การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ: กรณีศึกษาสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

Comparison of Investment Costs Between Forklifts and Autonomous Vehicles in Material Handling: A Case Study for Manufacturing Plants

นายทัตเทพ เสมอจิตร

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม

ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม (สาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย (คณะ)

เรื่อง การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ: กรณีศึกษาสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

Comparison of Investment Costs Between Forklifts and Autonomous Vehicles in Material Handling: A Case Study for Manufacturing Plants

ผู้แต่ง นายทัตเทพ เสมอจิตร

Mr. Tatthep Samerchit

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา/กรรมการ.....

(ดร.วีระกาจ ดอกจันทร์)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

ผู้อำนวยการ

วันที่ 27 เดือน มิ.ถ. พ.ศ. 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ: กรณีศึกษาสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

โดย : นายทัตเทพ เสมอจิตร

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

(ดร.วีระกาจ ดอกจันทร์)

27 / 3 / 67

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ และระยะเวลาคืนทุนในการเปรียบเทียบ ระหว่างการใช้รถยก (Forklift) แบบใช้คนขับควบคุม กับรถยกแบบ AGV ในการขนถ่ายวัสดุในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากการทำโครงการลดต้นทุนภายในโรงงาน อันประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายของคนขับรถ ค่าพลังงานเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุงรักษา จึงเริ่มนำการใช้รถยกแบบ AGV มาใช้แทนรถยกแบบใช้คนขับควบคุม ช่วยลดระยะเวลา และลดต้นทุนในการขนถ่ายวัสดุในระหว่างการทำงาน โดยนำรถยกแบบ AGV รุ่น CDDK 25-AGV ที่ใช้กับระบบควบคุม AGV Software Management มาติดตั้งจำนวน 3 คันทดแทนรถยกแบบใช้คนขับควบคุม จำนวน 2 คัน โดยโครงการมีอายุ 10 ปี ผลการศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์และระยะเวลาคืนทุนที่ได้รับหลังจากการใช้รถยกแบบ AGV มาใช้แทนรถยกแบบใช้คนขับควบคุมแบบเดิม พบว่ามีค่าต้นทุนการลงทุนและค่าวัสดุรวมทั้ง 3 คัน 5,697,765.00 บาท สามารถลดค่าใช้จ่าย ค่าคนขับรถ ค่าพลังงานเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุงรักษา ต่อปีเป็นเงิน 1,430,251.00 บาท เมื่อนำมาคำนวณทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมจะได้ค่าของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ร้อยละ 23.99 โดยมีระยะเวลาคืนทุน อยู่ที่ 3.98 ปี ซึ่งสรุปได้ว่ามีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุน

คำสำคัญ: รถยกแบบ AGV รถยก (Forklift) แบบใช้คนขับควบคุม โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตและการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์

Abstract

Title	:	Comparison of Investment Costs Between Forklifts and Autonomous Vehicles in Material Handling: A Case Study for Manufacturing Plants
By	:	Mr. Tatthep Samerchit
Degree	:	Master of Engineering
Major Field	:	Engineering Management
Advisor	:	.....

(Dr. Weerakarj Dokchan)

27 / 3 / 24

The objectives of this study were to analyze the economic suitability and return on investment between the use of operator controlled and AGV forklifts for handling materials in manufacturing plants. Due to cost reduction program in the factory, the costs of forklift drivers, fuel and maintenance must be reduced. Therefore, three sets of CDDK 25-AGV with the AGV software management system were installed to replace two operator controlled forklifts. The life span of the project was 10 years. The economic suitability and return on investment periods were examined for the program of using the AGV forklifts. The cost of investment was 5,659,37.00 baht, which could reduce the cost of drivers, fuel, and maintenance per year of 1,430,251.00 baht. After considering engineering economics, the internal rate of return (IRR) was 23.99% with a return on investment periods of 3.98 years, which was cost-effective for investment.

Keyword: AGV (automated guided vehicle), Forklift as a driver required, the manufacturing industry, economic analysis and comparison.

Approved by:

Y. Bvt .....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการให้คำปรึกษาและแนะนำ พร้อมทั้งได้ช่วยเหลือจาก ดร. วีระกาจ ดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทิงจิตร ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่ให้คำแนะนำพร้อมทั้งตรวจทานการแก้ไขงานจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ นอกจากนี้ยังคอยติดตามความคืบหน้างานวิจัยอยู่สม่ำเสมอ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง ที่แนะนำเทคนิคและความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณท่านคณาจารย์และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ที่คอยติดตามดูแลมาโดยตลอด และให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อให้ผู้ค้นคว้าสามารถค้นคว้าได้สำเร็จอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารและพนักงานบริษัททุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำการทำวิจัยและการเก็บข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ และสิ่งที่สำคัญที่สุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คุณครู อาจารย์ ที่เคยสั่งสอนทุกๆ ท่านรวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำวิจัยทำให้เกิดประโยชน์

ทัตเทพ เสมอจิตร

มีนาคม 2567

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 นวัตกรรมหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม	7
2.2 ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System)	10
2.3 ขอบเขตการขนถ่ายวัสดุ	15
2.4 หลักการขนย้ายวัสดุ	16
2.5 การเลือกใช้เครื่องมืออุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ	16
2.6 ปัญหาจากการขนถ่ายวัสดุ	17
2.7 แนวทางการแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุ	18
2.8 รถโฟร์คลิฟท์ (Forklift)	19
2.9 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือเรียกเป็นทางการว่าแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)	27
2.10 แผนภูมิแท่ง (Chart)	31
2.11 ทฤษฎีการวัดคุณค่าในการลงทุน	32
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
2.13 สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	39

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน 41

3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา 41

3.2 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ 46

3.3 พัฒนาปรับปรุงโดยติดตั้งและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานของรถยก เปรียบเทียบกับรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ 46

3.4 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน 46

3.5 สรุปผลการวิจัย 46

3.6 การอภิปรายผล 47

บทที่ 4 ผลการดำเนินการ 48

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาทั่วไป 48

4.2 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถ AGV 55

4.3 การพัฒนาปรับปรุงโดยติดตั้งและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานของรถยก เปรียบเทียบกับรถ AGV 60

4.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน 65

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 68

5.1 สรุปผลการวิจัย 68

5.2 การอภิปรายผล 69

5.3 ข้อเสนอแนะ 70

บรรณานุกรม 71

ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์ 72

สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
1.1	รถ AGV (Automated Guided Vehicle)	2
2.1	ตัวอย่างการขนถ่ายวัสดุเบื้องต้นในปัจจุบัน	11
2.2	ตัวอย่างรถยก (Fork Lift Trucks)	13
2.3	รถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า (Electric Forklift)	20
2.4	รถโฟล์คลิฟท์ดีเซล	21
2.5	รถโฟล์คลิฟท์แก๊ส LPG	22
2.6	ตัวอย่างรถเข็น AGV ในคลังสินค้า	24
2.7	รถยก AGV อัตโนมัติเต็มรูปแบบการหยิบโหลดจากชั้นวาง	25
2.8	AGV มีขนาดเล็กและใช้สำหรับการหลบหลีกในพื้นที่ขนาดเล็ก	25
2.9	VNA AGV ที่สามารถเดินทางผ่านทางเดินได้อย่างปลอดภัยโดยมีช่องว่างด้านข้างที่จำกัด	25
2.10	AGV ด้านข้างสามารถเลือกโหลดที่ไม่ได้บรรจุหีบห่อได้	26
2.11	โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล	29
2.12	ส่วนประกอบของผังก้างปลา	30
2.13	ตัวอย่างแผนภูมิแท่ง	32
3.1	แผนผังการทำงานของรถยก Folk Lift ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต	42
3.2	รถ Forklift FDZN30 V40 PSCT 1220	43
3.3	ภาพประกอบคำอธิบายของข้อมูลจำเพาะ	44
4.1	แผนผังการทำงานของรถยก AGV ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต	49
4.2	ตัวอย่างการทดลองวางแผนผังการทำงานของรถ AGV ในโรงงานกรณีศึกษา	49
4.3	รถ Forklift FDZN30 V40 PSCT 1220	51
4.4	รถ AGV รุ่น CDDK 25-AGV	54
4.5	การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลา	56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
4.6	แผนภูมิเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการใช้รถยกและรถ AGV	58
4.7	แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายรถยก/คัน/ปี	59
4.8	แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายรถ AGV/คัน/ปี	59
4.9	การใช้ high speed high efficient very low manning ที่จะนำมาติดตั้งแทนระบบรถยก	60
4.10	พูดคุยปรึกษากับทีมงานและเตรียมอุปกรณ์ระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ	61
4.11	สภาพหน้างานการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV)	61
4.12	ทดสอบระบบสายพานลำเลียงหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ	62
4.13	รถ AGV ยกลังสินค้า	62
4.14	รถ AGV เคลื่อนที่จากระบบการควบคุมนำทางจนมาถึงหน้าสายพานลำเลียง	63
4.15	รถ AGV นำสินค้าวางลงสายพานลำเลียงได้อย่างสมบูรณ์ตรงแนวที่จัดตั้งไว้	63
4.16	ระบบสายพานลำเลียงนำสินค้าเคลื่อนตัวสินค้าเข้าในคลังระบบโรงงานอุตสาหกรรม	64
4.17	สินค้าถูกขนส่งโดยระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ AGV ได้อย่างสมบูรณ์	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
3.1	คำอธิบายของข้อมูลจำเพาะ	43
3.2	ข้อมูลเปรียบเทียบรถยก (Forklift) จากผู้ขายแต่ละราย	44
4.1	แสดงรายละเอียดของรถยก	50
4.2	แสดงข้อมูลค่าเช่ารถยกตามจำนวนและปีที่กำหนด	51
4.3	แสดงรายละเอียดของรถ AGV	53
4.4	เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของระบบรถยกและรถ AGV	57
4.5	เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV	58
4.6	การหาระยะเวลาคืนทุนจากการใช้รถ AGV แทนรถยก	66

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

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

รูปที่ 1.1 รถ AGV (Automated Guided Vehicle)

ที่มา: https://www.jenbunjerd.com/warehouse-automation

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

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาคืนทุนระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV.) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาการใช้รถยกในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ ฝ่ายผลิตของบริษัทตัวอย่าง

1.3.2 ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษารวบรวมข้อมูล คือ 6 เดือน

1.4 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย

1.4.1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

1.4.2 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 ศึกษารายละเอียดของการใช้รถยก (แบบเดิม) กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) (แบบใหม่) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

1.4.4 รวบรวมข้อมูลด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต โรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

1.4.5 คำนวณหาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานซ่อมบำรุงรถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิตไม่สามารถเดินได้ตามความต้องการของหน่วยผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต

1.4.6 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยการหาอัตราผลตอบแทนภายในและระยะเวลาคืนทุนของการนำเอาระบบการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิตมาใช้งาน

1.4.7 สรุปผลการดำเนินงานปรับปรุงและข้อเสนอแนะ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา

1.5.2 รถยก (Fork Lift / Fork Truck) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถยกของและย้ายของนำไปกองได้ทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง โดยทั่วไปมี 4 ล้อ ขับเคลื่อนด้วยล้อหน้า บังคับเลี้ยวด้วยล้อหลัง ยกของด้วยส้อมที่ติดอยู่ด้านหน้า และยกของขึ้นด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถยกของได้สูงประมาณ 20 ฟุต เหมาะสำหรับการเคลื่อนย้ายวัสดุระยะทางใกล้ๆ

1.5.3 รถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles: AGV) หมายถึง เป็นเครื่องจักรประเภท รถอัตโนมัติชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายอุปกรณ์ประเภทรถ Fork lift ความแตกต่างอยู่ที่รถ AGV จะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์และถูกกำหนดเส้นทางในการขนส่งที่ชัดเจน โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการควบคุม (จิรภาส แซ่หลี, 2560)

1.5.4 ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial feasibility) หมายถึง การวิเคราะห์ศักยภาพด้านการเงินของธุรกิจไม่ว่าจะเป็นเงินลงทุนหรือการบริหารกระแสเงินสดที่เหมาะสมของโครงการ ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ (Economic Feasibility) พิจารณาถึงเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินจากโครงการ ที่ส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรในการปฏิบัติงานโครงการ (NEO by CMMU, 2563)

1.5.5 ต้นทุนการลงทุน (Investment Cost) คือ การนำเอาทรัพย์สินที่มีอยู่ ซึ่งโดยทั่วไปจะหมายถึงเงินสดไปดำเนินการในทางที่ก่อให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนกลับคืนมาในอนาคต โดยเชื่อว่าเงินสดหรือผลตอบแทนส่วนเพิ่มที่จะได้รับกลับคืนมานั้น จะสามารถชดเชยระยะเวลา อัตราเงินเฟ้อ และความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการลงทุนได้อย่างคุ้มค่า (รัชดาภรณ์ เมฆเสนา, 2564)

1.5.6 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึง การพิจารณาโครงการลงทุนจากมูลค่าเงินลงทุนที่เสียไปกับระยะเวลาที่จะได้รับประโยชน์จากการลงทุนคืน (อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์, 2559)

1.5.7 IRR หมายถึง อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ การประเมินว่า "การลงทุนให้อัตราผลตอบแทนเท่าใด" คือ การสุ่มอัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต และ ลดต้นทุนค่าเช่ารถยก และค่าแรงงานพนักงานขับรถยก รวมไปถึงค่าเชื้อเพลิง ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต ผู้วิจัยได้ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา ตลอดจนงานวิจัย และรายงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 นวัตกรรมหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System)

2.3 ขอบเขตการขนถ่ายวัสดุ

2.4 หลักการขนย้ายวัสดุ

2.5 การเลือกใช้เครื่องมืออุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

2.6 ปัญหาจากการขนถ่ายวัสดุ

2.7 แนวทางการแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุ

2.8 รถโฟร์คลิฟท์ (Forklift)

2.9 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือเรียกเป็นทางการว่าแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

2.10 แผนภูมิแท่ง (Chart)

2.11 ทฤษฎีการวัดคุณค่าในการลงทุน

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.13 สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 นวัตกรรมหุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม

นวัตกรรมหุ่นยนต์ที่ใช้ในโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนในระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นโรงงานขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่มีการใช้หุ่นยนต์ ซึ่งนวัตกรรมหุ่นยนต์ในโรงงาน มีดังนี้

2.1.1 หุ่นยนต์อเนกประสงค์

โดยส่วนมากจะถูกพัฒนาออกมาเป็น “แขน” หุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการหยิบจับส่งต่องานได้อย่างไหลลื่น และยังสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำงานอื่นๆ เช่น การประกอบชิ้นงานละเอียด งานตรวจสอบต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปหุ่นยนต์อเนกประสงค์จะถูกสร้างมาเพื่อใช้งานในพื้นที่จำกัด ทำงานได้รวดเร็ว ยืดหยุ่น ง่ายต่อการออกคำสั่ง แม้ว่าจะเป็นงานละเอียด

2.1.2 หุ่นยนต์เชื่อม

มีลักษณะเป็นแขนหุ่นที่มีส่วนปลายเป็นหัวเชื่อมเหล็ก โดยส่วนใหญ่ทำงานร่วมกับระบบสายพานที่คอยส่งวัสดุเข้ามาในระยะ แขนหุ่นจะทำการเชื่อมวัสดุตามจุดต่างๆ โดยอัตโนมัติตามที่มีการตั้งค่าไว้ ซึ่งสามารถทำได้แม่นยำมากกว่ามนุษย์

2.1.3 หุ่นยนต์จัดเรียงสินค้าและวัสดุ

นิยมใช้ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรม และตามคลังสินค้าต่างๆ ซึ่งหุ่นยนต์สามารถจัดเรียงสินค้าเองได้อย่างหลากหลายรูปแบบ หุ่นยนต์ประเภทนี้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในพื้นที่ทำงานของตัวเอง เพื่อส่งต่อวัสดุหรือชิ้นงานให้กับมนุษย์หรือหุ่นยนต์ตัวอื่นๆ โดยมีหน้าที่หลักคือ

- จัดเรียงสินค้าลงกล่อง
- จัดทำ Packaging สินค้า
- จัดเรียงกล่องสินค้าลงบนพาเลท
- ยกพาเลทไปตามจุดต่างๆของโรงงาน
- ขนส่งวัสดุต่างๆในโรงงาน

2.1.4 หุ่นยนต์ตรวจสอบความปลอดภัย

งานหลายอย่างมีความเสี่ยงเกินกว่าจะให้คนเข้าไปดำเนินการหรืออยู่ในจุดที่เข้าถึงยาก ทำให้หุ่นยนต์ตรวจสอบความปลอดภัยโรงงานเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทนคน เช่น

- ตรวจสอบสารพิษที่รั่วไหล เนื่องจากหุ่นยนต์สามารถเข้าไปในที่ๆ คนเข้าไม่ถึงโดยไม่ต้องสวมชุดป้องกันได้

- ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ด้วยอินฟาเรดหรืออุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีไฟฟ้ารั่วไหล

-ตรวจสอบปล่องควันหรือจุดที่อยู่สูง ทำให้ไม่ต้องหยุดการทำงานในส่วนอื่นๆทั้งโรงงาน เพื่อทำการซ่อมบำรุง

-ตรวจสอบวัสดุในโรงงาน เช่น หุ่นยนต์ตรวจสอบความหนาของถังสารเคมี

2.1.5 หุ่นยนต์ขึ้นรูปพลาสติก

มีหน้าที่ในการหยิบจับ ฉีดขึ้นรูปพลาสติกตามการใช้งาน ให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจำนวนมากได้ในระยะเวลาอันสั้น เช่น ท่อพลาสติก ชิ้นส่วนอุปกรณ์ ไปจนถึงภาชนะ จาน ชาม ช้อน ส้อม นอกจากจะสามารถทำงานทุกอย่างได้แบบอัตโนมัติตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการแล้ว การใช้หุ่นยนต์เพื่อขึ้นรูปพลาสติกยังมีความแม่นยำและสามารถทำงานละเอียดอ่อนได้เหนือกว่ามนุษย์ปกติ ซึ่งการติดตั้งหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมนี้จะใช้พื้นที่น้อย และอยู่กับที่ เน้นด้านการใช้สายพานหรือแขนจับเพื่อส่งวัสดุเข้า-ออก

2.1.6 12 ประโยชน์ หุ่นยนต์ในที่ทำงาน หุ่นยนต์อุตสาหกรรม - Universal Robots

ในยุคที่มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารและคมนาคมอย่างรวดเร็วถึงขีดสุด อีกมุมหนึ่งที่ถือเป็นการเข้าสู่ยุคอนาคตอย่างแท้จริง นั่นก็คือ หุ่นยนต์ หรือ Robot ซึ่งหุ่นยนต์เป็นนวัตกรรมที่ขับเคลื่อนให้การใช้ชีวิตของผู้คนไม่เหมือนเดิมอีกต่อไป จากการเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์โดยที่มนุษย์อาจไม่รู้ตัวเลยด้วยซ้ำ ไม่ว่าจะเป็น หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานบ้าน หุ่นยนต์ที่ช่วยขนย้ายสิ่งของ ไปจนถึงหุ่นยนต์ที่ใช้ในที่ทำงาน และ หุ่นยนต์ อุตสาหกรรม ด้วยข้อดีของหุ่นยนต์ อุตสาหกรรม ที่สามารถเปลี่ยนความเสียเปรียบต่าง ๆ ให้กลายเป็นข้อได้เปรียบได้อย่างน่าทึ่ง

2.1.6.1 ทำงานได้เร็วกว่า หุ่นยนต์ตอบโจทย์การทำงานที่เร็วกว่าเดิมได้อย่างดีเยี่ยม เนื่องจากเป็นการสั่งงานของโปรแกรมหุ่นยนต์ที่ให้ทำงานตามคำสั่งเท่านั้นและทำความเร็วในเวลาที่กำหนด จึงไม่จำเป็นต้องเสียเวลากับการทำงานอย่างอื่นที่ไม่จำเป็น เช่น การพูดคุย การพัก การตรวจดูงาน หรือ การกระทำบางอย่างที่มนุษย์ทำ เป็นต้น

