รหัสบทความ SEITS 15

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนในสายการประกอบรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัท ไทย ฮอนด้า จำกัด

Optimizing parts delivery in motorcycle assembly linesinstead of Case Study of Thai Honda Company Limited

วุฒิไกร อินหา[1], อนุชา นนทรีย์[1], เจษฎา โพธิ์ใหญ่[1], สมภพ ทิมดิษฐ์[2], วิศรุต ถวิลวงศ์สุริยะ[2]

[1] นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ; ie.engineer@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งล้อรถจักรยานยนต์จากแผนกจัดจ่ายชิ้นส่วนให้กับสายการผลิตโดยใช้รถนำทางอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle) แทนคน เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งล้อรถจักรยานยนต์ในกระบวนการผลิตที่เกิดการรอคอย 16 นาที มูลค่าความสูญเสียของกระบวนการเท่ากับ 347,600 บาทต่อวัน ก่อนทำการปรับปรุงจากข้อมูลบันทึกการขนส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ของแผนกจ่ายชิ้นส่วนการขนส่งเฉลี่ย 276 เที่ยวต่อวันใช้เวลา 1905 นาที หลังการปรับปรุงโดยใช้รถขนส่งอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle) จำนวนเที่ยวการขนส่งลดลงเหลือ 92 เที่ยวต่อวันซึ่งสามารถลดจำนวนเที่ยวได้ 33 เปอร์เซนต์ การนำรถอัตโนมัติมาใช้หลังปรับปรุงสามรถลดจำนวนคนในการจัดจ่ายส่งจาก 48 คนลดลงเหลือ 40 คนหรือคิดเป็น 16 เปอร์เซนต์และสามารถแก้ไขเวลาที่รอคอยในกระบวนการผลิตลดลง 16 นาที มูลค่าความสูญเสียลดลง 347,000 บาทต่อวัน คิดเป็นมูลค่าความเสียหายลดลง 100 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เพิ่มประสิทธิภาพงานขนส่ง , รถนำทางอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle) , ลดเวลารอคอย

Abstract

This research project aims to increase the efficiency of motorcycle wheel transport from the parts distribution department to the production line by using an Automated Guided Vehicle instead of a human to reduce the cost of transporting motorcycle wheels in the production process. Waiting for 16 minutes, the loss value of the process is 347,600 baht per day. Before updating from the motorcycle parts supply department's transport records, an average of 276 shipments per day took 1905 minutes After improvements with the use of an Automated Guided Vehicle, the number of trips was reduced to 92 per day, a 33 percent The adoption of an autonomous vehicle after improvements reduced the number of people in delivery from 48 to 40, or 16 percent, and the wait time in the production line was reduced by 16 minutes, reducing the cost of loss. 347,000 baht per day, representing a 100 percent reduction in damage value.

Keywords: increase the efficiency of transportation; automatic guided vehicle (Automated Guided Vehicle)

1. บทนำ (Introduction)

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดยใช้คนเข็นส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์เฉลี่ยวันละ 258 เที่ยว ระยะทาง 15,738 เมตร ใช้เวลา 892 นาที จำนวนคนเข็น 14 คน [1] ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้นทำให้ผลกำไรลดลง โครงการนี้จึงนำเสนอระบบการจัดการการเคลื่อนย้ายสินค้าแบบอัตโนมัติเข้ามาแทนการใช้คนเข็นส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เพื่อลดเวลา ลดต้นทุนและลดโอกาสที่จะเกิดความ ผิดพลาดในการขนย้ายสินค้า หนึ่งในระบบการจัดการการเคลื่อนย้ายสินค้าแบบอัตโนมัตินั่นก็คือ Automated Guided Vehicle (AGV) หรือ รถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติเพื่อลดจำนวนเที่ยวและจำนวนคนที่ขนส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

