

สายพานลำเลียงชิ้นส่วนของก๊อกน้ำ

Conveyor Belt for Handling the Parts of Faucets

อักรอม หะสาเมาะ¹ ณัฐวุฒิ บุญลักษณ์ ศักรินทร์¹ อนันตทรัพย์¹ และ ประเสริฐ วิโรจน์ชิวัน¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงษ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: prasertwirot@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อลดเวลาที่เสียไปในช่วงตอนในการขนส่งชิ้นงานของพนักงานเข้าสู่กระบวนการประกอบ จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงานมีหลายขั้นตอน ใช้เวลาในการขนส่งชิ้นงานอยู่ที่ 66 วินาที ต่อ 1 รอบ ดังนั้นใน 1 วัน ตามเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน พนักงานจะใช้เวลาในการขนส่งชิ้นงานคิดเป็นเวลา 52 นาที 48 วินาที ของการทำงานในแต่ละวัน ดังนั้นจึงทำการสร้างระบบขนถ่ายวัสดุมาเสริมในกระบวนการขนส่งชิ้นงาน โดยนำเอาระบบสายพานลำเลียงมาช่วยในการขนส่งชิ้นงาน เพื่อลดขั้นตอนการขนส่งชิ้นงานโดยใช้แรงงานคน ผลการดำเนินงานพบว่า สามารถลดเวลาการขนส่งชิ้นงานจาก 52 นาที 48 วินาที ได้ทั้งหมดหรือลดเวลาได้ 100% ช่วยเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น

คำสำคัญ: ระบบขนถ่ายวัสดุ, สายพานลำเลียง, การเพิ่มผลผลิต

Abstract

The objective of this thesis reduces time loss in the transportation process of parts by the employees to the assembly line. Based on the problem analysis, it was found that the process of transporting the part by employees was multi-step. The transporting time of the parts is 66 seconds per cycle, so in 1 work day, the normal working time is 8 hours per day. Employees used the all time for transporting the parts be 52 minutes, 48 seconds in 1 workday. Therefore, the material handling system was added to the transportation process of parts. The conveyor system is used to transport the work for reducing the step of transportation of the parts of human labor. The result of the operation was found that can reduce the transit time of parts from 52 minutes 48 seconds, or reduce the time to 100% which is increased productivity.

Keywords: Material Handling System, conveyor, product increase

1. บทนำ

โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคำเนินธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายมาตรวัดน้ำ ก๊อกน้ำ และอุปกรณ์ประเภทต่าง ๆ ในส่วนของกระบวนการผลิตก๊อกน้ำได้ใช้เครื่องจักรช่วยในการผลิต เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานและรวดเร็ว แต่ในการผลิตก๊อกน้ำ เครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบก๊อกน้ำจะต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนประกอบส่วนหัวก๊อกกับส่วนท้ายก๊อกเข้าสู่เครื่องประกอบ โดยมีพนักงานทำหน้าที่ขนส่งชิ้นส่วนจากจุดหนึ่งมาอีกจุดหนึ่ง ทำให้เกิดความล่าช้า และส่งผลกระทบต่อผลผลิตที่ได้ จึงได้ร่วมกันหาวิธีแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น เพื่อลดขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วน และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีระบบขนถ่ายวัสดุ

ระบบขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) เป็นเรื่องของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องให้ความสำคัญ ต้องมีความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย เพื่อให้การจัดการกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเกิดประสิทธิภาพ ระบบการขนถ่ายวัสดุ คือ การจัดเตรียมสถานที่ทำงานให้มีตำแหน่งประจำของวัสดุแต่ละชนิด และการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายวัสดุเหล่านั้น เพื่อนำไปเข้ากระบวนการผลิต ทั้งนี้ต้องมีความสะดวกต่อการผลิต ซึ่งการที่จะทำให้เกิดขึ้นเหล่านี้ ต้องอาศัยทักษะและความรู้ในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนถ่ายวัสดุ การใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากความรู้และทักษะในการเลือกใช้แล้วยังต้องมีความรู้และทักษะในการออกแบบ สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย โดยองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการขนถ่ายวัสดุได้แก่ การเคลื่อนที่ (Motion) เวลาที่ต้องขนถ่าย (Time) ปริมาณในการขนถ่าย (Quantity) และเนื้อที่ที่จะใช้สำหรับอุปกรณ์ในการขนถ่าย (Space)

องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุในระบบการขนถ่ายวัสดุที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1) การเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุ-

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3
Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

สินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือคือการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้า จากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) 2) เวลานั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ที่ว่ามันน้อยแค่ไหน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นเวลายังเป็นตัวกำหนดการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทางหรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี 3) ปริมาณวัสดุ-สินค้า ที่ต้องเคลื่อนที่ ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบและประหยัดค่าใช้จ่าย 4) เนื้อที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุจำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับตั้งกลไกของระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป [1]

งานการขนถ่ายวัสดุ ประกอบด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการ 1) งานเคลื่อนย้ายวัสดุ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตำแหน่งที่ทำงานเองหรือตำแหน่งที่ทำงานระหว่างเครื่องจักร ระหว่างแผนก ระหว่างโรงงาน หรือระหว่างอาคาร ตลอดจนการขนวัสดุขึ้นและลง 2) งานเก็บวัสดุ-สินค้า คือ การเก็บพัสดุ-สินค้า ที่ส่งเข้ามาก่อนป้อนเข้ากระบวนการผลิต การเก็บพัสดุ-สินค้าในขั้นตอนการผลิต ตลอดจนการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนที่จะส่งออกไปยังผู้ใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาใช้อ้างอิงทฤษฎี ว่ามีความสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งของพนักงานได้หรือไม่

Shirong Zhang และ Xiaohua Xia [2] ศึกษาการควบคุมที่เหมาะสมของระบบการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพของระบบสายพานลำเลียง ที่ความก้าวหน้าของระบบการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพของระบบลำเลียง สามารถทำให้สำเร็จที่ขึ้นกับอุปกรณ์และดำเนินการระบบควบคุมและการควบคุม ความเร็วเฉลี่ย ถูกนำเสนอในรายงานเพื่อที่จะพัฒนาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในระบบสายพาน ระบบการควบคุมที่เหมาะสมและการควบคุมการขับเคลื่อน ความเร็วสายพานถูกนำเสนอเพื่อที่จะพัฒนาการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพของระบบสายพานใน ระบบการดำเนินการ โดยระบบการลำเลียงถ่านหินในโรงงานไฟฟ้าถ่านหินถูกนำมาเพื่อเป็นกรณีศึกษาที่สามารถประหยัดพลังงานได้สำเร็จ

A.J.G. Nuttalla และ G.Lodewijksa [3] ศึกษาแบบฟอร์มที่เทียบ กับแรงดึงสายพานลำเลียงที่ล้อขับเคลื่อน ได้เสนอการขยายแบบจำลองที่มีอยู่แล้วใช้ในการลำเลียงสายพานแบบ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและแบบฟอร์มในสายพานลำเลียงที่ล้อขับเคลื่อนกับพื้นผิวโค้ง

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงานมีหลายขั้นตอน ใช้เวลาในการขนส่งชิ้นงานเป็นเวลา 66 วินาที ต่อ 1 รอบ ดังนั้นใน 1 วัน ตามเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง จะใช้เวลาในการขนส่งชิ้นส่วนเป็นเวลา 52 นาที 48 วินาที

3.2 การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

จากการรวบรวมสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ จึงได้แนวทางการปรับปรุงโดย ขั้นตอนการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการทำงานในขั้นตอนการนำชิ้นส่วนเข้าสู่กระบวนการผลิต และเก็บข้อมูลการทำงานจริงของกระบวนการประกอบชิ้นส่วน