2.1.6.2 ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่เหน็ดเหนื่อย หุ่นยนต์สามารถทำงานตามคำสั่งได้อย่างต่อเนื่อง ไม่จำเป็นต้องมีเวลาพักผ่อน กินข้าว เข้านอน หรือ วันหยุด ทำให้มีกำลังการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง สามารถผลิตสินค้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลผลิตจากการผลิตที่มากขึ้นในเวลาที่ลดลงได้อีกด้วย ถือเป็นประโยชน์ที่สร้างความได้เปรียบและโอกาสในการผลิตให้กับอุตสาหกรรมได้มากเลยทีเดียว

2.1.6.3 สามารถเลือกโปรแกรมหุ่นยนต์ที่ตอบโจทย์การทำงานได้ โปรแกรมหุ่นยนต์มีความยืดหยุ่นในการทำงานมาก เพราะสามารถตั้งค่า ปรับเปลี่ยน และเขียนคำสั่งการทำงานใหม่

ได้ตลอดเวลาตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะกับงานได้อย่างอิสระ รวมถึงการตั้งค่าโปรแกรมหุ่นยนต์ให้ทำงานเฉพาะอย่าง ก็สามารถทำได้อย่างง่ายดาย

2.1.6.4 ทำงานที่เสี่ยงอันตรายได้ เนื่องจากหุ่นยนต์มักถูกสร้างด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน และสามารถใช้งานได้อย่างยาวนาน ทำให้สามารถทำงานที่เสี่ยงอันตรายที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ เช่น งานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง อย่าง การหลอมโลหะ การขึ้นรูป การอบชุบ หรือ งานเชื่อมใต้น้ำลึกที่ต้องทนกับความดันสูงที่อาจเกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ รวมถึงสถานที่ที่มีโรคระบาดด้วย

2.1.6.5 ทำงานได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากหุ่นยนต์จะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมาเท่านั้น ไม่มีการทำงานนอกเหนือคำสั่งที่ถูกป้อนลงในโปรแกรม จึงทำให้มีความแม่นยำสูงและตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งความแม่นยำจะช่วยลดความผิดพลาดในการทำงานได้เป็นอย่างดี รวมถึงลดความเสียหายและลดต้นทุนที่เกิดจากความผิดพลาดในไลน์การผลิตด้วย

2.1.6.6 มีข้อผิดพลาดน้อยหรือไม่มีเลย ด้วยความที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ จึงทำให้มีข้อผิดพลาดในการทำงานน้อยหรือไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในการทำงานเลย ตรงจุดนี้ช่วยให้การผลิตสามารถลดขั้นตอนในการทำงานออกไปได้หลายขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการตรวจสอบ ขั้นตอนการคัดแยกสินค้าที่ไม่ตรงตามคุณภาพที่กำหนดไว้ จนถึงขั้นตอนในการจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการผลิตที่ผิดพลาด ซึ่งช่วยลดทั้งเวลาและเงินทุนได้เป็นอย่างดี

2.1.6.7 ประหยัดเวลา ไม่ว่าผู้ใช้จะนำหุ่นยนต์ไปใช้ในงานใด ก็จะตั้งเป้าหมายให้มีการใช้เวลาที่น้อยลง แต่ได้ผลผลิตหรือปริมาณงานที่มากขึ้นกว่าเดิมเสมอ ซึ่งหุ่นยนต์ก็สามารถทำได้เป็นอย่างดี หุ่นยนต์สามารถใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยการตั้งค่าของผู้ใช้งาน

2.1.6.8 ลดต้นทุนด้านค่าแรงงาน ต้นทุนด้านแรงงานและสวัสดิการต่าง ๆ ที่เป็นต้นทุนสำคัญในอุตสาหกรรม เมื่อมีหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงานแล้ว งานบางอย่างก็ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานอีกต่อไปหรือหากใช้ก็สามารถลดจำนวนแรงงานให้น้อยลงกว่าเดิมได้ การลดต้นทุนด้านค่าแรงงานจะช่วยให้อุตสาหกรรมมีผลประกอบการที่ดีขึ้นและลดราคาสินค้าเพื่อเข้าสู่การแข่งขันที่จริงจังได้อีกด้วย

2.1.6.9 ทำงานได้ทั้งแบบวนลูปและตามสถานการณ์ หุ่นยนต์มีความยืดหยุ่นในการตั้งค่ามาก จึงสามารถตั้งค่าให้ทำงานได้ทั้งแบบวนลูปและตามสถานการณ์ ทำให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้หลากหลายที่ทำงานและอุตสาหกรรมมาก เช่น ทำงานวนลูปเพื่อสร้างชิ้นงานหรือทำงานที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน หรือทำงานตามสถานการณ์ เช่น การใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับอุณหภูมิ สิ่งกีดขวาง น้ำหนัก และสิ่งรบกวนอื่น ๆ เป็นต้น

2.1.6.10 ใช้เวลาน้อยในการติดตั้ง หุ่นยนต์ใช้เวลาในการติดตั้งน้อยมาก เพียงหนึ่งวันหรือครึ่งวันก็สามารถติดตั้งเสร็จและใช้งานหุ่นยนต์ได้ทันที ไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการติดตั้งนานเป็นเดือนหรือเป็นปี ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาและค่าติดตั้งมากนัก และไม่จำเป็นต้องรบกวนไลน์การผลิตอื่นด้วย

2.1.6.11 ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย หุ่นยนต์สามารถทำงานได้หลากหลาย รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการทำงานได้ เช่น หากผู้ใช้ต้องการผลิตชิ้นงาน 10,000 ชิ้นต่อวัน เดิมอาจต้องใช้คนมากถึง 50 คนและต้องใช้พื้นที่ใหญ่เพื่อให้ 50 คนได้อยู่ทำงาน แต่ถ้าใช้หุ่นยนต์อาจใช้แค่เพียง 2 ตัวเท่านั้นเพื่อให้ได้ชิ้นงานในปริมาณและเวลาเท่าเดิม ซึ่งแน่นอนว่า หุ่นยนต์ 2 ตัวใช้พื้นที่น้อยกว่า คน 50 คน ทำให้เหลือพื้นที่ใช้ทำประโยชน์อย่างอื่นได้

2.1.6.12 ยกระดับไลน์การผลิต ไลน์การผลิตที่มีเทคโนโลยีหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในที่ทำงาน นอกจากจะช่วยลดต้นทุนด้านค่าแรงงาน เวลา ความผิดพลาด ความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุ และพื้นที่ใช้สอยแล้ว ยังเพิ่มมูลค่าและยกระดับไลน์การผลิตนั้น ๆ ให้มีมาตรฐานสูงขึ้นได้ด้วย ซึ่งทำให้โรงงานของผู้ใช้หุ่นยนต์มีความน่าเชื่อมากขึ้นและเป็นที่ยอมรับได้อย่างง่ายดาย

2.2 ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System)

การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุ โดยเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การบรรจุหีบห่อ การเก็บรักษา ซึ่งต้องอาศัยวิธีการในการเลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการขนย้ายวัตถุดิบเข้ามาในสายการผลิตให้เหมาะสมกับลักษณะงานจนเป็นสินค้า หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ปัจจุบันวิวัฒนาการอุตสาหกรรมการผลิตได้เจริญรวดเร็วไปอย่างมาก ในโลกของเทคโนโลยีการนำระบบขนถ่ายวัสดุมาใช้ในระบบการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นเรื่องที่มีความสำคัญเหมือนกัน ซึ่งผู้ประกอบการและวิศวกรควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิต เพื่อนำมาสนับสนุนกระบวนการผลิตตั้งแต่การนำวัตถุดิบมายังโรงงาน ผ่านกระบวนการผลิต จนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไปยังคลังสินค้าหรือลูกค้า ซึ่งจำเป็นต้องมีการเคลื่อนที่ หรือการขนย้ายทั้งสิ้น โดยจะต้องพิจารณาการขนถ่ายวัสดุให้เป็นระบบ และพยายามลดปัญหาการขนถ่ายให้หมดไป ทำอย่างไรให้การขนถ่ายวัสดุเป็นไปสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การขนถ่ายวัสดุ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและโรงฝึกงาน ซึ่งเราจะทราบถึงวัตถุประสงค์ในการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ กฎทั่วไปของการขนถ่ายวัสดุ การเลือกชนิดอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุกับตัวแปรในการเลือก อุปกรณ์พื้นฐานในโรงงานทั่วไป ได้แก่สายพานลำเลียง (Conveyor) ปั่นจั่นและรอก (Cranes and Hoists) รถยก (Industrial Trucks) เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ ที่

กล่าวมาข้างต้นนี้ จะทำให้เราสามารถนำไปใช้พิจารณาหาอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสมกับวัสดุที่เราจะขนถ่ายได้ในที่สุด

วิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุของโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ ถึงแม้ว่าการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ และสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิต รวมถึงการขนย้ายตัวสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วจะไม่ได้เป็นขั้นตอนการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าโดยตรง แต่การบริหารจัดการการเคลื่อนย้ายโดยการจัดระบบการขนถ่ายวัสดุที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่แต่ละโรงงานอุตสาหกรรมต้องหาวิธีการที่ดีที่สุด เพราะเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีสินค้า พื้นที่การผลิต พื้นที่เก็บวัสดุ สินค้าหรือกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ฉะนั้นการจัดระบบการขนถ่ายวัสดุจึงแตกต่างกันหรืออาจเหมือนกันได้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ว่าเป็นวิธีไหนที่ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถบริหารกิจกรรมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นธุรกิจควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมการขนถ่าย เนื่องจากการดำเนินการขนถ่ายอย่างไร้ประสิทธิภาพอาจก่อให้เกิดปัญหาการขนย้ายสินค้าโดยไม่จำเป็น ปัญหาสินค้าสูญหาย เสียหาย ปัญหาความพอใจของลูกค้าลดลง ปัญหาความล่าช้าในการผลิต ปัญหาคนงานและเครื่องจักรถูกปล่อยทิ้งไว้เฉย ๆ โดยไม่ได้ทำงาน

ดังนั้นการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) เป็นเรื่องของกระบวนการผลิตขององค์กรที่ต้องให้ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจัง สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยเพื่อการบริหารในการผลิตของโรงงานให้เกิดประสิทธิภาพ

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการขนถ่ายวัสดุเบื้องต้นในปัจจุบัน

2.2.1 ประโยชน์การขนถ่ายวัสดุ

การขนย้ายวัสดุโดยใช้แรงงานคนเคลื่อนย้ายวัสดุ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถือว่าเป็นกิจกรรมการขนย้ายวัสดุที่ลงทุนต่ำ แต่เสียค่าใช้จ่ายเป็นค่าแรงงานแทน บางครั้งการขนย้ายก็อาจทำให้เกิดอันตรายได้ แต่ในการบริการลูกค้าเพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์ ให้กับลูกค้าได้ตรงตามที่ต้องการนั้นถือว่าเป็นสิ่งประทับใจ และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ดังนั้นประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้คือ

2.2.1.1 การลดต้นทุน (Cost Reduction)

- ช่วยลดการขนย้ายวัสดุที่ใช้แรงงานคน
- ช่วยลดปริมาณความสูญเสียของวัสดุ
- ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นออกไปบ้าง
- ลดแรงงานที่ทำการขนถ่ายโดยตรง และลดจำนวนพนักงานที่ไม่จำเป็นลงออกบ้าง

2.2.1.2 ช่วยปรับปรุงส่งเสริมการขาย (Sale Promotion)

- ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งให้กับลูกค้า
- ช่วยให้เกิดการบริการที่สะดวก รวดเร็ว มากขึ้น
- ช่วยในการเพิ่มปริมาณการขาย หรือมีตัวแทนใกล้ตลาดมากที่สุด

2.2.1.3 เพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน (Competency)

- สามารถใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- ปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะทาง
- ทำให้ขนถ่ายวัสดุได้รวดเร็วขึ้น

2.2.1.4 ปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment Improvement)

- ปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานง่ายขึ้น
- ปรับปรุงความปลอดภัยของคนงาน วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและอื่น ๆ
- ประเภทของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุพื้นฐานทั่วไป

2.2.2 อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาการออกแบบตามเทคโนโลยีขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ดังนั้นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุมีหลายประเภท ผู้เขียนขอยกตัวอย่างอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุพื้นฐานโดยทั่วไป มีดังนี้

2.2.2.1 สายพานลำเลียง (Belt Conveyor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สายพานเคลื่อนตัวไปอย่างต่อเนื่อง โดยวัสดุที่ใช้ในการลำเลียงจะวางอยู่บนสายพานหรือบนลูกกลิ้งที่ขับหมุนด้วยสายพานเคลื่อนที่ ในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ซึ่งเป็นไปได้ทั้งแบบต่อเนื่องและหยุดชะงัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการควบคุมในการขนย้าย ได้ทั้งระยะสั้น ระยะยาว แนวระดับ แนวลาดเอียงขึ้น และลาดเอียงลง โดยสามารถเลือกปรับระดับความเร็วได้

ดังนั้นระบบสายพานลำเลียง จึงเหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ที่ใช้ระบบสายพานลำเลียงในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ และอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น

2.2.2.2 รถยก (Fork Lift Trucks)

เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับยกขนถ่ายวัสดุที่มีน้ำหนักมาก ๆ ได้หลายกิโลกรัม ยกวัสดุให้สูงจากพื้นได้ รถยกมี 2 แบบ คือแบบใช้มือควบคุมปุ่ม และแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม รถยกสามารถยกวัสดุได้หลายชิ้น แต่ขึ้นอยู่กับลักษณะในการขนย้าย เส้นทางที่ให้รถวิ่งบนพื้นที่ของโรงงานควรมีความสะดวก เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างรถยก (Fork Lift Trucks)

ที่มา: www.forx.co.th

2.2.2.1 คุณสมบัติเฉพาะของรถยก มีดังนี้คือ

2.2.2.1.1 พลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนใช้น้ำมัน เบนซิน ดีเซล ก๊าซหุงต้ม และแบตเตอรี่ เป็นพลังงานใช้ในการขับเคลื่อน ซึ่งขึ้น อยู่บริษัทผู้ผลิตรถยก

2.2.2.1.2 เสากระโดงสามารถยืดเข้าออกได้จะถูกออกแบบติดตั้งไว้ด้านหน้าของตัวรถ เพื่อใช้สำหรับยกวัสดุ และวางวัสดุตามตำแหน่งที่ต้องการ

2.2.2.1.3 การขับเคลื่อนโดยใช้พนักงานขับรถจะควบคุมรถยกตรงจุดกึ่งกลางของตัวรถ ซึ่งจะนั่งขับเพื่อบังคับรถหรือควบคุมตามความต้องการ และห้ามขับรถโดยความประมาทเด็ดขาด ต้องมีสติ คำนึงถึงความปลอดภัยทุกครั้ง เพราะอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ง่าย

2.2.2.1.4 ล้อรถยกสามารถถอดเปลี่ยนได้ เมื่อหมดอายุในการใช้งาน หรือล้อยางรถยกรั่วก็สามารถปะซ่อมได้ และในการเลือกล้อและยางของรถยก ต้องดูความเหมาะสมของพื้นโรงงานเป็นองค์ประกอบด้วย เช่น พื้นไม้ พื้นคอนกรีต พื้นยาง ถนนหลวง และบริเวณโล่งแจ้ง เป็นต้น

2.2.2.1.5 สามารถใช้ในการขับเคลื่อนไปในบริเวณต่าง ๆ ได้ ทำให้สะดวกในการทำงาน มีความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานและบางครั้งนำไปใช้ในบริเวณที่ห่างไกลพลังงานได้

2.2.2.1.6 สามารถใช้ยกวัสดุที่น้ำหนักปริมาณมาก ๆ ได้ เช่น ตู้คอนเทนเนอร์ ถุงปูนซีเมนต์ถุงปุ๋ย และวัสดุอื่น ๆ ทำให้ช่วยทุ่นแรงงานได้มาก ลดปริมาณจำนวนพนักงานให้น้อยลงได้ ซึ่งจะช่วยส่งผลต่อต้นทุนการผลิตอีกด้วย

2.2.2.1.7 เส้นทางการขนถ่ายวัสดุ มีความยืดหยุ่น เปลี่ยนแปลงได้ และการขนถ่ายวัสดุอาจจะต่อเนื่อง หรือหยุดเป็นช่วง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

2.2.2.1.8 ข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ เช่น

• การขับเคลื่อนเครื่องยนต์จะมีเสียงดัง ควันพิษรบกวน ต้องมีการบำรุงรักษาดูแล แต่ถ้าเป็นรถไฟฟ้าจะช่วยลดมลพิษ

• บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานจะต้องมีพื้นผิวอยู่ในสภาพที่ดีไม่ขรุขระ และมีความเหมาะสมในการใช้งาน

• ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานจะขึ้นอยู่กับความสามารถของพนักงาน หรือผู้ควบคุมบังคับรถยก

• ความเร็วในการเคลื่อนที่มีขอบเขตจำกัดและรถยกไม่เหมาะที่จะใช้ในการขับเคลื่อนในระยะทางไกล ๆ

2.2.2.2 คุณสมบัติของงานที่ใช้รถยก (Fork Lift / Fork Truck) ได้แก่

2.2.2.2.1 มีการเคลื่อนย้ายวัสดุเฉพาะจุด

2.2.2.2.2 มีการเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่

2.2.2.2.3 แรงกระทำคงที่ทั้งขนาดและน้ำหนักของวัสดุ

2.2.2.2.4 ระยะทางในการขนถ่ายไม่แน่นอน

2.2.2.2.5 ต้องการทางวิ่ง และช่องทาง

2.2.2.2.6 สามารถจัดวัสดุเข้าเป็นหน่วยได้

2.2.3 ลูกกลิ้งลำเลียง (Roller Conveyor)

เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงที่มีราคาถูก สามารถปรับแต่งให้ติดตั้งใช้กับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ง่าย ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการนำไปประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรมจะต้องมีออกแบบและผลิตลูกกลิ้งจากวิศวกรที่มีความชำนาญงาน ซึ่งต้องออกแบบใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ เช่น เครื่องชั่ง เครื่องบรรจุ เครื่องนับจำนวน และเครื่องคัดขนาด เป็นต้น

2.3 ขอบเขตการขนถ่ายวัสดุ

การขนถ่ายวัสดุนั้นเราสามารถดำเนินการได้หลายขอบเขต ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 สถานที่ทำงาน (Work Place) เป็นการเคลื่อนย้ายหรือขนถ่ายในตำแหน่งหรือบริเวณที่ทำงาน เช่น งานประกอบสินค้าพื้นที่การผลิตชิ้นงานเพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตต่อไป

2.3.2 สายงานผลิต (Line) เป็นลักษณะการเคลื่อนย้ายขนถ่ายในสายงานผลิตที่ติดต่อกันอย่างต่อเนื่องจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ในแต่ละตำแหน่งก็ทำหน้าที่ประกอบเฉพาะอย่าง เมื่อประกอบชิ้นส่วนนั้นเสร็จแล้วก็ส่งไปให้คนอื่นประกอบชิ้น ส่วนอื่นอีกต่อ ๆ ไป เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตสารเคมี การทำกระดาษ ฯลฯ ทำให้มีสถานีการผลิตหลายแห่งด้วยกัน

2.3.3 การขนถ่ายระหว่างแผนก (Inter Department) เป็นการขนถ่ายระหว่างแผนกโดยไม่คำนึงถึงว่าในแต่ละแผนกจะขนถ่ายอย่างไร ทำให้มองเห็นภาพกว้าง ๆ ของระบบการขนถ่ายวัสดุของโรงงานว่ามีการขนถ่ายเกิดขึ้นระหว่างแผนกอะไร

