การออกแบบระบบการขนถ่ายวัสดุในกระบวนการผลิตโดยใช้ AGV

วรพล ฉิมม่วง [1], บรรหาญ ลิลา [2]

[1] คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

โทร 0-3810-2222 โทรสาร 0-3839-3231 E-mail worrapon@dit.daikin.co.jp

[2] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

โทร 0-3875-4900 โทรสาร 0-3875-4900 E-mail blila@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การขนถ่ายวัสดุในกระบวนการผลิตเป็นหนึ่งในปัจจัยที่กระทบต่อต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินการผลิต โดยเฉพาะเมื่อความสามารถในการขนถ่ายวัสดุต่ำกว่ากำลังการผลิต การปรับปรุงหรือออกแบบกระบวนการขนถ่ายที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำระบบการขนถ่ายด้วยรถ AGV มาแทนการขนถ่ายวัสดุของกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยรถโฟร์คลิฟต์ จำนวน 3 คัน ซึ่งพบว่าไม่สามารถขนส่งวัสดุได้ทันตามความต้องการผลิตตามแผนส่งผลให้ต้องมีการหยุดสายการผลิตเฉลี่ย 193.8 วินาทีต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ย 138,000 บาทต่อเดือน ภายใต้เงื่อนไขอายุโครงการ 10 ปี ผลการศึกษาวิเคราะห์พบว่า การลงทุนเพื่อรองรับกำลังการผลิตเครื่องปรับอากาศจำนวน 936 เครื่องต่อกะ ต้องการรถ AGV จำนวน 6 คัน ด้วยเงินลงทุน 2,737,000 บาท ซึ่งจะสามารถคืนทุนภายใน 4 ปี 6 เดือน และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 20.8%

คำสำคัญ: ระบบการขนถ่ายวัสดุ, กระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ, การศึกษาความเป็นไปได้

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการแข่งขันทางการค้าบนเวทีโลกมีความรุนแรง ไม่ว่าด้านผลผลิตทางการเกษตรหรือด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีผลมาจากการแข่งขันกันด้านการตลาดอย่างจริงจัง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องสร้างตนเองและองค์กรให้เข้มแข็งและมีประสิทธิภาพ และเพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต อันนำไปสู่การเพิ่มผลกำไรของกิจการ โดยกระบวนการนี้จะเริ่มตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อ (Procurement) การผลิต (Manufacturing) การจัดเก็บ (Storage) เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) การจัดจำหน่าย (Distribution) ตลอดจนการขนส่ง (Transportation) ซึ่งมีผลสำคัญต่อการสร้างความได้เปรียบ และตอบสนองความพึงพอใจให้กับลูกค้า กระบวนการโลจิสติกส์ (Logistics) เป็นระบบบริหารจัดการ ที่สามารถสร้างความได้เปรียบ ลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในโลกธุรกิจแนวใหม่ มีผู้ให้คำนิยามไว้มากมาย เช่น “โลจิสติกส์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการโซ่อุปทาน เพื่อช่วยในการวางแผนการสนับสนุนการควบคุมการไหลอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล และเก็บรักษาสินค้าบริการและสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับข้อมูลจากจุดเริ่มต้นไปสู่จุดสุดท้าย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า”

จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ากลไกในการบริหารธุรกิจและอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ เข้ามาช่วยในการพัฒนา เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน และการขนถ่ายวัสดุเป็น

กิจกรรมที่มีความสำคัญมากต่อระบบการผลิต ส่งผลกต่อค่าใช้จ่ายประมาณ 2 ใน 3 ของค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด ดังนั้นการสร้างระบบการเคลื่อนย้ายอัตโนมัติมาช่วยให้ทำงานได้สะดวก รวดเร็ว และลดต้นทุน ได้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบระบบการขนถ่ายภายในกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศด้วยรถเอจีวี (Automatic Guided Vehicle : AGV) เพื่อเพิ่มความระดับความสามารถและความคล่องตัวในการขนถ่ายวัสดุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาออกแบบระบบการขนถ่ายวัสดุในกระบวนการผลิตโดยใช้ AGV ซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งชิ้นส่วนการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ

2. หลักการและทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 เอจีวี (Automatic Guide Vehicle: AGV)

