การปรับปรุงกระบวนการประกอบล้อโดยใช้ระบบอัตโนมัติ

PROCESS IMPROVEMENT IN THE WHEEL ASSEMBLY USING AUTOMATION SYSTEM

จักกฤษ ทัดทอง

JAKKRIT THUDTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-EN-M-027-160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS IMPROVEMENT IN THE WHEEL ASSEMBLY USING AUTOMATION SYSTEM

JAKKRIT THUDTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING PROGRAM

IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-EN-M-027-160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการประกอบล้อโดยใช้ระบบอัตโนมัติ
ชื่อนักศึกษา	นายจักฤษ ทัดทอง
รหัสประจำตัว	63601270
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์

บทคัดย่อ

ธุรกิจการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีการแข่งขันในตลาดที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและต้นทุนการผลิตมักจะถูกพูดถึงเสมอเมื่อต้องมีการต่อรองราคา (ราคาของผลิตภัณฑ์มักจะถูกนำมาพิจารณาในการต่อรองกับลูกค้าอยู่เสมอ) ผู้ผลิตจึงให้ความสำคัญกับการลดต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาผลกำไรให้มีความเหมาะสม ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการลดต้นทุนการผลิตด้วยการสร้างระบบอัตโนมัติเพื่อทดแทนแรงงานคนในสถานีงานการบรรจุหีบห่อล้อรถยนต์ เนื่องจากแรงงานคนเป็นต้นทุนหลักอย่างหนึ่งในค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตสินค้า งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำในโรงงานประกอบล้อรถยนต์แห่งหนึ่งในนิคมอุสาหกรรมทีเอฟดี จังหวัดฉะเชิงเทรา และหลังจากนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในการจัดเรียงล้อ บริษัทสามารถลดต้นทุนการผลิตในการลดจำนวนพนักงานในสถานีงานดังกล่าวจำนวน 3 คน และสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้คิดเป็นเงิน 522,000 บาทต่อปีและเพิ่มผลผลิตได้ถึง 127.84% อีกด้วย

คำสำคัญ –การปรับปรุงกระบวนการผลิต, เพิ่มผลผลิต, ระบบอัตโนมัติ, การลดจำนวนพนักงาน,
การแก้ปัญหาด้านการยศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	PROCESS IMPROVEMENT IN THE WHEEL ASSEMBLY USING AUTOMATION SYSTEM
Student	Mr.Jakkrit Thudthong
Student ID.	63601270
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical and Computer
Year	2023
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Noppadol Maneerat

ABSTRACT

The automotive parts manufacturing business has continuously increased market competition. The production costs are always discussed when negotiating prices. (The price of the product is often considered taken into account in always negotiating with customers) Therefore, manufacturers focus on continuously reducing production costs. To maintain reasonable profits in this research, a method to reduce costs by creating an automation system to replace manual labor in the wheel packaging workstation is presented. Because human labor is one of the main costs in the cost of producing goods. This research was carried out in a wheel assembly plant in the TFD Industrial Estate, Chachoengsao Province and after the implementation an automation system for wheel arranging. The company can reduce production costs by reducing the number of employees in the workstation packing for 3 people and can reduce production costs by 522,000 baht per year and increase productivity by 127.84% as well.

Keywords— Production process improvement, Productivity increase, Automation system, Headcount reduction, Ergonomics solving problem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับงานวิจัยงานนี้ ได้รับการร่วมมือและสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน บุคคลหลายท่านที่เกี่ยวข้องและช่วยเหลืองานวิจัยนี้ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณหน่วยงานทุกหน่วยงานและทุกท่านที่เกี่ยวข้องสนับสนุนให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณอย่างสูง ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ผู้เป็นกำลังสำคัญในการผลักดันงานวิจัยนี้ ที่กรุณาให้คำชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มีพระคุณต่อผู้ศึกษาและเป็นกำลังใจ คอยให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อีกทั้งได้ให้โอกาสในการศึกษาและเป็นแบบอย่างในการดำรงชีวิตมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบังและบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในการให้ข่าวสารและการจัดการด้านเอกสารต่าง ๆ ณ โอกาสนี้ด้วย

จักกฤษ ทัดทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญตาราง..... VII
สารบัญรูป..... VIII
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎี อุปกรณ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 ความหมายของเครื่องจักรอัตโนมัติ..... 3
2.1.1 ระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ..... 3
2.1.2 ระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ..... 4
2.1.3 ข้อพิจารณาในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้..... 4
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.2.1 การกำจัดคอขวดและการเพิ่มผลผลิต..... 4
2.2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste)..... 9
2.2.3 การยศาสตร์ (Ergonomics)..... 11
2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร..... 18
2.3.1 เซอร์โวมอเตอร์ (servo Motor)..... 18
2.3.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC)..... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 เซนเซอร์แสง (Photoelectric Sensor)..... 20
2.3.4 กระบอกลม (Air Cylinder)..... 21
2.3.5 อุปกรณ์เพิ่มแรงดันลม (Air Booster)..... 22
2.3.6 เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัย (Light Curtain Sensor)..... 23
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 25
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์..... 25
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของปัญหา..... 26
3.3 การวิเคราะห์ปัญหา..... 27
3.3.1 สถานการณ์ปัจจุบันของสายการประกอบล้อ..... 28
3.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาการหมุนเวียนอัตรากำลังคน..... 29
3.3.3 การวิเคราะห์หาผลิตภาพการผลิตในปัจจุบัน..... 30
3.4 แนวทางการคิดออกแบบ..... 31
3.4.1 ยูนิตการป้อนล้อ..... 32
3.4.2 ยูนิตการหมุนล้อ..... 33
3.4.3 ยูนิตการเรียงล้อ..... 34
3.5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการของระบบอัตโนมัติ..... 36
3.6 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาทำงานกับความเร็วในการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง..... 37
3.7 ผลการเปรียบเทียบสายการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง..... 38
3.8 ส่วนประกอบของเครื่องช่วยยกอัตโนมัติ..... 39

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย..... 40

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 42
5.1 สรุปผล..... 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการวิจัยต่อในอนาคต..... 42

เอกสารอ้างอิง..... 43

ภาคผนวก..... 46

ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์..... 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

3.1 การเปรียบเทียบกำลังคนทั้งหมดและอัตราส่วนการหมุนเวียน..... 30

3.2 อุปกรณ์ของเครื่องช่วยยกอัตโนมัติ..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สามเหลี่ยมสมรรถนะกระบวนการ..... 6

2.2 องค์ประกอบของกระบวนการผลิต..... 7

2.3 Occupancy Chart (Omar, A. et al. 2011)..... 8

2.4 วงจรแสดงกระบวนการทำงานในระบบคนและเครื่องจักร..... 14

2.5 เซอร์โวมอเตอร์..... 19

2.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์..... 20

2.7 เซนเซอร์แสง..... 21

2.8 กระบอกลม..... 22

2.9 อุปกรณ์เพิ่มแรงดันลม..... 22

2.10 เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัย..... 23

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์..... 25

3.2 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิต..... 26

3.3 การขนย้ายล้อเข้าชั้นวาง..... 26

3.4 รายละเอียดการจัดเรียงผลิตภัณฑ์เตรียมส่ง..... 27

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา..... 28

3.6 ขั้นตอนปัจจุบันในการเคลื่อนย้ายล้อเข้าไปในชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป..... 29

3.7ภาพรวมของแนวคิดและการออกแบบ..... 31

3.8 แนวคิดการออกแบบยูนิตการป้อนล้อ..... 32

3.9 แนวคิดการออกแบบของยูนิตการหมุนล้อ..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 แนวคิดการออกแบบยูนิตจัดเรียงล้อ	34
3.11 โครงสร้างของเครื่องจัดเรียงล้ออัตโนมัติ	35
3.12 แสดงแผนภูมิการไหลของกระบวนการของระบบเครื่อง	36
3.13 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิตก่อนปรับปรุง	37
3.14 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิตหลังปรับปรุง	37
3.15 กระบวนการประกอบล้อรถยนต์ก่อนการปรับปรุง	38
3.16 กระบวนการประกอบล้อรถยนต์หลังการปรับปรุง	38
4.1 ผลการลดกำลังคน	40
4.2 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต	40
4.3 ผลการลดต้นทุน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีการแข่งขันสูงขึ้น ดังนั้นถ้าบริษัทที่สามารถลดต้นทุนการผลิตให้มีค่าต่ำกว่าคู่แข่งในตลาดจะมีข้อได้เปรียบในการแข่งขัน ต้นทุนหลักในการผลิตสินค้าโดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับราคาวัตถุดิบและค่าแรงเป็นสำคัญ ซึ่งการจ้างพนักงานมาทำงานในโรงงานดังกล่าวก็มีอัตราการลาออกสูง เนื่องจากลักษณะงานที่ทำต้องใช้แรงในการยกสินค้าที่มีน้ำหนักค่อนข้างมากต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ทำให้พนักงานมีอาการเหนื่อยล้าจากการทำงานและยังไม่มีอุปกรณ์มาอำนวยความสะดวกที่ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ จึงจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากแต่การจ้างแรงงานนั้นมีอัตราจ้างที่สูงพอสมควร ถ้าหากมีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำลงจะทำให้เกิดกำไรสูงสุด

จากปัญหาดังกล่าวผู้บริหารสูงสุดจึงได้มอบนโยบายเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว ระบบอัตโนมัติมีมากขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ เพื่อลดต้นทุนแรงงาน เทคโนโลยีอัตโนมัติถูกนำไปใช้ในโรงงานการผลิตในประเทศจีน [1] ในการวิจัยการใช้แขนสมดุลอากาศเพื่อแก้ปัญหาการยกของหนัก [2] [3] แต่ก็ไม่เหมาะสำหรับการใช้งาน หุ่นยนต์แขนกลถูกนำมาใช้แทนคนงานในโรงงาน [4] [5] [6] ระบบการบรรจุบรรจุภัณฑ์ด้วยหุ่นยนต์จัดการอัตโนมัติยังถูกนำมาใช้ [7] [8] ผู้วิจัยได้หันไปใช้ข้อพิจารณาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ [9] และแนวคิดการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ก็ถูกนำไปใช้เช่นกัน [10]

จากงานวิจัยที่ศึกษามานั้นยังไม่เหมาะสมกับการนำมาพัฒนาใช้กับโรงงานตัวอย่าง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไป ข้อจำกัดด้านพื้นที่ รวมถึงอุปกรณ์ชั้นวางสินค้าที่มีอยู่เดิม การค้นหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีในการลดต้นทุนการผลิตสินค้าด้วยระบบการจัดเรียงล้อแบบอัตโนมัติในการแก้ปัญหาที่สามารถใช้พื้นที่จำกัดและความสามารถในการรองรับน้ำหนักที่สูงของสินค้าได้ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาด้านการจ้างแรงงานคนและลดต้นทุนการผลิตลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) ปรับปรุงการทำงานของระบบการจัดเรียงล้อแบบอัตโนมัติ

2) เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยไม่ใช้ค่าใช้จ่ายหรือประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

3) ลดปัญหาด้านการจ้างแรงงานคนและลดต้นทุนการผลิต

4) ลดปัญหาด้านการยศาสตร์ของแรงงาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการจัดเรียงล้อเข้าชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปในโรงงานประกอบล้อ เพื่อให้การจัดเรียงล้อแบบอัตโนมัติสามารถรองรับน้ำหนักที่สูงของสินค้าได้ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานบุคลากรในโรงงานและลดต้นทุนการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

2) สามารถรับรองแผนการผลิตที่เพิ่มขึ้นในขั้นต่อไปได้

3) สามารถจัดการระบบเรียงล้อได้ตามแผนที่วางไว้ในช่วงเวลาที่น้อยลง

4) เกิดการเรียนรู้วิธีการเพิ่มผลิตภาพการผลิตโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการจัดเรียงล้อเข้าชั้นวางสินค้าโดยใช้หลักการตามหลักวิศวกรรมการวัดและควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี อุปกรณ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการจัดเรียงล้อเข้าชั้นวางสินค้า เนื่องจากโรงงานประกอบล้อรถยนต์ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานและพนักงานลาออกบ่อยมากเนื่องจากลักษณะงานที่ต้องยกย้ายล้อสินค้าซึ่งมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

2.1 ความหมายของเครื่องจักรอัตโนมัติ [11]

2.1.1 ระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ

เครื่องจักรที่นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาเพื่อช่วยควบคุมการทำงาน หรือเพื่อใช้สำหรับทำงานในบางขั้นตอน ซึ่งระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัตินี้จะถูกนำมาใช้สำหรับควบคุมการทำงานบางประเภทที่ต้องการความแม่นยำ ความละเอียด หรืองานที่มีอันตรายสูง ส่วนสำหรับขั้นตอนอื่น ๆ นั้นจะเน้นการทำงานด้วยแรงงานคนเป็นหลัก เช่น เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องของโรงงานแห่งหนึ่ง สำหรับควบคุมขั้นตอนการปรุงอาหารให้เป็นระบบการปรุงแบบอัตโนมัติ เนื่องจากก่อนหน้าที่เครื่องจักรจะถูกนำมาใช้งาน ทางโรงงานได้พบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องรสชาติอาหาร คือ อาหารของพ่อครัวที่ทางโรงงานได้ทำการจ้างมาทั้งหมด 10 คน มีรสชาติที่แตกต่างกัน โรงงานจึงได้ทำการแก้ไขโดยการแบ่งให้พ่อครัวอยู่ประจำหน่วยปรุงรสทั้ง 5 จำนวนหน่วยละ 2 คน และให้มาช่วยกันปรุงอาหาร แต่ถึงแม้ว่าโรงงานได้กำหนดสูตรส่วนผสมอาหารขึ้นมาแล้วก็ยังพบปัญหาอื่น ๆ ตามมา คือปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของอาหารที่ไม่สามารถทำปริมาณเท่ากันในแต่ละวันได้ เนื่องจากความเหนื่อยล้า ในการทำงานหน้าเตาของพ่อครัว จากปัญหาเหล่านี้ทางโรงงานจึงได้ตัดสินใจนำเครื่องจักรมาควบคุมระบบการปรุงให้เป็นอัตโนมัติ แต่สำหรับกระบวนการการเคลื่อนย้ายอาหารที่ปรุงสำเร็จไปยังเครื่องบรรจุกระป๋อง โรงงานยังไม่ได้นำเครื่องจักรระบบอัตโนมัติมาใช้ในการบรรจุ จึงยังคงจำเป็นต้องพึ่งแรงงานมนุษย์ในการบรรจุและปิดฝากระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ

เครื่องจักรที่นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาเพื่อช่วยควบคุมการทำงาน หรือเพื่อใช้สำหรับทำงานในทุกขั้นตอนเหมาะสำหรับงานที่ต้องอาศัยการควบคุมอย่างเต็มที่ในด้านความสะอาดหรือด้านคุณภาพ รวมทั้งเหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมากซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่มนุษย์ไม่สามารถทำงานได้ ตัวอย่างเช่น การทำงานในอุณหภูมิ 100 -1000 องศาเซลเซียส เป็นต้น โดยการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติสามารถทำงานเองได้ เพียงแค่ต้องการมนุษย์ในการดูแลควบคุมระบบและออกคำสั่งเครื่องเท่านั้น เช่น เครื่องจักรอัตโนมัติได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม เนื่องจากน้ำอัดลมเป็นสินค้าที่ต้องผลิตเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องความสะอาดและคุณภาพสูง เครื่องจักรดังกล่าวจึงได้เข้ามามีบทบาทในทุกขั้นตอนกระบวนการผลิต เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการผสมน้ำ ขั้นตอนการอัดลม ไปจนถึงขั้นตอนการบรรจุใส่ขวดและบรรจุใส่ลัง โดยพนักงานจะเป็นผู้ทำการตรวจสอบและควบคุมเครื่องจักรระหว่างกระบวนการผลิต รวมทั้งทำหน้าที่ขนน้ำอัดลมที่สิ้นสุดกระบวนการผลิตและถูกจัดลงลังเรียบร้อยแล้วไปใส่รถขนส่ง จะเห็นได้ว่าโรงงานผลิตน้ำอัดลมได้ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในกระบวนการผลิตทั้งหมดและใช้แรงงานมนุษย์เพียงแค่ควบคุมเครื่องจักรเท่านั้น

2.1.3 ข้อพิจารณาในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

สิ่งที่ต้องพิจารณาสำหรับการเลือกระบบเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ เครื่องจักรระบบอัตโนมัตินั้นมีราคาสูงมาก จึงควรพิจารณาถึงความคุ้มค่าก่อนการนำมาใช้ในกระบวนการผลิตพิจารณาถึงลักษณะของธุรกิจก่อนว่าเหมาะกับการใช้ระบบเครื่องจักรชนิดใด หากต้องการผลิตสินค้าต่อครั้งเป็นจำนวนมากและเป็นสินค้าที่มีความหลากหลาย ควรเลือกใช้เครื่องจักรที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายอย่างเครื่องจักรระบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นต้น ควรพิจารณาถึงผลกระทบของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพสินค้าและกระบวนการผลิต

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การกำจัดคอขวดและการเพิ่มผลผลิต [12]

