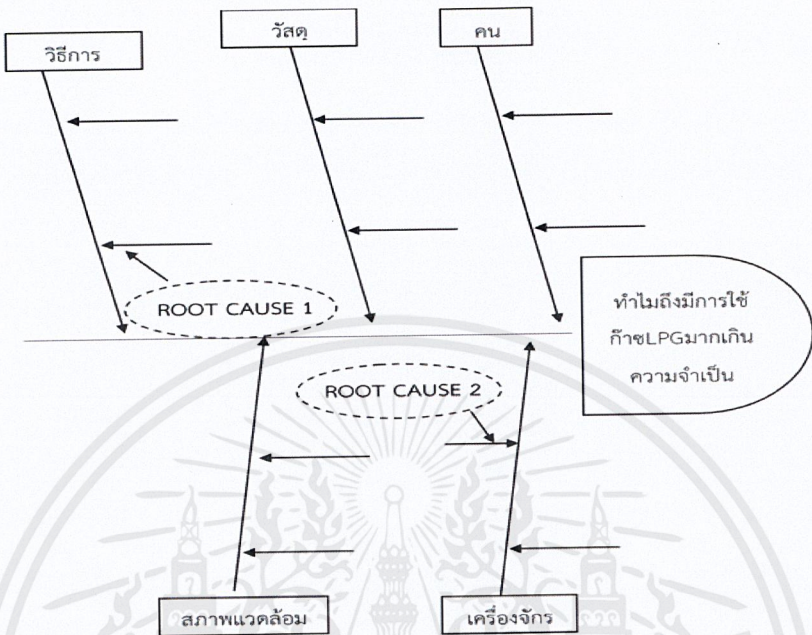
แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือแผนภูมิแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ชื่อแผนภูมิมิที่มาจากชื่อของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ Vilfredo Federico Damaso Pareto ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการนั้นนั่นเอง



รูป 2.1 ตัวอย่างของการใช้แผนภูมิพาเรโต

2.3.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

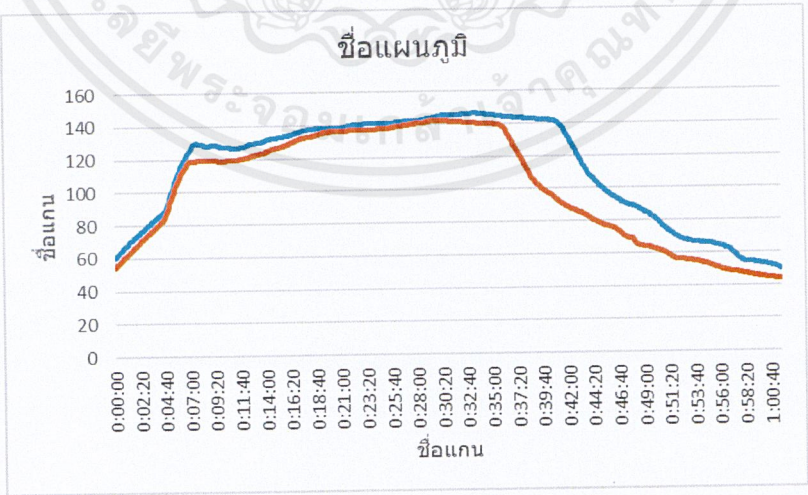
ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังก้างปลาไปใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



รูป 2.2 ตัวอย่างของการใช้ผังแสดงเหตุและผล

2.3.3 กราฟ (Graph)

กราฟ (Graph) คือ แผนภาพประเภทใดประเภทหนึ่งที่เป็น การนำเสนอข้อมูลเป็นรูปภาพ แทนคำบรรยาย โดยมีเป้าหมายหลักคือ ต้องทำให้ผู้ที่ดูกราฟสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด



รูป 2.3 ตัวอย่างของการใช้กราฟเส้น

2.3.4 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ (Data Collection) หรือที่นิยมเรียกกันว่า Check Sheet เป็นแผ่นงานที่ได้ ออกแบบมาอย่างเฉพาะเจาะจงต่องานนั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลสำคัญ ๆ ได้ง่ายและเป็น ระบบ

บริษัท ก อุสาหกรรมการอาหาร จำกัด
ใบตรวจสอบขอบกพร่องการบรรจุผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันที่
 ชื่อกำหนดเฉพาะ ขนาด ขนาดเวลา

เครื่องจักร	พนักงาน งาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
# 01	ก	●●△	△△	△	△△		△△		△△		△△△
	ข	△		●△				○		●○	●
# 02	ค	○○		○○		○△	○		○		●○○
	ง		○			●○			○	□	●

หมายเหตุ △ น้ำหนักผิดหรือกำหนด

 ○ ฟันพวงขาด

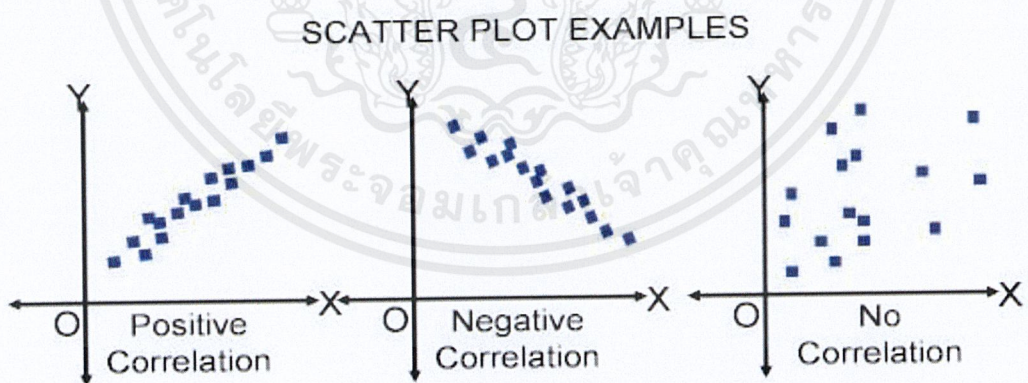
● กระป๋องบรรจุชำรุด

□ อื่น ๆ

รูป 2.4 ตัวอย่างของการใช้ใบตรวจสอบ

2.3.5 พังการกระจาย (Scatter Diagram)

ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง

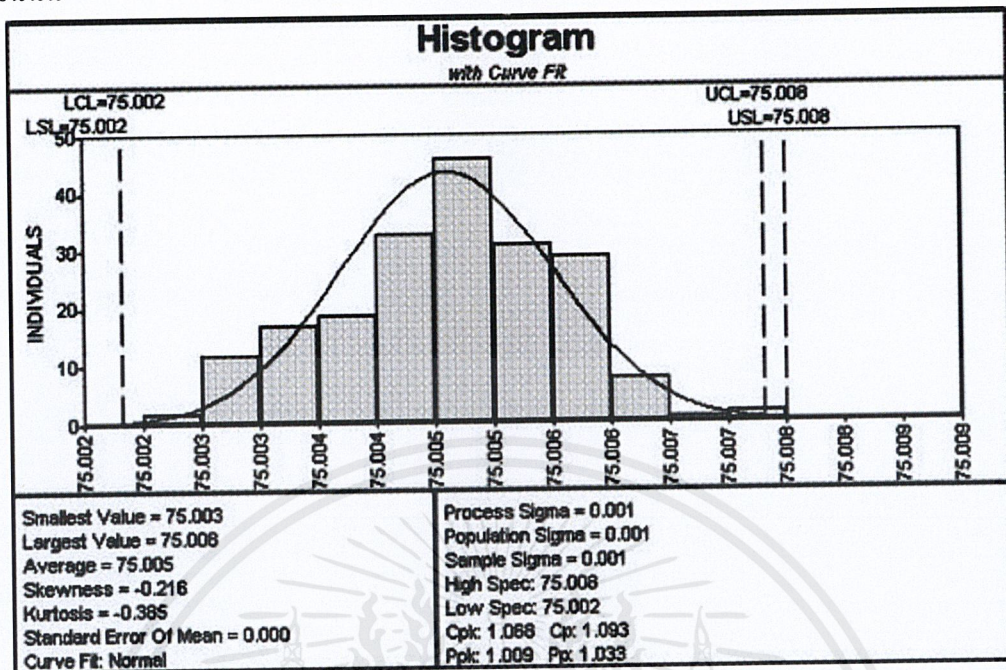


รูป 2.5 ตัวอย่างของการใช้ผังกระจาย

2.3.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่นั้น ๆ โดยแต่ละแท่งจะวางเรียงติดกัน แกนนอนจะกำกับด้วยค่าขอบบนและขอบล่างของชั้นนั้น หรือใช้ค่า

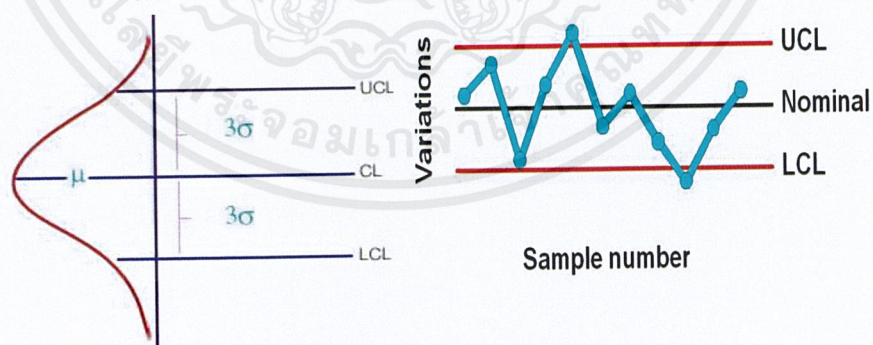
กลาง (Midpoint) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าความถี่ในแต่ละชั้น ความสูงของแต่ละแท่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น