เอจีวี (Automatic Guide Vehicle: AGV) เป็นรถขนาดเล็กที่เคลื่อนที่ได้เองโดยไม่ต้องมีคนขับ เอจีวีถูกนำมาใช้งานจริงในอุตสาหกรรมครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1953 ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยถูกนำมาใช้ขนถ่ายสินค้าในโกดังเก็บสินค้าทำให้สามารถประหยัดในเรื่องของแรงงานคนและเวลาได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นอุปกรณ์ลำเลียงที่มีการบังคับด้วยคนน้อยที่สุดนั้นเป็นการรวมกันของแต่ละส่วนของระบบการผลิตอัตโนมัติกับการเจริญเติบโตของระบบการผลิตที่มีปริมาณและความหลากหลายในระดับกลางซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น(Flexible Manufacturing System, FMS) ที่มีความต้องการไม่เฉพาะ เครื่องจักรที่มีการผลิตแบบยืดหยุ่นแต่ยังต้องการรวมถึงการขนย้ายการจัดเก็บและการนำออกอย่างยืดหยุ่น ซึ่งนั้นเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องเอจีวีและระบบการจัดเก็บและนำออกแบบอัตโนมัติ(Automatic Storage and Retrieval System : AS/RS) โดยเชื่อมโยงกันกับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

ระบบเอจีวีเป็นระบบขนถ่ายวัสดุที่ใช้รถทำงานได้โดยอิสระต่อกัน ขับเคลื่อนด้วยตัวเองระบบเอจีวีนี้ จะประกอบด้วย ตัวรถ, ระบบขับเคลื่อน, มอเตอร์และแบตเตอรี่, ชุดควบคุมการทำงานของรถ, ระบบนำร่องทางเดินรถ และส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลหรือเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปส่วนของตัวรถและกลไกของรถนั้นก็ถูกออกแบบมาให้เหมาะกับการประยุกต์ในการใช้งานในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท แล้วตัวขับเคลื่อนให้รถเคลื่อนที่นั้นก็จะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งพลังงานในการหมุนมอเตอร์ จะได้มาจากแบตเตอรี่ซึ่งจะมีแรงดันอยู่ระหว่าง 12 ถึง 48 โวลต์ ส่วนชุดควบคุมการทำงานของรถจะมีอยู่ด้วยกันหลายลักษณะเช่น พีแอลซี (Programmable Logic Control: PLC) ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ด ชิงเกิลบอร์ดคอมพิวเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้ผลิตรายใดจะออกแบบระบบไว้อย่างไร ระบบนำร่องทางเดินของเอจีวีจะแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ แบบกำหนดเส้นทางเดินแน่นอน เช่น แบบใช้สายและแบบใช้แถบสีบนพื้นกำหนดทางเดิน และแบบเส้นทางเดินอิสระซึ่งจะมีการใช้เซนเซอร์หลายชนิดหลายแบบมารวมกัน เช่น ระบบจีพีเอส (Global Positioning System: GPS) สัญญาณวิทยุและเลเซอร์ และองค์ประกอบสุดท้ายของเอจีวี ก็คือส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลกับคอมพิวเตอร์โดยจะมีการเชื่อมต่อกันทั้งแบบระบบเครือข่ายไร้สาย(Local Area Network: LAN)และระบบคลื่นวิทยุซึ่งการเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ดังกล่าวมีไว้เพื่อการจัดการกับระบบทั้งหมด

2.2 การวิเคราะห์ระบบ

การออกแบบระบบต้องคำนึงถึงอัตราความเร็วในการทำงาน ซึ่งกำหนดด้วยอัตราความเร็วของรถดัง แสดงด้วยสมการที่ 1

$$T_C = (T_L + T_U) + \frac{L_d}{V_c} + \frac{L_e}{V_e} \quad (1)$$

กำหนดให้

T_C คือ รอบเวลาการจัดส่ง (วินาที/รอบการขนส่ง)

T_L คือ เวลาที่ใช้ในการขึ้นของในแต่ละสถานี (วินาที)

L_d คือ ระยะทางระหว่างจุดขึ้นของ และลงของในแต่ละสถานี (เมตร)

V_c คือ อัตราเร็วของการขนส่ง (เมตร/วินาที)

T_U คือ เวลาที่ใช้ในการลงของในแต่ละสถานี (นาที)

L_e คือ ระยะทางระหว่างการวิ่งเที่ยวเปล่า (เมตร)

V_e คือ อัตราเร็วช่วงวิ่งเที่ยวเปล่า (เมตร/วินาที)

ในการขนส่งจริงนอกจากความเร็วของรถแล้วยังต้องพิจารณาการสูญเสียเวลาจากความแออัดของการขนส่ง หรือ Traffic factor ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนรถในระบบและขนาดของแผนผังการขนส่ง ถ้าไม่มีการสูญเสียจะกำหนด Traffic Factor แทนด้วย F_t = 1.00 โดยทั่วไป ค่า Traffic factor จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 – 1.00