การปรับปรุงกระบวนการ (Process Retrofits) มีหลายวิธีเช่น การกำจัดคอขวด (Debottlenecking) การเปลี่ยนวัตถุดิบ การเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิต การปรับเปลี่ยนภาวะ ปฏิบัติการ การเลือกใช้แต่ละวิธีขึ้นกับลักษณะปัญหา/ข้อจำกัดที่พบตัวอย่างเช่น จากการวิเคราะห์ กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ก พบว่าเครื่องจักรที่กระบวนการผลิตส่วนต้นทางมีกำลังการผลิตต่ำกว่าเครื่องจักรที่กระบวนการผลิตส่วนปลายทาง ทำให้ต้องกำจัดคอขวดที่พบด้วยการเพิ่มหรือเปลี่ยน เครื่องจักรที่กระบวนการผลิตส่วนต้นทาง

การกำจัดคอขวด คือ การกำจัดและปรับปรุงจุดติดขัดหรืออุปสรรคของการทำงานที่ได้จากการวิเคราะห์กำลังการผลิตและเวลาการผลิตของเครื่องจักร เพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดหรือข้อจำกัดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ ทำได้โดยการเพิ่มหรือเปลี่ยนเครื่องจักรในกระบวนการ และ/หรือการปรับเปลี่ยนผังการไหล (Flow Sheet) ของกระบวนการ ตลอดจนลดเวลาการผลิต เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรขั้นตอนการกำจัดคอขวด เป็นดังนี้

• การกำหนดขอบเขตของโครงการ เช่น กำลังการผลิตเป้าหมาย และขอบเขตของการลงทุน

• การหาตัวแปรที่มีนัยสำคัญของกระบวนการ เช่น กำลังการผลิตของเครื่องจักร ความเร็วของการป้อนวัตถุดิบ ความเร็วการผลิตของเครื่องจักร เป็นต้น

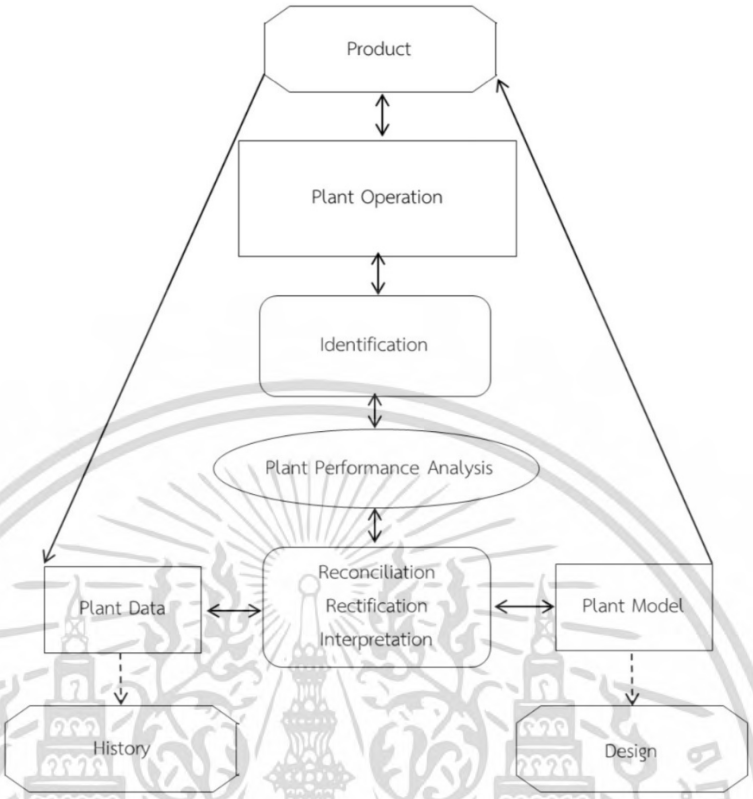
• การหาเครื่องจักรที่เป็นข้อจำกัดหรือคอขวดที่ส่งผลต่อตัวแปรที่มีนัยสำคัญของกระบวนการ เช่น เครื่องจักรที่กำหนดกำลังการผลิตของกระบวนการ เป็นต้น

• การหาแนวทางการแก้ไขตัวแปรที่มีนัยสำคัญของกระบวนการ อาจจะเป็นการเพิ่มเครื่องจักรหรือเปลี่ยนเป็นเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพหรือมีกำลังการผลิตสูงกว่า หรืออาจเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในการผลิต เป็นต้น

• การประมาณค่าการลงทุนและระยะเวลาคืนทุน ซึ่งอาจประเมินตั้งแต่การประมาณขอบเขต ของการปรับปรุงกระบวนการเพื่อกำหนดงบประมาณของโครงการ หรืออาจประเมินเมื่อได้แนวทางการพัฒนาที่มีหลายทางเลือก เพื่อเลือกทางเลือกที่เหมาะกับงบประมาณขององค์กร

การกำจัดคอขวดและการเพิ่มผลผลิตสามารถทำได้โดยใช้หลักการวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Analysis of Plant Performance) เพื่อหาปัญหา ข้อจำกัดและคอขวดในกระบวนการและหาวิธีแก้ไข ประเด็นที่ต้องพิจารณาเป็นดังสามเหลี่ยมสมรรถนะกระบวนการ ในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 สามเหลี่ยมสมรรถนะกระบวนการ

สามเหลี่ยมสมรรถนะกระบวนการมีมุมของสามเหลี่ยม คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ข้อมูลของ กระบวนการ (Plant Data) และแบบจำลองของกระบวนการ (Plant Model) แต่ละมุมเชื่อมโยงกันด้วยลูกศรที่แสดงการนำข้อมูลไปใช้เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Plant Performance Analysis) ซึ่งอยู่กลางสามเหลี่ยม

1) Plant Data คือ ข้อมูลดิบต่าง ๆ ของกระบวนการที่บันทึกไว้ (History) เช่น อัตราการไหล เวลาในการผลิต องค์ประกอบ อุณหภูมิ ความดัน ซึ่งข้อมูลอัตราการไหลและเวลาในการผลิตเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดสำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาคอขวด ข้อมูลเหล่านี้อาจถูกบันทึกโดยระบบออนไลน์หรือถูกบันทึกโดยผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการวัด (Measurement) จึงเป็นหัวใจของการเก็บข้อมูล เพราะความคลาดเคลื่อนจากการวัดและเครื่องมือวัดทำให้ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณไม่แม่นยำ ซึ่งการคำนวณนี้ใช้เพื่อการวางแผน ออกแบบ ควบคุมและดำเนินกระบวนการผลิต ดังนั้นต้องวิเคราะห์ค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดก่อนเพื่อยืนยันความแม่นยำและความแม่นตรงของเครื่องมือวัดที่ใช้เก็บข้อมูลด้วย การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Reconciliation, Rectification, Interpretation คือ การวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองของกระบวนการ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลดิบที่ได้จาก Plant Data แล้วเปรียบเทียบกับค่า ออกแบบขั้นตอนนี้อาจต้องเก็บข้อมูลดิบอีกครั้งหากข้อมูลดิบที่ได้และค่าออกแบบมีความแตกต่างกันมาก

3) Plant Model คือการนำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบมาสร้างแบบการจำลองกระบวนการ ซึ่ง อาจเป็นโปรแกรมแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ เช่น Aspen Plus หรือ Super Pro Designer ดังนั้น ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของเครื่องจักรและองค์ประกอบของกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 2.2 ได้แก่

ก) ปัจจัยนำเข้า (Input) คือ ทรัพยากรที่ใช้ผลิต เช่น วัตถุดิบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ แรงงาน ระบบการจัดการ เป็นต้น

ข) กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) คือ ขั้นตอนที่เปลี่ยนแปลงปัจจัยนำเข้าให้เป็นผลผลิตที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

ค) ผลผลิต (Output) คือ ผลได้จากกระบวนการแปลงสภาพ หรือระบบการผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่าปัจจัยนำเข้า

รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของกระบวนการผลิต

4) Plant Performance Analysis และ Identification คือ การวิเคราะห์สมรรถนะและกำลังการผลิตของแต่ละเครื่องจักร เพื่อหาเครื่องจักรที่เป็นขั้นกำหนดกำลังการผลิตของกระบวนการ (Rate Limiting Step) และหาตำแหน่งคอขวดของกระบวนการ สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

ก) วิธีเทียบเป็น % Utilization คือ การนำการผลิตของแต่ละหน่วย (Unit) ของกระบวนการเทียบกับผลผลิตเป้าหมาย ดังสมการที่ (2.1) ซึ่งใช้ได้ทั้งกระบวนการผลิตแบบแบทช์และแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%\ Utilization = \frac{\text{ค่าการผลิตของแต่ละหน่วย}}{\text{ค่าการผลิตเป้าหมาย}} \times 100\% \qquad (2.1)$$

หากค่า % Utilization มีค่าต่ำกว่า 100% หมายความว่า กำลังการผลิตของหน่วยนั้นไม่พอกับผลผลิตเป้าหมาย ดังนั้นหน่วยนั้นจึงเป็นคอขวดของกระบวนการ อาจต้องเพิ่มเครื่องจักรในหน่วยนั้น (Mustafa bin, M. et al. 2009) เช่น กระบวนการผลิตหมากฝรั่งมีหน่วยตัดหมากฝรั่งเป็นแผ่นที่ขั้นตอนการบรรจุ หน่วยตัดมีเครื่องตัด 1 เครื่อง กำลังการผลิต 760 กิโลกรัม/ชั่วโมง แต่บริษัทต้องการผลิตให้ได้ 963 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อคำนวณ % Utilizationของหน่วยตัดจะได้ 79% แสดงว่าต้องเพิ่มเครื่องตัดอีก 1 เครื่อง ให้เพียงพอกับความต้องการผลิต ทำให้ได้ 158% Utilization เป็นต้น

ข) วิธีสร้าง Occupancy Chart หรือ Gantt Chart คือ แผนภาพที่เปรียบเทียบ เวลาแต่ละช่วงการปฏิบัติงานหรือแต่ละแบทช์หากเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องจะเทียบเวลาที่แต่ละเครื่องจักรในกระบวนการใช้ผลิต 1 หน่วยผลิตภัณฑ์เพื่อหาตำแหน่งหรือเครื่องจักรที่เป็นคอขวด เช่น ตัวอย่าง Gantt Chart ของกระบวนการผลิตโกโก้ เป็นคอขวดของกระบวนการ ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 Occupancy Chart

5) Plant Operation คือ การดำเนินการผลิตหลังกำจัดคอขวด ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิตอาจมีความเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเริ่มต้นหรือค่าออกแบบ เช่น อัตราการป้อนวัตถุดิบ อัตราการใช้พลังงาน จำนวนผู้ปฏิบัติงานควบคุมเครื่องจักร ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการหาค่าปัจจัยนำเข้าและภาวะปฏิบัติการที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินการผลิตนิ่งและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามปริมาณที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) [13]

7 waste คือ ความสูญเสีย 7 ประการ หรือ ความสูญเปล่า 7 ประการ ซึ่งเป็นความสูญเปล่าที่ซ่อนอยู่กระบวนการผลิต เป็นสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อบริษัท ไม่ก่อให้เกิดกำไร แต่มีต้นทุนเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

ความสูญเปล่า 7 ประการหรือ 7 Waste เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดย Shigeo Shingo และ Taiichi Ohno จากบริษัท Toyota บริษัทผลิตรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่น ซึ่งเป็นเป็นผู้คิดค้น แนวคิดอย่างเช่น Just In Time (JIT) หรือการผลิตแบบทันเวลาพอดีที่มีรากฐานมาจากความสูญเสียทั้ง 7 Wastes

1) การสูญเสียจากการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction)

การเกิดการสูญเสียเนื่องมาจากการผลิตที่มากเกินความต้องการ อาจจะเนื่องมาจากการผลิตสินค้าที่อยู่ได้ในระยะสั้น ๆ การผลิตสินค้าเผื่อไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน ในที่นี้อาจเพราะต้องการที่จะลดต้นทุนโดยใช้การผลิตครั้งเดียวจบ รวมไปถึงการการสั่งผลิตสินค้ามากกว่าความต้องการของลูกค้า ที่มาจากความคิดที่ว่าสินค้านั้น ๆ จะไม่พอต่อความต้องการจนกลายเป็นการผลิตสินค้ามากไปจนล้นตลาด บ่อยครั้งที่มีการพยายามที่จะใช้เครื่องจักรหรือพนักงานในการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าในหน่วยเวลาที่มากที่สุด โดยอาจจะละเลยในเรื่องขีดความสามรถในการผลิตจนนำไปสู่ความสูญเปล่าทั้งงานและเวลา การเสื่อมสภาพของสินค้าและเครื่องจักร ความไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน [14] การต้องการพื้นที่จัดเก็บที่มากเกินความจำเป็น เกิดการล่าช้าในการแก้ไขของเสีย ของเสียบางอย่างอาจช้าเกินจะแก้ไขให้กลับมาใช้ได้ใหม่ ทำให้มีการขนย้ายวัสดุซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการเลือกผลิตสินค้าเท่าที่จำเป็น หรือผลิตสินค้าในปริมาณที่ต้องการในเวลาที่ควรสอดคล้องกับความต้องการของตลาด การจัดงานให้กับเครื่องจักรและพนักงานที่พอเหมาะไม่หนักจนเกินไป ลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น เน้นส่วนที่สำคัญของกระบวนการ ฝึกให้พนักงานทำงานอย่างมีทักษะ ดูแลและตรวจเช็คเครื่องจักรให้พร้อมต่อการผลิต ปรับปรุงกระบวนการที่เป็นจุดคอขวด เพื่อเป็นการลดรอบเวลาการผลิตให้น้อยลง

2) การสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจาการเก็บวัสดุคงคลัง อาจเนื่องมาจากการตัดสินใจสั่งซื้อวัสดุต่อครั้งครั้งละมาก ๆ อาจเพราะต้องการลดต้นทุนในส่วนของวัสดุจากส่วนลดต่อการสั่งในหนึ่งครั้งหรือเพื่อเผื่อวัสดุในการผลิตครั้งต่อ ๆ ไปคราวละมาก ๆ และนั้นทำให้มีวัสดุในคลังเก็บมีปริมาณที่มากเกินความต้องการตลอดเวลา เป็นภาระในการจัดการดูแลรักษา บางครั้งสินค้านั้นอาจเปรียบเสมือนของเสีย เพราะในการเก็บสินค้าไว้นาน ๆ อาจทำให้สินค้าเสื่อมสภาพและล้าสมัยได้และต้องอาศัยทรัพยากรบุคคลและการจัดการในการจัดเก็บวัสดุนั้น ๆ เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการวางแผนการสั่งซื้อวัสดุในแต่ละครั้งให้ตรงกับความต้องการใช้ในการผลิตแต่ละครั้ง จำกัดการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุไว้ในครั้งจัดเก็บกำหนดยอดสั่งวัสดุที่ชัดเจนวางแผนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนดเพื่อระบายวัสดุออกจากคลังวัสดุ ลดจำนวนครั้งในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการสั่งซื้อวัสดุ จัดระบบในการทำงานให้เป็นสัดส่วน เพื่อลดการแช่วัสดุไว้ในคลังสินค้าหรือเลือกใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อนและจะได้มีพื้นที่เหลือว่างในการเก็บสินค้าครั้งต่อไป

3) การสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งไม่ได้ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มสำหรับวัสดุ อาจเนื่องมาจาก ระยะทางในการขนส่ง การขนย้ายสินค้าทั้งที่ไม่จำเป็น การวางแผนที่ไม่ดีในการขนส่งสินค้าหรือการวางผัง โครงสร้างสถานที่เก็บสินค้าที่ไม่ดีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้คุณภาพ ส่งผลให้ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง เช่น แรงงาน เชื้อเพลิง เป็นต้น สูญเสียเวลาในการผลิต อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับวัสดุหากมีวิธีในการขนส่งที่ไม่เหมาะสมและความระมัดระวังในการขนส่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการศึกษาเส้นทางในการขนส่งเพื่อลดระยะทางในการขนส่งหรือมีการวางแผนระยะทางที่ดี ขนย้ายสินค้าเมื่อมีความจำเป็น การจัดการแผนการขนส่งที่มีประสิทธิภาพพร้อมกับวางแผนผังโครงสร้างสถานที่จัดเก็บสินค้าหรืออุปกรณ์ให้ได้คุณภาพ อบรมพนักงานให้มีระบบจัดการกับงานที่ดี

4) ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion)

การจัดสภาพร่างกาย การว่างท่าทางขณะทำงานไม่เหมาะสม การวางอุปกรณ์ที่ไม่เอื้อแก่การใช้งาน หรือการวางผังโรงงานและระบบการทำงานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เหนื่อยล้าง่าย สูญเสียเวลาในการทำงาน การทำงานล่าช้าและก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งการลดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวสามารถแก้ไขได้โดยการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานวางระบบโรงงานให้ได้มาตรฐาน ศึกษาวิธีการว่างท่าทางกับงานที่ทำให้เหมาะสม วางอุปกรณ์ที่จำเป็นให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาการทำงาน ลดความเหนื่อยล้าให้กับพนักงานและเพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

5) ความสูญเสียจากกระบวนการผลิต (Processing)