รูป 2.6 ตัวอย่างของการใช้ฮิสโตแกรม

2.3.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่มีการแสดงค่าที่ยอมรับได้ตาม (ข้อกำหนดทางเทคนิค : Specification) เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการโดยการติดตามผลของข้อมูลที่เกิดขึ้น เทียบกับ Spec. และขีดจำกัดบน – ล่าง (Control limit) ที่ได้ทำการคำนวณไว้ตามวิธีการทางสถิติ



รูป 2.7 ตัวอย่างของการใช้แผนภูมิควบคุม

2.4 แนวคิดวงจรคุณภาพ PDCA (Plan-Do-Check-Act)

PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ ย่อมาจาก 4 คำ ได้แก่ Plan (วางแผน), Do (ปฏิบัติ), Check (ตรวจสอบ) และ Act (การดำเนินการให้เหมาะสม) ซึ่งวงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุก ๆ เรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การปรุงอาหาร การเดินทางไปทำงานในแต่ละวัน การตั้งเป้าหมายชีวิต และการดำเนินงานในระดับบริษัท ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

2.5.1 Plan (ขั้นตอนการวางแผน P)

ขั้นตอนการวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ฯลฯ พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลและกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงให้ชัดเจน ซึ่งการวางแผนจะช่วยให้กิจการสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านแรงงาน วัตถุดิบ ชั่วโมงการทำงาน เงิน และเวลา

2.5.2 Do (ขั้นตอนการปฏิบัติ D)

ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

2.5.3 Check (ขั้นตอนการตรวจสอบ C)

ขั้นตอนการตรวจสอบ คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

2.5.4 Action (ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม A)

ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสมจะพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรก ก็ให้นำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐาน พร้อมทั้งหาวิธีการที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งอาจหมายถึงสามารถบรรลุเป้าหมายได้เร็วกว่าเดิม หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิม หรือทำให้คุณภาพดียิ่งขึ้นก็ได้ แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สอง คือ ผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มามีวิเคราะห์และพิจารณาว่าควรจะดำเนินการอย่างไร เช่น มองหาทางเลือกใหม่ที่ น่าจะเป็นไปได้ ใช้ความพยายามให้มากขึ้นกว่าเดิม ขอความช่วยเหลือจากผู้รู้ หรือเปลี่ยนเป้าหมายใหม่ เป็นต้น

2.5 การวิเคราะห์ Why-Why Analysis

การวิเคราะห์ Why-Why Analysis จะเป็นการวิเคราะห์ หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมาก หากผู้วิเคราะห์ มีความเข้าใจ และมีความชำนาญในงานที่ตนทำอยู่ รวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรม ที่ Toyota 5-Why Analysis ถูกใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ปัญหา จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ส่วนใหญ่การใช้หลักการ Why-Why Analysis นั้น เป็นไปเพียงเพื่อ นำเสนอต่อลูกค้า เมื่อเกิดปัญหาจากลูกค้า เท่านั้น แต่ปัญหาเดิมยังคงเกิดซ้ำอยู่เรื่อย ๆ อาศัยเพียงการตรวจสอบที่ถี่ขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าตามมา การวิเคราะห์ Why-Why Analysis นั้นเป็นเพียงเครื่องมือ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าเท่านั้น การจะทำให้ปัญหานั้น หหมดไป จึงจำเป็นต้อง ประยุกต์หลักการอื่น ๆ เข้ามาช่วย เช่น เทคนิค Poka-Yoke, Triz เป็นต้น ทั้งนี้ทั้งนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพปัญหา ที่เรากำลังวิเคราะห์กันอยู่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงประวัติบริษัทกรณีศึกษา สภาพปัจจุบันเบื้องต้นภายในแผนกสี ประกอบด้วย จุดประสงค์ในกระบวนการของแผนกสี และต้นทุนรวมในแผนกสีปัจจุบันโดยมีหัวข้อทั้งหมดดังนี้

- 1) ประวัติและผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา
- 2) ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต
- 3) การศึกษาสภาพปัจจุบันของเตาอบ Primer
- 4) มาตรฐานของการอบสีและคุณภาพของสี Primer
- 5) การทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเวลาที่มากกว่า 135°C ในเตาอบ Primer

3.1 ประวัติและผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทโตโยต้า มอเตอร์ คอร์ปอเรชั่น เริ่มก่อตั้งเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.2476 ได้รับการก่อตั้งโดย คิอิจิโร โทโยตะ ใน พ.ศ. 2480 เป็นบริษัทผลิตรถยนต์จากประเทศญี่ปุ่น มีฐานการผลิตที่เมืองโตโยต้า จังหวัดไอจิ เป็นการแตกบริษัทออกมาจาก โตโยต้า อินดัสทรีส์ ซึ่งเป็นบริษัทที่ก่อตั้งโดยบิดาของเขา ซากิชิ โทโยตะ ซึ่งเป็นบริษัทเกี่ยวกับการผลิตเครื่องทอผ้า โตโยต้าก็ได้ผลิตสินค้าอย่างแรกเป็นของตนเองคือ เครื่องยนต์ Type A และในปี 2479 ก็ได้ทำการผลิตรถยนต์นั่งส่วนบุคคลคันแรกคือ Toyota AA และเริ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัท จากเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ เป็นเครื่องยนต์ขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซด์ และรถยนต์ส่วนบุคคลมาจนถึงปัจจุบัน โดยมียี่ห้อรถยนต์ในเครือได้แก่ โตโยต้า, เล็กซัส (Lexus), ฮีโน่ (Hino), ไดฮัทสึ (Daihatsu) และบริษัทโตโยต้ายังเป็นบริษัทที่ให้กำเนิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) และ วิถีแห่งโตโยต้า (Toyota Way) ซึ่งเป็นหัวใจหลักสำคัญของการทำงานที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย

ในปี พ.ศ.2507 จึงได้มีการเปิดโรงงานประกอบรถยนต์แห่งแรกในประเทศไทย (โรงงานประกอบรถยนต์โตโยต้า สำโรง) ต่อมาก็ได้เปิดโรงงานประกอบรถยนต์โตโยต้า (เกตเวย์) และโรงงานประกอบรถยนต์โตโยต้า (บ้านโพธิ์) ตามมา โดยโรงงานประกอบรถยนต์โตโยต้า สำโรงผลิตรถยนต์ออกมา1รุ่นนั่นคือรถยนต์บรรทุกขนาดเล็ก โตโยต้า ไฮลักซ์ รีโว่ (Toyota Hilux Revo) ดังตาราง

3.1

ตาราง 3.1 ผลิตภัณฑ์ประเภทรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

รูป	ประเภทของรถ	ชื่อทางการค้า
	2 ประตู (B-Cab)	Toyota Hilux Revo Doble cap
	1 ประตู)(D-Cab)	Toyota Hilux Revo Standard Cab

3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิต

3.2.1 ขั้นตอนของการประกอบรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์

ขั้นตอนของการประกอบรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ หลักๆจะประกอบไปด้วย โรงผลิตที่แยกจากกันซึ่งทำหน้าที่แบ่งกันแต่ละแผนกคือ

3.2.1.1 Maru K (Pressing) การปั๊มขึ้นรถชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตัวถังรถ (AO Line) ประกอบด้วยขั้นตอนการปั๊มขึ้นรูป ตัดขอบ เจาะรู พับขอบ ปัจจุบันโตโยต้า ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ที่มีความเที่ยงตรง แม่นยำ

3.2.1.2 Maru W (Welding) การเชื่อมตัวถัง จะเริ่มการจากเชื่อมชิ้นงานย่อยโดยพนักงาน หลังจากนั้นจึงใช้หุ่นยนต์ เชื่อมส่วนประกอบหลัก เพื่อความแม่นยำและได้มาตรฐานสูงสุดรวมทั้งลดการใช้พลังงานและมลพิษด้วย

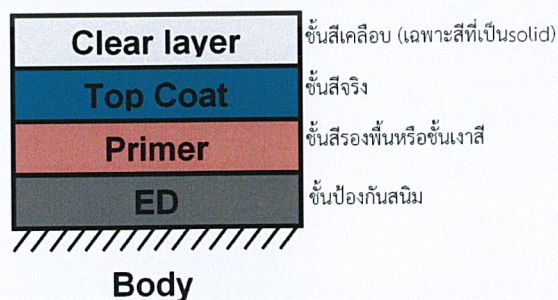
3.2.1.3 Maru P (Painting) กระบวนการพ่นสี เริ่มจากการล้างคราบน้ำมัน และสิ่งสกปรกบนพื้นผิวตัวถัง จากนั้นจะนำไปชุบสีเคลือบพื้นสนิม ด้วยประจุไฟฟ้า ระบบ Cation E.D.P. แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการอุดตะเข็บเพื่อป้องกันการรั่วซึม พ่นสีรองพื้น และพ่นสีจริง

3.2.1.4 Maru A (Assembly) การประกอบห้องเครื่อง ระบบช่วงล่าง และภายในห้องโดยสาร โดยตัวถังที่พ่นสีแล้ว จะถูกยกเคลื่อนมาตามสายพาน เพื่อประกอบเข้ากับระบบช่วงล่าง ประกอบเครื่องยนต์ และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องโดยสาร

