การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน

น.ส.กุลนิษฐ์ เอกนิพิฐสริ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OPERATION EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PLY CUTTING MACHINES FOR AIRCRAFT TIRE

Miss Kulanit Eaknipitsari

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2018
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน
โดย	น.ส.กุลนิษฐ์ เอกนิพิฐสิริ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

-- คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

-- ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

-- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

-- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

-- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กุลนิษฐ์ เอกนิพิฐสริ : การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน. (OPERATION EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PLY CUTTING MACHINES FOR AIRCRAFT TIRE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ปารเมศ ชุติมา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ซึ่งทำการศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) และศึกษาการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของชุด splicer โดยประยุกต์ใช้ Design of Experiment (DOE). เพื่อที่จะลดเวลาสูญเสียที่เกิดการรอคอยของเครื่องจักรและการรอคอยของพนักงาน โดยการปรับปรุงมี 3 ส่วนหลัก คือ การศึกษาการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องจักรภายนอก มีการเพิ่มพนักงาน 1 คนต่อกะ มาทำงานในตำแหน่งพนักงานตั้งค่าเครื่องจักรภายนอก เพื่อให้เครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินมีเวลาสูญเสียในการหยุดเครื่องจักรที่น้อยที่สุด และลดมูลค่าการเสียโอกาสในกรณีที่ไม่สามารถผลิตยางได้ตามความต้องการของลูกค้าได้ การศึกษาหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของชุด splicer และการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ข้อมูลหลังการปรับปรุงเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินจากเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561 พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 23 ม้วนต่อกะ เป็น 28 ม้วนต่อกะ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินเพิ่มสูงขึ้นด้วย จาก 81.3% เป็น 85.4 % และลดมูลค่าความเสียโอกาสในกรณีที่ไม่สามารถผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้ถึง 36.4 ล้านบาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต	....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	....

6070910221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORD: Design Of Experiment, Single Minute Exchange of Die

Kulanit Eaknipitsari : OPERATION EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PLY CUTTING MACHINES FOR AIRCRAFT TIRE. Advisor: Prof. Parames Chutima

This research focuses on the operational efficiency improvement of ply cutting machines for aircraft tires by implementing the design of experiments (DOE) and Single Minute Exchange of Die (SMED) methods to decrease loss time caused by machine stoppages found at let-off and splicer processes. The problem comes from high loss time because the system's parameters are not set properly and high setup time of the machine.

The operations efficiency improvement has been conducted by setting a suitable flow rate at the splicer and changing activities of the operator in order to reduce waiting time. Improved efficiency is implemented in the Ply cutting machine from July 2018 to August 2018.

The result shows the increase in the average production from 23 rolls/shift to 28 rolls/shift. Furthermore, a cost saving for efficiency improvement is equal to 36.4M baht per year.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Industrial Engineering	Student's Signature ....
Academic Year: 2018	Advisor's Signature ....

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยและการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี เป็นประโยชน์อย่างสูงในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนวคิด และข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินการวิจัย และผู้วิจัยขอขอบคุณกรรมการคุมสอบทุกท่านซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่ช่วยชี้แนะและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

นอกจากนี้ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณทีมงานปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินทุกท่านที่ร่วมแรงร่วมใจ ฟันฝ่าอุปสรรค จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ รวมถึงบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูลตลอดจนเพื่อนร่วมรุ่น หลักสูตรปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ได้ให้คำปรึกษาและกำลังใจด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดา และญาติพี่น้อง ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กุลนิษฐ์ เอกนิพิฐสริ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ... ง

กิตติกรรมประกาศ ... จ

สารบัญ ... ฉ

บทที่ 1 บทนำ ... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา ... 4

1.3 ขอบเขตของการศึกษา ... 4

1.4 ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้ ... 4

1.5 ประโยชน์จากการศึกษามีดังนี้ ... 4

3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ที่เครื่องจักรอื่นได้ ... 4

บทที่ 2 การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ... 5

2.1 การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (Design of Experiment: DOE) ... 5

2.2 ทฤษฎี SMED (Single Minute Exchange of Die method) ... 12

2.2.1 หลักการพื้นฐานของ SMED ... 12

2.2.2 ขั้นตอนในการทำ SMED ... 13

2.3 กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง ... 14

2.3.1 กระบวนการผสมยาง (Mixing Process) ... 14

2.3.2 กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน (Preparation Process) ... 15

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ... 16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย ... 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน ... 14
3.1.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา ... 14
3.1.2 ศึกษาสภาพทั่วไปของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ... 14
3.1.3 การปฏิบัติงานของแผนกเตรียมชิ้นส่วนประกอบยางเครื่องบิน ... 20
3.2 การวิเคราะห์ปัญหา ... 21
3.3 ศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) ... 22
บทที่ 4 ผลของการวิจัย ... 36
4.1 ผลจากการ ศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) ... 36
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ... 45
5.1 สรุปผลการศึกษา ... 45
5.2 ข้อจำกัด ... 45
5.3 ข้อเสนอแนะ ... 46
ภาคผนวก ก ... 47
บรรณานุกรม ... 57
ประวัติผู้เขียน ... 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในปัจจุบัน 3

1-2 มูลค่าเสียโอกาส 4

2-1 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

3-1 กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเครื่องใน 1 กะ 23

3-2 กิจกรรมที่สามารถเปลี่ยนจากการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก 24

3-3 เปรียบเทียบค่าความเสียโอกาสและค่าจ้างพนักงาน 24

3-4 ตัวแปรและระดับที่ใช้ในการทดลองโดย 2^K full factorial design 27

3-5 ป้อนค่าผลลัพธ์ลงในตารางการออกแบบการทดลองแบบ 2^K full factorial design 28

3-6 ลำดับการทดลองจากโปรแกรม Minitab 30

3-7 ผลการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 full factorial design 31

4-1 กิจกรรมที่เปลี่ยนจากการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก 37

4-2 รายละเอียดข้อมูลการทำงานของพนักงาน splicer 37

4-3 ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะก่อนการปรับปรุง 39

4-4 ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะหลังการปรับปรุง 39

4-5 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	ความสามารถสูงสุดของเครื่องจักรเพื่อตอบสนองต่อความต้องการลูกค้า	2
2-1	องค์ประกอบของการออกแบบการทดลอง	9
2-2	ตัวอย่างแบบการทดลองแฟคทอเรียลกรณี 2 ปัจจัย 2 ระดับ	10
2-3	รูปเรขาคณิตของแบบการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน	10
2-4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงระหว่างปัจจัยและตัวแปรตอบสนอง	11
2-5	ส่วนของการทดลองแบบส่วนประสมกลาง	11
2-6	รูปเรขาคณิตของแบบการทดลองแบบ Box-Behnken กรณี 3 ปัจจัย	12
2-7	ขั้นตอนการเตรียมผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน	15
3-1	ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา	19
3-2	ส่วนประกอบของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน	19
3-3	ผลผลิตย้อนหลังจากเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2560 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ.2561	20
3-4	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน	21
3-5	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการพาเรโต	22
3-6	ตัวอย่างแบบฟอร์มการจับเวลา	26
3-7	เครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน	28
3-8	วัตถุดิบ	29
3-9	นาฬิกาจับเวลา	29
3-10	การวิเคราะห์ผลโดยใช้แผนภาพพาเรโต	32
3-11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนอง	33
3-12	ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง	34
3-13	ผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง	34
4-1	Optimization Plot	43

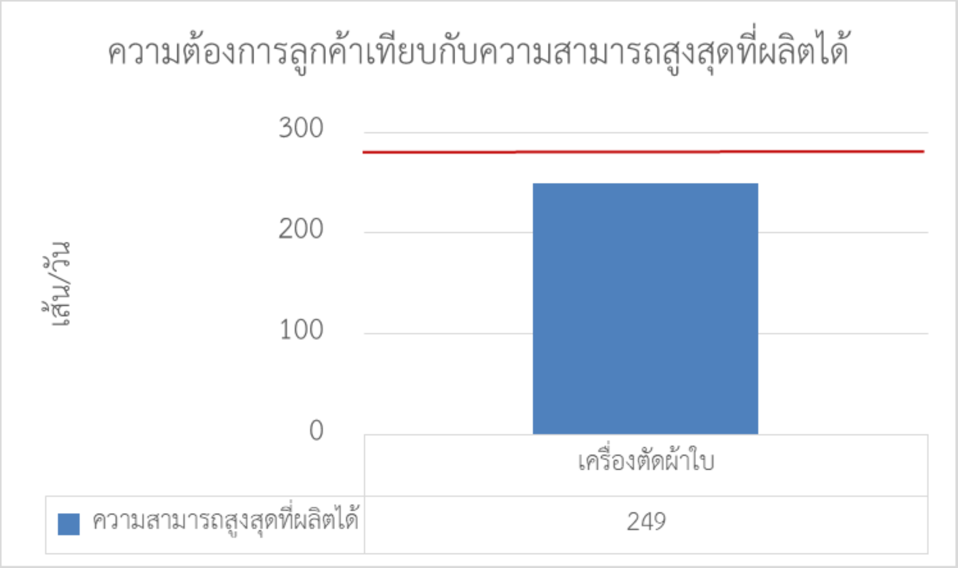
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นโอกาสที่อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในด้านการลงทุน การจ้างงาน และการส่งออก อีกทั้งประเทศไทยได้รับการยอมรับเรื่องฝีมือของแรงงานประกอบกับทักษะของแรงงานไทยซึ่งมีศักยภาพเหมาะสมสำหรับการเข้ามาตั้งฐานการผลิต ที่มีสัดส่วนการส่งออกกว่าร้อยละ 4 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดของประเทศ (รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2560) ส่งผลให้อุตสาหกรรมของประเทศไทยมีโอกาสในการขยายตัว เพิ่มการส่งออกเพื่อสร้างรายได้ให้กับประเทศ ซึ่งจะมีผลกับภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ หนึ่งในนั้นอุตสาหกรรมที่น่าสนใจคืออุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง ในเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 คิดเป็นมูลค่า 19,341 ล้านบาท (กระทรวงอุตสาหกรรม 8 เมษายน 2561)

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการศึกษาอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาของบริษัทตัวอย่างคือ ผลิตภัณฑ์ยางเครื่องบิน เป็นอุตสาหกรรมผลิตสินค้าตามความต้องการของลูกค้า (Make to Order) โดยในปีพ.ศ. 2561 ถึงปีพ.ศ. 2563 มีความต้องการยางเครื่องบินเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 7.5% ต่อปี ซึ่งจากภาพที่1-1 แสดงให้เห็นถึงความสามารถสูงสุดของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินว่ามีความสามารถสูงสุดโดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 249 เส้นต่อวัน ซึ่งไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับความต้องการของลูกค้าในอนาคตโดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 268 เส้นต่อวัน และเนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาไม่มีนโยบายในการซื้อเครื่องจักรเข้ามาติดตั้งเพิ่มเติม ทำให้ทางผู้ศึกษาสนใจศึกษาที่เครื่องจักรนี้เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิตยางเครื่องบิน จึงได้ทำการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อให้เครื่องจักรหยุดการทำงานน้อยที่สุด และทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคตถึงปีพ.ศ. 2563 จากการศึกษาสภาพปัญหาในบริษัทกรณีศึกษาของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน พบว่าปัญหาหลักในปัจจุบันเกิดจากเครื่องจักรมีการรอคอยพนักงาน และพนักงานมีการรอคอยเครื่องจักรเกิดขึ้น



ภาพที่ 1-1 ความสามารถสูงสุดของเครื่องจักรเพื่อตอบสนองต่อความต้องการลูกค้า

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นเหตุจูงใจให้ผู้ศึกษาสนใจทำการศึกษาถึงขั้นตอนการทำงานของพนักงานกับเครื่องจักร และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาข้างต้นเพื่อหาแนวทางการแก้ไข รวมถึงภาระงานของพนักงานและจำนวนพนักงานในแต่ละกะไม่เหมาะสมต่อการทำงานจริง โดยปัจจุบันทางบริษัทกรณีศึกษามีภาระงานของพนักงานเท่ากับ 94.88% ต่อคนต่อหนึ่งโต๊ะต่อชิ้นงาน โดยที่ 1 กะ (8 ชั่วโมงการทำงาน) ได้ผลผลิตเท่ากับ 11.5 ม้วนต่อคนต่อหนึ่งโต๊ะตัดชิ้นงาน และได้กำหนดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรเท่ากับ 85.0% ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรจากข้อมูลย้อนหลัง 1 ปีจากเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561เท่ากับ 81.3% ดังแสดงในตารางที่ 1-1 และคิดเป็นมูลค่าเสียโอกาสในกรณีที่ไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า ดังแสดงในตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-1 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในปัจจุบัน

กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน	เปอร์เซ็นต์
ทดสอบผลิตภัณฑ์ใหม่	0.5%
ซ่อมบำรุงตามรอบเวลา	0.6%
เครื่องมือเกิดความเสียหาย	0.6%
เครื่องจักรเกิดความเสียหาย	1.3%
เปลี่ยนการผลิต	3.3%
ตรวจสอบและตั้งค่าเครื่องจักร	2.6%
ตรวจสอบเครื่องจับโลหะ	0.2%
ตรวจและบันทึกผลอุณหภูมิและความชื้น	0.0%
ตรวจ Standard	0.4%
วางแผนผลิตตอนต้นกะ	0.5%
เตรียมโพสต์/ปิดโพสต์ เมื่อเริ่มกะ/จบกะ/ไปพัก	0.5%
บันทึก level 1	0.5%
เขียน Hr/Hr	0.7%
ชั่ง Scrap และบันทึก	0.2%
เปลี่ยนใบมีดคัตเตอร์	0.1%
ตรวจสอบความเหนียว (ทุกmaster roll)	0.5%
สื่อสารกับแผนกสร้างยาง	0.2%
ส่งกะ	0.4%
ต่อม้วน NT แบบไม่หยุดเครื่อง (External)	0.7%
รอพนักงาน	1.9%
รอเปลี่ยนม้วนการผลิต	0.8%
รอสายพานการผลิต	2.0%
เปอร์เซ็นต์รวมเครื่องจักรหยุดเครื่อง	18.7%
เปอร์เซ็นต์รวมเครื่องจักรสามารถทำงานได้	81.3%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1-2 มูลค่าเสียโอกาส

ข้อมูล	พ.ศ.2562	พ.ศ.2563
จำนวนเส้นที่ไม่สามารถผลิตได้	2,999	10,467
มูลค่าเสียโอกาส	38,096,968	132,964,643

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินของบริษัทกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาเฉพาะเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินของบริษัทกรณีศึกษา

1.4 ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1 ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2 วิเคราะห์ปัญหาและระบุสาเหตุของปัญหา

3 ศึกษาและทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4 กำหนดแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินให้กับบริษัทกรณีศึกษา

5 นำแนวทางการปรับปรุงมาใช้กับบริษัทกรณีศึกษา

6 วิเคราะห์และประเมินผลก่อนและหลังการศึกษา

7 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะของบริษัทกรณีศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์จากการศึกษามีดังนี้

1 ลดความสูญเปล่าจากเครื่องจักรหยุดการทำงาน

2 เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ที่เครื่องจักรอื่นได้

บทที่ 2
การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน เพื่อลดความสูญเปล่าจากเครื่องจักรหยุดการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม ทฤษฎี SMED กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1 การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (Design of Experiment: DOE)

2 ทฤษฎี SMED (Single Minute Exchange of Die method)

3 กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง

4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (Design of Experiment: DOE)

กระบวนการในการออกแบบการทดลองจะทำให้เราได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสมสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อในเชิงสถิติ โดยข้อมูลเหล่านี้ก็จะมีความน่าเชื่อถือสมเหตุสมผล สามารถหาข้อสรุปได้อย่างถูกต้องจากข้อมูลที่เรามีอยู่โดยใช้หลักการทางสถิติในการสนับสนุนข้อมูล และถ้าปัญหาที่สนใจนั้นเกี่ยวข้องกับความผิดพลาดในการทดลอง (Experiment Error) วิธีการทางสถิติจึงเป็นวิธีการอย่างเดียวเท่านั้นที่จะสามารถนำมาใช้ในผลการวิเคราะห์การทดลองนั้นได้ จึงสามารถกล่าวได้ว่า สิ่งสำคัญ 2 ประการสำหรับปัญหาที่เกี่ยวกับการทดลองก็คือ การออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ปารเมศ ชุติมา 2545)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการพื้นฐานของการออกแบบการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ประการดังนี้