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของระบบขนส่งโดยรวมมักจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของ operator ที่คอยควบคุมการทำงาน ภายใต้การศึกษานี้จะกำหนดให้ E แทนประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประมาณได้จากสมการที่ 2

$$AT = 60A.F_tE \quad (2)$$

เมื่อ AT แทนเวลาที่ทำงานได้ (วินาที/ชั่วโมง ต่อรถหนึ่งคัน), A คืออัตราร้อยละของเวลาที่ทำได้จริง, F_t คือ Traffic factor, E คือ ประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน และสามารถปรับสมการใหม่เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัตราการขนส่งต่อคันได้จาก

$$R_d = AT / T_C \quad (3)$$

เมื่อ R_d แทน อัตราการขนส่งต่อชั่วโมง (การขนส่งต่อชั่วโมงต่อคัน) และจำนวนรถที่ต้องการ (n_c) เพื่อกำหนดในตารางการปฏิบัติงาน R_f สามารถคำนวณจากสมการที่ 4

$$n_c = WL / AT \quad (4)$$

เมื่อ WL มีค่าเท่ากับ $WL = R_f T_C$ และ R_f แทนจำนวนงานที่โหลดต่อชั่วโมง (รอบ/ชั่วโมง)

หลักฐานด้านการวิจัยเกี่ยวกับการใช้รถ AGV เพื่อการขนย้ายวัสดุในอุตสาหกรรมมีจำนวนมาก เช่น กรณีศึกษาของบริษัทไทยซัมมิท โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด (2550) ที่ทำการวิจัยเพื่อลดชิ้นส่วนคงเหลือ

ระหว่างการผลิต (WIP) และเพื่อลดจำนวนคนงานในการจัดส่งชิ้นส่วนเพื่อการผลิต โดยใช้ AGV จำนวน 2 คันลากรถพ่วงไปจัดส่งตามสถานีงานเที่ยวละจุด ตามการเรียกใช้ของระบบ e-kanban และพบว่าสามารถลดจำนวนชิ้นส่วนคงเหลือระหว่างการผลิตโดยเฉลี่ยของแต่ละสถานีงานร้อยละ 3.1 – 77.13 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนใช้รถ AGV นอกจากนี้ ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ (2540) ได้ทำการวิจัยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระบบการผลิต ซึ่งได้แก่ ผังของโรงงาน ความจุของชิ้นงานบนเอจีวี และกฎเกณฑ์ในการควบคุมเอจีวี เป็นต้น

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ผู้ศึกษานำมาศึกษาจัดเป็นข้อมูลปฐมภูมิ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานที่ปฏิบัติงานจริง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ลักษณะการขนส่งในปัจจุบัน ทำโดยพนักงานขนส่งชิ้นส่วนออกจากไลน์จัดเตรียมชิ้นส่วนไปส่งให้กับไลน์ผลิตด้วยรถหัวลาก (Motor truck) มีหางพ่วงจำนวน 2 ตอน บรรทุกชิ้นส่วนประกอบจำนวน 4 set ต่อเที่ยว (ชิ้นส่วนประกอบ 2 set ต่อหางพ่วง 1 คัน) จัดส่งชิ้นส่วนแบบ Sequential ซึ่งจำเป็นต้องคำนวณเวลาในการจัดส่งให้ถูกต้องเพราะถ้ามีการจัดส่งชิ้นส่วนไปเร็วหรือช้ากว่าความต้องการในกระบวนการผลิตจะส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าขึ้น ซึ่ง ณ ปัจจุบันไม่สามารถควบคุมความเร็วในขับขี่รถขนส่งของพนักงานแต่ละคนได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งชิ้นส่วน และนำเวลาการทำงานทั้งหมดมาเฉลี่ยและบันทึกลงในแผนภูมิกระบวนการแบบต่อเนื่อง สามารถคำนวณได้ว่าต้องใช้จำนวนรถในการขนส่งชิ้นส่วนทั้งหมดเพื่อให้ทันรอบการทำงานของไลน์การประกอบเท่ากับ 3 คัน

3.1.2 เส้นทางการขนส่ง รถหัวลากพ่วงและหางพ่วง 2 ตอน ตัวหัวลากมีขนาดความกว้าง 0.63 เมตร และความยาว 1.40 เมตร และห่างพ่วงมีขนาดความกว้าง 1.00 เมตร และความยาว 1.75 เมตร จำนวน 2 พ่วง ดังนั้นเส้นทางที่รถสามารถวิ่งผ่านได้ต้องมีขนาดความกว้างของถนนมากกว่า 3.0 เมตรเป็นอย่างน้อย เพื่อความปลอดภัยในการขับขี่ และความคล่องตัวในการขนส่ง ดังนั้นความกว้างของเส้นทางการขนส่งจึงเป็นข้อจำกัดหนึ่งในการขนส่งของกรณีศึกษานี้

