การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

Comparison of investment costs between forklifts and Automated Guided Vehicle in material handling, A Case Study for manufacturing plant

ทัตเทพ เสมอจิตร
Tatthep Samerchit
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยาม
Master of Engineering program in Engineering Management, Siam University
Corresponding Author: Email: Tatthep.sa@hotmail.com
(Received: September 23, 2023; Revised: October 20, 2023; Accepted: November 10, 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต และเพื่อศึกษาระยะเวลาคืนทุนระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

การนำเอาระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV)มาใช้แทนระบบแบบใช้คนขับควบคุม Forklift ในรถยก AGV รุ่น CDDK 25-AGV โดยการนำวิธีควบคุม AGV Software Management (STD) มาใช้แทน ระบบแบบใช้คนขับควบคุม Forklift เป็นการป้องกันช่วยลดความประมาทจากคนงาน ในการขนถ่ายวัสดุอุปกรณ์ อาจมีการพูดคุย หยอกล้อกัน และใจลอยระหว่างปฏิบัติงาน อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ซึ่งอาจส่งผลเสียต่าง ๆ ตามมา

ผลการศึกษาในครั้งนี้หลังจากการระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV)มาใช้งาน รวมถึงการคำนวณเรื่องประโยชน์ต่างๆที่จะได้รับจากการติดตั้งระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV)แบบใหม่ที่นำมาใช้ทดแทนระบบคนขับควบคุม Forklift แบบเดิม โดยมีค่าต้นทุนและค่าวัสดุรวม 1,899,255 บาท ต่อ 1 เครื่องAGV ซึ่งเมื่อใช้แล้วสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อปี 927,695 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.7 เมื่อนำมาคำนวณทางด้านของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมจะได้ค่าของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ร้อยละ 7.9 โดยมีระยะเวลาคืนทุน อยู่ที่ 2.05 ปี

คำสำคัญ: ระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV.); ระบบแบบใช้คนขับควบคุม Forklift; โรงงานอุตสาหกรรมการผลิต; การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเทคนิค; การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์

Abstract

The purpose of this research was to analyze the economic suitability of the comparison between the use of forklift trucks. with the use of automated driving systems (AGV) in the handling of materials on the production line and to study the payback period between using forklifts. with the use of automated driving systems (AGV.) in handling materials on the production line

Implementation of a motorized system (AGV) to replace the Forklift Operated System in the CDDK 25-AGV AGV by adopting the AGV Software Management (STD) control method instead. work in the handling

of equipment There may be conversation, teasing, and absent-mindedness during work. It can easily cause an accident. which may result in various negative consequences.

The results of this study after using the motorized system. (AGV) to use Including calculations on the benefits that will be gained from installing a system with a controlled engine. (AGV) is a new model that is used to replace the traditional Forklift control driver system with a total cost and material cost of 1,899,255 baht per 1 AGV, which can reduce costs per year by 927,695 baht or 37.7% when Used to calculate the engineering economics, the internal rate of return (IRR) is 7.9% with a payback period of 2.05 years.

Keywords: Engine controlled system (AGV); Forklift Operated Systems; manufacturing industry; technical comparison analysis; economic comparison analysis

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมีการแข่งขันสูง ผู้บริโภคมีความต้องการที่หลากหลาย และแตกต่างกัน ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จำเป็นต้องทำการปรับปรุงระบบการผลิตให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างเพียงพอ และทันต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้การใช้หุ่นยนต์ในการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรม มีบทบาทสำคัญมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม มีการนำหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้งานอย่างหลากหลายมากขึ้น การขาดแคลนแรงงานในปัจจุบันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรม หันมาพัฒนาเครื่องจักรให้มีความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว ทันต่อความต้องการของตลาด อีกทั้งสามารถควบคุมการผลิต ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้แรงงานจากคนตลอดจนสามารถควบคุมต้นทุนได้