1 เรพลิเคชั่น (Replication) หมายถึง การทดลองซ้ำ โดยมีคุณสมบัติสองประการคือ ประการแรก เรพลิเคชั่นทำให้ผู้ทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้ ซึ่งตัวประมาณความผิดพลาดนี้กลายเป็นหน่วยของการวัดขั้นพื้นฐานสำหรับพิจารณาว่าความแตกต่างสำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันในเชิงสถิติหรือไม่ ประการที่สองถ้าค่าเฉลี่ยถูกนำมาใช้เพื่อประมาณผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งในการทดลองดังนั้นเรพลิเคชั่นทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบนี้

2 แรมดอมไมเซชัน (Randomization) หมายถึงการทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่า

ข้อมูลหรือความผิดพลาด จะต้องเป็นแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบอิสระ แรมดอมไมเซชันจะทำให้สมมติฐานนี้เป็นจริง และทำให้สามารถลดปัจจัยภายนอกที่อาจจะปรากฏในการทดลองได้

3 บล็อกกิง (Blocking) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความเที่ยงตรง (Precision) ให้แก่การทดลอง บล็อกอันหนึ่งจะหมายถึงส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันเดียวกันมากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่างๆ ภายในแต่ละบล็อกจะเกิดจากการทำบล็อกกิง

แนวทางการออกแบบการทดลองมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

4 การทำความเข้าใจถึงปัญหา ในขั้นตอนนี้จะต้องพยายามพัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง บ่อยครั้งที่จะต้องหาข้อมูลอินพุดจากบุคคลหรือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนกวิศวกรรม แผนกประกันคุณภาพ แผนกผลิต แผนกการตลาด ผู้บริหารลูกค้า และแผนกบุคคล ถ้อยแถลงของปัญหาที่มีความชัดเจนจะมีผลอย่างมากต่อความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และคำตอบสุดท้ายของปัญหานั้นๆ ด้วยเหตุผลนี้เองการออกแบบการทดลองทุกครั้งควรจะมีการทำงานเป็นทีม

5 การเลือกปัจจัย ระดับ และขอบเขต ผู้ทดลองต้องเลือกปัจจัยที่จะนำมาเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดลอง กำหนดขอบเขตที่ปัจจัยเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลง และกำหนดระดับ (Level) ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จะต้องพิจารณาด้วยว่าจะควบคุมปัจจัยเหล่านี้ ณ จุดที่กำหนดให้อย่างไร และจะวัดผลตอบได้อย่างไร ดังนั้นในกรณีเช่นนี้ผู้ทดลองจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเป็นอย่างมาก ซึ่งความรู้นี้อาจจะได้มาจากประสบการณ์และความรู้ทางทฤษฎี มีความจำเป็นที่เราจะต้องตรวจสอบดูว่า ปัจจัยที่กำหนดขึ้นมาทั้งหมดนี้มีความสำคัญหรือไม่ และเมื่อวัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ การกรองปัจจัย (Screening) เราควรจะกำหนดให้ระดับต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อยๆ การเลือกขอบเขตของการทดลองก็มีความสำคัญเช่นกัน ในการทดลองเพื่อกรองปัจจัยเราควรจะเลือกขอบเขตให้มีความกว้างมากๆ หมายถึงว่าขอบเขตที่ปัจจัยแต่ละตัวจะเปลี่ยนแปลงได้ควรมีค่ากว้างๆ และเมื่อเราได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นว่า ตัวแปรใดมีความสำคัญและระดับใดที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เราอาจจะลดขอบเขตลงมาให้แคบลงได้

6 การเลือกตัวแปรตอบสนอง ในการเลือกตัวแปรตอบสนองผู้ทดลองควรจะแน่ใจว่า ตัวแปรนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่กำลังศึกษาอยู่ บ่อยครั้งที่ค่าเฉลี่ยหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หรือทั้งคู่) ของกระบวนการจะเป็นตัวแปรตอบสนอง เป็นไปได้ว่าในการทดลองหนึ่งอาจจะมีผลตอบสนองหลายตัว และมีความจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องกำหนดให้ได้ว่าอะไรคือตัวแปรตอบสนอง และจะวัดตัวแปรเหล่านี้ได้อย่างไร ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทดลองจริง

7 การเลือกการออกแบบการทดลอง จะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาขนาดตัวอย่าง (จำนวนเรพลิเคต) การเลือกลำดับที่เหมาะสมของการทดลองที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล และการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัดสินใจว่า ควรจะใช้วิธีบล็อกหรือการใช้การแรนดอมไมเซชันอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ ในการเลือกการออกแบบจำเป็นจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองอยู่ตลอดเวลา ในการทดลองทางวิศวกรรมส่วนมากเราจะทราบตั้งแต่เริ่มต้นแล้วว่า ปัจจัยบางตัวจะมีผลต่อผลตอบที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราจะหาว่าปัจจัยตัวใดที่ทำให้เกิดความแตกต่าง และประมาณขนาดของความแตกต่างที่เกิดขึ้น

8 ทำการทดลอง เมื่อทำการทดลองเราจะต้องติดตามดูกระบวนการทำงานอย่างระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินการทุกอย่างเป็นไปตามแผน ถ้ามีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้นเกี่ยวกับวิธีการทดลองในขั้นตอนนี้ จะทำให้การทดลองที่ทำนั้นใช้ไม่ได้ ดังนั้นการวางแผนในตอนแรกจะมีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้น

9 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เราควรจำเอาวิธีการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อว่าผลลัพธ์และข้อสรุปที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง ถ้าการทดลองได้ถูกออกแบบไว้เป็นอย่างดี และถ้ามีการทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ วิธีการทางสถิติจะนำมาใช้นั้นจะเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ข้อได้เปรียบของวิธีการทางสถิติมาผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรม ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ และสามัญสำนึก จะทำให้ข้อสรุปที่ได้ออกมานั้นมีเหตุผลสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

10 การสรุปผลและข้อเสนอแนะ หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไป คือ ต้องหาข้อสรุปในทางปฏิบัติและแนะนำแนวทางของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ในขั้นตอนนี้จะนำเอาวิธีการทางกราฟเข้ามาช่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการนำเสนอผลงานนี้ให้ผู้อื่นฟัง นอกจากนี้แล้วการทำการทดลองเพื่อยืนยันผล (Confirmation Testing) ควรจะทำขึ้นเพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปที่เกิดขึ้นอีกด้วย

องค์ประกอบของการออกแบบการทดลอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 2-1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1 ชนิดของการดำเนินการ (Design type) คือ รูปแบบมาตรฐานที่จะใช้ในการดำเนินการ ผู้ทำการทดลองจะต้องตัดสินใจเลือกตั้งแต่อยู่ในขั้นตอนวางแผน เพราะชนิดของการออกแบบการทดลองจะนำไปสู่วิธีการดำเนินการทดลอง วิธีเก็บบันทึกข้อมูล และเครื่องมือทางสถิติที่จะใช้ในการวิเคราะห์ในที่สุด การจะตัดสินใจเลือกการออกแบบการทดลองใดนั้น ต้องพิจารณาถึงผลหรือเป้าหมายที่ต้องการได้รับ ความซับซ้อนของการทำการทดลอง และข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ โดยนักสถิติในยุคที่ผ่านมาได้คิดค้นการออกแบบการทดลองต่างๆ ไว้มากมาย จำเป็นที่ผู้ต้องการใช้จะต้องศึกษารายละเอียดแต่ละการออกแบบการทดลองเพิ่มเติมด้วย

2 เครื่องมือทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ (Statistical tools) หมายถึงกรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ เช่นเดียวกับที่ผู้ทดลองจะต้องเลือกตั้งแต่อยู่ในขั้นตอนการวางแผนการทดลอง และที่สำคัญผู้ใช้

จะต้องเข้าใจเครื่องมือเหล่านี้ให้ดีพอ เมื่อผลการวิเคราะห์ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้ว จะแปลความหมายอย่างไร มีข้อผิดพลาดจะรู้ได้อย่างไร และตรวจได้ที่ใด

3 เทคนิคที่ช่วยให้การดำเนินการง่าย หรือถูกต้องมากขึ้น (Technique) หมายถึง วิธีการที่จะทำให้การดำเนินการทดลองง่าย สะดวก และประหยัดทรัพยากรมากขึ้น โดยที่ผลการวิเคราะห์ยังเป็นที่ยอมรับได้ เช่นเดียวกับผู้ทำการทดลองจะต้องกำหนดเทคนิคหรือกลยุทธ์พร้อมกับเลือกการออกแบบการทดลอง เพราะบางการออกแบบการทดลองก็มีข้อห้ามข้อกำหนดหรือข้อยืดหยุ่นที่แตกต่างไป

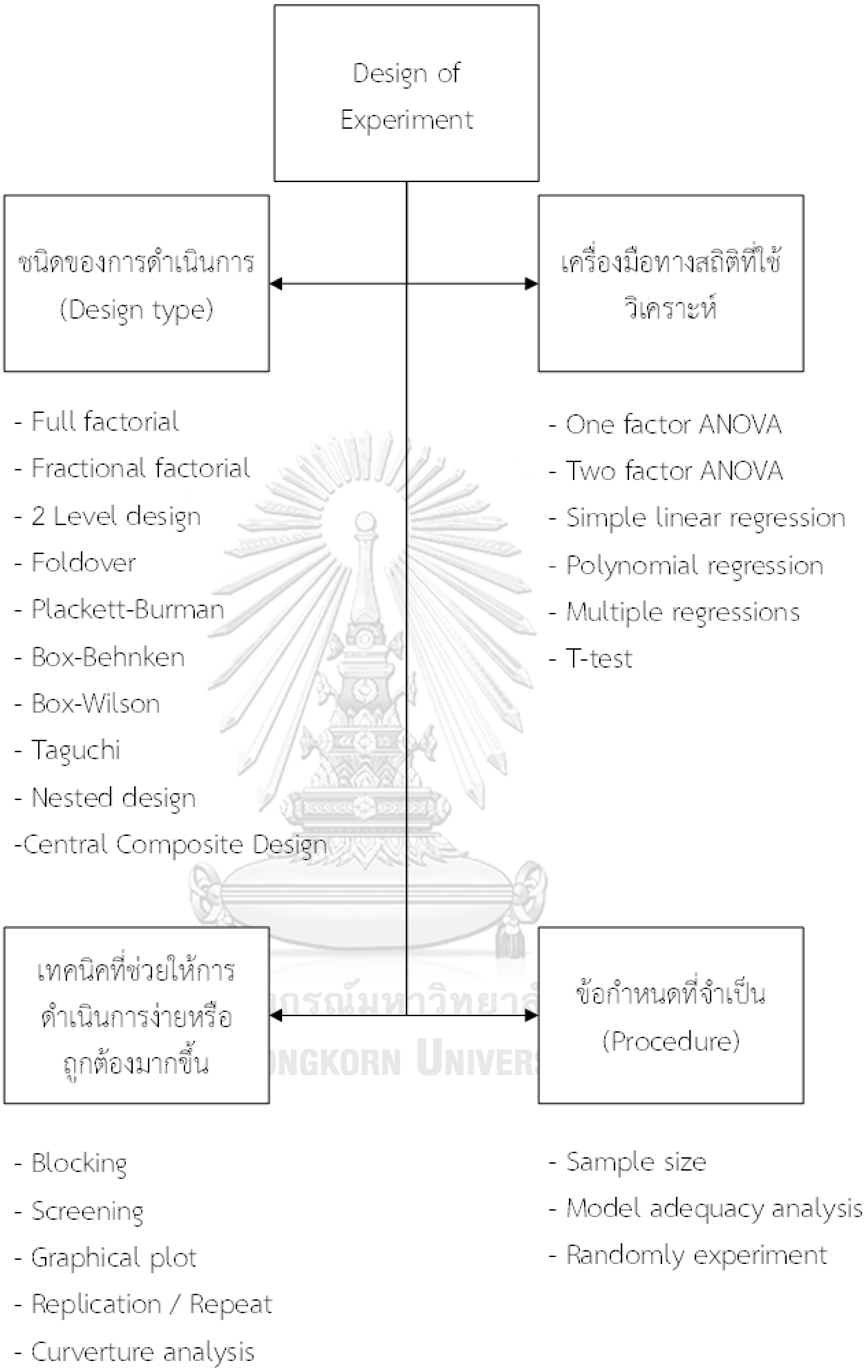
4 ข้อกำหนดที่จำเป็น (Procedure) เป็นสิ่งพื้นฐานที่ผู้ทำการทดลองจะต้องคำนึงถึงอยู่เสมอ หากไม่คำนึงถึงแล้วผลการวิเคราะห์และข้อสรุปที่ได้อาจจะไม่มีความหมาย

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เป็นกระบวนการวางแผนการทดลองและนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์หลักการทางสถิติ และหาข้อสรุปของปัจจัยนำเข้าใดมีผลต่อปัญหาที่เกิดขึ้น วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบผลกระทบหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (Main effect) และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย (Interaction effect) พร้อมทั้งหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและตัวแปรตอบสนอง เพื่อใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ทำให้ตัวแปรตอบสนองมีค่าที่ต้องการ โดยที่ประโยชน์ของการออกแบบการทดลองนั้น คือ ช่วยประหยัดจำนวนการทดลองให้มีเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

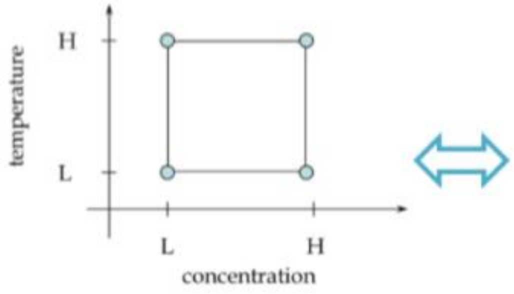
ประเภทของการออกแบบการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง ได้แก่ ประเภทที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อหาว่าปัจจัยใดมีผลต่อตัวแปรตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นแบบการทดลองที่มีการทดสอบแต่ละปัจจัยที่ 2 ระดับเท่านั้น เพื่อประหยัดจำนวนการทดลอง แบบการทดลองประเภทนี้ได้แก่ แบบการทดลองแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ (Full Factorial design) และแบบการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial design) สำหรับประเภทที่ 2 เป็นแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ทำให้ตัวแปรตอบสนองมีค่าที่ต้องการ ซึ่งแบบการทดลองที่ใช้มีวัตถุประสงค์ในการหาค่าที่เหมาะสมแต่ละปัจจัยจะต้องถูกทดสอบที่มากกว่า 2 ระดับ แบบการทดลองประเภทนี้ได้แก่ แบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design: CCD) และแบบการทดลองแบบ Box-Behnken

1 การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป (Full Factorial design) กรณีปัจจัยที่ 2 ระดับ คือแบบการทดลองที่ประกอบไปด้วยทุก combination ของระดับของปัจจัย โดยแต่ละปัจจัยจะถูกทดลองที่ 2 ระดับ ที่ค่าที่ระดับสูง (+1 หรือ high: H) และระดับต่ำ (-1 หรือ low: L) ดังแสดงในรูปที่ 2-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



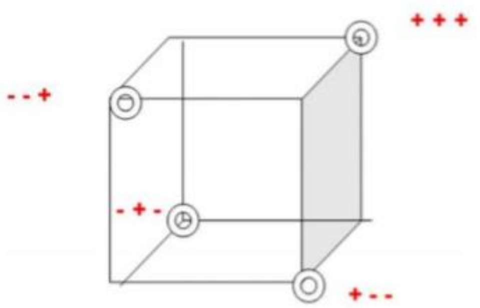
ภาพที่ 2-1 องค์ประกอบของการออกแบบการทดลอง



