

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สภาพแวดล้อมขององค์กรกรณีศึกษาในปัจจุบัน

องค์กรในกรณีศึกษา เป็นบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยมีประเภทของผลิตภัณฑ์อยู่หลากหลายแบ่งตามขนาดความจุในการเก็บข้อมูลและประเภทของการใช้งาน ซึ่งความจุของฮาร์ดดิสก์ที่บริษัททำการผลิตอยู่ได้แก่ ขนาด 160,250,320,500 กิกะไบต์ และ 1, 2 เทราไบต์ ส่วนประเภทของการใช้งาน ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ หรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเก็บข้อมูลอยู่ที่ 3.5 นิ้ว และฮาร์ดดิสก์ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Laptop) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเก็บข้อมูลอยู่ที่ 2.5 นิ้ว โดยความแตกต่างของฮาร์ดดิสก์ทั้งสองประเภท นอกจากความแตกต่างด้านของขนาดแล้ว ก็ยังมีความแตกต่างกันในส่วนของการขึ้นรูปประกอบและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันเป็นบางส่วน นอกจากนี้ บริษัทยังมีผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ที่ประยุกต์ให้ใช้ได้กับการต่อพ่วงภายนอกกับระบบของคอมพิวเตอร์ทั่วไป หรือที่เรียกว่า External Hardisk

3.2 กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์

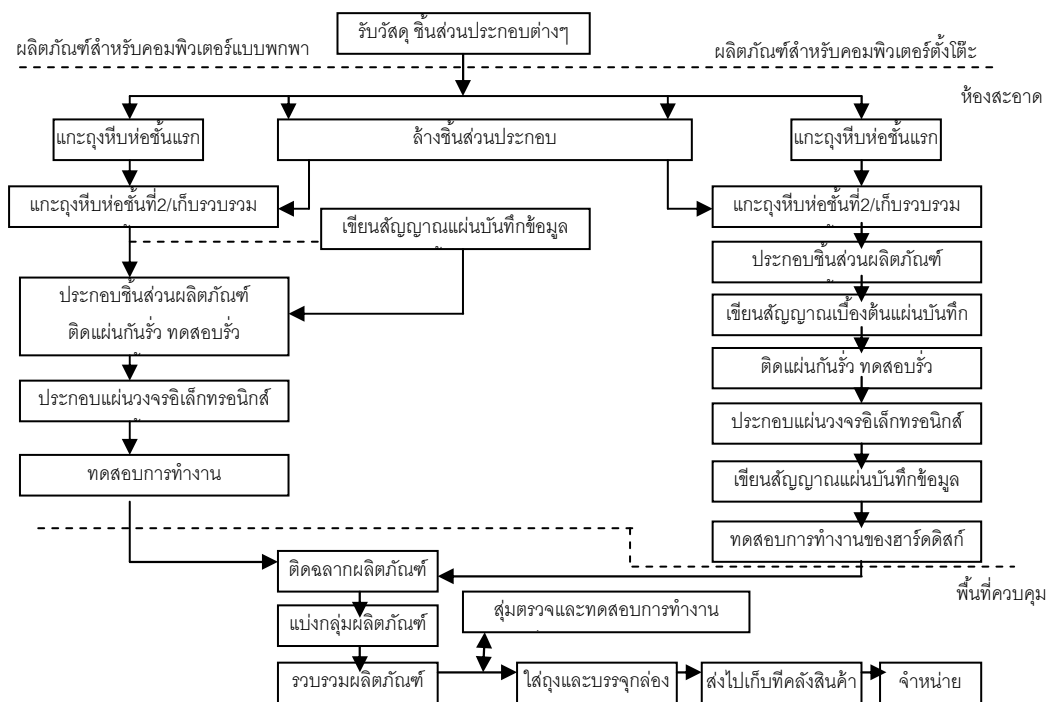
กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ ส่วนของห้องสะอาด (Clean Room) และส่วนของพื้นที่ควบคุมส่วนหลัง (Back End) โดยขึ้นรูปประกอบ จะถูกเตรียมที่พื้นที่เตรียมขึ้นรูป ซึ่งเป็นพื้นที่รับขึ้นรูปทั้งหมดจากคลังเก็บขึ้นรูปหลักอีกทีหนึ่ง และจัดส่งโดยใช้รถเข็นไปยังห้องสะอาด ขึ้นรูปทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็นอีกสองประเภท คือ ขึ้นรูปที่ต้องล้าง จะถูกส่งต่อไปยังห้องล้างก่อน แล้วจึงส่งต่อไปยังห้องเก็บขึ้นรูปหลักในห้องสะอาด กับขึ้นรูปที่ไม่ต้องล้าง จะถูกส่งตรงไปยังห้องเก็บขึ้นรูปหลักเลย ห้องเก็บขึ้นรูปนี้ถูกเรียกว่า Kitting-In