การขนถ่ายวัสดุมีบทบาทสำคัญ ในการสนับสนุนกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่ 1. การนำวัตถุดิบเข้ามาในโรงงาน 2. การส่งผ่านไปยังกระบวนการผลิต จนได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ต้องมีการเคลื่อนที่ และเคลื่อนย้ายทั้งสิ้น โดยมีหลักการสำคัญคือ ทำอย่างไรให้การเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการ การขนถ่ายวัสดุไม่ได้มุ่งหวังที่จะกำจัดปัญหาการขนถ่ายวัสดุให้หมดไป แต่เป็นการพยายามลดปัญหาให้น้อยลง กล่าวคือ ทำอย่างไรจึงจะทำให้การขนถ่ายวัสดุเป็นไปอย่างสะดวก ถูกต้อง รวดเร็ว ปลอดภัย ประหยัด และไม่ทำให้วัสดุเกิดความเสียหาย ซึ่งพาหนะขนส่ง ที่ใช้ในโรงงานส่วนใหญ่ จะใช้รถยก (Forklift Truck) เป็นเครื่องมือที่สามารถยกวัสดุ และเคลื่อนย้ายสิ่งของได้ทั้งแนวดิ่งและแนวนอน รถยกมีหลายแบบและหลายขนาด ยกของด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่างา (Fork) ที่ติดอยู่ด้านหน้าในการเคลื่อนย้ายวัสดุ ซึ่งรถยกต้องใช้แรงงานคนในการขับเคลื่อน และใช้พื้นที่ในการขับเคลื่อนค่อนข้างกว้าง ทำให้มีต้นทุนสูง ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตส่วนใหญ่ จึงต้องการหาเครื่องมือ เครื่องจักรที่สามารถใช้แทนรถยก และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน อีกทั้งสามารถลดต้นทุนได้ด้วย มาทดแทน

สำหรับอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อการทำงานในระบบอัตโนมัติก็คือระบบสายพานลำเลียง และรถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles :AGV) หรือ เอจีวี แต่ระบบสายพานลำเลียงจะเกี่ยวข้องกับวิธีการผลิตแบบเป็นจำนวนมาก และมีทิศทางการไหลของวัสดุคงที่ สำหรับเอจีวีนั้น จะมีความคล่องตัวมากกว่า ในการขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ เอจีวีจึงเหมาะสมที่จะใช้งานขนถ่ายวัสดุชนิดแตกต่างกันและต้องถูกนำส่งไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยลดแรงงานมนุษย์ในการแบกหาม จึงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในคลังสินค้าและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการดำเนินงาน สามารถควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ความมีประสิทธิภาพ จากอุปกรณ์เอจีวี (Automated Guided Vehicle Systems : AGV) ซึ่งอุปกรณ์ประเภทเอจีวี จะมีลักษณะคล้ายอุปกรณ์ประเภท Industrial Truck แตกต่างกันที่ เอจีวี ถูกควบคุมโดย

คอมพิวเตอร์และถูกกำหนดเส้นทาง การเดินทางที่ชัดเจน ไม่ต้องใช้คนขับ ใช้การติดตั้งเส้นทาง ซึ่งอาจมีการฝังสายไว้ใต้พื้นตามเส้นทาง และตัวรถเอจีวีเอง การควบคุมอุปกรณ์ประเภทเอจีวี จะสามารถควบคุมได้หลาย ๆ คันจากการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเพียงชุดเดียว และเอจีวีแต่ละคันสามารถสื่อสารถึงกันได้ (อภิชาติ ศรีชาติ, 2559)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนการลงทุนระหว่างการใช้รถยก กับการเสนอทางเลือกพัฒนาการใช้รถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles :AGV) หรือ เอจีวี ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด มาใช้ในการขนถ่ายวัสดุ ในสายการผลิต ว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งการนำนวัตกรรมด้านหุ่นยนต์ มาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อรองรับการเป็น SMART Factory ในยุค 4.0 สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาคืนทุนระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

3. แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลายปีที่ผ่านมาเทคโนโลยี AGV มีความซับซ้อนมากขึ้นและในปัจจุบันยานยนต์อัตโนมัติส่วนใหญ่ใช้ระบบนำทางได้รับการตั้งโปรแกรมให้สื่อสารกับหุ่นยนต์ตัวอื่น ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนย้ายผ่านคลังสินค้าได้อย่างราบรื่นไม่ว่าจะถูกจัดเก็บเพื่อใช้ในอนาคตหรือส่งไปยังพื้นที่จัดส่งโดยตรง ปัจจุบัน AGV มีบทบาทสำคัญในการออกแบบโรงงานและคลังสินค้าแห่งใหม่โดยเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังปลายทางที่ถูกต้องได้อย่างปลอดภัย นวัตกรรม AGV ที่ใช้ในโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนในระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นโรงงานขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่มีการใช้หุ่นยนต์ ซึ่งนวัตกรรมหุ่นยนต์ในโรงงานอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในใช้สัญลักษณ์ “IRR” เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป การนำวิธีนี้มาใช้ควรมีทั้งจำนวนเงินรับและจำนวนเงินจ่าย เพราะวิธีนี้เป็นการคำนวณหาอัตราผลตอนแทนของโครงการ (มีหน่วยเป็นร้อยละต่อช่วงเวลา)

อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิ ณ จุดเวลาใดจุดเวลาหนึ่งมีค่าเท่ากัน โดยทั่วไปมักนิยมที่จะพิจารณาที่จุดศูนย์(ปีปัจจุบัน)

นั่นคือ ให้ PW แทนมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

Ft แทนมูลค่าเงินสุทธิในช่วงเวลาที่ 1

t แทนคาบระยะเวลา

i แทนอัตราผลตอบแทนภายใน

$$PW = \sum_{t=0}^{n} Ft(1+i)^{-t} \qquad (2\text{-}19)$$

มูลค่าปัจจุบัน (PW) จากสมการที่ (2-19) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) จะเป็นค่าของอัตราดอกเบี้ย ที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิที่มีปีปัจจุบันเท่ากัน เขียนเป็นสมการว่า

PW = 0

และโครงการที่เราจะเลือกลงทุนคือ โครงการที่มีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (MARR: Minimum Attractive Rate of Return)

IRR ≥ MARR

จุฑามาศ ทองทวี (2564) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาจากสถิติข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือนของบริษัทกรณีศึกษา ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยแบ่งแนวทางการศึกษาออกเป็น 3 แนวทางคือ1) วิเคราะห์ ความเป็นไปไดข้องต้นทุนการขนส่งสินค้าเองทั้งหมด 2) วิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งที่เหมาะสมของผู้รับจ้างขนส่ง 3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นทุนการขนส่งแบบผสม ซึ่งทั้ง 3 แนวทางนี้ ได้คำนวณต้นทุนจากการจัดเส้นทางการขนส่งแบบมิลค์รันและเปรียบเทียบผลการศึกษา พบว่าการลงทุนซื้อรถใหม่ควบคู่กับการจ้างขนส่ง เป็นแนวทางในการลดต้น ทุนการขนส่งให้กับ บริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสมที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ร้อยละ 19.06

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา (2562) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้งการออกแบบระบบการลำเลียงขน ด้วยยานพาหนะอัตโนมัติ AGV (Automated Guided Vehicle) และการทดสอบสมรรถนะ โดยการเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) เทคนิคการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ FSUDEE การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานทางด้านการยศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจการออกแบบผลการวิจัยในการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ทั้งหมด 4 สถานีก่อนปรับปรุง พนักงานมีความเมื่อยล้าจากการเดินขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์โดยค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.25 คะแนน หลังการปรับปรุง โดยการใช้ยานพาหนะอัตโนมัติ AGV ขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ผลค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) มีค่าเท่ากับ 0 ประสิทธิภาพของยานพาหนะอัตโนมัติ AGV โดยใช้โปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino IDE พร้อมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ควบคุมการทำงานของยานพาหนะอัตโนมัติ AGVขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์วิ่งตามเส้น ด้วยความเร็ว 1 m/sec ขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการทดสอบคือ 12 โวลต์ 50 แอมแปร์/ชั่วโมง การชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งใช้งานได้นาน 12 ชั่วโมงค่าความแม่นยำในการหยุด 90% น้ำหนักการบรรทุก 10 กก. จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สามารถนำยานพาหนะอัตโนมัติ AGV เข้ามาทดแทนแรงงานคนได้