Runs	Coded Values
L, L	-1,-1
L, H	-1, 1
H, L	1,-1
H, H	1, 1

ภาพที่ 2-2 *ตัวอย่างแบบการทดลองแฟคทอเรียลกรณี 2 ปัจจัย 2 ระดับ*

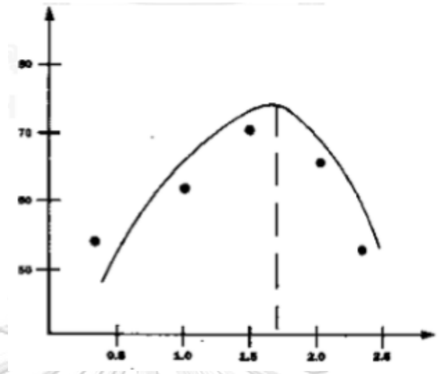
2 การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial design) คือเมื่อจำนวนของปัจจัยที่นำมาศึกษาในรูปแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2K เพิ่มขึ้น จำนวนการทดลองที่ต้องใช้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย หากทำการทดลองแฟคทอเรียลเต็มรูปจะสามารถหาค่าผลกระทบร่วมได้ในทุกลำดับ เป็นจำนวน 2Kx1 ผลกระทบ และอีกหนึ่งส่วนคือจุดตัดแกน เช่น ผลกระทบหลัก ผลกระทบร่วมของ 2 ปัจจัย ผลกระทบร่วมของ 3 ปัจจัย ผลกระทบร่วมของ 4 ปัจจัย จนกระทั่งถึงผลกระทบร่วมของ K ปัจจัย จากงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการศึกษาพบว่า ผลกระทบร่วมตั้งแต่ 3 ปัจจัยขึ้นไปจะมีค่าน้อยมากเข้าใกล้ศูนย์จนไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถละทิ้งการประมาณค่าของผลกระทบร่วมตั้งแต่ 3 ปัจจัยขึ้นไปได้ หากละทิ้งการประมาณค่าเทอมเหล่านี้ได้ก็สามารถทำการทดลองที่จำนวนสภาวะเพียงบางส่วนได้ จึงเรียกประเภทการทดลองนี้ว่าการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial design) ดังแสดงในรูปที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 *รูปเรขาคณิตของแบบการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วน*

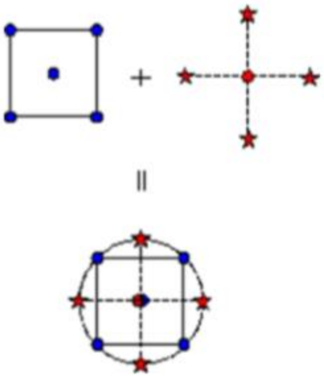
3 การออกแบบการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Design) ใช้สำหรับวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่ทำให้ตัวแปรตอบสนองมีค่าที่ต้องการ ซึ่งแบบการทดลองนี้ แต่ละปัจจัยต้องถูกทดสอบที่มากกว่า 2 ระดับ แบบการทดลองประเภทนี้ได้แก่ แบบ

การทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design: CCD) และแบบการทดลองแบบ Box-Behnken ดังแสดงในรูปที่ 2-4 จะเห็นได้ว่า หากมีการทดลองที่มากกว่า 2 ระดับ จะสามารถเห็นจุดที่ตัวแปรตอบสนองมีค่าสูงที่สุดหรือต่ำที่สุดได้ หรือที่ค่าตัวแปรตอบสนองที่ระดับที่ต้องการได้ โดยแบบการทดลองมี 2 ประเภทคือ



ภาพที่ 2-4 *กราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงระหว่างปัจจัยและตัวแปรตอบสนอง*

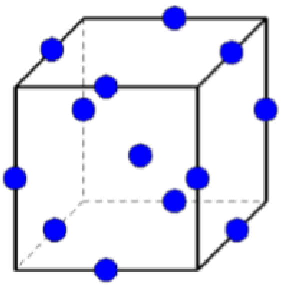
1 การออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Compossite Design: CCD) การออกแบบนี้เหมาะสมกับการสร้างตัวแปรที่มีลักษณะเป็นโพลิโนเมียลกำลังสอง ซึ่งจะประกอบด้วยการทดลอง 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนการทดลองแฟคทอเรียล 2K ส่วนของจุดแกน (Axial runs) และส่วนของจุดศูนย์กลาง (Center runs) ดังแสดงในรูปที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 *ส่วนของการทดลองแบบส่วนประสมกลาง*

2 การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken เป็นการออกแบบการทดลองสำหรับจำนวนปัจจัย 3 ปัจจัยขึ้นไป โดยปัจจัยใดๆ จะถูกทดลองที่ 3 ระดับ โดยจะสร้างตัวแบบที่มีลักษณะ

เป็นโพลิโนเมียลกำลังสอง ซึ่ง combination ของการทดลองจะประกอบด้วยการทดลองที่จุดกึ่งกลางของแต่ละด้านและที่จุดศูนย์กลางของตัวแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2-6 นอกจากนี้การทดลองแบบ Box-Behnken ยังใช้จำนวนการทดลองที่น้อยกว่าแบบส่วนประสมกลาง



ภาพที่ 2-6 *รูปเรขาคณิตของแบบการทดลองแบบ Box-Behnken กรณี 3 ปัจจัย*

2.2 ทฤษฎี SMED (Single Minute Exchange of Die method)

SMED แนวคิดของ Shingeo Shingo ผู้พัฒนาระบบ SMED โดยการเฝ้าสังเกตสิ่งที่พนักงานปฏิบัติในขณะปรับเปลี่ยนเครื่องจักร และคิดวิธีที่จะสามารถติดตั้งเครื่องจักรให้มีเวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) สั้นที่สุด (Shingo. 2550)

2.2.1 หลักการพื้นฐานของ SMED

หลักการพื้นฐานของ SMED แบ่งงานปรับตั้งเครื่องจักรออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1 การตั้งเครื่องจักรภายใน (Internal Setup) หมายถึง งานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้นจึงจะสามารถทำได้ เช่น การถอดเปลี่ยน การติดตั้งแม่พิมพ์ การปรับตั้งศูนย์ เป็นต้น

2 การตั้งเครื่องจักรภายนอก (External Setup) หมายถึงงานที่ไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรก็สามารถทำงานได้ เช่น การขนย้ายแม่พิมพ์ใหม่มารอการติดตั้ง การขนย้ายแม่พิมพ์เก่าไปเก็บ เป็นต้น

ในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยทั่วไปจะประกอบด้วยงานในและงานนอกรวมกันอยู่เป็นงานเดียวกัน ไม่ได้มีการแยกงานออกจากกันอย่างชัดเจนเป็นเหตุให้กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นใช้เวลานานกว่าที่ควรจะเป็นเนื่องจากมีงานในและงานนอกผสมปะปนกันอยู่ซึ่งส่งผลให้ในระหว่างการปรับตั้งเครื่องจักรนั้น เครื่องจักรมีการสูญเสียเวลาจากจากรอคอยที่มาก

2.2.2 ขั้นตอนในการทำ SMED

ขั้นตอนในการทำ SMED มี 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1 แยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องจักรภายนอก (Seperating Internal and External Setup) เช่น การจัดเตรียมและการขนย้ายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เวลาที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการตั้งเครื่องจักรภายในโดยที่เครื่องจักรต้องหยุดทำงานโดยปกติแล้วจะสามารถลดลงได้ 30%-50% และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่

การใช้ใบรายการตรวจสอบ (Check list) คือการทำรายการตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ของการตั้งเครื่อง โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ของการตั้งเครื่อง เครื่องมือที่ใช้ วิธีการ ข้อกำหนด ข้อบังคับ โดยรายละเอียดต่างๆ เหล่านี้จะช่วยป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการตั้งเครื่องจักร ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงเวลาสูญเสียที่ต้องใช้ในการแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าวได้

การใช้ใบรายการตรวจสอบหน้าที่ (Function Check) การใช้ใบรายการตรวจสอบเบื้องต้นนั้นมีประโยชน์ในการพิจารณาว่าสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้ในการตั้งเครื่องว่ามีอยู่อย่างครบถ้วนหรือไม่ แต่ไม่ได้ระบุหน้าที่การทำงานที่เกิดขึ้นนั้นสมบูรณ์และเหมาะสมหรือไม่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบหน้าที่การทำงานของสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้ในการตั้งเครื่องจักร ในกรณีที่เกิดข้อบกพร่องขึ้น จะทำให้เกิดความล่าช้าในการตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตขึ้น

การปรับปรุงการขนย้ายแม่พิมพ์หรือชิ้นส่วนอื่นๆ (Improving transportation of Dies and Other Parts) หมายถึง การขนถ่ายชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบจากที่เก็บไปยังเครื่องจักร และการขนถ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จกลับไปสู่ที่เก็บจะต้องทำในขั้นตอนการตั้งเครื่องของสายการผลิต ซึ่งอาจทำโดยพนักงานคุมเครื่องเป็นผู้ขนย้ายไปเองในขณะที่เครื่องจักรทำงานหรือพนักงานอื่นมีหน้าที่ในการขนย้าย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2 แปลงการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก (Convert Internal to External Setup) ซึ่งการลดเวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่องจักรลงไปจนถึงจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว (Single minute Range) เกี่ยวข้องกับกิจกรรมสำคัญ 2 อย่าง คือ

(1) พิจารณาการปฏิบัติการใหม่อีกครั้ง เพื่อดูว่ามีขั้นตอนใดที่ถูกเข้าใจผิดว่าเป็นการตั้งเครื่องจักรภายในบ้างหรือไม่

(2) หาทางแปลงขั้นตอนเหล่านี้ให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก การปฏิบัติการต่างๆ มักจะสามารถถูกเปลี่ยนเป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ด้วยการพิจารณาหน้าที่ที่แท้จริงของมัน และมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมงานย่อยใดๆ ที่เกิดขึ้น

3 การปรับปรุงการตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Streamlining All Aspects of the Setup Operation) เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่องจักรลงไป

อีก องค์ประกอบพื้นฐานของแต่ละการตั้งเครื่องต้องถูกนำมาวิเคราะห์โดยละเอียด นำหลักการเฉพาะหลายๆ อย่างมาใช้เพื่อลดเวลาที่จำเป็นต้องใช้ลง โดยเฉพาะขั้นตอนการตั้งเครื่องจักรที่เป็นการตั้งเครื่องจักรภายในซึ่งทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน

2.3 กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไป ประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก ดังต่อไปนี้

2.3.1 กระบวนการผสมยาง (Mixing Process)

เครื่องผสมยางเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการผลิตยางดิบ ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ และสารเคมี จะถูกนำไปบดผสมกันตามสูตรที่ได้ถูกกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบไว้แล้ว การผสมยางทำได้ 2 วิธี คือ การผสมในเครื่องผสมบานบูรี (Banbury Mixer) และการผสมบนลูกกลิ้ง (Mill) โดยที่การผสมบานบูรีจะใช้เวลาน้อยกว่าและสามารถผสมยางได้ในปริมาณที่มากกว่าบนลูกกลิ้ง มีการควบคุมกระบวนการผสมยางได้ 3 วิธี คือ

1 การใช้เวลา วิธีนี้ไม่เหมาะสมในกรณีที่บานบูรีมีอุณหภูมิสูงจะทำให้ยางที่ผสมได้รับความร้อนมากเกินไปอาจทำให้ยางไหม้ได้ (Lumpy)

2 การใช้อุณหภูมิควบคุม ในกรณีที่อุณหภูมิคงที่วิธีนี้จะเหมาะสมแต่ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ยางผสมกันไม่ดี

3 การใช้กำลังงานควบคุม วิธีการนี้จะได้ผลดีเมื่อการควบคุมอุณหภูมิไม่ได้ผล คือเหมาะที่จะดำเนินการในช่วงที่อุณหภูมิในบานบูรีสูง การใช้อุณหภูมิควบคุมจะทำให้ยางหล่นลงมาก่อนที่ยางจะเข้ากัน เมื่อผสมยางจนถึงจุดที่กำหนดแล้วประตูเครื่องผสมก็จะเปิดออกและยางจะตกลงมา การผสมที่บานบูรีเป็นการผสมแบบ Batch Process โดยขั้นตอนการผสมยางมี 2 ขั้นตอนคือ

(1) Master Batch เป็นการผสมยางดิบ ซึ่งอาจจะเป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ หรือในบางสต๊อกมียางทั้งสองชนิดผสมกันให้เข้ากับสารเคมี แต่จะไม่รวมถึงสารวัลคาไนซ์ ตัวเร่งปฏิกิริยา สารเสริมตัวเร่งปฏิกิริยา และรีทาเดอร์ ซึ่งถ้าผสมสารพวกนี้ในขั้นตอนนี้จะทำให้ยางสุกก่อนที่จะนำไปใช้งาน รวมทั้งอุณหภูมิในการผสมยางจะต้องควบคุมไม่ให้มากเกินไป คือประมาณ 300 องศาฟาเรนไฮต์ ในกรณีที่สารเคมีที่จะเติมมีอยู่มาก ก็จะทำยางเพิ่มอีก Master Batch โดยการแบ่งสารเคมีครึ่งหนึ่งเข้าไปผสมก่อน จากนั้นจะนำ Batch ที่ผ่านการผสมแล้วมาผสมอีกที โดยการเติมสารเคมีส่วนที่เหลือมาผ่านกระบวนการอีกทีหนึ่ง ยางที่ต้องการความนิ่มมากกว่าปกติจะนำยางมาผ่านบานบูรีโดยไม่ต้องเติมสารเคมีใดๆ เราเรียกว่า Master Rubber จากนั้นจึงนำเข้ากระบวนการแทนยางเดิม

(2) Final Step เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผสมยาง ขั้นตอนนี้จะใส่สารวัลคาไนซ์รวมทั้งตัวเร่งปฏิกิริยา สารเสริมตัวเร่งปฏิกิริยา และรีทาเดอร์ อาจจะใส่ทุกตัวหรือใส่เฉพาะตัว

ขึ้นอยู่กับสูตรของยางแต่ละสูตรว่าจะใช้ทำส่วนใดของยางเครื่องบิน ซึ่งสารที่ใส่ลงไปนั้นจะเป็นสารสำคัญที่ทำให้ยางถูกวัลคาไนซ์ ขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิให้แน่นอน มิฉะนั้นยางจะสุกก่อนนำไปใช้งานโดยที่อุณหภูมิในการอบยางไม่ควรเกิน 220 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งยางที่ผสมในบานบูรีจะถูกนำไปบดในลูกกลิ้ง (Mill) ก่อนแล้วจึงถูกส่งไปตามสายพาน ซึ่งในช่วงที่อยู่บนสายพานยางจะถูกฉีดด้วยน้ำสบู่เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของยางที่ผสมแล้วไม่ให้ร้อนเกินไป และมีการเป่าลมเพื่อให้น้ำสบู่แห้ง โดยน้ำสบู่จะช่วยไม่ให้ยางติดกันเพราะจะต้องเก็บยางรวมกันไว้ก่อนที่จะนำไปใช้งาน

2.3.2 กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน (Preparation Process)

กระบวนการเตรียมโครงยาง (Ply) หลังจากผ่านขั้นตอนการบดยาง (Mill) ยางก็จะถูกนำมาสู่ขั้นตอนการกดอัดให้เรียบ และนำยางมาเคลือบลงบนผ้าใบไนล่อน โดยใช้เครื่องฉาบผ้าใบ (Calender Machine) ซึ่งจะประกอบด้วยลูกกลิ้ง 4 ลูก ซึ่งเครื่องฉาบผ้าใบ จะทำหน้าที่ 3 อย่างดังนี้

1 เพื่อทำให้ส่วนผสมต่างๆ ในตัวยางรวมเป็นยางที่มีความหนา และความกว้างอย่างเหมาะสม รวมทั้งการกระจายตัวของเส้นใยต้องสม่ำเสมอทั่วกันทั้งผืน ทั้งนี้เมื่อนำไปสร้างโครงยางจะทำให้ได้ยางที่มีขนาด และน้ำหนักสม่ำเสมอกันทุกเส้น