3.2.2 กระบวนการทำงานใน Paint Shop

โดยที่ Maru T หรือ Paint Shop เป็นส่วนที่ผู้จัดทำได้อยู่ซึ่งจะประกอบไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้ตามลำดับ

- Logistic: รับตัวรถจาก Maru W (Welding) มา Maru T (Paint Shop)
- EDP: การเคลือบสี Electro Deposited Paint (EDP) เป็นวิธีการเคลือบที่ใช้กระแสไฟฟ้าในการฝากสีลงบนชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่ประกอบ ประจุกระแสตรงจะถูกนำไปใช้กับชิ้นส่วนโลหะและแช่อยู่ในบ่อของอนุภาคสีที่มีประจุตรงข้าม อนุภาคสีจะถูกดึงไปที่โลหะและสีที่สะสมอยู่บนชิ้นส่วนจะก่อให้เกิดฟิล์มที่ต่อเนื่องบนพื้นผิวและในทุกรอยแยกจนกว่าการเคลือบจะถึงความหนาที่ต้องการ
- Primer Booth: สีรองพื้นเป็นสีกลางระหว่างสี EDP และสีจริง มีคุณสมบัติเป็นเงาของสีจริง เป็นสีที่ช่วยปิดบังการเคลือบสี EDP คลุมผิวด้านบน สีรองพื้นมี 4 เฉด รองพื้นก่อนพ่นสีจริง
- Primer Oven: การอบสีรองพื้นเพื่อให้แห้งก่อนไปกระบวนการถัดไป
- Pick Up Sanding หรือ ED-Sanding: สถานที่นี้จะเป็นการขัดและตกแต่งปัญหาบนพื้นผิวสีรองพื้น หากพวกเขาไม่สามารถแก้ไขปัญหาปัญหาออนไลน์พวกเขาจะออฟไลน์ ไปยังโซนออฟไลน์ของไพรเมอร์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ใช้เวลานาน
- Sealer: การปิดรอยเชื่อมจาก Maru W (Welding) ด้วยการอุดรอยด้วยกาว
- Top Coat 1: พ่นสีจริงเฉพาะสีขาวซึ่งเป็นสีประเภท Solid
- Top Coat 2: พ่นสีจริงประกอบด้วย สีดำ สีเทา สีเงิน สีน้ำเงิน สีขาวมุก สีแดง สีฟ้าซึ่งเป็นสีประเภท Metallic
- Top Coat Oven: การอบสีจริงเพื่อให้แห้งก่อนไปกระบวนการถัดไป
- Top Coat Inspection: กระบวนการตรวจสอบจะยืนยันการตรวจสอบปัญหาทั้งหมดบนพื้นผิวสีที่พ่น พนักงานจะตรวจสอบคุณภาพของทำสีจาก Top Coat และยืนยันว่าไม่มีปัญหาหรือถ้าพบปัญหา ก็จะทำการรูดด้วยดินสอเทียนและลงในระบบเพื่อให้กระบวนการถัดไปจัดการกับปัญหาที่พบโดยหลังเสร็จกระบวนการในแผนกสีจะได้ชิ้นสีออกมาตามรูป 3.1



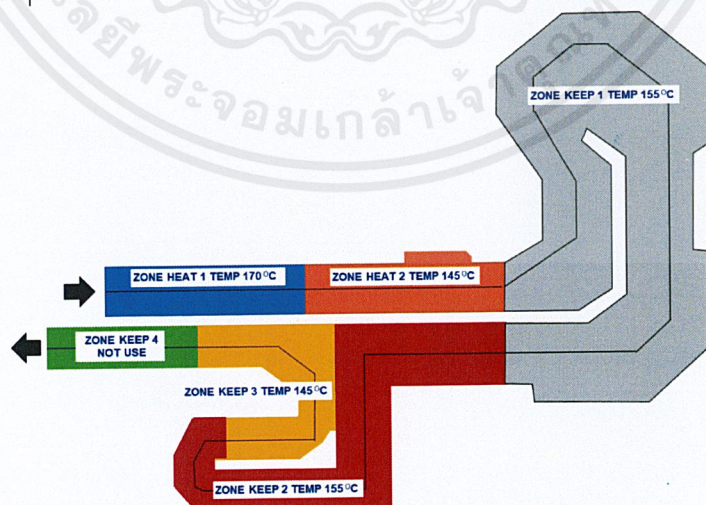
รูป 3.1 ชั้นของสีเมื่อเสร็จกระบวนการ

- Black Out: ปัจจุบัน Black Out Booth ถูกใช้เพื่อจัดกลุ่มรถก่อนส่งไปที่ (A) กระบวนการ Black Out Booth จะฉีดพ่นซิลิโคน (Nox Rust) เพื่อป้องกันสนิมตามมุมตามซอกต่าง ๆ และยังใส่ลูกยาง Body
- พนักงานจะถอดจิ๊กและแตรสับนตำแหน่งที่จิ๊กสัมผัสติดกับตัว Body
- Unloading: รถจะถูกโหลดส่งต่อไปยัง OBS สถานี OBS จะจัดกลุ่ม Body ใหม่ก่อนส่งไปยัง Maru A (Assembly)

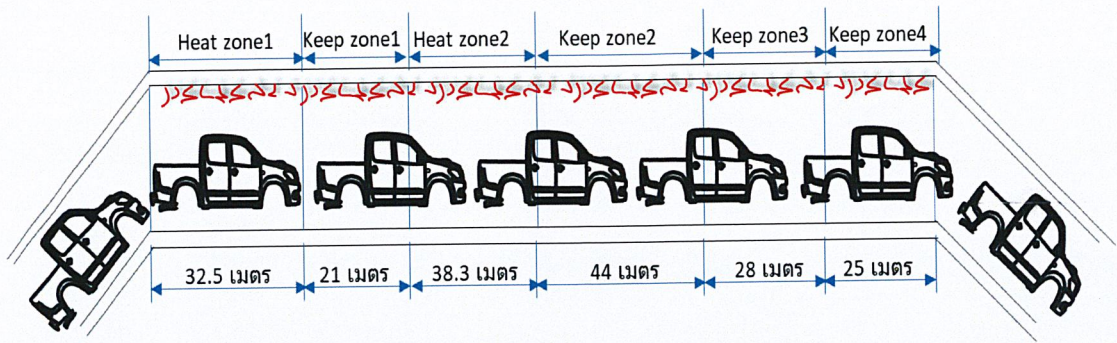
3.3 การศึกษาสภาพปัจจุบันของเตาอบ Primer

เตาอบ Primer เป็นกระบวนการที่ถัดจาก Primer Surfer ซึ่งคือการพ่นสีรองพื้นเพื่อเป็นสีเงาของตัวรถโดยเมื่อถึงกระบวนการเตาอบ เตาอบจะเป็นกระบวนการที่มีเฉพาะเครื่องจักรทำหน้าที่ให้รถที่ถูกพ่นสีจาก Primer Surfer นั้นแห้งและพร้อมก่อนที่เข้ากระบวนการถัดไปคือกระบวนการ Top Coat หรือการพ่นสีจริงโดยการทำงานจะเรียงลำดับโดยเป็นห้องอบที่แบ่งออกเป็นแต่ละห้อง โดยแต่ละห้องเป็นระบบเปิดต่อกันแต่ละห้องมีการตั้งค่าการจ่ายอุณหภูมิที่ต่างกันและมีหัวจ่ายพลังงานก๊าซ LPG ที่แตกต่างกันด้วยซึ่งทำให้ตัวรถได้รับความร้อนจะแตกต่างกันในแต่ละห้อง ในเตาอบ Primer แบ่งการทำงานตามลำดับดังนี้

- 1) Zone Heat Up 1
- 2) Zone Heat Up 2
- 3) Zone Keep 1
- 4) Zone Keep 2
- 5) Zone Keep 3
- 6) Zone Keep 4



รูป 3.2 ตัวอย่าง Overall layout ของเตาอบ Primer



รูป 3.3 ตัวอย่าง Side view ของเตาอบ Primer

โดยปัจจุบันในเตาอบ Primer แต่ละห้องได้มีการตั้งค่าอุณหภูมิเตาอบ Primer ไว้ดังแสดงในตาราง 3.2

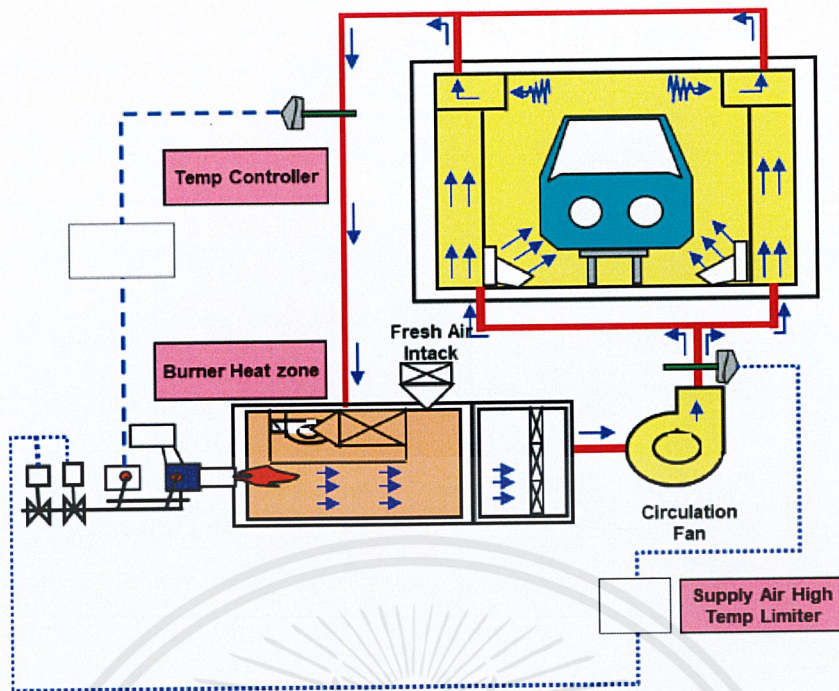
ตาราง 3.2 แสดงถึงอุณหภูมิเตาอบ Primer ที่ตั้งค่าปัจจุบัน