2.3.4 การขนถ่ายภายในโรงงาน (Intra Plant) เป็นวิธีการขนถ่ายภายในโรงงาน แต่แผนกที่สำคัญก็คือ แผนกรับวัสดุที่สั่งซื้อเข้ามาแล้วแจกจ่ายวัสดุเหล่านั้นไปยังแผนกต่าง ๆ

2.3.5 การขนถ่ายระหว่างโรงงาน (Inter Plant) เป็นการขนถ่ายวัสดุระหว่างโรงงาน ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ในบริษัทหนึ่ง ๆ อาจมีโรงงานหลายโรง แต่ละโรงอาจทำการผลิตชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน แล้วนำมาประกอบรวมกันเป็นผลิตภัณฑ์โดยที่แต่ละโรงงานมีแผนกรับ (Receive) และแผนกส่ง (Shipping)

2.3.6 การขนถ่ายระหว่างบริษัท (Inter-Company) เป็นการขนถ่ายระหว่างบริษัทเช่น จากบริษัทผู้ผลิตไปยังบริษัทผู้ส่ง และไปยังบริษัท ตัวแทนจำหน่าย หรือจากบริษัทที่ขายวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตและจากโรงงานผลิตไปยังบริษัทจัดจำหน่าย

2.4 หลักการขนย้ายวัสดุ

หลักการขนย้ายวัสดุโดยทั่วไปนั้น จะต้องใช้เวลาในการขนย้ายให้น้อยลง การออกแบบอุปกรณ์ขนย้ายต้องมีความเหมาะสม ในการนำไปใช้งาน สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ดังนี้คือ

2.4.1 การขนย้ายวัสดุต่าง ๆ ต้องมีการจัดระบบการวางแผน เพื่อทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 การพิจารณากิจกรรมในการขนย้าย ต้องเรียงลำดับตามความเหมาะสม ตามความจำเป็น และเลือกวัสดุอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมกับสินค้าที่ทำการขนย้ายทุกครั้ง

2.4.3 ควรจัดบริเวณพื้นที่ในโรงงานให้สะดวกต่อการขนย้ายวัสดุให้มากที่สุด และใช้พื้นที่ในโรงงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.4.4 การขนย้ายวัสดุจะต้องเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ขนย้ายให้ถูกกับลักษณะงาน และคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งาน

2.4.5 การขนย้ายวัสดุจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์ขนย้ายที่มีมาตรฐานอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้เสมอ และถ้ามีการชำรุดหรือเสียหายต้องบอกผู้ควบคุมงานทันที

2.4.6 ควรมีแผนงานในการจัดการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม ดูแลรักษา อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุตามความเหมาะสม เพื่อช่วยยืดอายุในการใช้งาน

2.4.7 อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุบางชนิด หรือบางประเภท จะต้องศึกษาอ่านคู่มือในการใช้งานให้ถูกต้องเสียก่อน เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ด้วย

2.5 การเลือกใช้เครื่องมืออุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุที่มีวางขายอยู่ตามท้องตลาดโดยทั่วไปนั้นมีมากมายหลายชนิด การเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ จะต้องดูปัจจัยหลาย ๆ อย่างประกอบกัน ดังนั้นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน มีดังต่อไปนี้คือ

2.5.1 ประโยชน์การนำไปใช้งาน

2.5.2 อายุการใช้งาน และการประยุกต์ใช้งาน

2.5.3 ข้อจำกัดในด้านต่างๆ และคุณสมบัติของวัสดุ

2.5.4 การวางผังและคุณสมบัติของอาคาร

2.5.5 ลักษณะการเคลื่อนที่ของการผลิต

2.5.6 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และเงินที่ใช้ในการลงทุน

2.5.7 ลักษณะการขนย้ายวัสดุ

2.5.8 ความรวดเร็วในการทำงานของอุปกรณ์ขนถ่าย

2.5.9 พื้นที่ใช้ในการขนถ่าย และการดูแลหลังการใช้งาน

2.6 ปัญหาจากการขนถ่ายวัสดุ

การเคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ โดยทั่วไปแล้วอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ ถ้าขาดความระมัดระวัง และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เช่น ปวดหลัง เคล็ด ขัดยอก ฟกช้ำ กระดูกหัก และอื่น ๆ เป็นต้น ปัญหาจากการเคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ มีสาเหตุได้ดังนี้คือ

2.6.1 บรรทุกน้ำหนักเกิน คือการขนย้ายวัสดุในบางครั้ง ถ้าผู้ปฏิบัติงานชอบบรรทุกขนย้ายวัสดุเกินน้ำหนัก อาจทำให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์บางชิ้น เกิดการชำรุดเสียหายได้ง่าย และอาจทำให้วัสดุที่ขนย้ายหล่นมาทับผู้ปฏิบัติงาน หรือทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

2.6.2 สภาพร่างกายไม่พร้อม การปฏิบัติงานในการขนย้ายวัสดุทุกครั้ง สภาพร่างกายต้องพร้อมที่จะปฏิบัติงาน แต่ถ้าสภาพร่างกายไม่พร้อมที่จะทำงาน อาจมีสาเหตุหลายประการเช่น สุขภาพร่างกาย อ่อนเพลีย ง่วงนอน มึนเมา ไข้ ปวดหลัง และอื่น ๆ เป็นต้น

2.6.3 ขาดความรู้ ความชำนาญ การใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายก็อาจเกิดปัญหาต่อการนำไปใช้งาน หรือเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

2.6.4 ความประมาท ในการขนถ่ายวัสดุอุปกรณ์ อาจมีการพูดคุย หยอกล้อกัน และใจลอยระหว่างปฏิบัติงาน อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย อาจส่งผลเสียต่าง ๆ ตามมา ดังนั้นระหว่างที่ทำการขนส่ง ควรทำงานด้วยความระมัดระวัง

2.6.5 เครื่องมืออุปกรณ์ชำรุด เครื่องมืออุปกรณ์ที่นำมาใช้งานที่ขาดการดูแลรักษาตามอายุการใช้งาน หรือหมดสภาพ เมื่อใช้งานไปนาน ๆ อาจทำให้ชำรุดเสียหาย เช่น ลูกปืน สายพาน น้ำมัน หล่อลื่น จาระบี และซีลกันรั่ว เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน เพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.6.6 ผังของโรงงานหรือโครงสร้างอาคาร การเลือกอุปกรณ์ขนถ่ายจะต้องให้เหมาะสมกับผังโรงงาน เช่น ลิฟต์ โครงสร้างของโรงงาน พื้นของโรงงานเป็นต้น โดยเฉพาะความสามารถของพื้นโรงงาน จะสามารถรับน้ำหนักได้ หรือไม่และความสูงของหลังคาโรงงานสูงพอหรือไม่ การใช้ระบบการขนถ่ายเหนือศีรษะ จะถูกจำกัดโดยระดับความสูงของเพดานโรงงานฐานที่ใช้ค่ำและรองรับระบบการ ขนถ่ายเหนือศีรษะ ระดับของพื้นโรงงานที่ต่างระดับกันก็เป็นอุปสรรคต่อการใช้รถยก ด้วยในกรณีที่พื้นโรงงานต่างระดับหลายช่วง ควรใช้ลิฟต์

2.7 แนวทางการแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุ

ในการแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุ จะต้องอาศัยปัจจัยหลายด้านที่มีอิทธิพลต่อการขนถ่ายวัสดุ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบการผลิต การออกแบบอาคาร การออกแบบผังโรงงาน และการออกแบบระบบขนถ่ายวัสดุ เป็นต้น ดังนั้นขั้นตอนการแก้ปัญหาการขนถ่ายวัสดุโดยทั่วไป มีดังนี้คือ

2.7.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันในการขนถ่ายวัสดุที่กำลังดำเนินการอยู่ มีลักษณะเป็นอย่างไร เช่น ใช้เครื่องมืออะไรในการขนถ่ายวัสดุ สภาพเครื่องมืออุปกรณ์เป็นอย่างไร การขนถ่ายลำเลียงวัสดุจากไหนไปไหนบ้าง และนอกจากนี้อาจมีการนำแผนภูมิการไหลเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อทำให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจน

2.7.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล คือต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล รายละเอียดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดตามสภาพความเป็นจริง ซึ่งอาจเป็นแบบสำรวจ แบบสอบถาม และแบบตรวจสอบรายการ ทั้งนี้ต้องดูความเหมาะสมด้วย เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง และพัฒนาระบบการขนถ่ายวัสดุต่อไป

2.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากศึกษาสภาพปัญหา และการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางว่ามีความเหมาะสมกับการขนถ่ายวัสดุหรือไม่ ลักษณะอุปกรณ์ขนถ่าย เส้นทางการขนถ่ายวัสดุ ระยะทาง และเวลาในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อให้การไหลได้อย่างต่อเนื่องและเหมาะสม

2.7.4 การออกแบบและสร้างทางเลือก คือผลจากการวิเคราะห์ทางเลือกออกแบบการขนถ่ายลำเลียงที่น่าจะเป็นไปได้ หลาย ๆ ทางเลือก เช่น จำนวนการขนถ่ายวัสดุ รูปแบบการขนถ่ายและการนำไปใช้งาน เป็นต้น เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางเปรียบเทียบ

2.7.5 ประเมินทางเลือกที่ดีกว่า เป็นการประเมินเปรียบเทียบในแง่ของเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ว่ารูปแบบการขนย้ายวัสดุใดให้ความพึงพอใจมากกว่า เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานต่อไป

นอกจากนี้เมื่อได้ทางเลือกที่ดีแล้ว ควรมีการประชุม อธิบายให้พนักงานได้รับทราบทุกคน เพื่อจะได้ใช้ปฏิบัติเป็นแนว ทางเดียวกัน ตลอดจนมีการติดตามผล และหาทางแก้ไขต่อไป

การจัดการระบบการขนถ่ายวัสดุถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในองค์กรการผลิต ถึงแม้ว่าการขนถ่ายวัสดุจะไม่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าก็ตาม แต่ก็มีผลต่อการบริการการผลิตของโรงงานได้เช่นกัน การจัดระบบการขนย้ายหรือการเคลื่อนย้าย วัสดุ วัตถุดิบ สินค้า ฯลฯ โรงงาน

อุตสาหกรรมจะต้องพิจารณาให้รอบคอบในการเลือกใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถลดปัญหาการหยุดกระบวนการผลิต การซ่อมบำรุง ลดต้นทุนในการผลิต และความสูญเสียอื่น ๆ ที่ใช้ระยะยาวของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ภาพรวมขององค์กรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.8 รถโฟร์คลิฟท์ (Forklift)

รถโฟร์คลิฟท์ เป็นรถที่ใช้สำหรับยก และขนย้ายสิ่งของ รถยกสมัยใหม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2463 ในปัจจุบัน รถยกถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่ง ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และคลังสินค้า เป็นการช่วยลดเวลาการทำงาน ทุ่นแรงยก และการเคลื่อนย้าย ลดการบาดเจ็บจากการยกของหนัก และลดการจ้างมนุษย์ ลักษณะโดยทั่วไปของรถยก มีแท่งเหล็กยื่นออกมาจากโครงสร้างหลักของตัวรถเรียกว่า “งา” เพื่อใช้สำหรับวาง และยกสิ่งของ เพื่อทำการเคลื่อนย้าย โดยอาศัยกลไกการทำงานในรูปแบบต่าง ๆ

รถยก หรือ “โฟร์คลิฟท์” มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “FORKLIFT” ซึ่งเป็นการผสมคำสองคำ คือ “FORK” ที่แปลว่า “ช้อนส้อม” และคำว่า “LIFT” ที่แปลว่า การขึ้นลงในแนวตั้ง รถยก แบ่งออกตามประเภทของต้นกำลังขับเคลื่อนได้ 2 ประเภท คือ

2.8.1 ENGINE FORKLIFT

รถยกที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง โดยใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง รถยกประเภทนี้สามารถแบ่งออกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ได้ 3 ประเภท คือ

- DIESEL ENGINE (เครื่องยนต์ดีเซล)
- GASOLINE ENGINE (เครื่องยนต์แก๊สโซลีน)
- L.P.G. ENGINE (เครื่องยนต์แก๊ส L.P.G.)

นอกจากนั้น รถยกที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง สามารถแบ่งตามระบบส่งกำลังได้ 2 ประเภท คือ
ระบบส่งกำลังด้วยทอร์ค (Toro flow Transmission)
ระบบส่งกำลังด้วยคลัทซ์ (Direct Drive)

2.8.2 BATTERY FORKLIFT

รถยกไฟฟ้า ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังขับเคลื่อน โดยได้รับกระแสไฟฟ้ามาจากแบตเตอรี่ รถยกไฟฟ้าสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 แบบ คือ
แบบ COUNTER BALANCIT (แบบนั่งขับ)
แบบ REACH TURCK (แบบยืนขับ)

เลือกรถยก รถโฟล์คลิฟท์ มาใช้งานประเภทไหนเหมาะกับคุณ? โดยรวมแล้ว โฟล์คลิฟท์ (Forklift) ทั่วไปที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 ประเภท

2.8.3 รถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า (Electric Forklift)

รูปที่ 2.3 รถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า (Electric Forklift)

ที่มา: www.forx.co.th

ข้อดี

ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมด้านการทำงานดี คือ เสียงเงียบ ไม่มีเขม่าควัน ไร้มลพิษ ดีต่อสุขภาพของพนักงาน ไม่มีค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง เลี้ยวในวงแคบๆ ได้ดีกว่ารถน้ำมัน ลดความกังวลเรื่องของการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง น้ำมันเกียร์ หรือน้ำในหม้อน้ำ เพราะรถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า ไม่มีเครื่องยนต์ และชุดเกียร์ ไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ขณะรอเวลายกสินค้า

ข้อเสีย

รถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า ไม่เหมาะสำหรับการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง (เว้นแต่มีแบตเตอรี่สำรอง) ต้องมีการชาร์ตแบตเตอรี่ หลังเลิกใช้งานในทุกวันมีข้อจำกัดด้านสภาพอากาศในการทำงานอยู่มาก เช่น กลางแจ้ง เปียกชื้น หรือเย็นจัด ซึ่งจะส่งผลให้ โฟล์คลิฟท์เสียหายได้ง่ายกว่าชนิดอื่นๆ ราคาแพงกว่าโฟล์คลิฟท์ชนิดอื่นๆ

เหมาะกับงานแบบการทำงานในที่ร่ม ทำงานไม่หนักถึงขนาด 24 ชั่วโมง และต้องมีพนักงานคอยดูแลเรื่องการชาร์ตไฟในทุกๆ วันหลังใช้งาน

2.8.4 รถโฟล์คลิฟท์ดีเซล

รูปที่ 2.4 รถโฟล์คลิฟท์ดีเซล

ที่มา: https://unicarriersthailand.com/product

ข้อดี

ซ่อมบำรุงง่าย เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลโฟล์คลิฟท์ จะเหมือนกับเครื่องยนต์ดีเซลของรถทั่ว ๆไป และที่สำคัญ คือ อะไหล่หาง่าย เนื่องจาก โฟล์คลิฟท์ดีเซล มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายและเป็นที่นิยมทนต่อความร้อน และความเย็น มากที่สุดในทั้ง 3 ระบบ และสามารถทำงานกลางแจ้งได้

ข้อเสีย

รถประเภทนี้ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ รถโฟล์คลิฟท์ดีเซล จะมีเสียงดัง และมีเขม่าควันออกมามาก ซึ่งไม่เหมาะกับการทำงานในโรงอาหาร หรือที่ ๆ ต้องการรักษาด้านความสะอาดเป็นพิเศษมีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงสูงกว่ารถโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า

เหมาะสำหรับการทำงานในทุกสภาพการทำงาน ยกเว้นแต่เป็นสถานที่ ๆ ต้องการความสะอาด หรือรักษาสภาพแวดล้อมเป็นพิเศษ จะไม่เหมาะกับคุณ เนื่องจากโฟล์คลิฟท์ดีเซลมีเสียงดัง และเขม่าควันมาก ในด้านสภาพอากาศประเทศไทยเป็นเมืองร้อน รถประเภทนี้ จึงนิยมใช้ในประเทศไทยมากที่สุด

2.8.5 รถโฟล์คลิฟท์แก๊ส LPG

รูปที่ 2.5 รถโฟล์คลิฟท์แก๊ส LPG

ที่มา: www.prasertgas.com/ก๊าซ_LPG_สำหรับรถฟอร์คลิฟท์

ข้อดี

ราคาต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับโฟล์คลิฟท์ดีเซล และโฟล์คลิฟท์ไฟฟ้า

ไอเสียที่ออกมาจาก โฟล์คลิฟท์ LPG ค่อนข้างสะอาดกว่าไอเสียที่ออกมาจาโฟล์คลิฟท์ดีเซล

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานค่อนข้างต่ำ

ข้อเสีย

มีความเสี่ยงที่แก๊สจะรั่วไหลออกมาขณะทำการเปลี่ยนถัง หรือขณะทำงาน ซึ่งถือว่าเป็นความเสี่ยงต่อโรงงานในขั้นหนึ่ง

รถโฟล์คลิฟท์แก๊ส ค่อนข้างสตาร์ทติดยาก และการบำรุงรักษาค่อนข้างยุ่งยาก มีปัญหาจุกจิกอยู่บ่อยครั้ง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงที่สุดในโฟล์คลิฟท์ทั้ง 3 ระบบ

วิสัยทัศน์ในการมองเห็นด้านหลังถูกจำกัด เนื่องจากมีถังแก๊ส LPG วางอยู่

เชื้อเพลิง LPG ค่อนข้างหาได้ยากกว่า ไฟฟ้า และดีเซล ในสถานที่ห่างไกล

เหมาะกับการทำงานของคุณทำงานหนัก ๆ และต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนเชื้อเพลิง รถโฟล์คลิฟท์ชนิดนี้เหมาะกับคุณ แต่ควรจะมีช่างซ่อมบำรุงไว้แก้ไขปัญหาจุกจิกที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งกับโฟล์คลิฟท์ประเภทนี้

การบำรุงรักษารถโฟล์คลิฟท์หลังการใช้งาน

รถโฟล์คลิฟท์เป็นรถยกที่ต้องทำงานหนักตลอดเวลา และรับน้ำหนักของสิ่งของที่ค่อนข้างหนักมาก นอกเหนือจากการใช้งานแล้ว จึงควรดูแลบำรุงรักษาหลังการใช้งานด้วยทุกครั้ง การเช็คสภาพรถและการปฏิบัติ เพื่อความปลอดภัย ที่ควรทำหลังจากการเลิกใช้งานแล้ว มีดังนี้

การจอดรถโฟล์คลิฟท์

จอดรถในที่สำหรับจอดรถโฟล์คลิฟท์เท่านั้น เนื่องจากรถประเภทนี้ มีความอันตราย และต้องได้รับการควบคุมดูแล จึงไม่ควรนำไปจอดที่อื่นเด็ดขาด เมื่อจอดรถแล้ว ควรลดงาของรถยกให้อยู่ในแนวราบกับพื้น เพราะงาเป็นส่วนที่อันตรายมาก หากไม่ลดระดับของงาลงอาจเกิดอันตรายต่อผู้อื่นได้ ล็อกเบรกมือทุกครั้งเมื่อจอดรถ เพื่อความปลอดภัย เมื่อนำรถไปจอด ควรปล่อยให้เครื่องยนต์เดินเบา ๆ สัก 3 นาที แล้วจึงค่อยดับเครื่อง เป็นการถนอมเครื่องยนต์ให้มีอายุการใช้งานที่นานขึ้น ควรปลดเกียร์ว่างไว้ และดึงกุญแจออกไปเก็บที่เสมอ ที่สำคัญอย่าลืมเติมน้ำมันให้เต็มถัง เพื่อพร้อมในการใช้งานต่อไป