3.1.3 จำนวนความต้องการการไหลของการขนส่งต่อวัน

เนื่องจากแผนการผลิตเครื่องปรับอากาศของไลน์การผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 685 เครื่องต่อกะ และรถขนส่งสามารถทำการขนส่งชิ้นส่วนจากไลน์จัดเตรียมชิ้นส่วนมายังไลน์ประกอบได้ 4 Set/รอบดังนั้นสามารถคำนวณต้องการการขนส่งต่อวันได้ จากสมการที่ 5

$$D = \frac{P}{U} \tag{5}$$

โดย

D = จำนวนความต้องการการขนส่งต่อวัน (รอบ)

P = แผนการผลิตเครื่องปรับอากาศต่อกะการทำงาน (เครื่อง)

U = จำนวนชิ้นส่วนที่สามารถขนส่งได้ต่อรอบการขนส่ง (Set)

ดังนั้น จำนวนรอบความต้องการการขนส่งต่อวัน คือ $D = \frac{685}{4} = 171.25 \sim 172$ รอบ/กะ

3.1.4 ปัญหาด้านความสามารถในการขนส่งปัจจุบัน

ข้อมูลจากการดำเนินงานจริง ซึ่งเป็นข้อมูลเวลาของการหยุดการผลิต (Line stop time) เนื่องจากไม่มีชิ้นส่วนเพื่อนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ (Parts shortage) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการจัดส่งชิ้นส่วนที่ล่าช้า (เฉพาะกะกลางวัน) ของกระบวนการกรณีศึกษา ย้อนหลังตั้งแต่เดือนตุลาคม 2552 ถึงเดือนมีนาคม 2553 (ระยะเวลา 6 เดือน) รวมเท่ากับ 464 นาที หรือ เฉลี่ย 77.33 นาทีต่อเดือน

3.2 การออกแบบการทำงานของระบบเอจีวี

เนื่องด้วยทางบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนหลายโรงงาน และมีชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวนมาก มีความต้องการที่จะปรับปรุงกระบวนการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปัจจุบัน จากการวิเคราะห์ระบบการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบแล้วได้ข้อสรุปการปรับปรุง คือการขนส่งโดยใช้รถขับเคลื่อนอัตโนมัติหรือเอจีวี ที่มีขนาดความกว้าง 51 เซนติเมตร ยาว 86.5 เซนติเมตร และสูง 30.5 เซนติเมตร ซึ่งสามารถลากหางพ่วงจำนวน 2 พ่วง บรรทุกชิ้นส่วนประกอบจำนวน 4 ชุดต่อรอบ (ชิ้นส่วนประกอบ 2 ชุด ต่อหางพ่วง 1 คัน) ไปจัดส่งชิ้นส่วนตามจุดต่าง ๆ ด้วยความเร็วประมาณ 52 เมตร/นาที และเพื่อให้ระบบขนส่งเป็นอัตโนมัติมากที่สุด หรือใช้ทรัพยากรมนุษย์ให้น้อยที่สุด จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรหรือกลไกที่เป็นอัตโนมัติทำงานแทนพนักงานในจุดถ่ายชิ้นงานแต่ละจุด โดยจุดถ่ายชิ้นสวนแต่จะจุดกำหนดให้เครื่องจักรใช้เวลาในการถ่ายชิ้นส่วนจากรถเอจีวีขึ้นลงไลน์ประกอบไม่เกิน 120 วินาที

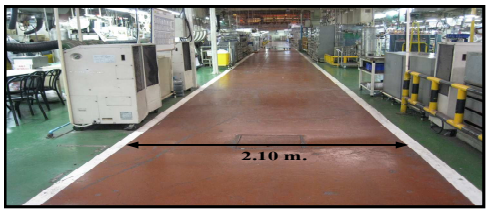
3.2.1 เส้นทางการขนส่ง

เมื่อนำเทคโนโลยีรถเอจีวีเข้ามาช่วยในระบบการขนส่งแทนการใช้รถหัวลากแล้วจะสามารถเลือกใช้เส้นทางที่มีขนาดแคบลงกว่าเส้นทางเดิมได้ เนื่องจากตัวรถเอจีวีมีขนาดเล็กลงกว่ารถหัวลาก และเมื่อสำรวจเส้นทางการขนส่งจากไลน์จัดเตรียมชิ้นส่วนไปยังไลน์ประกอบแล้วพบว่ามีเส้นทางที่มีระยะทางการขนส่งที่สั้นแต่แคบลงกว่าเส้นทางเดิมดังรูปที่ 1 โดยขนาดความกว้างของถนนเส้นทางขนส่งใหม่เท่ากับ 2.1 เมตร ซึ่งตัวรถเอจีวีสามารถขนส่งผ่านเส้นทางนี้ได้ และหลังจากสำรวจได้เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งเส้นใหม่แล้วสามารถกำหนดเส้นทางการวิ่งใหม่ ดังรูปที่ 2

