การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

นายอนุสิทธิ์ สายสมาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Part Supply Transportation Improvement in Agricultural Machinery Assembly Plant

Mr. Anusit Saysaman

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร
โดย	นายอนุสิทธิ์ สายสมาน
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อนุสิทธิ์ สายสมาน : การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร (Part Supply Transportation Improvement in Agricultural Machinery Assembly Plant) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร. ปารเมศ ชุติมา, 92 หน้า.

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนภายในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรในประเทศไทย ซึ่งนับเป็นหนึ่งในกระบวนการที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต และหากมีการจัดการกระบวนการขนส่งที่ไม่ดีพอจะส่งผลต่อความสามารถในการส่งมอบชิ้นส่วน ต้นทุนจม ปัญหาคุณภาพ รวมถึงความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลาที่ต้องการ และจากการแข่งขันในตลาดอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่มีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้ต้องมีการปรับ ปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน โดยปัญหาที่เกิดขึ้นล้วนแต่มาจากความสูญเปล่าในกระบวนการ ในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษา พบว่ามีประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากสายการประ กอบย่อยไปสายการประกอบหลัก 83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการใช้เครื่องมือกำจัดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS และนำระบบการผลิตแบบ Pull มาประยุกต์ใช้ โดยเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็น Milk run เพื่อให้การขนส่งชิ้นส่วน Synchronize กับความต้องการชิ้นส่วนของสายการประกอบหลัก และหลังการปรับปรุงทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากสายการประกอบย่อยไปสายการประกอบหลักสูงขึ้นเป็น 98 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในกระบวนการขนส่งได้ 540,000 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5970975621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS:

ANUSIT SAYSAMAN: Part Supply Transportation Improvement in Agricultural Machinery Assembly Plant. ADVISOR: PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D., 92 pp.

This research focused on the problem caused by the transportation of part supply in agricultural machinery assembly plant in Thailand, which is one of the processes that are critical to the whole production process. If poorly managed, it will affect transportation of part supply, the emergence of sink cost, quality problems, and the ability to respond to the needs of the customers in time. Since the competition in the agricultural machinery market is more intense, the efficiency of part transportation process has to be improved. In this study, the process of transporting parts of the plant was studied and it was found that the efficiency of the process of transporting parts from the sub assembly line to its main assembly line was 83%. The approach to the performance improvement is done by using the Lean tool to limit wastes based on the ECRS principle and applying pull production system by changing the transportation method to operate as milkrun for transportation of parts to synchronize with the part demands of the main assembly line. After the transportation of parts from sub-assembly line to the main assembly line was improved, the efficiency raised to 98% and transportation process cost was saved to 540,000 Baht per year.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นอย่างสูง ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อีกทั้งให้ความเอาใจใส่และการติดผลการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร ผู้เป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ จิราพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอก ที่ให้ความกรุณาสละเวลาในการให้คำแนะนำต่างๆในการแก้ไขปัญหาและตรวจสอบข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้โอกาสในการศึกษาและวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร หัวหน้างาน เพื่อนพนักงาน และพนักงานทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ การสนับสนุนและให้ความรู้มาโดยตลอดจนทำให้วิทยานิพนธ์ออกมาสมบูรณ์แบบ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ คอยสนับสนุนช่วยเหลือด้านการศึกษาและเป็นเบื้องหลังแห่งความสำเร็จครั้งนี้ รวมถึงขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 2
1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา 7
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 11
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 11
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 12
1.6 ขั้นตอนและแผนดำเนินการวิจัย 12
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
2.1 วิธีการขนส่งด้วยรถมิลค์รัน 14
2.2 หลักการผลิตแบบลีน 15
2.3 การผลิตแบบทันเวลาพอดี 27
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
บทที่ 3 การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา 32
3.1 ศึกษากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาอย่างละเอียด 32
3.2 สรุปปัญหากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษา 47
บทที่ 4 แนวทางและวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพ 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.1 แนวทางการแก้ปัญหา 48
4.2 วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน 49
บทที่ 5 ผลการดำเนินงานวิจัย 79
5.1 ผลการดำเนินการวิจัย 79
5.2 เปรียบเทียบผลการวิจัย 82
5.3 ยืนยันผลการทดลอง 84
5.4 ข้อเสนอแนะ 87
รายการอ้างอิง 88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1จำนวนปริมาณปัญหาการขนส่งล่าช้าแต่ละชิ้นส่วน 6
ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 13
ตารางที่ 2.1 การหาจำนวนรอบในการศึกษาเวลาโดยใช้ตารางสำเร็จรูป 26
ตารางที่ 3.1ข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบ.....33
ตารางที่ 3.2สรุประยะทางและเวลาในการขนส่งแต่ละเส้นทาง.....37
ตารางที่ 3.3 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ.....43
ตารางที่ 3.4 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชุดส่งกำลัง 1, 2 ชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน 44
ตารางที่ 3.5 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง.....45
ตารางที่ 3.6 ตารางสรุปจำนวนกิจกรรมการไหลของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน 46
ตารางที่ 4.1 ลำดับการกำหนดจุดรับและจุดส่งชิ้นส่วน.....52
ตารางที่ 4.2 ขนาดรถมิลค์รัน 59
ตารางที่ 4.3 เวลาการโหลดภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วน 63
ตารางที่ 4.4 เวลาในขั้นตอนการโหลดชิ้นส่วนหลังจากติดตั้งระบบโหลดอัตโนมัติ 66
ตารางที่ 4.5 แผนภูมิกระบวนการไหลของชิ้นส่วนด้วยระบบรถมิลค์รัน.....68
ตารางที่ 4.6 ตารางสรุปจำนวนกิจกรรมการไหลของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน 69
ตารางที่ 4.7 สรุปค่าใช้จ่ายการเช่ารถลากไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง 70
ตารางที่ 4.8 จำนวนภาชนะในระบบการขนส่งชิ้นส่วนด้วยมิลค์รัน.....74
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบหลังการปรับปรุง 77
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง 82
ตารางที่ 5.2 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงงานวิจัย 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

รูปที่ 1.1 แสดงจำนวนยอดผลิตภัณฑ์เครื่องจักกลการเกษตร 1
รูปที่ 1.2 ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร 2
รูปที่ 1.3 อัตราส่วนปัญหาการหยุดสายการประกอบหลัก 3
รูปที่ 1.4 รอบเวลาการทำงาน 3
รูปที่ 1.5 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วน 5
รูปที่ 1.6 รถไถนา 7
รูปที่ 1.7 รถเกี่ยวนวดข้าว 7
รูปที่ 1.8 อุปกรณ์ต่อพ่วง 8
รูปที่ 1.9 แผนผังขั้นตอนการประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตร 8
รูปที่ 1.10 ขั้นตอนการประกอบชุดส่งกำลัง 9
รูปที่ 1.11 ขั้นตอนการพ่นสีกันสนิม 9
รูปที่ 1.12 ขั้นตอนการพ่นสีชิ้นส่วนภายนอก 10
รูปที่ 1.13 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนภายนอกขั้นสุดท้าย 10
รูปที่ 1.14 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย 11
รูปที่ 2.1 สายธารแห่งคุณค่า 19
รูปที่ 3.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาขนส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการผลิต 34
รูปที่ 3.2 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ 35
รูปที่ 3.3 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลังและชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน 36
รูปที่ 3.4 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนชุดคันโยกและชุดเพลาล้อหลัง 37
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน 38
รูปที่ 3.6 ภาชนะบรรจุชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วน 39
รูปที่ 3.7 การนำภาชนะเปล่าลงจากรถขนส่ง 39

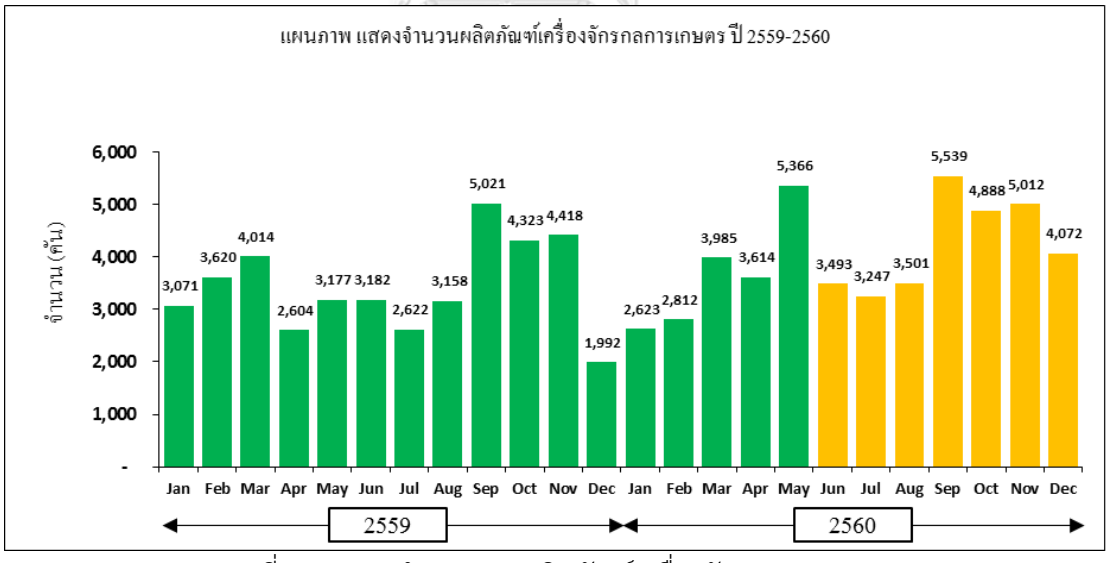
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3.8 การโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนลงรถขนส่ง 40
รูปที่ 3.9 การขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนไปยังจุดส่งที่สายการประกอบหลัก 40
รูปที่ 3.10 การโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนจากรถขนส่งลงจุดส่งที่สายการประกอบหลัก 41
รูปที่ 3.11 การโหลดภาชนะเปล่าลงรถขนส่ง.....41
รูปที่ 3.12 การขนส่งภาชนะเปล่ากลับไปยังจุดรับภาชนะเปล่า.....42
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงาน.....46
รูปที่ 4.1 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง 51
รูปที่ 5.1 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วน – หลังการปรับปรุง 79
รูปที่ 5.2 ระบบขนส่งชิ้นส่วนด้วยรถมิลค์รัน.....80
รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน.....81
รูปที่ 5.4 กราฟแสดง Normal Probability Plot ของรอบเวลาการขนส่งชิ้นส่วน.....85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

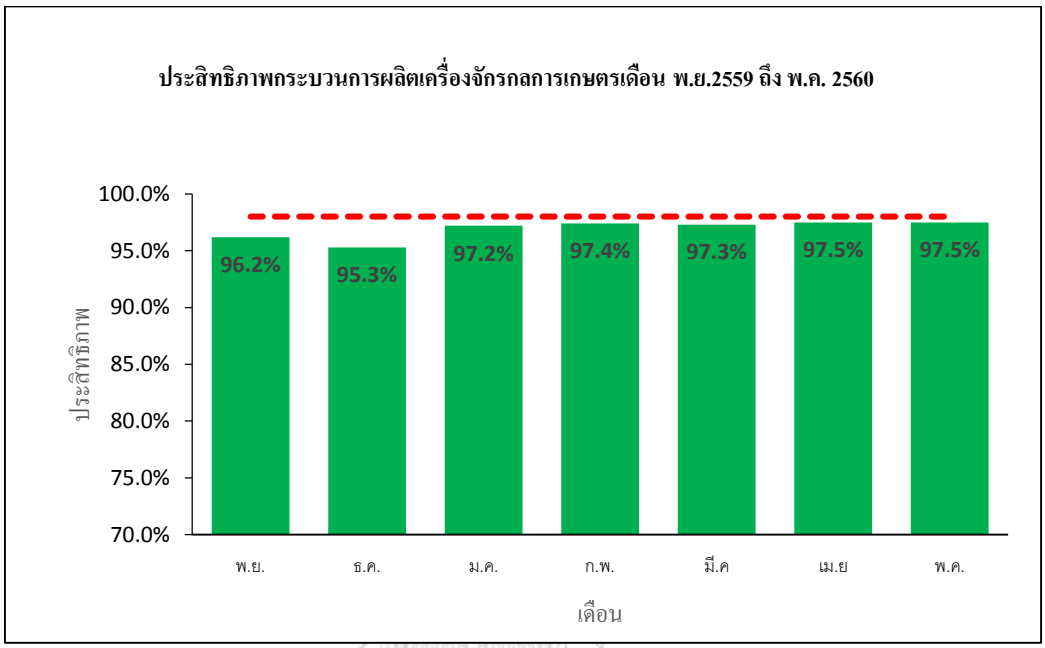
อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลทางการเกษตรในปัจจุบันเริ่มเข้ามามีบทบาทต่อวงการอุตสาหกรรมไทยมากขึ้น การแข่งขันมีความรุนแรง ทั้งในด้านของตัวผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย เทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ซื้อ รวมถึงกลยุทธ์ในการทำการตลาดของบริษัทผู้ผลิตสินค้า ส่งผลให้เกิดสภาวะต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนส่วนแบ่งทางการตลาดและผลกำไรของบริษัทให้มากขึ้น หนึ่งประการคือการรักษาราคาขายผลิตภัณฑ์ให้คงเดิมหรือเพิ่มเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากประเด็นดังกล่าวนี้เอง บริษัทผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรจึงต้องทำการปรับตัวเพื่อความอยู่รอด โดยการให้ความสำคัญต่อนโยบายการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและความเป็นผู้นำในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลทางการเกษตร และทั้งนี้จากข้อมูลยอดการผลิตปีพุทธศักราช 2559 ถึง 2560 จะเห็นได้ว่าการเติบโตของตลาดเครื่องจักรกลทางการเกษตรยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงจำนวนยอดผลิตภัณฑ์เครื่องจักกลการเกษตร

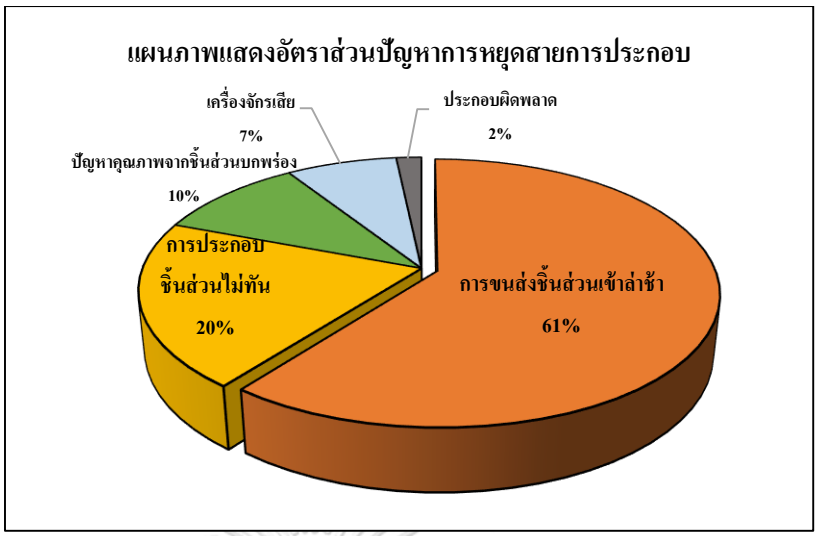
1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการศึกษาโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา พบว่าประสิทธิภาพในกระบวนการการผลิตยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 98 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการอยู่ที่ประมาณ 96.9 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 1.2



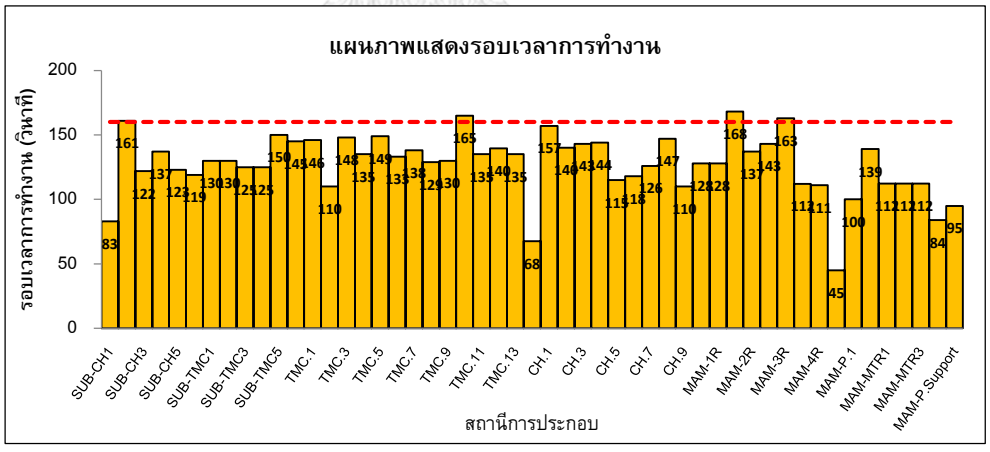
รูปที่ 1.2 ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร

ซึ่งเกิดจากปัญหาการจัดส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและจากสายการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักไม่ทันเวลาเป็นส่วนใหญ่ทำให้สายการประกอบหลักต้องหยุดรอชิ้นส่วนจากการขนส่งล่าช้า โดยมีปริมาณของปัญหาดังกล่าวมากถึง 61 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปัญหาการหยุดสายการประกอบทั้งหมดดังรูปที่ 1.3 โดยเป็นการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560



รูปที่ 1.3 อัตราส่วนปัญหาการหยุดสายการประกอบหลัก

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษารอบเวลาการทำงานของพนักงานบนสายการประกอบและพบว่ามีบางสถานีงานที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อรอบการขนส่งชิ้นส่วนได้ในกรณีที่พนักงานประกอบผลิตภัณฑ์ไม่ทัน ทำให้การทำงานบนสายการประกอบไม่สอดคล้องเป็นเวลาเดียวกัน (Synchronize) กับรอบการขนส่งชิ้นส่วน โดยสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาอยู่ที่ 75.86 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 รอบเวลาการทำงาน

ดังนั้นจึงมีความต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน โดยจากเดิมการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและจากกระบวนการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักเป็นการขนส่งโดยส่วนงานการผลิตเอง โดยมีรอบการขนส่งที่ไม่คงที่ จำนวนชิ้นส่วนแต่ละรอบที่ไม่เท่ากันจาก

จำนวนรถขนส่งที่มีจำนวนไม่เท่ากัน ระยะทางของแต่ละรอบการขนส่งที่แตกต่างกันเนื่องจากไม่มีเส้นทางการทำงานที่แน่นอน และเป็นการขนส่งชิ้นส่วนเข้าหลายจุดงาน ทำให้มีการจัดเก็บชิ้นส่วนบริเวณบางจุดงานเพื่อรอการประกอบเป็นจำนวนมากในบางครั้ง เพราะไม่มีการกำหนดจำนวนชิ้นงานสูงสุดและต่ำสุดที่เหมาะสมเป็นมาตรฐานในการทำงาน ซึ่งเป็นผลมาจากเพื่อป้องกันปัญหาชิ้นส่วนขาดมือที่จะส่งผลให้ชิ้นส่วนไม่พอสำหรับการประกอบในรอบคันถัดไป ดังนั้นจึงทำให้เกิดต้นทุนที่สูงในกระบวนการผลิตอีกด้วย

สำหรับการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและจากกระบวนการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 6 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1
2. ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2
3. ชิ้นส่วนควบคุมแรงดันน้ำมัน
4. ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
5. ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
6. ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

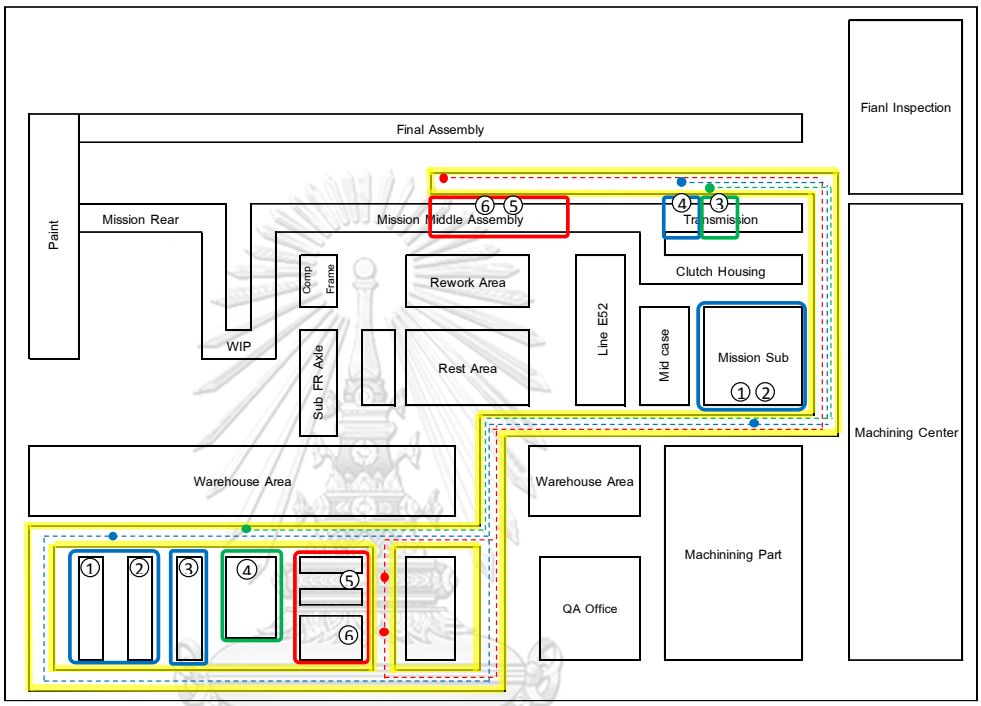
โดยเส้นทางการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาแบ่งเป็น 3 เส้นทาง เพื่อทำการจัดส่งชิ้นส่วนเข้าสายการ
ประกอบ ดังรูปที่ 1.5

1. เส้นทางสีเขียว
   เป็นเส้นทางในการดำเนินการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถเพียงชนิดเดียว โดยมีระยะทางในการขนส่งจากสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก 175 เมตร
2. เส้นทางสีแดง
   เป็นเส้นทางในการดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วน 2 ชนิด คือ ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง โดยมีระยะทางในการขนส่งจากสายการประกอบย่อยไปสายการประกอบหลัก 223 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เส้นทางสีน้ำเงิน

เป็นเส้นทางในการดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วน 3 ชนิด คือ ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1, ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2 และชิ้นส่วนควบคุมแรงดันน้ำมัน โดยมีระยะทางในการขนส่งจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนไปสายการประกอบหลัก 224 เมตร



รูปที่ 1.5 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วน

โดยเมื่อสำรวจข้อมูลการหยุดสายการผลิตจากปัญหารอการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักแต่ละชิ้นส่วน ได้ข้อมูลดังตารางที่ 1.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.1จำนวนปริมาณปัญหาการขนส่งล่าช้าแต่ละชิ้นส่วน

		พฤศจิกายน		ธันวาคม		มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน		พฤษภาคม	
		เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง
จำนวนวันทำงาน	วัน	24		18		19		19		23		16		24	
Working Time	นาที	12280		5660		10270		8650		12600		9750		14660	
TAKT TIME	วินาที	150		150		150		150		150		150		150	
Production	วัน	4418		1992		2623		2812		3985		3559		5519	
รอชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	นาที	23	6	14	7	18	11	15	8	14	6	5	3	14	11
รอชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	นาที	42	15	18	12	27	13	25	11	19	10	17	12	26	19
รอชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	นาที	175	74	98	44	87	32	74	36	149	58	68	20	96	35
รอชิ้นส่วนควบคุมแรงดันน้ำมัน	นาที	48	17	15	7	23	9	12	3	16	7	25	14	27	5
รอชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	นาที	13	8	3	1	14	3	5	2	8	3	5	2	10	4
รอชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	นาที	25	8	5	1	9	2	7	2	6	1	12	3	16	5
รวมเวลาหยุดรอขนส่งชิ้นส่วน	นาที	326		153		178		138		212		132		189	
รวมเวลาหยุดรอขนส่งชิ้นส่วน	เปอร์เซ็นต์	2.65%		2.70%		1.73%		1.60%		1.68%		1.35%		1.29%	

ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาการหยุดสายการประกอบหลักจากการรอคอยรอบขนส่งชิ้นส่วนมายังจุดประกอบ มีแนวความคิดปรับปรุงโดยการใช้มิลค์รัน (Milk Run) ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนหนึ่งรอบการทำงาน โดยจะวิ่งไปรับชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและจากกระบวนการประกอบย่อยเพื่อไปส่งยังแต่ละจุดประกอบงานในรอบการทำงานเดียว การออกแบบเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดมาใช้เป็นเส้นทางหลักในการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและจากสายการประกอบย่อยไปสายการประกอบหลัก ทั้งนี้ยังต้องดำเนินการจัดสมดุลสายการประกอบให้แต่ละสถานีงานมีรอบเวลาการทำงานที่ใกล้เคียงกันเพื่อลดปัญหาคอขวดที่อาจส่งผลต่อรอบการขนส่งชิ้นส่วนได้ ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะการขนส่งที่สอดคล้องเป็นเวลาเดียวกัน (Synchronize) กับรอบเวลาการทำงานของสายการประกอบ โดยเมื่อดำเนินการดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยคาดว่าจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานกรณีศึกษาได้

จากการเก็บข้อมูลพบว่าปริมาณความต้องการชิ้นส่วนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแต่ละวันมีความสม่ำเสมอกัน ซึ่งทำให้แนวความคิดการใช้มิลค์รันสามารถกำหนดรอบการขนส่งตามเวลาที่กำหนดได้ และสามารถกำหนดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการในแต่ละรอบการขนส่งได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ปัญหาการหยุดสายการประกอบหลักเพื่อรอการขนส่งชิ้นส่วนจะได้ถูกแก้ไข ส่งผลให้ประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษาเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ โดยการส่งมอบสินค้าได้ตามจำนวนและภายในเวลาที่ต้องการ อีกทั้งจำนวนชิ้นส่วนสำหรับรอการผลิตในแต่ละจุดงานจะมีจำนวนที่เหมาะสมและแน่นอน เป็นจำนวนที่พอดีกับรอบเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนเพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการที่จะใช้ในกระบวนการผลิตจริง นอกจากนี้ยังทำให้สามารถชี้ให้เห็นถึงปัญหาของกระบวนการผลิตได้อย่างแท้จริงในกรณีที่ไม่สามารถจัดส่งชิ้นส่วนให้มิลค์รันได้ทันตามเวลาที่กำหนดในแต่ละรอบการขนส่งอีกด้วย ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการประกอบมีปัญหา หรือจากปัญหาคุณภาพของชิ้นส่วน เป็นต้น

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรสำหรับการจำหน่ายภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศโดยมีสัดส่วนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยก่อตั้งเมื่อปีพุทธศักราช 2553 บนพื้นที่ทั้งหมด 364,808 ตารางเมตรด้วยเงินลงทุน 3,114 ล้านบาท รองรับกำลังการผลิตสูงสุดประมาณ 70,000 คันในสำหรับสายการประกอบรถไถ กำลังการผลิตสูงสุด 35,000 คันสำหรับสายการประกอบรถเกี่ยวนวดข้าวและอุปกรณ์ต่อพ่วง อีกทั้งความหลากหลายของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่มีความแตกต่างกัน ทำให้โรงงานกรณีศึกษาต้องทำการผลิตสินค้าหลากหลายรุ่นด้วยสายการผลิตเดียวกัน ซึ่งเป็นการผลิตแบบผสม (Mixed Model) โดยรูปแบบของการประกอบผลิตภัณฑ์เป็นแบบสายการประกอบหลัก (Assembly Main Line) และสายการประกอบย่อย (Assembly Sub Line) คือจะมีการประกอบชิ้นส่วนชุดส่งกำลังภายในที่สายการประกอบย่อย และชิ้นส่วนมาจากกระบวนการจัดชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บ ซึ่งเป็นการทำงานแบบทีละหนึ่งผลิตภัณฑ์ต่อรอบเวลาการทำงาน โดยผ่านสถานีงานการประกอบย่อยตามลำดับขั้นที่มีการออกแบบไว้ และส่งเข้าสายการประกอบหลักโดยใช้ลูกกลิ้งลำเลียงในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนไปยังสถานีงานถัดไป

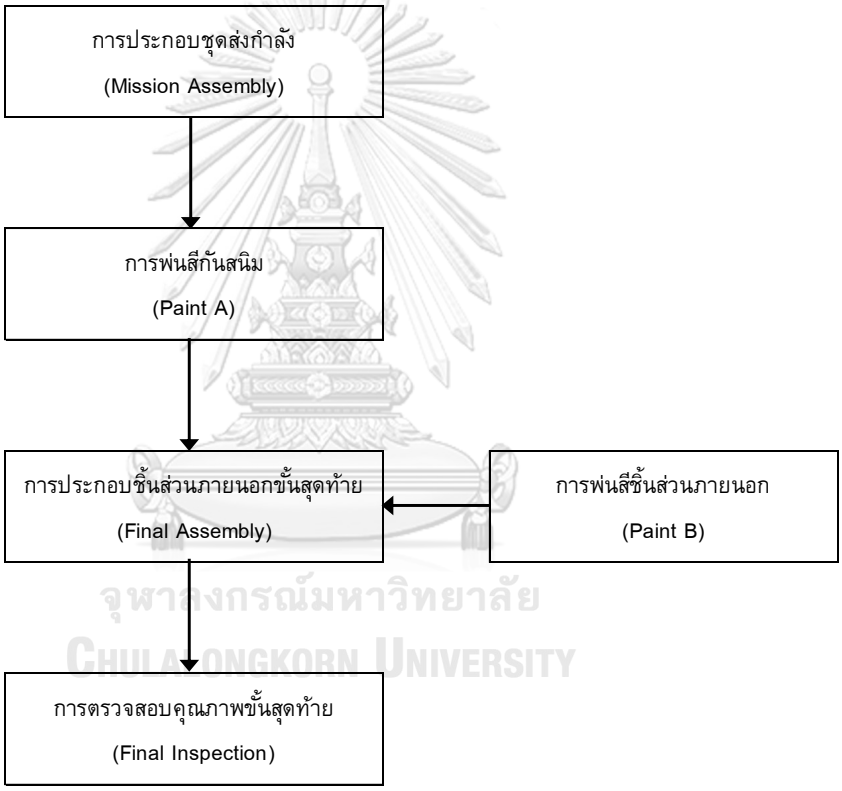
ผลิตภัณฑ์ที่ทำการประกอบในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษามีทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์หลักได้แก่

รูปที่ 1.6 รถไถนา

รูปที่ 1.7 รถเกี่ยวนวดข้าว

รูปที่ 1.8 อุปกรณ์ต่อพ่วง

สำหรับขั้นตอนการประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตร ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 1.9



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

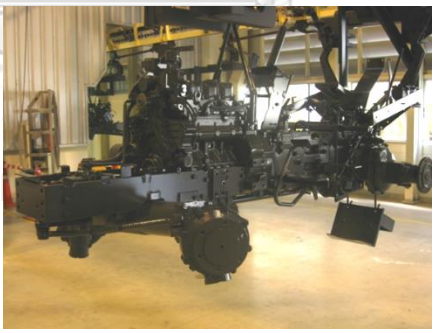
รูปที่ 1.9 แผนผังขั้นตอนการประกอบเครื่องจักรกลทางการเกษตร

1. ขั้นตอนการประกอบชุดส่งกำลัง (Mission Assembly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่สำหรับถ่ายทอดการหมุนของเครื่องยนต์ไปยังล้อเพื่อให้เคลื่อนที่ได้ โดยระหว่างทางการส่งกำลังหมุนไปนี้ จะผ่านส่วนประกอบ หรืออุปกรณ์ หลายส่วนคือ ชุดคลัตช์ (Clutch), ชุดเกียร์ (Transmission), เพลาขับ (Drive shaft), ชุดเฟืองท้าย (Differential), เพลา (Axle) และล้อ (Wheel) ซึ่งการประกอบชุดส่งกำลังมีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นชิ้นส่วนภายในที่ประกอบเข้ากับห้องเกียร์ และห้องคลัตช์ จึงมีการ

ตรวจสอบคุณภาพด้วยกระบวนการตรวจสอบรอยรั่วของการประกอบในน้ำ รวมถึงการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดส่งกำลังด้วยการใส่แรงจากมอเตอร์เข้าไปหมุนชุดส่ง กำลังก่อนส่งไปยังกระบวนการถัดไปอีกด้วย ดังรูปที่ 1.10

รูปที่ 1.10 ขั้นตอนการประกอบชุดส่งกำลัง

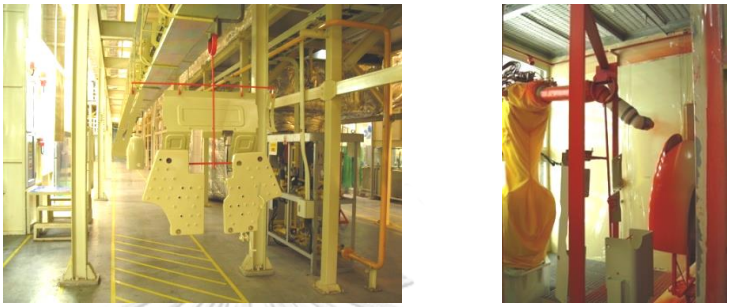
2. ขั้นตอนการพ่นสีกันสนิม (Paint A) สำหรับโรงงานกรณีศึกษามีขั้นตอนการพ่นสีทั้งหมด 2 ส่วน ด้วยกัน คือ 1. สีกันสนิม 2. สีชิ้นส่วนภายนอก โดยในส่วนของขั้นตอนการพ่นสีกันสนิมจะใช้สีดำ เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของชิ้นส่วนที่ผลิตมาจากโลหะ และผ่านกระบวนการอบสีที่อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียสซึ่งทำให้ความสามารถในการยึดเกาะของสีดีและยาวนานขึ้น ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ขั้นตอนการพ่นสีกันสนิม

3. ขั้นตอนการพ่นสีชิ้นส่วนภายนอก (Paint B) จะเป็นกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนภายนอกของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดโดยสีที่ใช้จะเป็นสีแดง กระบวนการแรกของการพ่นสีคือกระบวนการล้างคราบไขมันหรือสิ่งสกปรกบนชิ้นส่วนโดยการใช้สารเคมีฟอสเฟต ซึ่งทำให้เพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของสี จากนั้นจะส่งชิ้นส่วนไปยังสถานีการชุบสีด้วยอิเล็กโทรดต่อไปโดยเป็นกระบวนการชุบสีกันสนิมด้วยกระแสไฟฟ้า และส่งไปยังสถานี

งานพ่นสีขั้นสุดท้ายคือสีภายนอก เป็นกระบวนการที่ทำโดยหุ่นยนต์ทั้งหมดทำให้คุณภาพในการพ่นสีของชิ้นงานมีความสม่ำเสมอเท่ากันทุกชิ้นงาน ทั้งนี้ก่อนทำการส่งชิ้นงานไปยังสายการประกอบชิ้นส่วนขั้นสุดท้ายได้มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบคุณภาพก่อนทำการส่งมอบทุกชิ้นงาน เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานไม่ได้คุณภาพหลุดไปยังลูกค้า ดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 ขั้นตอนการพ่นสีชิ้นส่วนภายนอก

4. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนภายนอกขั้นสุดท้าย (Final Assembly) ในขั้นตอนนี้จะทำการประกอบชิ้นส่วนที่อยู่ด้านนอกชุดส่งกำลังทั้งหมดเพื่อทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในการทำงาน และควบคุมให้ เครื่องจักรกลทางการเกษตรสามารถทำงานได้ตามความต้องการ อีกทั้งยังเพื่อเพิ่มความสวยงาม เช่น สายไฟเชื่อมระหว่างอุปกรณ์แต่ละส่วน หม้อน้ำ ฝากระโปรง พวงมาลัย เบาะนั่ง เป็นต้น โดยจะทำการประกอบชิ้นส่วนบนสายการประกอบจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน รวมถึงขั้นตอนการเติมน้ำมันเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสมบูรณ์สามารถขับเคลื่อนไปยังสถานีงานเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป ดังรูปที่ 1.13

รูปที่ 1.13 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนภายนอกขั้นสุดท้าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย (Final Inspection) นับเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิต ทำหน้าที่ในการตรวจสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเพื่อให้ตรงตามมาตรฐานที่มีการกำหนดไว้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยการตรวจสอบเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบระบบการส่งกำลังที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจากการขับทดสอบด้วยระดับความเร็วสูงสุดของแต่ละเกียร์ การทำงานของไฟส่องสว่าง ไฟสำหรับหยุด รวมถึงไฟแสดงสัญญาณต่างๆเพื่อความปลอดภัยของลูกค้า นอกจากนี้ยังตรวจสอบความสวยงามของผลิตภัณฑ์อีกด้วยเพื่อสร้างความประทับใจในคุณภาพจากลูกค้าเมื่อพอเห็นจากการมองด้วยสายตา ดังรูปที่ 1.14

รูปที่ 1.14 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน โดยการเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต เพื่อลดปัญหาสายการผลิตหยุดรอชิ้นส่วนจากการขนส่งที่ไม่ทันรอบเวลาการทำงาน และไม่มีการกำหนดจำนวนชิ้นส่วนที่เหมาะสมในแต่ละรอบการขนส่ง

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. ทำการศึกษาเส้นทางการขนส่งเฉพาะชิ้นส่วน 6 ชิ้นส่วนหลัก โดยทำการศึกษาตั้งแต่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและจากสายการประกอบย่อยมาที่สายการประกอบหลักเท่านั้น

2. ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนในแต่ละวัน ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแผนการผลิตรายปี พุทธศักราช 2560 เท่านั้น

3. จำนวนรถลากไฟฟ้าสำหรับลากรถมิลค์รันเพื่อขนส่งชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักมีจำนวน 2 คันเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น

2. การขนส่งชิ้นส่วนที่สอดคล้องเป็นเวลาเดียวกัน (Synchronize) กับรอบเวลาการทำงานของสายการประกอบ

3. จำนวนชิ้นส่วนที่เหมาะสมต่อรอบการขนส่งบนแต่ละรถมิลค์รัน

4. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงสายการประกอบอื่นต่อไป

1.6 ขั้นตอนและแผนดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยสามารถกำหนดเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาอย่างละเอียด

2. ศึกษางานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจำเป็นต้องทำการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคดังนี้

วิธีการขนส่งด้วยมิลค์รัน

หลักการผลิตแบบลีน

การผลิตแบบทันเวลาพอดี

3. ปรับปรุงสมดุลสายการผลิตเพื่อลดปัจจัยที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่เป็นคอขวดที่อาจจะส่งผลต่อความสอดคล้องเป็นเวลาเดียวกันระหว่างรอบการขนส่งกับรอบเวลาการประกอบบนสายการ ประกอบ

4. เก็บข้อมูลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการขนส่งชิ้นส่วน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม โดยมีปัจจัยดังนี้

ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละชิ้นส่วนทั้ง 6 ชิ้นส่วนหลัก

ระยะทางการขนส่งไปยังสายการประกอบหลักแต่ละจุด

เวลาในการทำงานเพื่อทำการจัดชิ้นส่วนขึ้นและลงบนรถมิลค์รัน

ขนาดของรถมิลค์รันที่สามารถใช้ขนส่งชิ้นส่วนได้ในโรงงานกรณีศึกษา

เวลาในการขนส่งแต่ละรอบ

5. ออกแบบเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วน จำนวนชิ้นงานในแต่ละรอบการขนส่งบนมิลค์รัน โดยใช้หลักการผลิตแบบ LEAN

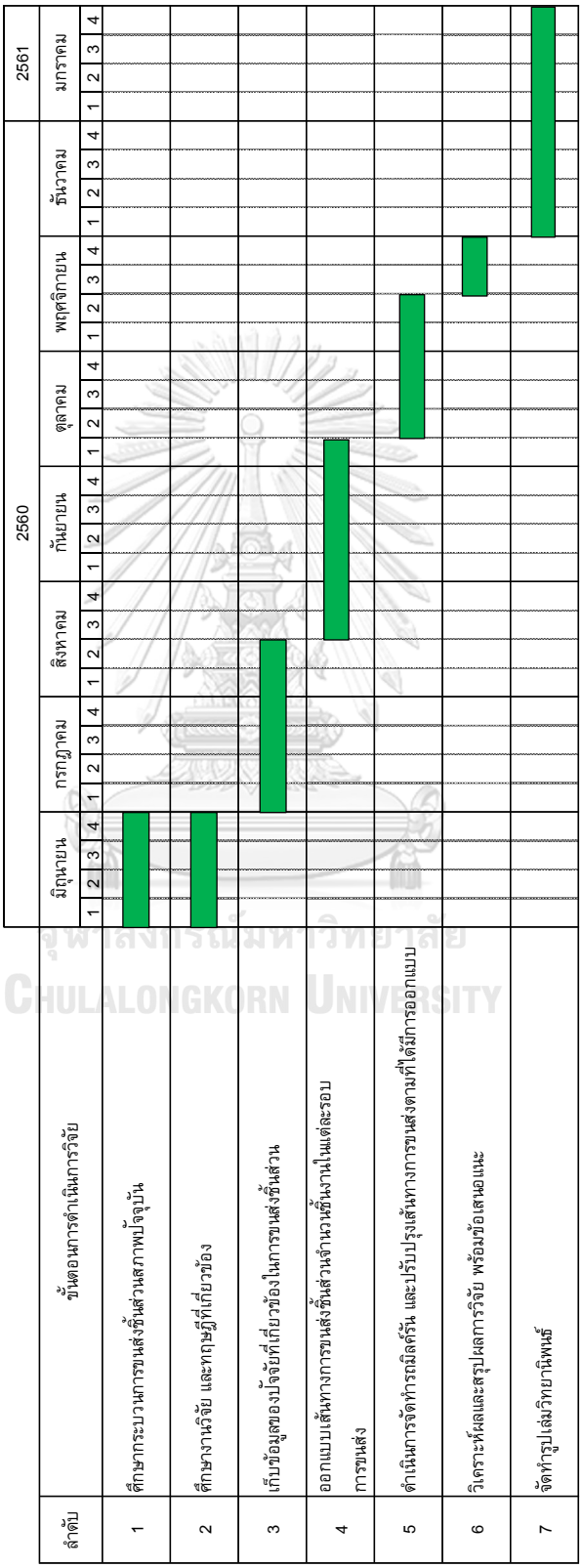
6. ดำเนินการจัดทำรถมิลค์รัน และปรับปรุงเส้นทางการขนส่งตามที่ได้มีการออกแบบ

7. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย พร้อมข้อเสนอแนะ

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการทำงาน โดยการแก้ปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบล่าช้า ได้มีแนวความคิดและแนวทางในการปรับปรุง โดยการดำเนินการอ้างอิงความรู้พื้นฐานจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.วิธีการขนส่งด้วยรถมิลค์รัน

2. หลักการผลิตแบบลีน

3.การผลิตแบบทันเวลาพอดี

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการขนส่งด้วยรถมิลค์รัน

เส้นทางมิลค์รันของผู้จัดส่งวัตถุดิบ คือ การรับชิ้นส่วนจากผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายรายตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้สามารถรองรับกับปริมาณความต้องการในกระบวนการผลิตที่ได้มีการกำหนดไว้ โดยปริมาณความต้องการถูกกำหนดโดยลูกค้า สำหรับการใช้รถมิลค์รันคือเป็นการใช้รถบรรทุกวิ่งไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายราย เพื่อนำภาชนะบรรจุเปล่ากลับไปคืน และรับวัตถุดิบกลับมา ซึ่งการรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบแต่ละรายอาจเป็นการบรรทุกแบบไม่เต็มคัน ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณของวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบรายอื่นที่มีปริมาณการจัดส่งวัตถุดิบที่แตกต่างกัน จะเต็มรถพอดี

ข้อได้เปรียบของมิลค์รัน

1.ช่วยลดปริมาณวัตถุดิบคงคลัง

2.สามารถทำนายเวลานำในการเติมได้

3.สามารถมองเห็นสินค้าคงคลังได้ชัดเจนขึ้น

4.ปรับปรุงการติดต่อสื่อสารกับผู้จัดส่งวัตถุดิบ

2.2 หลักการผลิตแบบลีน

2.2.1 นิยามคำว่าลีน

ลีน ตามความหมายของพจนานุกรมแปลว่า “ผอมหรือบาง” ซึ่งมีความหมายเชิงบวก เมื่อเปรียบเทียบกับคนแล้วก็หมายถึงคนที่มีร่างกายสมส่วน ปราศจากชั้นไขมัน กระฉับกระเฉง แข็งแรง ว่องไว แต่ถ้าเปรียบกับองค์กรจะหมายถึงองค์ที่ดำเนินการโดยปราศจากความสูญเปล่า (Waste) ในกระบวนการ สามารถปรับตัวและตอบสนองความต้องการของลูกค้าและตลาดได้มีประสิทธิภาพและทันท่วงทีเหนือคู่แข่ง ซึ่งเราเรียกองค์กรที่ลักษณะดังกล่าวว่า “วิสากิจแบบลีน”

ดังนั้นโดยสรุปแล้วลีนจึงหมายถึง แนวคิดในการบริหารจัดการองค์กรหรือการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ปราศจากความสูญเปล่า (Waste) ในทุกกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการในสายการผลิต รวมไปถึงกระบวนการการขนส่ง ตลอดจนการตอบสนองความต้องการของลูกค้าแบบทันท่วงที โดยเน้นที่การสร้างประสิทธิภาพสูงสุดและลดความสูญเสียในวงจรการผลิต

2.2.2 วิวัฒนาการผลิตสู่ระบบการผลิตแบบปัจจุบัน

ระบบการผลิตแบบลีนกำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ กล่าวกันว่า ในอดีตการผลิตสินค้าต่างๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft / Hand Made Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัทฟอร์ด มอเตอร์ ได้ริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้ำ และถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ในกระบวนการคือความสูญเปล่า โดยนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบรถยนต์ (Moving Assembly Line) ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ (Standardized Interchangeable Parts) ทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการดังกล่าว ทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือผลิตแบบปริมาณมาก รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ต่ำลงโดยเฉพาะในส่วนของต้นทุนทางอ้อม

ระบบการผลิตของฟอร์ดประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง กล่าวกันว่ายุคนั้นในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จักรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ซึ่งเป็นรุ่นยอดนิยมที่มีการผลิตและจำหน่ายจำนวนมาก ถึงแม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ แต่เนื่องจากช่วงนั้นตลาดยังคงเป็นของผู้ผลิต เพราะผู้ผลิตรถยนต์มีจำนวนน้อยราย แต่ความต้องการซื้อมีจำนวนมาก ผลิตเท่าไรก็จำหน่ายได้หมด

อีกหลายปีต่อมา จากความสำเร็จของบริษัท ฟอร์ด อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้า ได้พยายามนำเอาแนวคิดของฟอร์ดไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทโตโยต้าที่ญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทยังไม่เหมาะกับการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่างๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้าง “ระบบการผลิตที่เน้นปริมาณ” ตามแบบอย่างของฟอร์ดได้ ทั้งสองจึงได้ร่วมกับทีมงานของบริษัทโตโยต้า พัฒนาระบบการผลิตของตนเองขึ้นมาจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซูเปอร์มาร์เก็ตหรือระบบดึง มาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า “ระบบการผลิตแบบโตโยต้า” (Toyota Production System) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System)

ปี 1990 James P. Womack เขียนหนังสือชื่อ The Machine That Changed The World ซึ่งกล่าวถึงประวัติการผลิตรถยนต์ รวมถึงศึกษาวิเคราะห์โรงงานประกอบรถยนต์ของญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป และเกิดคำว่า “Lean Manufacturing” ขึ้นเป็นครั้งแรก James Womack ได้มีโอกาสศึกษาระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) เป็นเวลาหลายปี แล้วสรุปออกมาเป็นสิ่งที่เขาเรียกว่า แนวคิดและการผลิตแบบลีน จึงอาจกล่าวได้ว่า TPS เป็นรากฐานของระบบการผลิตแบบลีน

เมื่อแนวคิด Lean และระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นที่รู้จักมากขึ้นทั้งในอุตสาหกรรมโลกและในบ้านเรา โรงงานต่างๆ ก็ต้องการเปลี่ยนระบบการผลิตจาก Mass Production สู่ Lean Production หรือ Lean Manufacturing ด้วยเหตุผลต่างๆ กัน คือ

- ประการแรก ต้องการมีต้นทุนที่ต่ำลง (Cost Reduction) เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน (Competitiveness) หรือรักษาส่วนแบ่งทางการตลาด
- ประการที่ 2 ต้องการเพิ่มผลิตภาพ (Increased Productivity) เพื่อการจัดส่งที่ดีขึ้นและรักษาหรือเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ประการที่ 3 ต้องการลด Lead Time ในการผลิตสินค้า เพื่อการจัดส่งที่ตรงเวลา (On Time Delivery) และเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า (Customer Satisfaction)
- ประการที่ 4 ต้องการมีระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงระดับสากล (World Class Manufacturing) เพื่อการแข่งขันได้ และเป็นที่ยอมรับของลูกค้า
- ประการที่ 5 ลูกค้าให้ทำ จึงจำเป็นต้องทำเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า อันจะเป็นที่มาของการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์
- ประการที่ 6 ลูกค้ามีการประเมินระบบการผลิตแบบ Lean เปรียบเทียบกับผู้จัดส่ง (Supplier) รายอื่นๆ เพื่อพิจารณาผลงานของผู้จัดส่ง อันจะส่งผลต่อการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์
- ประการที่ 7 บริษัทแม่ซึ่งอยู่ต่างประเทศมีนโยบายให้ทำ