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและติดตั้งสายพานลำเลียง

ดังนั้นจึงปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมในกระบวนการผลิต ดังนี้

1. ปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการทำงานและขั้นตอนการทำงาน ของพนักงานก่อนปรับปรุง
2. ปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงาน
 - 2.1 ปรับปรุงการยกถังชิ้นส่วนหลังจากแยกชิ้นส่วนใส่รถเข็นบรรทุกถังบรรจุชิ้นส่วนก่อนปรับปรุง
 - 2.2 ปรับปรุงการขนส่งชิ้นส่วนที่เป็นส่วนท้ายของหางก๊อคน้ำเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต
 - 2.3 ปรับปรุงการยกถังชิ้นส่วนลงในเครื่องลำเลียงชิ้นส่วน
 - 2.4 ปรับปรุงการเก็บถังบรรจุชิ้นส่วนหลังจากเทชิ้นส่วนลงเครื่องลำเลียงชิ้นส่วน
3. ปรับปรุงพื้นที่การทำงานของเครื่องประกอบก๊อคน้ำ
4. ปรับปรุงจำนวนถังและรถเข็นขนส่งชิ้นส่วนของก๊อคน้ำ

3.3 รวบรวมข้อมูลก่อนการดำเนินงาน

ในปัจจุบันในแผนกประกอบก๊อคน้ำยังใช้แรงงานคนในการขนส่งชิ้นส่วนเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องประกอบก๊อคน้ำ โดยใน 1 รอบของการขนส่งชิ้นส่วน 150 ชิ้น มีข้อมูลดังนี้ (ทดสอบกับเครื่องประกอบก๊อคน้ำ 1 เครื่อง)

1. ระยะเวลาในการขนส่งชิ้นส่วน ไป-กลับ ใน 1 รอบ เท่ากับ 66 วินาที โดยที่พนักงานเป็นคนขนส่งชิ้นส่วน ระยะเวลาขาไป 53 วินาที ระยะเวลาขากลับ 13 วินาที
2. ระยะทางในการขนส่งชิ้นส่วน ไป-กลับ ใน 1 รอบ เท่ากับ 18.6 เมตร โดยที่พนักงานเป็นคนเดินขนส่งชิ้นส่วน ระยะทางขาไป 9.3 เมตร ระยะทางขากลับ 9.3 เมตร
3. พื้นที่การทำงานของเครื่องประกอบก๊อคน้ำเท่ากับ 25.79 ตารางเมตร

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3
Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