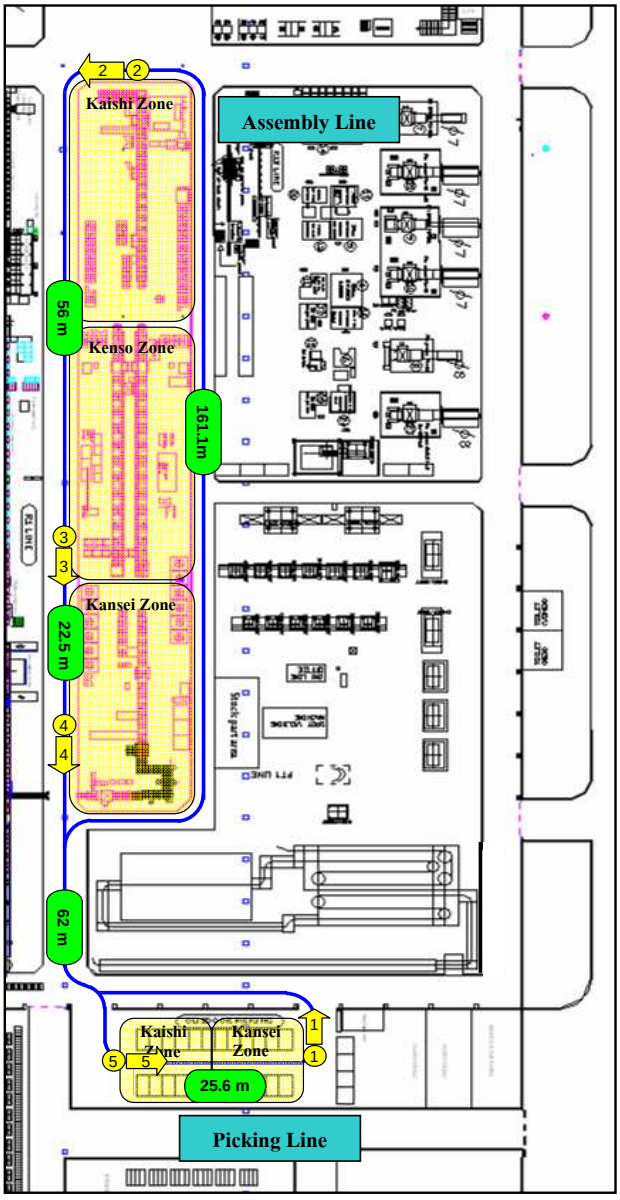
โดยระยะทางการขนส่งที่ออกแบบใหม่มีระยะทางต่อรอบเท่ากับ 333.2 เมตร สามารถลดระยะทางการขนส่งต่อรอบให้สั้นลงได้เท่ากับ 369.4 – 333.2 = 36.2 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับการขนส่งแบบเดิม

3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของรถเอจีวี

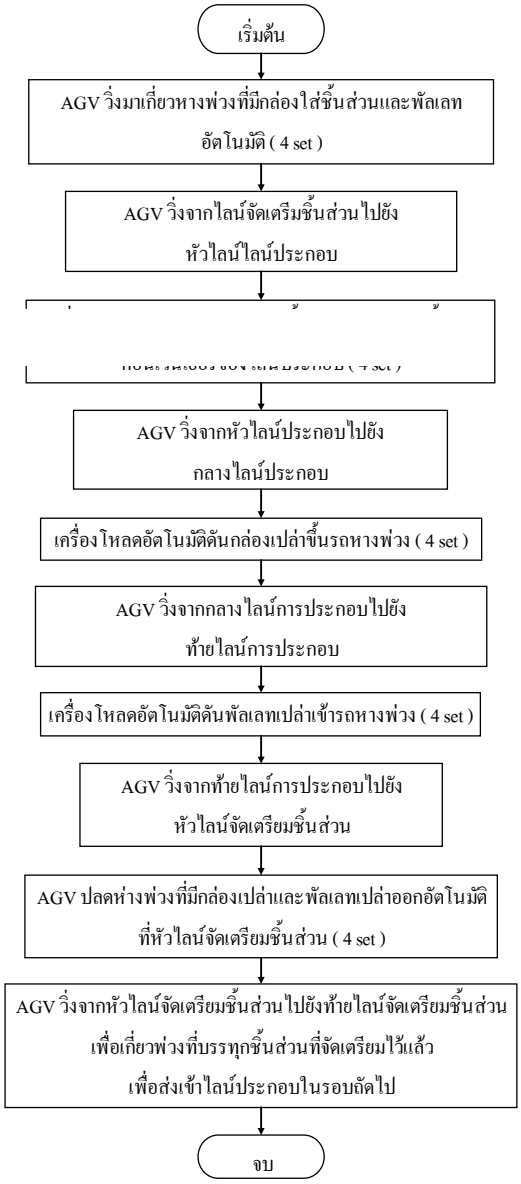
ระบบการขนส่งหลังการปรับปรุงส่วนใหญ่เป็นระบบที่สามารถทำงานโดยอัตโนมัติ สามารถแสดงวิธีการทำงานดังผังการทำงานในรูปที่ 3