2 เพื่อแทรกผ้าบุรองแผ่นยาง (Liner) เพื่อป้องกันแผ่นยางยึดติดกัน

3 เพื่อลำเลียงไปยังม้วนผ้าใบ โดยอาศัยการรีดของลูกกลิ้ง

เมื่อได้ขนาดของยางฉาบไนล่อนและความกว้างตามที่ต้องการแล้ว จากนั้นจะนำไปตัดเพื่อแบ่งเป็นม้วนเล็กๆ ที่เครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินโดยมีวิธีการดังแสดงในภาพที่ 2-7 ก่อนนำไปใช้ที่กระบวนการสร้างยาง

ภาพที่ 2-7 *ขั้นตอนการเตรียมผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน*

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(แสนชัย ชัฎอนันต์ 2551) ได้ศึกษาโรงงานผลิตชิ้นงานพลาสติก ปัญหาที่พบคือ มีเวลาสูญเสียที่เกิดในกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติก โดยผู้วิจัยพบว่ามี 5 ประเด็นที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุง คือ เวลาสูญเสียจากปัญหาวัตถุดิบ เวลารอคอยช่างเทคนิค เวลารอคอยเพื่อเริ่มผลิต เวลาสูญเสียจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง และเวลาสูญเสียจากปัญหาแม่พิมพ์ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงสร้างของการจัดองค์กรและแรงงาน การศึกษาการทำงาน การลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (SMED) และทฤษฎีการบำรุงรักษา จากผลการวิจัย สามารถลดเวลาการสูญเสียจากการรอคอยในขณะเริ่มเดินเครื่องจักร จาก 2,955 นาทีเป็น 308 นาที คิดเป็นร้อยละ 86.2 สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาวัตถุดิบจาก 2,589 นาทีเป็น 426 นาที คิดเป็นร้อยละ 83.6 หรือกล่าวคือสามารถลดเวลาสูญเสียลงคิดเป็นร้อยละ 30.5 ของเวลาสูญเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

(จินตนา ไชยคุณ 2553) ได้ศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติก ซึ่งสาเหตุมาจากมีเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรที่นาน โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรและจัดทำมาตรฐานการทำงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถเปลี่ยนการฮีตดายน์จากที่เป็นงานที่ต้องหยุดเครื่องจักรเป็นงานที่สามารถทำภายนอกเครื่องจักรได้ และสามารถลดขั้นตอนย่อยเดิมที่มี 64 ขั้นตอนเหลือเป็น 52 ขั้นตอน โดยสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิม 120.4 นาที เป็น 47.5 นาที คิดเป็นร้อยละ 60.5

(วาสนา ช่อมะลิ 2555) ได้ศึกษาเครื่องผสมยางของโรงงานผลิตยางรถยนต์ เพื่อลดเวลาสูญเสียของเครื่องผสมยางและจัดทำมาตรฐานการทำงาน โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวทางซิกซ์ซิกมาในการแก้ปัญหาพบว่า เวลาสูญเสียของเครื่องจักรผสมยางมีสาเหตุหลักมาจากยางติดประตูปล่อยยางในยางสูตร A ที่มีส่วนผสมของซิลิกาเป็นหลักซึ่งมีเวลาสูญเสียเท่ากับร้อยละ 31.9 ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานและการออกแบบการทดลองแบบเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียลเพื่อคัดกรองปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญพบว่า ปัจจัยอุณหภูมิประตูปล่อยยาง ความเร็วโรเตอร์ และเวลาเปิด-ปิดประตูปล่อยยาง มีผลอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการวิจัยพบว่า สามารถลดปัญหายางสูตร A ติดประตูปล่อยยางจากร้อยละ 31.9 เป็นร้อยละ 14.3

(วัชรากร อรุณวิราม 2558) ได้ศึกษากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ ปัญหาที่พบคือ กระบวนการผลิตของโรงงานมีความสูญเปล่าที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้เวลานานและมีของเสียจำนวนมาก โดยผู้วิจัยได้จำแนกขั้นตอนการทำงานของพนักงานออกเป็นงานภายในและงานภายนอก จากนั้นเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอกด้วยเทคนิค SMED เพื่อลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรและกำหนดมาตรการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต จากผลการวิจัยพบว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 345 นาที เป็น 281 นาทีต่อการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1000 ชิ้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ 266 ชิ้นต่อวันหรือ 8246 ชิ้นต่อเดือนและมูลค่าความเสียหายลดลงจาก 10549.35 บาทต่อเดือน เป็น 996.4 บาทต่อเดือน

(ศิรภัสสร มีครุฑ 2559) ได้ศึกษากระบวนการผลิตยางรถยนต์ ปัญหาพบคือ เกิดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปยางโดยผู้วิจัยได้จำแนกข้อบกพร่องเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรงกระทำในแนวรัศมีมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (R) และประเภทมีสิ่งสกปรกติดอยู่ที่ยางรถยนต์ (F) โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการทางสถิติพบว่า ข้อบกพร่องประเภท R มีสาเหตุจากรอยต่อของขอบยางที่บริเวณแก้มยางไม่แนบสนิท และมีการปรับปรุงโดยเพิ่มพื้นที่หน้าสัมผัสของรอยต่อให้มากขึ้น ส่วนข้อบกพร่องประเภท F มีสาเหตุจากสายพานลำเลียงเสื่อมชำรุดและขาดการทำความสะอาด รวมถึงพื้นที่บริเวณเครื่องจักรที่ทำการผลิตยางรถยนต์สกปรก ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงโดยกำหนดแผนการตรวจสอบและการทำความสะอาด และทำการทดสอบสาเหตุปัจจัยด้วยวิธีทางสถิติ จากผลการวิจัยพบว่า จำนวนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องประเภท R และ F มีค่าเฉลี่ยลดลงจาก 495 และ 238 ppm เป็น 99 และ 43 ppm คิดเป็น 0.5 ล้านบาทต่อเดือน และเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับยางรุ่นต่างๆ พบว่า ปริมาณของเสียโดยรวมมีค่าเฉลี่ยลดลงจาก 4184 ppm เป็น 2687 ppm คิดเป็น 1.7 ล้านบาทต่อเดือน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น ผู้ศึกษาได้ทำการสรุปประเด็นสำคัญหลัก ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 *การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง*

ทฤษฎี/หลักการ ผู้วิจัย	Why Why Analysis	SMED	DOE
แสนชัย, 2551		●	
จินตนา, 2553		●	
วาสนา, 2554			●
วัชรากร, 2558	●	●	
ศิรภัสสร, 2559			●

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในบทนี้จะทำการศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา ศึกษาการทำงานของพนักงานกับเครื่องจักร จัดตารางการทำงานของพนักงาน และศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการตั้งค่าเครื่องจักรเพื่อปรับเป็นค่าที่เหมาะสม ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1 ศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน

2 การวิเคราะห์ปัญหา

3 ศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED)

4 ศึกษาการปรับปรุงการตั้งค่าของชุด splicer โดยใช้ Design of Experiment (DOE)

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน

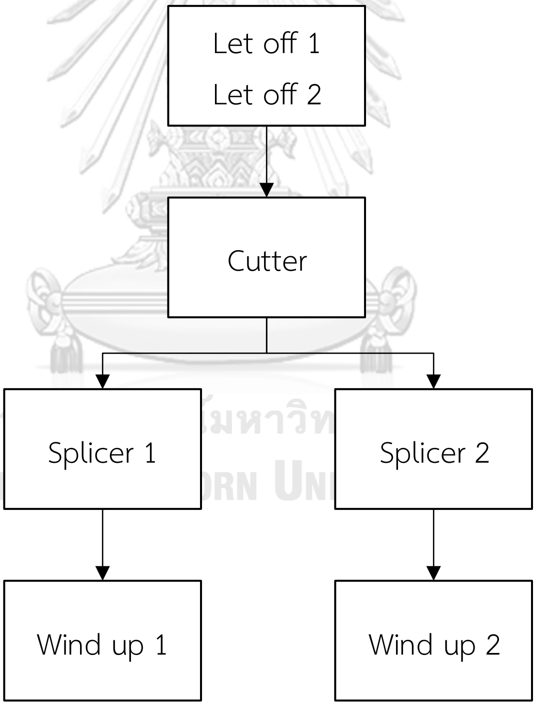
3.1.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตยางเครื่องบิน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้แก่ ยางเครื่องบินทั่วไป ยางเครื่องบินส่วนตัว ยางเครื่องบินเพื่อการพาณิชย์ และยางเครื่องบินทางการทหาร โดยมีการผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) ซึ่งผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 3-1

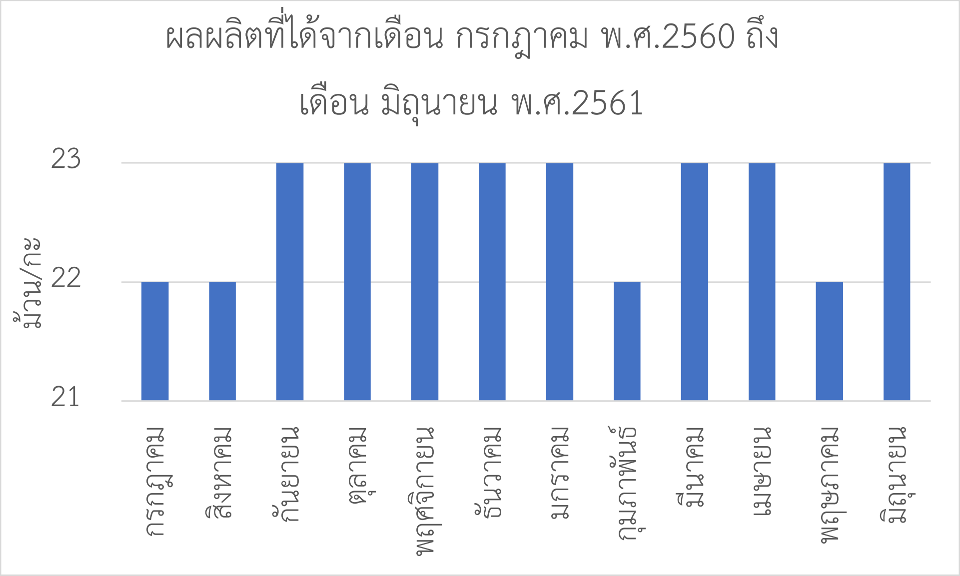
3.1.2 ศึกษาสภาพทั่วไปของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน

เครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินเป็นเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติที่ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ชุดการโหลดม้วนวัตถุดิบ (Let off) 2 ชุด, ชุดการตัดผ้าใบ (Cutter) 1 ชุด, ชุดการต่อผ้าใบ (Splicer) 2 ชุดและ ชุดการเข้าม้วนวัตถุดิบ (Wind up) 2 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 3-2 โดยใช้พนักงานในการทำงาน 2 คนต่อกะ (1 กะเท่ากับเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง) จากข้อมูลย้อนหลังจากเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 จนถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 พบว่าผลผลิตโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 23 ม้วนต่อกะ ดังแสดงในภาพที่ 3-3

ภาพที่ 3-1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา



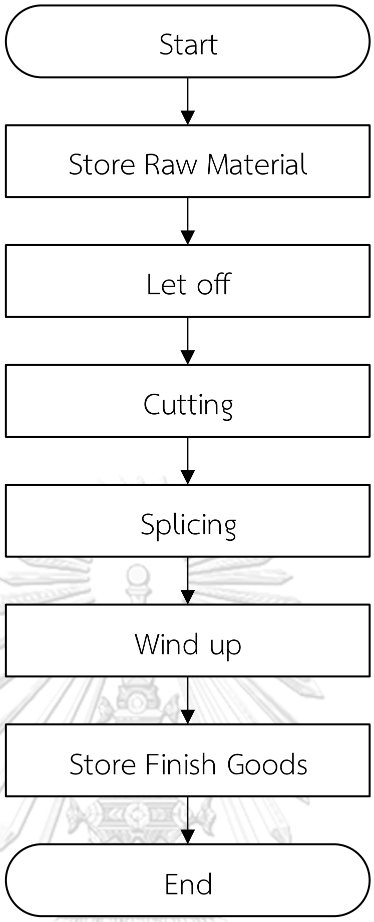
ภาพที่ 3-2 ส่วนประกอบของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน



ภาพที่ 3-3 ผลผลิตย้อนหลังจากเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2560 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ.2561

3.1.3 การปฏิบัติงานของแผนกเตรียมชิ้นส่วนประกอบยางเครื่องบิน

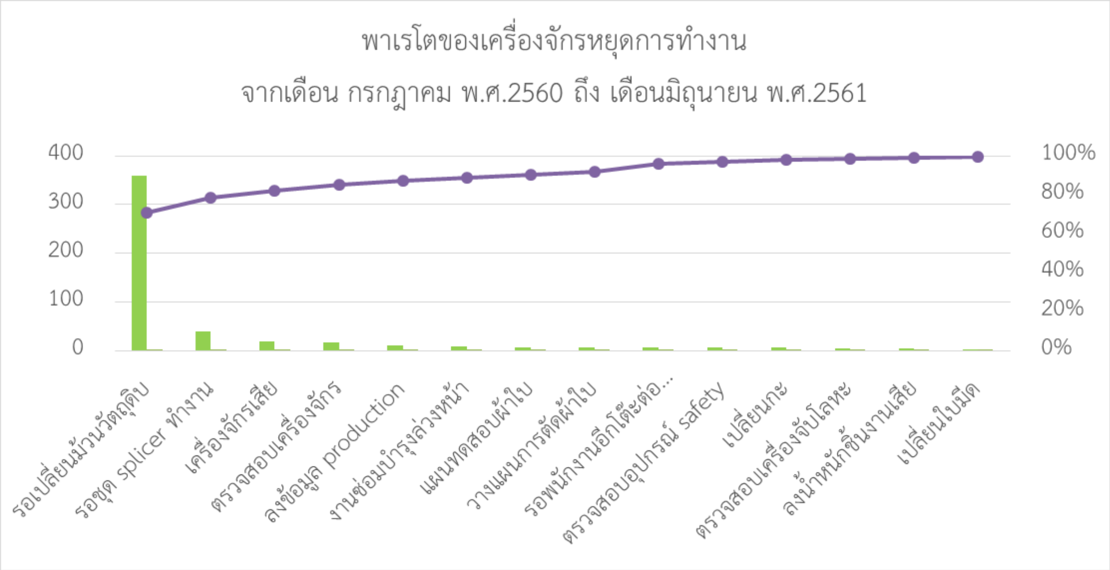
กระบวนการผลิตของแผนกเตรียมชิ้นส่วนประกอบยางเครื่องบินของบริษัทกรณีศึกษาเริ่มต้นจากการรับวัตถุดิบมาจากแผนกก่อนหน้า จากนั้นพนักงานร้อยม้วนวัตถุดิบผ่าน let off ทางด้านหลังเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินมายังชุด cutter ด้านหน้าเครื่องแล้วทำการตั้งค่าความยาวที่ต้องการตัดเพื่อให้เครื่องจักรตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินโดยอัตโนมัติ จากนั้นพนักงานหยิบผ้าใบประกอบยางเครื่องบินที่ทำการตัดเสร็จแล้วออกจากสายพานมาวางที่ชุด splicer เพื่อต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินเข้าม้วนเล็กโดยเครื่องจักรมีชุด wind up ที่ทำหน้าที่เก็บชิ้นงานเข้าม้วนโดยอัตโนมัติหลังจากต่อชิ้นงานที่ชุด splicer เสร็จ เมื่อชิ้นงานเต็มม้วนเล็กพนักงานจะยกม้วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินใส่ยังรถใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน และเข็นไปเก็บบริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน

3.2 การวิเคราะห์ปัญหา

ปัจจุบันการทำงานของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินมีการหยุดเครื่องจักรที่นาน เนื่องจากมีพนักงาน 2 คนต่อกะ ที่ทำหน้าที่โหลดม้วนใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินหลังจากตัดและต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินตามขนาดที่กำหนดไว้บริเวณ wind up, ต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินที่ชุด splicer และยกม้วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินใส่ยังรถใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินพร้อมทั้งเข็นไปเก็บบริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน แต่ไม่มีพนักงานที่ทำหน้าที่รับวัตถุดิบจากแผนกก่อนหน้าและร้อยม้วนวัตถุดิบที่ let off ขณะที่ let off อีกชุดหนึ่งกำลังทำงาน จึงเป็นสาเหตุให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน โดยค่าเฉลี่ยของสามกิจกรรมหลักที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานคือ รอพนักงานเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบบริเวณ let off คิดเป็น 81%, รอชุด splicer ทำงาน คิดเป็น 8% และรอการแก้ไขเงื่อนจากเครื่องจักรเสีย คิดเป็น 4% ดังแสดงในภาพที่ 3-5 วิเคราะห์สาเหตุของเครื่องจักรหยุดการทำงานโดยใช้หลักการพาเรโต



ภาพที่ 3-5 *การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการพาเรโต*

จากการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่า ปัจจุบันการทำงานของพนักงานไม่มีการแบ่งประเภทของงานว่างานใดสามารถทำตอนเครื่องจักรทำงาน และงานใดสามารถทำตอนเครื่องจักรหยุดการทำงาน

หลังจากทราบสาเหตุของปัญหาการหยุดการทำงานของเครื่องจักรและการรอคอยของเครื่องจักร จึงได้ทำการศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) และศึกษาการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของชุด splicer โดยใช้ Design of Experiment (DOE)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED)

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษามีกิจกรรมการหยุดเครื่องจักรที่นานถึง 226 นาทีต่อกะ ดังแสดงในตารางที่ 3-1 จึงมีวัตถุประสงค์ที่ลดเวลาดังกล่าว โดยสนใจที่จะศึกษาเวลาการตั้งเครื่องจักรโดยการประยุกต์ใช้หลักการ SMED มี 3 ขั้นตอนคือ แยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องจักรภายนอก จากนั้นแปลงการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก แล้วปรับปรุงการตั้งค่าเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อทำให้เวลาการหยุดของเครื่องจักรสั้นที่สุด โดยกิจกรรมที่สามารถเปลี่ยนจากการตั้งค่าภายในให้เป็นการตั้งค่าภายนอกเครื่องจักรได้เท่ากับ 113 นาทีต่อกะ ดังแสดงในตารางที่ 3-2 อีกทั้งเครื่องจักรมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 81.3% ดังกล่าวไปในบทที่ 1 จากตารางจะเห็นว่า กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานมากที่สุดสองกิจกรรมหลักคือ เปลี่ยนการผลิต และการตรวจสอบและการตั้งเครื่องจักร จากการวิเคราะห์ปัญหา

ข้างต้น พบว่าเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนการผลิตนั้นในทางปฏิบัติไม่สามารถดำเนินการหัวข้อดังกล่าวได้ เนื่องจากเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการวางแผนโดยรวม อีกทั้งพื้นที่บริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบินของบริษัทกรณีศึกษามีไม่เพียงที่จะเก็บผ้าใบหลังการตัดแล้วในปริมาณที่มาก ดังนั้นจึงสนใจศึกษาเรื่องการตรวจสอบและการตั้งเครื่องจักร ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาการตั้งเครื่องจักรที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตารางที่ 3-1 กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเครื่องใน 1 กะ

ลำดับ	กิจกรรม	เวลา (นาที/กะ)
1	เตรียมม้วนเปล่า	49
2	เคลื่อนย้ายม้วนวัตถุดิบโดยรถฟอร์คลิฟต์	8
3	เคลื่อนย้ายรถฟอร์คลิฟต์จากที่จอดมายังเครื่องจักร	16
4	เปิดถุงม้วนวัตถุดิบ	5
5	ร้อยม้วนวัตถุดิบที่ Let off	33
6	นำม้วนวัตถุดิบม้วนก่อนหน้าออกจาก Let off	9
7	โหลดแกนเปล่าที่ Let off	13
8	นำแกนเต็มออกจาก Let off	5
9	เลือกม้วนวัตถุดิบที่ต้องการ	13
10	เก็บบรรจุภัณฑ์	10
11	ส่งรถใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินไปยังแผนกสร้างยาง	41
12	นำรถเปล่าจากแผนกสร้างยางไปที่เครื่องตัดผ้าใบ	7
13	เก็บม้วนเปล่าจากแผนกสร้างยาง	10
14	วางม้วนเปล่าที่เครื่องตัดผ้าใบ	7
เวลารวม		226

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3-2 กิจกรรมที่สามารถเปลี่ยนจากการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก

ลำดับ	กิจกรรม	เวลา (นาที/กะ)
1	เคลื่อนย้ายม้วนวัตถุดิบโดยรถฟอร์คลิฟต์	8
2	เคลื่อนย้ายรถฟอร์คลิฟต์จากที่จอดมายังเครื่องจักร	16
3	เปิดถุงม้วนวัตถุดิบ	5
4	ร้อยม้วนวัตถุดิบที่ Let off	33
5	นำม้วนวัตถุดิบม้วนก่อนหน้าออกจาก Let off	9
6	โหลดแกนเปล่าที่ Let off	13
7	นำแกนเต็มออกจาก Let off	5
8	เลือกม้วนวัตถุดิบที่ต้องการ	13
9	เก็บบรรจุภัณฑ์	10
เวลารวม		113

เนื่องจากกิจกรรมที่สามารถเปลี่ยนจากการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอกใช้เวลาเท่ากับ 113 นาทีต่อกะ ซึ่งไม่สามารถที่จะหาพนักงานจากตำแหน่งอื่นมาทำได้ จึงทำให้ต้องเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มพนักงาน 1 คนต่อกะกับค่าความเสียโอกาสถ้าไม่สามารถที่จะผลิตยางได้ตามความต้องการของลูกค้า ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เปรียบเทียบค่าความเสียโอกาสและค่าจ้างพนักงาน

ค่าใช้จ่าย	ล้านบาท/ปี
ค่าเสียโอกาส (กรณีไม่สามารถผลิตยางได้ตามความต้องการลูกค้า)	38
ค่าจ้างพนักงาน	1.6

จากตารางจะเห็นได้ว่า มีมูลค่าความเสียโอกาสคิดเป็นเงินเท่ากับ 38 ล้านบาทต่อปี ในกรณีที่บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถผลิตยางได้ตามความต้องการของลูกค้าในปี พ.ศ. 2562 ได้ และค่าจ้างพนักงานเพิ่มคิดเป็นเงิน 1.6 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นบริษัทกรณีศึกษาจึงตัดสินใจที่จะจ้างพนักงาน

เพิ่มขึ้น 1 คนต่อกะเพื่อทำงานทั้งหมด 226 นาทีต่อกะ จากนั้นมีการเก็บข้อมูลการทำงานของพนักงานโดยการจับเวลาต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงซึ่งการเก็บข้อมูลเวลาการทำงาน และเวลาการตั้งเครื่องจักรภายในและภายนอกโดยใช้แบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 3-6 เพื่อยืนยันเป้าหมายที่พนักงานสามารถทำได้จริงและภาระงานของพนักงานแต่ละตำแหน่งงานว่าสามารถทำงานได้จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Standard time sheet for costing calculation

Rev……. Page : ……. of ……

Standard Time Sheet : Station			
	Approved by<M,ASM,SM>	Checkked by<SP,AM>	Prepared by<EN>

Time study sheet (Repetition)

Refer to sheet :

Layout :

Product		Station Type :		
Part / Process name		Method to observe time :		
Model name				
Drawing No.		Time of change model		Sec.
No. of Worker	0		0.0000	Hrs.
No. of Process		Lot Quantity (for setup)		Pcs.
Measure Date		Pieces per Station		Pcs.

№	Work Unit / Work Element	Number of OPT	Observation Time (Sec) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Average	Max	Min	Rating (%)	After rating	Time each St.	% Allowance	Time + Allowance
1													0.0								
2													0.0								
3													0.0								
4													0.0								
5													0.0								
6													0.0								
7													0.0								
8													0.0								
9													0.0								
10													0.0								
11													0.0								
12													0.0								
13													0.0								
14													0.0								
15													0.0								
16													0.0								
17													0.0								
18													0.0								
19													0.0								
20													0.0								
TOTAL		0												0.0	TOTAL			0.0	0.0		0.0

	Normal time	Sec.			
	Allowance (%)				
	Pitch time	Sec.	Sec./Pcs.		
	Total Time	Sec./Pcs.			
STD Time for key in Oracle>>> Total Time + Allowance =	STD TIME 1	Sec./Pcs.	=	Hr./Pcs.	
	Setup time	0.0 Sec./Pcs.	=	Pcs./Hr./Process	
STD Time1 + Setup time =	STD TIME 2	Sec./Pcs.	=	Hr./Pcs.	

ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจับเวลา

3.4 ศึกษาการปรับปรุงการตั้งค่าของชุด splicer โดยใช้ Design of Experiment (DOE)

การศึกษานี้มุ่งเน้นที่จะหาค่าที่ดีที่สุดในการปรับตั้งค่าของชุด splicer หลังจากที่ splicer ต่อชิ้นส่วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินเสร็จและเลื่อนกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นการทำงาน เพื่อลดเวลาการรอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการซึ่งส่งผลโดยตรงต่อ cycle time ของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน โดยใช้ทฤษฎี Design of Experiment (DOE) เนื่องด้วยข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรในแต่ละการทดลองต้องใช้ยางจำนวนมากถ้าเกิดของเสียจะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายที่สูง ตลอดจนการทดลองจะต้องทำควบคู่ไปกับการผลิตจริงดังนั้น ในการเลือกรูปแบบการทดลองที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงตัดสินใจออกแบบการทดลองแบบ 2^K full factorial design โดยปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมี 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของ splicer, ความดัน และอัตราความเร็วลมซึ่งได้กำหนดระดับการทดลองของปัจจัยนำเข้าปัจจัยละ 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ (-1) และระดับสูง (+1) และมีการทำซ้ำ 2 ซ้ำ โดยแต่ละปัจจัยที่ได้นำมาทดลองเพื่อหาว่าปัจจัยไหนมีผลต่อ cycle time ของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 3-4 ผู้ศึกษาได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Minitab Version 17 มาช่วยในการออกแบบการทดลอง เพื่อใช้ในการสร้างตารางการออกแบบ (Design Matrix) โดยในการออกแบบได้ให้ลำดับการทดลองแบบสุ่ม (Randomization) เพื่อให้ผลการทดลองไม่เป็นลำดับและมีความอิสระ (Independent) ต่อกัน ดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-4 ตัวแปรและระดับที่ใช้ในการทดลองโดย 2^K full factorial design

ปัจจัย	หน่วย	สัญลักษณ์	ระดับของปัจจัย	
			ต่ำ (-1)	สูง (1)
อุณหภูมิ	เซลเซียส	A	80	100
ความดัน	บาร์	B	3	4
อัตราความเร็วลม	ลูกบาศก์เมตรต่อนาที	C	1	1.5

โดยที่ปัจจัย อุณหภูมิ, ความดัน และอัตราความเร็วลม เป็นค่าที่กำหนดในระดับต่ำสุดและสูงสุดที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาที่ไม่มีผลต่อคุณภาพของยาง

ตารางที่ 3-5 ป้อนค่าผลลัพธ์ลงในตารางการออกแบบการทดลองแบบ 2^K full factorial design

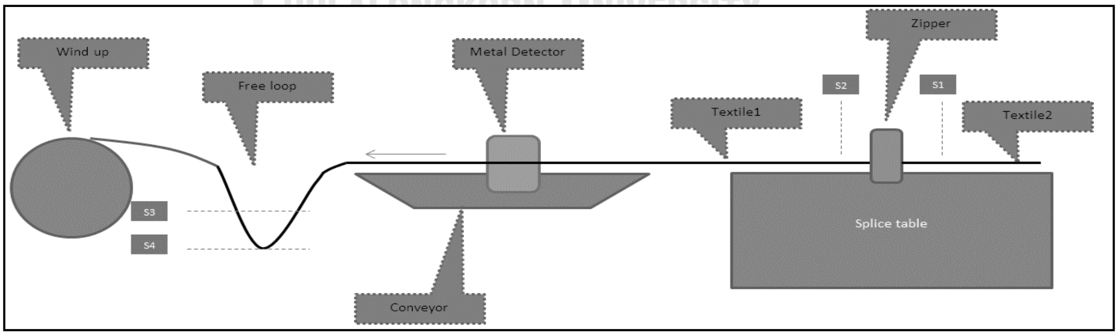
StdOrder	Basic Design						
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
1	-	-	-	+	+	+	-
2	+	-	-	-	-	+	+
3	-	+	-	-	+	-	+
4	+	+	-	+	-	-	-
5	-	-	+	+	-	-	+
6	+	-	+	-	+	-	-
7	-	+	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+

สัญลักษณ์ (-) หมายถึงระดับต่ำ และสัญลักษณ์ (+) หมายถึงระดับสูง

ตัวแปรตอบสนอง ในการทดลองนี้จะใช้ cycle time หลังจากที่ splicer ต่อชิ้นส่วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินเสร็จและเลื่อนกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้น โดยจะใช้นาฬิกาเพื่อจับเวลาว่า มีเวลาของการต่อเท่ากับเท่าไร ซึ่งการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างความยาวของชิ้นงานในกระบวนการต่อชิ้นส่วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

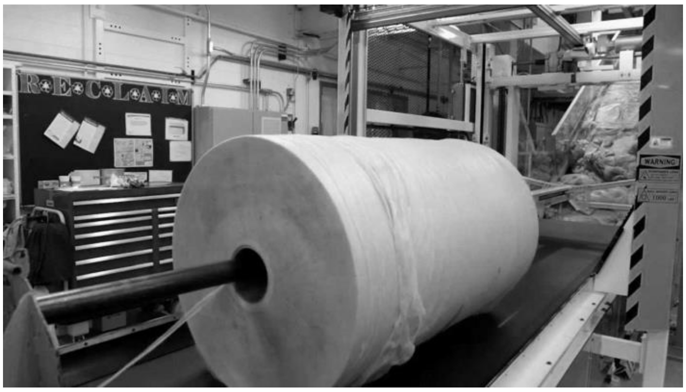
1. เครื่องตัดชิ้นส่วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ดังแสดงในภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 เครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. วัตถุดิบ ดังแสดงในภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 วัตถุดิบ

3. นาฬิกาจับเวลา ดังแสดงในภาพที่ 3-9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3-9 นาฬิกาจับเวลา

Chulalongkorn University

ปัจจัยควบคุม โดยการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำการศึกษามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งปัจจัยที่ทำการควบคุมในการออกแบบการทดลองนี้ได้แก่

1. ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินชนิด A ที่มาจาก Supplier เดียวกัน ล็อตเดียวกัน ตลอดการทดลอง เพื่อควบคุมความผันแปรที่เกิดจากวัตถุดิบ
2. การปรับตั้งค่าการตั้งค่าของเครื่องจักรในการทดลองแต่ละครั้ง จะต้องปรับตั้งค่าให้เหมือนกัน ซึ่งก่อนดำเนินการทดลองจะต้องปรับค่าการตั้งค่าของเครื่องจักรตามค่าที่ระบุไว้ในเอกสาร โดยในระหว่างการดำเนินการทดลองจะไม่มีการปรับตั้งค่าเครื่องจักรใหม่ แต่

จะควบคุมค่าการตั้งค่าให้ได้เหมือนกันตลอดการทดลอง ยกเว้นค่าการตั้งค่าที่เป็นปัจจัยในการออกแบบการทดลองที่กำลังศึกษา

แผนและลำดับการทดลอง มีหลักการที่ใช้สำหรับการออกแบบการทดลอง ได้แก่

1. การสุ่ม (Randomization) หมายถึง การทดลองที่ลำดับการเลือกปรับตั้งค่าการตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องจักร และลำดับการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม ซึ่งทำให้ผลของการทดลองมีการกระจายที่อิสระ และสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจปรากฏในการทดลองได้
2. การทำซ้ำ (Replication) เป็นการกำหนดจำนวนครั้งของการทดลอง ซึ่งจะเท่ากับ 1 เรพลิเคต