ณัฐนันท์ ถาวรกิจการ (2561) จากการศึกษาไลน์ UC Injector machine พบปัญหาว่าในปี 2019 จะมีไลน์การผลิตและยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ต้องเพิ่มคนเข้ามาเพราะแมลงน้ำที่ทำอยู่ ณ ปัจจุบันมีรอบการทำงานที่ไม่เหมาะสมจึงใช้ทฤษฎีการศึกษาเวลาการทำงาน ,เวลาผลิตและ Standard work chartและการออกแบบเส้นทาง เพื่อกำหนดรอบเวลาการวิ่งของรถ AGV ให้เหมาะสมพอดีกับงานที่ผลิตออกมา และวิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อทำการ Kaizen ลดกระบวนการทำงานที่เป็น Muda และลดเวลาทำงานของแมลงน้ำเพื่อที่จะทำการ Balance workload งานของแมลงน้ำไปให้กับ TA จนเหลือเวลาเดินของแมลงน้ำเพื่อที่จะนำ AGV เข้ามาใช้ทำงานแทนแมลงน้ำเพื่อที่จะรองรับยอดการผลิตและไลน์ใหม่ที่จะเกิดขึ้นในปี 2019

4. วิธีดำเนินการ

4.1 แบบแผนการวิจัย

4.1.1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

4.1.2 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1.3 ศึกษารายละเอียดของการใช้รถยก(แบบเดิม) กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) (แบบใหม่) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

4.1.4 รวบรวมข้อมูลด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต โรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

4.1.5 คำนวณหาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานซ่อมบำรุงรถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิตไม่สามารถเดินได้ตามความต้องการของหน่วยผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

4.1.6 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยการหาอัตราผลตอบแทนภายในและระยะเวลาคืนทุนของการนำเอาระบบการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิตมาใช้งาน

4.1.7 สรุปผลการดำเนินงานปรับปรุงและข้อเสนอแนะ

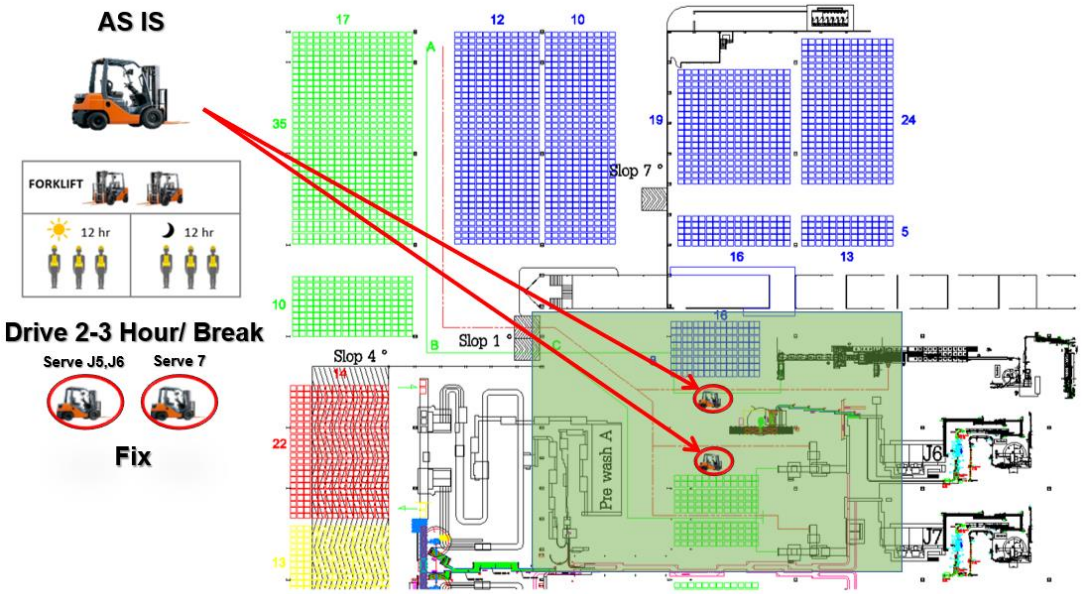
4.2 ประชากรและตัวอย่าง

ศึกษาการใช้รถยกในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ ฝ่ายผลิตของบริษัทตัวอย่าง
2. ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษารวบรวมข้อมูล คือ 6 เดือน