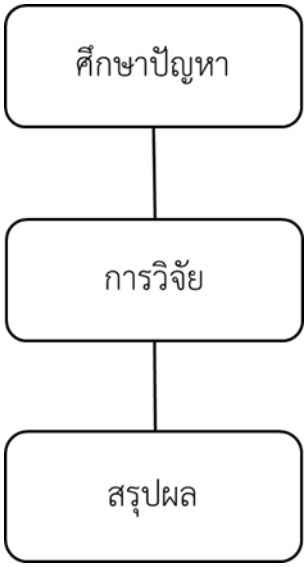
บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ ในกระบวนการผลิตจักรกยานยนต์เกิดการรอคอยชิ้นส่วนทำให้ไม่สามารถส่งรถจักรยานยนต์ได้ตามแผนที่กำหนด ปัญหาการขนส่งโดยใช้คนเข็นจากแผนกจ่ายชิ้นส่วนเข้าไลน์ผลิต พนักงานเข็นแร็คเกิดความเมื่อยล้าประสิทธิภาพการทำงานลดลง ผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tool) โดยใช้ใบบันทึกการตรวจสอบ (Check Sheet) ดำเนินโครงการเพื่อบันทึกเวลาการทำงานเปรียบเทียบคนและรถนำทางอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle) จากผลการวิเคราะห์การนำรถอัตโนมัติ(Automated Guided Vehicle) มาใช้ช่วยให้เวลาที่รอคอยในกระบวนการผลิตลดลง [2]

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานเข็นแร็คชิ้นส่วนจำนวน 3 ประภเท ได้แก่ โซ่ ล้อ แกนล้อหน้า/หลัง พบว่าการขนส่งล้อใช้เวลามากเป็นสาเหตุเกิดการรอคอยในกระบวนการประกอบรถจักรกยานยนต์ จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจำลองการทำงาน โดยกำหนดระยะทาง ความเร็ว เวลาใช้วิเคราะห์ เพื่อกำหนดขนาดรถ AGV และจำนวนแร็คต่อพ่วงที่เหมาะ

จากการวิเคราะห์กำหนดขนาดรถ AGV และจำนวนแร็คที่ใช้การขนส่งล้อรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมคือ 3 พ่วงต่อเที่ยว ซึ่งสามารถลดเวลาและลดจำนวนคนขนส่งเหลือ 8 คน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการใช้รถ AGV ช่วยลดต้นทุนและคืนทุนได้ภายใน 12 เดือน

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนการวิจัย



การศึกษาปัญหา

การศึกษาการทำงานและปัญหากระบวนการประกอบรถจักรยานยนต์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยการศึกษาข้อมูลแผนการผลิตย้อนหลัง 6 เดือน บันทึกการขนส่งชิ้นส่วนจากแผนกจัดจ่ายวัสดุเข้าไลน์ผลิต จากการศึกษาข้อมูลพบว่าปัญหาเกิดจากกระบวนการจัดจ่ายชิ้นส่วนให้กับไลน์ผลิตล่าช้ากระบวนการผลิตเกิดการรอคอยส่งผลให้บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถส่งรถจักรยานยนต์ตามแผนงานที่กำหนด

การวิจัย

การวิเคราะห์การดำเนินงานผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบผังตามกระบวนการผลิต (Process layout) โดยกำหนดให้มีสถานีงาน 3 สถานี [5] คือ สถานีจ่ายชิ้นส่วน (Supply Part Station) สถานีการผลิต (Work Station) สถานีเก็บแร็คเปล่า (Rack Station) มีขั้นตอนปฏิบัติงานดังนี้

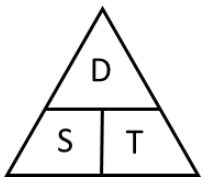
แผนกจ่ายชิ้นส่วน (Supply Part Station) ได้รับเอกสารเบิกจ่ายชิ้นส่วนจากฝ่ายผลิต ดำเนินการเตรียมแร็คชิ้นส่วนตามใบเบิกเพื่อให้รถนำทางอัตโนมัติ (AGV) ลากแร็คชิ้นส่วนไปส่งให้สถานีผลิต เมื่อรถ AGV ลากแร็คชิ้นส่วนมาถึงสถานีการผลิต ทำการปลดตะขอแร็คชิ้นส่วนออกเสร็จแล้วนำแร็คเปล่ามาติดตั้งกับรถ AGV เพื่อส่งไปที่สถานีเก็บแร็คเปล่า เมื่อรถ AGV ลากแร็คเปล่ามาถึงสถานีเก็บแร็ค