การวางกระบวนการผลิตบางกระบวนการแบบไม่จำเป็น ทำให้เกิดการทำงานมากขั้นตอนใน กระบวนการผลิต ซึ่งไม่เกิดผลต่อผลผลิตนั้น มีต้นทุนเพิ่มขึ้นแบบไม่จำเป็น พื้นที่การทำงานมากเกิน ซึ่งไม่เพียงพอเมื่อต้องการพื้นที่ในการทำงานบางส่วน การลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตสามารถแก้ไขได้โดยการวิเคราะห์ความจำเป็นของกระบวนการผลิตและนำหลัก 5W1H มาประยุกต์ใช้เลือกการวิเคราะห์ กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart, Flow Process Chart, Assembly Process Chart, Multi-Product Process Chart หรือ Travel Chart เพื่อปรับปรุงการทำงานอย่างเหมาะสมทำให้ช่วยลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มพื้นที่ในการทำงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ความสูญเสียจากการรอคอย (Delay)

การรอพนักงานที่เกิดจากการลางาน ขาดงาน การรอวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การรอเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต เกิดจากเครื่องจักรเสีย รอการซ่อมแซม ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ในส่วนนั้น ๆ ได้ สูญเสียเวลาในการทำงาน เกิดต้นทุนเพิ่มมากขึ้น กระบวนการผลิตบกพร่อง ไม่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ เกิดการล่าช้าพนักงานเสียขวัญและกำลังใจ การลดความสูญเสียจากการรอคอยสามารถแก้ไขได้โดยการวางแผนระบบการผลิต ตรวจเช็คสภาพเครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำจัดสรรปริมาณพนักงานให้มีความสมดุลในการทำงาน ฝึกทักษะให้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้หลากหลายประเภท

7) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect)

การผลิตแล้วเกิดของเสีย ซึ่งเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขงาน เกิดการทำงานนั้นซ้ำ ทำให้สินค้าและวัตถุดิบในการผลิตไม่ได้คุณภาพ มีต้นทุนที่สูงขึ้น การออกแบบและสร้างกระบวนการผลิตไม่เหมาะสมสูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสียโดยไม่จำเป็น เกิดการชำรุดขณะขนส่งหรือเคลื่อนย้าย การลดความสูญเสียจากการผลิตของเสียสามารถแก้ไขได้โดยการสร้างมาตรฐานการทำงานและวัตถุดิบให้ถูกต้องเหมาะสม ฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความสามารถ มีจิตสำนึกด้านคุณภาพการผลิต พัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพเรื่อย ๆ เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการผลิต ลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิต ตรวจเช็คเครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำ

วิธีกำจัดความสูญเสีย 7 ประการ แนวคิดที่เป็นที่นิยมในการดำเนินงานเกี่ยวกับการลดความสูญเปล่า 7 Waste คือแนวคิด เกี่ยวกับการปรับปรุงหลายแนวคิดที่หลายคนอาจจะเคยได้ยินบ่อย ๆ อย่างเช่น Kaizen, ECRS และการผลิตแบบ Lean

อย่างไรก็ตาม วิธีทำจัดความสูญเสีย 7 ประการก็ไม่ได้จำกัดว่าต้องใช้กรอบแนวคิดอะไรเข้ามา จัดการ อาจจะเป็นเพียงการระดมความคิด (Brainstorm) ของผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อหารือว่าจะตัดอะไรที่ ไม่จำเป็นออกไปก็ได้เช่นกัน เพราะจุดประสงค์ในการลดความสูญเปล่า 7 ประการ คือ การกำจัดสิ่งที่ไม่จำเป็นอะไรก็ตามออกไป จากระบบการนำเนินงานเท่าที่จะกำจัดออกไปได้โดยที่ไม่ส่งผลด้านลบต่อการดำเนินงาน

2.2.3 การยศาสตร์ (Ergonomics) [14]

1) ความเป็นมาของการยศาสตร์

จากยุคก่อนประวัติศาสตร์มาจนกระทั่งถึงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมจะอยู่ในช่วง ระยะเวลาประมาณ 200 กว่าปี นั้นได้มีการพัฒนาการจากการลองผิดลองถูกในการ สร้างสรรค์เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับใช้ในการทำกิจกรรมเพื่อการดำรงชีวิตของคน จนกลายเป็นเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ โดยได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้ทันยุคทันสมัยและสอดคล้องเหมาะสมกับความต้องการในการใช้งานเรื่อยมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันสังคมได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการสร้างและพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์และเครื่องอำนวยความสะดวกมากขึ้น จึงได้เริ่มมีการกำหนดมาตรการทางกฎหมายมาใช้ในการควบคุม เพื่อลดความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นจากการทำงาน โดยเริ่มมีการให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องเวชศาสตร์ ซึ่งเริ่มขึ้นโดย F.W. Taylor ขณะเมื่อทำงานที่ Midvale Steel Co. ในปี พ.ศ.2424 เขาได้พยายามใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific approach) เพื่อที่จะคำนวณเวลาที่ใช้ในการทำงานของคนแทนที่จะใช้วิธีการคาดคะเนโดยวิธีสามัญสำนึกแบบที่เคยปฏิบัติมาก่อน ต่อมา F.B. Gilbreth ในปี พ.ศ.2454 ได้พิจารณาเห็นถึงความผูกพันกันระหว่างตัวแปรแต่ละตัวในการทำงานของคนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และการเคลื่อนไหวของการทำงานว่ามีผลต่อผลผลิต (Productivity) เป็นอันมาก ระยะต่อมาได้มีการจัดประชุมทางวิชาการเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีต่อสมรรถภาพของคน

สมาคมวิชาการได้ถูกจัดตั้งขึ้นเป็นสำคัญ ได้แก่ Ergonomics Research Society ในปี พ.ศ.2492 เป็นการต้อนรับนักวิจัยโดยเฉพาะเรื่องสมรรถภาพของมนุษย์ที่กลับจากการปฏิบัติหน้าที่ในสงครามโลกเพื่อให้มาร่วมประชุมศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ด้านวิทยาการทำงาน ตลอดจนการประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในงานอุตสาหกรรม ต่อมา International Ergonomics Association ก็ได้เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2502 หลังจากการประชุมนานาชาติที่เมือง Leyden ในปี พ.ศ.2500 เรื่อง “to promote the application of the human biological sciences to industrial and equipment design” และในปี พ.ศ.2500 ได้มีการจัดพิมพ์วารสาร Ergonomics ฉบับแรกขึ้น พร้อมกันนั้นก็ได้มีการจัดตั้ง Human Factors Society ขึ้นในสหรัฐอเมริกา และอีก 2 ปีต่อมาก็ได้มีการจัดตั้ง Ergonomics Society of Australia ขึ้น สำหรับประเทศไทยและประเทศในกลุ่มอาเซียนได้มีการรวมตัว กันในลักษณะของกลุ่มอาเซียน South East Asian Ergonomics Society

2) ความสำคัญของการยศาสตร์

เนื่องจากความแตกต่างกันของบุคคลทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา ซึ่งไม่สามารถกำหนดให้เป็นไปตามความต้องการได้ ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมากเพียงใดก็ตาม การที่บุคคลจะทำงานหรือทำกิจกรรมใดก็ตามที่ต้องอาศัยอุปกรณ์ เครื่องมือเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกก็จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานเพื่อมิให้เกิดผลกระทบที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายในแต่ละด้านหรือให้มีความเสี่ยงต่ออันตรายน้อยที่สุด ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่มีการประดิษฐ์คิดค้น การออกแบบ เครื่องจักรกลและกระบวนการหรือวิธีการผลิตต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตและเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงานในขั้นตอนกระบวนการทั้งหลาย ซึ่งคนเป็นทรัพยากรที่มีค่ามากที่สุดของหน่วยงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพยายามปรับคนให้เข้ากับงานที่ทำ (fit the man to the job) นั้น เป็นลักษณะของภาวะจำยอมเพราะการลงทุนทางด้านวัสดุหรือเครื่องจักรกลได้เกิดขึ้นมาก่อนแล้ว โดยมิได้คำนึงถึงความสะดวกสบายของคนที่ทำงานเลย ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดหรืออุบัติเหตุ ความเมื่อยล้า ความเสื่อมถอยของสุขภาพและส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการผลิต ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ในทางตรงกันข้ามถ้าหากการออกแบบวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ เครื่องจักร หรือเครื่อง อำนวยความสะดวกในการทำงานได้คิดคำนึงถึงข้อจำกัดและความต้องการของบุคคลที่ต้องทำงานในลักษณะของการปรับงานให้เหมาะสมกับคน (fit the job to the man) โดยเห็นความสำคัญของความแตกต่างกันของบุคคลก็จะเป็นการลดอัตราความเสี่ยงของการเกิดความเสียหายและความไม่ปลอดภัยในการทำงาน แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพให้กับหน่วยงานได้ ซึ่งจะต้องหาข้อมูลประกอบ ได้แก่

1. ความต้องการการชำนาญที่จำเป็นต่อการทำงาน
2. ประเภทของบุคคลที่เหมาะสมกับการทำงาน
3. เพศที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน
4. ตำแหน่งหรือจุดที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมเครื่องจักรในการทำงาน
5. ลักษณะการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงาน
6. ความยากง่ายของงานเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ต้องปฏิบัติงานของคน
7. สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน

ข้อดีของการออกแบบงานให้เหมาะสมกับคน

1. ช่วยลดความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการปฏิบัติงาน
2. ช่วยลดอุบัติเหตุและความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน
3. ช่วยลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากการสูญเสียลดลงและวัตถุดิบน้อยลง
4. ช่วยลดระยะเวลาและงบประมาณในการควบคุมงานและฝึกอบรม
5. เพิ่มความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน
6. ช่วยให้ขั้นตอนการทำงานลดลงและสามารถตัดสินใจในการทำงานดีขึ้น

3) ความหมายของ Ergonomics

คำว่า Ergonomics มาจากรากศัพท์ในภาษีกรีก 2 คำ คือ ergon แปลว่างาน (work) กับคำว่า nomos แปลว่า กฎ (law) เมื่อรวมคำทั้งสองเข้าด้วยกันเกิดเป็นคำใหม่ว่า Ergonomics (Law of Work) มีความหมายถึงการศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายที่จะปรับปรุงงานหรือสภาวะของงานให้เข้ากับแต่ละบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

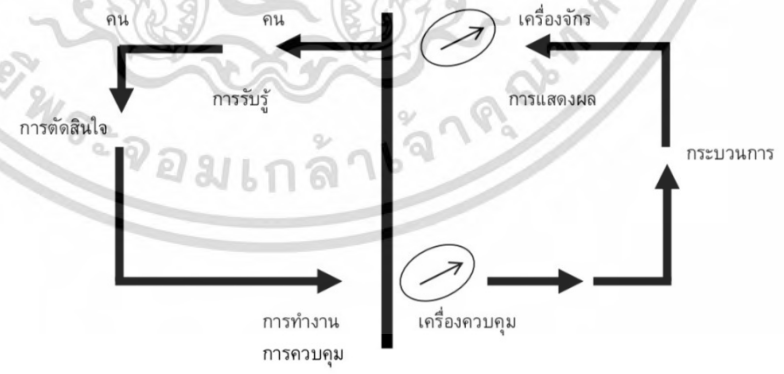
ราชบัณฑิตยสถานได้บัญญัติศัพท์ของคำว่า Ergonomics ไว้คือ การยศาสตร์ โดยอธิบายว่า การยเป็นคำในภาษาสันสกฤต หมายถึง งาน (work) และศาสตร์เป็นวิทยาการ (Science) รวมความเป็น Work Science การยศาสตร์ หมายถึง วิทยาการเกี่ยวกับงานหรือการทำงาน

สมาคมการจัดการแห่งประเทศไทยได้บัญญัติศัพท์ของคำว่า Ergonomics ไว้ว่า “สมรรถศาสตร์” ซึ่งหมายความว่าเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสามารถในที่นี้หมายถึง ความสามารถในการทำงานของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ โดยเทียบเคียงกับคำว่า Human

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย (ปัจจุบัน เป็นกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานกระทรวงแรงงาน) ได้ให้ความหมายของชื่อนี้ว่า “วิทยาการจัดสภาพงาน” และใช้กันในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับต่าง ๆ ถือว่าเป็นชื่อที่สื่อความหมายได้ดี

4) ขอบข่ายของการยศาสตร์

การยศาสตร์เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรอุปกรณ์ ลักษณะของงานส่วนใหญ่จะเป็นงานที่ทำโดยอาศัยเครื่องจักรอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ระดับความสามารถในการทำงานจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมของวัฒนธรรม สังคม เศรษฐกิจ และสภาวะทางจิตใจกับทางกายภาพในระบบงานนั้น ในระบบคนกับเครื่องจักร คนจะทำงานในระบบที่มีกระบวนการทำงานเป็นวงจรปิด โดยคนจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้รับการป้อนข้อมูลผ่านการรับรู้และการตอบสนองของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ผิวหนัง หู ตาและอวัยวะรับความรู้สึกอื่น ๆ เช่นเดียวกับปฏิกิริยาชีวเคมีภายในร่างกาย ดังนั้นเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เครื่องจักรอุปกรณ์ควรที่จะได้รับการออกแบบสร้างโดยพิจารณาถึงสมรรถภาพและข้อจำกัดของผู้ควบคุมเป็นส่วนประกอบสำคัญ



รูปที่ 2.4 วงจรแสดงกระบวนการทำงานในระบบคนและเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งโดยสรุปหลักการของการยศาสตร์ ก็คือการจัดงานให้เหมาะสมกับคน โดยการเห็นความสำคัญของคนทำงานและพยายามที่จะออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ จัดระบบงานให้เหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถและสมรรถนะของแต่ละบุคคล ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วถือเป็นสหวิทยาการ คือนำเอาวิชาการหลายสาขามาเป็นประโยชน์ในการศึกษาการยศาสตร์ ได้แก่ ความรู้จากวิชาสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์

ประโยชน์ของวิทยาการจัดสภาพงาน

การนำเอาความรู้จากสหวิทยาการมามีส่วนร่วมในการจัดสภาพของงานต่าง ๆ นั้นเป็นการช่วยลดความเครียดที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ทำงานและทำให้เกิดผลดีดังต่อไปนี้

1. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
2. ช่วยลดอุบัติเหตุและลดค่าใช้จ่าย
3. ช่วยลดต้นทุนการผลิต
4. ลดระยะเวลาการฝึกอบรมคนงาน
5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถของบุคคล
6. ลดขั้นตอนในการทำงาน

การนำเอาความรู้ด้านการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานนั้นจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าถึงสาเหตุเพื่อการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. ลักษณะของงานที่เกี่ยวข้องกับคนที่ต้องรับผิดชอบ เช่น การออกแรง การเคลื่อนไหว ของร่างกายในการทำงาน ลักษณะท่าทางในการทำงาน เป็นต้น
2. คน คือผู้ปฏิบัติกับงานนั้น ๆ ได้แก่ เพศ รูปร่าง อายุ ความสามารถ ความอดทน เป็นต้น
3. สภาพแวดล้อม หมายถึง สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ แสง เสียง อุณหภูมิฝุ่นควัน ไอระเหย แรงสั่น สะเทือน เป็นต้น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรบุคคลซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดขององค์กรและการจัดระบบที่จะต้องให้ความสำคัญในสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. มิติทางกายภาพ ซึ่งจะมีความสำคัญต่อระบบที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนัก ความยาว ความกว้าง ปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความสามารถในการรับรู้ สัมผัสและรับรู้ข้อมูลข่าวสาร เช่น การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรู้รส ความรู้สึกเจ็บปวด การกระทบกระทั่ง ความสามารถของระบบประสาทสัมผัสของคนเป็นเรื่องที่ซับซ้อนมีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก สุขภาพและความล้าเป็นปัจจัยสำคัญที่จะมีผลกระทบต่อระบบประสาทสัมผัสซึ่งจะทำงานได้ด้วยตัวของมันเองและหากมีการใช้ประสาทสัมผัสพร้อมกันหลายรูปแบบจะทำให้ความสามารถของการรับรู้สัมผัสลดลง ดังนั้นการออกแบบระบบควรหลีกเลี่ยงการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเพื่อปฏิบัติทีละหลายมิติพร้อมกัน

3. ความสามารถในการประมวลผล คือการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาสรุปแยกแยะ เพื่อการตัดสินใจและประเมินทั้งในเชิงคุณภาพ ปริมาณ ตีความ อย่างมีเหตุผล สามารถเปรียบเทียบได้ ซึ่งในตัวบุคคลแต่ละคนนั้นมีข้อจำกัดและมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการปฏิบัติงานใดที่ต้องการประมวลผลโดยบุคคลเพื่อการวินิจฉัยจึงจำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังมากที่สุดเพราะอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้อย่างง่ายดาย

4. ความสามารถในการเคลื่อนไหว ความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลล้วนมีขีดจำกัด ไม่มีความเสมอต้นเสมอปลายและคงที่ ดังนั้นการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับให้คนเฝ้าระวังหรือควบคุมนั้น ต้องพิจารณาในเรื่องของข้อจำกัดเหล่านี้ด้วย

5. ความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถของมนุษย์เหนือกว่าเครื่องจักรคือสามารถเรียนรู้ได้และสามารถปรับปรุงสมรรถนะในการทำกิจกรรมให้ดีขึ้นได้เสมอ แต่การเรียนรู้ของคนมักใช้วิธีแบบลองผิดลองถูกกับเปลี่ยนวิธีการใหม่โดยไม่ต้องเริ่มต้นเหมือนครั้งแรกอีก ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

6. ความต้องการทางกายภาพและทางจิตใจ สมรรถนะของคนขึ้นอยู่กับการได้รับการสนองตอบตามความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอยู่อย่างมีความสุข ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจรวมทั้งการได้รับการส่งเสริมสนับสนุน การสร้างขวัญและกำลังใจ ความพึงพอใจในการงานที่ทำ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนในการส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของบุคคลให้ดีขึ้นได้

7. ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การออกแบบระบบควรเห็นความสำคัญของการปรับสภาพแวดล้อมให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวกสบายและพึงพอใจกับสภาพการทำงาน ถึงแม้ว่าในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ก็ควรที่จะมีเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกหรือเครื่องป้องกันที่เหมาะสมได้อย่างเพียงพอ เพื่อช่วยลดอันตรายหรือความเครียดจากการทำงาน เช่น การทำงานหน้าเตาหลอมโลหะ ควรจะมีชุดป้องกันการแผ่รังสีความร้อนให้สวมใส่หรือการทำงานในสภาพที่มีข้อจำกัดเหนือกว่าบุคคลอื่น ก็ควรมีการคัดเลือกบุคคลที่มีความสามารถตรงตามความต้องการ เช่น คนที่ทำงานบนสะพานเดินเรือสมุทรก็ควรจะเป็นบุคคลที่อดทนต่อการเมาคลื่นได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ผลกระทบจากสภาพสังคม การออกแบบระบบควรคำนึงถึงความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล กลุ่ม กิจกรรม ความเชื่อ วัฒนธรรม ประเพณี การควบคุม บังคับบัญชา ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับการทำงานและหากได้รับการจัดระบบที่เหมาะสมก็จะเป็นการช่วยลดปัญหาและส่งเสริมการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

9. ความสามารถในการประสานกิจกรรม ข้อจำกัดในความสามารถของคนและขีดจำกัดของงานบางอย่าง ทำให้คนเราไม่สามารถทำงานหลาย ๆ อย่างพร้อมกันได้ครบถ้วนสมบูรณ์ดี ซึ่งลักษณะสำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานก็คือ อารมณ์ที่ไม่มีความคงที่เสมอไปจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของการสัมผัสรับรู้ข้อมูลข่าวสารอยู่ตลอดเวลาจึงอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดได้เสมอ

10. ความหลากหลายของมนุษย์ ความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ของคนทำให้ไม่สามารถจัดระบบที่เป็นมาตรฐานชัดเจนเกี่ยวกับคุณสมบัติของมนุษย์ได้ ดังนั้นการออกแบบระบบให้สอดคล้องกับคุณสมบัติของคนที่จะมาทำงานรับผิดชอบหน้าที่ โดยการคัดเลือกสรรหาให้เหมาะสมกันมากที่สุด เช่น ความสูง การมองเห็น การตัดสินใจ ปฏิภาณ ไหวพริบ สุขภาพ ความคล่องแคล่วว่องไว เป็นต้น

2) หลักการของการยศาสตร์

คือการจัดงานให้เหมาะสมกับคน โดยการเห็นความสำคัญของคนทำงานและพยายามที่จะออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ จัดระบบงานให้เหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถและสมรรถนะของแต่ละบุคคล ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วถือเป็นสหวิทยาการ คือนำเอาวิชาการหลายสาขามาเป็นประโยชน์ ในการศึกษาการยศาสตร์

1. ลักษณะท่าทางการทำงาน
2. หลักการจัดลักษณะท่าทางในการทำงานสำหรับบุคคลที่ยืนทำงาน
3. หลักการจัดลักษณะท่าทางการทำงานสำหรับบุคคลที่นั่งเก้าอี้ทำงาน

3) ขนาดโครงสร้างร่างกายของคน

การออกแบบงานและสถานที่ทำงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงขนาดและลักษณะโครงสร้างร่างกายของคนเข้ามาประกอบ เนื่องจากความแตกต่างกันของบุคคลในแต่ละเชื้อชาติ เพื่อให้การทำงานนั้นเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การออกแบบงานและบริเวณสถานที่ทำงานที่ดีมีความเหมาะสมย่อมทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยความรู้สึกสะดวกสบายปราศจากความเครียดและความเค้นทั้งหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การตรวจสอบด้านจิตวิทยาการยศาสตร์

ในการปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตามขนาดของเครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องจักรจะมีความเหมาะสมสอดคล้องกับขนาดรูปร่างและท่าทางในการทำงานของคนงานหรือไม่นั้น จำเป็นจะต้องมีการสำรวจเพื่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป ซึ่งทำได้โดยการใช้แบบสำรวจ (Checklist) โดยเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย คณะกรรมการความปลอดภัยของหน่วยงาน หรือพนักงานตรวจแรงงานจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ ก็ได้ การตรวจเพื่อให้ทราบสภาวะหรือสถานการณ์ของโรงงานนั้นว่าได้มีการดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาการจัดสภาพแรงงานอย่างไร ซึ่งก่อนการตรวจ ผู้สำรวจควร มีการเตรียมอ่านแบบสำรวจเพื่อทำความเข้าใจทั้งหมดอย่างละเอียด แล้วจึงเดินดูให้ทั่วทั้งสถานที่ทำงาน เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับกระบวนการผลิตและบริเวณต่าง ๆ ในโรงงาน แล้วจึงเริ่มทำการสำรวจโดยแบบสำรวจอย่างละเอียด

2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรอัตโนมัติ

2.3.1 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) [15]

เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่ (หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส กล่าวคือเมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าและหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่าความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุนและจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo motor) หรือบ้างก็เรียกสั้น ๆ ย่อ ๆ ว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 เซอร์โวมอเตอร์ [15]

2.3.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) [16]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ [16]

2.3.3 เซนเซอร์แสง (Photoelectric Sensor) [17]

เครื่องเซนเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส โดยมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีการตอบสนองตอบอย่างรวดเร็วระยะการตรวจจับไกลและที่สำคัญไม่ว่าวัตถุใด ๆ Photoelectric Sensor ก็จะสามารถตรวจจับได้ เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับและไม่มีการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่การใช้งานเซ็นเซอร์ประเภทนี้ จะไม่ค่อยเหมาะกับการติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นหรือสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนอย่างรุ่นแรงได้ เนื่องจากจะทำให้ระยะในการตรวจจับและความแม่นยำในการตรวจจับลดลงเป็นอย่างมาก

Photoelectric Sensor จะอาศัยหลักการสะท้อนหรือการหักเหของแสง จากตัวส่งไปยังตัวรับ โดยภายในโครงสร้างของตัว Photoelectric Sensor จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ภาคส่งสัญญาณ Emitter และภาครับสัญญาณ Receiver ซึ่งภาคส่งสัญญาณแสงนั้น จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า Light Emitting Diode หรือ LED โดย LED จะมีหน้าที่สร้างแสงที่เป็นพัลส์ เพื่อส่งออกไปโดยแสงที่ส่งออกไปนั้น ก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของ LED ว่าจะเป็นแบบ Visible Light หรือ Non Visible Light โดย Visible Light ก็จะเป็นแสงที่เราสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น แสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีขาว แสงสีน้ำเงินโดยทั่วไป แสงสีแดงจะได้รับความนิยมสูงสุดในกลุ่ม Visible Light และในส่วนของ Non Visible Light จะเป็นแสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งได้แก่ แสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นแสงชนิดที่มีใช้ในการผลิตตัวโฟโต้เซ็นเซอร์มากที่สุด เมื่อแสงที่ถูกส่งออกมาจากตัว LED ของ Emitter ถูกส่งต่อไปยังตัว Receiver โดยภายในประกอบด้วยตัว Photo Diode หรืออีกชื่อหนึ่ง คือ Photo Transistor ซึ่งทำหน้าที่ในการรับแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อถูกส่งไปยังวงจรฟิลเตอร์ความถี่ PLL หรือ (Phase Lock Loop) ต่อจากนั้นจะเป็นการกรองเฉพาะความถี่ให้ตรงกับแสงที่ตัวส่งเป็นผู้ส่งมาเท่านั้น โดยจะตัดตัวความถี่อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เมื่อมีวัตถุหรือชิ้นงานวิ่งผ่าน จะทำให้ตัวรับไม่สามารถรับสัญญาณแสงได้ ซึ่งทำให้ภาควงจรตรวจจับสามารถรับรู้ได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งต่อไปยังภาคขับเอาต์พุต เพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะเอาต์พุตต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 เซนเซอร์แสง [17]

2.3.4 กระบอกลม (Air Cylinder) [18]

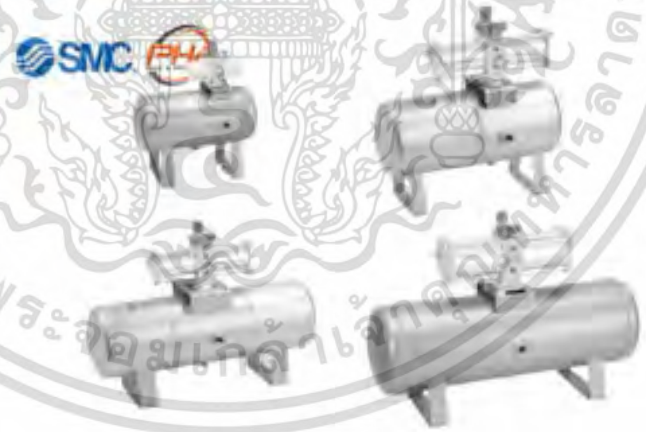
จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลลักษณะในการเคลื่อนที่ส่วนมากเป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุมและปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน ตัวกระบอกลมมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลสขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ภายในท่อจะต้องเจียรนัยให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้นและยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมเข้ากับฝาอาจใช้เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวฝาไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบผิวโครเมียม ที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 กระบอกลม [18]

2.3.5 อุปกรณ์เพิ่มแรงดันลม (Air Booster) [19]

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ เพิ่มหรือรักษาแรงดันลม ตามอัตราส่วนประมาณ 1:2 ทำงานอัตโนมัติ คือเมื่อป้อนลมเข้า เครื่องจะเริ่มทำการค่อย ๆ เพิ่มแรงดันตามอัตราส่วนทันที ส่วนแรงดันขาออกสามารถปรับลดให้เหมาะแก่การใช้งาน



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์เพิ่มแรงดันลม [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัย (Light Curtain Sensor) [20]

เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัยประกอบด้วยตัวส่ง (Emitter) และตัวรับ (Receiver) ที่สร้างลำแสงอินฟราเรดหลายลำแสง โดยปกติจะนำไปติดตั้งอยู่ด้านหน้าหรือรอบ ๆ พื้นที่อันตราย ตัวส่งจะถูกซิงโครไนซ์กับตัวรับด้วยลำแสงของโฟโตอิเล็กทริกที่อยู่ปลายสุดของตัวเซนเซอร์ นอกจากนั้นมันจะกำจัดการรบกวนจากแสงโดยรอบและสัญญาณรบกวน (Crosstalk) จากเซนเซอร์ม่านแสงนิรภัยตัวอื่น ๆ โดย LED ในตัวส่ง จะสร้าง Pulse ในอัตราคงที่ (Frequency Modulated) และ LED แต่ละตัวจะสร้าง Pulse เรียงลำดับกันเพื่อให้ตัวส่งตัวหนึ่งสามารถส่งแสงให้ตัวรับเฉพาะตัวที่เกี่ยวข้องกับมันเท่านั้น เมื่อลำแสงทั้งหมดถูกตรวจสอบแล้วมันจะเริ่มต้นใหม่อีกรอบและทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

รูปที่ 2.10 เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัย [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนกนาถ บู่สาลี (2556) [21] ได้ศึกษาถึงการแก้ไขคอขวดและการเพิ่มผลิตภาพการผลิตของกระบวนการผลิต คือ การกำจัดและปรับปรุงจุดติดขัดหรืออุปสรรคของการทำงานที่ได้จากการวิเคราะห์กำลังการผลิตและเวลาการผลิตของเครื่องจักร เพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดหรือข้อจำกัดใน กระบวนการ ทำได้โดยการเพิ่มหรือเปลี่ยนเครื่องจักรในกระบวนการ ตลอดจนลดเวลาการผลิต เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรด้วยวิธีการแก้ไขคอขวด

รื่นฤดี โยธาคุณ, วรรณกร นามนู, สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์ (2558) [22] ได้ศึกษาการลดความสูญเสีย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม 7 waste คือ ความสูญเสีย 7 ประการ หรือ ความสูญเปล่า 7 ประการ ซึ่งเป็นความสูญเปล่าที่ซ่อนอยู่กระบวนการผลิตเป็นสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อบริษัทไม่ก่อให้เกิดกำไรแต่มีต้นทุนเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาความสูญเปล่า 7 ประการ เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดย Shigeo Shingo และ Taiichi Ohno จากบริษัท Toyota บริษัทผลิตรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่น ซึ่งเป็นเป็นผู้คิดค้น แนวคิดอย่างเช่น Just In Time (JIT) หรือการผลิตแบบทันเวลาพอดีที่มีรากฐานมาจากความสูญเสียทั้ง 7 Wastes

ผู้วิจัยได้ศึกษาการยศาสตร์ การจัดงานให้เหมาะสมกับคน โดยการเห็นความสำคัญของคนทำงานและพยายามที่จะออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ จัดระบบงานให้เหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถและสมรรถนะของแต่ละบุคคล ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วถือเป็นสหวิทยาการ คือนำเอาวิชาการหลายสาขามาเป็นประโยชน์ ในการศึกษาการยศาสตร์ [14]

F. J. G. Silva, G. Swertvaegher, R. D. S. G. Campilho, L. P. Ferreira, J. C. Sá (2564) [9] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Robotized solution for handling complex automotive parts in inspection and packing (โซลูชันหุ่นยนต์สำหรับการจัดการชิ้นส่วนยานยนต์ที่ซับซ้อนในการตรวจสอบและบรรจุ)

Peter Burggraf, Johannes Wagner, Matthias Dannapfel, Sarah Fluchs, Katharina Muller, Benjamin Koke (2562) [23] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Automation decisions in flow-line assembly systems based on a cost-benefit analysis (การตัดสินใจอัตโนมัติในระบบการประกอบแบบไหลโดยใช้การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์)

จากงานวิจัยทั้งหมดผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ จึงมีแนวคิดทำเครื่องจักรจัดเรียงล้ออัตโนมัติมาแก้ไขปัญหา คอขวด ความสูญเสีย 7 ประการ และการยศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงและสภาพโดยทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง กระบวนการผลิตที่ดำเนินการอยู่ ณ ปัจจุบัน สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่าง นอกจากนี้ยังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยอาศัยทฤษฎีที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

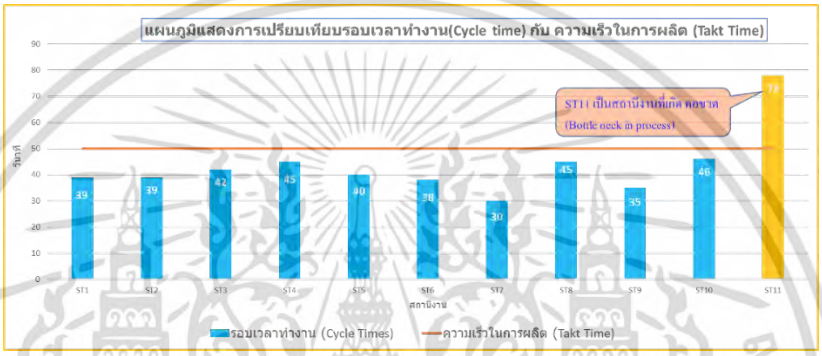
กระบวนการหลักเบื้องต้นของการประกอบผลิตภัณฑ์ ประกอบยางให้เข้ากับแม็ก จากนั้นเติมลมยางให้พอดีกับมาตราฐานที่กำหนดไว้ เมื่อทำสำเร็จจึงทำการตรวจเช็คและติดค่าน้ำหนักถ่วง ขั้นสุดท้ายตรวจสอบค่าการหมุนของล้อ จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของปัญหา

จากการวิจัยพบว่าสายการผลิตแห่งนี้ มีสภาพการเป็นคอขวด (Bottleneck) อยู่ที่สถานีงานที่ 11 (บรรจุหีบห่อ) ซึ่งใช้เวลาในการทำงานสูงกว่าสถานีงานอื่นๆ ประมาณ 78 วินาที เมื่อเทียบกับเวลาของความเร็วในการผลิต (Takt Time) ซึ่งทำให้งานจะมารอคอยอยู่ที่สถานีงานแห่งนี้ค่อนข้างมาก และสายการผลิตไม่ต่อเนื่องและราบรื่นสำหรับการผลิต หากสามารถกำจัดขบวนการที่เกิดคอขวดนี้ลงได้ ก็จะทำให้สามารถเพิ่มปริมาณการผลผลิตได้ ดังรูปที่3.2