รูปที่ 1 ความกว้างของเส้นทางการขนส่งใหม่



รูปที่ 2 ผังเส้นทางการขนส่ง หลังการปรับปรุง



รูปที่ 3 ขั้นตอนของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนประกอบจากไลน์จัดเตรียมชิ้นส่วนไปส่งให้กับไลน์ประกอบของรถเอจีวี หลังการปรับปรุง

3.3 ความต้องการรถเอจีวีในระบบการขนส่ง

จากเวลาที่ใช้รถเอจีวีทำการขนส่งในระบบต่อรอบก่อน โดยคำนวณเวลาที่ใช้ในการวิ่งขนส่ง และเวลาที่ใช้ในการโหลดชิ้นงานทั้งระบบโดยรถเอจีวีหนึ่งคัน ตามเงื่อนไขการออกแบบ คือ ความเร็วของเอจีวีทั้งในขณะที่มีชิ้นส่วนบรรทุก และไม่มีชิ้นส่วนบรรทุกอยู่เท่ากับ 52 เมตร/นาที หรือ 0.87 เมตร/วินาที และการโหลดชิ้นงานแต่ละจุดจะใช้เวลาเท่ากับ 120 วินาที จากสมการที่ 6

$$T = \frac{D}{V} \qquad (6)$$

โดย T = เวลาที่ใช้ในการขนส่ง (วินาที)

D = ระยะทางระหว่างจุดจอด (เมตร)

V = ความเร็วของรถเอจีวีที่ใช้ในการขนส่ง (เมตร/วินาที)

จากรูปที่ 2 ซึ่งแสดงผังเส้นทางการขนส่งพร้อมทั้งระยะทางของกระบวนการขนส่ง มีระยะทาง และเวลาการขนส่งระหว่างจุดจอดตลอดเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนดังตารางที่ 1 และกิจกรรมการขนส่งใน 1 รอบการทำงานมีดังแสดงด้วยแผนภูมิกระบวนการขนส่งดังรูปที่ 4

ตารางที่ 1 ระยะทาง และเวลาการขนส่งระหว่างจุดจอด

จุด ถึงจุด	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วของAGV (เมตร/วินาที)	เวลาที่ใช้ในการขนส่งต่อจุด (วินาที)
A - B	161.1	0.87	185.17
B - C	56	0.87	64.37
C - D	22.5	0.87	25.86
D - E	62	0.87	71.26
E - A	25.6	0.87	29.43

FLOW PROCESS CHART				MAN / ~~MATERIAL~~ / ~~EQUIPMENT TYPE~~				
CHART No. SHEET No.				S U M M A R Y				
Subject chart: Transportation parts supply				ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE	SAVING
				OPERATION ○		5	5	0
ACTIVITY				TRANSPORT ⇨		5	5	0
Loading, Transportation				DELAY D		-	-	-
				INSPECTION □		-	-	-
				STORAGE ▽		-	-	-
METHOD: ~~PRESENT~~ / PROPOSE				DISTANCE (m)		369.4	333.2	36.2
LOCATION: Assembly and Picking Line				TIME (man-min.)		6.18	0	6.18
OPERATIVE(S):				COST				
See Remarks column				LABOUR		14.48	0	14.48
CHARTED BY:				MATERIAL		-	-	-
APPROVED BY: DATE:				TOTAL		14.48	0	14.48
DESCRIPTION	QTY. 1 case	DIS-TANCE (m)	TIME (sec)	SYMBOL ○ ⇨ D □ ▽				REMARKS
Auto hook Picking-cart with AGV		0	0					Auto-cart (no labourer)
Trucked to Kaishi zone		161.1	185.17					"
Auto slid picking-box & pallet to Conveyor		2	120					Auto-tranfer
Travel to Kenso zone		56	64.37					Auto-cart (no labourer)
Auto slid picking-box (empty) to AGV		2	120					"
Travel to Kansei zone		22.5	25.86					"
Auto slid pallet (empty) to AGV		2	120					Auto-tranfer
Trucked to Kaishi zone of Picking line		62	71.26					Auto-cart (no labourer)
Auto detach Picking-cart		0	0					"
Travel to Kaishi zone of picking line		25.6	29.43					"
TOTAL		333.2	736	5	5			

รูปที่ 4 แผนภูมิกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนประกอบหลังการปรับปรุง

จากนั้นคำนวณจำนวนรถ AGV ที่ต้องการโดยใช้สมการที่ 1 – 4 ภายใต้เงื่อนไขอัตราร้อยล่ะของเวลาที่ทำได้จริง เท่ากับ 0.95, Traffic factor เท่ากับ 0.9, ค่าประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน เท่ากับ 1 ซึ่งจะได้เวลาการทำงานจริง (AT) ดังนี้

AT = 3600 x 0.95 x 0.9 x 1 = 3078 วินาที/ชั่วโมงต่อรถเอจีวี 1 คัน

จากข้อมูล รอบการผลิตของไลน์ประกอบ เท่ากับ 42 วินาที ,รถเอจีวีสามารถขนส่งชิ้นส่วนมาส่งไลน์ประกอบเท่ากับ 4 Set/รอบ, ซึ่งสามารถใช้การประกอบได้นานได้นาน เท่ากับ 4 x 42 = 168 วินาที ดังนั้นจึงมีภาระงานเท่ากับ

$$Rf = \frac{3600}{168} = 21.43$$ รอบ/ชั่วโมง

จึงได้ WL = 21.43 x 736 = 15772.48 วินาที/ชั่วโมง และจากสมการที่ 4 จะต้องการจำนวนรถ AGV จำนวน

n_c = 15772.48 / 3078 = 5.12 ~ 6 คัน

3.4 ความสามารถในการขนส่งของระบบใหม่

จากจากรูปที่ 4 มีเวลารวมของการขนส่งโดยรถเอจิวี 1 รอบ/คันเท่ากับ 736 วินาที จะประมาณความสามารถในการขนส่งของเอจีวี 1 คัน/กะ ได้เท่ากับ (8 x 60 x60) ÷ 736 = 39.13 ~ 39 รอบ/กะ ดังนั้นความสามารถการขนส่งของระบบขนส่งโดยเอจีวีทั้งระบบจึงสามารถรองรับการขนส่งในหนึ่งกะการทำงานเท่ากับ 39 x 6 = 234 รอบ

จากปริมาณการขนส่ง 4 Set/รอบการขนส่ง ดังนั้นระบบการขนส่งโดยเอจีวีนี้สามารถรองรับแผนการผลิตเครื่องปรับ อากาศของไลน์การผลิตได้ถึง 234 x 4 = 936 เครื่อง/กะ หรือสามารถรองรับแผนการผลิตเครื่องปรับอากาศได้เท่ากับ 936 x 24 = 22,464 เครื่อง/เดือน (1 เดือนทำงาน 24 วัน ๆ ละ 1 กะการผลิต)

3.5 การวิเคราะห์ทางการเงิน

โครงการการขนส่งด้วยเทคโนโลยีเอจีวีเป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการลดต้นทุนทางด้านการขนส่ง โดยต้องมีการลงทุนทั้งด้าน Hardware ได้แก่รถ AGV จำนวน 6 คัน รถพ่วง เทปแม่เหล็กสำหรับสร้างเส้นทางวิ่ง และสถานีเปลี่ยนถ่านชิ้นงาน และ Software ประมาณได้เท่ากับ 2,737,000 บาท พร้อมด้วยค่าดำเนินการและบำรุงรักษารายปี เท่ากับ 166,800 บาท และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยล่ะ 5 ต่อปี ในขณะที่มีต้นทุนการดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบการขนส่งด้วยรถลากปัจจุบันเท่ากับ 878,652 บาทต่อปี จึงสามารถคาดการณ์รายจ่ายที่ประหยัดในปีแรกเท่ากับ 717,552 บาท และคาดหมายว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 ต่อปีตามอัตราค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้นของบริษัท บนสมมติฐานอายุโครงการ 10 ปี ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period, PB) ประมาณ 4 ปี 6 เดือน ซึ่งน้อยกว่าอายุโครงการคือ 10 ปี ดังนั้นในเบื้องต้นจึงสามารถยอมรับโครงการลงทุนปรับปรุงการขนส่งชิ้นส่วนโดยรถเอจีวีนี้

4. สรุปผลและอภิปราย

4.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอภาพรวมในปัจจุบันของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนจากไลน์จัดเตรียม (Picking Line) ไปยังไลน์ประกอบ (Assembly Line) วัตถุประสงค์เพื่อประเมินและวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิธีการขนส่งชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการประกอบของไลน์ประอบชิ้นส่วนในสภาพปัจจุบัน เพื่อใช้ในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ ด้วยเทคโนโลยี **AGVs** พร้อมทั้งทำการออกแบบและประยุกต์เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบขนส่งดียิ่งขึ้น ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนการขนส่งชิ้นส่วนในระยะยาว ลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันต่อไป