ทำการปลดตะขอแร็คเปล่าออกเสร็จรถ AGV เดินทางกลับสถานีจ่ายชิ้นส่วนเพื่อรอคำสั่ง

การดำเนินการใช้ระบบนำทางอัตโนมัติ (AGV) ลากจูงแทนการใช้คน [7] ก่อนการปรับปรุงกระบวนการจ่ายชิ้นส่วน (Process supply part) ใช้แรงงานคนในการปฏิบัติงาน 48 คน การขนส่งที่ต้องเข็นชิ้นงานเฉลี่ยต่อวัน 296 เที่ยวต่อวันระยะทาง 36.8 Km. ใช้กำลังคนในการเข็น 14 คน [2] บริษัทกรณีศึกษาพบว่าสถานการณ์แผนงานลดลงทุกปี แต่ค่าแรงเกี่ยวกับ ขนส่งเพิ่มขึ้นทุกปีส่งผลให้ผลกำไลลดลง หลังปรับปรุงโดยการวิเคราะห์ดำเนินการใช้ AGV ในการลากจูงแทนการใช้กำลังคนสามารถลดแรงงานคนจาก 48 คน ลดลงเหลือ 40 คน หรือลดลง 16.67% ทำให้ลดต้นทุนในการขนส่ง

ปริมาณแร็คพ่วงต่อ AGV ที่เหมาะสม

วิเคราะห์โดยกำหนดปริมาณแร็คชิ้นส่วนที่ลากเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 258 แร็ค ระยะทางที่ขนส่งจากแผนกจัดจ่ายชิ้นส่วนถึงไลน์ผลิต (Supply Part to Production Line) 61 m.ความเร็ว AGV 95 mm. / Sec เวลาทำงานแบ่งเป็น 2 กะ เช้า - บ่ายรวม 16 ชั่วโมงหรือ 57,600 วินาที การพิจารณาประริมาณแร็คที่ต่อพ่วง AGV มีแบบ 1:1,1:2,1:3 แร็ค โดยการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในการหาปริมาณแร็คที่เหมาะสม [5]



D = ระยะทาง mm

T = เวลา sec

S = ความเร็ว mm/sec

จากสูตรกรณีศึกษา ใช้ในการคำนวณหาระยะทางเวลาความเร็ว ของการวิ่งของรถ AGV โดยกำหนดให้ D คือ ระยะทาง (Distance),T คือ เวลา (Time),S คือ ความเร็ว (Speed) วิธีการคำนวณ D = (S x T) ,S = (D / T), T = (D / S) กรณีศึกษา (Case Study) สามรถแทนค่าดังนี้ วิเคราะห์เวลาการขนส่ง Part โดยใช้ AGV

พิจารณาต่อพ่วง AGV แบบ 1:3 แร็ค

สมรรถภาพการขนส่ง

= ปริมาณชิ้นส่วน / (ปริมาณบรรจุหนึ่งแร็ค x 3)