ซึ่งไม่ว่าจะเปลี่ยนระบบการผลิตจาก Mass Production สู่ Lean Production ด้วยเหตุผลใดๆ ก็ตาม แนวทางที่ต้องตระเตรียมหรือดำเนินการเพื่อการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการนำแนวคิดในการผลิตแบบลีนมาปรับใช้ให้เหมาะกับอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะมีแนวทางหรือกลยุทธ์ที่แตกต่างออกไปจากของบริษัทโตโยต้า ซึ่งเป็นต้นแบบของการผลิตแบบลีนก็เป็นไปได้ ความรู้ในการนำเครื่องมือลีนต่างๆมาปรับใช้เป็นสิ่งสำคัญก็จริง แต่หากปราศจากความรู้ความเข้าใจในปรัชญาการผลิตแบบลีนอย่างแท้จริงแล้ว โอกาสที่จะประสบความสำเร็จก็จะเป็นไปได้ยาก เปรียบเสมือนที่บางบริษัทที่คิดว่าแนวทางการทำ 5 ส คือการ “ปัด กวาด เช็ด ถู” เท่านั้น ก็จะไม่สามารถรักษา (Sustain) วินัยของพนักงานที่ทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านั้นได้ เนื่องจากพนักงานขาดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ การผลิตแบบลีนก็เช่นเดียวกัน ใช่ว่าการเรียนรู้ในเครื่องมือต่างๆของลีนจะเป็นกุญแจสู่ความสำเร็จไม่ สิ่งสำคัญกว่านั้นคือการให้ความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของการผลิตแบบลีน ความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงแนวทางในการทำงาน แล้วอธิบายให้เห็นภาพว่าลีนจะช่วยให้บริษัทประสบผลสำเร็จได้อย่างไร รวมถึงการวัดผลงานของพนักงานที่เกี่ยวเนื่องกับตัววัดของลีนต่างหาก ที่เป็นหัวใจหลักของการนำลีนไปปฏิบัติให้ประสบผลสำเร็จ ต้นทุนโดยปกติที่แสดงให้เห็นนั้น มักจะเป็นเพียงยอดของภูเขาน้ำแข็งเท่านั้น ในขณะที่ต้นทุนโดยส่วนใหญ่มักจะมองไม่เห็นหรือไม่ได้รับความสนใจ มุมมองของลีน คือ เผยให้เห็นต้นทุนเหล่านั้น เพื่อดำเนินการแก้ไขและขจัดออกไป

- หลักการพื้นฐานการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตที่มุ่งเน้นเรื่องการไหล (Flow) ของงาน โดยกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ต่างๆ ของงาน เพิ่มคุณค่า(Value) ให้กับตัวสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด

ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก

1. การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ (Specify Value)
2. การแสดงสายธารแห่งคุณค่าหรือแผนผังแห่งคุณค่า (Value Stream)
3. การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow)
4. การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการ (Pull)
5. การสร้างคุณค่าและการกำจัดความสูญเสียอย่างต่อเนื่อง (Perfection)

2.2.2.1 การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ (Specify Value)

ในแนวคิดนี้เสนอให้สามารถระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้ ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ การระบุว่าสินค้าหรือบริการ มีคุณค่าอยู่ที่ใด อาจจะเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Benchmarking) ก็ได้ แต่จำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer's Perspective) ไม่ใช่มุมมองของผู้ผลิต(Producer Perspective) การที่สามารถระบุได้ว่า สินค้าหรือบริการที่เป็นผลิตผลขององค์กรมีคุณค่าอย่างไรนั้น นับเป็นบันไดขั้นแรกของแนวคิดลีน ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ ในขั้นตอนนี้ อาจใช้เทคนิคของ QFD (Quality Function Deployment) ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เทคนิคของ QFD เป็นเทคนิคที่นำความต้องการของลูกค้ามาวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับความสามารถของตนเองและคู่แข่ง ในการบรรลุ ซึ่งความต้องการของลูกค้านั้น เพื่อหาหนทางในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เป็นการนำความต้องการของลูกค้ามากำหนดสิ่งที่ต้องทำ ดังนั้น กรสร้างความต้องการของลูกค้า ถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่งผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการพึงระลึกเสมอว่า

1 คุณค่าของสินค้าหรือบริการจะถูกตัดสินโดยลุกค้าเสมอ

2 ผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการมีหน้าที่ในการสร้างคุณค่านั้นให้แก่สินค้าหรือบริการที่จะนำเสนอออกสู่ตลาด

3 ความต้องการของลูกค้าและเสียงตอบกลับ (Feedback) คือ สิ่งที่กำหนดว่า ผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการจำเป็นจะต้องทำอะไรต่อไปในการพัฒนาสินค้าและบริการ เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า

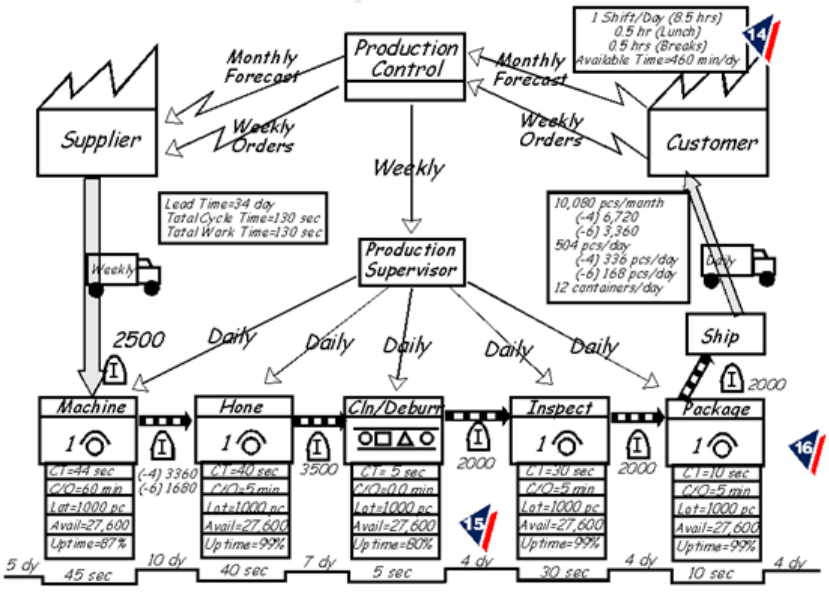
2.2.2.2 การแสดงสายธารแห่งคุณค่า (Identify Value Stream)

การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือการจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) ซึ่ง

เป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมด ตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้าที่ประตูโรงงานของผู้ผลิต จนกระทั่งสินค้าได้ถูกส่งถึงประตูโรงงานของบริษัทลูกค้า

การจัดทำผังแห่งคุณค่า จะทำให้มองเห็นกระบวนการทั้งระบบ และสามารถมองเห็นความสูญเปล่า (Muda) ได้ง่าย และยังมีประโยชน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นอีกด้วย สิ่งที่จะเห็นจากการทำผังแห่งคุณค่า ได้แก่

1. หลายๆกระบวนการเป็นกระบวนการที่มีคุณค่า และต้องทำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ บริเวณเหล่านี้เป็นบริเวณที่ควรให้การใส่ใจอย่างยิ่ง
2. หลายๆกระบวนการเป็นกระบวนการที่ไม่มีคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ โดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้
3. หลายๆกระบวนการเป็นกระบวนการที่ ไม่มีคุณค่าและสามารถยกเลิกได้ทันที



รูปที่ 2.1 สายธารแห่งคุณค่า

- ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า

  สำหรับการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสามารถดำเนินการได้ดังนี้

  ก. จัดตั้งทีมงาน (Form a Team)

เนื่องจากการทำสายธารแห่งคุณค่าเป็นการแสดงกิจกรรมภาพรวมของกระบวนการ ดังนั้นการจัดตั้งทีมงาน จึงมีการจัดตั้งแบบข้ามสายงาน (Cross Functional Team) เพื่อเป็นการระดมแนวคิดขอทีมงานแต่ละคนที่เข้าใจกระบวนการของตนเอง หรือในส่วนที่รับผิดชอบ เพื่อใช้ในการดำเนินการ พัฒนา และปรับปรุงต่อไป

ข. คัดเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Select a Product Family)

เนื่องจากการดำเนินการจัดทำแผนภูมิการไหลมีความยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นเพื่อให้ง่ายและ สะดวกต่อการร่าง VSM จะมีการพิจารณาผลิตภัณฑ์หรืองานที่มีลักษณะการไหลของกระบวนที่ใกล้เคียงกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน เพื่อนำไปเขียนเส้นทางของกระบวนการไหลของผลิตภัณฑ์หลัก และสามารถนำข้อมูลมาดัดแปลงเพื่อจัดทำแผนภูมิของผลิตภัณฑ์ตัวอื่นในกลุ่มต่อไป

ค. เขียนแผนภูมิสภาพปัจจุบัน (Draw a Current State Map)

จะพิจารณาเริ่มจากกระบวนการปลายทาง (Downstream) ในมุมมองการสร้างคุณค่าของลูกค้า และย้อนกลับมายังกระบวนการต้นทาง (Upstream) ของฝั่งผู้ผลิต เพื่อให้ทางผู้ผลิตทราบถึงความสอดคล้องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการไหลปัจจุบัน เช่น อัตราการเกิดของเสีย (Scrap Rate) เวลา การหยุดเดินของเครื่องจักร (Downtime) เป็นต้น โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บมาลงรายละเอียดในแผนภูมิที่ร่างไว้และใช้ลูกศรเพื่อเชื่อมโยงแผนภาพ ซึ่งขั้นตอนในการเขียนแผนภูมิสภาพปัจจุบันมีดังนี้

(1) ใช้ภาพวาดเพื่อแสดงสัญลักษณ์ของลูกค้า ผู้ส่งมอบ และการควบคุมการผลิต

(2) ใส่ข้อมูลแสดงความต้องการลูกค้าในแต่ละรอบเวลา เช่น รายชั่วโมง รายวัน รายเดือน

(3) นำข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาคำนวณปริมาณการผลิตรายวัน (Daily Product)

(4) วาดรูปเพื่อแสดงกิจกรรมการจัดส่งภายนอก (Outbound Shipping) สัญลักษณ์ของรถบรรทุก (Milk Run) พร้อมกับแสดงรายละเอียดความถี่ในการส่งมอบ (Delivery Frequency)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(5) แสดงกิจกรรมการขนส่งขาเข้า (Inbound Shipping) และความถี่ของการรับของ

(6) วาดกล่องกระบวนการ (Process Box) โดยจะแสดงลำดับของกระบวนการจากซ้าย ไปขวา

(7) ใส่หัวข้อกิจกรรมลงในแต่ละกล่องกระบวนการ

(8) ใส่ลูกศรสัญลักษณ์การสื่อสาร (Communication Arrow) โดยบนลูกศรจะแสดงรายละเอียดความถี่ของกิจกรรม

(9) นำข้อมูลที่ได้จาการเก็บของแต่ละกระบวนการใส่ลงในกล่องกระบวนการ เช่น รอบเวลาการทำงาน เวลาในการหยุดเดินเครื่องจักร สินค้าคงคลัง เป็นต้น

(10) ใส่สัญลักษณ์และจำนวนของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Symbol)

(11) ใส่ตำแหน่งสินค้าคงคลัง (Inventory Location) และปริมาณความต้องการ

(12) ใส่รูปภาพที่แสดงสัญลักษณ์สำหรับการผลัก (Push) การดึง (Pull) และการเข้าก่อน ออกก่อนของสินค้า (First In First Out : FIFO)

(13) ใส่ข้อมูลอื่นๆที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์

(14) ใส่ชั่วโมงการทำงาน (Working Hour)

(15) ใส่ข้อมูลรอบเวลาและช่วงเวลานำ

ง. พัฒนาแผนภูมิสถานะอนาคต (Develop a Future State Map)

เป็นการจัดทำแผนภูมิสถานะอนาคตเป็นการเพื่อปรับปรุงเพื่อมุ่งให้เกิดคุณค่าทางทรัพยากรและสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่แฝงอยู่ในกระบวนการ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการส่งมอบที่ล่าช้า เช่น การตรวจสอบ การขนส่ง การรอคอย เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.2.3 การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow)

การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่องคือ การทำให้สายการผลิต สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวาง หรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม

การไหลของงาน(Flow) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบลีน และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบอื่นๆของลีนต่อไป

การทำให้สายการผลิตมีการไหลอย่างต่อเนื่อง(Continuous Flow) สามารถทำได้ดังนี้ คือ

1. อย่าให้เครื่องจักว่างงานด้วยเหตุอันใดก็ตาม(Idle)

2. หากเครื่องจักเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม(Out of control) ต้องแก้ไขให้กลับสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด

3. การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้ว่าจะอยู่ในแผลการผลิตก็ตาม เพราะบางกรณี ไม่สามารถควบคุมเวลานี้ได้

4. อย่าขัดจังหวะการผลิต ด้วยเหตุอันใดก็ตาม

5. จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจะทำให้ ไม่มีการกองรอของงานหรือเกิดการคอขวดขึ้น

6. ลดปริมาณการขนย้าย

7. ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต (Waiting)

8. จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม

2.2.2.4 การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการ (Pull)

การให้ลุกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากกระบวนการคือ การทำการผลิต เมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้านั้นและผลิตแค่เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ โดยหมายถึงทั้งลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก เป็นการผลิตที่เข้าใกล้กับลักษณะของการผลิตตามสั่ง (Made to order) ไม่ใช่การผลิตเพื่อเก็บและรอการขาย (Made to Stock) ซึ่งการผลิตเพื่อเก็บและรอการขายถือเป็นความสูญเปล่าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นเพราะการ รอคอย (Waiting)

ในหัวข้อนี้ เป็นการบอกให้ผู้ผลิตทำงานแบบย้อนหลัง (Work Backward) คือ การนำความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) มากำหนดการทำงาน ไม่ใช่ทำออกไปเพื่อรอลูกค้ามาซื้อการผลิตต้องทำเมื่อลูกค้าต้องการจริงๆ ไม่ใช่ผลิตตามแผนการผลิตของผู้ผลิตหรือการผลิตตามการพยากรณ์ยอดขาย

ในการใช้ระบบดึงให้สมบูรณ์แบบให้ใช้กับทั้งลูกค้าภายนอก ซึ่งก็คือ บริษัทหรือบุคคลที่ซื้อสินค้าจากเราและกับทั้งลูกค้าภายใน ซึ่งก็คือ บุคคลหรือหน่วยงานที่เราต้องให้การสนับสนุนแก่เขาหรือบุคคลที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานของเรา

2.2.2.5 การสร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง (Perfection)

หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้า รู้และเข้าใจในสินค้าที่ผลิต จัดทำผังของคุณค่า และให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงงาน และกำหนดกิจกรรมในการผลิตแล้ว ต่อมาก็คือ การพยายามเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าและบริการอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่าให้พบและกำจัดอย่างต่อเนื่องตลอดไป ซึ่งก็คือ แนวคิดของ PDCA (Plan Do Check Act) นั่นเองซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ประการที่แนวคิด แบบลีนมุ่งเน้น ได้แก่

1. การบรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิตที่เป็นกระบวนการในการสร้างคุณค่าในสายตาลูกค้า
2. การวางระบบโครงสร้างการไหลอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ระบบการดึงและการกำจัดของเสียให้เป็นศูนย์
3. การสร้างความสมบูรณ์โดยการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง

2.2.3 ความสูญเสีย 7 ประการ

การกำจัดความสูญเสีย (7 Waste) เป็นกุญแจดอกหนึ่งในระบบ Lean Manufacturing เป็นระบบกำจัดความสูญเสียและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ ข้อเสียจากการมี 7 Waste คือ ใช้เวลาการผลิตนาน สินค้ามีคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง (ที่มา : Hank Czarnecki and Nicholas Loyd, n.d.)

กระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่างๆแฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย (ที่มา : Marry Poppendieck., 2002)

แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota production system) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2.ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

3.ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

4.ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

5.ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

6.ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

7.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.2.3.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะ

ทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

2.2.3.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอเป็นภาระในการดูแลและการจัดการ ซึ่งทางโตโยต้าถือว่าสินค้าคงคลังเปรียบเสมือนปีศาจ (Evil)

2.2.3.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2.2.3.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้นทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

2.2.3.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆกันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

2.2.3.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

2.2.3.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

2.2.4 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา คือ เทคนิคการวัดผลงานซึ่งมีกระบวนการที่กำหนดหาเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสมซึ่งทำงานในอัตราปกติ ภายใต้เงื่อนไขการวัดมาตรฐานผลงาน โดยมีผลลัพธ์ของการวัดผลงานเรียกว่า “เวลามาตรฐาน” การกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานของการทำงานจะประกอบไปด้วยเวลาที่บันทึกจากการทำงานซึ่งจะต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้เป็นค่าตัวแทนของเวลาทำงานหรือ “ค่าเวลาที่เลือก (Selected Time)” เมื่อประเมินตามอัตราความเร็วของการทำงานของคนงานและมีการปรับค่าการประเมินแล้วจะได้เป็น “ค่าเวลาปกติ (Normal Time) และเมื่อมีการเพิ่มเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจะได้ค่าเวลาเป็น “เวลามาตรฐาน (Standard Time)” โดยมีหลักการคำนวณหาเวลามาตรฐาน ดังนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x % เวลาเผื่อ)
เวลาเผื่อสำหรับงานทั่วไปกำหนดเวลาเผื่อประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์
เวลาปกติ = เวลาที่เลือก x (ค่าสเกล)/100

วิธีการหาค่าสเกลสำหรับใช้คำนวณหาเวลาปกติ มีหลายวิธี โดยการวิจัยนี้เลือกใช้วิธีระบบคะแนนสเกล เพราะเป็นระบบที่ได้รับความนิยมและอ่านง่าย

ระบบสเกลที่ง่ายและได้รับความนิยม คือ 0-100 ดังนี้

ค่าสเกล	อัตราการทำงาน
0	ไม่ได้ทำอะไร
50	ทำงานช้ามาก
75	ทำงานสม่ำเสมอ ไม่เร่งรีบ
100	อัตราทำงานปกติ
125	เร่ง เชื่อมั่น และเร่งมือ
150	เร็วมาก มีความพยายามและสนใจสูง

และทั้งนี้การหาจำนวนรอบในการศึกษาเวลาอ้างอิงจากตารางที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 การหาจำนวนรอบในการศึกษาเวลาโดยใช้ตารางสำเร็จรูป

เวลา/วัฏจักร (นาที)	จำนวนตัวอย่าง
ไม่เกิน 0.1	200
0.10 - 0.25	100
0.25 – 0.50	60
0.50 – 0.75	40
0.75 – 1.00	30
1.00 – 2.00	25
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 -40.00	5
เกิน 40.00	3

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานพนักงาน

การหาประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน หลังจากที่ทำการจับเวลาและคำนวณเวลาเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนของงานย่อย วิธีที่ดีที่สุดควรเลือกพนักงานที่มีทักษะในการทำงานอยู่ในเวลาเฉลี่ย ทำงานตามวิธีมาตรฐานกำหนด และมีประสิทธิภาพในการทำงาน 100% แต่ในสภาพความเป็นจริงการประเมินประสิทธิภาพของพนักงานดังกล่าวไม่สามารถทำได้จริง เนื่องจากความสามารถของพนักงานจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพการทำงาน สภาพร่างกายของพนักงานเองและความชำนาญ บางครั้งแล้วผู้ที่ทำการประเมินจะใช้ดุลยพินิจในการประมาณการณ์อย่างคร่าวๆ ซึ่งหาผู้ทำการประเมินรู้สึกว่าพนักงานสามารถทำงานได้เร็วกว่าหรือทันเวลาที่กำหนดก็ประเมินให้มากกว่าหรือเท่ากับ 100% หากทำได้ช้ากว่าก็จะประเมินให้ประสิทธิ ดังนั้นในที่นี้จะใช้ระบบการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานด้วยระบบของ Westing House ซึ่งวิธีการประเมินประสิทธิภาพจะยึดปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงานดังนี้

- ทักษะ (skill) คือ ทักษะและความสามารถของพนักงานในการทำงานตามมาตรฐานและเวลาที่กำหนด
- ความพยายาม (Effort) คือ ความพยายามและความตั้งใจในการทำงาน
- ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ ความสม่ำเสมอในการใช้เวลาในการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สภาพแวดล้อมการทำงาน (Condition) คือ สิ่งที่มีผลต่อการทำงานของพนักงาน เช่น ความร้อน แสงสว่าง เสียง เป็นต้น

2.2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายงานการผลิตนั้นมีผู้คิดค้นเทคนิคต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

วิธีการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming)

เป็นวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดไม่ว่าจะเป็น Dynamic Programming ซึ่งพัฒนาโดย Jackson ในปี ค.ศ. 1956 หรือ Integer Programming ซึ่งพัฒนาโดย Bowman ในปี ค.ศ. 1960 แต่มีข้อเสียคือ มีการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อน ทั้งในการสร้างรูปแบบของปัญหาและการใช้เวลาในการประมวลผลมาก ในทางปฏิบัติจึงไม่มีผู้นิยมนำไปใช้ โดยเฉพาะสายงานที่มีขนาดใหญ่ และมีงานเป็นร้อย ๆ งาน ซึ่งเป็นการเสียเวลามาก

วิธีการทาง Heuristic

เป็นวิธีการที่นามาแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งโดยเฉพาะ โดยไม่คำนึงถึงว่าคาตอบที่ได้นั้นจะดีที่สุดแล้วหรือไม่ มุ่งเน้นให้ได้คาตอบที่ใช้ได้ดีพอสมควรและรวดเร็วมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสมดุลสายงานการผลิตได้ซึ่งจะเหมาะสาหรับสายงานการผลิตที่มีขนาดใหญ่และยุ่งยากซับซ้อน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้กับกรณีที่มีข้อจำกัดด้านการรวมชิ้นงานด้วย (Zoning Constrains) เช่น ชิ้นงานบางอย่างอาจรวมกันไม่ได้ เพราะใช้อุปกรณ์ไม่เหมือนกันหรือเป็นงานหนัก ซึ่งจะทาให้พนักงานเหนื่อยล้ามากเกินไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การผลิตแบบทันเวลาพอดี

ในกิจการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตสินค้านั้น แต่เดิมก็มักจะมีลักษณะการผลิตแบบดั้งเดิม (Traditional Production) คือ จะมีการผลิตสินค้าเตรียมไว้เพื่อขาย ซึ่งในการผลิต ในลักษณะนี้จะทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตแบบใหม่ คือ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (JUST-IN-TIME) หรือที่เราเรียกว่า "การผลิตแบบ JIT" ซึ่งการผลิตแบบนี้นับว่ามีความสำคัญในการบริหารการผลิต และเพิ่มผลผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่เป็นอย่างมาก โดยหลักการของการผลิตแบบ JITนั้น ก็เป็นเรื่องง่าย ๆ และ ธรรมดา กล่าวคือ โรงงานจะทำการผลิตสินค้าให้เสร็จและจัดส่งออกไปเมื่อมีการขายเกิดขึ้นเท่านั้น และวัตถุดิบ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตสินค้า ก็จะถูกนำมาผลิตและประกอบตามจำนวนความต้องการของลูกค้า วัตถุดิบและวัสดุต่าง ๆ ก็จะถูกสั่งซื้อเข้ามาก็ต่อเมื่อมีความต้องการเท่านั้นซึ่งเมื่อเราจะเปรียบเทียบลักษณะการผลิต

แบบ JIT กับการผลิตแบบดั้งเดิม โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะเห็นว่าลักษณะการผลิตแบบดั้งเดิมจะเน้นให้มีการผลิตครั้งละมาก ๆ (Mass Production) เพราะถือว่าการผลิตยิ่งมาก จะทำให้เกิดการประหยัดมากที่สุด ในขณะที่การผลิตแบบ JIT จะผลิตเมื่อสินค้านั้นถูกต้องการเท่านั้น