ชื่อห้อง	Heat up 1	Keep1	Heat up 2	Keep2	Keep3	Keep4
อุณหภูมิตั้งค่า(°C)	170	145	155	155	145	ยกเลิกการใช้
อุณหภูมิที่วัดจริง (°C)	168.9	161.0	154.2	147.7	141.6	74.4

เตาอบของPrimerซึ่งปัจจุบันซึ่งเป็นเตาอบที่มีขั้นตอนการทำงานโดยแบ่งการทำงานเป็นห้อง 2 ประเภทโดยมีหลักการทำงานดังนี้

3.3.1 Heat up zone

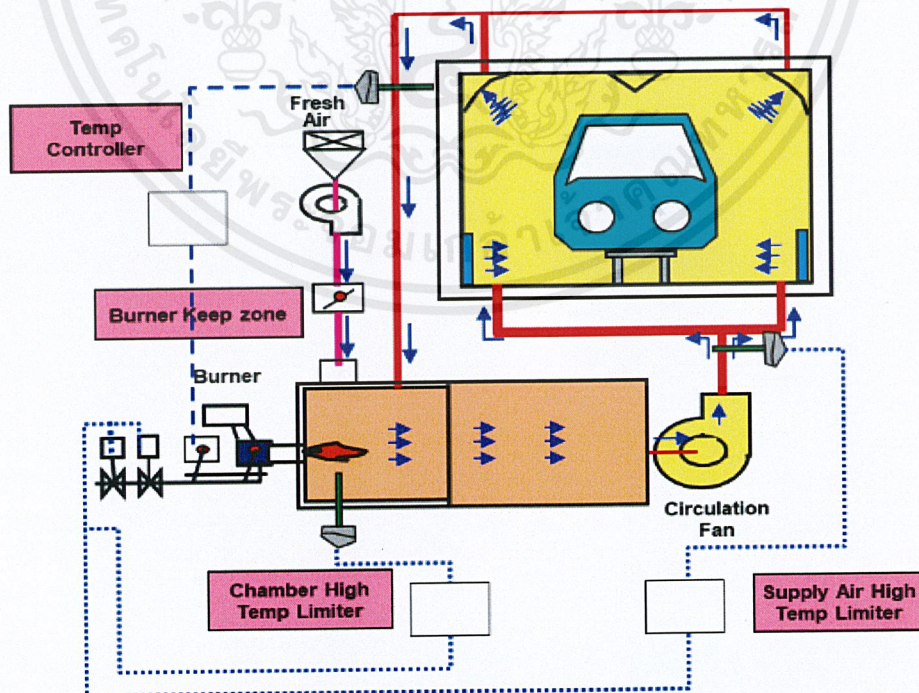
เริ่มจากการดึงอากาศจากภายนอกโดย Ventilation Fan เข้ามาในตัวอบแล้วจึงให้หัวจ่ายเชื้อเพลิงเริ่มจ่ายความร้อนมาจำนวนหนึ่งใน Burner Heat Zone ส่งอากาศร้อนเข้าไปใน Circulation Fan ซึ่งมีหน้าที่ดึงลมในระบบทั้งหมดเพื่อจ่ายเข้าไปในเตาอบโดยลมใน Heat Zone จะเป่าลมร้อนไปโดนที่ตัวรถโดยตรงและอากาศบางส่วนที่ไม่ได้ถูกเป่าจะถูกดึงกลับผ่าน Temperature Controller ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่จุดตั้งค่า และลมร้อนจากเตาอบและอากาศภายนอกจะถูกวนกลับโดย Recycle Fan ดึงลมกลับมาใช้ใหม่โดยมี Temperature Controller ควบคุมไม่ให้อุณหภูมินั้นมีค่ามากหรือน้อยเกินไป Supply Air High Temp Limiter เป็นตัวจำกัดไม่ให้ อุณหภูมิเข้า Circulation Fan สูงเกินไปเพราะอาจทำให้เกิดการเสื่อมของเครื่องจักรได้



รูป 3.4 ตัวอย่าง Front View ของเตาอบ Primer ใน Heat Zone

3.3.2 Keep Zone

มีการทำงานคล้ายกับ Heat Zone แต่หลังจาก Circulation Fan ดึงลมร้อนทั้งระบบมาจ่ายเข้าตัวรถจะแผ่รังสีความร้อนไปสู่ตัวรถแทนที่จะเป่าลมร้อนโดยตรง ทำให้ใน Keep Zone รถได้รับความร้อนน้อยกว่า Heat Zone

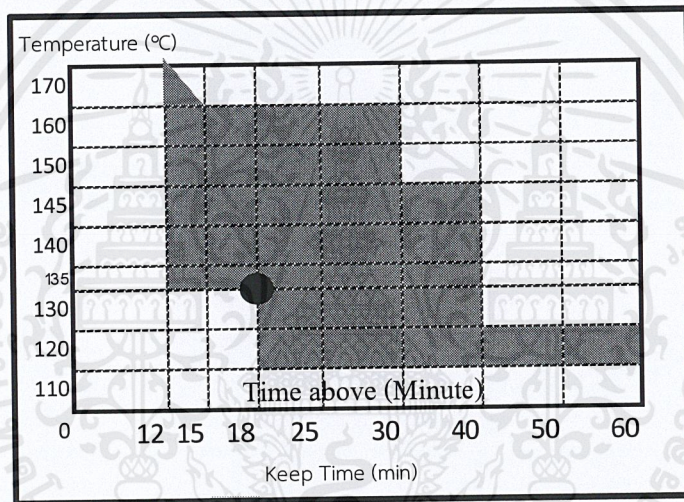


รูป 3.5 ตัวอย่าง Front View ของเตาอบ Primer

3.4 มาตรฐานของการอบสีและคุณภาพของสี Primer

ในกระบวนการอบสีตัวรถจำเป็นที่จะต้องอยู่ในเตาอบ โดยสิ่งที่คุณจัดทำสนใจคือช่วงอุณหภูมิที่มากกว่ากำหนดเป็นปริมาณเวลาช่วงมากกว่าที่กำหนดเพื่อให้ตัวรถแห้งก่อนไปกระบวนการถัดไป โดยทางบริษัทมีการทดลองในก่อนหน้านี้โดยยึดเป็นมาตรฐานการทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิ

ภายในกราฟมีข้อมูลส่วนของสีเทาคือส่วนที่รถสามารถอบได้โดยไม่เกิดผลเสียต่อตัวรถ สีขาวคือส่วนอบแล้วจะทำให้เกิดผลเสียต่อตัวรถ ถ้ามีอุณหภูมิที่มากและเวลาที่นานเกินไปจะทำให้เกิดสีเดือดและใช้พลังงานมากโดยเปล่าประโยชน์ ถ้ามีอุณหภูมิและเวลาที่น้อยเกินไปจะทำให้สีไม่แห้ง และสีดำคือจุดที่รถอยู่ในเตาอบที่ 135 °C เป็นเวลา 18 นาทีเป็นส่วนที่รถสามารถอบในเตาอบโดยไม่เกิดผลเสียต่อตัวรถและยังใช้พลังงานที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นจุดที่คุณจัดทำจะปรับปรุงให้มีการใช้พลังงานก๊าซ LPG อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงจุดสีดำมากที่สุด



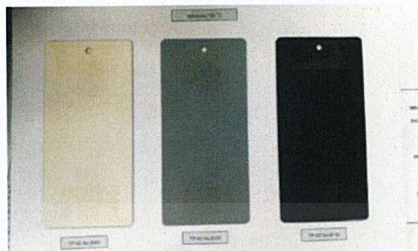
รูป 3.6 กราฟแสดงอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมกับการอบสีในเตาอบ Primer

เนื่องจากข้อมูลของมาตรฐานการอบสี Primer เป็นข้อมูลจากส่วนกลาง ก่อนทำการทดลองผู้จัดทำและทางบริษัทได้ทำการปรึกษากับบริษัทที่ผลิตสีในเรื่องของการควบคุมคุณภาพของสีจากกราฟในรูปที่ 3.6 โดยนำตัวอย่างของสีที่พ่นด้วยสี Primer แล้วทดสอบคุณสมบัติทางวัสดุที่จำเป็นต่าง ๆ ดังนี้