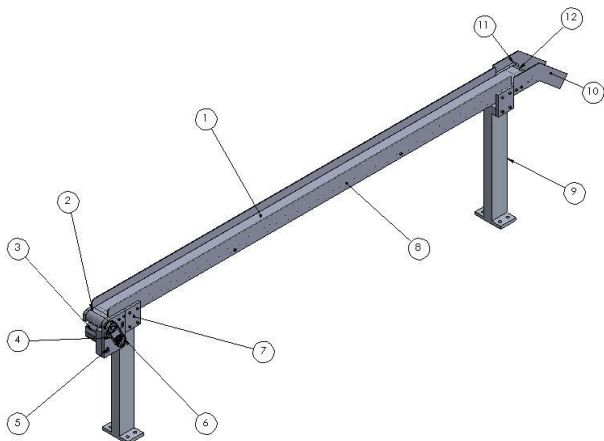
4. จำนวนลังในการขนส่งชิ้นส่วน 5 ลัง

5. จำนวนรถเข็นในการขนส่งชิ้นส่วน 2 คัน

จากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่า เวลาและการใช้แรงของพนักงานเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ รวมถึงเกิดการคิดขัดในการทำงาน ไม่สะดวก เนื่องจากจำนวนลังบรรจุชิ้นส่วนและรถเข็นบรรทุกชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นมีอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้เสียพื้นที่ในการทำงาน จะพบว่ามี 1 วัน ทำงานปกติ เวลา 8 ชั่วโมง พนักงานจะต้อง ใช้เวลาไปกับการเข็นรถเพื่อขนส่งชิ้นส่วน 52 นาที 48 วินาที ใช้แรงในการเดินขนส่งชิ้นส่วนเป็นระยะทาง 892.8 เมตร มีพื้นที่การทำงานทั้งหมดของเครื่องประกอบก๊อคน้ำเท่ากับ 25.79 ตารางเมตร ใช้ลังบรรจุชิ้นส่วนจำนวน 7-8 ลัง โดยการทำงานจะใช้ลังหมุนเวียนกัน ใช้รถเข็นในการขนส่งชิ้นส่วนจำนวน 4-5 คัน ซึ่งการทำงานจริง จะใช้รถเข็นหมุนเวียนกัน

3.4 การออกแบบ

การออกแบบสายพานลำเลียงขนส่งชิ้นส่วน เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานในการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงาน แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชิ้นส่วนประกอบสายพานลำเลียงขนส่งชิ้นส่วน

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1. สายพานลำเลียง | 7. แผ่นยึดจับขาตั้งกับรางสายพาน |
| 2. ลูกกลิ้งขับ | 8. แผ่นกันชิ้นส่วนตก |
| 3. มอเตอร์ | 9. ขาดังรางสายพาน |
| 4. สายพานลิ่ม | 10. รางบังคับชิ้นส่วนให้ตก |
| 5. แผ่นยึดมอเตอร์ | 11. แผ่นยึดรางบังคับชิ้นส่วนให้ตก |
| 6. เฟืองขับ | 12. ลูกกลิ้งตาม |

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์และส่วนประกอบ

1. ประกอบชุดสายพานลำเลียง
2. ติดตั้งชุดสายพานลำเลียง

3.6 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบสายพานลำเลียงขนส่งชิ้นส่วนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์
2. ระยะเวลาในการขนส่งชิ้นส่วน (จับเวลา)
3. ระยะทางในการขนส่งชิ้นส่วน (วัดระยะทาง)
4. พื้นที่การทำงานของเครื่องประกอบก๊อคน้ำ 1 เครื่อง (วัดพื้นที่)
5. จำนวนลังบรรจุชิ้นงาน (นับจำนวนลัง)
6. รถเข็นเล็กสำหรับขนส่งชิ้นส่วน (นับจำนวนรถเข็น)
7. รถเข็นใหญ่สำหรับเก็บลังบรรจุชิ้นส่วน (นับจำนวนรถเข็น)
8. ความสะดวกในการทำงานของพนักงาน (เปรียบเทียบลักษณะการทำงาน)

3.7 การเก็บข้อมูลหลังการดำเนินงาน

หลังการติดตั้งสายพานลำเลียงขนส่งชิ้นส่วนที่เครื่องประกอบก๊อคน้ำที่เป็นกรณีศึกษา จึงดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งสายพานลำเลียง

1. เปรียบเทียบการปรับปรุงรูปแบบวิธีการทำงานและขั้นตอนการทำงานของพนักงาน แสดงดังรูปที่ 2-3 และผลการเปรียบเทียบการปรับปรุงรูปแบบวิธีการทำงานดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 ก่อนปรับปรุงกระบวนการทำงานและขั้นตอนการทำงาน

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology



รูปที่ 3 หลังปรับปรุงกระบวนการทำงานและขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการปรับปรุงรูปแบบวิธีการทำงานและขั้นตอนการทำงานของพนักงาน

ข้อมูลเปรียบเทียบ	ก่อน	หลัง	ผลลัพธ์ที่ได้
ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงานเพื่อความสะดวกในการขนส่งชิ้นงาน	แยกส่วนท้ายของก๊อคน้ำจนเต็มถังเพื่อรอการขนส่งชิ้นส่วน	แยกส่วนท้ายของก๊อคน้ำวางบนสายพานลำเลียง ซึ่งทำให้ขนส่งชิ้นส่วนได้ทันที	ขนส่งชิ้นส่วนได้ต่อเนื่องทันทีไม่ต้องรอเวลาขนส่งชิ้นส่วน

2. เปรียบเทียบการปรับปรุงขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนของพนักงาน ก่อนการปรับปรุงการขนส่งชิ้นส่วนใน 1 รอบ ต้องใช้เวลา 66 วินาที ต่อระยะทาง 1.86 เมตร หลังการปรับปรุงโดยใช้สายพานลำเลียงทำให้พนักงานไม่ต้องเดิน เพื่อขนส่งชิ้นส่วน สามารถตัดขั้นตอนดังกล่าวนี้ออกไป ทำให้ไม่ต้องสูญเสียเวลากับการขนส่งชิ้นส่วน

3. เปรียบเทียบการปรับปรุงพื้นที่การทำงานของเครื่องประกอบก๊อคน้ำที่เป็นกรณีศึกษา ก่อนการปรับปรุงจะมีพื้นที่ในการปฏิบัติงาน 25.79 ตารางเมตร หลังการปรับปรุงจะได้พื้นที่ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นเป็น 29.18 ตารางเมตร

4. เปรียบเทียบการปรับปรุงจำนวนครั้งที่ใช้ในการขนส่ง ก่อนการปรับปรุง จะใช้จำนวนครั้งในการขนส่ง 7-8 ครั้ง หลังการปรับปรุงสามารถตัดขั้นตอนนี้ออก จึงทำให้ไม่ต้องใช้ครั้งในการขนส่ง ส่งผลทำให้ได้พื้นที่การปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่ต้องมีพื้นที่วางถัง

5. เปรียบเทียบการปรับปรุงจำนวนรถเข็น ก่อนการปรับปรุง จะใช้จำนวนรถเข็นในการขนส่ง 4-5 คัน หลังการปรับปรุงสามารถตัด

ขั้นตอนนี้ออก จึงทำให้ไม่ต้องใช้จำนวนรถเข็นในการขนส่ง ส่งผลทำให้ได้พื้นที่การปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น

4.2 ประเมินผลความพึงพอใจ

หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานและขั้นตอนการทำงาน และมีการติดตั้งระบบสายพานลำเลียง โดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการติดตั้งสายพานลำเลียงที่เครื่องประกอบก๊อคน้ำที่เป็นกรณีศึกษา ผลประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี

5. สรุปผล

1 ผลจากการดำเนินโครงการปรับปรุงเพื่อลดขั้นตอนลดระยะเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนของก๊อคน้ำเข้าสู่กระบวนการประกอบพบว่าสามารถลดขั้นตอนลดระยะเวลาในการขนส่งชิ้นส่วน จากเดิมจะใช้เวลาในการขนส่งชิ้นส่วนอยู่ที่ 52 นาที 48 วินาที สามารถลดเวลาได้ทั้งหมดหรือลดเวลาได้ 100% คือ พนักงานไม่ต้องใช้เวลาในการขนส่งชิ้นส่วน

2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจาก

- ลดการเดินทางขนส่งชิ้นส่วนของพนักงาน
- ลดการใช้แรงของพนักงานในการยกถังเพื่อเทชิ้นส่วน
- เพิ่มพื้นที่การทำงานให้แก่พนักงาน ไม่เกิดการติดขัดในการทำงาน การทำงานของพนักงานมีความต่อเนื่องและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โรงงานที่เป็นกรณีศึกษาและพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร โซ่อุปทานองค์กร. [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2560] จาก http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19078.
- [2] S. Zhang and X. Xia, "Modeling and energy efficiency optimization of belt conveyors," *Applied Energy*, vol. 88, pp. 3061-3071, September 2011.
- [3] A.J.G. Nuttalla, and G.Lodewijksa, "Traction versus slip in a wheel driven belt conveyor," *Mechanism and Machine Theory*, vol. 41, 2006.