ขึ้นรูปต่าง ๆ จะถูกเก็บขึ้นวางบนชั้นวางงานโดยแยกประเภทให้ชัดเจนและตามจำนวนที่เป็นมาตรฐานตามที่กำหนด หลังจากนั้น ขึ้นรูปเหล่านี้จะถูกส่งไปเก็บยังชั้นวางขึ้นรูปของสายผลิตแต่ละสายอีกทอดหนึ่ง ซึ่งชั้นวางขึ้นรูปเหล่านี้จะถูกวางไว้ด้านหน้าของสายการผลิต ในจำนวนหนึ่งสายการผลิตต่อหนึ่งชั้นวางงาน จำนวนขึ้นรูปประกอบต่าง ๆ จะถูกระบุจำนวน

และตำแหน่งที่ชัดเจนบนชั้นวางงาน การจัดส่งชิ้นส่วนจากห้อง Kitting-In จะใช้รถเข็นในการลำเลียง พนักงานจะลำเลียงชิ้นส่วนที่ตัวเองรับผิดชอบแล้วเข็นไปตามสายการผลิตต่าง ๆ ถ้าสายการผลิตไหนชิ้นส่วนนั้นหมด พนักงานก็จะทำการเพิ่มขึ้นส่วนประกอบนั้นลงไปในพื้นที่ว่างเป็นรอบ ๆ ไป หลังจากนั้น จะมีพนักงานอีกชุดหนึ่งซึ่งประจำอยู่ตามสายการผลิต จะคอยนำชิ้นส่วนในพื้นที่ว่างไปคอยเติมให้กับสถานีที่ทำหน้าที่ประกอบชิ้นส่วนนั้น ๆ อีกทีหนึ่ง