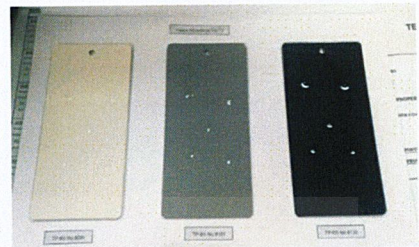
- 1). Adhesion (ความเหนียว): ทดสอบโดยใช้คัตเตอร์ขีดเป็นตาราง 100 ช่องแล้วใช้แท่งสไลด์แล้วตรวจสอบดูว่ามีชิ้นส่วนของแผ่นเหล็กหลุดมาด้วยหรือไม่
- 2). Impact Resistant (การทนแรงกระแทก): ทดสอบโดยใช้เครื่องกดไปแรงจำนวนหนึ่งแล้วตรวจสอบว่ามีความสึกจากหัวกดลงมากแค่ไหน

3). Pencil Hardness (ความแข็ง): ทดสอบโดยใช้ดินสอเบอร์ต่าง ๆ มาขีดเพื่อตรวจสอบว่ามีรอยขีดข่วนหรือไม่ถ้าเกิดแสดงว่าสีนั้นมีความแข็งน้อยกว่าดินสอเบอร์นั้น โดยไล่จากดินสอเบอร์ F ไปดินสอเบอร์ 2B

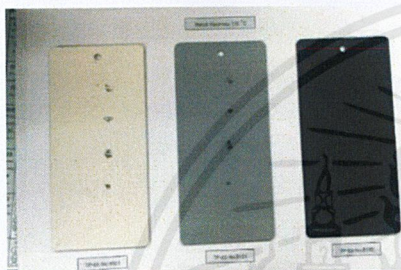
4). Bending (การงอ): ทดสอบโดยใช้เครื่องงอ



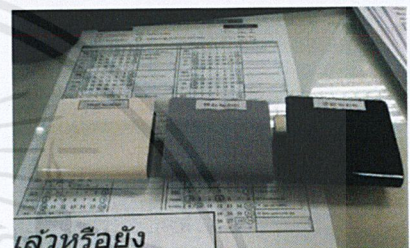
(ก) Adhesion



(ข) Impact resistant



(ค) Pencil hardness



(ง) Bending

รูป 3.7 ตัวอย่างการทดสอบคุณสมบัติสี Primer อบที่อุณหภูมิ 130°C

โดยจากการทดสอบคุณสมบัติของสีแสดงให้เห็นว่าเมื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ตามช่วงมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตาราง 3.3 แสดงถึงการทดสอบคุณสมบัติของสีพื้น

คุณสมบัติของวัสดุ	รายละเอียด	สีขาว	สีเทา	สีดำ
Adhesion	ไม่เกิดการหลุดของชั้นงาน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
Impact Resistant	รอยไม่บุบสึกมากกว่า20 เซนติเมตร	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
Pencil Hardness	ใช้ดินสอเบอร์HB แล้วไม่เกิดรอย	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
Bending	คาดว่าผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

3.5 การทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเวลาที่มากกว่า 135°C ในเตาอบ Primer

ขั้นตอนต่อไปคือทำการเก็บข้อมูลเริ่มต้นเพื่อที่จะได้เข้าใจถึงสถานการณ์ปัจจุบันและของเตาอบ Primer

3.5.1 การเตรียมอุปกรณ์

ในการทำการทดลองต้องใช้อุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9



รูป 3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลอุณหภูมิและเวลาจาก Thermocouples

- Data Logger คือ อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูลจาก Thermocouples ที่ติดตั้งส่วนต่าง ๆ ของรถในเตาเผาซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูงในขณะที่ยังคงความแม่นยำตลอดช่วงอุณหภูมิ เมื่อทำการทดลองเสร็จจึงนำ Data Logger เชื่อมต่อกับ Software Phoenix ในคอมพิวเตอร์ผ่าน USB

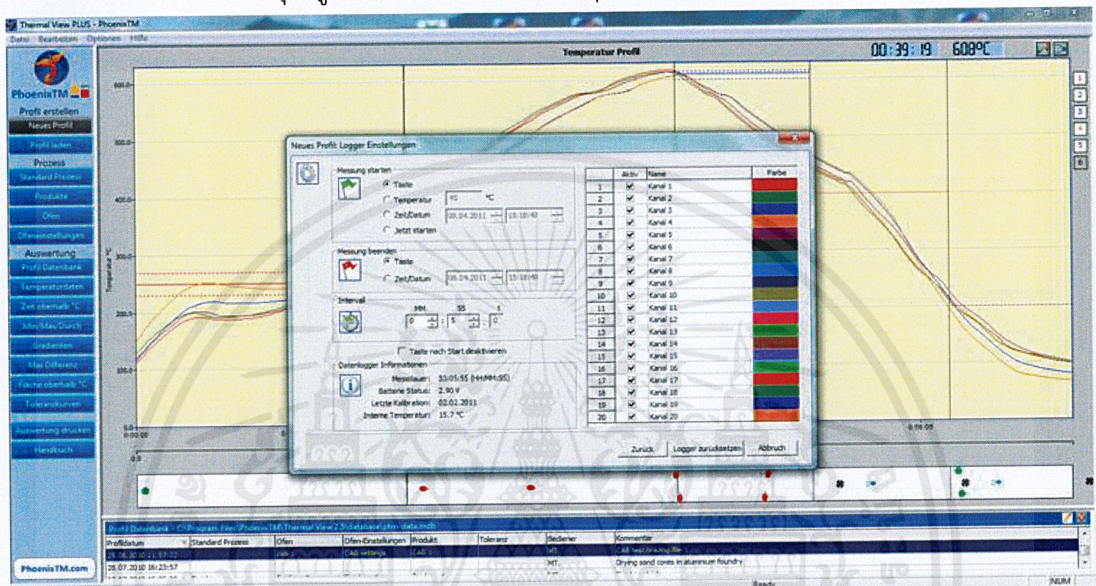


รูป 3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวัดอุณหภูมิและเวลาในแต่ละส่วนของรถ

- Thermocouple คือ เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความร้อนโดยให้อุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมที่ใช้ความร้อนสูงรับรองได้อุณหภูมิ 250 °C ถึง 1300 °C แล้วแต่ชนิดมีแม่เหล็กสามารถยึดกับตัวรถเพื่อวัดอุณหภูมิได้เฉพาะจุด

3.5.2 Software Phoenix TM

Software Phenix TM ไว้ใช้เชื่อมต่อกับ Data Logger เป็นโปรแกรมที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลจาก Data Logger โดยโปรแกรมจะเก็บข้อมูลอุณหภูมิทุก ๆ 5 วินาทีตั้งแต่เข้าเตาอบถึง ออกเตาอบซึ่งมาจาก Thermocouple จากการทดลองซึ่งโปรแกรมจะแสดงผลออกมาเป็นกราฟโดย มีแกนนอนเป็นเวลานานที่และแกนตั้งแสดงเป็นอุณหภูมิที่ Thermocouple จับได้ในขณะนั้น และ อุณหภูมิกำหนดเป็นเวลานานที่ (Time Above) ออกมาเป็นในหน่วย Temperature ($^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา Time (min) ซึ่งเวลาและอุณหภูมิเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม



รูป 3.10 โปรแกรม Phoenix TM ที่ใช้ในการแสดงอุณหภูมิและเวลาของตัวรถในเตาอบ

3.5.3 ตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์

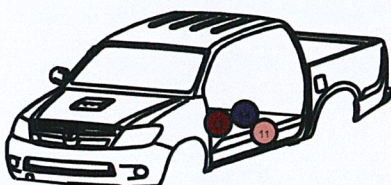
นำรถตัวอย่างเข้าเตาอบโดยนำ Data Logger ติดตามส่วนต่าง ๆ เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ของการทำงานในเตาอบว่าซึ่งโดยจะศึกษาแต่ละจุดต่าง ๆ ของรถตามรูปที่ 3.11



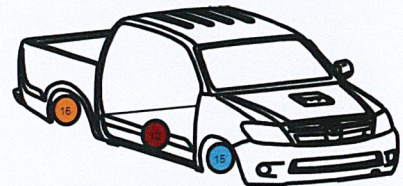
(ก) Side view ของรถยนต์ด้านซ้าย



(ข) Side view ของรถยนต์ด้านขวา



(ค) Isometric view ของรถยนต์ด้านซ้าย



(ง) Isometric view ของรถยนต์ด้านขวา

รูป 3.11 ตำแหน่งของการติด Thermo Couples

เพื่อให้ข้อมูลนั้นทั่วถึงจึงทำการเก็บข้อมูลทุกส่วนของรถประกอบด้วยตำแหน่งดังนี้

ตาราง 3.4 ตารางแสดงชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษของตำแหน่งที่ติด Thermocouples

ช่องที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
1	Hot air	ลมร้อนในเตาอบ
2	Hood	กระโปรงหน้า
3	Tailgate	ท้ายกระบะ
4	Fender Left Hand	ด้านซ้ายหน้าของกระโปรงรถ
5	Fender Right Hand	ด้านขวาหน้าของกระโปรงรถ
6	Fr. door Left Hand	ประตูหน้าซ้าย
7	Fr. door Left Hand	ประตูหน้าขวา
8	Deck inner center	กลางพื้นกระบะ
9	Rocker Left Hand	ด้านขวานอกของประตูเปิด
10	Rocker Left Hand	ด้านขวานอกของประตูเปิด
11	Door opening Left Hand	ด้านขวาในของประตูเปิด
12	Door opening Left Hand	ด้านซ้ายในของประตูเปิด
13	Fr. floor (asphalt sheet)	ส่วนภายในตัวรถด้านหน้า
14	Rr. floor (asphalt sheet)	ส่วนภายในตัวรถด้านหลัง
15	Fr. wheelhouse RH (UBC)	ภายในช่วงล้อด้านหน้าขวา
16	Rr. Wheelhouse	ภายในช่วงล้อด้านหลังขวา