โดยหลักการของการผลิตแบบ JIT คือ ต้องการที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) ต่ำที่สุด ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ งานระหว่างผลิต และสินค้าสำเร็จรูป ดังนั้น โดยหลักการของ JIT แล้วปริมาณที่จะประหยัดที่สุดก็คือ การผลิต 1 ต่อ 1 หมายความว่า เมื่อผลิตได้ 1 หน่วยก็จะต้องขายได้ 1 หน่วย เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามคิดว่าก็ยังไม่มีโรงงานใดในโลกที่จะสามารถทำได้อย่างสมบูรณ์แบบ สำหรับการผลิตแบบ JIT นอกจากนี้ในลักษณะการผลิตแบบ JIT จึงต้องพยายามที่จะให้การผลิตนั้นมีคุณภาพมากที่สุดทั้งนี้เป็นเพราะว่าการผลิตจะเป็นลักษณะที่มีการผลิตเมื่อมีความต้องการในสินค้าเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญต่อคุณภาพของสินค้าเป็นสำคัญจึงทำให้ระบบ JIT จึงต้องใช้ควบคู่ไปกับการควบคุมคุณภาพที่สมบูรณ์แบบ (Total Quality Control) สำหรับลักษณะโดยทั่วไปของ TQC นั้น จะเน้นที่มีการระมัดระวังในการผลิตของคนงาน คนงานทุกคนจะต้องรักษาคุณภาพของสินค้าที่ตนเองผลิตอย่างเต็มที่ เพราะถ้าสินค้าที่ผลิตขึ้นมาไม่มีคุณภาพแล้วก็อาจจะทำให้ไม่สามารถที่จะมีการผลิตต่อไปได้

จากการผลิตแบบดั้งเดิม และการผลิตแบบ JIT นั้น ต่างก็มีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระบบการผลิตทั้ง 2 ชนิดนี้แล้วก็สามารถที่จะพิจารณาได้ดังนี้คือ

1. ในลักษณะของการผลิต

   สำหรับในเรื่องของลักษณะของการผลิตนั้น เมื่อพิจารณาการผลิตแบบดั้งเดิมจะเห็นว่าในลักษณะ การผลิตแบบดั้งเดิม จะเน้นที่ความสมดุลของสายการผลิต คือ จะมีการแบ่งงานออกเป็นหน่วยงานย่อย ๆ และมีการแบ่งงานกันทำตามลักษณะของความชำนาญ ในขณะที่ลักษณะการผลิตแบบ JIT นั้น จะมุ่งที่ความคล่องตัวของการผลิต จึงมีลักษณะการผลิตแบบ MANUFACTURING CELL ซึ่งคนงานจะต้องสามารถปฏิบัติงานได้หมดทุกอย่างในกระบวนการผลิต

2. ในเรื่องกลยุทธ์ในการผลิต

   กลยุทธ์ในการผลิตของการผลิตแบบดั้งเดิม จะมีลักษณะของการกำหนดสายการผลิตที่แน่นอนมั่นคง โดยจะให้สามารถทำการผลิตได้นาน ๆ ตรงกันข้ามกับการผลิตแบบ JIT ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงการผลิตได้ทันที เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด

3. การมอบหมายงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การผลิตแบบดั้งเดิมมักจะมีการมอบหมายงานให้คนงานทำเฉพาะงานที่ตนถนัด โดยไม่มีการเปลี่ยนงาน เพื่อให้เกิดความชำนาญเฉพาะอย่าง ในขณะที่การผลิตแบบ JIT มุ่งให้คนงานมีความคล่องตัวในการทำงาน โดยสามารถเปลี่ยนงานจากงานที่หนึ่งทำอีกงานหนึ่งได้ทันทีที่ได้รับมอบหมาย

4. การเก็บสินค้าคงเหลือ

เรื่องการผลิตให้มีสินค้าคงเหลือนั้น สำหรับการผลิตแบบดั้งเดิมนั้นจะมีการวางแผนการผลิตเพื่อให้มีสินค้าพอที่จะขาย โดยมีการผลิตเก็บไว้ใช้สำหรับแก้ไขปัญหา ในกรณีที่มีความต้องการมากขึ้น และเพื่อแก้ปัญหาเมื่อต้องมีการหยุดงานเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ในขณะที่ระบบการผลิตแบบ JIT จะไม่มีการผลิตสินค้าเก็บไว้ แต่จะอาศัยคุณภาพในการใช้เครื่องจักร และการบำรุงรักษา เพื่อไม่ให้เครื่องจักรเสียเมื่อต้องปฏิบัติงาน

5. การใช้เทคนิคที่ซับซ้อนยุ่งยาก

ระบบการผลิตแบบดั้งเดิมมักจะมีการใช้เทคนิคการวางแผนการผลิต และมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อกำหนดการผลิต ในขณะที่การผลิตแบบ JIT มุ่งที่จะอาศัยความร่วมมือร่วมใจของคนงานในการแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะในจุดที่มีการติดขัดของการผลิต รวมถึงการวางแผนการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อมีการขาย ในขณะที่การวางแผนการผลิตแบบดั้งเดิม จะกระทำก่อนที่จะมีการขายเกิดขึ้น

6. ตราการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในระบบการผลิตแบบดั้งเดิม จะมีการผลิตในอัตราความเร็วที่คงที่ เนื่องจากได้มีการวางแผนการผลิตไว้ล่วงหน้า จากความต้องการสินค้าตลอดทั้งปี นอกจากนี้ก็จะมีหน่วยตรวจสอบคุณภาพ ทำการตรวจสอบงานชิ้นที่ไม่ได้คุณภาพ แล้วส่งไปแก้นอกสายการผลิต ขณะที่การผลิตแบบ JIT มักจะผลิตด้วยอัตราความเร็วสูง และจะทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง และแก้ไขงานให้ได้คุณภาพทันที โดยใช้ระบบการควบคุมคุณภาพ แบบ TQC/TQM

7. อุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิต

สำหรับการผลิตแบบดั้งเดิมนั้นมักจะมีการจัดวางอุปกรณ์ตามสถานีการผลิต และมักจะมีการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่และทันสมัย โดยพยายามที่จะใช้งานให้เต็มที่ แต่ระบบการ

ผลิตแบบ JIT นั้น จะจัดอุปกรณ์การผลิตให้อยู่ติดกันและเครื่องมือที่ใช้ก็สามารถที่จะสร้างได้เองในโรงงาน

8. จำนวนการผลิต

การผลิตแบบดั้งเดิมมักจะนิยมทำการผลิตในลักษณะการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ (MASS PRODUCTION) เพื่อให้มีความประหยัดมากที่สุดในการผลิต ขณะที่ระบบการผลิตแบบ JIT จะทำการผลิตจำนวนน้อย ๆ และให้ทันต่อความต้องการ โดยพยายามที่จะให้บรรลุเป้าหมายที่ว่า การผลิตที่ประหยัดที่สุดเท่ากับ 1 หน่วย

9. ระบบการสั่งซื้อวัตถุดิบ

เรื่องการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิต โรงงานที่ใช้ระบบการผลิตแบบดั้งเดิม มักจะมีการสั่ง ซื้อวัสดุดิบมาเก็บไว้ เพื่อเตรียมการผลิตเพื่อป้องกันมิให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งในวิธีนี้จะทำให้มีต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามได้พยายามมีการบริหารการสั่งซื้อวัสดุดิบเพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุด เช่นการใช้ EOQ (Economic Order Quantity) ส่วนระบบการผลิตแบบJIT จะมีการสั่งซื้อวัตถุดิบมาเฉพาะที่ต้องการใช้เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อมิให้เกิดต้นทุนเกี่ยวกับการเก็บรักษา แต่ก็จะทำให้มีการสั่งซื้อบ่อยครั้งมาก ซึ่งการลดต้นทุนในการสั่งซื้อก็สามารถแก้ไข โดยมีการทำสัญญาซื้อขายระยะยาวกับพ่อค้าจัดส่งวัตถุดิบ และพ่อค้าส่งจะต้องรับผิดชอบเป็นอย่างดีเกี่ยวกับคุณภาพ และปริมาณที่อุตสาหกรรมต้องการได้ทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันได้มีผู้ทำการเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนโดยการมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

เอกภพ กองกาญจน์ (2545) ได้นำเสนอวิธีการจัดตารางเดินรถเพื่อทำการขนส่งสินค้าจากโรงงานไปยังร้านค้าปลีก โดยใช้วิธีหาคำตอบแบบ Genetic Algorithm และ Tabu Search สำหรับการพัฒนา 3 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง คือ

1. การคำนวณจำนวนกระบะสินค้าที่ต้องขนส่งจากคำสั่งซื้อของลูกค้า
2. ลดจำนวนเส้นทางเดินด้วยการพิจาณาความเหมาะสมในการควบส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

3. การตัดตารางเวลาเดินรถเพื่อลดจำนวนกระบะที่ค้างส่งและเวลาที่สูญไประหว่างการดำเนินการ

โดยวิธีในการจัดเส้นทางเดินรถในการส่งสินค้า 2 จุดส่ง เลือกใช้วิธีการพิจารณาค่าประหยัดได้จากค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า 2 จุดใน 1 เส้นทาง หรือ Saving Method ซึ่ง Holmes และ Parker (1976) ได้กล่าวไว้ว่าการพิจารณาค่าประหยัดได้จากการส่งสินค้า 2 จุดส่งเป็นการนำจุดส่งสินค้าที่สองเข้ามารวมกับเส้นทางหลักของจุดส่งสินค้าที่หนึ่งในเส้นทางหลักแทนการแยกส่งสินค้า *2* เส้นทาง ซึ่งจะทำให้เกิดการลดระยะเส้นทางในการขนส่งสินค้าและเป็นการลดค่าขนส่งได้

ค่าการประหยัดจากระยะทาง = $d_{01} + d_{02} - d_{12}$

d_{01} = ระยะทางในหน่วยกิโลเมตรระหว่างโรงงานและจุดส่งสินค้าที่หนึ่ง

d_{02} = ระยะทางในหน่วยกิโลเมตรระหว่างโรงงานและจุดส่งสินค้าที่สอง

d_{12} = ระยะทางในหน่วยกิโลเมตรระหว่างโรงงานและจุดส่งสินค้าที่หนึ่งและที่สอง

ณัฐกาญจน์ โพธิ์สัมฤทธิ์ (2552) ได้นำเสนอวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนและการจัดการพัสดุคงคลังของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร โดยใช้วิธีการฮิวริสติกแกมินแอนทซิสเต็ม (Max-Min Ant System) ในการวิเคราะห์หาเส้นทาง รวมถึงจำนวนชิ้นส่วนที่จัดเก็บ จำนวนที่ขนส่ง ขนาดของรถที่ใช้ในการขนส่ง โดยได้มีการออกแบบแบบจำลองคณิตศาสตร์และอัลกอรึทึมของฮิวริสติกตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่พิจารณา อีกทั้งยังมีการเปรียบเทียบคำตอบโดยการใช้โปรแกรม CPLX ในการแก้ไขปัญหาแบบจำลองคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

ในบทนี้จะแสดงเนื้อหารายละเอียดของขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมา ประยุกต์ใช้ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาและบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาอย่างละเอียด

สำหรับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากสายการประกอบย่อยเข้าสายการประกอบหลักของโรงงานกรณีศึกษา มีการขนส่งชิ้นส่วนทั้งหมด 6 ประเภท โดยการขนส่งชิ้นส่วนแต่ละรอบจะเป็นไปตามลำดับการผลิต ซึ่งได้แก่

1. ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1
2. ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2
3. ชิ้นส่วนควบคุมแรงดันน้ำมัน
4. ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
5. ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
6. ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

ปัจจุบันโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา พบว่ากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักเพื่อใช้สำหรับการประกอบผลิตภัณฑ์มีปัญหาการส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบที่สายการประกอบหลัก ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตไม่ได้ตามเป้าหมาย ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบที่สายการประกอบหลัก ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 ได้ดังตารางที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1ข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบ

		เมษายน		พฤษภาคม	
		จำนวนครั้ง	เปอร์เซ็นต์	จำนวนครั้ง	เปอร์เซ็นต์
จำนวนรอบการขนส่ง	เที่ยว	1045		1571	
ปัญหาที่ส่งผลต่อการขนส่งไม่ทันรอบการประกอบ					
รอการจัดชิ้นส่วนลงภาชนะบรรจุชิ้นส่วน	ครั้ง	24		37	
การขนส่งล่าช้า	ครั้ง	186		254	
ปัญหาคุณภาพชิ้นส่วน	ครั้ง	3		2	
ประสิทธิภาพการขนส่ง	เปอร์เซ็นต์	82		84	

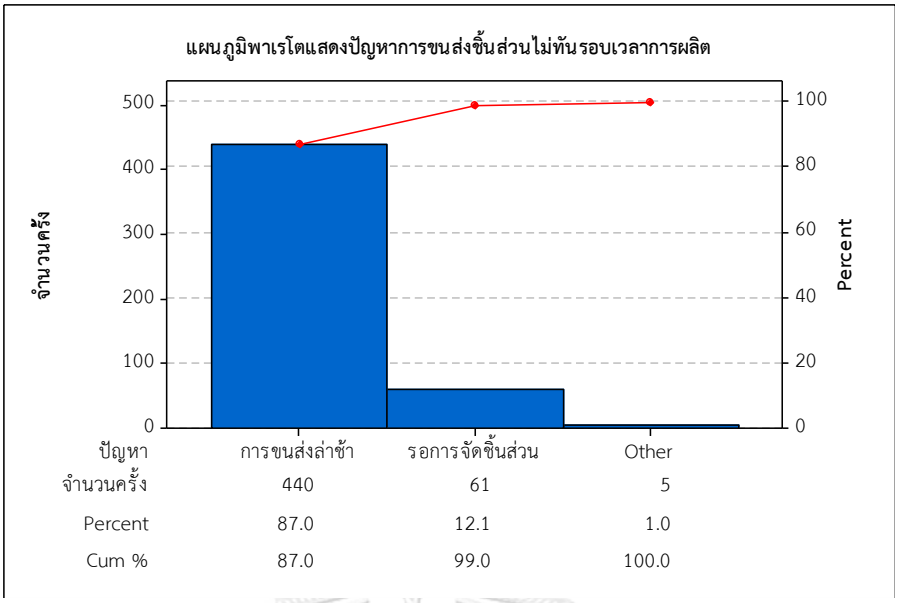
จากตารางข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม พ.ศ.2560 อยู่ที่ 82 เปอร์เซ็นต์ และ 84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หรือเฉลี่ยโดยประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลทำให้กระบวนการผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตรงเวลา และตรงตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการได้ ทั้งนี้สามารถผลิตสินค้าออกมาได้เพียง 3,207 คันต่อเดือนเท่านั้น ซึ่งคำนวณจากวันทำงาน 21 วันต่อเดือน

โดยประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนคำนวณจากสมการที่ (3-1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\text{ประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน} = \frac{\text{จำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ทันเวลา}}{\text{จำนวนเที่ยวการขนส่งทั้งหมด}} \qquad (3\text{-}1)$$

ทั้งนี้ปัญหาที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน แสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาขนส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการผลิต

จากแผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณปัญหาขนส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการผลิต จะเห็นได้ว่าปัญหาที่มีปริมาณสูงที่สุดคือคือ การขนส่งชิ้นส่วนล่าช้า จำนวน 440 ครั้ง หรือ 87 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณปัญหาทั้งหมด และปริมาณปัญหารองลงมา ได้แก่ การรอการจัดชิ้นส่วนบรรจุลงภาชนะและการประกอบไม่ทัน มีจำนวน 61 และ 5 ครั้งตามลำดับ หรือ 12 เปอร์เซ็นต์และ 1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเทียบกับปริมาณปัญหาทั้งหมด

สำหรับขั้นตอนการศึกษากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา ที่คาดว่ามีผลต่อการขนส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการผลิตและทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนต่ำ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ คือ

3.1.1 ศึกษาเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วน

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน

3.1.3 ศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหล

3.1.4 ศึกษาเวลาการทำงาน

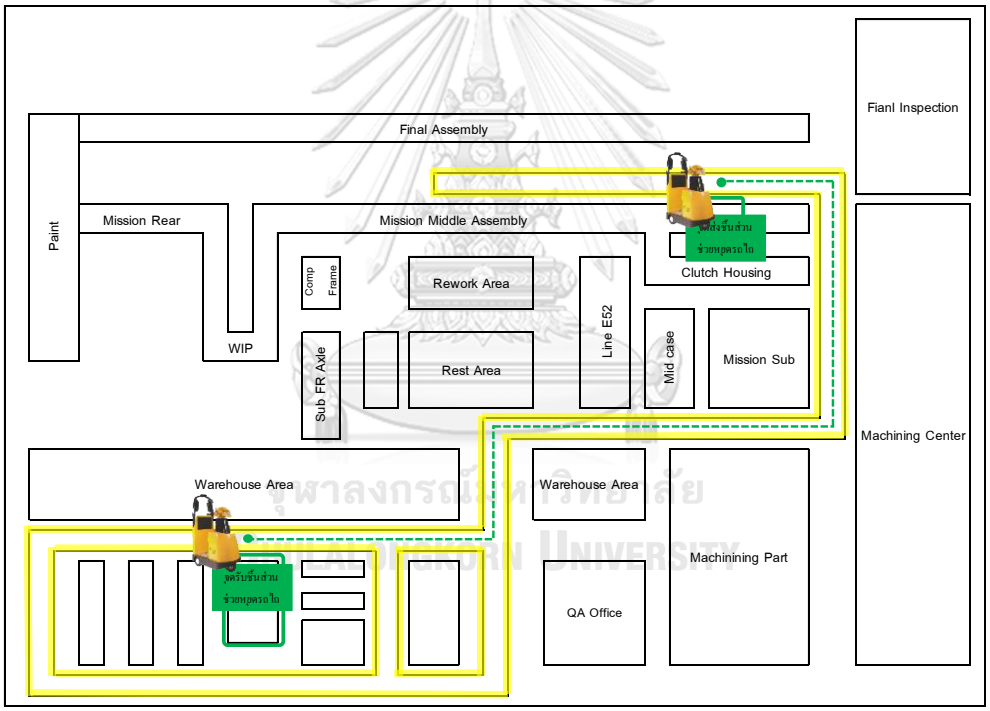
3.1.1 ศึกษาเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วน

โดยการขนส่งใช้วิธีการลากรถขนส่งชิ้นส่วนด้วยรถลากไฟฟ้า (Electric Cart) ทั้งหมดจำนวน 3 คัน ซึ่งการขนส่งมีชิ้นส่วนทั้ง 6 ประเภท แบ่งเป็น 3 เส้นทางการขนส่งดังนี้

1. เส้นทางที่ 1 กำหนดให้ทำการขนส่งชิ้นส่วน 1 ประเภท ประกอบด้วยรถขนส่งชิ้นส่วนจำนวน 1 คัน ได้แก่

   1.1 รถขนชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ ทำการขนส่งครั้งละ 4 ชุด

โดยการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาในการขนส่ง 560 วินาทีต่อหนึ่งรอบการทำงาน มีเส้นทางการขนส่งจากจุดรับชิ้นส่วนไปยังจุดส่งชิ้นส่วนโดยเส้นทางขาไปและขากลับใช้เส้นทางเดียวกัน มีระยะทางทั้งสิ้น 175 เมตร ดังรูปที่ 3. 2



รูปที่ 3.2 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ

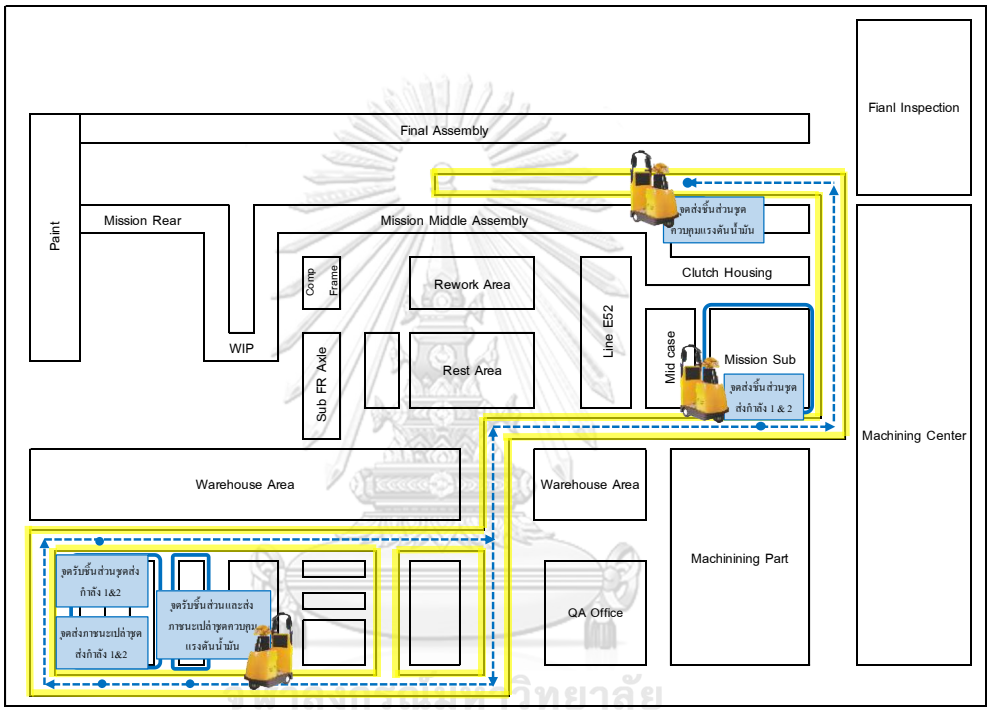
2. เส้นทางที่ 2 กำหนดให้ทำการขนส่งชิ้นส่วน 3 ประเภท ประกอบด้วยรถขนส่งชิ้นส่วนจำนวน 3 คัน ได้แก่

   2.1 รถขนภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 ทำการขนส่งมากที่สุดได้ครั้งละจำนวน 4 ชุด

   2.2 รถขนภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2 ทำการขนส่งมากที่สุดได้ครั้งละจำนวน 4 ชุด

2.3 รถขนภาชนะบรรจุชิ้นส่วนควบคุมแรงดันน้ำมัน ทำการขนส่งมากที่สุดได้ครั้งละจำนวน 4 ชุด

โดยการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาในการขนส่ง 643 วินาทีต่อหนึ่งรอบการทำงาน มีเส้นทางการขนส่งจากจุดรับชิ้นส่วนไปยังจุดส่งชิ้นส่วน มีระยะทางทั้งสิ้น 224 เมตร ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลังและชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน

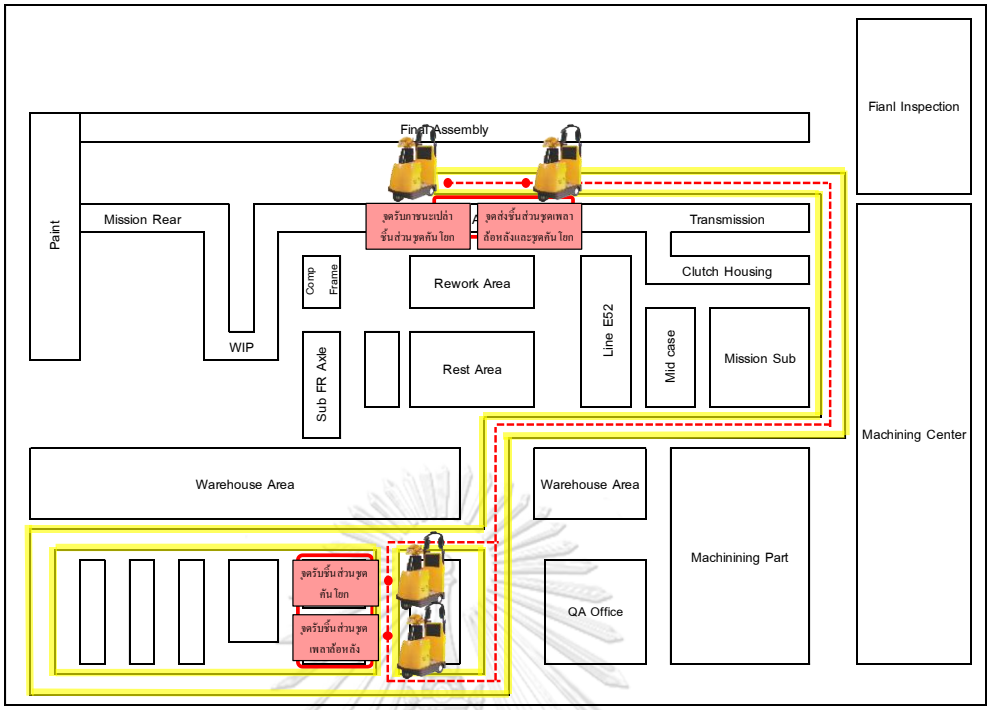
3. เส้นทางที่ 3 กำหนดให้ทำการขนส่งชิ้นส่วน 2 ประเภท ประกอบด้วยรถขนส่งชิ้นส่วนจำนวน 2 คัน ได้แก่

3.1 รถขนภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง ทำการขนส่งมากที่สุดได้ครั้งละจำนวน 4 ชุด

3.2 รถขนภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดเพลาล้อหลัง ทำการขนส่งมากที่สุดได้ครั้งละจำนวน 4 ชุด

โดยการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาในการขนส่ง 629 วินาทีต่อหนึ่งรอบการทำงาน มีเส้นทางการขนส่งจากจุดรับชิ้นส่วนไปยังจุดส่งชิ้นส่วน มีระยะทางทั้งสิ้น 223 เมตร ดังรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.4 เส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนชุดคันโยกและชุดเพลาล้อหลัง

จากการศึกษาเส้นทางการขนส่งทั้ง 3 เส้นทางจะเห็นได้ว่ามีระยะทางในการขนส่งค่อนข้างมาก และคดเคี้ยว ทำให้ส่งผลต่อระยะเวลาในการขนส่งจากจุดเริ่มต้นไปจุดสิ้นสุด ซึ่งนับว่าเป็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการขนส่ง ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2สรุประยะทางและเวลาในการขนส่งแต่ละเส้นทาง

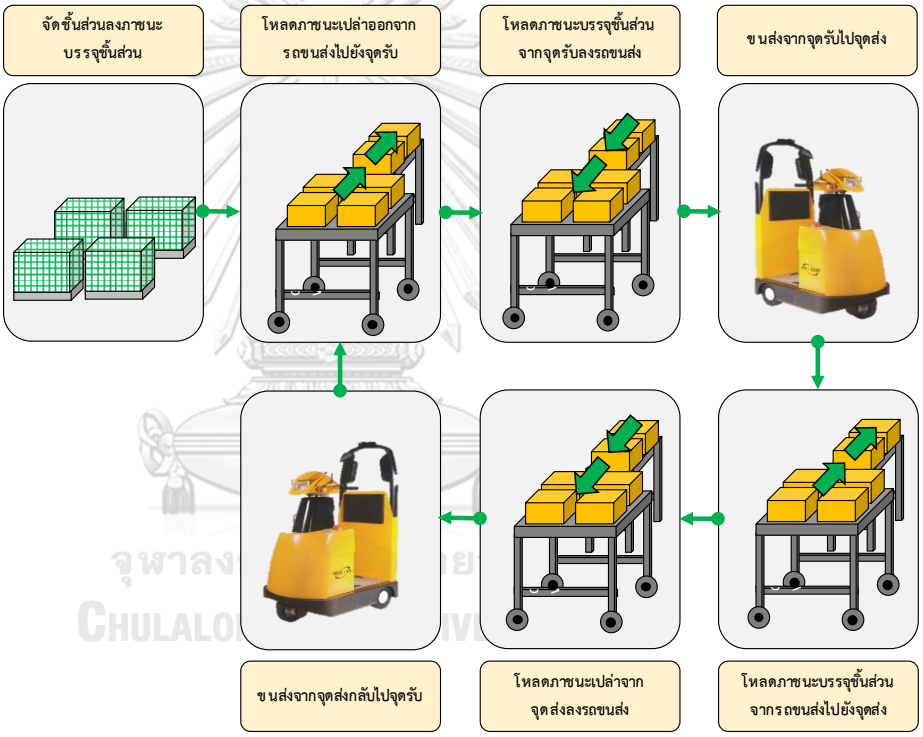
เส้นทางที่	ขนส่งชิ้นส่วน	ระยะทาง (เมตร)	เวลาการขนส่งต่อรอบ (วินาที)	เวลาต่อชิ้น (วินาที)
1	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	175	560	140
2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1,2 และชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	224	643	161
3	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง	223	629	157

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าเวลาการขนส่งต่อชิ้นจะอยู่ที่ 140, 161 และ 157 ตามลำดับ ซึ่งจะมากกว่าเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ของ

โรงงานกรณีศึกษา ซึ่งกำหนดไว้ที่ 150 วินาที ทำให้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลักล่าช้า

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน

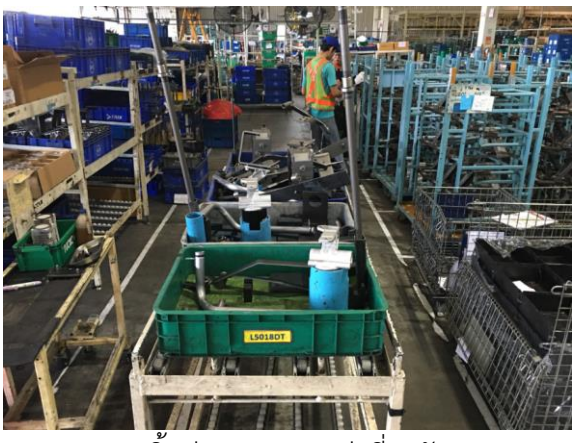
ปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการผลิตและส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนต่ำ จากการศึกษากระบวนการของการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักทั้ง 3 เส้นทาง จะพบว่าขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งของทั้ง 3 เส้นทาง มีขั้นตอนดังแสดงรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน

กระบวนการของการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเข้ามาที่สายการประกอบหลักจะประกอบด้วยขั้นตอน คือ

1. พนักงานจัดชิ้นส่วนจะจัดชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บหรือสายการประกอบย่อยลงภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพื่อรอพนักงานขับรถลากไฟฟ้ามารับภาชนะที่บรรจุชิ้นส่วนแล้วลงรถขนส่งเพื่อจัดส่งไปยังจุดส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนที่สายการประกอบหลัก ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ภาชนะบรรจุชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วน

2. พนักงานขับรถลากไฟฟ้านำภาชนะเปล่าลงจากรถขนส่งไปยังจุดรับภาชนะเปล่าดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 การนำภาชนะเปล่าลงจากรถขนส่ง

3. พนักงานขับรถลากไฟฟ้าทำการโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนจากจุดรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วนลงรถขนส่ง เพื่อเตรียมการขนส่งไปยังสายการประกอบหลัก ดังรูปที่ 3.8

Chulalongkorn University

รูปที่ 3.8 การโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนลงรถขนส่ง

4. พนักงานขับรถลากไฟฟ้าลากรถขนส่งที่มีภาชนะบรรจุชิ้นส่วนไปส่งที่จุดส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนที่สายการประกอบหลัก ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 การขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนไปยังจุดส่งที่สายการประกอบหลัก

5. ทำการโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนจากรถขนส่งลงจุดส่งที่สายการประกอบหลัก ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 การโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนจากรถขนส่งลงจุดส่งที่สายการประกอบหลัก

6. พนักงานขับรถลากไฟฟ้าทำการเก็บภาชนะเปล่าจากจุดส่งที่สายการประกอบหลักลงรถขนส่ง เพื่อนำกลับไปยังพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยสำหรับการบรรจุชิ้นส่วนในลำดับการผลิตถัดไป ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 การโหลดภาชนะเปล่าลงรถขนส่ง

7. พนักงานขับรถลากไฟฟ้าลากรถขนส่งที่มีภาชนะเปล่าจากจุดส่งที่สายการประกอบหลักกลับไปยังจุดรับภาชนะเปล่าที่พื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อย เพื่อเตรียมสำหรับการจัดชิ้นส่วนลงภาชนะบรรจุชิ้นส่วนในลำดับการผลิตถัดไป ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 การขนส่งภาชนะเปล่ากลับไปยังจุดรับภาชนะเปล่า

3.1.3 ศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหล

และได้ทำการศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อวิเคราะห์กระบวนการไหลของชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปพร้อมๆกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในกระบวนการขนส่งของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นจนกระบวนการสุดท้าย เพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น อีกทั้งยังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา โดยการเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต เพื่อลดปัญหาสายการผลิตหยุดรอชิ้นส่วนจากการขนส่งที่ไม่ทันรอบเวลาการทำงาน และไม่มีการกำหนดจำนวนชิ้นส่วนที่เหมาะสมในแต่ละรอบการขนส่ง ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในบทที่ 1

จากการศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก สามารถแบ่งได้ 3 แผนภูมิกระบวนกระบวนไหล ดังนี้

1.แผนภูมิกระบวนการไหลของการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ ดังตารางที่ 3.3

2.แผนภูมิกระบวนการไหลของการขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1, 2 และชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน ดังตารางที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.แผนภูมิกระบวนการไหลของการขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ

FLOW PROCESS CHART Page 1 of 1

Location : โรงงานกรณีศึกษา	**Summary**			
Activity : การขนส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Saving**
Date : 2 พฤษภาคม 2560	Operation	260		
Operator : (ไม่ระบุ)	Transport	300		
Circle appropriate Method and Type :	Delay	-		
Method : (Present) Proposed	Inspection	-		
Type: (Worker) Material Machine	Storage	-		
Remark :	Time (second)	560		
	Distance (m)	175		
	Cost	-		

Event Decription	**Symbol**	**Time (Second)**	**Distance (Meter)**	**Method Recommendation**
1.ลงรถลากไฟฟ้ามาโหลดชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถเข้ารถขนส่งที่จุดรับชิ้นส่วน		45		
2.เดินไปจุดจัดชิ้นส่วนเพื่อเตรียมสำหรับสายการประกอบย่อยชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ		25	3	
3.จัดชิ้นส่วนเพื่อเตรียมสำหรับสายการประกอบย่อยชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ		180		
4.เดินไปขึ้นรถลากไฟฟ้าเพื่อเตรียมขับรถลากไฟฟ้าไปส่งชิ้นส่วน		10		
5.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ		140	86	
6.ลงรถลากไฟฟ้ามาโหลดชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถเข้าจุดส่งชิ้นส่วน		35		
7.ขับรถลากไฟฟ้ากลับยังจุดรับชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ		125	86	
รวมทั้งหมด	3 4 0 0 0	560	175	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.4 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชุดส่งกำลัง 1, 2 และชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน

FLOW PROCESS CHART

Location : โรงงานกรณีศึกษา	**Summary**			
Activity : การขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1, 2 และชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Saving**
Date : 2 พฤษภาคม 2560	Operation	224		
Operator : (ไม่ระบุ)	Transport	419		
Circle appropriate Method and Type :	Delay	-		
Method : (Present) Proposed	Inspection	-		
Type: (Worker) Material Machine	Storage	-		
Remark :	Time (second)	643		
	Distance (m)	224		
	Cost	-		

Event Decription	Symbol	Time (Second)	Distance (Meter)	Method Recommendation
1.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมันจากจุดรับเข้ารถขนส่ง และเอาภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมันออกจากรถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	30		
2.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดปลดรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2	○ ➡ D □ ▽	10	7	
3.ลงรถลากไฟฟ้ามาปลดรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2	● ⇨ D □ ▽	15		
4.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2	○ ➡ D □ ▽	17	10	
5.เกี่ยวตะขอรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2 กับรถขนส่งชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	● ⇨ D □ ▽	58		
6.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	○ ➡ D □ ▽	100	70	
7.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 เข้าจุดรับ	● ⇨ D □ ▽	7		
8.ลงรถลากไฟฟ้ามาเก็บภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 ขึ้นรถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	35		
9.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	○ ➡ D □ ▽	15	2	
10.ลงรถลากไฟฟ้ามาโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2 เข้าจุดรับ เก็บภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2 ขึ้นรถขนส่ง และปลดรถขนส่งจอดทิ้งไว้	● ⇨ D □ ▽	15		
11.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	○ ➡ D □ ▽	62	35	
12.ลงรถลากไฟฟ้ามาเก็บภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมันขึ้นรถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	35		
13.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมันเข้าจุดรับที่สายการประกอบหลัก	● ⇨ D □ ▽	9		
14.ขับรถลากไฟฟ้ากลับยังจุดปลดรถขนชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	○ ➡ D □ ▽	55	38	
15.ลงรถลากไฟฟ้าเกี่ยวตะขอรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลังเข้ากับรถขนส่งชุดควบคุมน้ำมัน	● ⇨ D □ ▽	20		
16.ขับรถลากไฟฟ้ากลับยังจุดรับภาชนะชิ้นส่วนชุดควบคุมน้ำมัน	○ ➡ D □ ▽	160	62	
รวมทั้งหมด	9 7 0 0 0	643	224	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.5 แผนภูมิกระบวนการไหลการขนส่งชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง

FLOW PROCESS CHART Page 1 of 1

Location : โรงงานกรณีศึกษา	**Summary**			
Activity : การขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Saving**
Date : 2 พฤษภาคม 2560	Operation	291		
Operator : (ไม่ระบุ)	Transport	338		
Circle appropriate Method and Type :	Delay	-		
Method : (Present) Proposed	Inspection	-		
Type: (Worker) Material Machine	Storage	-		
Remark :	Time (second)	629		
	Distance (m)	223		
	Cost	-		

Event Decription	Symbol	Time (Second)	Distance (Meter)	Method Recommendation
1.ลงรถลากไฟฟ้าเอาภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังออกจากรถขนส่งเข้าจุดรับภาชนะเปล่า	● ⇨ D □ ▽	30		
2.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังจากจุดรับเข้ารถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	23		
3.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	15	4	
4.ลงรถลากไฟฟ้าเอาภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลังออกจากรถขนส่งเข้าจุดรับภาชนะเปล่า	● ⇨ D □ ▽	28		
5.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	11	2	
6.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลังจากจุดรับเข้ารถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	45		
7.จัดเตรียมภาชนะสำหรับการจัดชิ้นส่วนเพื่อรอการขนส่งรอบต่อไป	● ⇨ D □ ▽	35		
8.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	145	107	
9.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังเข้าจุดส่ง	● ⇨ D □ ▽	15		
10.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	5	0.5	
11.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลังเข้าจุดส่ง	● ⇨ D □ ▽	15		
12.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	5	0.5	
13.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังเข้าจุดส่ง	● ⇨ D □ ▽	15		
14.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	5	0.5	
15.โหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลังเข้าจุดส่ง	● ⇨ D □ ▽	15		
16.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	5	0.5	
17.ลงรถลากไฟฟ้ามาเก็บภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลังขึ้นรถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	35		
18.ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	7	6	
19.ลงรถลากไฟฟ้ามาเก็บภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังขึ้นรถขนส่ง	● ⇨ D □ ▽	35		
20.ขับรถลากไฟฟ้ากลับยังจุดรับภาชนะเปล่าบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	140	102	
รวมทั้งหมด	11 9 0 0 0	629	223	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

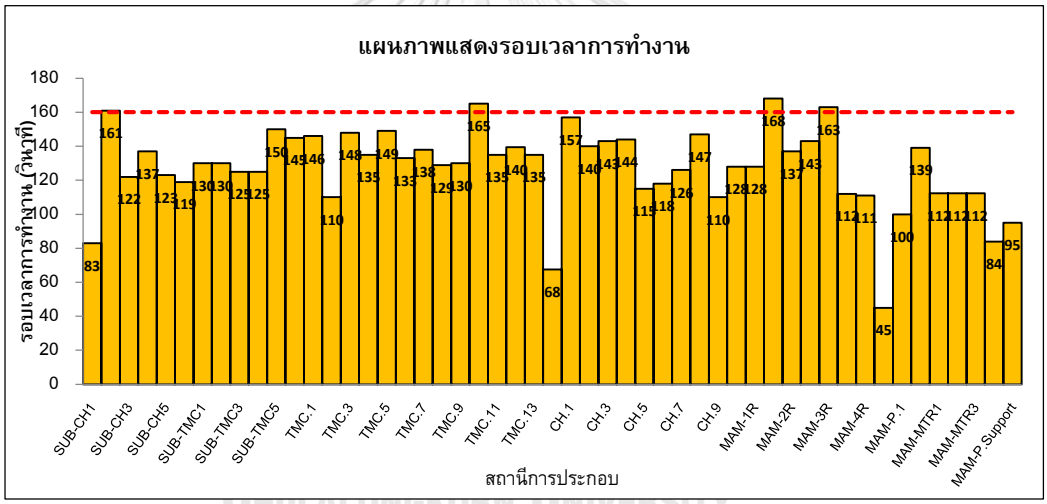
ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการไหลจากแผนภูมิกระบวนการไหลทั้ง 3 แผนภูมิได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางสรุปจำนวนกิจกรรมการไหลของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน

แผนภูมิที่	แผนภูมิกระบวนการไหล	จำนวนกิจกรรม				
		○	⇨	D	□	▽
1	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	3	4	-	-	-
2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1,2 และชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	9	7	-	-	-
3	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลังและเพลาล้อหลัง	11	9	-	-	-
รวม		**23**	**20**	**-**	**-**	**-**

3.1.4 ศึกษาเวลาการทำงาน

ได้ทำการศึกษาเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องของกับกระบวนการทำงานทั้งหมด ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงาน

จากการศึกษาเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะเห็นได้ว่ามีบางสถานีงานที่มีการทำงานเกินเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) ซึ่งส่งผลให้เกิดเป็นกระบวนการคอขวด (Bottleneck) ในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา

และข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสามารถคำนวณสมดุลสายการผลิต (Percentage of Line Balancing) ได้ 75.9 เปอร์เซ็นต์ ได้ดังสมการที่ (3-2)

$$\% \text{ Line Balance} = \frac{\text{(Total cycle time x 100)}}{\text{(Bottleneck Cycle Time x Manpower)}} \qquad (3\text{-}2)$$

$$= \frac{(6500 \text{ x } 100)}{(168 \text{ x } 51)}$$

= 75.9 %

3.2 สรุปปัญหากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพกระบวนการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษา เฉลี่ยประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปัญหาที่พบคือ

1. การขนส่งล่าช้า
2. การรอการจัดชิ้นส่วนลงภาชนะบรรจุชิ้นส่วน
3. การประกอบไม่ทัน

ซึ่งจากการเข้าไปทำการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่าสาเหตุเกิดจาก

1. ระยะทางในการขนส่งที่ไกล
2. ระยะเวลาในการขนส่งต่อรอบไม่เท่ากัน
3. วิธีการขนส่งที่ไม่มีมาตรฐานกำหนด
4. ความสูญเปล่าในกระบวนการขนส่ง
5. รอบเวลาการทำงานยังมีกระบวนการที่เป็นคอขวด

โดยจากสาเหตุดังกล่าว จะนำไปหาแนวทางและวิธีการปรับปรุงเพื่อยกระดับประสิทธิภาพกระบวนการขนส่งของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษาต่อไปในบทที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
แนวทางและวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพ

หลังจากการศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาในบทที่ 3 ซึ่งสามารถสรุปปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา ซึ่งแนวทางและวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพจะกล่าวในบทที่ 4 นี้ โดยเป็นแนวทางเพื่อใช้แก้ปัญหาและครอบคลุมทุกสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาดังกล่าว

4.1 แนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา พบว่า เกิดจากกระบวนการทำงานที่ขาดมาตรฐาน วิธีการทำงานที่ชัดเจน ซึ่งต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้น ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการ และนับว่าเป็นความสูญเปล่าอีกด้วย นอกจากนี้ในกระบวนการยังพบความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการทำงานที่ซับซ้อน เส้นทางการขนส่งที่ไม่เป็นเส้นตรงอันจะส่งผลให้ระยะเวลาในการขนส่งมากตามไปด้วย

เพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือในการกำจัดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS และการจัดสมดุลสายผลิต (Line Balancing)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การกำจัดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS

ECRS คือหลักการในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน เพื่อลดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

E (Eliminate) การกำจัด

คือการกำจัดความสูญเปล่า 7 ประการที่พบวนกระบวนการออกไป ประกอบด้วยการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และของเสีย

C (Combine) การรวมกัน

คือการรวมขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำงานได้ในขั้นตอนเดียวไว้ด้วยกัน เพื่อลดเวลาการทำงานลง

R (Rearrange) การจัดใหม่

คือการจัดหรือเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ให้มีความสอดคล้อง เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและระยะทางที่ไม่จำเป็นออกไป

S (Simplify) การทำให้ง่าย

คือปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น เพื่อลดขั้นตอนการทำงานและเวลาการทำงานที่ไม่จำเป็น

4.2 วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน

จากแนวทางการแก้ไขที่เลือกใช้เครื่องมือในการกำจัดความสูญเปล่าด้วย ECRS ได้กำหนดวิธีการแก้ไขดังนี้

1. การกำจัดงานที่เป็นความสูญเปล่าออก (Eliminate)

วิธีการ	1. การลดระยะทางการขนส่ง
	2. การลดขั้นตอนการจัดชิ้นส่วน
ประโยชน์	1. สามารถลดเวลาการทำงานในกระบวนการลงได้
	2. สามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น และซ้ำซ้อน

2. การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน (Combine)

วิธีการ	1. รวมขั้นตอนการโหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นส่วนเข้าไว้ที่จุดเดียวกัน
ประโยชน์	1. สามารถลดเวลาการทำงานในกระบวนการลงได้
	2. ลดขั้นตอนการทำงาน

3. การทำให้ทำงานง่ายและสะดวก (Simplify)

วิธีการ	1. เปลี่ยนระบบการทำงานแบบผลัก (Push System) เป็นระบบการทำงานแบบดึง (Pull System) โดยใช้ระบบการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)
ประโยชน์	1. สามารถลดการผลิตเกินความต้องการได้

ดังนั้นสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร โดยการเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต และใช้ระบบมิลค์รันในการขนส่ง จะกำหนดขั้นตอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเพื่อลดระยะทางในการขนส่งสำหรับรถมิลค์รัน

2. การจัดทำรถมิลค์รันสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลัก

3. จัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกัน

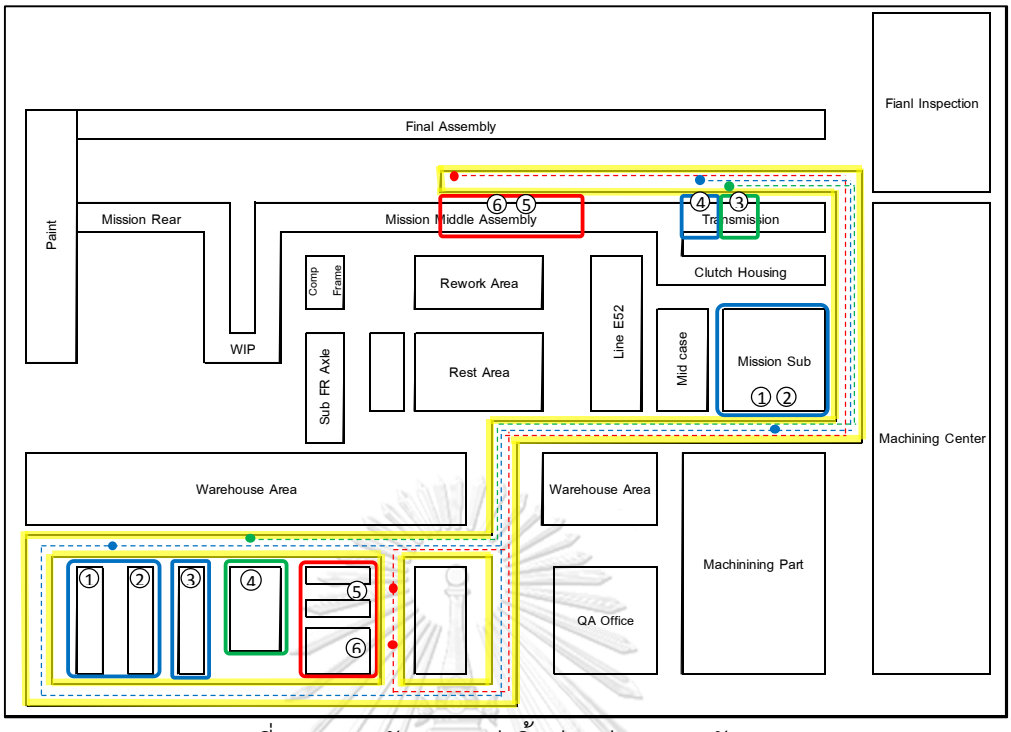
4. เปลี่ยนระบบการทำงานแบบผลัก (Push System) เป็นระบบดึง (Pull System) เพื่อให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต

4.2.1 ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเพื่อลดระยะทางในการขนส่งสำหรับรถมิลค์รัน