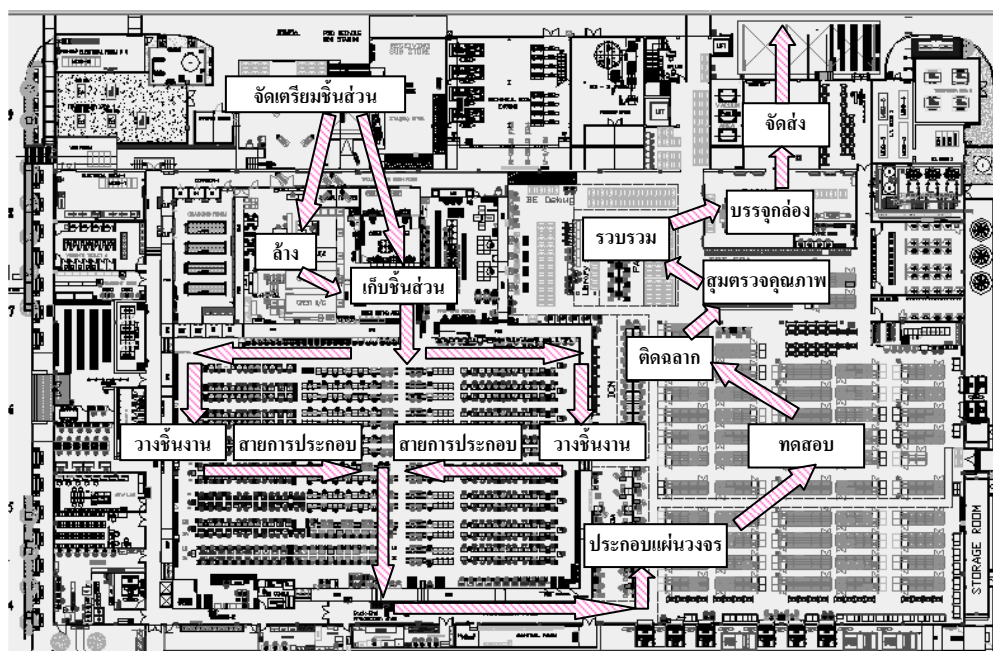
หลังจากที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกประกอบกันจนเสร็จเป็นทอด ๆ จนสมบูรณ์เป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ก็จะถูกส่งไปยังเครื่องเขียนสัญญาณ ซึ่งมีหน้าที่จัดเตรียมพื้นที่ของแผ่นบันทึกข้อมูลให้เป็นไปตามมาตรฐานในการบันทึกข้อมูลและตามหลักเทคนิคของบริษัท เมื่อฮาร์ดดิสก์ถูกเขียนสัญญาณเสร็จก็จะทำการติดซีลกันอากาศรั่วพร้อมกับตรวจสอบการรั่ว ซึ่งตั้งแต่สายการประกอบชิ้นส่วนจนถึงสถานีตรวจสอบรอยรั่วนี้ จะถูกวางต่อกันเป็นแนวตรงเพื่อให้กระบวนการมีความรวดเร็วและสะดวก เมื่อทำการตรวจสอบรอยรั่วแล้ว ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จะถูกส่งต่อไปยังส่วนของพื้นที่ควบคุมส่วนหลังโดยใช้สายพานเพื่อทำการติดตั้งแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Print Circuit Board Assembly: PCBA) ซึ่งมีหน้าที่การควบคุมระบบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ หลังจากนั้นก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ในส่วนของฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ เช่นการทนต่ออุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมการทำงาน ระยะเวลาการทำงาน การทำงานตามคำสั่งต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อฮาร์ดดิสก์ถูกทดสอบผ่าน ก็จะถูกส่งไปยังสถานีติดป้ายฉลาก เพื่อบ่งบอกว่าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทไหน มีคุณสมบัติอย่างไร พร้อมกับถูกสุ่มตรวจจากฝ่ายประกันคุณภาพอีกครั้ง แล้วจึงทำการบรรจุตัวฮาร์ดดิสก์ใส่ถุง บรรจุใส่กล่องแล้วรวบรวมกล่องให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการบนฐานไม้ แล้ววัดเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนจะนำออกจำหน่ายให้ลูกค้าต่อไป ดังภาพที่ 3.1

ในส่วนที่จะทำการประยุกต์ใช้ AGV ก็คือ ส่วนของการลำเลียงชิ้นส่วนจากห้องเก็บชิ้นส่วนหลัก หรือ Kitting-In ไปยังชั้นวางชิ้นส่วนหน้าสายการผลิตแต่ละสาย ซึ่งจะทำการศึกษาในส่วนของการผลิตฮาร์ดดิสก์สำหรับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ หรือ ฮาร์ดดิสก์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเก็บข้อมูล 3.5 นิ้ว ซึ่งชิ้นส่วนประกอบจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าฮาร์ดดิสก์แบบพกพา หรือฮาร์ดดิสก์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเก็บข้อมูล 2.5 นิ้ว



ภาพที่ 3.1

กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์



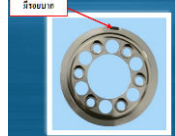
ภาพที่ 3.2

กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ตามผังโรงงานปัจจุบัน

3.3 ชิ้นส่วนประกอบที่ต้องทำการลำเลียง

ชิ้นส่วนประกอบหลัก ๆ ที่ต้องการลำเลียงไปยังสายการผลิตจะมีอยู่ 11 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีการบรรจุหีบห่อที่แตกต่างกัน รวมถึงความกว้างความยาวของหีบห่อ จำนวนชิ้นต่อหีบห่อ และน้ำหนักด้วย ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1
ข้อมูลชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ

ชิ้นส่วนประกอบ	รูปภาพ	หีบห่อ/บรรจุภัณฑ์	จำนวนชิ้นต่อหีบห่อ	ขนาดหีบห่อ (กว้างxยาวxสูง) : เซนติเมตร	น้ำหนักต่อชิ้น: กรัม
ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)			10	12.5 x 32 x 15	290
ฝาบน (Top Cover)			12	12 X 32.2 X 16	120
แผ่นบรรจุทึบข้อมูล (Media)			25	11 x 20.5 x 11.5	25
หัวอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly)			36	24 x 28 x 4	20
แท่งแม่เหล็กล่าง (Bottom VCM)			15	25.1x 25.3 x 1.7	35
แท่งแม่เหล็กบน (Top VCM)			15	25.1x 25.3 x 1.7	35
ตัวยึดแผ่นบันทึกข้อมูลกับมอเตอร์ (Clamp)			18	18 x 20.3 x 0.8	5