รูปที่ 3.2 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิต

นอกจากนี้ฝ่ายบุคคลของบริษัท ได้สอบถามถึงความผิดปกติของพนักงานในส่วนของการประกอบ เนื่องจากมีการลาป่วยจากอาการปวดหลัง มากกว่า 3 ครั้ง/เดือน ทั้ง ๆ ที่บริษัทได้จัดหาเข็มขัดพยุงหลังแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากล้อที่มีน้ำหนักมากเกินไป จึงทำให้เข็มขัดพยุงหลังไม่สามารถช่วยผ่อนน้ำหนักของล้อได้ จึงทำให้พนักงานเหนื่อยล้าและมีอาการปวดหลัง ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การขนย้ายล้อเข้าชั้นวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยกล้อจัดเรียงบนชั้นวางล้อ ยกด้วยแรงคนโดยไม่มีอุปกรณ์ช่วยทุ่นแรง มีล้อหน้า 6 วง/แร็คชั้นบนกับล้อหลังอีก 6 วง/แร็คชั้นล่าง พนักงานจะช่วยกันเคลื่อนย้ายสินค้า จากสายการผลิตไปใส่ชั้นวาง ระยะทางประมาณ 2 เมตร โดยใช้พนักงาน 2 คน ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 รายละเอียดการจัดเรียงผลิตภัณฑ์เตรียมส่ง

3.3 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียงล้อเข้าชั้นวางสินค้า ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตคือ ปัญหาคอขวดในสถานีงานบรรจุหีบห่อและปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ส่งผลให้มีการหยุดงานและลาออกของพนักงานเนื่องจากมีอาการเจ็บป่วยจากการยกสินค้าที่น้ำหนักค่อนข้างมากเป็นเวลานานและผู้วิจัยได้จำแนกปัญหาหลักออกเป็น 3 ประการ ดังนี้

1) สาเหตุมาจากอัตราคน

2) สาเหตุที่มาจากวิธีการทำงาน

3) สาเหตุมาจากวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

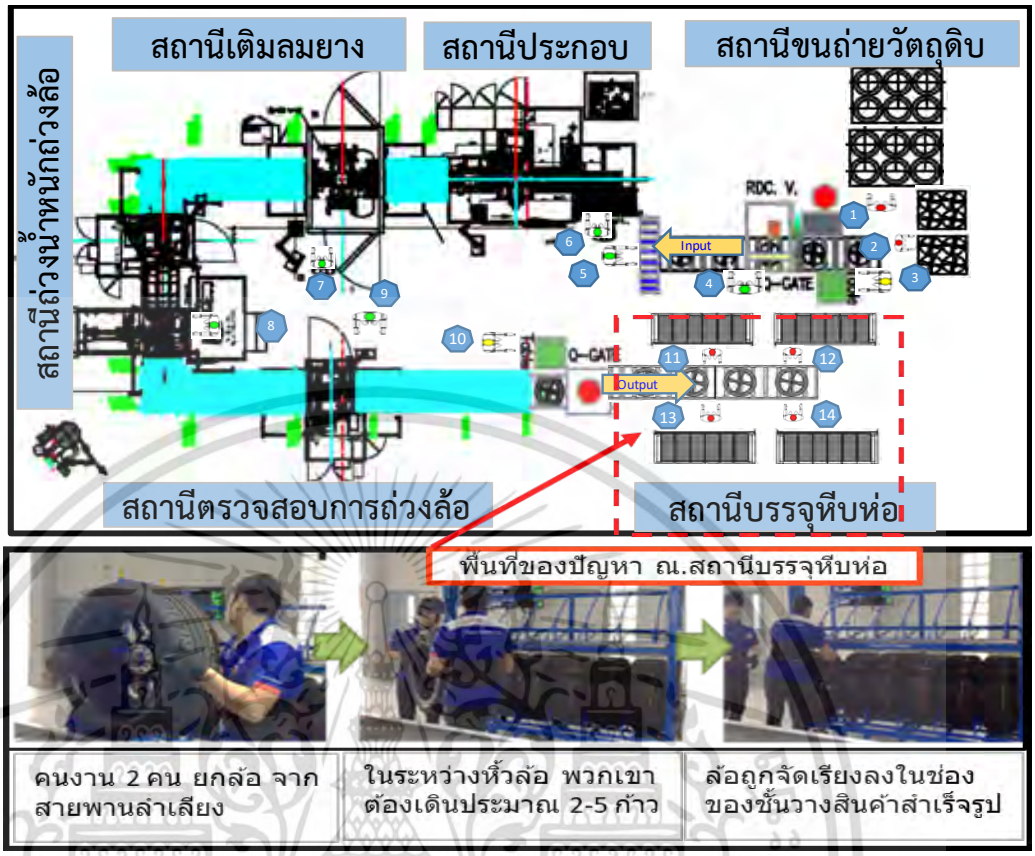
ผู้วิจัยจึงนำ 3 ปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุและศึกษาแนวทางการแก้ไข โดยใช้เทคนิคการความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) เพื่อลดปัญหาสุขภาพที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา

3.3.1 สถานการณ์ปัจจุบันของสายการประกอบล้อ

ปัจจุบันสถานการณ์ของสายการประกอบล้อใช้ ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด 14 คนเพื่อควบคุมเครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วยคนที่1-2 ทำหน้าที่ป้อนวัตถุดิบ (ขอบล้อและยาง) คนที่3 ตรวจสอบวัตถุดิบ คนที่4 ทำหน้าที่ขันวาล์วลม , คนที่5 ทาจาระบีที่ขอบล้อและยาง, คนที่6 ใส่ขอบล้อและยางลงในเครื่องติดตั้ง, คนที่7 เติมลมยาง, คนที่8 ถ่วงน้ำหนักถ่วงล้อ, คนที่9 ตรวจสอบการถ่วงล้อ, คนที่10 ตรวจสอบขั้นสุดท้าย, คนที่11-14 บรรจุหีบห่อ, มีปัญหาเกิดขึ้นที่สถานีบรรจุสินค้าเนื่องจากสินค้ามีน้ำหนักค่อนข้างมากและส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดหลัง หลังจากทำงานเป็นเวลานาน ดังรูปที่ 3.6 แสดงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันของเลย์เอาต์ของไลน์ รวมถึงผู้ควบคุมการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ล้อไปยังชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งเป็นเรื่องที่หนักมากสำหรับผู้ปฏิบัติงาน น้ำหนัก 1 ล้อ = 40 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



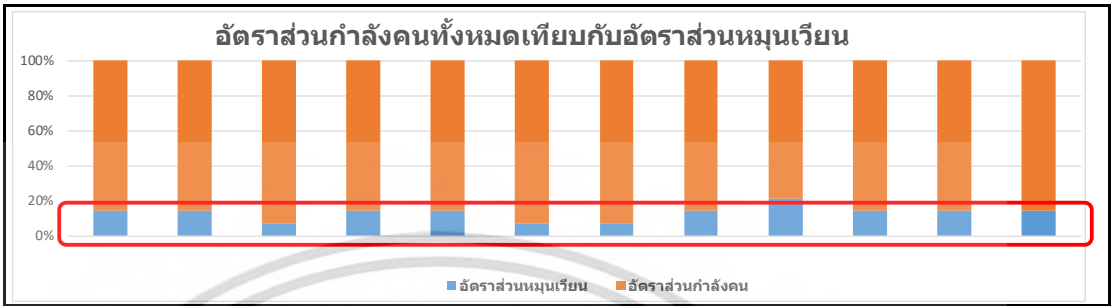
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนปัจจุบันในการเคลื่อนย้ายล้อเข้าไปในชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป

3.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาการหมุนเวียนอัตรากำลังคน

ตั้งแต่เริ่มสายการผลิตในปี 2020 บริษัทได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพนักงานที่ลาออกที่สถานีบรรจุภัณฑ์ พวกเขาพบว่ามีอัตราส่วนที่สูงมาก ดังแสดงในตารางที่ 3.1 สถานการณ์กำลังคนไม่เพียงพอตลอดทั้งปีและการสูญเสียเฉลี่ยประมาณ 13% ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่คงที่เนื่องจากเปลี่ยนคนงานหลายครั้ง อีกทั้งยังเสียเวลาในกระบวนการสรรหาและฝึกอบรมพนักงานใหม่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบกำลังคนทั้งหมดและอัตราส่วนการหมุนเวียน



ปี 2020	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อัตราส่วนหมุนเวียน	14%	14%	7%	14%	14%	7%	7%	14%	21%	14%	14%	14%
อัตราส่วนกำลังคน	86%	86%	93%	86%	86%	93%	93%	86%	79%	86%	86%	86%
กำลังคนทั้งหมด	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
คงเหลือหลังจากลาออก	12	12	13	12	12	13	13	12	11	12	12	12
จำนวนคนที่ลาออก	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	2

3.3.3 การวิเคราะห์หาผลิตภาพการผลิตในปัจจุบัน

การปรับปรุงประสิทธิภาพเป็นกุญแจสำคัญในการนำพาองค์กรไปสู่เป้าหมายทางธุรกิจ

$$Productivity = \frac{Operation\ time\ x\ Output}{Headcount\ x\ Working\ time} x\ 100 = Ratio\ \% \qquad (3.1)$$

สำหรับสถานะอัตราส่วนในปัจจุบันของผลิตภาพคือ

$$Productivity = \frac{15\ X\ 450}{14\ X\ 480} X\ 100 = 100.45\ \%$$

จากการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อมาทดแทนแรงงานคนในสถานีงานการบรรจุหีบห่อเพื่อลดจำนวนพนักงานและเพิ่มผลิตภาพการผลิตและลดต้นทุนการในการผลิตอีกด้วย

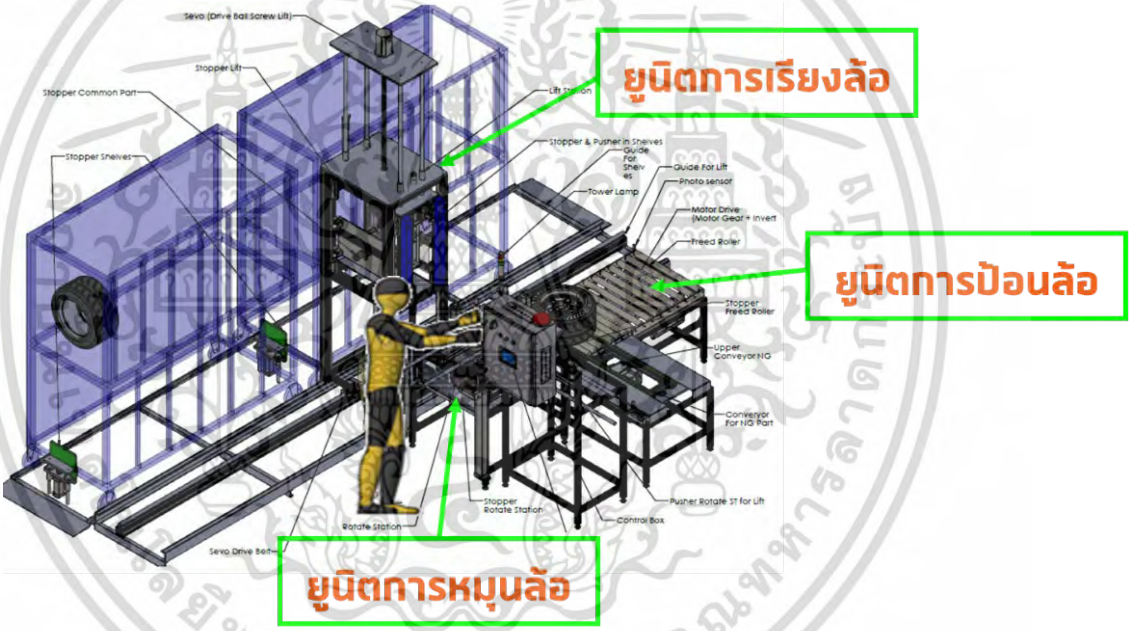
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แนวทางการคิดออกแบบ

ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ของโรงงาน จึงตัดสินใจใช้ระบบจัดเรียงอัตโนมัติ ซึ่งระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ยูนิตการป้อนล้อ
2. ยูนิตการหมุนล้อ
3. ยูนิตการเรียงล้อ

ภาพรวมของแนวคิดของการออกแบบเครื่องจักรแสดงไว้ใน ดังรูปที่ 3.7

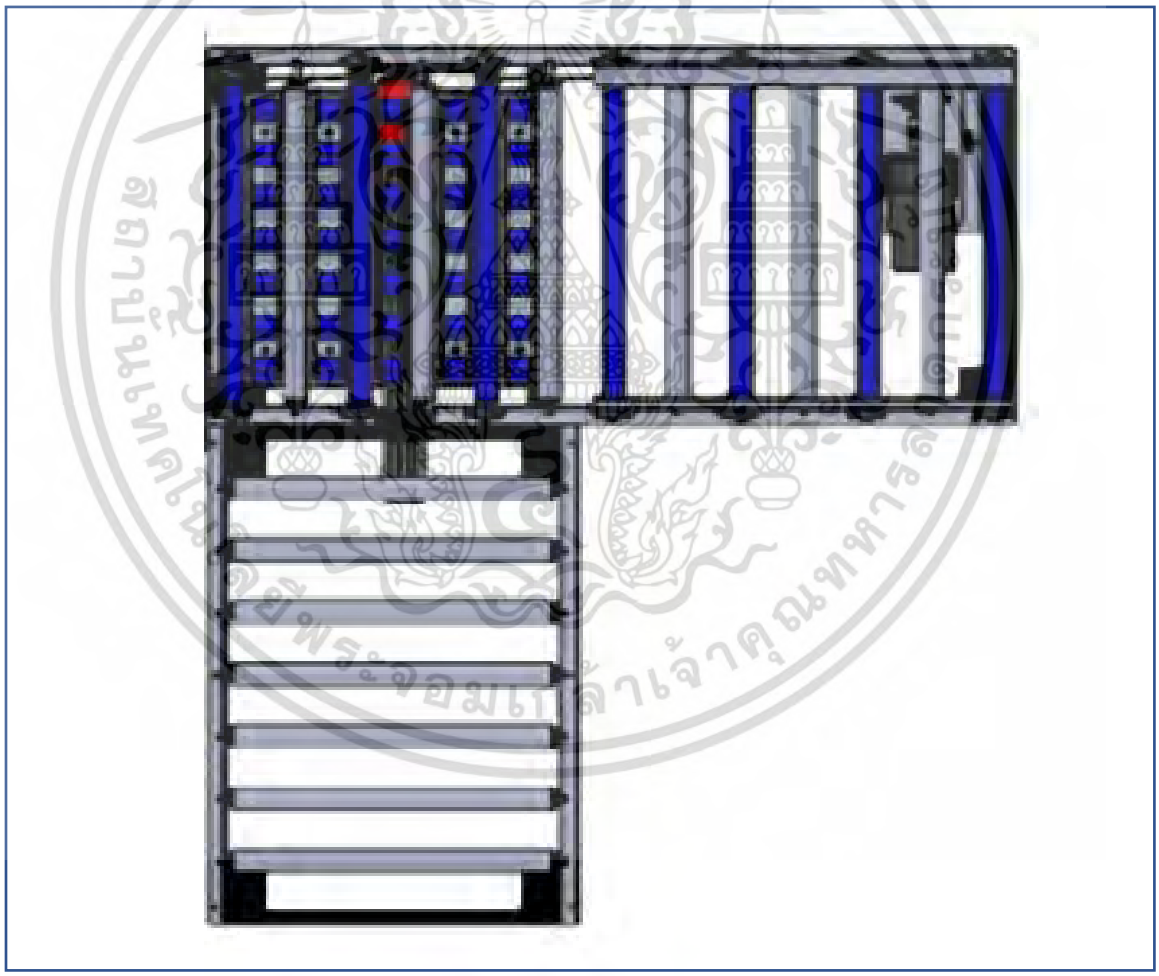


รูปที่ 3.7 ภาพรวมของแนวคิดและการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ยูนิตการป้อนล้อ

แนวความคิดของการทำงานคือการป้อนผลิตภัณฑ์จากสายการผลิตหลักส่งต่อไปยังยูนิตการหมุน ในสถานการณ์จริงมันไม่ได้มีเพียงแค่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของดีเท่านั้นมันยังมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียด้วย ยูนิตป้อนนั้นมีช่องทางรองรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสีย (ส่งไปซ่อม) โดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนลูกกลิ้งลำเลียงเพื่อเลื่อนล้อให้เคลื่อนที่จากสายพานลำเลียงหลักไปยังขั้นตอนถัดไปคือยูนิตหมุนหรือช่องทางคัดแยก ขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นจากการกดปุ่ม “OK” จากนั้นจึงขับสายพานอัตโนมัติ เซ็นเซอร์ภาพจะตรวจสอบขนาดของล้อตามระดับความสูงล้อ (ล้อหน้าหรือล้อหลัง) ถ้าสูงคือล้อหลัง ถ้าต่ำล้อหน้า ในกรณีที่พนักงานพบผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียจะกดปุ่ม “NOK” จากนั้นลูกกลิ้งจะยกตัวขึ้นและขับเคลื่อนล้อเพื่อลำเลียงไปยังช่องทางคัดแยก ดังแสดงภาพรวมของเครื่องในรูปที่ 3.8