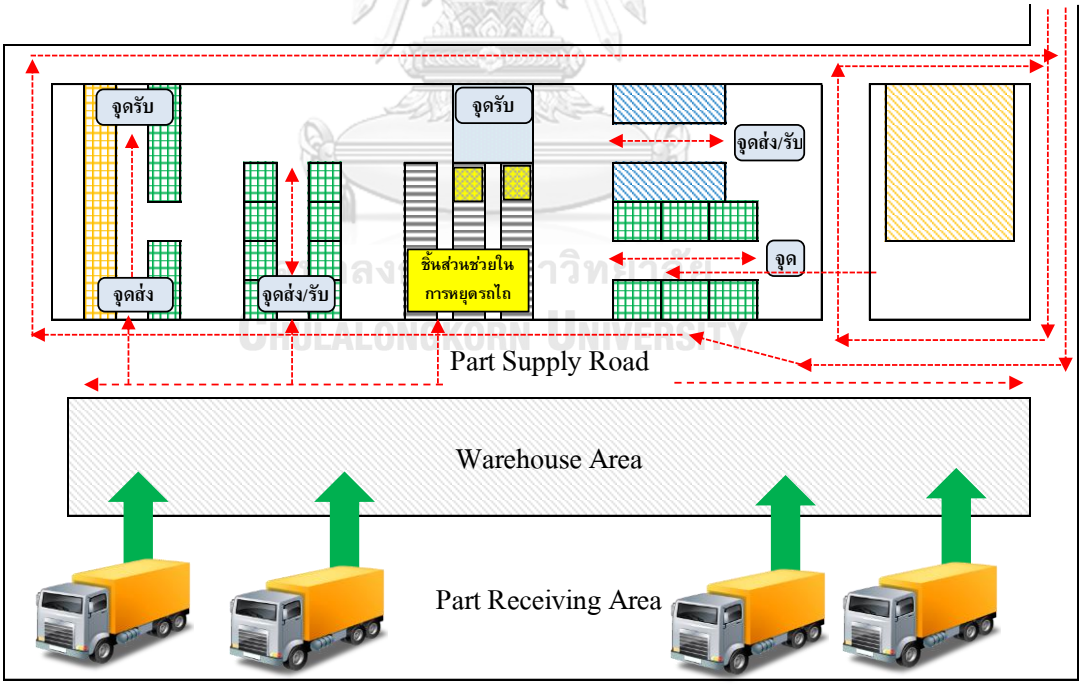
จากกระบวนการทำงานก่อนการปรับปรุงพบปัญหาการขนส่งที่มีระยะทางมาก ส่งผลต่อระยะเวลาในการขนส่งแต่ละรอบ ทำให้มีปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปสายการประกอบหลักล่าช้า อีกทั้งยังพบปัญหาการมีชิ้นส่วนสำหรับรอการประกอบ (Work In Process) ในบางจุดส่งเป็นจำนวนมาก โดยนับว่าเป็นความสูญเปล่าของกระบวนการที่มีการผลิตเกินความต้องการของลูกค้า

แนวคิดเพื่อการปรับปรุงปัญหาดังกล่าวจึงกำหนดให้มีการปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเพื่อลดระยะทางในการขนส่งสำหรับรถมิลค์รันขึ้นมา ซึ่งพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยจะมีพื้นที่ทั้งหมด 191.5 ตารางเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.1 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.2 แผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าลักษณะเส้นทางการวิ่งของรถขนส่งทั้ง 3 เส้นทางจะมีการวิ่งเป็นวงกลมวนรอบพื้นที่เก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย ซึ่งการวิ่งเป็นวงกลมวนรอบนับเป็นความสูญเปล่าจากกระบวนการขนส่ง เพื่อการลดความสูญเปล่าดังกล่าว จึงได้ทำการออกแบบแผนผังของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยเพื่อให้เหมาะสำหรับเส้นทางและวิธีการขนส่งแบบมิลค์รัน ดังนี้

1. การออกแบบแผนผังพิจารณาระยะทางระหว่างจุดรับและจุดส่งชิ้นส่วนจากระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งกำหนดโดยจุดส่งเป็นหลักและมีลำดับการโหลดชิ้นส่วนที่จุดส่งดังนี้

1.1 ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1

1.2 ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2

1.3 ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ

1.4 ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน

1.5 ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง

1.6 ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้จุดส่งและจุดรับมีลำดับในการทำงานเหมือนกัน จะทำให้มีระยะทางระหว่างกับจุดส่งกับจุดรับที่สั้นที่สุด ซึ่งจะสามารถกำหนดจุดรับและจุดส่งได้ดังตารางที่ 4.1 เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบแผนผังต่อไป

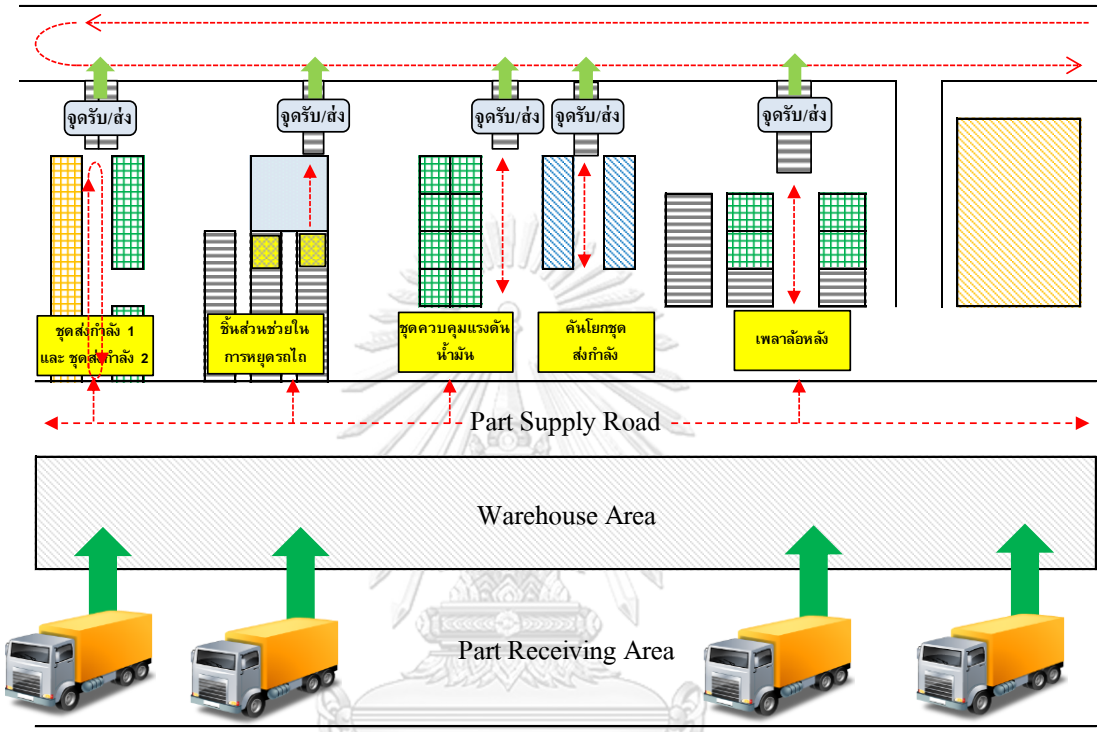
ตารางที่ 4.1 ลำดับการกำหนดจุดรับและจุดส่งชิ้นส่วน

ลำดับ	จุดส่ง	จุดรับ
1	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1
2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2
3	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
4	ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน
5	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
6	ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

2. การออกแบบเส้นทางเดินรถขนส่งชิ้นส่วนต้องไม่เป็นการวิ่งวงกลมวนรอบพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย เพื่อลดขั้นตอนการเลี้ยวตามจุดต่างๆ และต้องเป็นเป็นเส้นทางเดินรถเส้นตรงให้มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นเมื่อกำหนดลำดับการทำงานและเส้นทางเดินรถขนส่งชิ้นส่วนจะสามารถออกแบบแผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยได้ดังรูปที่ 4.3 โดยจุดส่งชิ้นส่วนที่สายการประกอบหลักยังคงเดิม



รูปที่ 4.3 แผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนหลังการปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และเมื่อได้แผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ได้ทำการปรับปรุงพื้นที่การทำงานดังกล่าวตามที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยก่อนการปรับปรุงมีลักษณะดังภาพที่ 4.4 และ 4.5 และหลังการปรับปรุงมีลักษณะดังภาพที่ 4.6 และ 4.7

รูปที่ 4.4 พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย – ก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 4.5 พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย – ก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 4.6 พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย - หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.7 พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย - หลังการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงแผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนส่ง จะเห็นได้ว่าพื้นที่การทำงานเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น และเส้นทางการเดินรถมีขนาดกว้างขึ้นซึ่งจากเดิมมีขนาดความกว้างของเส้นทางเดินรถขนส่งชิ้นส่วนในบริเวณพื้นที่จัดเก็บและขนส่งชิ้นส่วนประมาณ 2 เมตร และหลังจาก

การปรับปรุงจะได้เส้นทางเดินรถที่เป็นเส้นตรงและมีกว้างประมาณ 3.7 เมตร ในบริเวณพื้นที่จัดเก็บและขนส่งชิ้นส่วน

4.2.2 การจัดทำรถมิลค์รันสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลัก

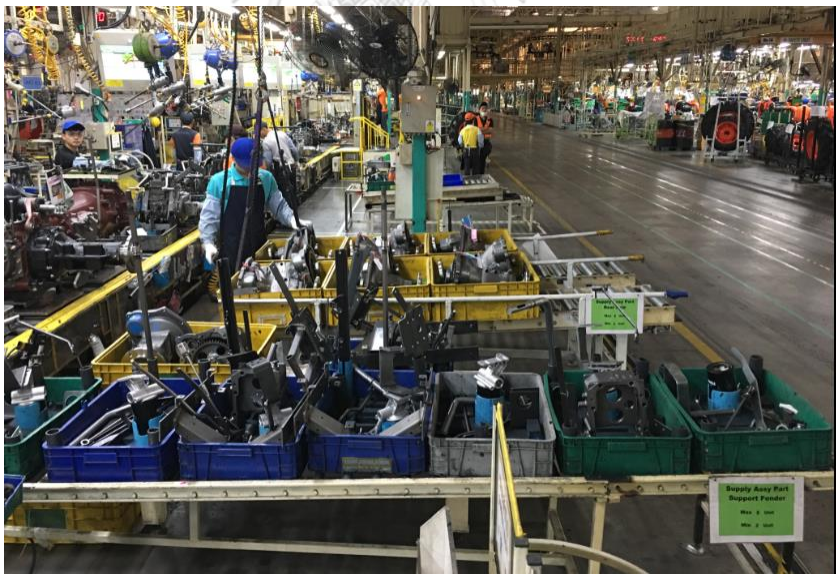
จากการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่การจัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปที่สายการประกอบหลักรถลากไฟฟ้าสำหรับทำการขนส่งจะมีทั้งหมด 3 คันโดยแต่ละคันจะขนส่งชิ้นส่วนที่แตกต่างกันไปดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการขนส่ง ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.8 การขนส่งชิ้นส่วน – ก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 4.9 การขนส่งชิ้นส่วน - ก่อนการปรับปรุง

อีกทั้งยังเป็นการส่งชิ้นส่วนที่มากเกินความต้องการของลูกค้าในบางช่วงเวลา ทำให้เกิดต้นทุนในกระบวนการผลิต และสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การส่งชิ้นส่วนเกินความต้องการ

เพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา คือ ระบบรถมิลค์รัน

แนวคิดในในการเลือกใช้ระบบรถมิลค์รันมาจากความต้องการส่งมอบชิ้นส่วนให้สายการประกอบหลักตามจำนวนที่ต้องการ อีกทั้งยังมีความต้องการให้ระบบการขนส่งสอดคล้องในเวลา

เดียวกัน (Synchronize) กับสายการประกอบหลัก โดยระบบรถมิลค์รันดังกล่าวยังมีส่วนทำให้สามารลดต้นทุนสินค้าและกิจกรรมในกระบวนการผลิต รวมถึงยังชี้ให้เห็นถึงความสามารถในกระบวนการส่งมอบจากสายการประกอบย่อยอีกด้วย

โดยหลักการออกแบบรถมิลค์รันสำหรับทำการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก จะแบ่งรถตามระยะทางหรือชิ้นส่วนที่อยู่ใกล้กันให้อยู่บนรถมิลค์รันคันเดียวกัน แต่ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดที่ไม่สามารถจัดชิ้นส่วนให้อยู่บนรถมิลค์รันคันเดียวกันทั้งหมด เนื่องจากจะทำให้รถมิลค์รันมีขนาดที่ยาว ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการควบคุมเมื่อมีการเลี้ยวเข้าโค้ง หรือมุมโค้งที่มีขนาดจำกัด ซึ่งรถมิลค์รันดังกล่าวจะถูกลากด้วยรถลากไฟฟ้าเพื่อทำการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปที่สายการประกอบหลัก

สำหรับรถมิลค์รันจะแบ่งออกเป็นทั้งหมด 2 คัน ดังนี้

1. คันที่ 1 ทำการขนส่งชิ้นส่วนประกอบด้วย
    1). ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1
    2). ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2
    3). ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
    4). ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน
2. คันที่ 2 ทำการขนส่งชิ้นส่วนประกอบด้วย
    1). ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
    2). ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

และขนาดของแต่ละคันจะอ้างอิงกับขนาดบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด โดยแบ่งได้ดังตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.2 ขนาดรถมิลค์รัน

มิลค์รันคันที่	ชิ้นส่วน		รอบเวลาการขนส่ง (วินาที) (กว้างxยาวxสูง)	ขนาดตัวรถ (กว้างxยาวxสูง)	หน่วย
1	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1		33x45x12	130x252x108	เซนติเมตร
	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2		33x45x12		เซนติเมตร
	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ		96x25x5		เซนติเมตร
	ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน		42x61x13		เซนติเมตร
2	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง		44x61x13	130x166x108	เซนติเมตร
	ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง		58x69x21		เซนติเมตร

หลังจากทำการแบ่งชิ้นส่วนบนรถมิลค์รันและออกแบบขนาดรถมิลค์รันแต่ละคันแล้ว ได้ดำเนินการจัดทำรถมิลค์รันสำหรับทำการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปที่สายการประกอบหลักของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตร โดยทำการขนส่งชิ้นส่วนครั้งละ 2 ลำดับการผลิตด้วยเงื่อนไขของขนาดรถมิลค์รันที่จำกัด ดังรูปที่ 4.11 และ 4.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.11 รถมิลค์รันคันที่ 1

รูปที่ 4.12 รถมิลค์รันคันที่ 2

ซึ่งลักษณะการขนส่งชิ้นส่วนด้วยรถมิลค์รันทั้ง 2 คัน จะถูกทำการขนส่งด้วยรถลากไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.13 การใช้ระบบรถมิลค์รันสำหรับขนส่งชิ้นส่วน

ซึ่งหลังจากการดำเนินการปรับปรุง

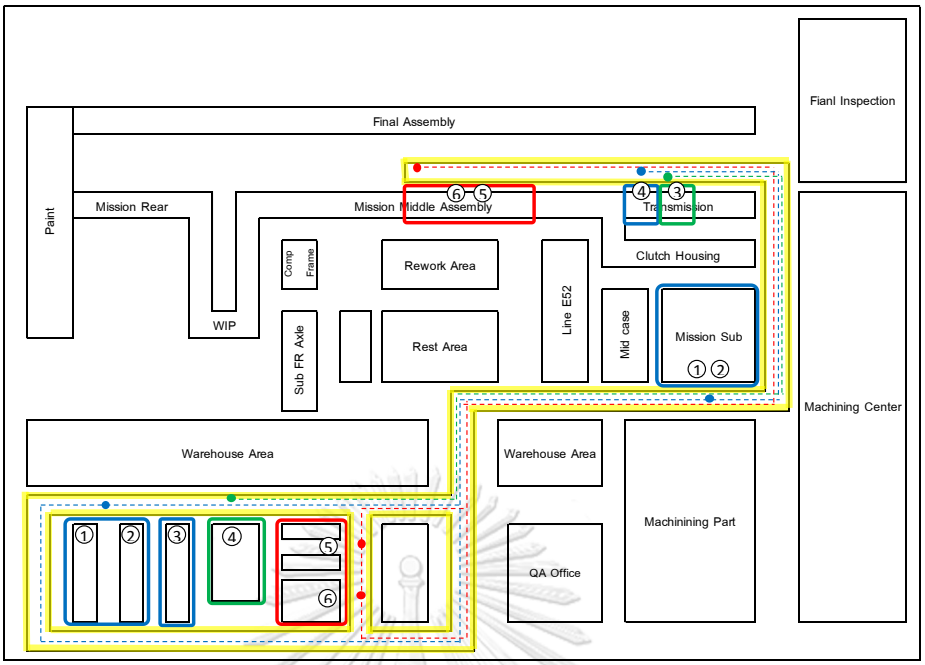
1). แผนผังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อย

2). ระบบขนส่งด้วยรถมิลค์รัน

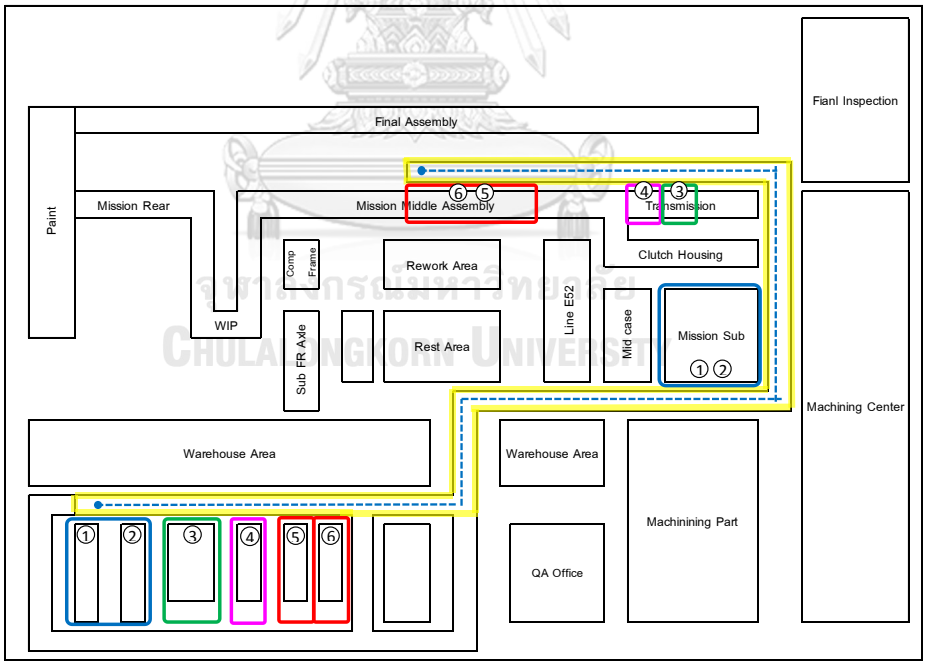
ทำให้สามารถลดเส้นทางการขนส่งจากเดิม 3 เส้นทางเหลือเพียง 1 เส้นทางเท่านั้น อีกทั้งระยะทางการขนส่งจากเดิมทั้งหมด 622 เมตรต่อรอบการขนส่งไป-กลับ เหลือเพียง 216 เมตรต่อรอบการขนส่งไป-กลับ โดยเริ่มต้นจากจุดรับชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 ไปถึงจุดส่งภาชนะเปล่าชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง สำหรับเส้นทางการขนส่งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และระบบรถมิลค์รันยังสามารถลดเวลาการลงรถลากไฟฟ้าของพนักงานเพื่อมาเกี่ยวรถขนส่งคันที่ 2 ซึ่งทำหน้าที่ในการขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1, ชุดส่งกำลัง 2 และชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมันได้อีก 93 วินาที



รูปที่ 4.14 แผนผังเส้นทางการขนส่ง – ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.15 แผนผังเส้นทางการขนส่ง – หลังการปรับปรุง

4.2.3 จัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกัน

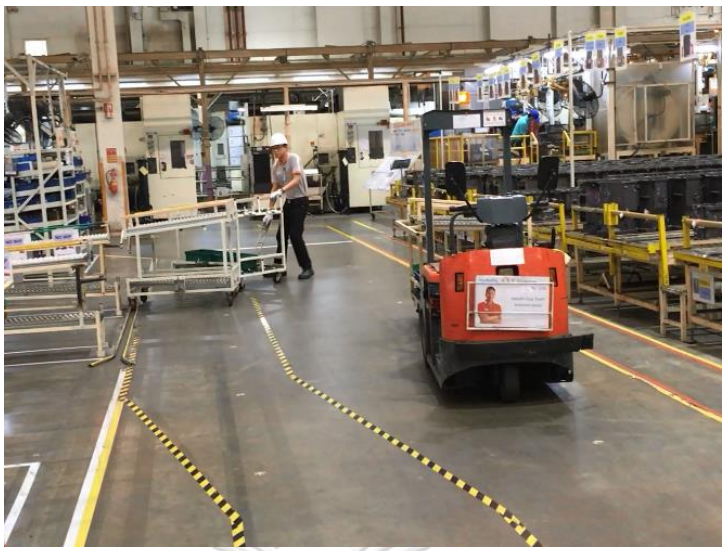
จากการศึกษาสภาพปัญหาในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่ากระบวนการขนส่งจะมีขั้นตอนในการโหลดภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นงานหลายครั้ง โดยแต่ละครั้งจะต้องทำการจอดรถเพื่อทำการโหลดภาชนะเปล่า และขับรถไปยังจุดโหลดชิ้นส่วนเพื่อทำการโหลดชิ้นส่วนลงรถขนส่ง หรือลงจุดส่ง ซึ่งนับว่าเป็นอีกหนึ่งความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวความคิดในการจัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกันโดยเป็นการโหลดแบบอัตโนมัติ ซึ่งพนักงานขับรถลากไฟฟ้าไม่ต้องลงจากรถลากไฟฟ้ามาทำการโหลดหรือเกี่ยวตะขอรถขนส่งเข้าด้วยกันเพื่อลดเวลาขั้นตอนในการโหลด และกำจัดระยะทางระหว่างจุดโหลดภาชนะเปล่าและจุดโหลดภาชนะบรรจุชิ้นส่วนลงรถขนส่งหรือลงจุดส่ง โดยระยะเวลาในขั้นตอนในส่วนนี้สามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เวลาการโหลดภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วน

คันที่	ชิ้นส่วน	เวลา (วินาที)
1	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	90
2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	131
	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	
	ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	
3	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	221
	ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนที่พนักงานต้องลงจากรถลากไฟฟ้าเพื่อมาเกี่ยวตะขอรถขนส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และชุดส่งกำลัง 2 เข้ากับรถขนส่งชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน ซึ่งเป็นความสูญเปล่าในกระบวนการทำงานที่ส่งผลต่อเวลาการทำงานของพนักงานขับรถขนส่ง ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 พนักงานลงรถลากไฟฟ้ามาเกี่ยวตะขอรถขนส่งชิ้นส่วน

ดังนั้นแนวความคิดในการจัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วแบบอัตโนมัติ เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการขนส่ง จึงกำหนดให้มีการจัดทำที่จุดรับทั้งหมด 5 ตำแหน่ง และจุดส่งทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ดังนี้

- จุดรับชิ้นส่วน 5 ตำแหน่ง ประกอบด้วย
    1. จุดรับชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และชุดส่งกำลัง 2
    2. จุดรับชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน
    3. จุดรับชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
    4. จุดรับชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
    5. จุดรับชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง
- จุดส่งชิ้นส่วน 8 ตำแหน่ง ประกอบด้วย
    1. จุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1
    2. จุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2
    3. จุดส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ
    4. จุดส่งชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน
    5. จุดรับชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง
    6. จุดส่งชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง
    7. จุดรับภาชนะเปล่าชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง
    8. จุดส่งภาชนะเปล่าชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยหลักการทำงานจะทำงานอัตโนมัติเมื่อแผ่นสะท้อนแสงที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณบนรถมิลค์รันตรงกับตำแหน่งของตัวส่งสัญญาณที่จุดรับหรือจุดส่งที่ได้ทำการติดตั้งตัวส่งสัญญาณไป และจะออกคำสั่งให้ตัวกั้นชิ้นงานเปิดออก เพื่อทำการรับชิ้นส่วนจากจุดรับเข้ารถมิลค์รัน หรือส่งชิ้นส่วนจากมิลค์รันเข้าจุดส่ง ดังตัวอย่างการรับชิ้นส่วนเพลาล้อหลังอัตโนมัติรูปที่ 4.17 และตัวอย่างการส่งชิ้นส่วนเพลาล้อหลังอัตโนมัติรูปที่ 4.18 และ 4.19

รูปที่ 4.17 จุดรับชิ้นส่วนอัตโนมัติชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

รูปที่ 4.18 จุดส่งชิ้นส่วนอัตโนมัติชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

รูปที่ 4.19 จุดรับชิ้นส่วนอัตโนมัติชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง

และผลหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วแบบอัตโนมัติที่จุดรับและจุดส่งทั้งหมด 12 ตำแหน่ง ทำให้สามารถลดขั้นตอนที่พนักงานขับรถลากไฟฟ้าจะต้องต้องลงจากรถลากไฟฟ้ามาทำการโหลดชิ้นส่วนจากจุดรับเข้ารถขนส่ง โหลดชิ้นส่วนจากรถขนส่งลงจุดส่ง และขั้นตอนการเกี่ยวตะขอรถขนส่งเข้าด้วยกัน โดยเหลือเฉพาะเวลาที่ทำการโหลดชิ้นส่วนเท่านั้น กำหนดเงื่อนไขให้ทำการขนส่งชิ้นส่วนละ 2 ลำดับการผลิตเท่านั้น สรุปผลหลังจากการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.4 เวลาในขั้นตอนการโหลดชิ้นส่วนหลังจากติดตั้งระบบโหลดอัตโนมัติ