ตารางที่ 3.1
ข้อมูลชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ (ต่อ)

ชิ้นส่วนประกอบ	รูปภาพ	หีบห่อ/บรรจุภัณฑ์	จำนวนชิ้นต่อหีบห่อ	ขนาดหีบห่อ (กว้างxยาวxสูง) : เซนติเมตร	น้ำหนักต่อชิ้น: กรัม
แหวนรองแผ่นบันทึกข้อมูล (Spacer)			18	18 x 20.3 x 0.8	2.5
ตัวพักหัวอ่านข้อมูล (Ramp)			36	11.5 x 12.8 x 2	1
ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่านข้อมูล (Crash Stop)			72	13 X 13 X 1.5	1
สกรู (Screw)			2000	10 X 20X 15	0.25

3.4 การจัดวางชิ้นส่วนประกอบตามชั้นวางของแต่ละสายการประกอบในปัจจุบัน

ชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้นส่วนจะถูกส่งไปจัดเก็บบนชั้นวางชิ้นส่วนตามสายการประกอบแต่ละสายก่อนที่จะถูกส่งไปยังสายการประกอบอีกทอดหนึ่ง ลักษณะการจัดวางก็จะเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดดังแสดงในภาพที่ 3.3 ซึ่งจะถูกประเมินให้ทางให้เหมาะสมกับความต้องการของสายการผลิตและจะถูกควบคุมการวางซ้อนกันจากฝ่ายควบคุมคุณภาพอีกทีหนึ่ง



ภาพที่ 3.3

การจัดวางชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ บนชั้นวางในปัจจุบัน

3.5 ปริมาณความต้องการพนักงานจัดส่งชิ้นส่วนและรถเข็นที่ใช้ในปัจจุบัน

ปริมาณความต้องการของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตของสายการประกอบเป็นสำคัญ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือขึ้นอยู่กับความเร็วของการประกอบชิ้นส่วนประกอบนั่นเอง ตารางที่ 3.2-3.3 จะแสดงถึงความต้องการจำนวนพนักงานและรถเข็นของสายการประกอบในปัจจุบัน และแนวโน้มสายการผลิต ซึ่งจะมีการใช้สายกำลังการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้ จากตารางที่ 3.2 ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นตัวแปรตั้งต้นในการคำนวณได้แก่ เวลามาตรฐานของรอบการผลิต คือ 13 วินาทีต่อจำนวนหนึ่งชิ้นงาน จำนวนสายการผลิตทั้งหมดที่มีอยู่ คือ 30 สายการผลิต ระยะทางจริงในการเดินของพนักงานต่อ 1 รอบ คือ 18,000 เซนติเมตร หรือ 180 เมตร โดยการคำนวณเวลามาตรฐานการเดินที่ใช้อยู่คือ 50 เซนติเมตร ต่อ เวลา 1 วินาที ความต้องการชิ้นส่วนประกอบแต่ละชนิดต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ จำนวนชิ้นส่วนประกอบแต่ละชนิดต่อ บรรจุภัณฑ์ จำนวนบรรจุภัณฑ์ของแต่ละชิ้นส่วนประกอบที่สามารถวางบนชั้นวางหน้าสายการประกอบแต่ละสายการประกอบ และจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่พนักงานสามารถขนย้ายได้ต่อ 1 ครั้ง