สำหรับแผนและลำดับการทดลอง ได้สร้างโดยใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งทำการสร้างเมตริกซ์สำหรับการออกแบบเฟคทอเรียล โดยลำดับการทดลองได้จาก RunOrder ที่โปรแกรมสร้างขึ้นที่มีทั้งหมด 16 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3-6 ลำดับการทดลองจากโปรแกรม Minitab

StdOrder	RunOrder	Temperature	Pressure	Flow rate
1	6	80	3	1
2	8	100	3	1
3	12	80	4	1
4	14	100	4	1
5	9	80	3	1.5
6	13	100	3	1.5
7	2	80	4	1.5
8	1	100	4	1.5
9	10	80	3	1
10	3	100	3	1
11	11	80	4	1
12	7	100	4	1
13	5	80	3	1.5
14	16	100	3	1.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

StdOrder	RunOrder	Temperature	Pressure	Flow rate
15	15	80	4	1.5
16	4	100	4	1.5

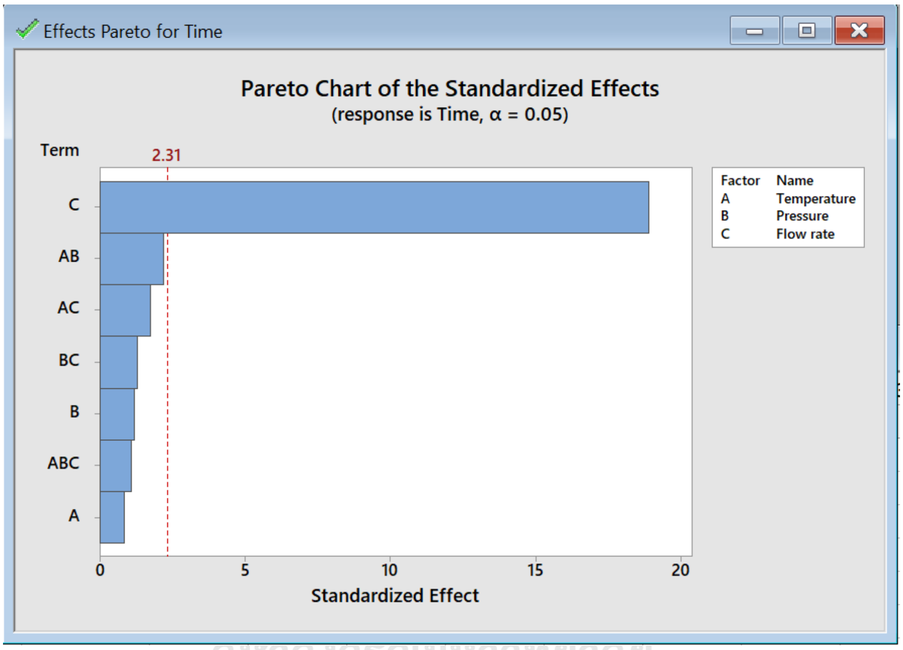
ผลการทดลอง โดยหลังจากทำการทดลองและเก็บข้อมูลตามเงื่อนไขต่างๆ ตามตารางที่ 3-6 จนครบได้ผลการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล ดังแสดงในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 full factorial design

StdOrder	RunOrder	Temperature	Pressure	Flow rate	Time (sec)
1	6	80	3	1	12.2
2	8	100	3	1	12.7
3	12	80	4	1	11.9
4	14	100	4	1	12
5	9	80	3	1.5	7.1
6	13	100	3	1.5	8.3
7	2	80	4	1.5	8.9
8	1	100	4	1.5	7.2
9	10	80	3	1	12.1
10	3	100	3	1	12.5
11	11	80	4	1	11.8
12	7	100	4	1	11.6
13	5	80	3	1.5	8.5
14	16	100	3	1.5	7.6
15	15	80	4	1.5	8.2
16	4	100	4	1.5	7.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากนั้นได้วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้แผนภาพพาเรโต (Pareto chart of the Standardized Effects) ของปัจจัยหลักและอันตรกิริยา (Interaction) ของปัจจัยต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อค่าตอบสนอง คือ ค่า cycle time ดังแสดงในภาพที่ 3-10 โดยจากภาพสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่าปัจจัยจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีค่ามากกว่า 2.31 อย่างไรก็ตาม จำเป็นจะต้องทำการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัย C (อัตราความเร็วลม) จึงจะสามารถสรุปได้ว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลของการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในภาพที่ 3-11



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3-10 *การวิเคราะห์ผลโดยใช้แผนภาพพาเรโต*

Factorial Regression: Time versus Temperature, Pressure, Flow rate

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	73.5044	10.5006	53.00	0.000
Linear	3	71.3969	23.7990	120.12	0.000
Temperature	1	0.1406	0.1406	0.71	0.424
Pressure	1	0.2756	0.2756	1.39	0.272
Flow rate	1	70.9806	70.9806	358.26	0.000
2-Way Interactions	3	1.8819	0.6273	3.17	0.085
Temperature*Pressure	1	0.9506	0.9506	4.80	0.060
Temperature*Flow rate	1	0.6006	0.6006	3.03	0.120
Pressure*Flow rate	1	0.3306	0.3306	1.67	0.232
3-Way Interactions	1	0.2256	0.2256	1.14	0.317
Temperature*Pressure*Flow rate	1	0.2256	0.2256	1.14	0.317
Error	8	1.5850	0.1981		
Total	15	75.0894			

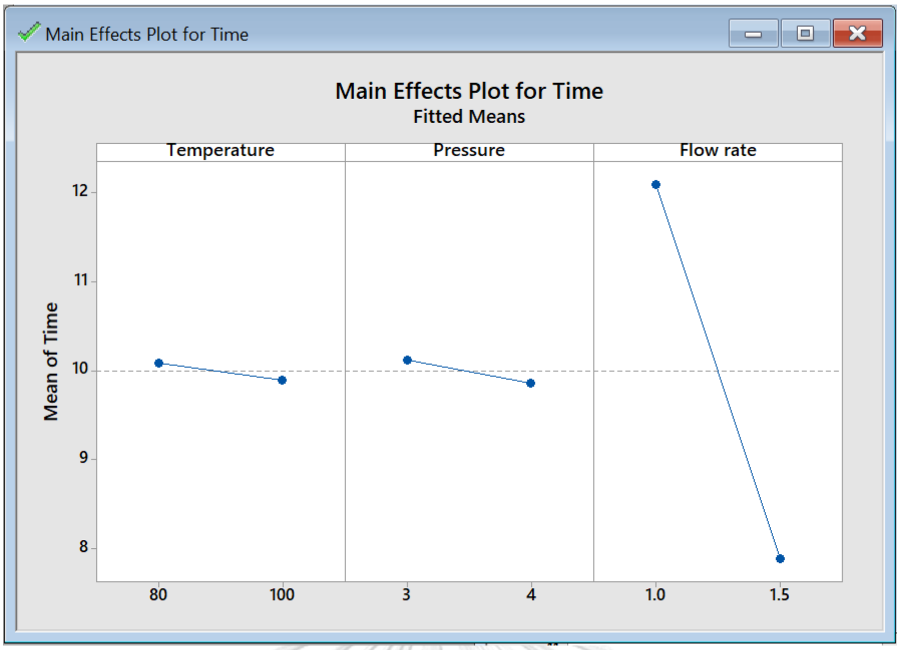
Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.445112	97.89%	96.04%	91.56%

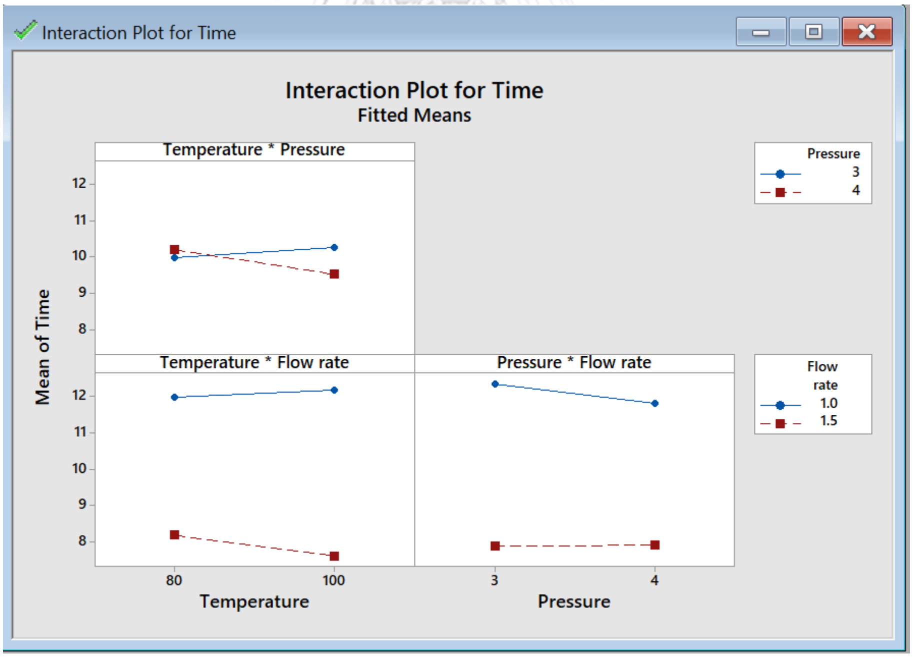
ภาพที่ 3-11 *การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนอง*

จากภาพที่ 3-11 พบว่า ปัจจัยหลักที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ซึ่งมีค่า P value น้อยกว่า 0.05 เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญคือ ปัจจัย C (อัตราความเร็วลม) ขณะที่ปัจจัย A (อุณหภูมิ), B (ความดัน) และ อันตรกิริยา ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นได้วิเคราะห์ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองและผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง ดังแสดงในภาพที่ 3-12 และภาพที่ 3-13 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 3-12 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง



ภาพที่ 3-13 ผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง

จากภาพที่ 3-12 และภาพที่ 3-13 ได้แสดงผลของการทดลองจากโปรแกรม Minitab ซึ่งผลที่ได้พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ คือ ปัจจัยหลัก

อัตราความเร็วลม และไม่มีอันตรกิริยาระหว่างคู่ปัจจัยใดๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทำการศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) ในการศึกษาการตั้งค่าเครื่องจักร และศึกษาการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของชุด splicer โดยใช้ Design of Experiment (DOE) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม minitab ในการออกแบบการทดลอง เพื่อมุ่งเน้นการลดเวลารอคอยและพยายามทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานน้อยที่สุด ซึ่งผลจากการศึกษาจะแสดงในบทที่ 4 ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

หลังจากที่ได้เปลี่ยนการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก และมีการปรับปรุงการตั้งค่าของชุด Splicer ได้นำข้อมูลมาทดลองกับการปฏิบัติงานจริง ในบทนี้เป็นการกล่าวถึง รายละเอียดข้อมูลการทำงานของพนักงาน splicer รายละเอียดข้อมูลการทำงานของพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร การเปรียบเทียบผลผลิตแบบเดิมกับแบบที่ทำการปรับปรุง และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตระหว่างการทำงานแบบเดิมกับแบบที่ทำการปรับปรุง ของบริษัทกรณีศึกษา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลจากการ ศึกษาการจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED)

จากการจัดวิธีการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก พบว่าก่อนการปรับปรุงมีเวลาสูญเสียที่ทำให้เครื่องจักรเกิดการรอคอยถึง 226 นาทีต่อกะ โดยเกิดจากการตั้งเครื่องจักร 113 นาทีต่อกะ ดังแสดงในตารางที่ 4-1 และอีก 113 นาทีต่อกะ เป็นกิจกรรมอื่นๆ ที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักร เช่น นำรถเปล่าจากแผนกสร้างยางไปที่เครื่องตัดผ้าใบ เก็บม้วนเปล่าจากแผนกสร้างยาง วางม้วนเปล่าที่เครื่องตัดผ้าใบ เป็นต้น ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาได้แก้ปัญหาดังกล่าวไปแล้วในบทที่ 3 โดยรับพนักงานเพิ่มขึ้น 1 คนต่อกะ เพื่อทำหน้าที่การตั้งค่าเครื่องจักรรวมถึงงานอื่นๆ ที่สามารถทำได้เพื่อช่วยให้เครื่องจักรหยุดเครื่องน้อยที่สุด โดยได้จัดอบรมให้กับพนักงานถึงขั้นตอนและวิธีการทำงานใหม่ ซึ่งแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบระหว่างพนักงาน splicer และพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ซึ่งรายละเอียดข้อมูลการทำงานของพนักงาน splicer ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 4-2 จากตารางจะเห็นได้ว่า หลังการปรับปรุงได้กำหนดให้พนักงาน splicer 1 และพนักงาน splicer 2 ทำเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลผลิตเท่านั้น โดยกิจกรรมอื่นๆ จะถูกทำด้วยพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ซึ่งผลผลิตและภาระงานของพนักงาน splicer และพนักงานตั้งค่าเครื่องก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 4-3 และตารางที่ 4-4 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลโดยตรงให้การใช้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-1 กิจกรรมที่เปลี่ยนจากการตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก

ลำดับ	กิจกรรม	เวลา (นาที/กะ)
1	เคลื่อนย้ายม้วนวัตถุดิบโดยรถฟอร์คลิฟต์	8
2	เคลื่อนย้ายรถฟอร์คลิฟต์จากที่จอดมายังเครื่องจักร	16
3	เปิดถุงม้วนวัตถุดิบ	5
4	ร้อยม้วนวัตถุดิบที่ Let off	33
5	นำม้วนวัตถุดิบม้วนก่อนหน้าออกจาก Let off	9
6	โหลดแกนเปล่าที่ Let off	13
7	นำแกนเต็มออกจาก Let off	5
8	เลือกม้วนวัตถุดิบที่ต้องการ	13
9	เก็บบรรจุภัณฑ์	10
เวลารวม		113

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดข้อมูลการทำงานของพนักงาน splicer

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
โหลดม้วนใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินบริเวณ Wind up	โหลดม้วนใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินบริเวณ Wind up
ต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินตามขนาดที่กำหนด	ต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินตามขนาดที่กำหนด
ยกม้วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินใส่ยังรถเข็น	ยกม้วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินใส่ยังรถเข็น
เข็นรถไปเก็บบริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน	เข็นรถไปเก็บบริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน
เตรียมม้วนเปล่า	
เคลื่อนย้ายม้วนวัตถุดิบโดยรถฟอร์คลิฟต์	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
เคลื่อนย้ายรถฟอร์คลิฟต์จากที่จอดมายังเครื่องจักร	
เปิดถุงม้วนวัตถุดิบ	
ร้อยม้วนวัตถุดิบที่ Let off	
นำม้วนวัตถุดิบม้วนก่อนหน้าออกจาก Let off	
โหลดแกนเปล่าที่ Let off	
นำแกนเต็มที่ Let off ออก	
เลือกม้วนวัตถุดิบที่ต้องการ	
เก็บบรรจุภัณฑ์	
ส่งรถใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินไปยังแผนกสร้างยาง	
นำรถเปล่าจากแผนกสร้างยางไปที่เครื่องตัดผ้าใบ	
เก็บม้วนเปล่าจากแผนกสร้างยาง	
วางม้วนเปล่าที่เครื่องตัดผ้าใบ	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ก่อนการปรับปรุงพนักงาน splicer 1 และพนักงาน splicer 2 ได้รับมอบหมายให้ทำงานทุกงานตั้งแต่เริ่มรับวัตถุดิบจนกระทั่งส่งรถใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินไปยังแผนกสร้างยาง ทำให้เกิดการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ หรือกล่าวคือเครื่องจักรไม่ได้ถูกใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งการตั้งเครื่องจักรทั้งหมดยังเป็นการตั้งเครื่องจักรภายในทำให้มีเวลาที่เครื่องจักรรอคอยเกิดขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวจึงมีการปรับปรุงโดยได้กำหนดกิจกรรมให้พนักงาน splicer 1 และพนักงาน splicer 2 ทำเฉพาะกิจกรรมที่ทำให้เกิดผลผลิต 4 กิจกรรมหลัก คือ โหลดม้วนใส่ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินบริเวณ Wind up ต่อผ้าใบประกอบยางเครื่องบินตามขนาดที่กำหนด ยกม้วนผ้าใบประกอบยางเครื่องบินใส่ยังรถเข็น และเข็นรถไปเก็บบริเวณคลังเก็บผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน แล้วกิจกรรมที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเป็นกิจกรรมที่ถูกทำโดยพนักงานตำแหน่งใหม่ คือ พนักงานตั้งค่าเครื่องจักร