ลำดับที่	ชิ้นส่วน	เวลา (วินาที)
1	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	20
2	ชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	20
3	ชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	40
4	ชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	30
5	ชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	20
6	ชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	20

จากการเก็บข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการโหลดชิ้นส่วนหลังจากที่ได้มีการติดตั้งระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติทั้ง 12 จุดพบว่าหลังจากการปรับปรุงใช้เวลาทั้งสิ้น 150 วินาที โดยเวลาก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งสิ้น 442 วินาที ซึงจะเห็นได้ว่าสามารถลดเวลาในขั้นตอนดังกล่าวลงไปได้ 292 วินาทีต่อการทำงาน 1 รอบการขนส่ง

ดังนั้นหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนล่าช้าด้วยแนวทางการแก้ไข 3 แนวทาง คือ

1. ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเพื่อลดระยะทางในการขนส่งสำหรับรถมิลค์รัน

2. การจัดทำรถมิลค์รันสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลัก

3. จัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกัน

ทำให้สามารถลดเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก ดังตารางแผนภูมิกระบวนการไหลที่ 4.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 แผนภูมิกระบวนการไหลของชิ้นส่วนด้วยระบบรถมิลค์รัน

FLOW PROCESS CHART Page 1 of 1

Location : โรงงานกรณีศึกษา	**Summary**			
Activity : การขนส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนจากจุดรับไปจุดส่งที่สายการประกอบหลัก	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Saving**
Date : 2 พฤษภาคม 2560	Operation	150		
Operator : (ไม่ระบุ)	Transport	475		
Circle appropriate Method and Type :	Delay	-		
Method : (Present) Proposed	Inspection	-		
Type: (Worker) Material Machine	Storage	-		
Remark :	Time (second)	625		
	Distance (m)	607		
	Cost	-		

Event Decription	Symbol	Time (Second)	Distance (Meter)	Method Recommendation
1.ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนที่จุดรับชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2	● ⇨ D □ ▽	20		
2. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	○ ➡ D □ ▽	25	4.5	
3. ไหลลชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	● ⇨ D □ ▽	20		
4. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	○ ➡ D □ ▽	20	3.0	
5. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนที่จุดรับชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	● ⇨ D □ ▽	15		
6. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	25	4.0	
7. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	● ⇨ D □ ▽	10		
8. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดรับชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	30	4.0	
9. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	● ⇨ D □ ▽	10		
10. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	○ ➡ D □ ▽	75	60.0	
11. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1	● ⇨ D □ ▽	10		
12. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	○ ➡ D □ ▽	10	2.0	
13. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 2	● ⇨ D □ ▽	10		
14. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	○ ➡ D □ ▽	60	25.0	
15. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนช่วยในการหยุดรถไถ	● ⇨ D □ ▽	20		
16. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	○ ➡ D □ ▽	20	4.0	
17. ไหลลภาชนะเปล่าและภาชนะบรรจุชิ้นส่วนชุดควบคุมแรงดันน้ำมัน	● ⇨ D □ ▽	15		
18. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	25	5	
19. ไหลลภาชนะบรรจุชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	● ⇨ D □ ▽	5		
20. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	10	2	
21. ไหลลภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	● ⇨ D □ ▽	5		
22. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งภาชนะเปล่าชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	○ ➡ D □ ▽	5	0.5	
23. ไหลลภาชนะเปล่าชิ้นส่วนเพลาล้อหลัง	● ⇨ D □ ▽	5		
24. ขับรถลากไฟฟ้าไปจุดส่งภาชนะเปล่าชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	○ ➡ D □ ▽	10	7	
25. ไหลลภาชนะเปล่าชิ้นส่วนคันโยกชุดส่งกำลัง	● ⇨ D □ ▽	5		
26. ขับรถลากไฟฟ้ากลับไปจุดรับชิ้นส่วนชุดส่งกำลัง 1 และ 2	○ ➡ D □ ▽	160	95	
รวมทั้งหมด	13 13 0 0 0	625	391	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

:ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการไหลจากแผนภูมิกระบวนการไหลหลังการปรับปรุงระบบการขนส่งด้วยแนวคิดระบบขนส่งด้วยมิลค์รัน ได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางสรุปจำนวนกิจกรรมการไหลของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วน

แผนภูมิที่	แผนภูมิกระบวนการไหล	จำนวนกิจกรรม				
		○	⇨	D	□	▽
1	ระบบขนส่งด้วยรถมิลค์รัน	13	13	-	-	-
รวม		**13**	**13**	**-**	**-**	**-**

จากการศึกษาเวลาการทำงานในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักทั้ง 6 ประเภทด้วยระบบมิลค์รัน จะใช้เวลาในการทำงาน 625 วินาทีต่อการขนส่งชิ้นส่วน 1 รอบ ซึ่งเป็นเวลาสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนครั้งละ 2 ลำดับการผลิต

ทั้งนี้เวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) ของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา คือ 160 วินาที จากการคำนวณเวลาการส่งมอบชิ้นส่วนโดยการใช้รถลากไฟฟ้าจำนวน 1 คันต่อการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่การจัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักครั้งละ 2 ลำดับการผลิต จะสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (4-1)

$$\text{เวลาการส่งมอบ} = \frac{\text{รอบเวลาการขนส่งชิ้นส่วน } \mathbf{1} \text{ รอบ } (\text{วินาที})}{\text{จำนวนชิ้นส่วนในการขนส่งต่อรอบ } (\text{ชิ้น}) \; \boldsymbol{x} \; \text{จำนวนรถลากไฟฟ้า}} \qquad (4\text{-}1)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากข้อมูลของรอบเวลาการขนส่งของระบบรถมิลค์รันใช้เวลา 625 วินที และทำการขนส่งชิ้นส่วนครั้งละ 2 ลำดับการผลิต โดยใช้รถลากไฟฟ้าในการลากรถมิลค์รันจำนวน 1 คัน จะคำนวณเวลาการส่งมอบชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักได้ดังนี้

$$\text{เวลาการส่งมอบ} = \frac{\mathbf{625} \ (\text{วินาที})}{\mathbf{2} \ (\text{ชิ้น}) \boldsymbol{x} \ \mathbf{1}}$$

$$\text{เวลาการส่งมอบ} = 312 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

สำหรับเวลาการส่งมอบชิ้นส่วนจากการคำนวณ 312 วินาทีต่อชิ้นจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักด้วยรถลากไฟฟ้าจำนวน 1 คัน เมื่อเทียบกับเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) คือ 160 วินาทีต่อชิ้น จะเห็นได้ว่าเวลาการส่งมอบชิ้นส่วนยังช้ากว่าเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความ

ต้องการของลูกค้าได้ ซึ่งทำให้ยังไม่สามารถขนส่งเข้าสายการประกอบหลักได้ทัน จึงทำการเพิ่มรถลากไฟฟ้าเข้าไปกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนอีก 1 คัน ซึ่งเมื่อมีรถลากไฟฟ้าจำนวน 2 คันในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจะสามารถคำนวณเวลาการส่งมอบชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักได้ดังนี้

$$\text{เวลาการส่งมอบ} = \frac{625\ (\text{วินาที})}{2\ (\text{ชิ้น})x\ 2}$$

$$\text{เวลาการส่งมอบ} = 156\ \text{วินาทีต่อชิ้น}$$

จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเพิ่มรถลากไฟฟ้าเข้าไปในกระบวนการขนส่ง โดยให้มีรถลากไฟฟ้าสำหรับลากรถมิลค์รันทั้งหมดจำนวน 2 ชุด จะทำให้เวลาการส่งมอบชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักอยู่ที่ 156 วินาทีต่อคัน ซึ่งน้อยกว่าเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) คือ 160 วินาทีต่อชิ้น ดังนั้นจึงทำให้การเพิ่มรถลากไฟฟ้าเข้าไปกระบวนการขนส่งให้มีจำนวน 2 คัน สามารถส่งชิ้นส่วนเข้าสายการผลิตได้ทันเวลาที่ต้องการ

และจากการจัดทำระบบขนส่งด้วยรถมิลค์รันสามารถลดจำนวนรถลากไฟฟ้าในกระบวนการขนส่งได้จำนวน 1 คัน ซึ่งก่อนการปรับปรุงใช้รถลากไฟฟ้าจำนวน 3 คันและหลังการปรับปรุงเหลือรถลากไฟฟ้าในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักจำนวน 2 คันเท่านั้น ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการเช่ารถลากไฟฟ้าได้ 1 คัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการเช่ารายเดือนๆละ 25,000 บาทต่อคัน โดยสามารถประหยัดค่าเช่ารถลากไฟฟ้าได้ปีละ 300,000 บาทต่อปี และสรุปค่าใช้จ่ายในการเช่ารถลากไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สรุปค่าใช้จ่ายการเช่ารถลากไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

	จำนวนรถลากไฟฟ้า (คัน)	ค่าเช่าต่อเดือน (บาท)	ค่าเช่าต่อปี (บาท)
ก่อนการปรับปรุง	3	75,000.00	900,000.00
หลังการปรับปรุง	2	50,000.00	600,000.00
ส่วนต่าง	1	25,000.00	300,000.00

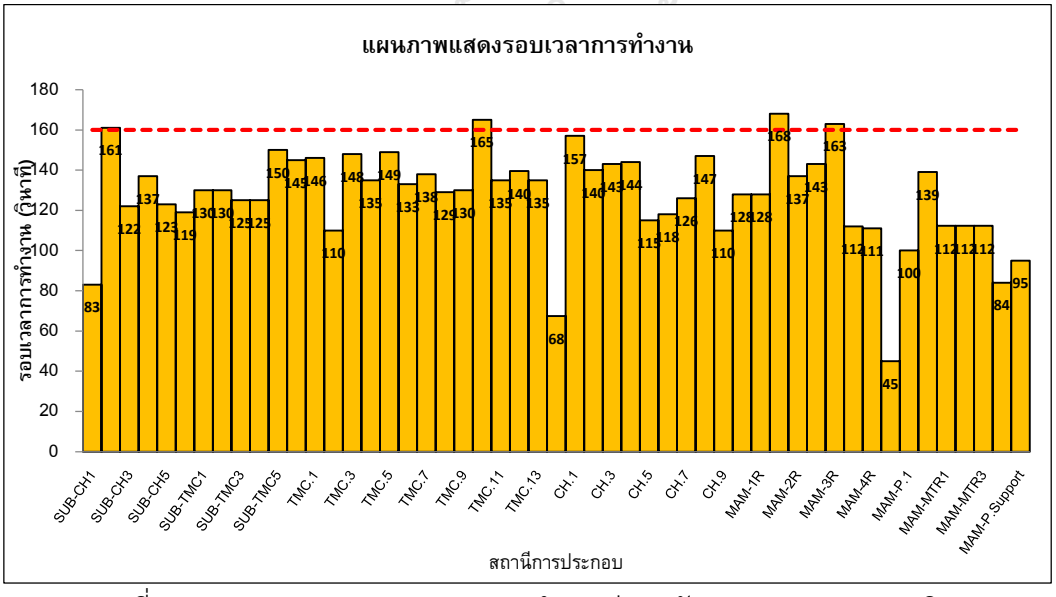
4.2.4 เปลี่ยนระบบการทำงานแบบผลัก (Push System) เป็นระบบดึง (Pull System)

เพื่อให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต

กิจกรรมในกระบวนการขนส่งก่อนปรับปรุงของโรงงาผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษารูปแบบการส่งมอบชิ้นส่วนเข้าสายการประกอบหลักจะเป็นระบบการผลิตแบบผลัก (Push

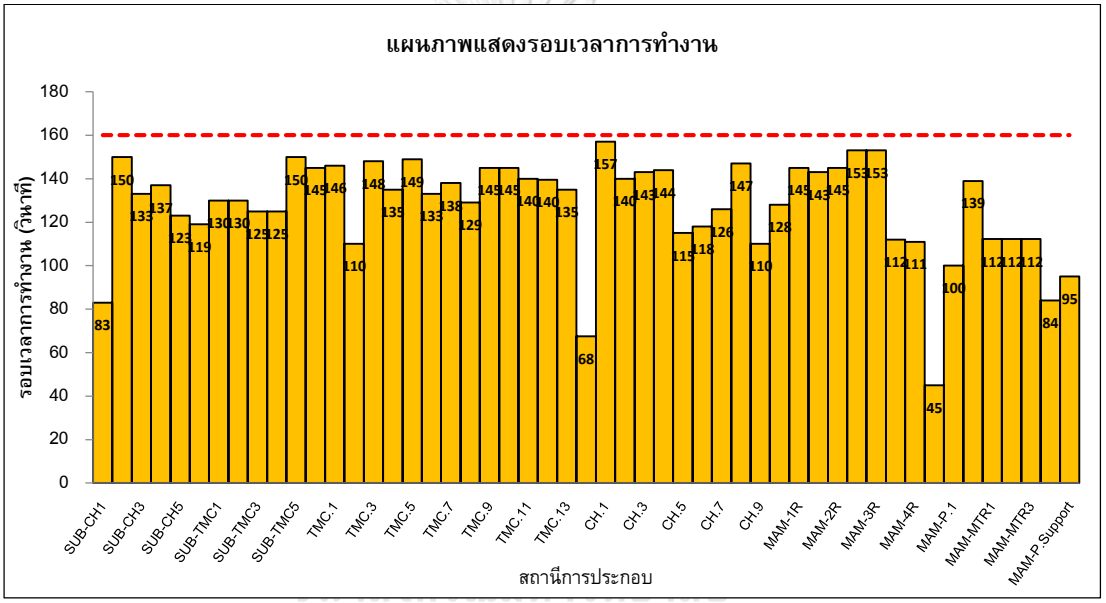
System) ซึ่งทำให้เกินความต้องการของลูกค้า เมื่อมีการผลิตเกินความต้องการทำให้ไม่สามารถเห็นความผิดปกติของกระบวนการที่เกี่ยวข้องได้ อีกทั้งยังทำให้เกิดต้นทุนจมอีกด้วย จึงมีแนวคิดในการเปลี่ยนระบบการขนส่งชิ้นส่วนให้เป็นระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) เพื่อให้เกิดระบบการขนส่งที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอย่างอัตโนมัติ คือถ้าลูกค้าไม่ดึงชิ้นส่วนเพื่อมาทำการประกอบก็จะไม่เกิดการขนส่ง ซึ่งทำให้เกิดชิ้นส่วนรอการผลิตล้นกระบวนการผลิต หรือมีจำนวนมากเกินความต้องการ ทั้งนี้จากการปรับปรุงกระบวนการไหลในเบื้องต้นเพื่อลดเวลากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนนับเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมเพื่อสนับสนุนให้เกิดระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) ซึ่งเป็นระบบที่จะทำให้องค์กรสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว ด้วยสินค้าที่มีคุณภาพและต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ซึ่งทั้งสามปัจจัยนี้ ถือเป็นปัจจัยหลักในการสร้างความสามารถในการแข่งขันให้กับโรงงานผู้ผลิต

ทั้งนี้เพื่อให้เกิดระบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต แสดงว่าสายการประกอบหลักจะต้องไม่มีปัญหาที่เกิดจากการประกอบล่าช้าด้วย เพื่อให้เกิดการไหลของชิ้นส่วนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากการศึกษาเวลาการทำงานของสายการประกอบหลักพบว่ายังมีสถานีงานที่มีรอบเวลาการทำงานที่สูงเกินเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) คือ 160 วินาทีต่อชิ้น และนับว่าเป็นสถานีงานที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของกระบวนการผลิตที่ทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า การศึกษาเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องของกับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนมีทั้งหมด 51 สถานีงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงานก่อนปรับปรุงสมดุลสายการผลิต

จากแผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์สมดุลสายการผลิตได้ 75.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสถานทีงานที่เป็นคอขวดหรือเวลาการทำงานเกินเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time) คือ 160 วินาทีต่อชิ้น จำนวน 4 สถานีงาน ทั้งนี้จึงดำเนินการสมดุลงานใหม่เพื่อกำจัดสถานีงานที่เป็นคอขวดออก โดยการแบ่งงานไปยังสถานีงานในกระบวนการเดียวกัน ซึ่งหลังจากการแบ่งงานสามารถแสดงรอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักได้ดังรูปที่ 4.21



Chulalongkorn University

รูปที่ 4.21 แผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงานหลังปรับปรุงสมดุลสายการผลิต

จากแผนภาพแสดงรอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์สมดุลสายการผลิตได้ 79.7 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากสายการผลิตเป็นแบบผลิตภัณฑ์ผสมบนสายการประกอบเดียวกัน (Mix-Model) จึงไม่สามารถลดสถานีงานออกได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นทีเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน โดยในการทำวิจัยกำหนดขอบเขตในการทำวิจัยเฉพาะในรุ่นที่มีจำนวนการผลิตสูงที่สุดเพียงรุ่นเดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามทุกสถานีงานเวลาในการทำงานจะไม่เกินเวลาในการผลิต 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ (Takt Time)

หลังจากการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์สมดุลสายการผลิตเพื่อกำจัดกระบวนการที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ไม่สามารถทำให้เป็นการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิตได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดระบบการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เพื่อใช้กำหนดรอบเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก โดยจะกำหนดรูปแบบการควบคุมด้วยสายตาจากภาชนะเปล่าที่สายการประกอบหลักนำชิ้นส่วนใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ไปแล้วที่จุดส่งภาชนะเปล่า

โดยขั้นตอนแรกคือการกำหนดจำนวนภาชนะในระบบการขนส่งของชิ้นส่วนทั้ง 6 ประเภท มีเงื่อนไขในการกำหนดภาชนะในระบบขนส่ง ดังนี้

1. ระบบรถมิลค์รันจำนวน 2 ชุด
2. เวลาการขนส่งชิ้นส่วน 625 วินาทีต่อรอบ
3. ทำการขนส่งรอบละ 2 ลำดับการผลิต
4. เวลาความต้องการลูกค้า (Takt Time) 160 วินาทีต่อชิ้น

ทั้งนี้จำนวนภาชนะในระบบการขนส่งจากกระบวนการที่เกี่ยวข้องสามารถคำนวณได้จากผลรวมของ

1. จำนวนชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับ
2. จำนวนชิ้นส่วนรอการประกอบที่จุดส่ง
3. จำนวนชิ้นส่วนบนรถมิลค์รันทั้ง 2 ชุด

โดยจำนวนชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับและจำนวนชิ้นส่วนรอการประกอบที่จุดส่งคำนวณได้จากสมการที่ (4-2)

$$WIP = \frac{\text{รอบเวลาการขนส่ง}}{\text{เวลาความต้องการลูกค้า}} + \text{Safety Stock} \qquad (4\text{-}2)$$

Safety Stock คือ ระดับความปลอดภัย ในที่นี้จะกำหนดเปอร์เซ็นต์การผิดพลาดเฉพาะในช่วงการขนส่ง ซึ่งประกอบไปด้วยความเบี่ยงเบนของอัตราการขนส่ง ในการทำวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าความเบี่ยงเบน 10 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณได้จากสมการที่ (4-3)

Safety Stock = ความต้องการใช้ชิ้นส่วนใน 1 รอบการขนส่ง x จำนวนชิ้นส่วนที่ส่งใน 1 รอบ x 10% (4-3)

$$= 2 \times 2 \times 10\%$$

$$= 0.4 \text{ ชิ้น}$$

$$\approx 1 \text{ ชิ้น}$$

ดังนั้นจำนวนชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับและจำนวนชิ้นส่วนรอการประกอบที่จุดส่งคำนวณได้ดังนี้

$$WIP = \frac{\mathbf{312}\ (\text{วินาที})}{\mathbf{160}\ (\text{วินาที})} + 1$$

$$WIP = 3 \text{ ชิ้น}$$

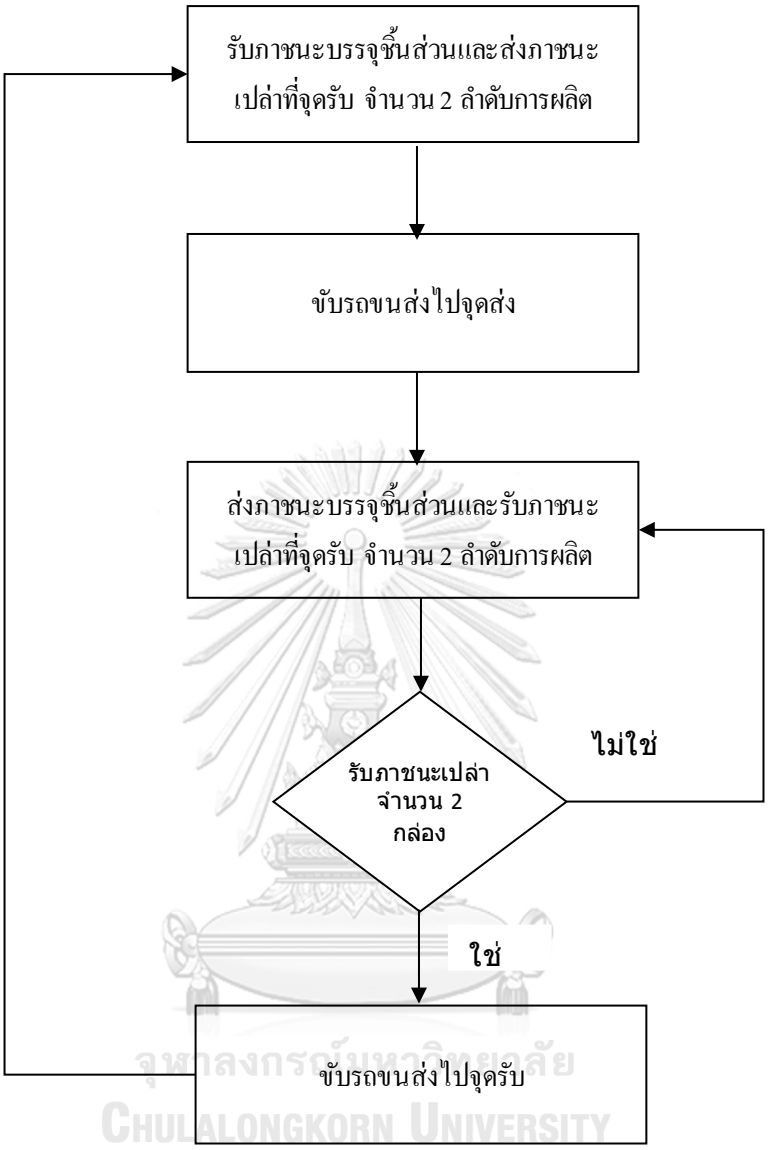
จากการคำนวณสามารถสรุปจำนวนภาชนะในระบบการขนส่งชิ้นส่วนด้วยมิลค์รันได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 จำนวนภาชนะในระบบการขนส่งชิ้นส่วนด้วยมิลค์รัน

	จำนวนภาชนะแต่ละชิ้นส่วน
จำนวนชิ้นส่วนรอการขนส่งที่จุดรับ	3
จำนวนชิ้นส่วนรอการประกอบที่จุดส่ง	3
จำนวนชิ้นส่วนบนรถมิลค์รันคันที่ 1	2
จำนวนชิ้นส่วนบนรถมิลค์รันคันที่ 2	2
รวมภาชนะทั้งหมดในระบบ	10

ดังนั้นสามารถสรุปจำนวนภาชนะในระบบการขนส่งชิ้นส่วนด้วยมิลค์รันของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา คือ จำนวน 10 กล่องต่อชิ้นส่วน โดยขนาดของภาชนะแต่ละชิ้นส่วนยังใช้ขนาดเดิม และทำให้สามารถกำหนดวิธีการในการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) ได้ดังรูปที่ 4.22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน

จากขั้นตอนการขนส่งในรูปที่ 4.22 สามารถอธิบายขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักด้วยระบบรถมิลค์รัน และเป็นการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต ได้ดังนี้

1. พนักงานขับรถลากไฟฟ้าที่ลากรถมิลค์รันไปยังจุดรับชิ้นส่วนเพื่อรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วนและส่ง ภาชนะเปล่าเข้าจุดรับจำนวน 2 ลำดับการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติ

2. หลังจากรับภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเข้ารถมิลค์รันจำนวน 2 ลำดับการผลิตให้พนักงานทำการขับรถลากไฟฟ้าไปยังจุดส่ง

3. เมื่อถึงจุดส่งจะทำการส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนเข้าจุดส่งจำนวน 2 ลำดับการผลิต และรับภาชนะเปล่าจากจุดส่งจำนวน 2 กล่อง โดยมีเงื่อนไขว่าต้องทำการรับกล่องเปล่าครั้งละ 2 กล่องทุกครั้ง ถ้าไม่ครบ 2 กล่องให้ทำการหยุดรอ และเมื่อรับภาชนะกล่องเปล่าครบ 2 กล่องจึงเริ่มขับรถออกจากจุดรับได้ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามหลักการระบบการผลิตแบบดึงและเป็นการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต เนื่องจากถ้าไม่มีกล่องเปล่าออกมาจากสายการประกอบหลัก แสดงว่าสายการประกอบหลักมีการหยุดสายพานการประกอบ (Conveyor)