การบำรุงดูแล

เมื่อเลิกใช้งาน ควรหล่อลื่นตามจุดต่าง ๆ เช่น โซ่ยกของ ชุดแผ่นทองเหลืองหลังเสา และจุดต่าง ๆ ที่ต้องมีการหล่อลื่นให้เรียบร้อย หลังการใช้งานควรตรวจดูว่า มีบริเวณใดมีการรั่วซึมจากการใช้งานบ้างหรือไม่ เช่น น้ำมันไฮดรอลิค น้ำมันเกียร์ น้ำมันเครื่อง และน้ำในหม้อน้ำ

หมั่นตรวจสอบฟังเสียงต่าง ๆ ดูว่า มีเสียงใดผิดปกติหรือไม่ โดยเฉพาะเสียงเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการขับเคลื่อน รถยก

2.8.6 รถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles: AGV)

รถอัตโนมัติแนะนำหรือยานพาหนะไกด์อัตโนมัติ (AGV) เป็นแบบพกพาหุ่นยนต์ที่ตามพร้อมทำเครื่องหมายสายยาวหรือสายบนพื้นหรือใช้คลื่นวิทยุ, กล้องวิสัยทัศน์, แม่เหล็กหรือเลเซอร์สำหรับการนำทาง ส่วนใหญ่มักใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อขนส่งวัสดุหนักรอบ ๆ อาคารอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่นโรงงานหรือคลังสินค้า การใช้รถนำทางอัตโนมัติขยายวงกว้างในช่วงปลายศตวรรษที่ 20

AGV สามารถลากวัตถุที่อยู่ข้างหลังพวกเขาในรถพ่วงซึ่งพวกเขาสามารถติดได้โดยอัตโนมัติ รถพ่วงสามารถใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป AGV ยังสามารถจัดเก็บสิ่งของบนเตียงได้ สามารถวางวัตถุไว้บนชุดลูกกลิ้งมอเตอร์ (สายพานลำเลียง) จากนั้นผลักออกโดยการถอยหลัง AGV มีการใช้งานในเกือบทุกอุตสาหกรรมรวมถึงเยื่อกระดาษโลหะหนังสือพิมพ์และการผลิตทั่วไป การขนส่งวัสดุเช่นอาหารผ้าปูหรือยาในโรงพยาบาลก็ทำได้เช่นกัน

AGV สามารถเรียกได้ว่าเป็นรถนำทางด้วยเลเซอร์ (LGV) ในประเทศเยอรมนีเทคโนโลยีที่เรียกว่ายังFahrerloses Transportsystem (FTS) และในสวีเดนförarlösa Truckar AGV รุ่นที่มีราคาต่ำกว่ามักเรียกว่า Automated Guided Carts (AGCs) และมักจะนำโดยเทปแม่เหล็ก AGC มีให้เลือกหลายรุ่นและสามารถใช้ในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์บนสายการประกอบการขนส่งสินค้าไปทั่วโรงงานหรือคลังสินค้าและส่งมอบสินค้า

AGV คันแรกเข้าสู่ตลาดในปี 1950 โดย Barrett Electronics แห่ง Northbrook รัฐอิลลินอยส์ และในเวลานั้นมันเป็นเพียงรถลากที่เดินตามสายไฟบนพื้นแทนที่จะเป็นราง เทคโนโลยีนี้มาจาก AGV รูปแบบใหม่ซึ่งติดตามเครื่องหมาย UV ที่มองไม่เห็นบนพื้นแทนที่จะถูกลากด้วยโซ่ ระบบแรกดังกล่าวถูกนำไปใช้ที่ Willis Tower (เดิมชื่อ Sears Tower) ในชิคาโกรัฐอิลลินอยส์เพื่อส่งจดหมายไปทั่วสำนักงาน

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีมีความซับซ้อนมากขึ้นและในปัจจุบันยานยนต์อัตโนมัติส่วนใหญ่ใช้ระบบนำทางด้วยเลเซอร์เช่น LGV (Laser Guided Vehicle) ในกระบวนการอัตโนมัติ LGV ได้รับการตั้งโปรแกรมให้สื่อสารกับหุ่นยนต์ตัวอื่น ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนย้ายผ่านคลังสินค้าได้อย่างราบรื่นไม่ว่าจะถูกจัดเก็บเพื่อใช้ในอนาคตหรือส่งไปยังพื้นที่จัดส่งโดยตรง ปัจจุบัน AGV มีบทบาทสำคัญในการออกแบบโรงงานและคลังสินค้าแห่งใหม่โดยเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังปลายทางที่ถูกต้องได้อย่างปลอดภัย

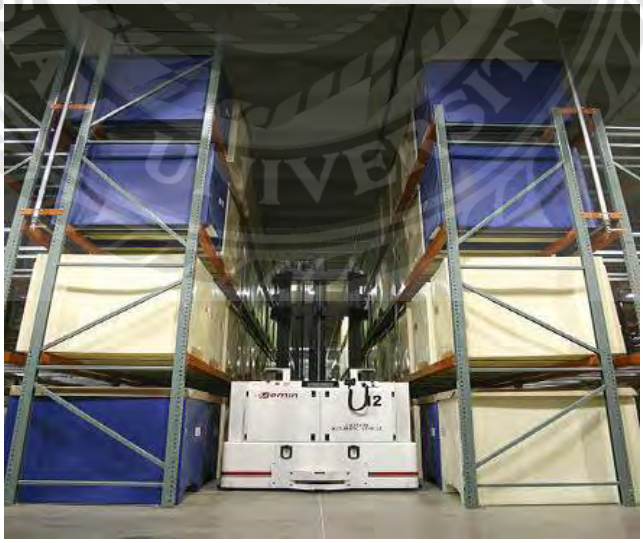
ตัวอย่าง AGVs ในรูปแบบต่างๆ

ตัวอย่างรถเข็น AGV ในคลังสินค้า

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างรถเข็น AGV ในคลังสินค้า

รูปที่ 2.7 รถยก AGV อัตโนมัติเต็มรูปแบบการหยิบโหลดจากชั้นวาง

รูปที่ 2.8 AGV มีขนาดเล็กและใช้สำหรับการหลบหลีกในพื้นที่ขนาดเล็ก



รูปที่ 2.9 VNA AGV ที่สามารถเดินทางผ่านทางเดินได้อย่างปลอดภัยโดยมีช่องว่างด้านข้างที่จำกัด

รูปที่ 2.10 AGV ด้านข้างสามารถเลือกโหลดที่ไม่ได้บรรจุหีบห่อได้

การนำทาง

มีสาย

ช่องถูกตัดเข้ากับพื้นและวางลวดไว้ใต้พื้นผิวประมาณ 1 นิ้ว ช่องนี้ถูกตัดไปตามเส้นทางที่ AGV จะทำตาม สายนี้ใช้ในการส่งสัญญาณวิทยุ มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ที่ด้านล่างของ AGV ใกล้กับพื้น เซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งสัมพัทธ์ของสัญญาณวิทยุที่ส่งจากสาย ข้อมูลนี้ใช้เพื่อควบคุมวงจรบังคับเลี้ยวทำให้ AGV เป็นไปตามสายไฟ

เทปแนะนำ

AGV (บางที่เรียกว่ารถเข็นนำทางอัตโนมัติหรือ AGC) ใช้เทปสำหรับเส้นทางแนะนำ เทปสามารถเป็นหนึ่งในสองสไตล์: แม่เหล็กหรือสี AGV ติดตั้งเซ็นเซอร์นำทางที่เหมาะสมเพื่อติดตามเส้นทางของเทป ข้อได้เปรียบที่สำคัญอย่างหนึ่งของเทปเหนือคำแนะนำแบบมีสายคือสามารถถอดและย้ายตำแหน่งได้อย่างง่ายดายหากต้องเปลี่ยนหลักสูตร ตอนแรกเทปสีมีราคาไม่แพง แต่ขาดข้อได้เปรียบในการฝังในบริเวณที่มีการจราจรสูงซึ่งเทปอาจเสียหายหรือสกปรก นอกจากนี้ยังสามารถฝังแถบแม่เหล็กที่ยืดหยุ่นลงในพื้นได้เช่นเดียวกับลวด แต่ใช้งานได้เช่นเดียวกับเทปแม่เหล็กและยังคงไม่ได้ใช้พลังงานหรือแบบพาสซีฟ ข้อดีอีกอย่างของเทปนำแม่เหล็กคือขั้วคู่ อาจวางเทปแม่เหล็กชิ้นเล็ก ๆ เพื่อเปลี่ยนสถานะของ AGC ตามขั้วและลำดับของแท็ก

การนำทางเป้าหมายด้วยเลเซอร์

การนำทางทำได้โดยการติดเทปสะท้อนแสงบนผนังเสาหรือเครื่องคงที่ AGV มีเครื่องส่งและตัวรับเลเซอร์บนป้อมปืนที่หมุนได้ เลเซอร์ถูกส่งและรับโดยเซ็นเซอร์เดียวกัน มุมและ (บางครั้ง) ระยะห่างของตัวสะท้อนแสงใด ๆ ที่อยู่ในแนวสายตาและในระยะจะถูกคำนวณโดยอัตโนมัติ ข้อมูลนี้เปรียบเทียบกับแผนผังของโครงร่างตัวสะท้อนแสงที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของ AGV สิ่งนี้ช่วยให้ระบบนำทางสามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของ AGV ได้ ตำแหน่งปัจจุบันถูกเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ตั้งโปรแกรมไว้ในแผนผังโครงร่างตัวสะท้อนแสง การบังคับเลี้ยวได้รับการปรับให้เหมาะสมเพื่อให้ AGV ทำงานได้ตามปกติ จากนั้นสามารถนำทางไปยังเป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ตำแหน่งที่อัปเดตอยู่ตลอดเวลา

การหลีกเลี่ยงการชน

ไปข้างหน้าการควบคุมการตรวจจับการใช้หลีกเลี่ยงการชนเซ็นเซอร์เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกับ AGV อื่น ๆ ในพื้นที่ เซ็นเซอร์เหล่านี้รวมถึง: โซนิคที่ทำงานเช่นเรดาร์ ; ออปติคอลซึ่งใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรด และกันชนเซ็นเซอร์สัมผัสทางกายภาพ AGV ส่วนใหญ่ติดตั้งเซ็นเซอร์กันชนบางประเภทเพื่อป้องกันความผิดพลาด เซ็นเซอร์โซนิคจะส่งสัญญาณ“ เสียงร้อง” หรือความถี่สูงออกมาจากนั้นรอการตอบกลับจากโครงร่างของการตอบกลับซึ่ง AGV สามารถตรวจสอบได้ว่ามีวัตถุอยู่ข้างหน้าหรือไม่และดำเนินการตามที่จำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกัน ออปติคัลใช้เครื่องส่ง / ตัวรับอินฟราเรดและส่งสัญญาณอินฟราเรดซึ่งจะสะท้อนกลับมา ทำงานในแนวคิดที่คล้ายกันกับเซนเซอร์โซนิค ปัญหาเหล่านี้คือพวกเขาสามารถปกป้อง AGV จากหลาย ๆ ด้านเท่านั้น พวกเขาค่อนข้างยากที่จะติดตั้งและใช้งานได้เช่นกัน

2.9 แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือเรียกเป็นทางการว่าแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับ แผนผังสาเหตุและผลในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) " เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จัก ในชื่อของแผนผัง อิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์ค่าโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

2.9.1 เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังสาเหตุและผล

2.9.1.1 เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา

2.9.1.2 เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆเพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น

2.9.1.3 เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

2.9.2 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.9.2.1 กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา

2.9.2.2 กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ

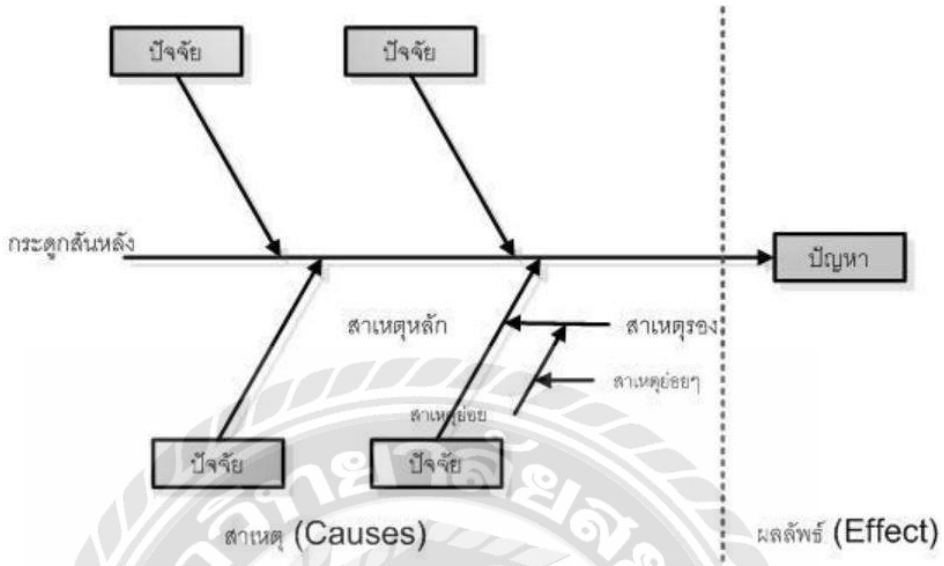
2.9.2.3 ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย

2.9.2.4 หาสาเหตุหลักของปัญหา

2.9.2.5 จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

2.9.2.6 ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

ที่มา: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

สาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้างก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้นการกำหนดปัจจัยบนก้างปลาเราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล

โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

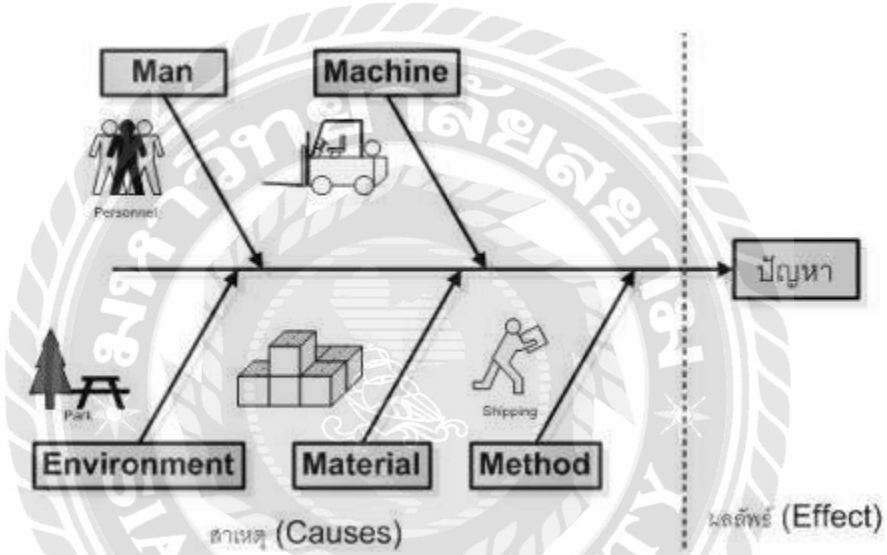
M Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M Method กระบวนการทำงาน

E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบของผังก้างปลา

ที่มา: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากเราไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น AS Surounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้งปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่ม ปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้ เช่นกัน

2.9.3 การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย

ข้อดี

- ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนภูมิก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

- ทำให้ทรายสาเหตุหลักๆและสาเหตุย่อยๆของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้เราสามารถแก้ปัยหาได้ถูกวิธี

ข้อเสีย

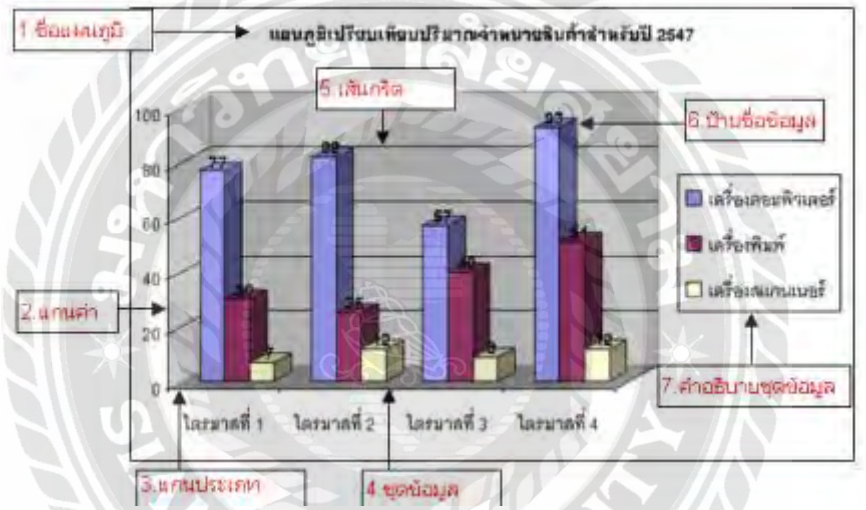
- ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิก้างปลาเป็นตัวกำหนดซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนภูมิก้างปลา

- ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมความคิด

2.10 แผนภูมิแท่ง (Chart)

แผนภูมิแท่ง คือ แผนภูมิที่ประกอบด้วยแกน สองแกน คือแกนนอนและแกนตั้ง และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างของแต่ละรูปเท่ากัน ส่วนความยาวจะแปรตามขนาดของข้อมูล เรียกรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปนี้ว่าแห่ง (Bar) การนำเสนอข้อมูลอาจจัดให้แท่งแต่ละแท่งอยู่ในแนวตั้ง หรือ

แนวนอนก็ได้ โดยวางเรียงให้ชิดกันหรือห่างกันเล็กน้อยเท่าๆ กันก็ได้ พร้อมทั้งเขียนรายละเอียดของแต่ละแห่งกำกับไว้ นอกจากนี้ เพื่อความสวยงาม อาจจะใช้วิธีแรเงาหรือระบายสี เพื่อให้ดูสวยงามและสะดวกในการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่เหมาะสำหรับการใช้แผนภูมิแท่งในการนำเสนอข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลที่จำแนกตามคุณภาพ ตามกาลเวลา และตามภูมิศาสตร์แผนภูมิแท่งจำแนกได้หลายประเภท ได้แก่ แผนภูมิแห่งเชิงเดียว แผนภูมิแท่งเชิงซ้อน แผนภูมิแท่งส่วนประกอบ แผนภูมิแห่งบวก-ลบ แผนภูมิแห่งซ้อนกัน แผนภูมิแท่งปีระมิด ในชั้นนี้จะกล่าวถึงแผนภูมิแท่งเชิงเดียวและแผนภูมิแห่งเชิงซ้อนเท่านั้น



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างแผนภูมิแท่ง

2.11 ทฤษฎีการวัดคุณค่าในการลงทุน

2.11.1 ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

ในการวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกลงทุนนอกจากจะพิจารณาจุดคุ้มทุนแล้ว บางครั้งยังต้องการทราบว่าจะคืนทุนด้วยระยะเวลาเท่าไร การคำนวณหาจะต้องแปลงมูลค่าของเงินเป็นมูลค่าปัจจุบันรายปีก็ได้ ปีที่ทำให้รายจ่ายเท่ากับรายรับนั่นคือระยะเวลาการจ่ายคืนทุน

ระยะเวลาการจ่ายคืนทุนเป็นวิธีในการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุด ที่ทำให้รายรับเท่ากับหรือมากกว่าเงินลงทุน โดยที่อัตราดอกเบี้ยเป็นศูนย์หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าให้ Co แทนเงินลงทุนเริ่มต้นที่เวลาศูนย์หรือเวลาปัจจุบันของทางเลือกหนึ่ง Rt แทนรายรับสุทธิ ในคาบที่ t ของการลงทุน