จากผลการศึกษาพบว่าสภาพการขนส่งชิ้นส่วนในปัจจุบันสามารถขนส่งชิ้นส่วนได้ล่าช้าเนื่องจากสาเหตุหลายประการ แต่ที่สำคัญคือปัญหากระบวนการหยุดเนื่องจากขาดชิ้นส่วนซึ่งเป็นผลมาจากปัญหาการขนส่งชิ้นส่วนซึ่งทำโดยพนักงาน งานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบการขนส่งแบบใหม่เป็นระบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งทำการออกแบบและประยุกต์เพื่อกำจัด หรือลดปัญหา/ อุปสรรคต่าง ๆ ที่ทำให้การขนส่งชิ้นส่วนจากไลน์จัดเตรียมชิ้นส่วนไปยังไลน์ประกอบล่าช้า

ผลการศึกษาสามารถกำหนดจำนวนรถเอจีวีที่จะนำมาใช้ในระบบการขนส่งได้เท่ากับ 6 คัน รองรับแผนการผลิตได้ถึง 936 เครื่อง/กะ ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพในการขนส่งมากกว่าสถานการณ์การขนส่ง ณ ปัจจุบันของไลน์ โดยจากการวิเคราะห์ทางการเงิน ต้องมีการลงทุนด้าน Hardware และ Software ประมาณได้เท่ากับ 2,737,000 บาท พร้อมด้วยค่าดำเนินการและบำรุงรักษารายปี เท่ากับ 166,800 บาท เปรียบเทียบกับต้นทุนการดำเนินการและบำรุงรักษาของระบบการขนส่งด้วยรถลากปัจจุบันเท่ากับ 878,652 บาทต่อปี จึงสามารถคาดการณ์รายจ่ายที่ประหยัดในปีแรกเท่ากับ 717,552 บาท และคาดหมายว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 ต่อปีตามอัตราค่าจ้างแรงงานที่เพิ่มขึ้นของบริษัท ที่อายุโครงการ 10 ปี มีระยะเวลาคืนทุน (ประมาณ 4 ปี 6 เดือน ซึ่งน้อยกว่าอายุโครงการคือ 10 ปี ซึ่งสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ระบบขนส่งด้วยรถ AGV ที่ออกแบบมานี้มีความเป็นไปได้ทั้งทางปฏิบัติ และทางเศรษฐศาสตร์

4.2 อภิปรายผลการศึกษา

อย่างไรก็ตามการลงทุนนี้อาจมีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถควบคุมได้เช่นอัตราดอกเบี้ย ค่าแรง ปริมาณการผลิตของโรงงาน และอื่น ๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความไว (Sensitivity Analysis) ของการลงทุนพบว่าหากปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ส่งผลทางลบต่อโครงการลงทุนไม่เกิน 20% จากตัวเลขที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ยังคงไม่ทำให้การสรุปเปลี่ยนไป

5.ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะคือ ในการนำหลักกการที่ศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่น ๆ ควรมีการเก็บข้อมูลด้านเวลาในการทำงานของกระบวนการขนส่ง และอาจศึกษาผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์ นอกจากนี้ยังควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เช่นผลกระทบด้านคุณภาพ ต่อกระบวนการผลิตเป็นต้น และเส้นทางการวิ่งของรถ AGV อาจใช้แบบสองทอง (Bidirectional) ซึ่งอาจนำไปสู่ผลสรุปที่ดีกว่าการวิ่งแบบทิศทางเดียว

การปรับปรุงกระบวนการผลิตในงานวิจัยนี้สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง แต่ผลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไปจากที่ประมาณไว้ ในทางปฏิบัติต้องวางแผนการเข้ามาของชิ้นส่วนที่ต้องสั่งซื้อหรือจากการจัดเตรียมจากภายนอกกระบวนการขนส่งด้วย และสุดท้ายการตัดสินใจลงทุนโดยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ย่อมมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ ซึ่งอาจส่งผลให้ผลลัพธ์จริงแตกต่างไปจากที่ประมาณการไว้

บรรณานุกรม

[1] ดวงมณี โกมารทัต. (2546). การบัญชีต้นทุน.กรุงเทพฯ: แอ็คทีฟพริ้นท์.

[2] ธีรเดช วุฒิพรพันธ์. (2540). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง จำนวน ความจุ กฎเกณฑ์ในการควบคุม AGV และแผนผังของโรงงานต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และชูเวช ชาญสง่าเวช. (2547). การศึกษาการทำงาน (พิมพ์ครั้งที่ 6).กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] สถาบันพัฒนาความรู้ตลาดทุน ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (2548).การเงินธุรกิจ. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

[5] เดชา อินเด. (2547). การบัญชีต้นทุน.กรุงเทพฯ: ธนาเพลส แอนด์ กราฟฟิค.

[6] Mikell P. Groover. (2007). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. (3rd ed.). New Jersey: Pearson.