4. หลังจากส่งภาชนะบรรจุชิ้นส่วนและรับภาชนะเปล่าจำนวน 2 กล่องแล้ว ให้พนักงานทำการขับรถลากไฟฟ้ากลับไปยังจุดรับชิ้นส่วนเพื่อทำการรับชิ้นส่วนมาส่งเข้าสายการประกอบหลักต่อไป

จากการปรับปรุงกระบวนการสำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตร โดยการเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต และใช้ระบบมิลค์รันในการขนส่ง ผ่านแนวทางการแก้ไขปัญหา 4 แนวทาง คือ

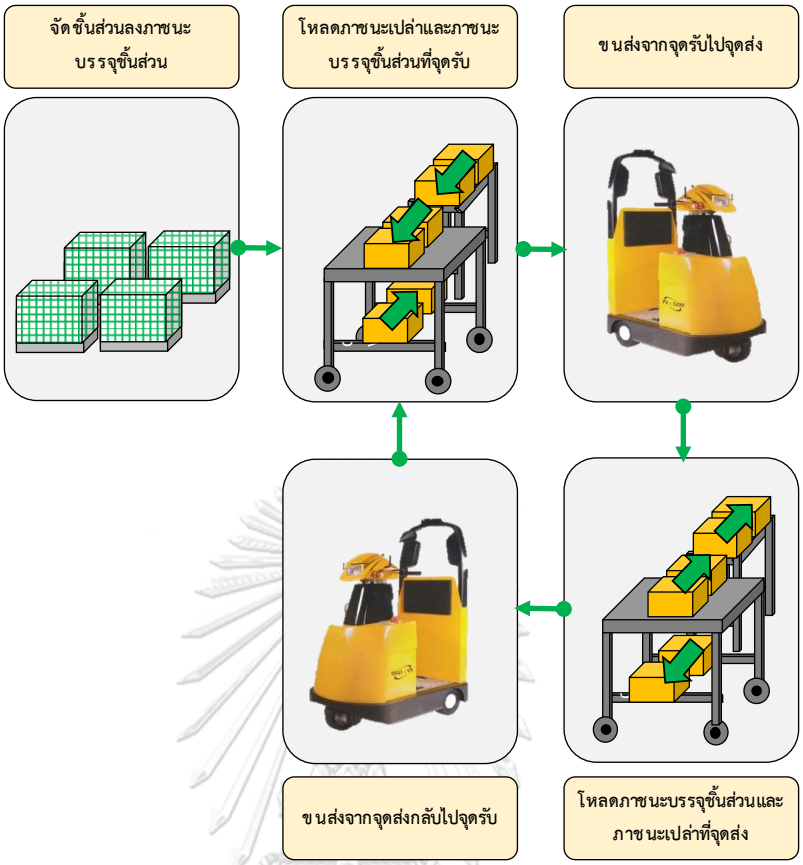
1. ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยเพื่อลดระยะทางในการขนส่งสำหรับรถมิลค์รัน

2. การจัดทำรถมิลค์รันสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลัก

3. จัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกัน

4. เปลี่ยนระบบการทำงานแบบผลัก (Push System) เป็นระบบดึง (Pull System) เพื่อให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต

ซึ่งทำให้ขั้นตอนในกระบวนการขนส่งเปลี่ยนไปจาก 7 ขั้นตอน เหลือ 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนหลังการปรับปรุง

ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบที่สายการประกอบหลักหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2560 ได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบหลังการปรับปรุง

		สิงหาคม		กันยายน	
		จำนวนครั้ง	เปอร์เซ็นต์	จำนวนครั้ง	เปอร์เซ็นต์
จำนวนรอบการขนส่ง	เที่ยว	1645		1848	
ปัญหาที่ส่งผลต่อการขนส่งไม่ทันรอบการประกอบ					
รอการจัดชิ้นส่วนลงภาชนะบรรจุชิ้นส่วน	ครั้ง	5		8	
การขนส่งล่าช้า	ครั้ง	25		37	
ปัญหาคุณภาพชิ้นส่วน	ครั้ง	0		1	
ประสิทธิภาพการขนส่ง	เปอร์เซ็นต์	98		98	

จากตารางข้อมูลปัญหาการส่งมอบชิ้นส่วนไม่ทันรอบเวลาการประกอบ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา ในเดือนสิงหาคมและกันยายน พ.ศ.2560 เฉลี่ยโดยประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการขนส่งก่อนการปรับปรุงจะเฉลี่ยประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลทำให้กระบวนการขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตรงเวลา และตรงตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงทำให้โรงงานกรณีศึกษาสามารถผลิตสินค้าได้ประมาณ 3,786 คันต่อเดือน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนการปรับปรุงประมาณ 580 คันต่อเดือน โดยคำนวณผลผลิตจากวันทำงาน 21 วันต่อเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

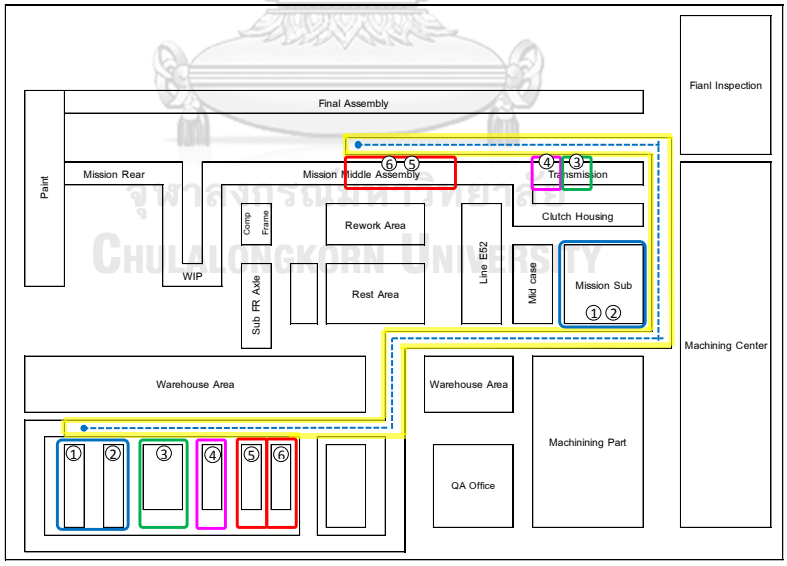
บทที่ 5
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา โดยการเปลี่ยนวิธีการขนส่งให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต และใช้ระบบมิลค์รันในการขนส่ง ด้วยการเลือกใช้เครื่องมือในการกำจัดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS และการจัดสมดุลสายผลิต (Line Balancing) ในบทที่ 5 นี้จะกล่าวถึงผลที่ได้รับจากการดำเนินการงานวิจัยและเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการดำเนินการวิจัย

5.1.1 แผนผังเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วน

จากการปรับปรุงแผนผังของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก เพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่งที่เกิดจากเส้นทางการขนส่งสามารถลดระยะทางการขนส่งเหลือ 216 เมตรต่อรอบการขนส่งโดยรวมขาไปและขากลับ **ดังรูปที่** 5.1



รูปที่ 5.1 แผนผังการขนส่งชิ้นส่วน – หลังการปรับปรุง

5.1.2 การจัดทำรถมิลค์รันสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนไปยังสายการประกอบหลัก

โดยแนวคิดการปรับปรุงมาจากการส่งชิ้นส่วนที่มากเกินความต้องการของลูกค้าในบางช่วงเวลา ทำให้เกิดต้นทุนในกระบวนการผลิต และสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมาก จึงต้องการเพิ่ม

ความถี่ในการขนส่งแทนการขนส่งทีละจำนวนมาก ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนรถลากไฟฟ้าจาก 3 คัน เหลือ 2 คันเท่านั้น และทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเช่ารถลากไฟฟ้าได้ปีละ 300,000 บาท โดยรถมิลค์รันมีลักษณะดังรูปที่ 5.2

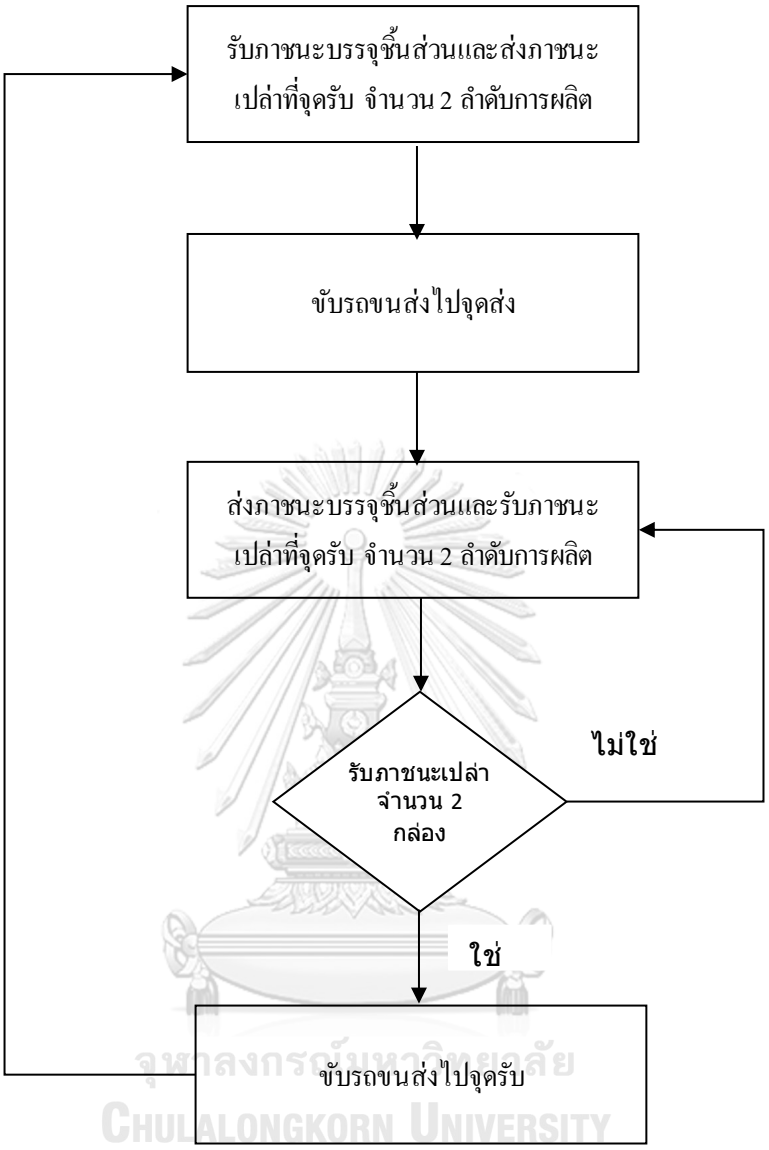
รูปที่ 5.2 ระบบขนส่งชิ้นส่วนด้วยรถมิลค์รัน

5.1.3 จัดทำอุปกรณ์โหลดภาชนะเปล่าและภาชนะที่บรรจุชิ้นงานแล้วอยู่ที่เดียวกัน

หลังจากที่ได้มีการติดตั้งระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติทั้ง 12 จุดพบว่าหลังจากการปรับปรุงใช้เวลาทั้งสิ้น 150 วินาที โดยเวลาก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งสิ้น 442 วินาที ซึงจะเห็นได้ว่าสามารถลดเวลาในขั้นตอนดังกล่าวลงไปได้ 292 วินาทีต่อการทำงาน 1 รอบการขนส่ง

4. เปลี่ยนระบบการทำงานแบบผลัก (Push System) เป็นระบบดึง (Pull System)

เพื่อให้เป็นรูปแบบการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต จึงกำหนดวิธีการในการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน

ซึ่งทำให้กระบวนการขนส่งไม่มีการขนส่งชิ้นส่วนเกินความต้องการของลูกค้า ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านต้นทุนจมลดลง และตอบสนองตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ได้ในเวลาที่ต้องการเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 เปรียบเทียบผลการวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักของโรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษา สามารถเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

มาตราการการปรับปรุง	ผลการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	หน่วย
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน	ระยะทางการขนส่ง	622	216	เมตร
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน	เส้นทางการขนส่ง	3	1	เส้นทาง
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน 3.ระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติ	เวลาการขนส่ง	1,812	625	วินาทีต่อรอบ
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน 3.ระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติ 4.ใช้ระบบการผลิตแบบดึง	วิธีการขนส่ง	Push System	Pull System	-
1.Balance Workload	% Line Balance	75.9	79.7	เปอร์เซ็นต์
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน 3.ระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติ 4.ใช้ระบบการผลิตแบบดึง	รถลากไฟฟ้า	3	2	คัน
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน 3.ระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติ 4.ใช้ระบบการผลิตแบบดึง	พนักงานขับรถขนส่ง	3	2	คน
1.จัดทำรถ Milk Run 2.ปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน 3.ระบบโหลดชิ้นส่วนอัตโนมัติ 4.ใช้ระบบการผลิตแบบดึง	ประสิทธิภาพการขนส่ง	83	98	เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. สามารถลดระยะเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนจากพื้นที่จัดเก็บและสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลักจาก 622 เมตร เหลือ 216 เมตร

2. เส้นทางการขนส่งจากเดิมมีทั้งหมด 3 เส้นทาง และหลังจากจารปรับปรุงแผนผังของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนสายการประกอบย่อย และเส้นทางการขนส่ง ทำให้เหลือเส้นทางการขนส่งเพียงเส้นทางเดียว

3. เวลาในการขนส่งจากเดิมใช้เวลาในการขนส่ง 1,812 วินาทีต่อรอบ แต่หลังจากการปรับปรุงโดยการ ลดความสูญเปล่าด้วยเครื่องมือ ECRS ทำให้เวลาในการขนส่งเหลือ 625 วินทีต่อรอบ

4. เปลี่ยนวิธีการขนส่งซึ่งก่อนปรับปรุงเป็นวิธีการผลิตแบบ Push System และปรับปรุงให้เป็นวิธีการผลิตแบบ Pull System เพื่อให้เป็นการขนส่งที่สอดคล้องในเวลาเดียวกัน (Synchronize) ระหว่างรถขนส่งชิ้นส่วนกับการประกอบในสายการผลิต

5. %Line Balance ของสายการประกอบหลักจากเดิมอยู่ที่ 75.9 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นเป็น 79.7 เปอร์เซ็นต์

6. จำนวนรถลากไฟฟ้าในกระบวนการขนส่งก่อนการปรับปรุงมีจำนวน 3 คัน และหลังจากการเหลือจำนวน 2 คัน

7. พนักงานในการขับรถลากไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงใช้พนักงาน 3 คนและหลังจากการปรับปรุงใช้พนักงานจำนวน 2 คน

8. ประสิทธิภาพในการขนส่งก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ และหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งขึ้นมา 98 เปอร์เซ็นต์ทำให้ความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้ามีมากขึ้น

9. จากการปรับปรุงโดยการลดจำนวนพนักงานและรถลากไฟฟ้าทำให้โรงงานผลิตเครื่องจักรกลทางการเกษตรกรณีศึกษาสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ดังนี้ โดยค่าใช้จ่ายต่อพนักงาน 1 คนของโรงงานกรณีศึกษาประมาณ 240,000 บาทต่อปี ซึ่งรวมสวัสดิการและโบนัสทั้งหมด และค่าเช้ารถลากไฟฟ้าเดือนละ 25,000 บาท

1. ค่าใช้จ่ายกำลังพล = 240,000 x 1
= 240,000 บาทต่อปี

2.ค่าใช้จ่ายเช่ารถลากไฟฟ้า = 25,000 x 12 x 1
= 300,000 บาทต่อปี

ซึ่งจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งนอกจากประสิทธิภาพการขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาจะสูงขึ้นแล้ว ยังทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 540,000 บาทต่อปีอีกด้วย

และการดำเนินงานวิจัยนี้มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานกรณีศึกษาทั้งสิ้น 60,500 บาท รายละเอียดดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงงานวิจัย

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง			
ลำดับ	**รายละเอียด**	**จำนวน**	**ค่าใช้จ่าย (บาท)**
1	รถ Milk run	2 ชุด	15,000.00
2	จุดส่งชิ้นส่วนอัตโนมัติ	8 ชุด	28,000.00
3	จุดรับชิ้นส่วนอัตโนมัติ	5 ชุด	17,500.00
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด			**60,500.00**

5.3 ยืนยันผลการทดลอง

5.3.1 ทดสอบความถูกต้องของข้อมูล

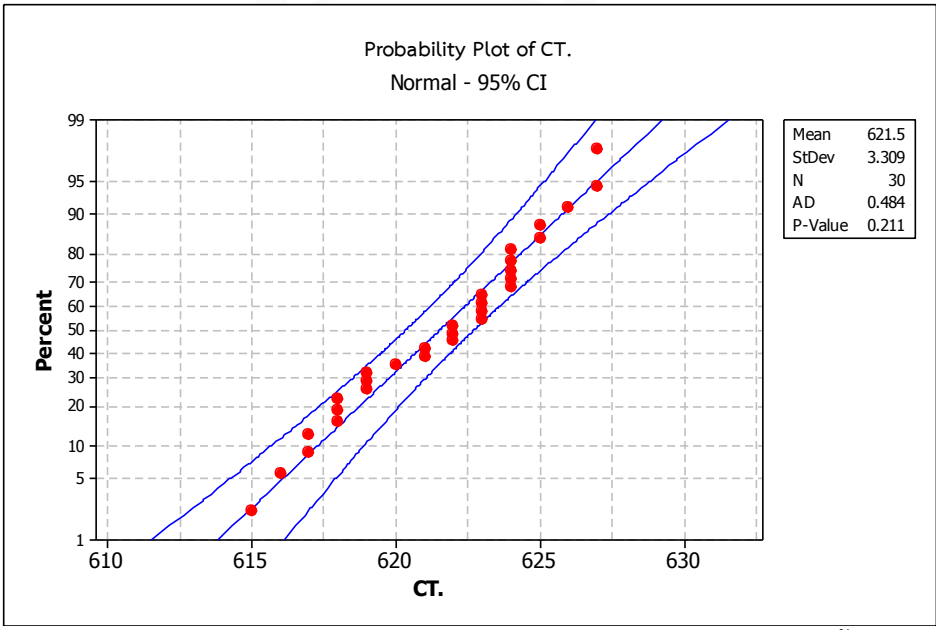
หลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน ทั้ง 4 แนวทางการแก้ไขด้วยหลักการกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการด้วยเครื่องมือ ECRS และสมดุลสายการผลิต ได้ทำการเก็บข้อมูลรอบเวลาการขนส่งจำนวน 30 รอบ โดยข้อมูลการจับเวลาแสดงได้ดังตารางที่ 5.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลการจับเวลาการขนส่งชิ้นส่วน

ครั้งที่	รอบเวลาการขนส่ง (วินาที)	ครั้งที่	รอบเวลาการขนส่ง (วินาที)	ครั้งที่	รอบเวลาการขนส่ง (วินาที)
1	623	11	618	21	625
2	626	12	625	22	621
3	621	13	622	23	624
4	624	14	619	24	617
5	623	15	618	25	620
6	627	16	623	26	619
7	624	17	615	27	623
8	619	18	627	28	617
9	622	19	618	29	624
10	616	20	624	30	622

จากการนำข้อมูลรอบเวลาการขนส่งชิ้นส่วนมาทำการพิจารณาด้วยกราฟแสดงส่วนตกค้างของข้อมูล เพื่อตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล พบว่ามีลักษณะการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง และมีค่าP-Value เท่ากับ 0.211 มากกว่าค่านัยสำคัญ (0.05) ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 กราฟแสดง Normal Probability Plot ของรอบเวลาการขนส่งชิ้นส่วน

5.3.2 คำนวณทางสถิติ

หลังจากทำปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วน ทั้ง 4 แนวทางการแก้ไขด้วยหลักการกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการด้วยเครื่องมือ ECRS และสมดุลสายการผลิต จึงทำการยืนยันผลการทดลองทางสถิติ เพื่อทดสอบว่ากระบวนการที่มีการกระจายงานและเวลาเพิ่มขึ้นสามารถทำงานได้จริง โดยใช้วิธี Hypothesis Test แบบ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% α = 0.05

โดยตั้งสมมติฐานทางสถิติดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ย Cycle Time $\geq$ 625

H_1 : ค่าเฉลี่ย Cycle Time < 625

และทำการตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรม Minitab โดยสามารถสรุปผล คือ จากการทดสอบสมมติของรอบเวลาการขนส่ง ด้วย t-test พบว่าค่า P-Value เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 ทำให้สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการขนส่ง น้อยกว่าเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังรูปที่ 5.5

```
SAMPLE.MPJ'
MTB > Onet 'CT.';
SUBC>   Test 625.

One-Sample T: CT.

Test of mu = 625 vs not = 625


Variable   N     Mean  StDev  SE Mean        95% CI            T      P
CT.       30  621.533  3.309    0.604  (620.298, 622.769)  -5.74  0.000

MTB >
```

รูปที่ 5.5 ผลการทดสอบ t-test โดยโปรแกรม Minitab ของรอบเวลาการขนส่งชิ้นส่วน

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนจากสายการประกอบย่อยไปยังสายการประกอบหลัก ซึ่งยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งให้สอดคล้องเป็นเวลาเดียวกับสายการผลิตหลักได้โดยการเพิ่มสัญญาณ เพื่อเป็นตัวกำหนดการขับรถขนส่งชิ้นให้หยุดตามสายการผลิตหลักในกรณีสายการผลิตหยุด เพื่อลดปัญหาการจอดรอการส่งหรือรับชิ้นส่วนในจุดเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้รอบการขนส่งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังสามารถขยายผลไปยังสายการประกอบอื่นเพื่อให้ประสิทธิภาพในการขนส่งชิ้นส่วนดียิ่งขึ้นได้อีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข. การลดความสูญเปล่าโดยลีน ซิก ซิกมาในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก. 2552(ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).

จงกล เอี่ยมมิ. การประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการจัดสมดุลสายการปรกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม. 2543(ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).

จามร แซ่เบ๊. การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการทำงานเพื่อหาทางเลือกในการลดต้นทุนการผลิตและการลดต้นทุนการขนส่งมหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. 2553(ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์).

ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต. 2543(กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)).

ดาราน้อย นารีพล. การปรับปรุงปริมาณชิ้นส่วนระหว่างหระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานประกอบแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ 2552(ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).

นรินทร์ จึงจำเริญเกียรติ. การจัดสมดุลสายการผลิตในอุตสาหกรรมเสื้อผ้า. 2553 (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).

นิวิท ใจเจริญ. การศึกษาการเคลื่อนไหวด้วยเวลา. 2543 (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

วัลลภ บุญธรรมส่ง. การปรับปรุงการผลิตในสายการประกอบขั้นสุดท้ายสำหรับรถบรรทุกเชิงพานิชย์ขนาด1 ตัน. 2552(ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).(1-11)

Aagaard Andreassen M, Handelshøjskolen i København. Supply chain versus supply chain : benchmarking as a means to managing supply chains. 1. udgave, [1. oplag]. ed. Kbh.: Copenhagen Business School; 2005. vii, 296 sider. p.

Andreassen A, M. and Handelshøjskolen i København . Kbh. CBS. Supply chain versus supply chain : benchmarking as a means to managing supply chains. 2005.

Bicheno J. The new lean toolbox : towards fast, flexible flow. Kbh.: Nota; 2013. 211 s. p.

Dennis P. Lean production simplified : A plain language guide to the world's most powerful production system. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2007. 176 s. p.

Elbert M. Lean production for the small company. Boca Raton, FL: CRC Press; 2013. xvi, 279 s. p.

Eriksen M. Lean management. København: Børsen; 2007. 115 s. p.

Heizer JH. Operations management : sustainability and supply chain management. Global edition of 11. rev. editon. ed. Harlow: Pearson/Education; 2013. 832 pages, tvl. p.

Liker JK, Convis GL. The Toyota way to lean leadership : achieving and sustaining excellence through leadership development. New York: McGrawHill; 2012. xxx, 280 sider p.

Liker JK, Meier D. The Toyota way fieldbook : a practical guide for implementing Toyota's 4Ps. New York: McGraw-Hill; 2006. xx, 475 sider p.

Smith R, Hawkins B. Lean maintenance. Amsterdam: Elsevier; 2004. 287 s. p.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Tsigkas AC. The lean enterprise : from the mass economy to the economy of one. Berlin ; New York: Springer; 2013.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอนุสิทธิ์ สายสมาน เกิดเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2531 จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือในปีการศึกษา 2554 เมื่อปีการศึกษา 2559 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิศวกรรมศาสต์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคนอกเวลาราชการ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University