ทางเลือกนั้นแล้ว m มีค่าน้อยที่สุดของโครงการนั้น ที่ทำให้สมการที่ (2-17) เป็นจริง เรียก m ว่า ระยะเวลาการคืนทุน(Payback Period)

$$\sum_{t=1}^{m} Rt \geq Co \qquad (2\text{-}17)$$

สำหรับการคิดระยะเวลาคืนทุน โดยการนำดอกเบี้ยมาพิจารณาด้วย นั่นคือมูลค่าของเงินไม่เปลี่ยนไปตามเวลา ถ้านำดอกเบี้ยจาการลงทุนหรืออัตราผลตอบแทนมาพิจารณาหาระยะเวลาคืนทุน จะสามารถหาได้ดังสมการที่ (2-18) โดยที่กำหนดตัวแปรดังนี้

F แทนเงินที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา t

t แทนช่วงเวลาอาจเป็นเดือน, ปี

i แทนอัตราดอกเบี้ย

n' แทนระยะเวลาคืนทุน

$$\sum_{t=1}^{m} Ft(1+i)^{-1} \geq Co$$

ข้อที่ควรพิจารณาในการใช้ระยะเวลาคืนทุน การวิเคราะห์ตัดสินใจในโครงการต่างๆจะใช้ระยะเวลาคืนทุนพิจารณาอย่างเดียวไม่ได้ควรจะต้องใช้วิธีอื่นๆ เช่น รายจ่ายรายปี อัตราผลตอบแทน เป็นต้น

โดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าระยะเวลา 5 ปี คือระยะเวลาที่โครงการต้องการเงินต้นกลับคืนมา การตัดสินใจจะเป็นดังนี้

หาก ระยะเวลาคืนทุน $\leq$ 5 ปี ก็ตัดสินใจลงทุน

หาก ระยะเวลาคืนทุน > 5 ปี ก็ตัดสินใจไม่ลงทุน

วิธีการคำนวณระยะเวลาคืนทุนนี้ เป็นการพิจารณาอย่างคร่าวๆและมีความสะดวกในการเปรียบเทียบหรือจัดลำดับโครงการ โดยเฉพาะโครงการขนาดเล็ก การคืนทุนเร็วจะช่วยให้โครงการ

มีสภาพคล่องดีขึ้นและมีความเสี่ยงน้อยลง แต่ก็มีจุดอ่อนตรงที่ไม่ได้นำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาพิจารณาและไม่ให้ความสำคัญกับกระแสเงินสดที่ได้รับภายหลังระยะเวลาคืนทุน

2.11.2 อัตราผลตอบแทนภายใน (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)

$$IRR \geq MARR$$

2.11.3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือการประเมินหาผลรวมสุทธิของมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลประโยชน์และกระแสต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดช่วงอายุโครงการ โดยการลดค่าด้วยอัตราส่วนลด ซึ่งการคำนวณหามูลค่า ปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)} - \left\{ \sum_{i=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0 \right\}$$

โดย NPV = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

Bt = ผลตอบแทนปี ที่ t

Ct = เงินลงทุนสุทธิของโครงการปี ที่ t

r = อัตราดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของเงินทุน

t = ปีของโครงการมีค่าตั้งแต่1ถึงn

n = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุดอายุของโครงการ

กรณีโครงการมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก (initial cost : C0)

หลักการตัดสินใจเพื่อการลงทุนในโครงการ

ถ้า NPV > 0 คุ้มค่าแก่การลงทุน

NPV < 0 ไม่สมควรลงทุน

NPV = 0 เท่าทุน

2.11.4 การเปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยตอบแทนและอัตราดอกเบี้ยที่สนใจ

ในการพิจารณาการจัดสรรเงินเพื่อการลงทุน จำเป็นต้องดำเนินการศึกษาข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้การพิจารณาโครงการว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนมากน้อยเพียงใด โดยตัวชี้วัดที่นิยมใช้ในการพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์คือ อัตราค่าตอบแทน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และระยะเวลาในการคืนทุนโดยตัวชี้วักทั้งสามตัวนี้ อาจเลือกใช้ตัวใดตัวหนึ่งในการพิจารณาการลงทุนหรืออาจใช้หลายตัวเพื่อจะสามารถพิจารณาข้อมูลหลายๆ ด้านประกอบกัน โดยหลักเกณฑ์ ในการพิจารณาสำหรับตัวชี้วัดแต่ละตัวมีดังนี้

2.11.4.1 อัตราดอกเบี้ยตอบแทน (IRR) จำเป็นต้องเปรียบเทียบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน หรือไม่กับค่าผลตอบแทนต่ำสุดที่กำหนดไว้ (MARR) โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

2.11.4.1.1 กรณีโครงการเดียว IRR $\geq$ MARR โครงการจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.11.4.1.2 กรณีหลายโครงการ สามารถเรียบลำดับโครงการที่น่าลงทุนตามลำดับจากค่า IRRมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด แต่ค่า IRR ของโครงการจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับค่า MARR เสมอ (ศิวัตม์ กมลคุณานน์, 2560, น.169)

2.11.4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นตัวชี้วัดถึงผลกำไรหรือขาดทุนสุทธิของโครงการเนื่องจากตัวชี้วัดนี้ เน้นพิจารณาที่ผลประกอบการสุทธิที่เกิดขึ้น ณ ปีปัจจุบัน ซึ่งจะต้องคำนวณมูลค่าเงินที่เกิดขึ้นในอนาคตทั้งหมด กลับมาเป็นมูลค่าของเงิน ณ ปีปัจจุบัน ซึ่งสามารถใช้พิจารณาทั้งโครงการเดี่ยวหรือแบบหลายโครงการ โดยพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนคือ NPV $\geq$ 0 โครงการจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.11.4.3 ระยะเวลาในการคืนทุน (PB) เป็นตัวชี้วัดที่พิจารณาระยะเวลาในการคืนทุนโดยมีแนวคิดว่า โครงการที่มีระยะเวลาในการคืนทุนเร็วจะมีความเสี่ยงในการลงทุนน้อยกว่าโครงการที่มีระยะเวลาในการคืนทุนที่ช้ากว่า โดยระยะเวลาในการคืนทุนคือ ระยะเวลาที่ทำให้ค่า NPVมีค่าเป็นศูนย์ กล่าวคือ ผลตอบแทนสุทธิในการลงทุนเท่ากับเงินลงทุนของโครงการ โดยพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนคือ

2.11.4.3.1 กรณีโครงการเดี่ยว จะไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่ เนื่องจากไม่มีตัวเปรียบเทียบ แต่สามารถใช้ตัวชี้วัดนี้ประกอบการ

พิจารณาร่วมกับตัวชี้วัดอื่นๆ และสามารถพิจารณาถึงความเร็วในการลงทุนของโครงการได้ ส่วนความเร็วในการคืนทุนนั้นจะขึ้นกับประสบการณ์และวิจารณญาณของผู้ตัดสินใจในการลงทุน

2.11.4.3.2 กรณีหลายโครงการ สามารถเรียงลำดับความน่าสนใจในการลงทุนตามระยะเวลาในการคืนทุนคือ โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนเร็วย่อมน่าสนใจในการลงทุนมากกว่าโครงการที่มีระยะเวลาในการคืนทุนช้า

ดังนั้นในการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการเดี่ยว หรือเปรียบเทียบเพื่อจัดสรรเงินลงทุนสำหรับหลายโครงการ ในทางปฏิบัติจะคิดคำนวณตัวชี้วัดทั้งหมดคือ IRR NPV และ PB (Payback Period) เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประกอบการพิจารณาในการจัดสรรเงินลงทุน เนื่องจากตัวชี้วัดแต่ละตัว มีข้อดี ข้อด้อยและข้อจำกัดในการพิจารณาที่แตกต่างกัน

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑามาศ ทองทวี (2564) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาจากสถิติข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือนของบริษัทกรณีศึกษา ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยแบ่งแนวทางการศึกษาออกเป็น 3 แนวทางคือ1) วิเคราะห์ ความเป็นไปไดข้องต้นทุนการขนส่งสินค้าเองทั้งหมด 2) วิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งที่เหมาะสมของผู้รับจ้างขนส่ง 3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นทุนการขนส่งแบบผสม ซึ่งทั้ง 3 แนวทางนี้ ได้คำนวณต้นทุนจากการจัดเส้นทางการขนส่งแบบมิลค์รันและเปรียบเทียบผลการศึกษา พบว่าการลงทุนซื้อรถใหม่ควบคู่กับการจ้างขนส่ง เป็นแนวทางในการลดต้น ทุนการขนส่งให้กับบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสมที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ร้อยละ19.06

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, เวลาผลิต และ Standard work chartและการออกแบบเส้นทาง เพื่อกำหนดรอบเวลาการวิ่งของรถ AGV ให้เหมาะสมพอดีกับงานที่ผลิตออกมา และวิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อทำการ Kaizen ลดกระบวนการทำงานที่เป็น Muda และลดเวลาทำงานของแมลงน้ำเพื่อที่จะทำการ Balance workload งานของแมลงน้ำไปให้กับ TA จนเหลือเวลาเดินของแมลงน้ำเพื่อที่จะนำ AGV เข้ามาใช้ทำงานแทนแมลงน้ำเพื่อที่จะรองรับยอดการผลิตและไลน์ใหม่ที่จะเกิดขึ้นในปี 2019

ผลจากการนำพาหนะลำเลียงวัสดุอัตโนมัติ (AGV) เข้ามาใช้แทนการทำงานของแมลงน้ำสามารถลด Muda Mura Muriและลดจำนวนแมลงน้ำได้ถึง 2 คน คือคนที่เป็นแมลงน้ำกับคนที่จะเพิ่มขึ้นในปี 2019และการที่นำรถ AGV เข้ามาใช้สามารถที่จะรองรับยอดการผลิตที่จะเพิ่มขึ้นและไลน์ใหม่ที่จะมีในปี 2019 และยังได้ผลประโยชน์มาอีกคือสามารถที่จะลดต้นทุนได้อีกจากการไม่ต้องรับพนักงานเพิ่มขึ้นอีกของไลน์ใหม่ที่จะเพิ่มขึ้นและยังมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่าแมลงน้ำ

2.13 สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีที่กล่าวถึงทั้งหมดเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งจะเริ่มจากการรวบรวมค่าใช้จ่ายและปัญหาที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเรื่องค่าเช่ารถยก และค่าแรงงานพนักงานขับรถยก รวมไปถึงค่าเชื้อเพลิง ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต โดยนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณที่ได้มาคำนวณหาต้นทุนค่าใช้จ่ายค่าแรงงานพนักงานขับรถยก รวมไปถึงค่าเชื้อเพลิง ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิตแบบใหม่ หลังจากนั้นจะดำเนินการศึกษาถึงเรื่องระบบการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกแบบเดิมกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุแบบใหม่ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบบทั้ง 2 แบบ มาทำการวิเคราะห์เรื่อง ผลที่จะได้จากการลงทุนกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ และทำ

การคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนรวมทั้งระยะเวลาคืนทุนของจากการลงทุนกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ ซึ่งในบทที่ 3 จะเป็นการรวบรวมเรื่องการทำงานและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนระบบการใช้รถยก Fork lift แบบเดิม ส่วนกระบวนการถัดไปจะแสดงในบทที่ 4 ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ เนื่องด้วยต้นทุนเชื้อเพลิงและต้นทุนแรงงานที่เพิ่มสูงขึ้นและแรงงานหายากขึ้น ทางโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งมีทีมงานวิศวกรรมอยู่แล้วนั้น ทางผู้บริหารได้ให้นโยบายเพื่อแก้ปัญหา ค่าเชื้อเพลิงและแรงงาน โดยให้ทีมงาน หาเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไม่ใช้แรงงาน หรือใช้แรงงานน้อยที่สุด ดังนั้นทีมงานจึงหาแนวทาง และเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการทำงานในโรงงานที่สุด ทางโรงงานจึงลงทุน ในด้านระบบอัตโนมัติเพิ่มขึ้น เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น การลงทุนระบบแขนกล ในการหยิบยกผลิตภัณฑ์ แทนแรงงานคน ทำให้ผู้ใช้แรงงานมีสุขภาพที่ดี และลดการทำงานซ้ำซ้อน ซึ่งทำงานด้วยแขนกลนี้ ทำให้มีความคล้ายคลึงกับการใช้ระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ในส่วนของกรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต เตรียมจะใช้วิธีดำเนินการวิจัยแบบทดลอง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

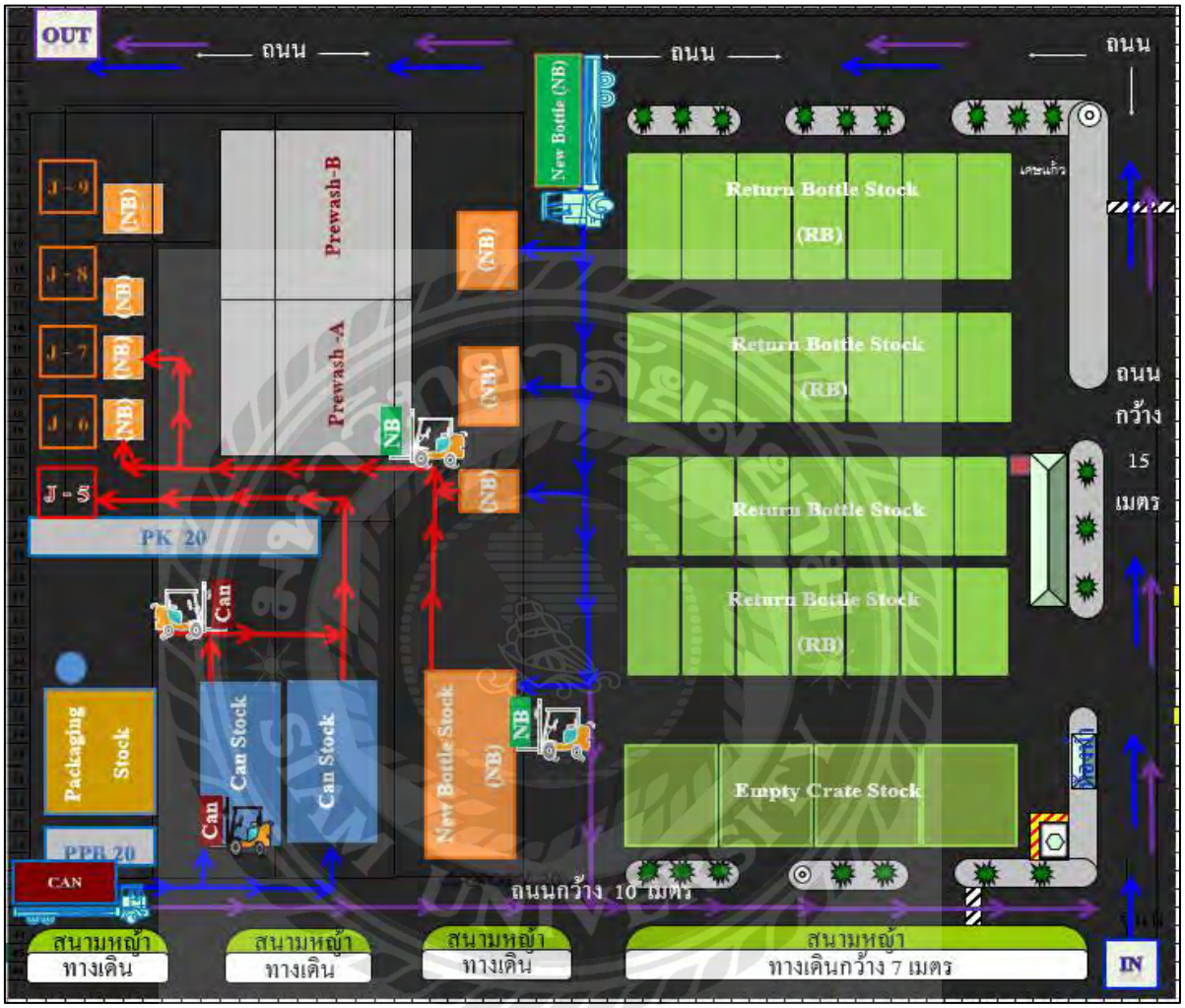
3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานที่ศึกษาเพื่อนำมาใช้ประกอบในการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย

3.1.1 ศึกษาแผนผังการทำงานของรถยก (forklift) ในโรงงานกรณีศึกษา

การปฏิบัติงานของรถยก (forklift) ที่ใช้งานในการขนย้ายขวดใหม่และกระป๋อง จากกองจัดเก็บ เพื่อนำมาป้อนที่บริเวณต้นสายการบรรจุ กระป๋อง (J5) และสายการบรรจุขวด (J6 และ J7) โดยใช้รถยก (forklift) พร้อมพนักงานขับรถ จำนวน 1 คันต่อ 1กะทำงาน สลับการวิ่งระหว่างกองจัดเก็บกระป๋อง และกองจัดเก็บขวดใหม่ (NB) เนื่องจากสายการบรรจุขวด (J6 และ J7) ใช้เฉพาะขวดใหม่เท่านั้น รถยก (forklift) จำไม่จำเป็นต้องวิ่งออกไปยังกองจัดเก็บขวดเก่า (RB) ซึ่งการปฏิบัติงานของรถยก (forklift) พนักงานขับรถจะแบ่งออกเป็น 2 กะทำงาน คือกะ A จะปฏิบัติงานระหว่างเวลา 08.00-20.00 น. ส่วนกะ B จะปฏิบัติงานระหว่างเวลา 20.00-08.00 น. โดยมีค่าล่วงเวลากะละ 4 ชั่วโมงต่อคน และรถยก (forklift) ต้องวิ่งในเส้นทางที่กำหนดเท่านั้น เพื่อให้

ป้อนขวดกระป๋อง และขวดใหม่ เพียงพอและทันต่อการใช้งานการบรรจุลงภาชนะในแต่ละวัน แผนผังเส้นทางการวิ่งของรถยก (forklift) เป็นไปตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงเส้นทางการวิ่งของรถยก (forklift)

3.1.2 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของรถยก

การกำหนดประเภทและสมรรถนะของรถยก (forklift) ที่ทางโรงงาน ใช้ในการยกวัสดุ วัตถุดิบ และการโยกย้ายผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หรืออื่นๆ นั้น ทางโรงงานพิจารณาจากข้อมูลจำเพาะ (Specification) ของบริษัทผู้ขาย หรือให้เช่า โดยมีจัดซื้อกลางเป็นผู้ดำเนินการจัดซื้อ-จัดหา และต่อรองราคา ตามข้อมูลจำเพาะ (Specification) ที่ทางโรงงานต้องการใช้งาน เพื่อให้มีต้นทุน และอัตราการใช้งานของรถเหมาะสมกับการใช้งานจริง สำหรับกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ ทางโรงงาน

เลือกใช้รถยก (forklift) รุ่น 8FG25 2.5 Ton Gasoline ยี่ห้อ Toyota สามารถรองรับน้ำหนักการยกได้ 2.5 ตัน ตามตารางที่ 3.2

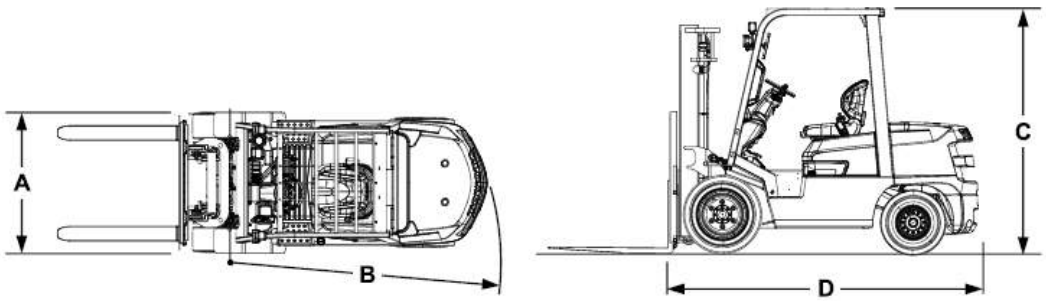
รูปที่ 3.2 รถยก (forklift) รุ่น 8FG25 2.5 Ton Gasoline ยี่ห้อ Toyota

ที่มา: https://www.toyotaforkliftthailand.com/th/

ข้อมูลจำเพาะ (Specification) ของรถยก (Forklift) ที่ทางบริษัทผู้ขายกำหนดไว้ มีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.3 ภาพประกอบคำอธิบายของข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำเพาะ (Specification) ของรถยก (Forklift)