3.5.4 การแสดงข้อมูล

เมื่อรถออกจากเตาอบเสร็จจึงนำข้อมูลจาก Temperature Measure ต่อกับ Software เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษากระบวนการทำงานของกระบวนการดังกล่าวข้างต้น พบว่าในการเก็บข้อมูลของการทดลองพบกิจกรรมที่เป็นความสูญเสียเปล่าประเภทการความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) เนื่องจากมีการใช้งานของหัวจ่ายก๊าซ LPG มากกว่าจุดที่ใช้พลังงานเหมาะสมที่สุดคือ 135°C เป็นเวลา 18 นาที

ตาราง 3.5 ตารางแสดงชื่อแต่ละส่วนของรถภาษาอังกฤษและเวลานานที่ที่อยู่มากกว่า 135°C

ช่องที่	ส่วนของรถ	เวลาเมื่อมีอุณหภูมิที่มากกว่า °135C
1	Hot air	36:10
2	Hood	39:25
3	Tailgate	37:35
4	Fender LH	39:15
5	Fender RH	39:35
6	Fr. door LH	38:50
7	Fr. door RH	38:20
8	Deck inner center	36:00
9	Rocker LH	33:55
10	Rocker RH	30:45
11	Door opening LH	24:55
12	Door opening RH*	22:55
13	Fr. floor (asphalt sheet)	32:35
14	Rr. floor (asphalt sheet)	33:25
15	Fr. wheelhouse RH (UBC)	33:25
16	Rr. Wheelhouse	37:25

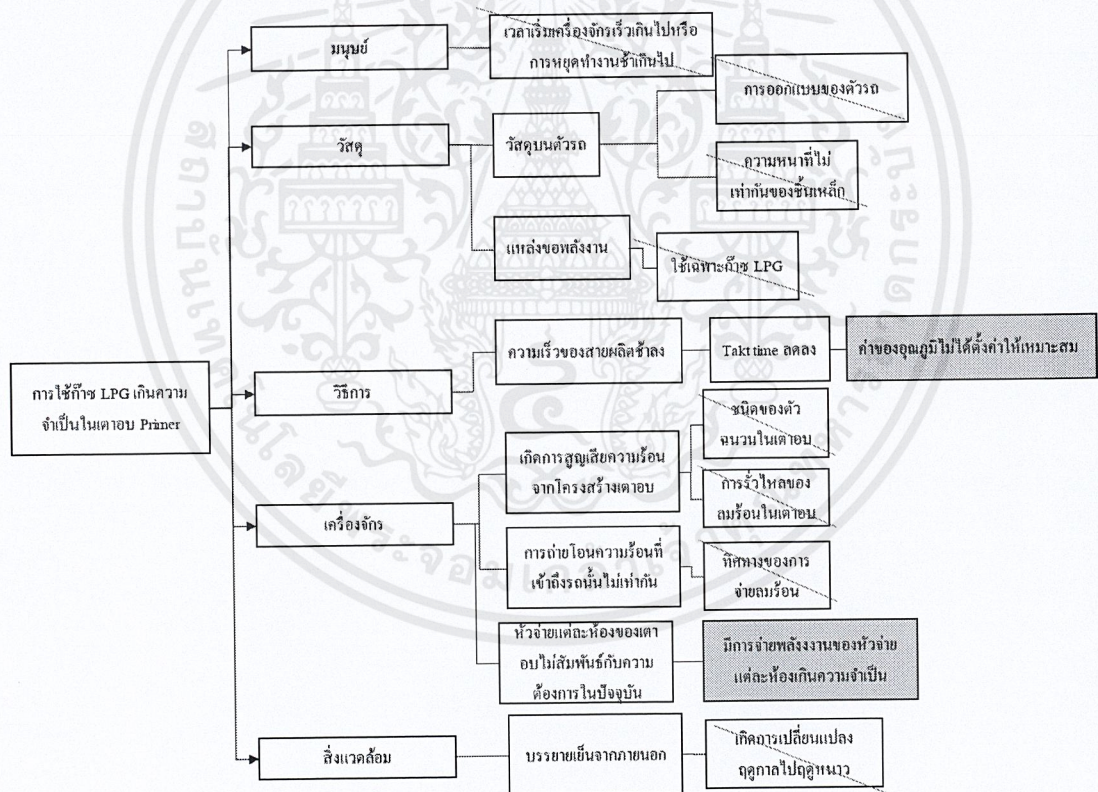
บทที่ 4

ผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการหาสาเหตุรากเหง้าและการแก้ไขปัญหาของการใช้ก๊าซ LPG เกินความจำเป็น โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็นหัวข้อ ๆ โดยมีการศึกษาสภาพปัจจุบัน สาเหตุ และ แนวทางการแก้ไขของปัญหาที่พบ

4.1 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาการใช้ก๊าซ LPG เกินความจำเป็นของเตาอบ Primer

ผู้จัดทำทำการวิเคราะห์และศึกษาถึงสาเหตุรากเหง้า (Root Causes) ที่ส่งผลให้เกิดปัญหา “การใช้ก๊าซ LPG อย่างเกินความจำเป็น” โดยใช้แนวคิดวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักของการทำไม-ทำไม (Why-why analysis) เพื่อที่จะหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางเพื่อที่จะแก้ปัญหา



รูป 4.1 แสดงถึงการใช้หลักทำไม-ทำไมเพื่อหาสาเหตุของปัญหา

*กรอบสีเทาหมายถึงจะมีการแก้ไข

4.2 การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าเพื่อการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงถึงปัญหา สาเหตุและแนวทางแก้ไข

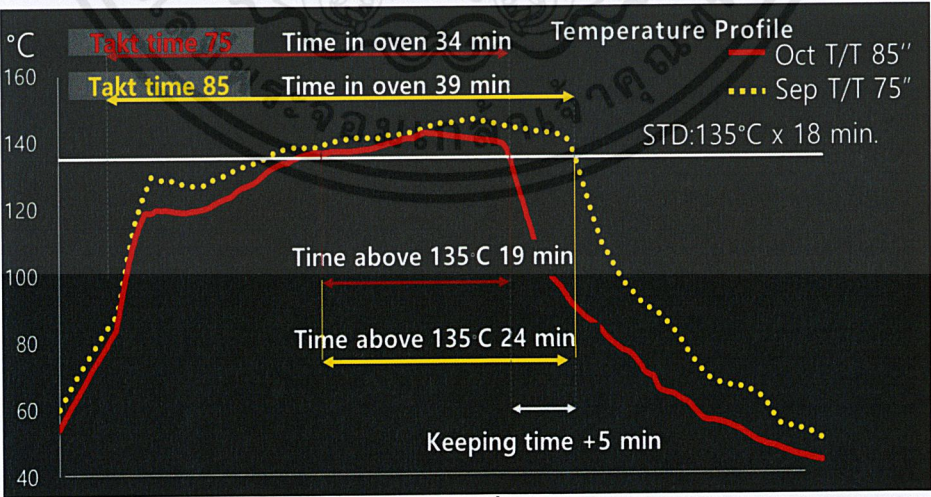
ปัญหา	สาเหตุ1	สาเหตุ2	แนวทางแก้ไข
ความเร็วของสายการผลิตลดลง	Takt Time ลดลง	ค่าของอุณหภูมิตั้งค่าไม่เหมาะสม	การปรับการใช้อุณหภูมิในห้อง Keep Zone 4
หัวจ่ายแต่ละห้องของเตาอบไม่สัมพันธ์กับความต้องการในปัจจุบัน	มีการจ่ายพลังงานของหัวจ่ายแต่ละห้องเกินความจำเป็น	-	การหยุดการใช้งานของหัวจ่ายใน Keep Zone 2

4.3 แนวทางการแก้ไขการลดใช้พลังงานก๊าซ LPG ส่วนเกิน

หลังจากการวิเคราะห์ด้วยหลักการทำไม-ทำไมได้แนวทางแก้ไขออกมาดังนี้

4.3.1 การหยุดการใช้งานของหัวจ่ายใน Keep Zone 2

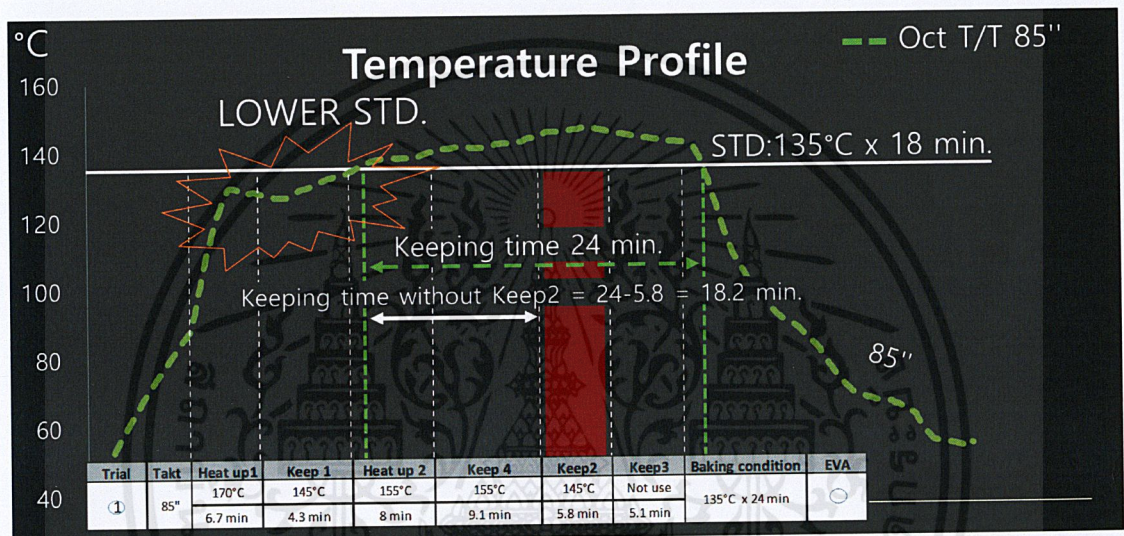
จากรูปที่ 3.4 ทำให้เห็นว่าในแต่ละห้องของเตาอบ Primer นั้นระยะที่ไม่เท่ากันดังนั้นการจ่ายพลังงานของแต่ละหัวจ่ายจะส่งผลกระทบต่อระบบไม่เหมือนกันซึ่งขึ้นอยู่กับทั้ง ความเร็วสายผลิต ระยะทางในแต่ละห้อง อุณหภูมิที่ตั้งค่าของแต่ละห้อง