ตารางที่ 4-3 ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะก่อนการปรับปรุง

ตำแหน่งงาน	เป้าหมาย (ม้วน/กะ)	ผลผลิตจริง (ม้วน/กะ)	ภาระงาน (%)
พนักงานที่ Splicer1	12	12	96.92%
พนักงานที่ Splicer2	11	11	90.56%

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะก่อนการปรับปรุงในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 สามารถทำได้เฉลี่ย 23 ม้วนต่อกะ และภาระงานเฉลี่ยเท่ากับ 93.74% ผู้ศึกษาจึงจัดวิธีการทำงานโดยใช้ Single Minute Exchange of Die method (SMED) เพื่อลดเวลาการรอคอยของเครื่องจักร

การจัดกิจกรรมการทำงานของแต่ละตำแหน่งงานของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรในการผลิตให้ประโยชน์สูงสุด และสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งวัดผลจากผลผลิตที่สามารถผลิตได้ในหนึ่งกะ สามารถสรุปผลผลิตและภาระงานหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะหลังการปรับปรุง

ตำแหน่งงาน	เป้าหมาย (ม้วน/กะ)	ผลผลิตจริง (ม้วน/กะ)	ภาระงาน (%)
พนักงานที่ Splicer1	14	14	93.79%
พนักงานที่ Splicer2	13	13	87.43%
พนักงานตั้งค่าเครื่องจักร	-	-	36.04%

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลผลิตและภาระงานของพนักงานใน 1 กะหลังการปรับปรุงในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 สามารถทำได้เฉลี่ย 27 ม้วนต่อกะ และภาระงานเฉลี่ยเท่ากับ 90.61% โดยภาระงานของพนักงาน splicer 1 และพนักงาน splicer 2 ลดลงเนื่องจากพนักงาน splicer 1 และพนักงาน splicer 2 ทำเฉพาะกิจกรรมที่ทำให้เกิดผลผลิตเท่านั้น ซึ่งผลผลิตที่กล่าวไปข้างต้นได้รวมถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน ดังนี้

1. เวลาสูญเสียจากเครื่องมือเกิดความเสียหาย

จากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกพบว่า เกิดเวลาสูญเสีย 0.6% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด คิดเป็นเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียเท่ากับ 259.2 นาที หรือ 4.32 ชั่วโมงต่อเดือน

การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา

จากการสอบถามและสังเกตการณ์ที่พื้นที่ทำงานจริง พบว่ามีปัญหาหลักที่ทำให้เครื่องมือเกิดความเสียหาย คือ ไม่ทราบวิธีการใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง และไม่มีการตรวจสอบเครื่องมือก่อนการใช้งาน ทำให้เมื่อทราบว่าเครื่องมือเกิดความเสียหายจนไม่สามารถเดินเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบินได้จึงต้องหยุดเครื่องเพื่อเดินไปเบิกเครื่องมือจากคลังวัตถุดิบ

รายละเอียดการดำเนินการปรับปรุง

1. จัดฝึกอบรมพนักงานในหัวข้อ วิธีการใช้งานเครื่องมืออย่างไรให้ถูกวิธี
2. ให้พนักงานที่ทำงานอยู่ในพื้นที่เก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือเกิดความเสียหาย เพื่อทราบถึงสภาพปัญหาและความถี่ที่เกิดขึ้นหน้างานจริง
3. เพิ่มหน้าที่ความรับผิดชอบโดยให้หัวหน้างานมีหน้าที่หลักในการตรวจสอบเครื่องมือว่า อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
4. นำข้อมูลการรอในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา ไปหารือร่วมกับผู้จัดการฝ่ายผลิต เพื่อให้ทราบถึงปัญหา และนำไปสั่งการให้พนักงานภายในหน่วยงานปฏิบัติตามโดยเข้มงวดในการทำงาน

2. เวลาสูญเสียจากการตรวจสอบและตั้งค่าเครื่องจักร รอพนักงาน และสื่อสารกับแผนกสร้างยาง

จากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกพบว่า เกิดเวลาสูญเสีย 4.7% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด คิดเป็นเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียเท่ากับ 2,030.4 นาที หรือ 33.84 ชั่วโมงต่อเดือน

การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา

จากการสอบถามและสังเกตการณ์ที่พื้นที่ทำงานจริง พบว่ามีปัญหาหลักที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียจากการตรวจสอบและตั้งค่าเครื่องจักร รอพนักงาน และสื่อสารกับแผนกสร้างยาง คือ จำนวนพนักงานมีไม่เพียงพอในการเดินเครื่องจักรตลอดเวลา และไม่มีวิธีการสื่อสารที่ชัดเจนจากแผนกสร้างยาง

รายละเอียดการดำเนินการปรับปรุง

1. เพิ่มพนักงานในการตั้งค่าเครื่องจักรเพื่อลดเวลาการหยุดเครื่องจักรให้น้อยที่สุด
2. ปรับปรุงวิธีการตั้งค่าเครื่องจักรจากการตั้งเครื่องจักรภายในเป็นการตั้งเครื่องจักรภายนอก
3. จัดทำมาตรฐานการทำงานของพนักงาน splicer และพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร ทั้งการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องภายนอก

4. เก็บข้อมูลปัญหาการรอคอยเครื่องจักร แล้วทำการสรุปข้อมูลเพื่อแจ้งปัญหาและทำการปรับปรุง

3. เวลาสูญเสียจากการตรวจสอบความเหนียวของชิ้นงาน

จากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกพบว่า เกิดเวลาสูญเสีย 0.5% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด คิดเป็นเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียเท่ากับ 216 นาที หรือ 3.6 ชั่วโมงต่อเดือน

<u>การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหา</u>

จากการสอบถามผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับคุณภาพของชิ้นงาน พบว่าจากเอกสารไม่ได้กำหนดให้พนักงานหยุดเครื่องจักรเพื่อรอตรวจสอบความเหนียว

<u>รายละเอียดการดำเนินการปรับปรุง</u>

1. ประชุมร่วมกับฝ่ายผลิตเพื่อชี้แจงวิธีการทำงาน
2. จัดทำมาตรฐานการทำงานของพนักงาน splicer และพนักงานตั้งค่าเครื่องจักร
3. เก็บข้อมูลปัญหาการรอคอยเครื่องจักร แล้วทำการสรุปข้อมูลเพื่อแจ้งปัญหาและทำการปรับปรุง

การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร จากเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ดังแสดงในตารางที่ 4-5 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรได้จาก 81.3% เป็น 85.4% โดยเรียงลำดับการปรับปรุงจากน้อยไปมาก คือ เวลาสูญเสียจากการตรวจสอบความเหนียวของชิ้นงาน เวลาสูญเสียจากเครื่องมือเกิดความเสียหาย และเวลาสูญเสียจากการตรวจสอบและตั้งค่าเครื่องจักร รอพนักงาน และสื่อสารกับแผนกสร้างยาง ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-5 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง (%)	หลังปรับปรุง (%)	ความแตกต่าง (%)
ทดสอบผลิตภัณฑ์ใหม่	0.5%	0.5%	0.0%
ซ่อมบำรุงตามรอบเวลา	0.6%	0.6%	0.0%
ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหาย	0.0%	0.0%	0.0%
เครื่องมือเกิดความเสียหาย	0.6%	0.0%	-0.6%
เครื่องจักรเกิดความเสียหาย	1.3%	1.3%	0.0%

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

กิจกรรมที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน	ก่อนปรับปรุง (%)	หลังปรับปรุง (%)	ความแตกต่าง (%)
เปลี่ยนการผลิต	3.3%	3.3%	0.0%
ตรวจสอบและตั้งค่าเครื่องจักร	2.6%	1.1%	-1.5%
ตรวจสอบเครื่องจับโลหะ	0.2%	0.2%	0.0%
ตรวจและบันทึกผลอุณหภูมิและความชื้น	0.0%	0.0%	0.0%
ตรวจ Bib Standard	0.4%	0.4%	0.0%
วางแผนผลิตตอนต้นกะ	0.5%	0.5%	0.0%
เตรียมโพสต์/ปิดโพสต์ เมื่อเริ่มกะ/จบกะ/ไปพัก	0.5%	0.5%	0.0%
บันทึก level 1	0.5%	0.5%	0.0%
เขียน Hr/Hr	0.7%	0.7%	0.0%
ชั่ง Scrap และบันทึก	0.2%	0.2%	0.0%
เปลี่ยนใบมีดคัตเตอร์	0.1%	0.1%	0.0%
ตรวจสอบความเหนียว (ทุกmaster roll)	0.5%	0.1%	-0.4%
สื่อสารกับแผนกสร้างยาง	0.2%	0.0%	-0.2%
ส่งกะ	0.4%	0.4%	0.0%
ต่อม้วน NT แบบไม่หยุดเครื่อง (External)	0.7%	0.7%	0.0%
รอพนักงาน	1.9%	0.5%	-1.4%
รอเปลี่ยนม้วนการผลิต	0.8%	0.8%	0.0%
รอสายพานการผลิต	2.0%	2.0%	0.0%
เปอร์เซ็นต์รวมเครื่องจักรหยุดเครื่อง	18.7%	14.6%	-4.2%
เปอร์เซ็นต์รวมเครื่องจักรสามารถทำงานได้	81.3%	85.4%	4.2%

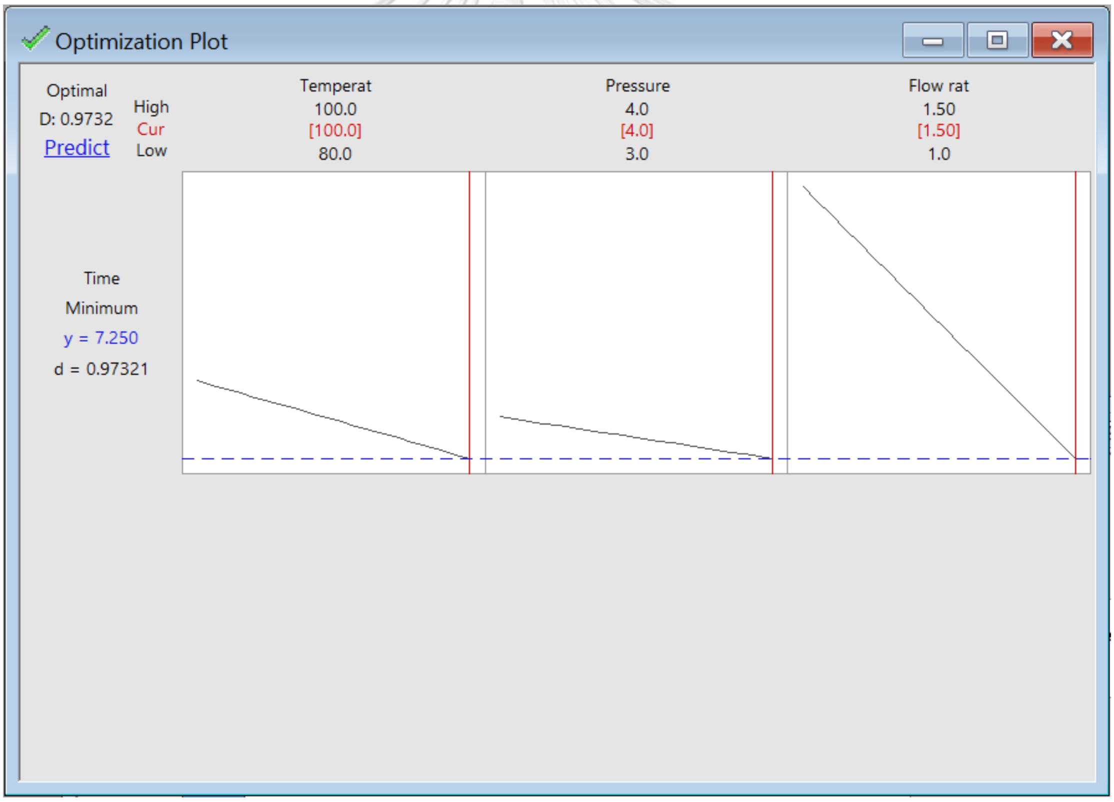
ผลจากการเก็บข้อมูลโดยการจับเวลาต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า พนักงานสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายใหม่ที่กำหนดโดยผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 23 ม้วนต่อกะ เป็น 27 ม้วนต่อกะ ซึ่งจากการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เปลี่ยนเวลาการตั้งค่าเครื่องจักรภายในให้เป็นการตั้งค่าเครื่องจักรภายนอกส่งผลให้เวลารอคอยการผลิตของงานแต่ละงานลดน้อยลง และทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานทรัพยากรในการผลิตต่าง ๆ สูงขึ้นจาก 81.3% เป็น 85.4% อีกด้วย

4.2 ผลจากการศึกษาการปรับปรุงการตั้งค่าของชุด splicer โดยใช้ Design of Experiment (DOE)

ผลจากการออกแบบการทดลองแบบ 2^K full factorial design พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญคือ ปัจจัย C หรือ Flow rate จากนั้นได้ใช้ Optimization Plot จากโปรแกรม Minitab เพื่อหาค่าตัวแปรตอบสนองที่เหมาะสมที่สุดในการตั้งค่าเครื่องจักร เพื่อให้ได้ cycle time น้อยที่สุด โดยค่าตัวแปรตอบสนองที่เหมาะสมที่สุด คือ ตั้งค่าอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ความดันที่ 4 บาร์ และอัตราความเร็วลมที่ 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 *Optimization Plot*

จากการดำเนินการปรับปรุงการตั้งค่าของชุด splicer โดยสามารถลดเวลาการรอคอยเครื่องจักรได้เท่ากับ 2 วินาทีต่อชิ้นการต่อผ้าใบ หรือ 1.14 ม้วนต่อกะ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตขึ้นจาก 27 ม้วนต่อกะเป็น 28 ม้วนต่อกะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา พบว่ามีปัญหาที่ก่อให้เกิดเวลาสูญเสียจากการผลิตซึ่งเกิดจากการใช้เครื่องจักรไม่เต็มประสิทธิภาพ และปัจจัยที่ใช้ในการตั้งค่าเครื่องจักรไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากก่อนการปรับปรุงเครื่องจักรนี้เป็นเครื่องจักรที่ไม่เคยถูกศึกษามาก่อน ทั้งพนักงานและค่าปัจจัยที่ใช้ในการตั้งค่าเครื่องจักรจึงเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ผู้ศึกษาจึงทำการกำหนดกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องจักรภายนอกอย่างชัดเจนโดยประยุกต์ใช้หลักการ Single Minute Exchange of Die method (SMED) เพื่อลดเวลาการรอคอยของเครื่องจักร และได้กำหนดค่าของปัจจัยที่ใช้ในการตั้งค่าเครื่องจักรโดยใช้ Design of Experiment (DOE) ซึ่งใช้โปรแกรม Minitab ในการออกแบบการทดลอง เพื่อลดเวลาการรอคอยของพนักงานอีกด้วย

ผลจากการดำเนินการปรับปรุงทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร และลดเวลาการรอคอยของทั้งพนักงานและเครื่องจักรได้ โดยแนวทางการปรับปรุงคือ เพิ่มพนักงาน 1 คนต่อกะ ในตำแหน่งพนักงานการตั้งค่าเครื่องจักร เพื่อมุ่งเน้นให้เครื่องจักรหยุดการทำงานน้อยที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.3% และหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.4% ซึ่งผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 23 ม้วนต่อกะ เป็น 28 ม้วนต่อกะ หรือคิดเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเท่ากับ 21.74%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 ข้อจำกัด