= 2064 / 24 ชิ้น

= 86 เที่ยวต่อวัน

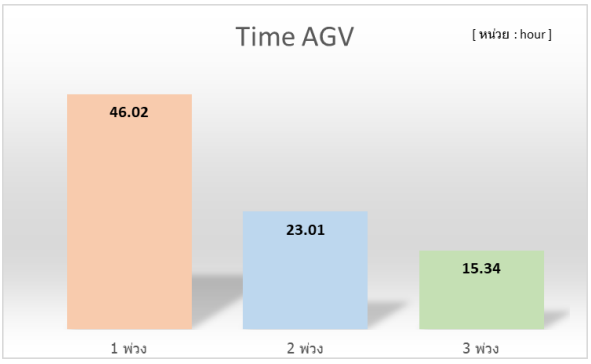
เวลารวมในการขนส่ง

= เวลาต่อเที่ยว x จำนวนเที่ยวต่อวัน

= 642.11 x 86

= 55,221.46 วินาทีหรือ 15.34 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแร็คด้วยหลักทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ ซึ่งวิเคราะห์ใช้ความเร็นในการเดินรถ AGV โดยใช้ความเร็วเริ่มจาก 80 mm/sec ถึง 130 mm/sec พบว่าความเร็วที่เหมาะสมคือ 95 mm/sec ใช้เวลา 15 ชั่วโมง ซึ่งไม่เกินเวลาการทำงานต่อวันในกระบวนการผลิต



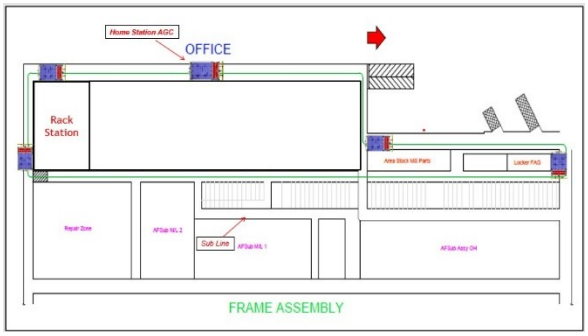
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนแร็คชิ้นงาน

จากภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาจำนวนแร็คที่ใช้รถ AGV ลากต่อวัน โดยวิเคราะห์ลากครั้งละ

1 แร็ค ใช้เวลา 46 ชั่วโมง ลากครั้งละ 2 แร็ค ใช้เวลา 23 ชั่วโมง ลากครั้งละ 3 แร็คใช้เวลา 15 ชั่วโมง ซึ่งการลากครั้งละ 3 แร็ค [6] เป็นจำนวนที่เหมาะสมเพราะใช้เวลาตามกำหนดต่อวัน

3. ผลการวิจัย (Results)

จากการวิจัยได้กล่าวถึงการวิเคราะห์การจับเวลาของการขนส่งชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ 3 ชิ้นส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการทดลอง จากนั้นทำการเก็บรวบรวมผลการทดลองทั้งหมดที่ได้จากการจำลองปัญหา ไปทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธีการทางด้านสถิติ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลองดังต่อไปนี้ วิเคราะห์เวลาการขนส่ง Part โดยใช้กำลังคน วิเคราะห์เวลาการขนส่งโดยใช้รถ AGV ผลลัพธ์ของเวลาและจุดคุ้มทุน



ภาพที่ 2 แผนผังโรงงาน

จากภาพที่ 2 เป็นผังแสดงการขนส่งชิ้นส่วนเข้าไลน์ผลิตรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยกำหนดผังกระบวนการกรณีศึกษา (Case Study) จุดเริ่มต้นจากแผนกจ่ายชิ้นส่วนถึงไลน์ผลิต ระยะทาง 45 เมตร ระยะทางต่อถึงสถานีเก็บแร็คเปล่า 16 เมตร ระยะทางรวม 61 เมตร ใช้เวลาในการขนส่ง 10 นาที

3.1จับเวลาการขนส่งล้อ Wheel FR/RR Assy โดยใช้คนเข็น

ตารางที่ 1 บันทึกการขนส่งล้อ

Activity	Number of times to time					
	1	2	3	4	5	AVE $\bar{x}$
Wheel FR/RR Assy	3.35	3.40	3.50	3.45	3.50	**3.44**
	3.40	3.40	3.45	3.40	3.50	**3.43**
	3.40	3.40	3.50	3.45	3.60	**3.47**
	3.40	3.45	3.50	3.45	3.50	**3.46**
	3.45	3.40	3.45	3.50	3.60	**3.48**
total average $\bar{x}$						**3.46**