ข้อมูลจำเพาะ (Specification)	
ประเภทของรถ	Gasoline
ความสามารถในการบรรทุก (Kg)	2500
แรงดึงสูงสุด(Kg)	1890
ระยะจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักที่ยก(mm)	500
ความกว้างของตัวรถ (mm)[A]	1150
รัศมีวงเลี้ยว (mm)[B]	2280
ความสูงของตัวรถ(mm)[C]	2110
ความยาวจากท้ายรถถึงแผงงา(mm)[D]	2620
ความสูงของเสายก(mm)	7000



รูปที่ 3.3 ภาพประกอบคำอธิบายของข้อมูลจำเพาะ

การจัดซื้อ-จัดหารถยก (Forklift) ทางโรงงานจะต้องประสานกับทางจัดซื้อกลาง เพื่อให้ดำเนินการตามขั้นตอนของการจัดซื้อ-จัดหา โดยทางจัดซื้อกลางจะทำการเปรียบเทียบบริษัทผู้ขาย เพื่อนำเสนอให้กับทางโรงงานเป็นผู้ตัดสินใจเลือกบริษัทผู้ขาย ที่นำเสนอรถยก (Forklift) ได้ตามความต้องการที่เหมาะสม

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลเปรียบเทียบรถยก (Forklift) จากผู้ขายแต่ละราย

รายละเอียด	หน่วย	TOYOTA	POL	Jungheinrich	NISSAN	Linde	Maxcrane	
ยี่ห้อ และ รุ่น	Detail	Toyota / 8FG25	POL	Jungheinrich Model: EFG MC325 G+E100-450ZT	Unicarriers	Linde / E25B	HANGCHA CPD25-AEV2-I ทำงาน 8 ชม	HANGCHA CPD25-AD2 ทำงาน24ชม
จำนวนล้อ	Detail	4 ล้อ	4 ล้อ	4 Wheel	4 ล้อ	4 ล้อ	4	4
ประเทศที่ผลิต	Detail	Japan	จีน	China	THAILAND	China	CHINA	CHINA
Operator Position	Detail	Seat	Seat	Seat	SEAT	Seat	SEAT	SEAT
ความสามารถในการยก	kg	2500	2,500 kg.	2500	2500	2500	2500	2500
Load Center	mm.	500	500 mm.	500	500	500	500	500
ความสามารถในการยก ที่ระยะยกสูงสุด	kg	2300	2,150 kg. @ 4.5 m.	2440	2300	2300	2150	2000
ระยะยกสูงสุด	mm.	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
ชนิดเสา	Detail	2 Stage (V)	2 ท่อน ไม่มี Freelift	Duplex Mast	2W	2	2 stage mast	2 stage mast
หัวเสาต่ำสุด	mm.	2110	2851	2950	2795	2871	2851	2861
หัวเสาสูงสุด (With Standard Load Backrest)	mm.	7000	4500	5100	5555	5545	5546	5556
ระยะ Free Lift (With Standard Load Backrest	mm.	130	140	150	140	150	140	140
ความยาวงา	mm.	1000	1000	1000	1070	1000	1000	1000
ขนาดของงา	mm.	1000x120x36	40x122x1000	40x100x1000	40 x 122	1000×100×45/2A	40*122	40*122
ระยะใช้งาน รวมงา (ขั้นวางถึงขั้นวาง)	mm.	3290	3745	3321	3725	3760	3794	3745
ระยะเลี้ยว	m.	2280	2.15	2060	2080	2096	2150	2090
กล้อง	มี/ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	Option	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลเปรียบเทียบรถยก (Forklift) จากผู้ขายแต่ละราย (ต่อ)

รายละเอียด	หน่วย	TOYOTA	POL	Jungheinrich	NISSAN	Linde	Maxcrane	
มอเตอร์ขับ (ชนิด,กำลัง)	Detail	Transistor inverter	9 AC	4.6 kW	AC / 8.5 Kw	AC / 10.2	9AC	11AC
มอเตอร์ขับ (ชนิด,กำลัง)	Detail	Transistor inverter	7 AC	4.6 kW	AC / 11.5 Kw	AC / 10.2	9AC	11AC
มอเตอร์ Power Steering (ชนิด, กำลัง)	Detail	Transistor inverter	Hydralic power steering	15.5 kW	AC / 1.5 Kw	AC	-	-
กำหนดความเร็ว	มี/ไม่มี	ได้	มี	มี	STD	มี	มี	มี
Trevel Speed (FWD) (Load/Unload)	km/hr	14 / 16	14/14	17/18	14 / 16	15 / 15	14/14	14/14
Lifting Speed (Load/Unload)	mm/s	340 / 600	280/430	400/500	290 / 470	0.28/0.45	0.28/0.43	0.23/0.43
Lowering Speed (Load/Unload)	mm/s	500 / 500	500/430	550/550	485 / 440	0.43/0.47	0.5/0.44	0.215/0.41
ระบบเบรคขณะทำงาน	Type	Hydraulic	Hydraulic	mechanical/hydraulic	Hydraulic front wheel breaking drum	Hydraulic / electric	Hydraulic	Hydraulic
ระบบเบรคขณะจอด	Type	Hand	Mechanical	mechanical/hydraulic	Dead point lock tries	electric	Mechanical	Mechanical
ระบบพวงมาลัย	Type	Hydraulic	Hydralic power steering	Hydraulic	Electric power steering	electric	electric	electric
ชนิดของยาง	Type	Cushion Tires	Solid tire(ยางตันต่ำ)	Super-Elastic (SE)	Solid	SE=(super elastic)	Solid	Solid
Side Shift	มี/ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	Option	มี	ไม่มี	ไม่มี
Sound level at driver ear	dB(A)	-	<73	78	< 75		-	74
แบตเตอรี่	หน่วย							
ยี่ห้อ		Hirano	CATL	Jungheinrich	Yuniph By Hirano Li-Ion	Li-ion	HANGCHA x CATL	FREY
Voltage	Volt	48	80	51.5V.	48	80	80	51.2
Amp hour	Ah/h	525	404	604Ah.	420	335	404	500
Voltage / Cell	Volt	48	LI-ION(Technology)	2 Volt/Cell	3.3	335	-	-
No. of Cell	Cell	1	LI-ION(Technology)	96	3 Modual	1	-	-
รายละเอียดแท่นชาร์จ	หน่วย							
เครื่องชาร์ท (AC or DC)		DC48V.	input 380V./ AC to 80V./200A./DC	DC	AC / 380V / 3PH / 200A / 12KVA	AC	AC	AC
จำนวน ชั่วโมงการทำงาน / การชาร์จเต็ม 1 ครั้ง	ชม.	7-8 ชม.	8	5	5	5 ถึง 6 แบบต่อเนื่อง	6-8ชม	6-8ชม
เวลาที่ใช้ในการชาร์จครั้ง	ชม.	1-2 ชม.	2.0 (0-100%)	3.5	2.5	2	2-2.5ชม	2-2.5ชม
อัตราการใช้ไฟฟ้า / การชาร์จเต็ม 1 ครั้ง	บาท	94.5	141 บ. (0-100%)	88		94	ประมาณ 120 บาท	ประมาณ 100 บาท
ตัวดึงสายเสียบที่ชาร์ทแบ็ตเตอรี่	มี/ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	Option	มี	มี	มี

3.1.3 ศึกษาข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของรถยก ซึ่งประกอบด้วยค่าเช่า ค่าเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงานขับรถยก

3.1.4 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) โดยรถ AGV ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือรุ่น CDDK 25-AGV

3.1.5 ศึกษาข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยค่าเช่า ค่าเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงานควบคุมรถ AGV

3.2 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของรถยกและรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติในข้อ 3.1 แล้วนั้น จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (fishbone diagram)

3.2.2 เปรียบเทียบข้อมูลเชิงเทคนิค เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียจากการขนถ่ายวัสดุด้วยรถทั้ง 2 แบบ

3.2.3 เปรียบเทียบข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายวัสดุด้วยรถทั้ง 2 แบบ

3.3 พัฒนาปรับปรุงโดยติดตั้งและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานของรถยก เปรียบเทียบกับรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

ทดลองติดตั้งรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ(AGV) จำนวน 1 คัน เพื่อทดสอบการใช้งานจริง เพื่อจะทราบผลกระทบเมื่อติดตั้งในโรงงานกรณีศึกษาจริง

3.4 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

จากการเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่าย แล้วเห็นว่าเป็นการลงทุนที่มีความน่าจะเป็นไปได้ ทั้งการลงทุนและการคืนทุนและตอบโจทย์เรื่อง ค่าเชื้อเพลิง และการขาดแคลนแรงงาน ซึ่งในอนาคตจะขาดแคลนและหายากซึ่งจะมีผลกระทบต่อต้นทุน ทางทีมงานจึงได้นำทดลองติดตั้งใช้งานจริงเรียบร้อยและทดลองติดตั้งใช้งานจริงเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนจากการเปลี่ยนจากรถยกมาเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติดังนี้

3.4.1 คำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (payback period)

3.4.2 คำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR)

3.5 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแผนผังการทำงานของรถยก (forklift) ในโรงงานกรณีศึกษา พบว่ารูปแบบการใช้รถยกปัจจุบันสำหรับการทำงานกะเช้าและกะเย็น จะใช้จำนวนพนักงานทั้งหมด 6 คน และใช้รถยก 2 คัน แต่เมื่อทดลองเปลี่ยนเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) จะต้องใช้รถ AGV ทั้งหมด 3 คัน และใช้จำนวนพนักงานควบคุมรถ AGV ทั้งหมด 2 คน ดังนั้นเมื่อเทียบอัตราส่วนจำนวนรถต่อจำนวนพนักงานแล้ว พบว่าการใช้รถยก 1 คันต้องใช้พนักงาน 3 คน ส่วนรถ AGV 1

คันต้องใช้พนักงาน 1 คน โดยเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าเช่ารถ ค่าเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงาน ต่อการเช่ารถ 1 คัน

หลังจากเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาจากระบบรถยกเป็นการติดตั้งรถ AGV จำนวน 1 คันในการขนถ่ายวัสดุ ผลจากการติดตั้งและทดสอบการใช้งานรถ AGV ในการขนถ่ายวัสดุเพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการทำงาน และช่วยให้การผลิตสามารถลดขั้นตอนในการทำงานได้หรือไม่

3.6 การอภิปรายผล

ผลการทำงานวิจัยการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ผลวิจัยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยท่านอื่นๆ

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยก (forklift) กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต และเพื่อศึกษาระยะเวลาคืนทุนระหว่างการใช้รถยก กับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา

4.2 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

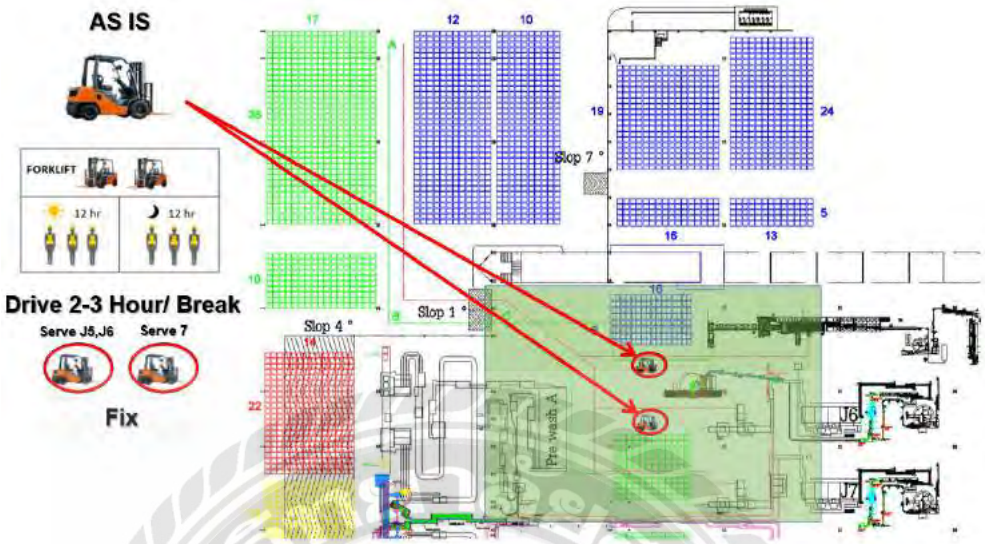
4.3 การพัฒนาปรับปรุงโดยติดตั้งและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานของรถยกเปรียบเทียบกับรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

4.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

4.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงงานกรณีศึกษา

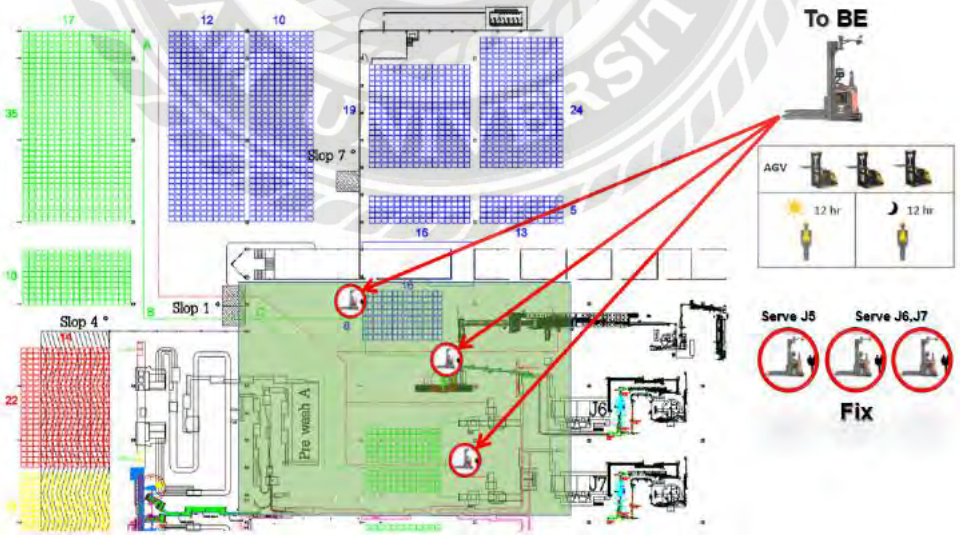
4.1.1 การศึกษาแผนผังการทำงานของรถยก (forklift) ในโรงงานกรณีศึกษา

จากแผนผังการทำงานของรถยกในภาพที่ 4.1 จะแสดงให้เห็นว่ามีรถยกที่ต้องอยู่ในจุด Serve J5, J6 และ J7 อยู่ 2 คัน โดยใช้จำนวนพนักงานคนขับรถยก ทั้งหมด 6 คน แบ่งการทำงานเป็น 2 กะ และใช้คนขับรถยกจำนวน 3 คนต่อกะ



รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานของรถยกในโรงงานกรณีศึกษา

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



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการทดลองวางแผนผังการทำงานของรถ AGV ในโรงงานกรณีศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบแผนผังการทำงานของรถยกและรถ AGV ในโรงงานกรณีศึกษา จะเห็นได้ว่า มีการลดจำนวนคนขับรถยกจากเดิม 6 คนต่อวัน เหลือเพียง 2 คนต่อวัน และจากเดิมที่มีรถยก 2 คัน เมื่อเปลี่ยนมาเป็นรถ AGV จะใช้ 3 คัน ซึ่งจะใช้จำนวนรถมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถขนสินค้าได้มากขึ้นรวมถึงความเสียหายในการปฏิบัติงานด้วยรถยก (AGV) ลดลง

4.1.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของรถยก

รถยกเป็นรถอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีแท่นยกแบบขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิคติดอยู่ที่ด้านหน้าซึ่งสามารถยกสินค้าขึ้นลงหรือเคลื่อนย้ายได้ รถยกตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งคลังสินค้าและห้องเก็บของขนาดใหญ่อื่น ๆ รถยกจะขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาป ให้ผู้ควบคุมนั่งขณะขับรถ

รถยกที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของรถยก

รายการ	**ระบบแบบใช้คนขับควบคุม (forklift)**
1. รุ่นของรถยก	FDZN30 V40 PSCT 1220 Counter Balance LPG (ภาพที่ 4.3)
2. ระบบ engine	Internal Combustion Engine System (ICE)
3. สารเชื้อเพลิง	LPG
4. ความจุ ของสารเชื้อเพลิง	LPG ขนาด 1.5คิว
5. safety sensor	ไม่มี
6. routing control system	ไม่มี
7. รถยกสามารถยกวัสดุได้หลายชิ้น	มี
8. พื้นที่ควบคุมที่มีการปล่อยสารพิษ	ไม่มี
9. การตั้งค่าหน่วงเวลา	ไม่มี
10. รีโมทควบคุมระยะไกล	ไม่มี
11. เซ็นเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนทิศทาง โดยจะลดความเร็วอัตโนมัติขณะเลี้ยว	ไม่มี
12. การขับเคลื่อน	ขับเคลื่อนโดยใช้คนขับ

รูปที่ 4.3 รถ Forklift FDZN30 V40 PSCT 1220

ที่มา: https://www.toyotaforkliftthailand.com/th/products-detail.php?id=5

4.1.2 การศึกษาข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของรถยก

4.1.2.1 ค่าเช่ารถยก รถยกที่ใช้ในสายการผลิต เป็นรถยกที่เช่าใช้งาน โดยค่าเช่ามีการรวมค่าซ่อมบำรุง และค่าเปลี่ยนยางตลอดระยะเวลาการเช่า ซึ่งในปีที่ 6 ของการเช่า จะมีการปรับค่าเช่าเพิ่มขึ้น 10%

จำนวนรถ	1	คัน
ระยะเวลาการใช้งานต่อวัน	24	ชั่วโมงต่อวัน
จำนวนวันในการใช้งาน	320	วัน/ปี
ค่าเช่า (สัญญา 5 ปี)	20,000	บาท/เดือน
ราคาค่าเช่ารวม	240,000	บาท/ปี

รายละเอียดมูลค่าการเช่ารถยกตามจำนวนและปีที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลค่าเช่ารถยกตามจำนวนและปีที่กำหนด

จำนวนรถยก	**ค่าเช่าปีที่ 1-5 (บาท/ปี)**	**ค่าเช่าปีที่ 6 ขึ้นไป (บาท/ปี)**
1 คัน	240,000	264,000
2 คัน	480,000	528,000

4.1.2.2 ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของรถยก รถยกที่เช่าใช้งานในสายการผลิต ใช้แก๊สแอลพีจี (LPG) เป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนรถ ดังนั้นจึงทำการคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง โดยมีข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงต่อการใช้รถยก 1 คัน ดังนี้

ปริมาณการใช้ LPG	1.5	ถัง
ราคา LPG ต่อหน่วย	365	บาท/ถัง (15kg)
ค่าเชื้อเพลิง LPG ต่อวัน (1.5x365)	547.50	บาท/วัน
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง LPG (ต่อการทำงาน 2 กะ)	14,600	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง LPG ต่อปี (547.50x320)	175,200	บาท/ปี/คัน
คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (ต่อการทำงาน 2 กะ)	350,400	บาท/ปี/ 2 คัน

4.1.2.3 ค่าใช้จ่ายด้านค่าจ้างพนักงานขับรถยก การคำนวนค่าแรงคิดจากค่าแรงตามอัตราขั้นต่ำ โดยนำค่าสวัสดิการต่าง ๆ ที่พนักงานขับรถยกพึงได้มาคำนวณรวมด้วย ดังนี้