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาแผนผังการทำงานของรถยก (forklift) ในโรงงานกรณีศึกษา



ภาพที่ 1 จะแสดงให้เห็นว่ามีรถยกที่ต้องอยู่ในจุด Serve J5, J6 และ J7 อยู่ 2 คัน โดยใช้จำนวนพนักงานคนขับรถยกทั้งหมด 6 คน แบ่งการทำงานเป็น 3 กะ และใช้คนขับรถยกจำนวน 2 คนต่อกะ

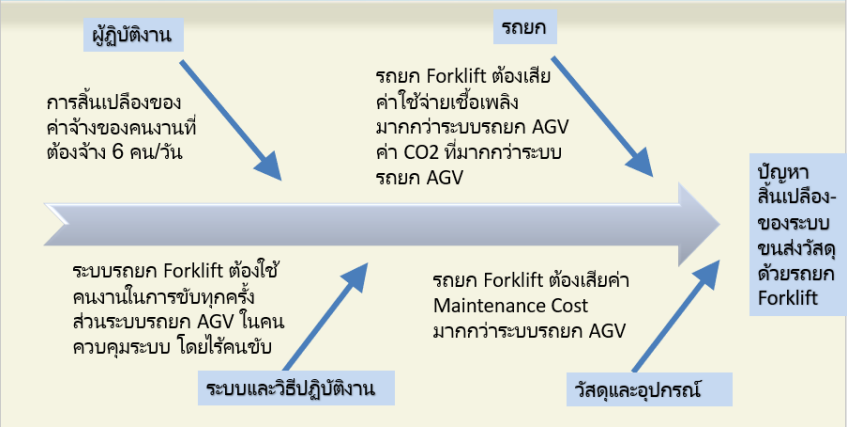
จากรูปแบบการใช้รถยก จะใช้จำนวนพนักงานทั้งหมด 6 คน และใช้รถยก 2 คัน ซึ่งเมื่อทดลองเปลี่ยนเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ดังภาพที่ 4.2 จะแสดงให้เห็นว่า จะต้องใช้รถ AGV ที่ต้องอยู่ในจุด Serve J5, J6 และ J7 ทั้งหมด 3 คัน และต้องใช้จำนวนพนักงานควบคมรถ AGV ทั้งหมด 2 คน โดยแบ่งเป็นกะเช้า 1 คน และกะเย็น 1 คน

เมื่อเปรียบเทียบแผนผังการทำงานของรถยกและรถ AGV ในโรงงานกรณีศึกษา จะเห็นได้ว่า มีการลดจำนวนคนขับรถยกจากเดิม 6 คนต่อวัน เหลือเพียง 2 คนต่อวัน และจากเดิมที่มีรถยก 2 คัน เมื่อเปลี่ยนมาเป็นรถ AGV จะใช้ 3 คัน ซึ่งจะใช้จำนวนรถมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถขนสินค้าได้มากขึ้นด้วย

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (fishbone diagram)

จากการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุด้วยรถยก ทำให้พบปัญหาการสิ้นเปลืองที่เกิดจากการใช้งาน โดยสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหาเป็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังภาพแผนภูมิก้างปลา



5. ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	รถยก	AGV
ค่าเช่า (บาท/ปี)	240,000	298,061
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	175,200	67,200
ค่าจ้างพนักงานขับรถ (บาท/ปี)	723,834 (พนักงาน 3 คนต่อรถ 1 คัน)	241,278 (พนักงาน 1 คนต่อรถ 1 คัน)
ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)	1,139,034	561,739
ค่าใช้จ่ายที่ต่างกัน (บาท/ปี)	577,295	

จากการเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่ายในข้อ 5.1 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนจากการเปลี่ยนจากการใช้รถยกมาเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติดังนี้

5.1.1 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (payback period)

ระยะเวลาการจ่ายคืนทุนเป็นวิธีในการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุด ที่ทำให้รายรับเท่ากับหรือมากกว่าเงินลงทุน โดยที่อัตราดอกเบี้ยเป็นศูนย์

$$\sum_{t=1}^{m} R_t \geq C_o \qquad (5.1)$$

จากสมการที่ (4.1) กำหนดให้ C_o แทนเงินลงทุนเริ่มต้นที่เวลาศูนย์หรือเวลาปัจจุบันของทางเลือกหนึ่งและ R_t แทนรายรับสุทธิ ในคาบที่ t ของการลงทุนทางเลือกนั้น แล้ว m คือค่าน้อยที่สุดของโครงการนั้นที่ทำให้สมการที่ (4.1) เป็นจริง เรียก m ว่าระยะเวลาการคืนทุน

C_o = เงินลงทุนเริ่มต้นในการติดตั้งรถ AGV = 1,899,255 บาท

R_t = ค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงได้จากการนำเอารถ AGV มาใช้งานในระยะเวลา 1 ปี

= 577,295 บาท

ตารางที่ 2 การหาระยะเวลาคืนทุนจากการใช้รถ AGV แทนรถยก

ระยะเวลาคืนทุน	**R_t**
m = 1	577,295
m = 2	1,154,590
m = 3	1,731,885
m = 3.29	*1,899,255*
m = 4	2,309,180

ระยะเวลาคืนทุนที่โรงงานกรณีศึกษากำหนดไว้ = 5 ปี

ระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้ = 3.29 ปี

จากตารางที่ 2 ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนจากการนำรถ AGV มาใช้แทนรถยก เท่ากับ 3.29ปี ซึ่งต่ำกว่าระยะเวลาคืนทุนที่โรงงานกำหนดไว้

5.1.2 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิ ณ จุดเวลาใดจุดเวลาหนึ่งมีค่าเท่ากัน โดยทั่วไปมักนิยมพิจารณาที่จุดศูนย์ (ปีปัจจุบัน)

อัตราผลตอบแทนภายในจะเป็นค่าของอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิที่ปีปัจจุบันเท่ากันหรือ PW = 0 ซึ่งโครงการที่เราจะเลือกลงทุน คือโครงการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (minimum attractive rate of return หรือ MARR) หรือ IRR ≥ MARR ซึ่งในงานวิจัยนี้ MARR ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 6.375%

พิจารณากำหนดให้อายุของโครงการมาตรฐานการคิดอายุอุปกรณ์เครื่องจักรรถยกของโรงงานอุตสาหกรรมเท่ากับ 10 ปี (n = 10)

คำนวณ PW โดยการหาค่าอัตราดอกเบี้ย i % ที่ทำให้ค่าของ PW = 0 จะได้ดังนี้

PW = - 1,899,255 + 577,295 (P/A, i% ,10) = 0

(P/A, i%,10) = 1,899,255 / 577,295

(P/A, i%,10) = 3.29

ทำการคำนวณหาค่า factor (P/A , i%,10) จากตารางดอกเบี้ยทบต้น (Appendix 1) ที่มีค่าเท่ากับ 3.29 โดยค่าของ i% ที่ได้จะเท่ากับค่า IRR

จากตารางดอกเบี้ยทบต้นค่าของ (P/A , i%,10) ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 3.29 และทำให้ค่า PW ได้เท่ากับ 0 อยู่ในช่วงระหว่างอัตราดอกเบี้ย 12% และ 14%

ทำการ interoperate หาค่า i% ที่มีค่า P/A = 3.29 จะได้ค่า i% เท่ากับ 12.612% ที่จะทำให้ค่าของ (P/A,i%,10) = 2.05 ดังนั้นสามารถสรุปค่าของ IRR ได้เท่ากับ 12.612%