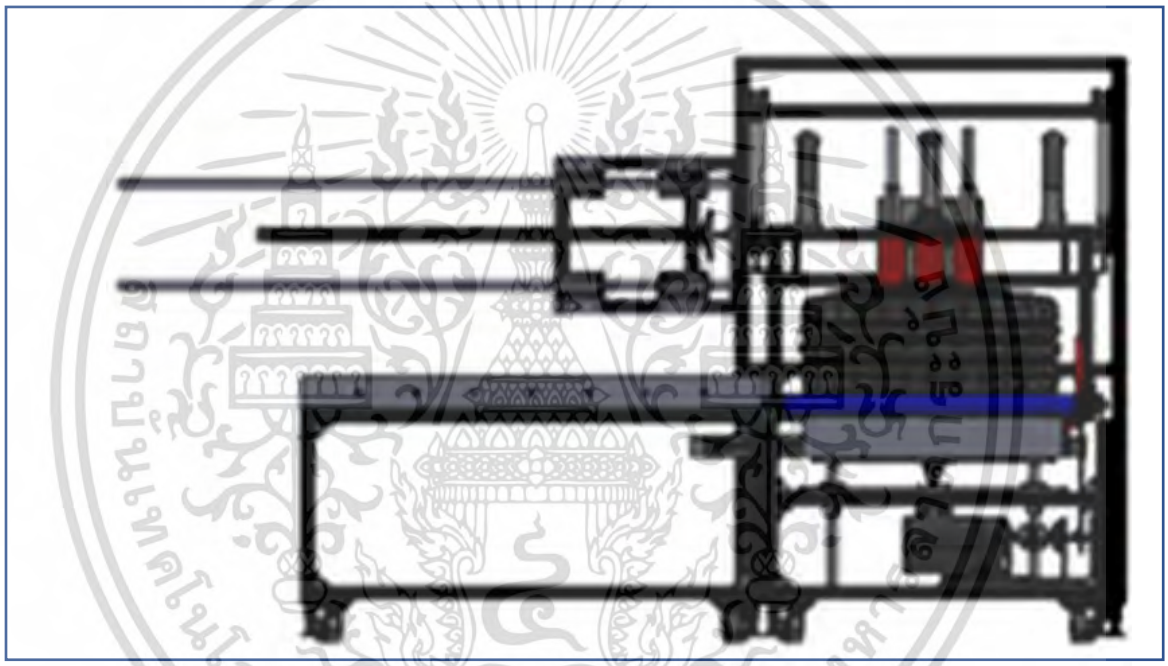


รูปที่ 3.8 แนวคิดการออกแบบยูนิตการป้อนล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ยูนิตการหมุนล้อ

แนวคิดการทำงานคือรับล้อจากยูนิตป้อน จากนั้นหมุนล้อจาก 0 องศาเป็น 90 องศา และเลื่อนล้อไปที่ยูนิตจัดเรียง ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการเคลื่อนล้อออกจากสายพานลำเลียงด้วยกระบอกลมขับเคลื่อนแขนดึงเข้าไปในยูนิตหมุน จากนั้นระบบตรวจสอบขนาดล้อด้วยโฟโต้เซนเซอร์ หลังจากนั้นกระบอกลมจะเลื่อนแผ่นยึดสำหรับยึดล้อลงมาเพื่อยึดล้อให้คงที่ จากนั้นนิวเมติกส์ขับชุดการหมุนให้หมุน 90 องศา จากนั้นนิวแมติกส์ จะขับก้านดันยาวเพื่อดันล้อเข้าไปในยูนิตการจัดเรียงล้อต่อไป ดังแสดงภาพรวมของเครื่องในรูปที่ 3.9

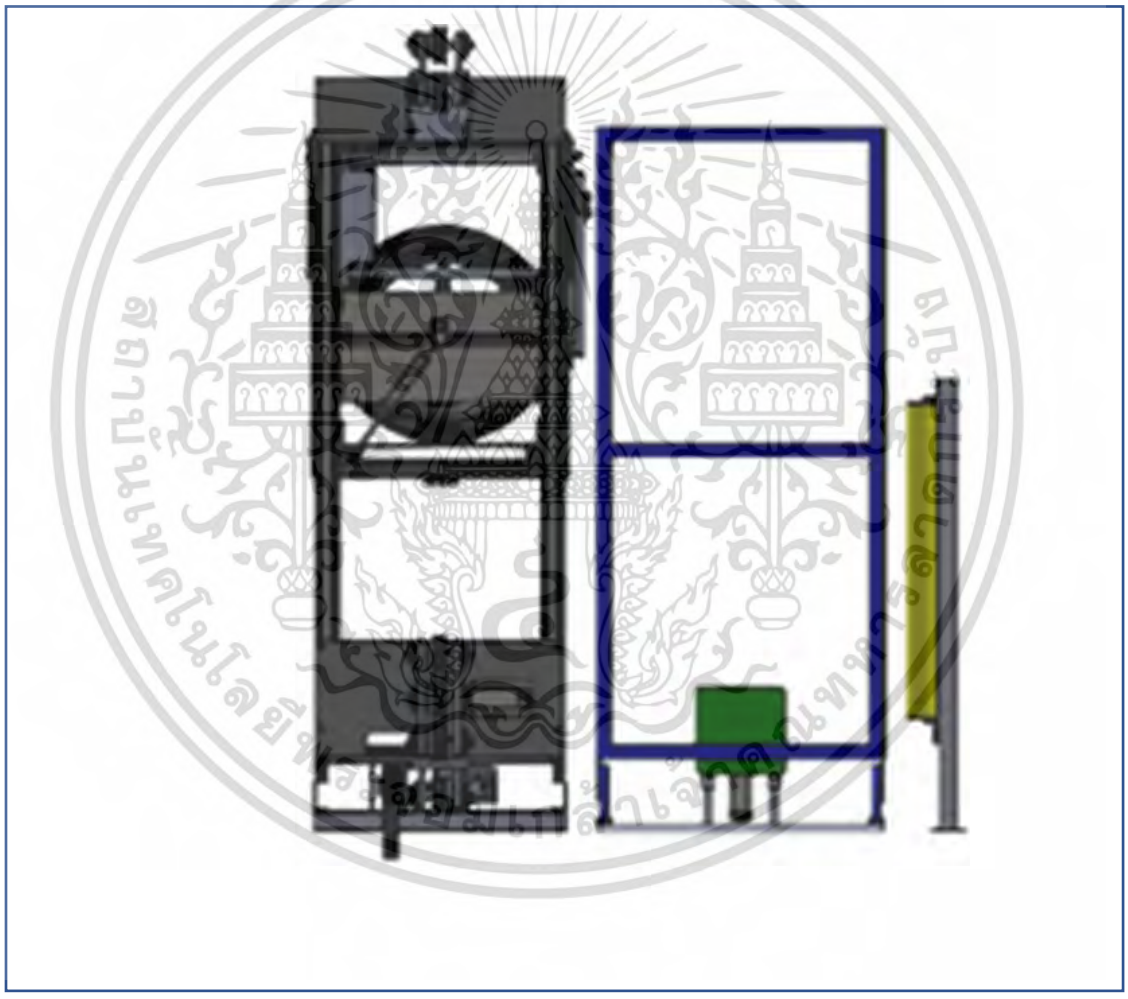


รูปที่ 3.9 แนวคิดการออกแบบของยูนิตการหมุนล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ยูนิตการเรียงล้อ

แนวคิดการทำงานของยูนิตการเรียงล้อคือ รับล้อจากยูนิตหมุน จากนั้นเริ่มจัดเรียงล้อจากบนซ้ายไปขวา 12 ชิ้น และซ้ายไปล่างขวา 12 ชิ้น เสร็จ 1 รอบการทำงาน ขั้นตอนการทำงานที่เริ่มต้นจากตัวหยุดด้านหลังจะเปิดโดยกระบอกสูบนิวเมติกส์ 1 จากนั้นระบบนิวเมติกส์ 2 จะขับเคลื่อนแผ่นยึดล้อสำหรับยึดล้อ จากนั้นเซอร์โวมอเตอร์ จะเคลื่อนชุดจัดเรียงโดยเรียงลำดับจากด้านซ้ายไปด้านขวา จากนั้นกล้องจะตรวจสอบช่องชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปว่าว่างหรือไม่ ถ้าไม่แสดงว่ามีสัญญาณเตือน หากช่องว่างเปล่ากระบอกลมจะดันล้อไปที่แร็ค ดังแสดงภาพรวมของเครื่องในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แนวคิดการออกแบบยูนิตจัดเรียงล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

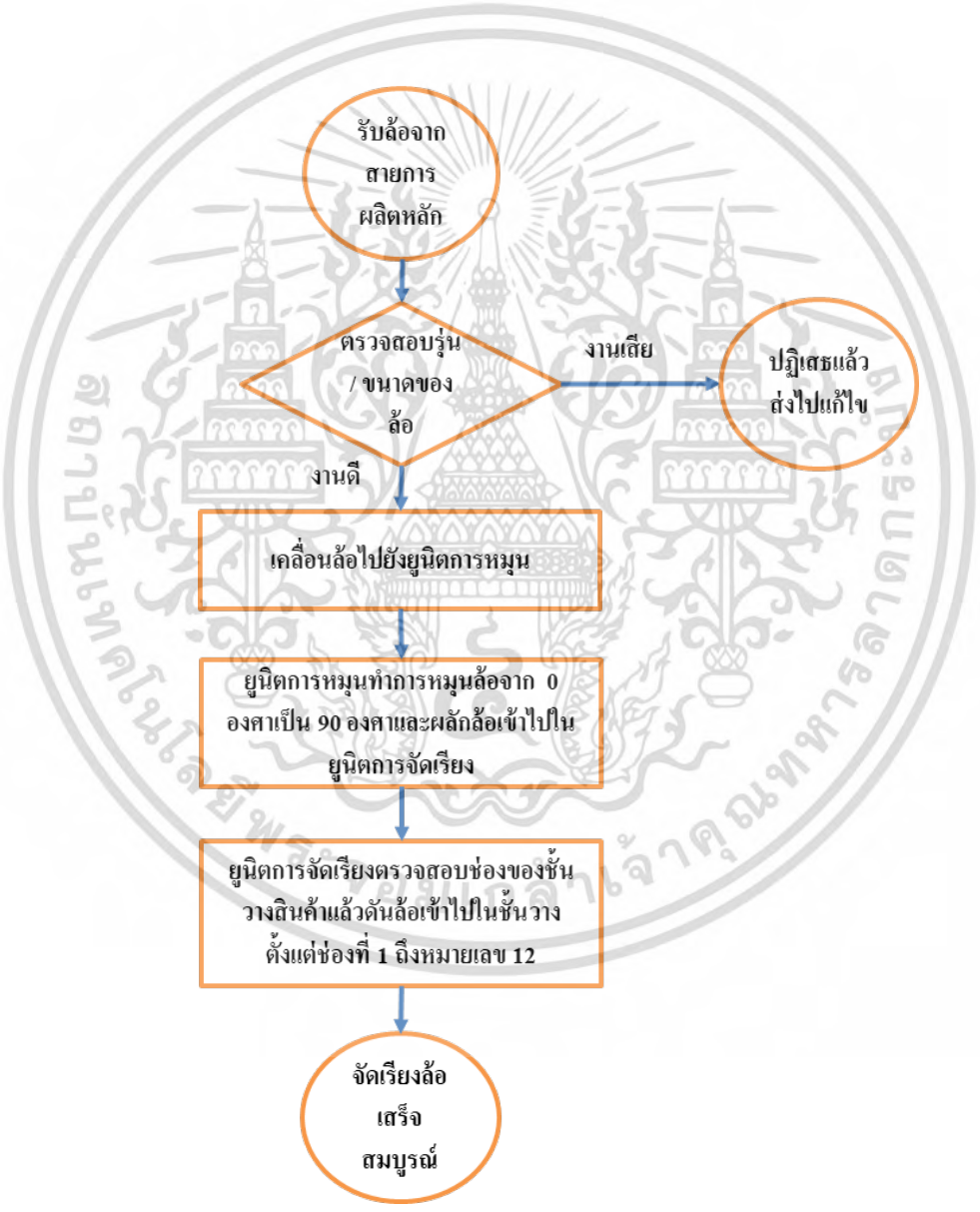
ภาพรวมของเครื่องจักรหลังจากเชื่อมต่อกับ 3 ยูนิต เริ่มจากยูนิตป้อนล้อรับล้อจากเมนไลน์ แล้วส่งไปยังยูนิตหมุนเพื่อหมุนจาก 0 องศาเป็น 90 องศา หลังจากนั้นผลักไปที่ยูนิตจัดเรียงเพื่อย้ายเข้าชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปและใช้พนักงานเพียง 1 คนในการควบคุมเครื่องจักรทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 โครงสร้างของเครื่องจัดเรียงล้ออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการของระบบอัตโนมัติ

สายพานลำเลียงเริ่มรับล้อและตรวจสอบว่าขนาดของล้อถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง หากล้อถูกต้องให้ทำการเลื่อนไปที่ยูนิตหมุน หากไม่ถูกต้องให้ส่งไปยังพื้นที่คัดแยก สำหรับยูนิตการหมุนหลังจากได้รับล้อแล้ว ระบบจะทำการหมุนล้อจาก 0 องศาเป็น 90 องศา แล้วดันล้อเข้าไปในชุดยกและจัดเรียง สำหรับการจัดเรียงสินค้า ขั้นตอนแรกจะตรวจสอบช่องของชั้นวางสินค้าสำเร็จรูปว่าว่างหรือไม่ หากช่องว่างระบบจะดันล้อเข้าไปในชั้นวาง หากไม่ว่างก็จะหยุดทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.12

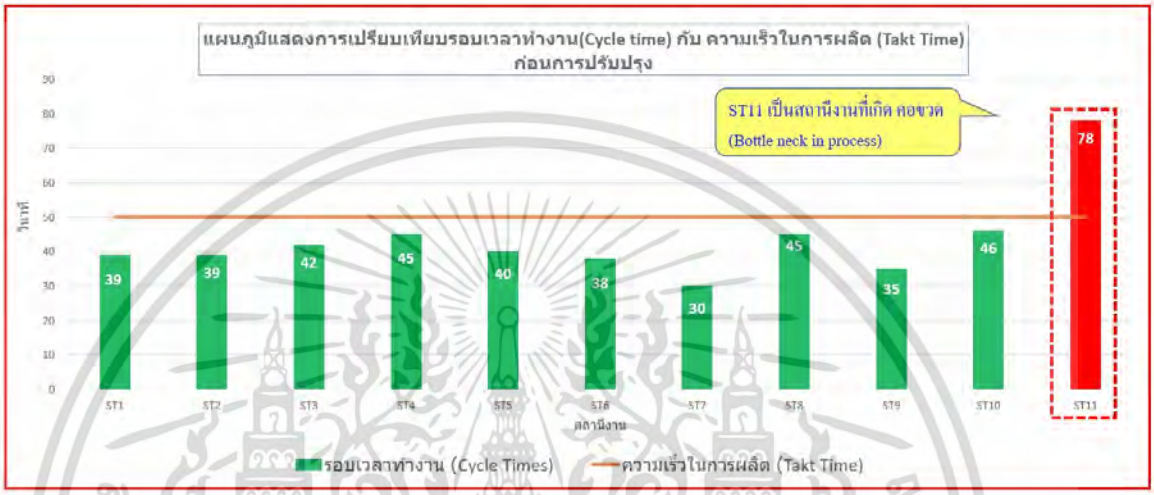


รูปที่ 3.12 แผนภูมิการไหลของกระบวนการของระบบเครื่อง

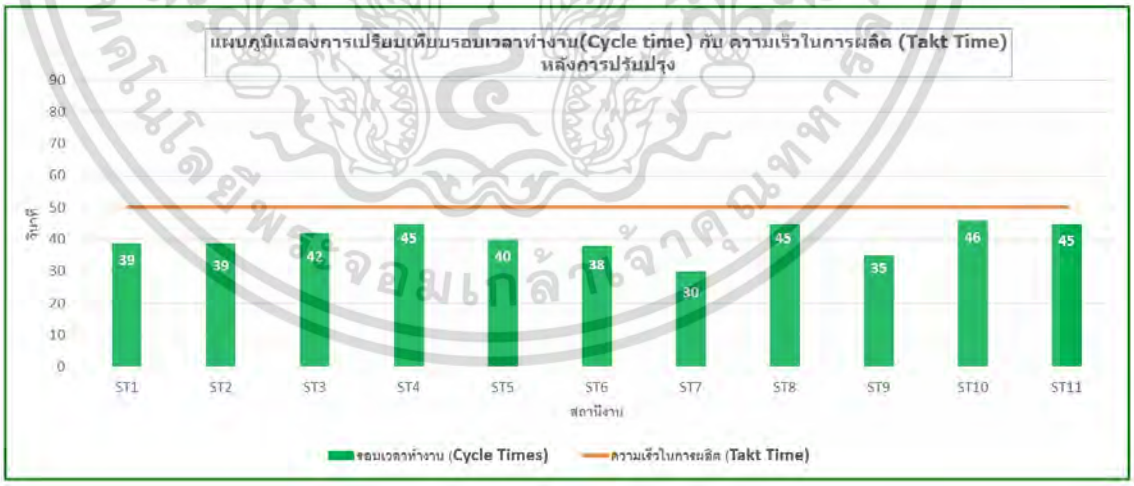
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาทำงานกับความเร็วในการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ สถานีที่ ST11 เกิดปัญหาคอขวด ทำให้รอบเวลาในการทำงานสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์ลำเลียงส่งช้า ส่งผลให้พนักงานเกิดการว่างงาน หลังใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการควบคุม สามารถกำจัดปัญหาคอขวดที่สถานี ST11 ได้ รอบเวลาในการทำงานสมดุล ดังรูปที่3.13 และ รูปที่3.14