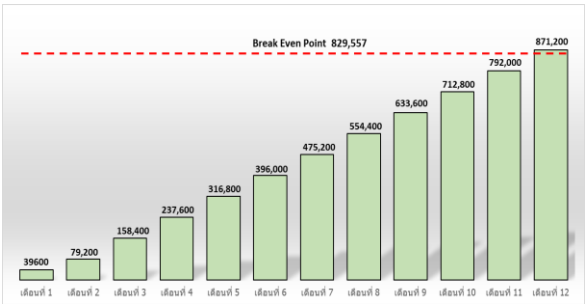
จากตารางที่ 1 เป็นการเก็บตัวอย่างการจับเวลาขนส่ง Part จำนวน 25 ตัวอย่างเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ย อ้างอิงการเก็บข้อมูลจากมาตราฐานการผลิตต่อวันมาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบสาเหตุและใช้เพื่อปรับปรุงเวลาการขนส่ง ทำข้อมูลเพื่อหาจำนวนการผลิตต่อวันรวมถึงจำนวนการจับเวลาการขนส่ง Part โดยใช้กำลังคน ได้อ้างอิงจากมาตราฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกา MIL-STD-105

3.2 วิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

ตารางที่ 2 งบประมาณค่าใช้จ่ายโครงการ

No.	Description	Amount [B]
1	AGC Drive Unit Accessories	300,466
2	AGC Steel Body for Pulling Type set	65,000
3	Control System AGC set	176,666
4	Magnetic Tape for AGC Running set	181,000
5	ID Tag for Common AGC set	20,000
6	Installation and Setting Fee	70,000
Total		813,132
Utility bills		16,425
G Total		829,557

จากตารางที่ 2 แสดงต้นทุนโครงการรถนำทางอัตโนมัติ กรณีศึกษา รายละเอียดประกอบด้วย ราคาตัวรถ AGV ชุดควบคุมการทำงาน เทปแม่เหล็กชุดวิ่ง ค่าติดตั้งพร้อมเซทระบบ (Installation and Setting) มูลค่ารวม 829,557 บาท



ภาพที่ 3 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนโครงการ

จากภาพที่ 3 แสดงระยะเวลาในการคืนทุนซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมทั้งหมด 829,557 บาท และจากการนำ AGV มาใช้สามารถลดจำนวนคนที่ใช้เข็นส่งชิ้นส่วนลงได้ 8 คน ซึ่งลดค่าใช้จ่ายลง 79,200 บาทต่อเดือน ซึ่งถ้าหากนำราคาของรถ AGV มาเปรียบเทียบค่าแรงที่จ้างคนเข็นพบว่าสามารถคุ้มทุนได้ภายใน 12 เดือน

4. การอภิปราย (Discussion)

การคำนวณปริมาณแร็คที่ต่อพ่วงกับรถ AGV ที่เหมาะสมนั้น จะเห็นได้ว่าแร็คที่ใช้ลากมีจำนวณ 258 แร็คต่อวัน โดยแบ่งเป็นการทำงานกะเช้าและกะบ่ายรวม 16 ชั่วโมง จากการคำนวณการลากจูงแร็คของรถ AGV ที่เหมาะสมกับเวลาการทำงานในแต่ละวัน รถ AGV 1 คัน ควรพ่วงแร็คที่ใส่ Part จำนวณ 3 พ่วงถึงจะเหมาะสมกับจำนวณยอดการผลิตต่อวัน ระยะเวลาจะต้องไม่เกินเวลาทำงาน 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยรถ AGV ที่ใช้ลาก 3 พ่วงต่อเที่ยวจะใช้เวลา 15.34 ชั่วโมงต่อวัน หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ 95.88 % เทียบกับเวลาทำงานทั้งหมดคือ 16 ชั่วโมง

5. สรุปผล (Conclusion)