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า MARR ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 6.375 % สามารถทำการสรุปได้ว่า IRR (12.612%) > MARR (6.375%) ดังนั้นการนำรถ AGV มาใช้แทนรถยกสามารถสรุปได้ว่ามีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุนเนื่องจากมีค่า IRR มากกว่า MARR

6. การอภิปรายผล

จากผลการทำงานวิจัยการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ผลวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยท่านอื่นดังนี้

6.1 จุฑามาศ ทองทวี (2564) ได้สอดคล้อง กับงานวิจัยการวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่ง: กรณีศึกษา ครั้งนี้มีคำนวณต้นทุนจากการจัดเส้นทางการขนส่งแบบมิลค์รันและเปรียบเทียบผลการศึกษา พบว่าการลงทุนซื้อรถใหม่ควบคู่กับการจ้างขนส่ง เป็นแนวทางในการลดต้น ทุนการขนส่งให้กับ บริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสมที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ร้อยละ19.06 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายโดยการเปลี่ยนระบบแบบใช้คนขับควบคุม forklift เป็นระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV) ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงปีละ 31,143 บาทและอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ 7.9%

6.2 นาย ณัฐนันท์ ถาวรกิจการ (2561) ได้สอดคล้อง จากการศึกษาไลน์ UC Injector machine พบปัญหาว่าในปี 2019 จะมีไลน์การผลิตและยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ต้องเพิ่มคนเข้ามาเพราะพนักงานที่ทำหน้าที่ลำเลียงและขนส่งชิ้นส่วน ณ ปัจจุบันมีรอบการทำงานที่ไม่เหมาะสม จึงนำพาหนะลำเลียงวัสดุอัตโนมัติ (AGV) เข้ามาใช้แทนการทำงานของพนักงานลำเลียง ซึ่งสามารถลด Muda Mura Muri และลดจำนวนพนักงานลำเลียงวัสดุได้ถึง 2 คน คือคนที่เป็นพนักงานเดิมกับคนที่จะต้องรับเข้ามาเพิ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการที่นำรถ AGV เข้ามาใช้ สามารถรองรับยอดการผลิตที่จะเพิ่มขึ้น และสามารถที่จะลดต้นทุนได้อีกจากการที่ไม่ต้องรับพนักงานเพิ่มสำหรับไลน์ผลิตที่จะเกิดขึ้นใหม่ และยังมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้พนักงานลำเลียง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย โดยการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการเปลี่ยนระบบแบบใช้คนขับควบคุม forklift เป็นระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV) ทำให้ลดอัตราการจ้างคนขับรถ และทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากกว่าด้วยเช่นกัน

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การศึกษาหลักการทำงานและการดำเนินการติดตามข้อมูลต่างๆ การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ควรศึกษาเพิ่มเติมได้ดังนี้

ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้รถยกกับรถ AGV ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตประเภทอื่น ๆ ที่มีอัตราการใช้รถยกที่แตกต่างกัน และนำผลมาสรุปรวมกันอีกครั้ง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรหาวิธีการพัฒนาระบบการใช้รถ AGV ให้สัมพันธ์กับการใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อให้การใช้งานรถ AGV มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

จุฑามาศ ทองทวี. (2564). **การวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่ง: กรณีศึกษา.** กรุงเทพฯ: นิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชาติชาย อัศดรศักดิ์, พัชราภรณ์ เนียมมณี. (2550). **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.** กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณัฐนันท์ ถาวรกิจการ. (2561). **การปรับปรุงระบบโลจิสติกส์ด้วยพาหนะลำเลียงวัสดุอัตโนมัติของสายการผลิต UC Injector Machine กรณีศึกษา : บริษัท สยาม เด็นโซ่ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด.** กรุงเทพฯ: โครงงานสหกิจศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา. (2562). **การออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ.** กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอตุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

บริษัท M Report จำกัด. (2560). **หุ่นยนต์ขนส่งอัจฉริยะ.** เข้าถึงได้จาก https://www.mreport.co.th/products/automation/robotic/210-AGV-AI-Technology.

วันชัย ริจิรวนิช. (2547). **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพร อัสวินนิมิตร, ธีรพร พัดภู่. (2548). **วิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering).** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.