รูปที่ 3.13 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิตก่อนปรับปรุง

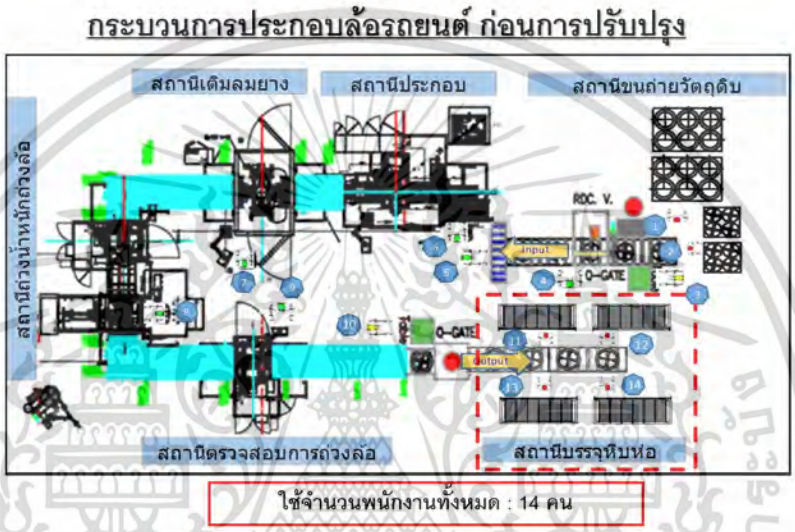


รูปที่ 3.14 แผนภูมิการเปรียบเทียบรอบเวลากับความเร็วในการผลิตหลังปรับปรุง

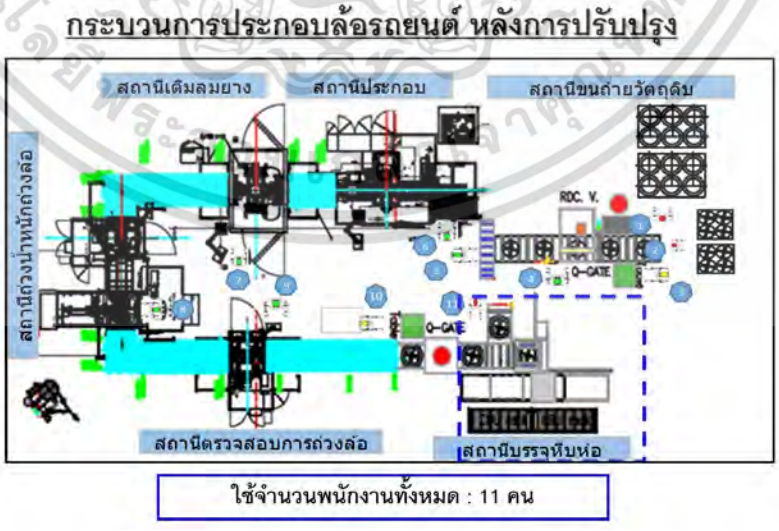
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ผลการเปรียบเทียบสายการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

ก่อนใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ มีพนักงานทั้งหมด 14 คน ที่ทำการจัดเรียงล้อในสถานีงานการบรรจุหีบห่อ หลังใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ใช้พนักงานในการควบคุม 1 คน สามารถทำงานอื่นควบคู่ด้วยกันได้ ลดค่าจ้างพนักงานได้ 3 คน (คนละ 225,155 บาท/คน/ปี) หลักการทำงานของเครื่องจักรไม่ซับซ้อน แต่ตัวของพนักงานนั้นจำเป็นจะต้องมีความรู้ ในการแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้และมีความสามารถในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.15 และ รูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 กระบวนการประกอบล้อรถยนต์ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 3.16 กระบวนการประกอบล้อรถยนต์หลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ส่วนประกอบของเครื่องช่วยยกอัตโนมัติ

ส่วนประกอบที่ใช้ในการประกอบเครื่องจักรอัตโนมัติในการจัดเรียงล้อเข้าชั้นวางสินค้าสำเร็จรูป เพื่อความสะดวกสบายต่อการทำงาน อีกทั้งประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน ทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นและได้ประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่แสดงในตารางที่ 3.2 เป็นเพียงอุปกรณ์สำคัญบางส่วนเท่านั้น แต่ยังมีส่วนของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ได้แสดงในตาราง แต่ใช้ในการประกอบเครื่องจักรอัตโนมัติอีกด้วย

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์สำคัญของเครื่องช่วยยกอัตโนมัติ

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	แบรนด์
1	PLC controller	siemen
2	Photo sensor	Keyence
3	Camera	Keyence
4	Air cylinder	SMC
5	Air booster	SMC
6	Servo motor	Mitsubishi
7	Gear	Chenta gear
8	Screen	Mitsubishi
9	Ligh certain sensor	Keyence

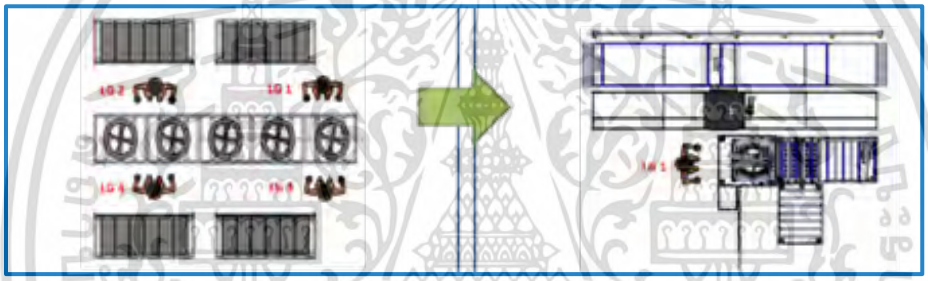
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลงานการวิจัย

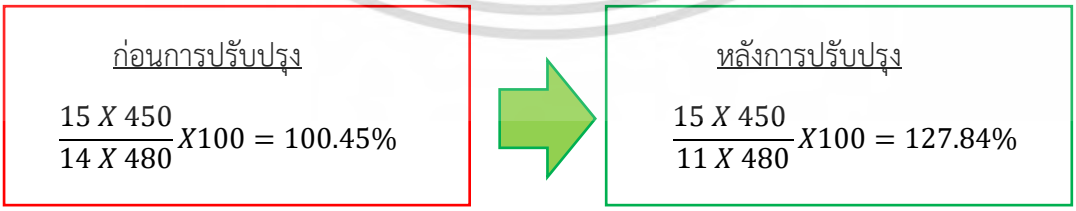
สามารถลดจำนวนพนักงานในสถานีงานการบรรจุหีบห่อจาก 4 คน เป็น 1 คน ส่วนพนักงานที่เหลือ 1 คน นั้นมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ ผลการลดกำลังคนในกระบวนการผลิตแสดงในรูปที่ 4.1

ก่อนการปรับปรุง = 4 คน หลังการปรับปรุง = 1 คน



รูปที่ 4.1 ผลการลดกำลังคน

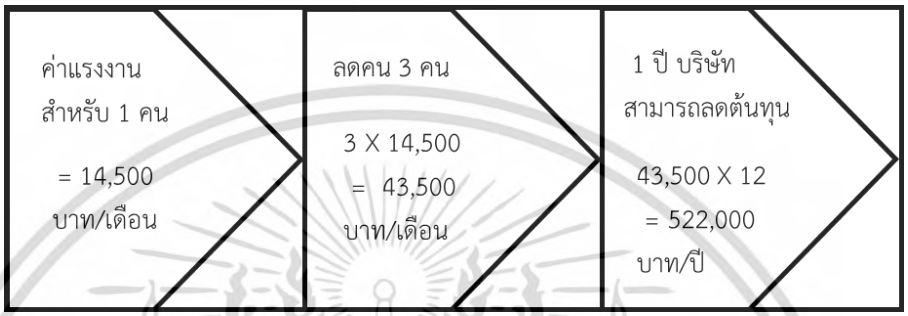
การเปรียบเทียบอัตราส่วนผลิตภาพระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง ผู้วิจัยสามารถเพิ่มผลิตภาพได้สูงถึง 27.39% ก่อนการปรับปรุงอัตราส่วนผลิตภาพอยู่ที่ 100.45% หลังการปรับปรุงโดยใช้ระบบอัตโนมัติ อัตราส่วนผลิตภาพอยู่ที่ 127.84% ปัจจัยหลักในการเพิ่มผลิตภาพการผลิต มาจากสามารถลดคนงานได้ 3 คนจากการนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาทดแทน ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดต้นทุนสามารถลดต้นทุน: 522,000บาท/ปี จากการลดจำนวนพนักงาน 3 คนที่ สถานีงานการบรรจุหีบห่อ ค่าแรงงาน 1 คน/เดือน เท่ากับ 14,500 บาท และงานวิจัยนี้สามารถลดคนงานได้ 3 คน (14,500 X3 = 43,500 บาท/เดือน) และใน 1 ปี สามารถลดต้นทุนได้ (43,500X12 = 522,000 บาท/ปี) แสดงไว้ในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการลดต้นทุน

การคำนวณจุดคุ้มทุน ค่าทำเครื่องจักร 1,500,000 บาท เครื่องจักรอัตโนมัติทดแทนคนงานได้ 3 คน โดยคิดเป็นจำนวนเงิน 522,000 บาทต่อปี : 1,500,000/522,000 = 2.87 ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะคุ้มทุนในการลงทุนสร้างเครื่องจักรนี้ภายใน 3 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลงานวิจัย แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรอัตโนมัติในการจัดเรียงล้อเข้าชั้นวางสามารถทำงานได้ตามแนวคิดที่ออกแบบไว้ คือ เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถรับน้ำหนักที่สูงของล้อได้สามารถลดปัญหาด้านการจ้างแรงงานคน จากการลดจำนวนพนักงาน 3 คนที่สถานีงานการบรรจุหีบห่อ ซึ่งค่าแรงงาน 1 คน/เดือน เท่ากับ 14,500 บาท ลดคนงาน 3 คน (14,500 X3 = 43,500 บาท/เดือน) และใน 1 ปี งานวิจัยนี้สามารถลดต้นทุนได้ 43,500X12 = 522,000 บาท/ปี และยังสามารถลดปัญหาพนักงานลาป่วยเนื่องจากเหนื่อยล้าจากการยกล้อที่มีน้ำหนักสูงเข้าชั้นวางสินค้าได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการวิจัยต่อในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาตามนโยบายของบริษัทที่ต้องการแก้ปัญหาการลาออกของพนักงานที่มีอัตราส่วนการลาออกสูง และเพิ่มผลิตภาพการผลิตด้วยการลดต้นทุนทางด้านค่าแรงงาน เครื่องจัดเรียงล้ออัตโนมัติมีประโยชน์มากหลังจากใช้งานจริง บริษัทสามารถลดจำนวนพนักงานจากพนักงาน 4 คนเป็นพนักงาน 1 คนในสถานีบรรจุหีบห่อ สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตได้ถึง 27.39% และจะได้ทุนคืนสำหรับการลงทุนสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติภายในเวลาไม่เกิน 3 ปี

สถานะการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติในช่วงเริ่มต้นนั้นไม่เสถียรนัก เนื่องจากการโปรแกรม PLC มีปัญหาในส่วนของการโปรแกรมที่ไม่สมบูรณ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างต่อเนื่องจนทำให้การทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติมีการทำงานที่ราบรื่นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Xuhui Wang and Yinuo Wang, “**Application of Automation Technology in Automobile Machinery Manufacturing**”. 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1885 042056

[2] Karim Abdel-MalekBurton Paul, “**Criteria for the Design of Manipulator Arms for a High Stiffness-to-Weight Ratio**” Journal of Manufacturing Systems1998Volume 17, Issue 3Pages 209-220

[3] www.trmodernasia.com/content/3057/ผลิตและจำหน่าย-**เครื่องช่วยยก-เครื่องทุ่นแรง ระบบลม-air-balancer-manipulator.**

[4] Virendra Patidar, Apoorva Mishra, Ritu Tiwari, “**Robotic Gripper Arm System with Effective Working Envelope**” Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2018)

[5] Nwokomah Wilson Gosim, Tarig Faisal, H M A A Al-Assadi, and Mahmud Iwan, “**Pick and Place ABB Working with a Liner Follower Robot**” International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012)

[6] S. Premkumar, K.Surya Varman,R.Balamurugan, “**Design and Implementation of multi handling Pick and Place Robotic Arm**” International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 33 Number 3- March 2016

[7] Paul Doliotis, Christopher D. McMurrough, Alex Criswell, Matthew B. Middleton, and Samarth T. Rajan. “**A 3D Perception-based Robotic Manipulation System for Automated Truck Unloading**” 2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE) Fort Worth, TX, USA, August 21-24, 2016

[8] Marichi Agarwal, Swagata Biswas, Chayan Sarkar, Sayan Paul, and Himadri Sekhar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Paul. “**Jampacker: An efficient and reliable robotic bin packing system for cuboid objects**” IEEE Robotics and Automation Letters. Preprint Version. Accepted November, 2020

[9] F. J. G. Silva, G. Swertvaegher, R. D. S. G. Campilho, L. P. Ferreira, J. C. Sá. “**Robotized solution for handling complex automotive parts in inspection and packing**” 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021) 15-18 June 2021.

[10] Omolayo M. Ikumapayi, Sunday A. Afolalu, Temitayo S. Ogedengbe, Rasaq A.Kazeem, Esther T. Akinlabi. “**Human-Robot Co-working Improvement via Revolutionary Automation and Robotic Technologies – An overview**” 4th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing 2022

[11] **ระบบอัตโนมัติ**. ม.ป.ป. [Online].เข้าถึงได้จาก : https://www.chi.co.th/article/article-1148/

[12] Colin, S. H. 1999. “**Analysis of Plant Performance**.” in Perry’s Chemical Engineers’ Handbook. Green D. W. and Perry H.R. (eds), 7 th ed. New York : McGraw-Hill.

[13] Brett Jackson. 2013. “**Seven Wastes**.” Retrieved September 14, 2017, from http://www.results.wa.gov/sites/default/files/The%207%20Wastes.pdf

[14] **การยศาสตร์**. ม.ป.ป. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://old-book.ru.ac.th/e-book/h/HA233/chapter3.pdf

[15] ฉัตรชัย ริบรวมทรัพย์ และ นิรุตติ์ วันยะโด. 2560. “**เซอร์โวมอเตอร์**.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.advance-electronic.com/blog/detail/86/th/

[16] ฉัตรชัย ริบรวมทรัพย์. 2560. “**โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์.**” [Online]. เข้าถึงได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

: http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/

[17] **เซนเซอร์แสง**. ม.ป.ป. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://mall.factomart.com/principle-of-photoelectric-sensor/

[18] **กระบอกลม**. 2561. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.siam-automation.com/article/5/

[19] **อุปกรณ์เพิ่มแรงดันลม**. 2564. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.winintertech.com/

[20] **เซนเซอร์ม่านแสงนิรภัย**. 2563. [Online]. เข้าถึงได้จาก https://sonicautomation.co.th/how-safety-light-curtain-work/

[21] ขนกนาถ บู่สาลี. 2556 "**การแก้ไขปัญหาคอขวดและการเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตหมากฝรั่งโดยแนวคิดการผลิตแบบลีน.**" วิทยานิพธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

[22] รื่นฤดี โยธาคุณ, วรรณกร นามนู, สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์. 2558 "**การลดความสูญเสีย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม**."สาขาสถิติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[23] Peter Burggraf, Johannes Wagner, Matthias Dannapfel, Sarah Fluchs, Katharina Muller, Benjamin Koke. "**Automation decisions in flow-line assembly systems based on a cost-benefit analysis.**" 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems. 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The 9th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST 2023)

Productivity Increasing using the Automation Machine for Arranging Wheels into the Finished Goods Rack in a Wheels Assembly Manufacturer

Jakkrit Thudthong[*, 1] , Noppadol Maneerat[*, 2,C] , Chanathip Wongsomboon[*, 3] , Sutikamon Sukasem[*, 4] , Bundit Pasaya[*,5] , Virot Wuti[*,6]

[*] *School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520 Thailand*

E-mail: [1] 63601270@kmitl.ac.th, [2] noppadol.ma@kmitl.ac.th [3] 63601278@kmitl.ac.th [4] 63691277@kmitl.ac.th, [5] bundit.pa@kmitl.ac.th , [6] virot.wu@kmitl.ac.th

C: Correspondence: noppadol.ma@kmitl.ac.th; Tel. : +66-87-911-3939

Abstract— **The automotive parts manufacturing business has continuously increased market competition. The production costs are always discussed when negotiating prices. (The price of the product is often taken into account in always negotiating with customers) Therefore, manufacturers focus on continuously reducing production costs. To maintain reasonable profits in this research, a method to reduce costs by creating an automation system to replace manual labor in the wheel packaging workstation is presented. Because human labor is one of the main costs in the cost of producing goods. This research was carried out in a wheel assembly plant in the TFD Industrial Estate and after the implementation an automation system for wheel arranging. The company can reduce production costs by reducing the number of employees in the workstation packing for 3 people and can reduce production costs by 522,000 baht per year and increase productivity by 127.84% as well.**

Keywords— Increasing Productivity, Cycle Time Reduction, Automation System, Headcount Reduction, Wheels Automatic Packing

I. INTRODUCTION

The automotive parts manufacturing industry is more competitive. Therefore, if a company that can reduce production costs to be lower than its competitors in the market will have a competitive advantage. The main cost of producing products mainly depends on the price of raw materials and labor costs. The employment of employees to work in such factories has a high resignation rate. Due to the nature of work that requires force to lift products that are quite heavy. Causing employees to have fatigue from work from the aforementioned problems, the top management has therefore given a policy to find a solution. The automation system has increasingly in many manufacturing industries to reduce the labor cost. The automation technology was applied in various factories in China. [1] In the research of using air balance arm manipulator to solve the problem of heavy lifting [2], [3] but it is not suitable for use. The robotic arm was applied to replace the workers in a factory. [4], [5], [6]. The autonomous robotic manipulation packing system also was applied [7], [8]. Researchers have been turning to new considerations that arise when implementing the automated packing system [9] and the human-robot co-working concept also applied [10].