รูป 4.2 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่อุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 75 และ 85 วินาที

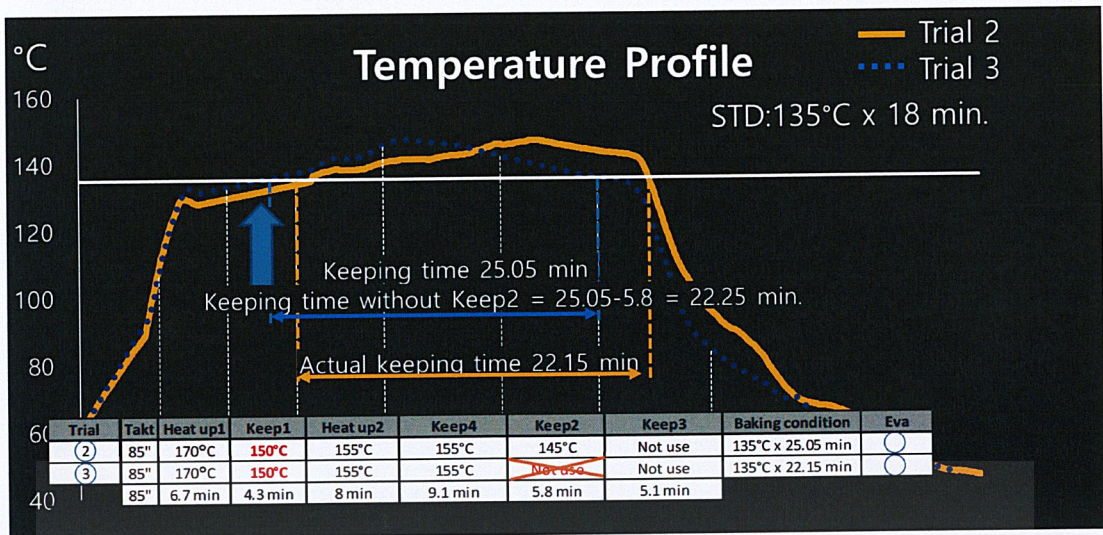
จะเห็นว่าใน Takt Time 75 วินาทีที่มีเวลาที่อุณหภูมิอยู่มากกว่า 135°C เป็นเวลา 19 นาทีซึ่งห่างจากมาตรฐานการอบสี 18 นาที เป็นเวลา 1 นาทีแต่หลังจากการเปลี่ยนแปลง Takt Time เป็น 85 วินาทีทำให้ตัวรถอยู่ในเตาอบมากขึ้น เวลาของอุณหภูมิที่อยู่มากกว่า 135°C เป็นเวลา 24 นาทีห่างจากมาตรฐานการอบสี 18 นาที เป็นเวลา 6 นาที

สิ่งที่ผู้จัดทำต้องการนั้นคือเวลาเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 135°C มากกว่า 18 นาทีที่จะเกิดการใช้พลังงานเกินความจำเป็น เมื่อจะทำการหยุดการใช้พลังงานของหัวจ่ายของห้อง Keep Zone 3 ไป 1 ห้องจึงใช้เวลามีอุณหภูมิมากกว่า 135°C จากเดิม 24 นาทีจะลดลงเหลือ 18.2 นาทีซึ่งใกล้เคียงกับมาตรฐานเกินไปอาจจะทำให้เกิดผลเสียต่อกระบวนการได้



รูป 4.3 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่อุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 85 วินาที

ปัญหาของการหยุดการจ่ายพลังงานใน Keep Zone 2 นั้นคือแนวโน้มของอุณหภูมิในช่วง Keep Zone 1 นั้นขึ้นถึงอุณหภูมิ 135°C ช้าเกินไป จึงทำการทดลองด้วยการเพิ่มอุณหภูมิที่ Keep Zone 1 เพื่อที่จะให้แนวโน้มอุณหภูมิถึง 135°C เร็วขึ้นเมื่อมั่นใจว่าในการทดลองจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อด้านคุณภาพจึงทำการหยุดการจ่ายพลังงานของ Keep Zone 3



รูป 4.4 กราฟแสดงแนวโน้มของอุณหภูมิและเวลาที่มีอุณหภูมิ 135°C ของ Takt Time 85 วินาทีในการทดลองหยุดการจ่ายพลังงานใน Keep Zone 2

หลังจากการทดลองหยุดการจ่ายพลังงานของหัวจ่ายในห้อง Zone Keep 2 ยังพบว่ายังเหลือเวลาเมื่ออยู่จุดอุณหภูมิ 135°C เป็นเวลา 22.15 นาที ซึ่งจากมาตรฐานอุณหภูมิ 135°C เป็นเวลา 18 นาทียังสามารถลดการใช้พลังงานได้อีก 4.15 นาที ซึ่งนำไปสู่การทำกิจกรรมการลดการใช้พลังงานครั้งต่อไป

4.3.2 การปรับการใช้อุณหภูมิในห้อง Keep Zone 4

ปัจจุบันในเตาอบ Primer มีการตั้งค่าอุณหภูมิในหัวจ่ายแต่ละห้องดังนี้

ตาราง 4.2 แสดงถึงอุณหภูมิที่ตั้งค่าและอุณหภูมิจริงของ Primer ในปัจจุบัน

ชื่อห้อง	Heat up1	Keep1	Heat up2	Keep4	Keep2	Keep3
อุณหภูมิที่ตั้งค่า (°C)	170°C	155°C	155°C	155°C	X	X
อุณหภูมิจริง (°C)	166.8°C	148.8°C	159.9°C	158.7°C	54.1°C	59.8°C

X หมายถึง ยกเลิกการจ่ายพลังงานในห้องนั้นแล้ว

ในการอบสีในห้อง Primer นั้นในส่วนของ Heat Zone นั้นเป็นการให้ความร้อนโดยตรงแบบการนำความร้อนและ ในส่วนของ Keep Zone เป็นการให้ความร้อนแบบแผ่รังสีความร้อน ซึ่งการให้ความร้อนโดยตรงแบบการนำความร้อนในห้อง Heat Up Zone ไม่สามารถคำนวณโดยใช้เปอร์เซ็นต์สูญเสียได้ โดยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียคิดโดย

เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย = $\frac{(\text{อุณหภูมิตั้งค่า} - \text{อุณหภูมิจริง}) \times 100\%}{\text{อุณหภูมิตั้งค่า}}$

ตาราง 4.3 เปอร์เซ็นความสูญเสียของแต่ละห้องในเตาอบ Primer

ชื่อห้อง	Heat up1	Keep1	Heat up2	Keep4	Keep2	Keep3
เปอร์เซ็นต์สูญเสีย(%)	-	4.167	-	-2.331	X	X

หมายเหตุ เปอร์เซ็นการสูญเสียมีค่าเป็นบวกหมายถึงว่าในช่วงของหัวจ่ายนั้นทำประสิทธิภาพได้น้อยกว่าจริงและ เปอร์เซ็นการสูญเสียมีค่าเป็นลบหมายถึงทำประสิทธิภาพได้มากกว่าจริง

เมื่อเห็นว่าใน Keep Zone 4 นั้นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียติดลบและยังมีเวลาที่มากกว่าอุณหภูมิ 135°C เป็นเวลาอีก 4.15 นาทีจึงเลือกจำลองการลดอุณหภูมิใน Keep Zone 4 เพื่อลดการใช้พลังงานมากขึ้น จากสมการเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผู้จัดทำจึงกลับสมการเพื่อที่จะหาอุณหภูมิจริง เพื่อจะได้ทราบว่า การลดลงของอุณหภูมิตั้งนั้นสามารถใช้งานได้หรือไม่ โดยยังมีการควบคุมมาตรฐานอุณหภูมิ 135°C เป็นเวลา 18 นาที

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบลดอุณหภูมิตั้งค่าและอุณหภูมิจริงใน Keep Zone 4

อุณหภูมิตั้งค่า (°C)	อุณหภูมิจริง (°C)
155	158.7
150	148.8
145	143.84
140	138.88
135	133.92
130	128.96