การใช้ AGV ในการลากจูงแทนการใช้กำลังคนสามารถลดต้นทุน (Loss logistic) ลงจากเดิม โดยใช้กำลังใน Process Supply Part 48 คน ลดลงเหลือ 40 คน หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะลดลง 16.67% ทำให้ลดต้นทุนในส่วนของ Cost ลดลง 79,000 บาท ลดระยะทางรวมจากเดิม 15,738 เมตร เหลือ 5,246 เมตร ลดลง 10,492 เมตร [9] หรือลดลง 66.7 % ลดเวลาจากเดิม 892 นาที เหลือ 297 นาที ลดลง 595 นาที หรือลดลง 66.7 % จากการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังชิ้นส่วนโดยรถ AGV (Automated Guided Vehicle) ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังชิ้นส่วนโดยใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติ (Automation Machine) มาใช้ในการจัดส่ง (Logistic) ไปยังสายการผลิต ซึ่ง เป็นการจัดซื้อรถ AGV เข้ามาช่วยในการทำงานเป็น Model Code : FH-A 50034 MJ 2 , Speed of Travel : Slow 4 m/min Normal Adjusted High 50 m/min Load Time : 340 kgf. Pulling Load : 14 kgf. Start Power : 18.2 kgf. Unit Weight : 30 kgf. มีค่าใช้จ่ายในการดาเนินงานรวมทั้งหมด 829,557 บาท จากการนำ AGV มาใช้สามารถลดจำนวนคนที่ใช้เข็นส่งชิ้นส่วนลงได้ 8 คน ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายลง 79,200 บาทต่อเดือน ลดเวลาในการขนส่งซึ่งถ้าหากนำราคาของรถ AGV มาหาค่าจุดคุ้มทุนที่จะได้รับในการลงทุน AGV คืน คือ 12 เดือน

6. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้คำแนะนำตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอตลอดมา ทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ถูกต้องเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี รวมถึงข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ และรวมทั้งอาจารย์ชัยพล ผ่องพลีศาล และอาจารย์สมภพ ทิมดิษฐ์ คณะกรรมการ รวมถึงคณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้มาตลอดหลักสูตรการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัท ไทย ฮอนด้า ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าสุดท้ายนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและร่วมเป็นกำลังใจในการให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จลงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ทางผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้จะเป็นประโยชน์ต่อทางมหาวิทยาลัยและผู้ที่สนใจหรือกำลังศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้มีความบกพร่องประการใด ผู้ศึกษาขอน้อมรับความผิดพลาดไว้ ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] กวินธร สัยเจริญ (พ.ศ.2546) การบริหารการขนส่งชิ้นส่วนโซ่รถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมโดยใช้รถ AGV วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] พิสุทธิ์ นิ่มเดช (2561) การประยุกต์ใช้ AGV ในระบบการจัดส่งงานในสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวอุตสาหการและระบบการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[3] รุจิรา เรืองธนากร และคณะ(พ.ศ.2561)การศึกษาวิธีการจัดเส้นทางรถ AGV ในอุตสาหกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[4] จักรพันธ์ สุริยกุล ณ อยุธยา(พ.ศ.2555) ผลกระทบของปัจจัยในการใช้งาน AGV ต่อปรสิทธิภาพของระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[5] สุทธิพงศ์ แสนละเอียด(2553) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการใช้งาน AGV ต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

[6] โพธ์งาม สมดุล,จิรัฐติภรณ์ ลอยลม,และ อนุวัต หม่องเขียว (2563) การกำหนดตารางงานและเส้นทางวิ่งของพาหนะลำเลียงงานอัตโนมัติกรณีศึกษากระบวนการผลิต

[7] นิพนธ์ เรืองวิริยะนันท์,และ มานะ ทะนะอัน A Study of Automatic Guide Vehicle

[8] ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ (2541) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงจำนวนความจุ กฎเกณฑ์ในการควบคุม AGV และแผนผังของโรงงานต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[9] รจนาฏ ไกรปัญญาพงศ์ (2544) การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่ใช้รถขนถ่ายวัสดุแบบอัตโนมัติที่เดินทางได้หลายทิศทาง