ค่าแรงฐาน	15,000	บาท/เดือน
โบนัส (เฉลี่ย)	2	เดือน
กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ	3%	
คิดค่าแรงต่อคนต่อปี	180,000	บาท/ปี
โบนัส	30,000	บาท/ปี
กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ	5,400	บาท/ปี
รวมค่าใช้จ่ายประจำ	215,400	บาท/ปี
อัตราการขึ้นเงินเดือน*	5%	ต่อปี
ประกันสังคม 5%	9,000	บาท/คน/ปี
เครื่องแบบพนักงาน 2 ชุด	1,260	บาท/คน/ปี
ค่ารักษาพยาบาล	6,000	บาท/คน/ปี
ค่าประกันชีวิตกลุ่มอาคเนย์	418	บาท/คน/ปี
ตรวจสุขภาพประจำปี	1,200	บาท/คน/ปี
ค่าเลี้ยงปีใหม่	500	บาท/คน/ปี
ค่าฝึกอบรม	7,500	บาท/คน/ปี
รวมค่าสวัสดิการพนักงาน	25,878	บาท/คน/ปี

รวมค่าจ้าง+สวัสดิการ พนักงานขับรถยก 241,278 บาท/คน/ปี

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี สำหรับการใช้รถยก 1 คัน

ค่าเช่า	480,000 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง	350,400 บาท/ปี
ค่าจ้างพนักงานขับรถ (เฉลี่ย 3 คน/2 คัน)	1,447,668 บาท/ปี
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี	**2,278,068 บาท/ปี/รถยก 1 คัน**

4.1.3 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV)

รถ AGV หรือ automated guided vehicle เป็นพาหนะที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าแบบอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้คนขับ ใช้งานง่าย สะดวก มีความปลอดภัยสูง ราคาไม่แพง ทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานด้วย นอกจากนี้ AGV ยังสามารถทำงานพร้อมกันหลายคันด้วยระบบ fleets control system ผ่านระบบ Wi-Fi โดยเส้นทางเคลื่อนที่จะถูกกำหนดไว้ด้วยระบบ routing control system ทำให้ทราบตำแหน่งของตัวรถแต่ละคันบนเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจน รถ AGV ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของรถ AGV

รายการ	**ระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV)**
1. รุ่นของรถยก	CDDK 25-AGV (ภาพที่ 4.4)
2. ระบบ engine	electrical system
3. สารเชื้อเพลิง	battery Lithium Ion
4. ความจุ ของสารเชื้อเพลิง	battery sizing 45kWh
5. safety sensor	มี
6. routing control system	มี
7. รถยกสามารถยกวัสดุได้หลายชิ้น	มี
8. พื้นที่ควบคุมที่มีการปล่อยสารพิษ	สามารถเลือกใช้แบตเตอรี่แบบลิเธียมได้ จึงทำให้ตอบสนองการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับการใช้งานในธุรกิจ อาหาร ยา ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรือพื้นที่ควบคุมที่มีการปล่อยสารพิษ
9. การตั้งค่าหน่วงเวลา	มี
10. รีโมทควบคุมระยะไกล	มี
11. เซ็นเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนทิศทางโดยจะลดความเร็วอัตโนมัติขณะเลี้ยว	มี
12. การขับเคลื่อน	ทำงานอัตโนมัติ ไม่ต้องมีคนขับบังคับทิศทาง ลดจำนวนพนักงานที่เกี่ยวข้องลง

รูปที่ 4.4 รถ AGV รุ่น CDDK 25-AGV

ที่มา: https://www.jenbunjerd.com/warehouse-automation/

4.1.4 การศึกษาข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของรถ AGV

1. ค่าใช้จ่ายด้านตัวรถ AGV

ขนาดรถ	2	ตัน
จำนวนรถ	1	คัน
ระยะเวลาการใช้งานต่อวัน	24	ชั่วโมง/วัน
จำนวนวันในการใช้งาน	320	วัน/ปี
counter balance stacker reach truck	400,000	บาท/คัน
truck modification for AGV (NDC8, drive)	425,655	บาท/คัน
safety, external I/O, charging	346,474	บาท/คัน

2. ค่าใช้จ่ายด้าน Software

AGV software management (STD)	298,061 บาท/ระบบ

3. ค่าใช้จ่าย ในการติดตั้ง ระบบ wireless network

wireless system	229,065 บาท/ระบบ

4. ค่าใช้จ่าย installation commissioning

create map, routing, programming	200,000 บาท/ระบบ

รวมค่าติดตั้งทั้งหมด **1,899,255** *บาท/คัน*

5. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง รถ AGV ใช้ไฟฟ้า (electricity) เป็นกำลังในการขับเคลื่อน ดังนั้นจึงทำการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของรถ AGV โดยมีข้อมูลในการคำนวณค่าไฟฟ้าของรถ AGV 1 คัน ดังนี้

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จ	20	kWh
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	3.5	บาท/kWh
ค่าไฟฟ้าต่อวัน	70	บาทต่อวัน
ค่าไฟฟ้าต่อเดือน	1,867	บาท/เดือน
ค่าไฟฟ้าต่อปี	22,400	บาท/ปี/คัน

การคำนวนค่าแรงคิดจากค่าแรงตามอัตราขั้นต่ำ โดยนำค่าสวัสดิการต่าง ๆ ที่พนักงานขับรถยกพึงได้มาคำนวณรวมด้วยเช่นเดียวกับการคำนวณค่าจ้างพนักงานขับรถยกในข้อที่ 4.1.2 หัวข้อย่อยที่ 3 ซึ่งจะเท่ากับ

รวมค่าจ้าง+สวัสดิการ พนักงานขับรถ AGV	241,278 บาท/คน/ปี

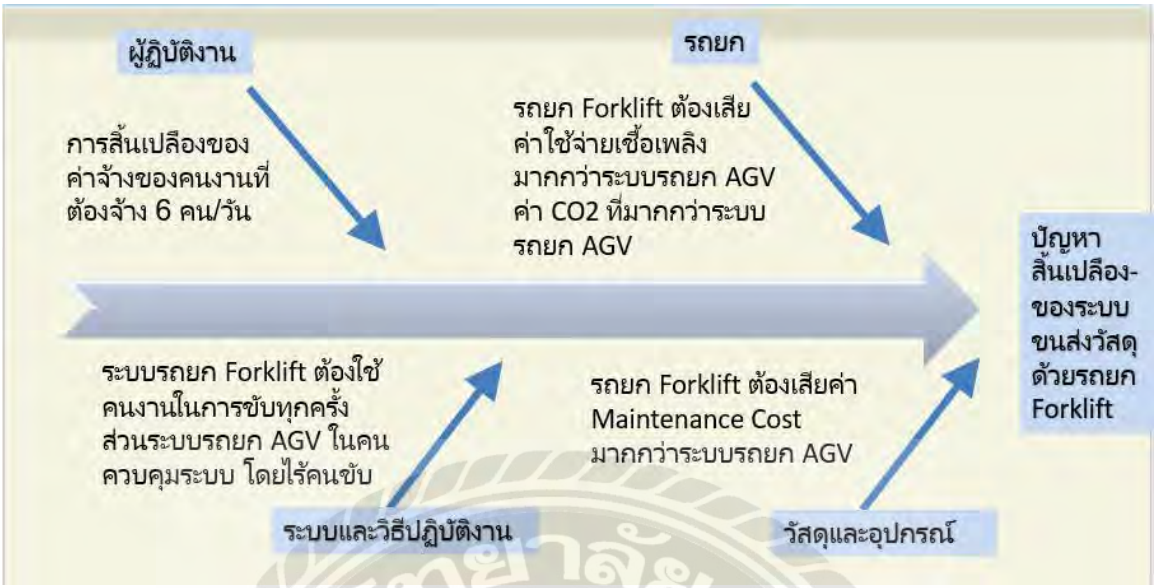
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี สำหรับการใช้รถ AGV 3 คัน

ค่าเช่า AGV software management (STD)	298,061 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง ไฟฟ้า	67,200 บาท/ปี
ค่าจ้างพนักงานขับรถ (เฉลี่ย 1 คน/คัน)	482,556 บาท/ปี
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี	**847,817 บาท/ปี/ 3 คัน**

4.2 การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถ AGV

4.2.1 การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (fishbone diagram)

จากการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุด้วยรถยก ทำให้พบปัญหาการสิ้นเปลืองที่เกิดจากการใช้งาน โดยสามารถจำแนกสาเหตุของปัญหาเป็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลา

4.2.1.1 ผู้ปฏิบัติงาน การสิ้นเปลืองค่าจ้างของคนงานที่ต้องจ้าง 6 คนต่อวัน เป็นกะเช้า 3 คน กะเย็น 3 คน รวมถึงสภาพร่างกายที่ไม่พร้อม ซึ่งอาจมีสาเหตุหลายประการเช่น สุขภาพร่างกาย อ่อนเพลีย ง่วงนอน มึนเมา ไข้ ปวดหลัง เป็นต้น

4.2.1.2 รถยก ระบบขนส่งวัสดุด้วยรถยกมีค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงมากกว่ารถ AGV และมีค่าคาร์บอนไดร์ออกไซด์ที่ (CO_2) ที่ปล่อยออกมามากกว่าระบบรถยก AGV

4.2.1.3 ระบบและวิธีปฏิบัติงาน ระบบขนส่งวัสดุด้วยรถยกต้องใช้คนงานในการขับรถยกทุกครั้ง ส่วนรถ AGV ไม่ต้องใช้คนขับรถ แต่ใช้คนควบคุมแทน ซึ่งจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าจ้างคนขับได้

4.2.1.4 วัสดุและอุปกรณ์ รถยกต้องเสียค่าซ่อมบำรุง (maintenance cost) มากกว่ารถ AGV เครื่องมืออุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน หากขาดการดูแลรักษาตามอายุการใช้งาน เมื่อใช้งานไปนาน ๆ อาจทำให้ชำรุดเสียหายหรือหมดสภาพ เช่น ลูกปืน สายพาน น้ำมัน หล่อลื่น จาระบี และซีลกันรั่ว เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน เพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.2.2 การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงเทคนิค เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียจากการขนถ่ายวัสดุด้วยรถทั้ง 2 แบบ

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดจากการใช้รถยกในหัวข้อที่ 4.2.1 จึงได้ทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียจากการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถ AGV ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของระบบรถยกและรถ AGV

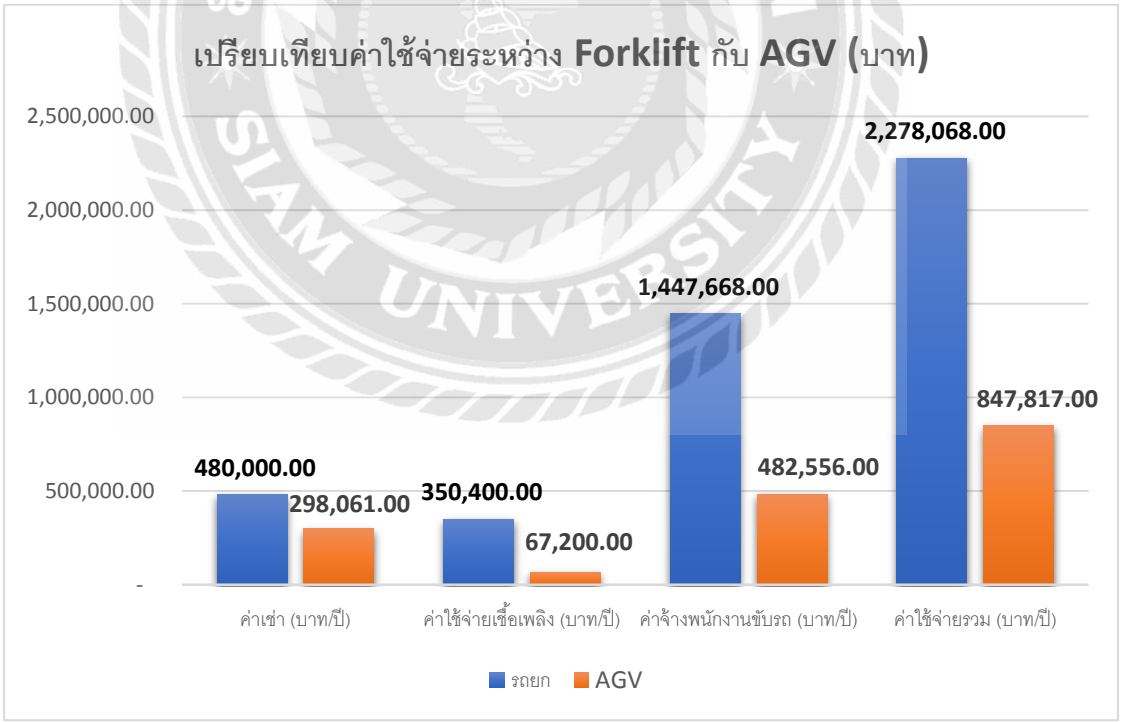
	ระบบแบบใช้คนขับควบคุม forklift	ระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV)
ข้อดี	- รถยกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาป - ช่วยลดการสึกหรอของชิ้นส่วน - ลดความเสียดทานของชิ้นส่วน - มีการระบายความร้อนของพื้นผิวที่ถูกสัมผัสที่ดี	- ทำงานอัตโนมัติ ไม่ต้องมีคนขับบังคับทิศทาง ลดจำนวนพนักงานที่เกี่ยวข้องลง - สามารถควบคุมและจัดการด้านระยะเวลาในการทำงานได้ชัดเจน ช่วยให้ระบบขนถ่ายสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น - มีความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น ด้วย safety sensor แบบ area scan สามารถจับวัตถุกีดขวางด้านหน้าหรือบริเวณรอบตัวรถได้อย่างแม่นยำ - เลือกรูปแบบการใช้งานได้ง่ายและยืดหยุ่น เพียงแค่กดปุ่มเลือกรูปแบบการควบคุม ที่มีได้ทั้งแบบ manual และ auto - กำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่และจุดหยุดรถได้อย่างแม่นยำด้วยระบบ routing control system - สามารถกำหนดตำแหน่งการหยุดได้ด้วย RFID system (เฉพาะระบบนำทางแบบแม่เหล็กเท่านั้น) ลดการผิดลาดจากการตรวจสอบสถานะ - ควบคุมความเร็วและปรับแต่งการทำงานได้ง่ายผ่านระบบหน้าจอสัมผัส (touch screen) ขนาดใหญ่ - ด้วยความหลากหลายรูปแบบของ AGV จึงสามารถตอบโจทย์ทุก ๆ รูปแบบพื้นที่ใช้งาน - สามารถเลือกใช้แบตเตอรี่แบบลิเธียมได้ จึงทำให้ตอบสนองการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับการใช้งานในธุรกิจ อาหาร ยา ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และพื้นที่ควบคุมที่มีการปล่อยสารพิษ เป็นต้น - เพิ่มความปลอดภัยในการปรับตั้งค่าการทำงานของตัวรถด้วยการยืนยัน password
ข้อเสีย	- สิ้นเปลือง LPG ที่ต้องทิ้ง - ใช้พลังงาน LPG ที่มากกว่า - ละอองแก๊ส LPG ปนเปื้อนสภาพแวดล้อม - เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในการทำงาน	- เสียค่าติดตั้งระบบที่แพงกว่าระบบรถยกแบบใช้คนขับ - ถ้ากล่องควบคุม AGV Software Management (STD) เสียหาย จะไม่สามารถทำงานได้

4.2.3 การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายวัสดุด้วยรถยกและรถ AGV แสดงดังตารางที่ 4.5

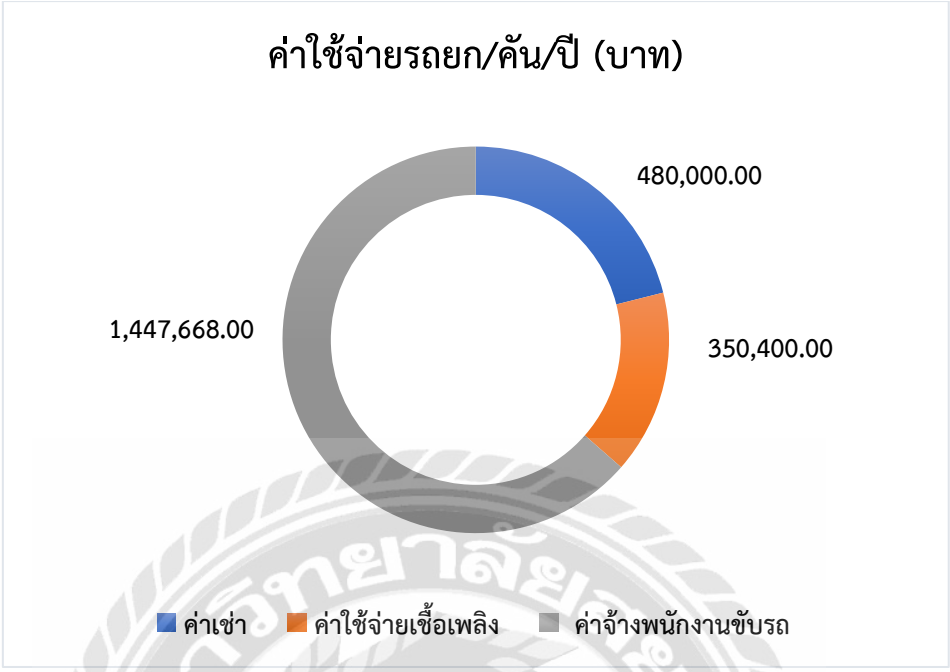
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	**รถยก จำนวน 2 คัน**	**AGV จำนวน 3 คัน**
ค่าเช่า (บาท/ปี)	480,000	298,061
ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	350,400	67,200
ค่าจ้างพนักงานขับรถ (บาท/ปี)	1,447,668 (พนักงาน 3 คนต่อรถ 1 คัน) จำนวน 2 กะ	482,556 (พนักงาน 1 คนต่อรถ 1 คัน) จำนวน 2 กะ
ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)	**2,278,068**	**847,817**
ค่าใช้จ่ายที่ต่างกัน (บาท/ปี)	**1,430,251**	

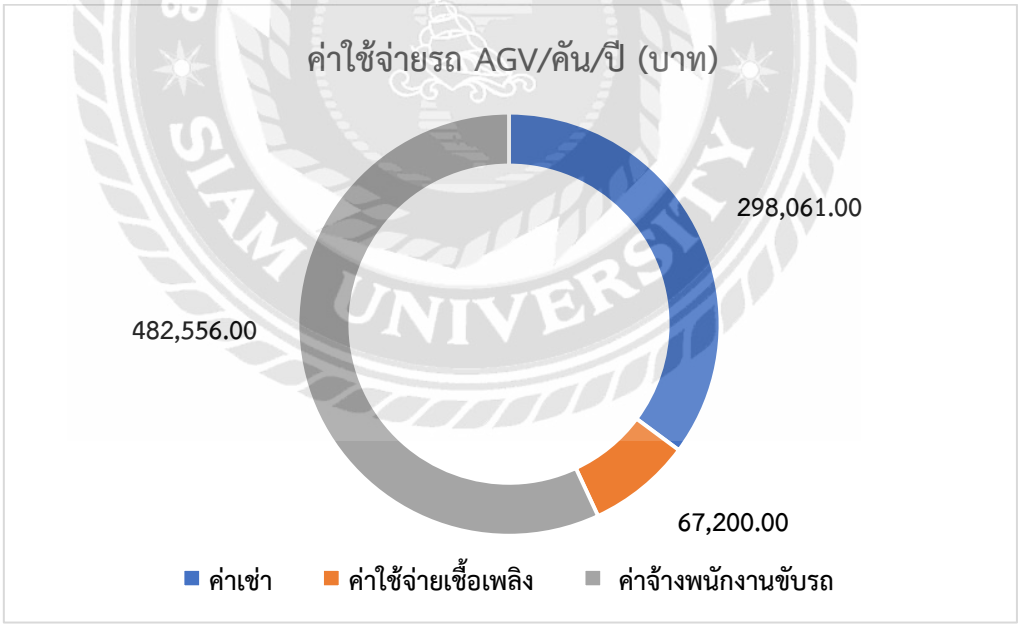
จากตาราง ที่ 4.5 จะสรุปได้ดังรูปที่ 4.6-4.8



รูปที่ 4.6 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการใช้รถยกและรถ AGV