ผลจากการประยุกต์ใช้หลักการ Single Minute Exchange of Die method (SMED) ในการการกำหนดกิจกรรมเกี่ยวกับการตั้งเครื่องจักรภายในและการตั้งเครื่องจักรภายนอกอย่างชัดเจนและได้กำหนดค่าของปัจจัยที่ใช้ในการตั้งค่าเครื่องจักรโดยใช้ Design of Experiment (DOE) ซึ่งใช้โปรแกรม Minitab พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนี้

1 วัตถุดิบม้วนผ้าใบก่อนตัดที่จะนำมาทำการศึกษาจะต้องมีความพร้อม และมีวัตถุดิบผ้าใบก่อนตัดเพียงพอต่อการผลิต

2 จำนวนทรัพยากรมีปริมาณคงที่ จำนวนแรงงานและเครื่องจักรที่ใช้มีปริมาณคงที่ตลอดระยะเวลา และมีทักษะของแรงงาน หรือเครื่องจักรประเภทเดียวกันมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน

3 การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเพียงรายการเดียวเท่านั้น คือ ผ้าใบประกอบยางเครื่องบินชนิด A ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมถึงผ้าใบประกอบยางเครื่องบินทุกชนิดในบริษัทกรณีศึกษา

4 ควรมีการอบรมขั้นตอนและวิธีการทำงานใหม่ให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้เข้าใจ และทำงานได้อย่างถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการศึกษา ผู้ศึกษามีความเห็นว่า บริษัทกรณีศึกษาควรมีการดำเนินการเพิ่มเติมดังนี้

1 ในกระบวนการแก้ไขปัญหาจะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในด้านคน วิธีการทำงาน และการปรับตั้งเครื่องจักรเป็นหลัก แต่อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร คือวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งความแปรปรวนของวัตถุดิบอาจจะส่งผลให้เกิดการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากวัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ ดังนั้นจึงควรเข้าไปศึกษาและควบคุมกระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ เพื่อให้วัตถุดิบในแต่ละล็อตมีความแปรปรวนที่ไม่แตกต่างกัน

2 บริษัทกรณีศึกษายังขาดผู้ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษามีการเก็บข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลเป็นอย่างดี แต่ยังไม่ได้นำออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

มาตรฐานการทำงาน และแบบฟอร์มต่างๆ

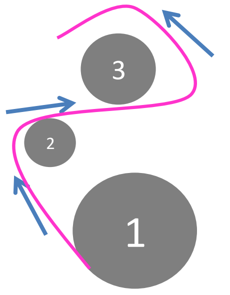
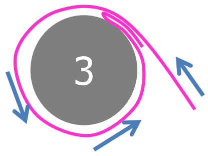
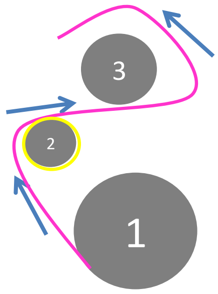
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 ขั้นตอนการทำงานของพนักงานตั้งเครื่องจักร

ขั้นตอนการทำงานของพนักงานตั้งเครื่องจักร		
รายละเอียดของวิธีการทำงาน	**เทคนิคการทำงาน**	**รูปถ่าย / ภาพร่าง/ ภาพวาด**
1 การนำม้วนชิ้นงานมายังเครื่อง 1.1) เลือกม้วนชิ้นงานที่ต้องการตัด 1.2) เคลื่อนย้ายม้วนชิ้นงานมายังตำแหน่งท้ายเครื่อง		
2 การเก็บ rack เปล่า 2.1) เคลื่อนย้าย rack เปล่าจากเครื่องโดยใช้รถฟอร์คลิฟไปเก็บไว้นอกอาคาร 2.2) เก็บรถฟอร์คลิฟไว้ที่สถานที่จอดรถฟอร์คลิฟ	ใช้งาเสียบ rack ม้วนชิ้นงานให้พอดีกับความกว้างของ rack (ในกรณีที่วางม้วนชิ้นงาน 2 แถว)	
3 ใส่หมวก safety และหยิบ hoist	สวมหมวกทุกครั้งเมื่อมีการใช้ hoist และสวมถุงมือ	
4 การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ 4.1) ตรวจสอบชนิดของม้วนชิ้นงานว่าถูกต้องตามข้อกำหนด 4.2) ตรวจสอบอายุของชิ้นงาน, วันหมดอายุ โดยหากม้วนชิ้นงานถึงวันหมดอายุให้ส่งไปตรวจสอบคุณสมบัติก่อน	ตรวจสอบ tag ของม้วนชิ้นงานให้ตรงกัน	
5 เมื่อตรวจสอบชนิดของม้วนชิ้นงานถูกต้องตามข้อกำหนดให้นำ tag ใหม่ไปติดไว้ที่ clipboard	ต้องนำ tag มาติดทุกครั้งที่มีการโหลดม้วนใหม่	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

รายละเอียดของวิธีการทำงาน	เทคนิคการทำงาน	รูปถ่าย / ภาพร่าง/ ภาพวาด
<u>6 การโหลดม้วนชิ้นงานไปยัง let off</u> 6.1) เสียบแกนไปยังม้วนชิ้นงานม้วนใหม่ 6.2) เคลื่อน hoist ไปยังม้วนชิ้นงานและเกี่ยว hoist เข้ากับตำแหน่งล็อคแกนทั้ง 2 ข้าง (ซ้าย, ขวา) 6.3) บังคับ hoist ยกม้วนชิ้นงานขึ้นจากพื้น 6.4) เคลื่อนม้วนชิ้นงานมายัง let off และเล็งตำแหน่ง hoist ให้ตรงกับตำแหน่งของตัวล็อคม้วนชิ้นงาน 6.5) เก็บ hoist เข้าที่	□ ใส่ถุงมือจับแกนเหล็กให้แน่น ยกแกนเหล็กอย่างระมัดระวัง และยกแกนเหล็กโดยการย่อขาไม่ก้มหลัง แขนแนบลำตัว	
<u>7. วิธีการ พันต้นม้วน liner</u> 7.1) พัน liner โดยจับปลาย liner จากม้วนชิ้นงาน แล้วนำมาผ่านใต้แกนที่1 และอ้อมขึ้นมาพันที่แกนที่2 และแกนที่3 ดังภาพ	ประคองม้วน liner ด้านนอก ในระหว่างการพันต้นม้วน	
8 กดสวิตซ์โหลดจนชิ้นงานขึ้นมาถึง roller ตัวที่ 2		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการทำงานของพนักงานตั้งเครื่องจักร		
รายละเอียดของวิธีการทำงาน	**เทคนิคการทำงาน**	**รูปถ่าย / ภาพร่าง/ ภาพวาด**
9 พนักงานจับปลายชิ้นงานของม้วนใหม่แปะกับม้วนชิ้นงานก่อนหน้าโดยแปะให้ชิ้นงานทั้งสองข้างขนานกัน *กรณีที่ม้วนชิ้นงานไม่ติดกับ linerให้ใช้พนักงาน 2 คน	ประคองชิ้นงานด้วยสองมือโดยไม่ให้ชิ้นงานสัมผัสกับพื้น	
10 ปรับตั้งมีดตัดขอบชิ้นงานโดยให้มีดข้างใดข้างหนึ่งห่างจากขอบนอกของชิ้นงาน	หยุดเครื่องจักรก่อนปรับตำแหน่งของการตัดขอบม้วนชิ้นงาน	
11 ปรับตั้งมุมตัดชิ้นงานตามสเปค ปรับตั้งมุมตัดชิ้นงานเป็นมุมขวาหรือมุมซ้าย แล้วล็อคมุมให้แน่น		
12 ตั้งมุมโต๊ะต่อชิ้นงาน ปรับมุมเป็นมุมซ้ายหรือมุมขวาตามมุมชิ้นงานที่ต้องการ และล็อคโต๊ะต่อชิ้นงานด้วยตัวยึด		
13 ตั้งค่าระยะตัดบนหน้าจอ		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

PARAMETER UNLOCKING and CHANGING REQUEST
ใบคำร้องขอปลดล็อคและเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์

Type of request / ชนิดของคำร้อง :

☐ To Change evolution parameter / พารามิเตอร์ไม่ควบคุม ☐ To unlocked/Change Parameter / ปลดล็อคพารามิเตอร์ที่ควบคุม

ผู้ต้องการปลดล็อคparameter	Requester				
		Name ชื่อ	Date written วันที่เขียน	Shift กะ	Machine เครื่องจักร
		Post/Parameter Name			
		Reason / เหตุผล			
		This adjustment will return to the original value ? การปรับแต่งในครั้งนี้จะทำการปรับคืนสู่ค่าเริ่มต้นหรือไม่		Yes (ใช่) ☐	No (ไม่ใช่) ☐
		If Yes, When those the parameter will re-lock again? ถ้าใช่, พารามิเตอร์จะทำการล๊อคคืนกลับค่าเริ่มต้นเมื่อใด ?			
		If No, What's the new setting value ถ้าไม่ใช่, ค่าที่ต้องการให้ทำการปรับแต่งใหม่มีค่าเท่าใด ?			
ผู้อนุมัติ	Approval	☐ APPROVED (อนุมัติ) ☐ NOT APPROVED (ไม่อนุมัติ)		Name ชื่อ	
		If Not approved, Reason / ถ้าไม่อนุมัติ, เหตุผล :			
		Result after adjust parameter/ผลหลังจากการปรับค่าพารามิเตอร์ First Serial:		☐ Accept	☐ Not Accept
ผู้ที่ทำหน้าที่ปรับแต่ง Parameter	Authorized person	Name ชื่อ	Re-Locked?/ทำการล๊อค? : ☐ Yes (ใช่) ☐ No (ไม่ใช่) Date/วันที่ทำการปรับแต่ง : .... Shift/กะ......................		
		Comment:			

List of function who take part of approval and Autorize person
บุคคลในแต่ละหน่วยงานที่สามารถอนุมัติและปลดล็อคพารามิเตอร์

Process **หน่วยงาน**	**Approval person in Day shift** **ผู้อนุมัติ ในกะเดย์**	**Approval (except Day shift)** **ผู้อนุมัตินอกจากกะเดย์**	**Authorized person** **ผู้ทำหน้าที่ปรับแต่ง** parameter
Preperation	***QO Engineer***	***แจ้ง QO ทางโทรศัพท์เพื่อทำการตรวจสอบอีกครั้งในวันถัดไป (Inform QO Engineer by phone and recheck again at working day)***	Maintenance Sec4
TBM	***QO Engineer***		Setter Maintenance Sec4
Curing	***QO Engineer***		Maintenance Sec4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ ก- 1 ตัวอย่างแบบใบคำร้องขอปลดล็อคและเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์

Parameter Adjustment Sheet

(ใบบันทึกการปรับพารามิเตอร์ของเครื่องจักร)

วันที่ : (Date) ____________________ ขนาด : (Dimension) ____________________

เครื่องจักร : (Machine) ____________________ Part Number : ____________________

วันที่ (Date)	พารามิเตอร์ (Parameter)	เหตุผลการปรับแต่ง (Reason)	ค่าเก่า (old value)	ค่าใหม่ (new Value)	S/N เริ่มต้น (Start S/N)	ผู้ปรับแต่ง (Who)

ภาพที่ ก- 2 ตัวอย่างแบบใบบันทึกการปรับพารามิเตอร์ของเครื่องจักร

หลักสูตร / เรื่อง (Topic)	อบรมขั้นตอนและวิธีการทำงานใหม่ของเครื่องตัดผ้าใบประกอบยางเครื่องบิน		
รหัสหลักสูตร (Course Code)		ุ่นอบรม (Course Session Nbr.)	
ผู้ฝึกสอน (Trainer)			
สถานที่ (Place)		วันที่ (Date)	29 June 2561
ระยะเวลา(Time)	13:00 -16:00 น.	ชม. (Hours)	3 ชั่วโมง

NO.	ชื่อ-สกุล (Name)	เลขประจำตัว พนักงาน (NKE ID.)	แผนก/ส่วน (Dept.)	ฝ่าย (Division)	ลายเซ็นต์ (Signature)		***การประเมินผล*** *(Evaluation)*	
					เช้า (Morning) 08:00-12:00	บ่าย (Afternoon) 13:00-16:00	***ผ่าน*** *(Pass)*	***ไม่ผ่าน*** *(Fail)*
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

For recorder (trainer or training functionary)

☐ Recording in the Chorus on date :...

Recorder's name :...

Trainer's signature

ภาพที่ ก- 3 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจัดการฝึกอบรมและประเมินผลหลังการฝึกอบรม

Splicer for Ply Cutting machine Check List

Repair Date: ____________
Check Complete By: _____________
Repair Complete By: _____________

Parameter	Actual-Table 1	Specification	Parameter	Actual-Table 2	Specification
1. Splicer pressure (bar)		4 ± 0.2 bar	1. Splicer pressure (bar)		4 ± 0.2 bar
2. Distance under roller in front of splicer		0.05 ± 0.02 mm.	2. Distance under roller in front of splicer		0.05 ± 0.02 mm.
3. Distance intermediate roller		0.05 ± 0.02 mm.	3. Distance intermediate roller		0.05 ± 0.02 mm.
4. Distance under inferior and underneath roller		0.1 ± 0.05 mm.	4. Distance under inferior and underneath roller		0.1 ± 0.05 mm.
5. Distance under last roller		0.05 ± 0.02 mm.	5. Distance under last roller		0.05 ± 0.02 mm.
6. Splicer temperature (°C)		80.0°C (Max 100°C)	6. Splicer temperature (°C)		80.0°C (Max 100°C)
7. Splicer advance value in the pincers		20 mm, -5 mm, >20 mm	7. Splicer advance value in the pincers		20 mm, -5 mm, >20 mm

ภาพที่ ก- 4 ตัวอย่างใบตรวจสอบการตั้งค่าเครื่องจักร

Business Unit :

Post :

Daily Checklist (รายการที่ต้องทำประจำวัน)

Month (เดือน) :……………………………………………

Cleaning points จุดที่ทำความสะอาด	*Cleanliness* standard มาตรฐานความสะอาด	Shift กะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															
		A																															
		B																															
		C																															

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ ก- 5 ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบเครื่องจักร

บันทึกการแก้ไข/ซ่อมแซมเครื่องจักร (Record of machine adjustment) เครื่อง (Machine)						
วันที่/Date	ชื่อ/Name	แผนก/Department	ปัญหา/Problem	สาเหตุ/Cause	การแก้ไข/Action	หมายเหตุ/Remark

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ ก- 6 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกการแก้ไขและซ่อมแซมเครื่องจักร

บรรณานุกรม

Shingo., S. (2550). การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว. กรุงเทพมหานคร, ไอ.อี.สแควร์.

แสนชัย ชัฎอนันต์ (2551). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตชิ้นงานพลาสติกกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องใช้สำนักพิมพ์. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

กระทรวงอุตสาหกรรม (8 เมษายน 2561). "รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม [ออนไลน์]."

จินตนา ไชยคุณ (2553). การศึกษาวิธีการลดเวลาสูญเสียในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปารเมศ ชุติมา (2545). การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

วัชรากร อรุณวิราม (2558). การลดเวลาสูญเปล่าและของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ. สาขาการจัดการทางวิศวกรรม ภาควิชาการจัดการทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

วาสนา ช่อมะลิ (2555). การลดเวลาสูญเสียของเครื่องผสมยางจากยางติดประตูปล่อยยาง. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

ศิรภัสสร มีครุฑ (2559). การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยแนวทางซิกซ์ซิกมา. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาว กุลนิษฐ์ เอกนิพิฐสริ
วัน เดือน ปี เกิด	17 มีนาคม 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่อยู่ปัจจุบัน	27/92 หมู่ 3 หมู่บ้านณัฐชากรีนวิลล์ ตำบลบางใหญ่ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140
ผลงานตีพิมพ์	Material science forum (ICSMM 2018)
รางวัลที่ได้รับ	The best oral presentations

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University