From the research that has been studied, it is still not suitable for development in a sample factory. Because the cost is too high space constraints including the existing shelf equipment the search for ways to reduce production costs must take into account such factors. The researcher therefore presents a method to reduce the cost of production by the system. Automatic wheel arranging solves the problem of limited space and high load carrying capacity. This will reduce the problem of hiring people and reduce the production costs.

II. PROBLEM ANALYSIS

A car wheel assembly manufacturing facing problems with labor shortages and employees resigning very often due to the nature of their works, they are lifting and moving products wheels which are quite heavy.

A. Current Situation of Wheels Aseembly Manufacturing

At present, the situation of wheel assembly line uses: 14 operators to operate the machine, which consists of persons.1-2 inputting the raw material (Rim & tire), person.3 for raw material inspection, person 4 for RDC valve tightening, person 5 applying grease to rim & tire, person 6 putting rim & tire into a mounting machine, person 7 inflating tires, person 8 sticking the wheel balancing weight, person 9 audit balancing, person 10 final inspection, persons 11-14 packing, the problem has

979-8-3503-2204-0/23/$31.00 ©2023 IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

occurred at packing station due to the product is heavy and effect to the worker was backache after they working long times. As the figure 1 shows about current situation of the line layout including operator moving wheel product to F/G rack it's very heavy for worker. The weight of 1 wheel = 40 Kg.

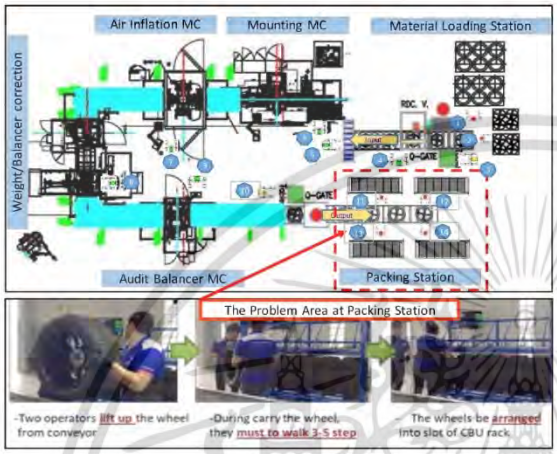
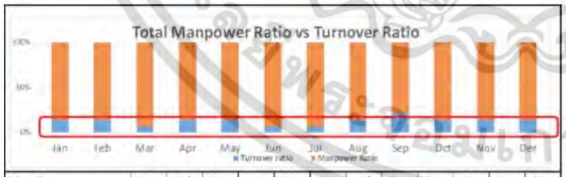


Fig. 1. shows the current process for moving wheel into F/G rack.

B. *Analysis for Manpower Turnover Problem*

Since the start of the production line in 2020, the company has been collecting data on the resigned employees at the packaging station. They found a very high ratio. As shown in table1 the situation of manpower was not enough for the whole year. An average of 13% loss also makes the product quality unstable because the workers change many times and also loose time for recruitment process and re-training of the new employee.

TABLE I. SHOWS THE COMPARISONS OF TOTAL MANPOWER AND TURNOVER RATIO.



Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Turnover ratio	14%	14%	7%	14%	14%	7%	7%	14%	21%	14%	14%	14%
Manpower Ratio	86%	86%	93%	86%	86%	93%	93%	86%	79%	86%	86%	86%
Total Manpower	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
remain after resigned	12	12	13	12	12	13	13	12	11	12	12	12
Number of Resigned	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	2

C. *Analysis for Productivity*

Improving productivity is the key to bringing an organization to its business goals.

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Cycle time X Output}}{\text{Headcount X Working time}} \text{ X } 100 = \text{Ratio \%} \qquad (1)$$

For the current situation of Productivity ratio is

$$\text{Productivity} = \frac{15 \text{ X } 450}{14 \text{ X } 480} \text{ X } 100 = 100.45\,\%$$

From the problem analysis, we decide on an approach to problem-solving using an automation system for replacement an operator at the packing workstation to decrease headcount, increase productivity and operation cost reduction as well.

III. DESIGN CONCEPT

Regarding the space limitations of the factory, we decided to apply an automation arranging system. The system consists of 3 units. (Wheel Feeder, Wheel Rotation, Wheel Arranging)

The concept and machine overview was shown in Figure 2.

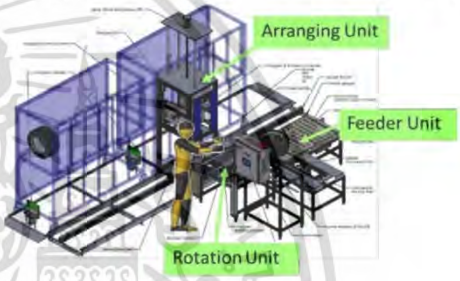


Fig. 2. shows the design concept and overview.

1. *Wheel Feeder Unit*

The operation concept is feeding the product from the main line and transfer to the rotation unit. In the actual situation of the production line are not only an OK product it has a NOK product as well. The feeder unit, it has a channel for supporting the NOK product (Send to Repair) by using the motor driving roller conveyer for moving the wheel from main line transfer to the next process rotation unit or reject way. The working flow starting from push "OK" button then the auto conveyer is driven. The photo sensor checks a wheel type by high level of wheel (Front or Rear). If the level is high, it is the rear wheel. If the sensor is low, it is the front wheel. In case of the wheel NOK, a staff will push NOK button then the roller will lift and drive wheel to reject conveyer. The wheel feeder unit overview is shown in figure 3.

Fig. 3. shows the design concept of wheel feeder unit.

2. *Wheel Rotation Unit*

The operation concept is receiving a wheel from feeder unit then turning a wheel from 0 degree to 90 degree and move a wheel to arranging unit. The working flow starts from moving

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the wheel from conveyer by pneumatic cylinder 1 for driving the pulling arm into rotation unit then system will check the wheel size by a photo sensor. After that the pneumatic cylinder 2 moves down the mounting plate for holding a wheel. Next the pneumatic 3 drives the rotation unit to turn 90 degrees. Then the pneumatic 3 drives the long pushing rod to push a wheel into the arranging unit. The wheel rotation unit design is shown in figure 4.

Fig. 4. shows the design concept of wheel rotation unit.

3. Wheel Arranging Unit

The operation concept is receiving a wheel from the rotation unit then starts to arrange wheel from the top left to right 12 pieces and the left to bottom right 12 pieces which is the completed 1 operation loop. The working flow starts from a rear stopper that is opened by the cylinder pneumatic 1. Then pneumatic 2 drives the wheel mounting plate for holding a wheel and the servo motor moves the arranging unit sequency from the left side to right side. Then camera will check the finished goods rack slot is empty or not. If it is not empty, it shows the arm warning. If the slot is empty, the pneumatic cylinder will push wheel to rack. The design concept of wheel arranging unit is shown in figure 5.

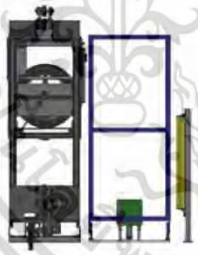


Fig. 5. shows the design concept of wheel arranging unit.

The machine overview after connecting with 3 units starts from the wheel feeder unit gets a wheel from mainline then it is sent to the rotation unit for turning from 0 degrees to 90 degrees after that it is pushed to the arranging unit for moving the wheel into the finished goods rack. We also use only 1 staff for operating the whole machine. Figure 6 shows the automate wheel arranging machine.

Fig. 6. shows the automate wheel arranging machine.

For the experiment, wheels were loaded into the automation machine for arranging wheels. The wheels flew from the feeder unit then moved to the wheel rotation unit for turning the wheel then moved to the wheel arranging unit for loading the wheel to finished good rack. Finally, the automation machine decreased manpower following the purposes.

IV. Automation System Process Flow Chart

The conveyor starts to receive a wheel and it checks the size of the wheel is correct or not correct. If the wheel is correct, it will be moved to the rotation unit. If it is not correct, it will be sent to the reject area. For the rotation unit after receiving the wheel, the machine will turn the wheel from 0 degrees to 90 degrees and then push the wheel into the lifter/arranging unit. For arranging unit, the first step it checks the slot of the finished goods rack is empty or not. If the slot is empty, the machine pushes the wheel into a rack. If the slot is not empty, it stops the operating. The system process flow is shown in figure 7.

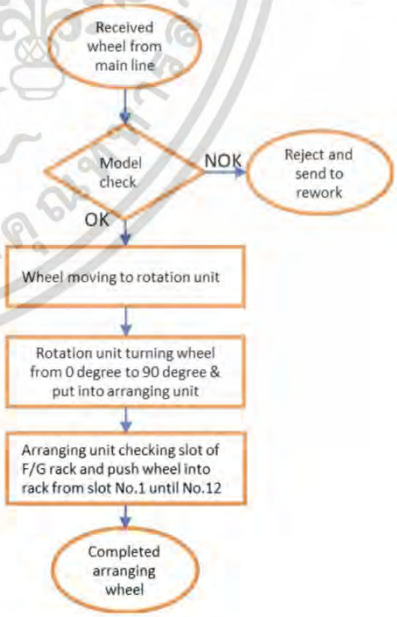


Fig. 7. shows the system process flow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V. Result and Discussion

We can reduce the headcount at a packing workstation from 4 persons to 1 person. For the rest of the employees, 1 person is responsible for controlling the operation of the automation machine. The manpower reduction result in the production process is shown in figure 8.

Before = 4 persons. After = 1 persons

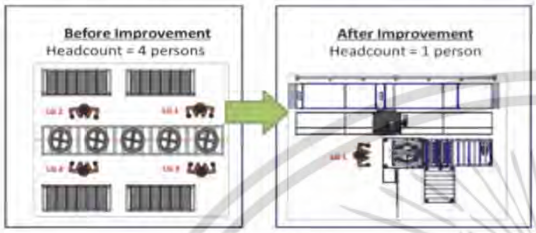


Fig. 8. shows the manpower reduction result.

Productivity ratio comparison between before and after improvement, the productivity ratio before improvement was 100.45 percent. We are able to increase the productivity up to 27.39%, after improvement using automation the productivity ratio is 127.84%. The main factor contributing to increase productivity is reducing 3 workers from implementing the automation machine as shown in figure 9.

Before Improvement After improvement

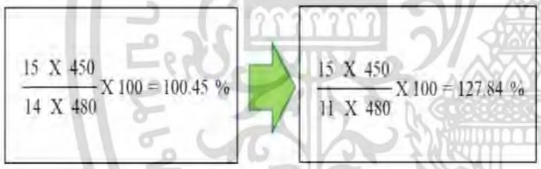


Fig. 9. shows the productivity improvement result.

The cost reduction can reduce cost: 522,000 bath/year from reducing 3 headcounts at the packing workstation. The labor cost of 1 worker/month is 14,500 baht and the automate arranging machine can reduce 3 workers (14,500 X 3 = 43,500 baht/month) and in 1 year can reduce costs (43,500 X 12 = 522,000 baht/year) is shown in figure 10.

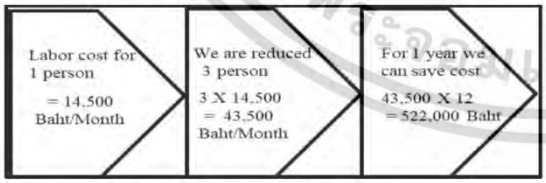


Fig. 10. shows the reduction result.

The calculation of a break-even point, the cost of making a machine is 1,500,000 baht. An automatic Machine can reduce 3 workers which is calculated as the amount of 522,000 baht per year: 1,500,000/522,000 = 2.87 that means the break-even point is within 3 years

VI. Conclustion

Based on the policy of the company needed to solve problem of employee resigned was the high turnover ratio and increase productivity also for cost reduction. The automation wheel arranging machine is really helpful after implementation. The company can reduce the headcount from 4 staff to 1 staff at the packing workstation. The productivity can increase up to 27.39% and the return of investment is within 3 Years.

The machine condition from the beginning was not stable due to the PLC programming. They had a bit bug problem. We also fixed it until the operating was in the smooth condition. The limitation of the research is the high cost of automation machine. However, the automation machines are valuable investing for cost reduction, productivity increasing and human ergonomics. Future work the fully automation will be researched.

References

[1] X. Wang and Y. Wang, "Application of Automation Technology in Automobile Machinery Manufacturing,". 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1885 042056

[2] K. Abdel-Malek, B. Paul, "Criteria for the Design of Manipulator Arms for a High Stiffness-to-Weight Ratio," Journal of Manufacturing Systems, Volume 17, Issue 3Pages 209-220, 1998.

[3] www.trmodernasia.com/content/3057/ผลิตและจ าหน่าย-เครื่องช่วยยก-เครื่องทุ่นแรงระบบลม-air-balancer-manipulator.

[4] V. Patidar, A. Mishra and R. Tiwari, "Robotic Gripper Arm System with Effective Working Envelope," Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), 2018.

[5] N. Wilson Gosim, T. Faisal, H. M A A Al-Assadi and M. Iwan, "Pick and Place ABB Working with a Liner Follower Robot," International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS), 2012.

[6] S. Premkumar, K. Surya Varman and R. Balamurugan, "Design and Implementation of multi handling Pick and Place Robotic Arm," International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 33 Number 3- March 2016.

[7] P. Doliotis, C. D. McMurrough, A. Criswell, M. B. Middleton and S. T. Rajan, "A 3D perception-based robotic manipulation system for automated truck unloading," 2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), Fort Worth, TX, USA, 2016.

[8] M. Agarwal, S. Biswas, C. Sarkar, S. Paul and H. Sekhar Paul. "Jampacker: An efficient and reliable robotic bin packing system for cuboid objects," IEEE Robotics and Automation Letters. Preprint Version. Accepted November, 2020.

[9] F. J. G. Silvaa, G. Swertvaeghera, R. D. S. G. Campilhoa, L. P. Ferreiraa, J. C. Sáa, "Robotized solution for handling complex automotive parts in inspection and packing," 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021) 15-18 June 2021, Athens, Greece.

[10] O. M. Ikumapayi, S. A. Afolalu, T. S. Ogedengbe, R. A. Kazeem, E. Akinlabi. "Human-Robot Co-working Improvement via Revolutionary Automation and Robotic Technologies – An overview," 4th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing 2022.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นาย จักกฤษ ทัดทอง
วัน-เดือน-ปีเกิด	13 มกราคม 2519
ที่อยู่ปัจจุบัน	23/1 หมู่ 3 ต.บางหัก อ.พานทอง จ.ชลบุรี 20160
	เบอร์โทรศัพท์ 081- 652-3500
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชนครินทร์
	กำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
	สาขาวิชาวิศวกรรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
	ลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ธันวาคม 2543 ถึง เมษายน 2556
	บริษัท โซนี่ เทคโนโลยี ประเทศไทย จำกัด
	ตำแหน่ง : รองผู้จัดการฝ่ายผลิต
	พฤษภาคม 2556 ถึง สิงหาคม 2558
	บริษัท ไทรอัมพ์มอเตอร์ไซเคิลส์ ประเทศไทย จำกัด
	ตำแหน่ง : ผู้จัดการฝ่ายผลิต
	กันยายน 2558 ถึงปัจจุบัน
	บริษัท เพาเวอร์เทค เอ็นจิ้น แอสเซมบลี จำกัด
	ตำแหน่ง : ผู้จัดการฝ่ายผลิตและวิศวกรรม
ผลงานตีพิมพ์	Productivity Increasing Using the Automation Machine for Arranging Wheels into the Finished goods Rack in a Wheels Assembly Manufacturer
	The 9th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology. (ICEAST 2023) Vientiane, Lao PDR
	979-8-3503-2204-0/23/$31.00 ©2023 IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้