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายรถยก/คัน/ปี



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายรถ AGV/คัน/ปี

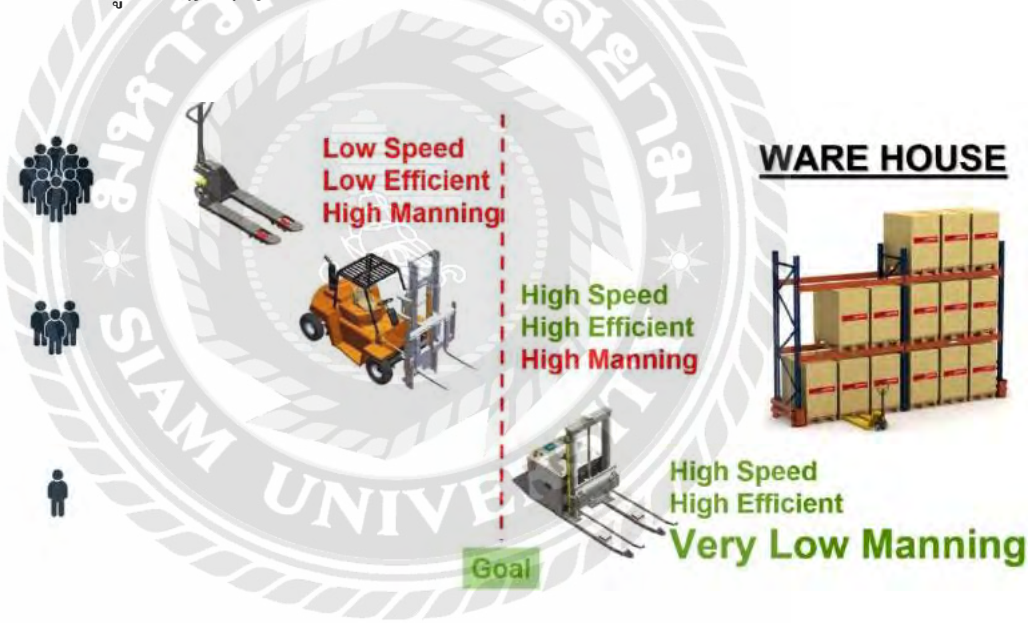
จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV จะเห็นได้ว่าการใช้รถยก มีค่าใช้จ่ายในต้นทุนการติดตั้งน้อยกว่ารถ AGV แต่การใช้รถ AGV สามารถลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงานขับรถได้มากกว่าการใช้รถยก จากข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบ

ค่าใช้จ่ายของทั้ง 2 ระบบ จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายของการใช้รถ AGV จะต่ำกว่าการใช้รถยกปีละ 1,430,251.00 บาท

4.3 การพัฒนาปรับปรุงโดยติดตั้งและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานของรถยก เปรียบเทียบกับรถ AGV

หลังจากเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาจากระบบรถยกเป็นการติดตั้งรถ AGV ในการขนถ่ายวัสดุ ดังนี้

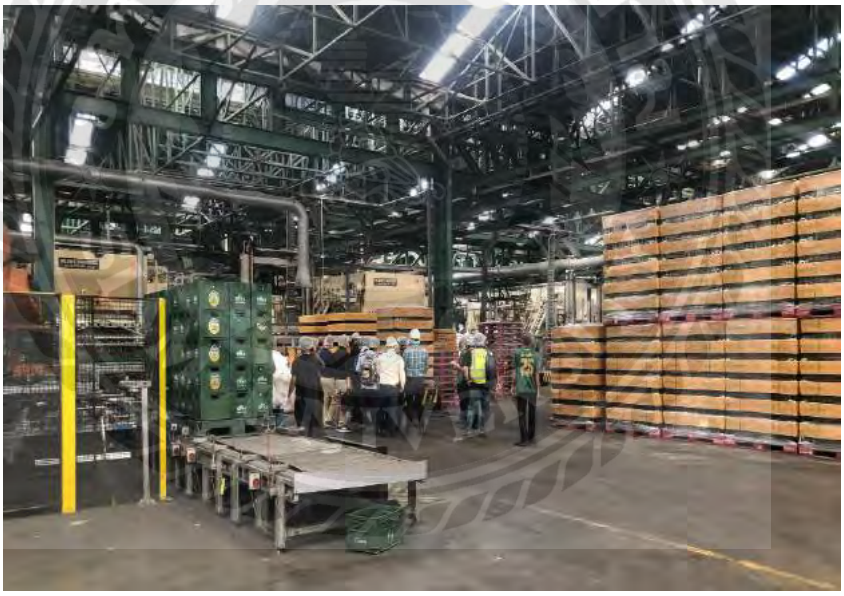
4.3.1 ผู้จัดทำได้พูดคุยปรึกษากับทีมงานและเตรียมอุปกรณ์ระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ โดยเป้าหมายคือใช้ high speed high efficient very low manning ที่จะนำมาติดตั้งแทนระบบรถยก ดังรูปที่ 4.9-4.10



รูปที่ 4.9 การใช้ high speed high efficient very low manning ที่จะนำมาติดตั้งแทนระบบรถยก

รูปที่ 4.10 ปรึกษากับทีมงานและเตรียมอุปกรณ์ระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ

4.3.2 ลงมาดูสภาพหน้างานพร้อมติดตั้งสายพานลำเลียงสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 สภาพหน้างานการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV)

4.3.3 ติดตั้งสายพานลำเลียงสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตพร้อมทดสอบระบบสายพานลำเลียงหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ทดสอบระบบสายพานลำเลียงหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ

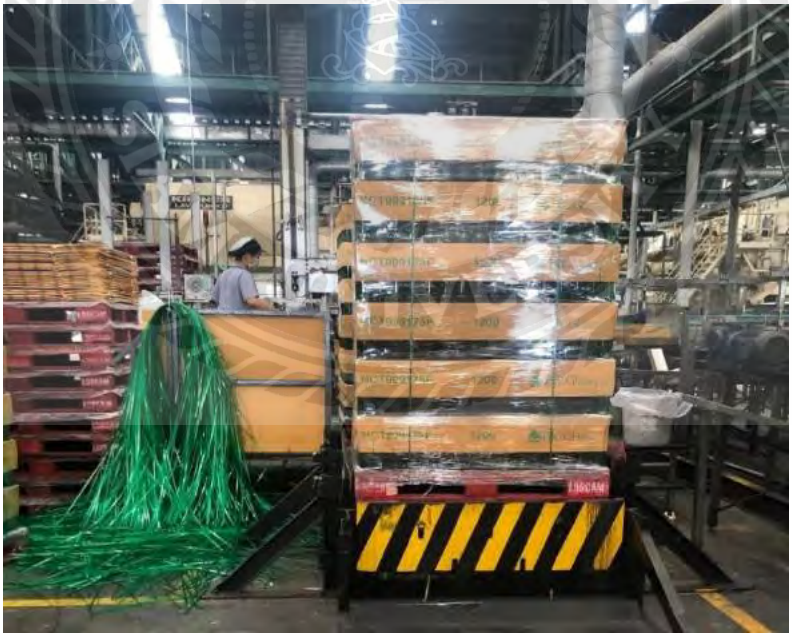
4.3.4 ทำการทดสอบระบบรถ AGV ในการขนถ่ายวัสดุหลังจากติดตั้ง ตัวอย่างดังภาพที่ 4.13-4.17 จะเป็นการใช้รถ AGV ในการยกลังสินค้าเพื่อที่จะนำมาวางไว้ที่สายพานลำเลียง

รูปที่ 4.13 รถ AGV ยกลังสินค้า

รูปที่ 4.14 รถ AGV เคลื่อนที่จากระบบการควบคุมนำทางจนมาถึงหน้าสายพานลำเลียง

รูปที่ 4.15 รถ AGV นำสินค้าวางลงสายพานลำเลียงได้อย่างสมบูรณ์ตรงแนวที่จัดตั้งไว้

รูปที่ 4.16 ระบบสายพานลำเลียงนำสินค้าเคลื่อนตัวสินค้าเข้าในคลังระบบโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.17 สินค้าถูกขนส่งโดยระบบรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุได้อย่างสมบูรณ์

จากการติดตั้งและทดสอบการใช้งานรถ AGV ในการขนถ่ายวัสดุ พบว่าข้อผิดพลาดลดน้อยลงหรือแทบไม่มีเลย เนื่องจากรถ AGV สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ จึงทำให้มีข้อผิดพลาดในการทำงานน้อยหรือไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในการทำงานที่โรงงานเลย ตรงจุดนี้ช่วยให้การผลิตสามารถลดขั้นตอนในการทำงานออกไปได้หลายขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการตรวจสอบ ขั้นตอนการคัดแยกสินค้าที่ไม่ตรงตามคุณภาพที่กำหนดไว้ จนถึงขั้นตอนในการจัดการ และแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการผลิตที่ผิดพลาดได้เป็นอย่างดี

4.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

จากการเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่ายในข้อ 4.2 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนจากการเปลี่ยนจากการใช้รถยกมาเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติดังนี้

4.4.1 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (payback period)

ระยะเวลาการจ่ายคืนทุนเป็นวิธีในการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุด ที่ทำให้รายรับเท่ากับหรือมากกว่าเงินลงทุน โดยที่อัตราดอกเบี้ยเป็นศูนย์

$$\sum_{t=1}^{m} R_t \geq C_o \qquad (4.1)$$

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 3 คัน = 5,697,765.00 บาท

R_t = ค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงได้จากการนำเอารถ AGV มาใช้งานในระยะเวลา 1 ปี

= 1,430,251.00 บาท

ตารางที่ 4.6 การหาระยะเวลาคืนทุนจากการใช้รถ AGV แทนรถยก

ระยะเวลาคืนทุน	R_t
m = 1	1,430,251.00
m = 2	2,860,502.00
m = 3	4,290,753.00
m = 3.98	**5,697,765.00**
m = 4	5,721,004.00

ระยะเวลาคืนทุนที่โรงงานกรณีศึกษากำหนดไว้ = 5 ปี

ระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้ = 3.98 ปี

จากตารางที่ 4.6 ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนจากการนำรถ AGV มาใช้แทนรถยก เท่ากับ 3.98 ปี ซึ่งต่ำกว่าระยะเวลาคืนทุนที่โรงงานกำหนดไว้

4.4.2 การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิ ณ จุดเวลาใดจุดเวลาหนึ่งมีค่าเท่ากัน โดยทั่วไปมักนิยมพิจารณาที่จุดศูนย์ (ปีปัจจุบัน) นั่นคือ

$$PW = \sum_{t=0}^{n} Ft(1+i)^{-t} \qquad (4.2)$$

โดยที่ PW คือ มูลค่าเทียบเท่าปีปัจจุบัน

F_t คือ มูลค่าเงินสุทธิในช่วงเวลาที่ 1

t คือ คาบระยะเวลา

i คือ อัตราผลตอบแทนภายใน

จากสมการที่ (4.2) อัตราผลตอบแทนภายในจะเป็นค่าของอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิที่ปีปัจจุบันเท่ากันหรือ PW = 0 ซึ่งโครงการที่เราจะเลือกลงทุน คือโครงการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (minimum attractive rate of return หรือ MARR) หรือ IRR $\geq$ MARR ซึ่งในงานวิจัยนี้ MARR ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 6.37%

พิจารณากำหนดให้อายุของโครงการมาตรฐานการคิดอายุอุปกรณ์เครื่องจักรรถยกของโรงงานอุตสาหกรรมเท่ากับ 10 ปี (n = 10)

คำนวณ PW โดยการหาค่าอัตราดอกเบี้ย i % ที่ทำให้ค่าของ PW = 0 จะได้ดังนี้

PW = - 5,697,765.00 + 1,430,251.00 (P/A, i% ,10) = 0

(P/A, i%,10) = 5,697,765.00 / 1,430,251.00

(P/A, i%,10) = 3.98

ทำการคำนวณหาค่า factor (P/A , i%,10) จากตารางดอกเบี้ยทบต้น ที่มีค่าเท่ากับ 3.98 โดยค่าของ i% ที่ได้จะเท่ากับค่า IRR

จากตารางดอกเบี้ยทบต้นค่าของ (P/A , i%,10) ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 3.98 และทำให้ค่า PW ได้เท่ากับ 0 อยู่ในช่วงระหว่างอัตราดอกเบี้ย 23% และ 24%

ทำการ interoperate หาค่า i% ที่มีค่า P/A = 3.98 จะได้ค่า i% เท่ากับ 23.99% ที่จะทำให้ค่าของ (P/A,i%,10) = 3.57 ดังนั้นสามารถสรุปค่าของ IRR ได้เท่ากับ 23.99%

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า MARR ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 6.37 % สามารถทำการสรุปได้ว่า IRR (23.99%) > MARR (6.375%) ดังนั้นการนำรถ AGV มาใช้แทนรถยกสามารถสรุปได้ว่ามีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุนเนื่องจากมีค่า IRR มากกว่า MARR

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยก (forklift) รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) ในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต และเพื่อศึกษาระยะเวลาคืนทุนระหว่างการใช้รถยกกับการใช้รถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุในสายการผลิต ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแผนผังการทำงานของรถยก (forklift) ในโรงงานกรณีศึกษา พบว่ารูปแบบการใช้รถยกปัจจุบันสำหรับการทำงานกะเช้าและกะเย็น จะใช้จำนวนพนักงานทั้งหมด 6 คน และใช้รถยก 2 คัน แต่เมื่อทดลองเปลี่ยนเป็นรถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV) จะต้องใช้รถ AGV ทั้งหมด 3 คัน และใช้จำนวนพนักงานควบคุมรถ AGV ทั้งหมด 2 คน ดังนั้นเมื่อเทียบอัตราส่วนจำนวนรถต่อจำนวนพนักงานแล้ว พบว่าการใช้รถยก 1 คันต้องใช้พนักงาน 3 คน ส่วนรถ AGV 1 คันต้องใช้พนักงาน 1 คน

จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าเช่ารถ ค่าเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงาน ต่อการเช่ารถ 1 คัน โดยงานวิจัยนี้เปรียบเทียบระหว่างรถยก รุ่น FDZN30 V40 PSCT 1220 ซึ่งใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีในการขับเคลื่อน เปรียบเทียบกับรถ AGV รุ่น CDDK 25-AGV ซึ่งใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน

โดยผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพบว่าการเช่ารถ AGV ถึงแม้ว่าจะมีค่าเช่าสูงกว่า แต่มีค่าใช้จ่ายรวมน้อยกว่าการเช่ารถยกอยู่ประมาณ 1,430,251.00 บาท เนื่องจากการเช่ารถยกจะสิ้นเปลืองด้านค่าเชื้อเพลิงและค่าจ้างพนักงานค่อนข้างสูง และเมื่อวิเคราะห์สภาพปัญหาจากการใช้รถยกโดยใช้แผนภูมิก้างปลาทำให้พบปัญหาการสิ้นเปลืองที่เกิดจากการใช้งาน ซึ่งสาเหตุหลักนอกเหนือจากค่าจ้างพนักงานและค่าเชื้อเพลิงแล้ว ยังมีสาเหตุมาจากค่าวัสดุและอุปกรณ์ ซึ่งรถยกต้องเสียค่าซ่อมบำรุงมากกว่ารถ AGV

หลังจากเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้รถยกและรถ AGV แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาจากระบบรถยกเป็นการติดตั้งรถ AGV จำนวน 1 คันในการขนถ่ายวัสดุ ผลจากการติดตั้งและทดสอบการใช้งานรถ AGV ในการขนถ่ายวัสดุ พบว่าข้อผิดพลาดลดน้อยลงหรือแทบไม่มีเลย เนื่องจากรถ AGV สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ ช่วยให้การผลิตสามารถลดขั้นตอนในการทำงานออกไปได้หลายขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการตรวจสอบ ขั้นตอนการคัดแยกสินค้าที่ไม่ตรงตามคุณภาพที่กำหนดไว้ จนถึงขั้นตอนในการจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการผลิตที่ผิดพลาดได้เป็นอย่างดี โดยเงินลงทุนสำหรับการซื้อและติดตั้งรถ AGV 1 คัน อยู่ที่ 1,899,255.00 บาท

เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของโรงงานกรณีศึกษาแล้วพบว่า ในการลงทุนนำรถ AGV 3 เครื่องมาใช้งาน ต้องลงทุนเป็นเงินเท่ากับ 5,697,765.00 บาท โดยสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายต่อปี (ค่าเช่า ค่าเชื้อเพลิง และค่าจ้างพนักงานขับรถ) ลงได้เท่ากับ 1,430,251.00 บาท/ปี เมื่อคำนวณทางด้านของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมจะได้ค่าของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ 23.99% ซึ่งมากกว่าค่าของอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (MARR) ของบริษัทที่ 6.37% โดยมีระยะเวลาคืนทุน (payback period) อยู่ที่ 3.98 ปี โดยเกณฑ์ของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต กำหนดค่าของระยะเวลาคืนทุนไว้ที่ภายในระยะเวลา 5 ปี ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่าระบบการขนถ่ายวัสดุด้วยรถ AGV เป็นระบบที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

5.2 การอภิปรายผล

จากผลการทำงานวิจัยการเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ผลวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยท่านอื่นดังนี้

5.2.1 จุฑามาศ ทองทวี (2564) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาจากสถิติข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือนของบริษัทกรณีศึกษา ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแบ่งแนวทางการศึกษาออกเป็น 3 แนวทางคือ1) วิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของต้นทุนการขนส่งสินค้าเองทั้งหมด 2) วิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งที่เหมาะสมของผู้รับจ้างขนส่ง 3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นทุนการขนส่งแบบผสม ซึ่งทั้ง 3 แนวทางนี้ ได้คำนวณต้นทุนจากการจัดเส้นทางการขนส่งแบบมิลค์รันและเปรียบเทียบผล

การศึกษา พบว่าการลงทุนซื้อรถใหม่ควบคู่กับการจ้างขนส่ง เป็นแนวทางในการลดต้น ทุนการขนส่งให้กับ บริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสมที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ร้อยละ19.06 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายโดยการเปลี่ยนระบบแบบใช้คนขับควบคุม forklift เป็นระบบแบบใช้เครื่องยนต์ควบคุม (AGV) ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงปีละ 31,143 บาทและอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ 7.9%

5.2.2 นาย ณัฐนันท์ ถาวรกิจการ (2561) 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

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาหลักการทำงานและการดำเนินการติดตามข้อมูลต่างๆ การเปรียบเทียบต้นทุนลงทุนระหว่างรถยกกับรถขับเคลื่อนอัตโนมัติในการขนถ่ายวัสดุ กรณีศึกษา สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ควรศึกษาเพิ่มเติมได้ดังนี้

5.3.1 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้รถยกกับรถ AGV ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตประเภทอื่น ๆ ที่มีอัตราการใช้รถยกที่แตกต่างกัน และนำผลมาสรุปรวมกันอีกครั้ง

5.3.2 ควรหาวิธีการพัฒนาระบบการใช้รถ AGV ให้สัมพันธ์กับการใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อให้การใช้งานรถ AGV มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

จุฑามาศ ทองทวี. (2564). *การวิเคราะห์และหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่ง: กรณีศึกษา.* (นิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตไม่มีการตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษยา. (2562). *การออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ.*(วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตไม่มีการตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

บริษัท เอ.ไอ.เทคโนโลยี จำกัด. (2566). *"A.I.TECH AGV" หุ่นยนต์ขนส่งอัจฉริยะ จาก A.I.TECHNOLOGY.* M Report. https://www.mreport.co.th/products/automation/robotic/210-AGV-AI-Technology

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

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

ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์

ชื่อ	นายทัตเทพ เสมอจิตร
วัน เดือน ปี เกิด	3 กันยายน 2529
ที่อยู่	40 หมู่ 5 ตำบลโคกช้าง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13190
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์
	สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีการศึกษา 2554
ประวัติการทำงาน	บริษัท แพน อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด
	ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่จัดซื้อ ก่อสร้าง/ซ่อมสร้าง