หลังจากการเทียบตัวเลขเห็นได้ว่าเมื่อลดอุณหภูมิตั้งค่าลงเรื่อย ๆ อุณหภูมิจริงจะลดลงตามไปด้วย และเมื่อลดอุณหภูมิตั้งค่าลงเหลือ 145 °C พบว่าอุณหภูมิจริงยังมีมากกว่า 135 °C และอุณหภูมิตั้งค่าที่ 140 °C มีอุณหภูมิจริงใกล้เคียงอุณหภูมิจริงมากเกินไปจึงอาจจะทำให้เกิดความเสี่ยงการเกิดผลเสียต่อกระบวนการได้

ตาราง 4.5 การจำลองลดอุณหภูมิใน Keep Zone 4

ชื่อห้อง	Heat up1	Keep1	Heat up2	Keep4	Keep2	Keep3
อุณหภูมิที่ตั้งค่า (°C)	170°C	155°C	155°C	155°C	X	X
อุณหภูมิจริง (°C)	170°C	155°C	155°C	145°C	X	X

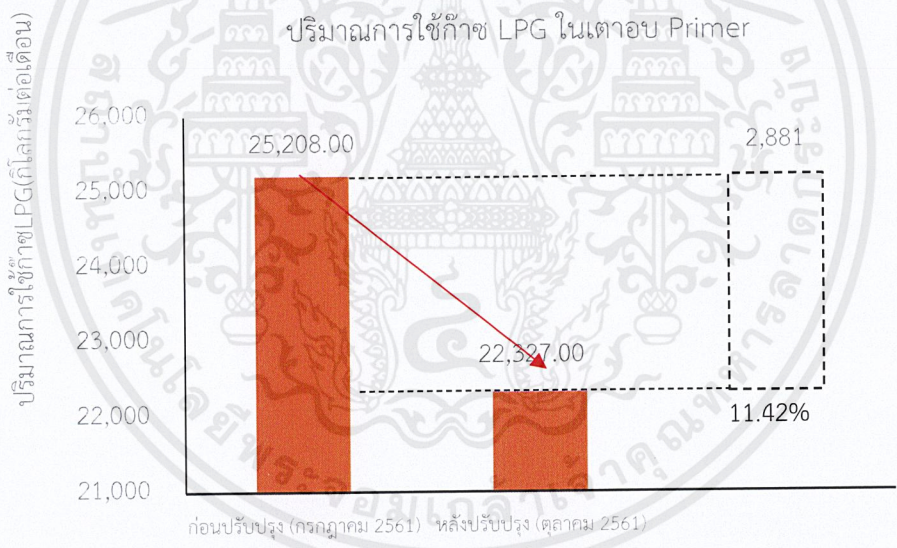
บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงการสหกิจของ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย ในหัวข้อเรื่องการการปรับการใช้ก๊าซ LPG เมื่อหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำแนวทางเหล่านั้นไปใช้ดำเนินการสามารถสรุปผลการดำเนินการได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานในการจัดแผนการปรับตั้งอุณหภูมิให้กับห้องอบสี สามารถช่วยลดปริมาณการใช้ก๊าซ LPG ได้ถึง 11.42 % และยังสามารถช่วยลดค่า ไฟฟ้าได้ถึง 20% และ ค่าซ่อมบำรุงได้ 34% ใน Keep Zone 2 ได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.1 ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายได้เป็น 156,003.84 บาทต่อเดือน



รูป 5.1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณก๊าซ LPG ก่อนและหลังปรับปรุง

ตาราง 5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าก่อนและหลังปรับปรุง

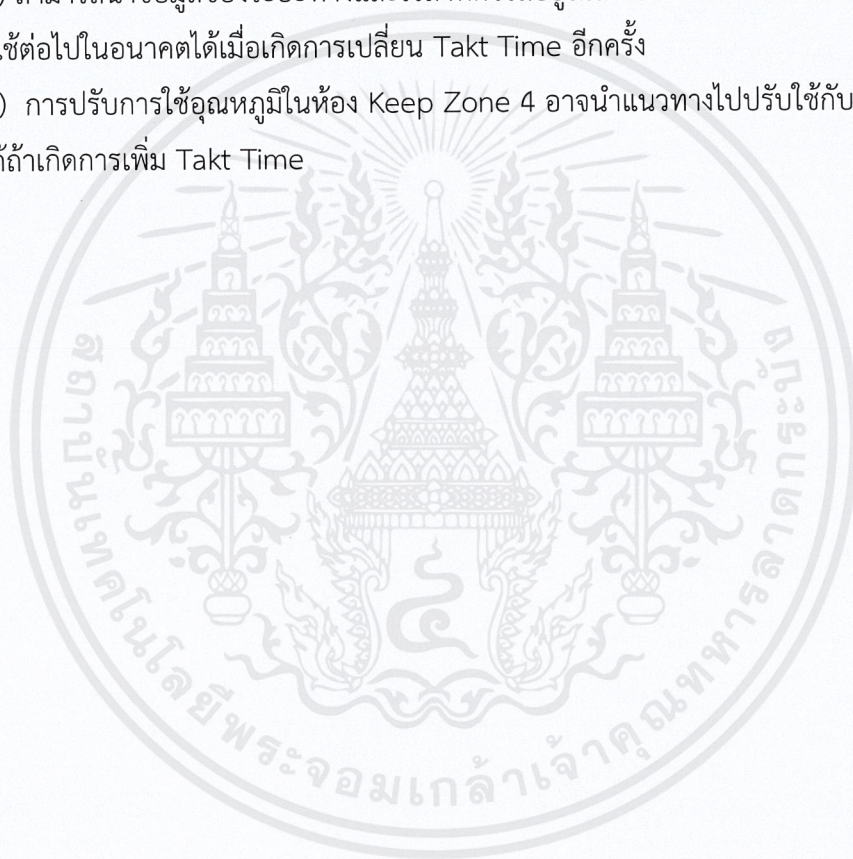
ลดค่าใช้จ่ายของ	ก่อนปรับปรุง (บาทต่อเดือน)	หลังปรับปรุง (บาทต่อเดือน)
LPG	500,805	402,893
ไฟฟ้า	120,087	96,663
ค่าซ่อมบำรุง	80,891	53,251

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1.) ในระหว่างการทำงานทางโรงงานเกิดการเปลี่ยนรอบเวลาการผลิต (Takt Time) ขึ้น ทำให้ผลการทดลองในช่วงแรกนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในงานได้
- 2.) การทดลองนั้นใช้เวลานานเพราะจำเป็นต้องรอไลน์การผลิตนั้นหยุดการผลิตเพื่อทำการทดลองไม่ให้กระทบกับการการผลิตจริง
- 3.) การสื่อสารและการประสานงานระหว่างหน่วยงานอื่นนอกแผนกนั้นเป็นไปได้ยาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1.) สามารถนำข้อมูลของระยะทางและเวลาที่ตัวรถอยู่ในเตาอบ Primer มาจากการคำนวณคร่าวๆ ไปใช้ต่อไปในอนาคตได้เมื่อเกิดการเปลี่ยน Takt Time อีกครั้ง
- 2.) การปรับการใช้อุณหภูมิในห้อง Keep Zone 4 อาจนำแนวทางไปปรับใช้กับ Zone Keep 1 ได้ถ้าเกิดการเพิ่ม Takt Time



บรรณานุกรม

Nutvipa. (2558). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

<http://econs.co.th>

[/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/](http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/) (เข้าถึงเว็บไซต์ 3 มกราคม พ.ศ. 2563)

George Trachilis, P.Eng. (2559). TOYOTA BUSINESS PRACTICES EXPLAINED

<https://www.linkedin.com>

[/pulse/toyota-business-practices-explained-george-trachilis-p-eng-](https://www.linkedin.com/pulse/toyota-business-practices-explained-george-trachilis-p-eng-) (เข้าถึงเว็บไซต์ 3 มกราคม พ.ศ. 2563))

รินฤดี โยธาคุณ, วรรณกร นามนุ, สุพรรณิ อึ้งปัญญสังวรงค์ .การลดความสูญเสีย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม

<http://sc2.kku.ac.th>

[/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf](http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf) (เข้าถึงเว็บไซต์ 3 มกราคม พ.ศ. 2563)

PDCA

<https://sites.google.com>

[/site/pumpkin2555/khwampdca](https://sites.google.com/site/pumpkin2555/khwampdca) (เข้าถึงเว็บไซต์ 3 มกราคม พ.ศ. 2563)

Tawatchai suwanabutvipa. (2009).การวิเคราะห์ Why Why Analysis คืออะไร

<http://leanmanufacturing-tawatchai.blogspot.com/2009/12/why-why-analysis-5-gen.html> (เข้าถึงเว็บไซต์ 3 มกราคม พ.ศ. 2563)

ประวัติของผู้ดำเนินการวิจัย (Biography)

ชื่อ-สกุล: นาย ฐิตพล วิสัยพงษ์

ชื่อเล่น: โอ้

วัน/เดือน/ปี: วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2541

เชื้อชาติ: ไทย สัญชาติ: ไทย ศาสนา: พุทธ

เพศ: ชาย

ที่อยู่ตามภูมิลำเนา: 263 นาก่วมใต้ อ.เมือง จ.ลำปาง ต.ชมพู 52000

โทรศัพท์: 095-775-0763

อีเมล: oo_ao123@hotmail.com

ประวัติการศึกษา:

พ.ศ. 2553-2558

มัธยมศึกษาจากโรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง

พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน

ปริญญาตรี สาขาวิชาออกแบบการผลิตและวัสดุ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