ปริมาณความต้องการในส่วนประกอบและพนักงานในปัจจุบัน

เวลาประกอบการผลิต		13	วันที่	จำนวนสายการประกอบ		30		ส่วน		จำนวนบรรจุภัณฑ์		รวม		รวม		รวม	
ชิ้นส่วนประกอบที่	ชิ้นส่วนประกอบ	ระยะเวลาต่อชิ้น (เขนต่อวัน)	การผลิตต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน	จำนวนชิ้นต่อวัน
1	ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)	18000	1	10	8	33.0	2	28.0	26.0	4.1	525.0	6	4.33				
2	แขนแม่เหล็กบน (TVCM)		1	15	32	480.0	10	19.0	2.0	15.0	840.0	4	0.50				
3	แขนแม่เหล็กล่าง (BVC)		1	15	32	480.0	10	19.0	2.0	15.0	840.0	4	0.50				
4	แผ่นบรรจุฟิล์ม (Media)		3	25	10	108.0	10	34.0	10.0	10.8	468.0	7	1.43				
5	แหวนรองแผ่นบันทึกข้อมูล (Spacer)		1	18	10	300.0	5	16.0	2.0	30.0	960.0	3	0.67				
6	ตัวยึดแผ่นบันทึกข้อมูลกับมอเตอร์ (Clamp)		1	18	10	300.0	5	16.0	2.0	30.0	960.0	3	0.67				
7	ตัวพักหัวอ่านข้อมูล (Ramp)		1	36	14	630.0	7	8.0	1.0	45.0	1260.0	2	0.50				
8	หัวอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly)		1	8	32	144.0	10	35.0	8.0	4.5	504.0	7	1.14				
9	ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่านข้อมูล (Crash Stop)		1	72	8	504.0	10	4.0	1.0	63.0	864.0	4	0.25				
10	ฝาบน (Top Cover)		1	12	8	33.0	2	24.0	22.0	4.1	525.0	6	3.67				
11	สกรู (Screw)		8	2000	3	42.0	1	2.0	2.0	14.0	780.0	4	0.50				

รวม	14.00
การใช้ประโยชน์ที่ 90%	15.6
พนักงานสลับพัก	4

571 20.0

ในการคำนวณความต้องการจะใช้หน่วยรอบความต้องการตามมาตรฐาน คือ หน่วยขึ้นต่อชั่วโมง หรือ Units Per hour (UPH) ดังตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนรถและพนักงานในการส่งชิ้นส่วนประกอบ ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor base) โดย

ความต้องการชิ้นส่วนนี้อยู่ที่ 1 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ 1 ตัว

ใน 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์มีชิ้นส่วนอยู่ 10 ชิ้น

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถวางบนชั้นวางแต่ละสายการประกอบอยู่ที่ 8 บรรจุภัณฑ์

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถขนส่งได้ต่อรอบบนรถเข็นอยู่ที่ 33 บรรจุภัณฑ์

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถขนถ่ายได้ต่อครั้งอยู่ที่ 2 บรรจุภัณฑ์และ

เวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบในแต่ละครั้งอยู่ที่ 5 วินาทีต่อหน่วย

ดังนั้น จากเวลามาตรฐานของรอบการผลิตที่ 13 วินาทีต่อชิ้น ความต้องการชิ้นส่วนเพื่อรองรับให้ทันกับการผลิตในรอบ 1 ชั่วโมง หน่วยเป็นบรรจุภัณฑ์ จะมีค่าเท่ากับ

$= \text{จำนวนวินาทีใน 1 ชั่วโมง} \times \text{ความต้องการชิ้นส่วนต่อผลิตภัณฑ์}$

$\text{เวลามาตรฐานของรอบการผลิต} \times \text{จำนวนชิ้นส่วนต่อบรรจุภัณฑ์}$

$$= \frac{3600 \times 1}{13 \times 10} = 27.7 \text{ บรรจุภัณฑ์}$$

เมื่อปัดขึ้นก็จะได้เป็น 28 บรรจุภัณฑ์ และเมื่อพิจารณาถึงความต้องการของสายการผลิตทุกสาย หรือ 30 สายการผลิต จะได้จำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดเท่ากับ (30×28) ซึ่งเท่ากับ 840 บรรจุภัณฑ์ เมื่อพิจารณาต่อถึงความสามารถในการขนส่งของรถเข็นใน 1 รอบที่สามารถรองรับได้ที่ 33 บรรจุภัณฑ์ต่อเที่ยว จึงทำให้ความต้องการทั้งหมดของรอบการขนส่งอยู่ที่ จำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดหารด้วยความสามารถในการขนส่งของรถเข็น คือ $840/33$ ซึ่งเท่ากับ 26 รอบ

ในการหาเวลาที่ใช้ทั้งหมดการการขนส่ง 1 รอบ ก็จะมีเวลาในการเดินทาง และเวลาในกระบวนการทำงานต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเวลาต่อรอบการขนส่งในหน่วยวินาทีหาได้จาก

$$\left(\frac{\text{ระยะทางต่อรอบการขนส่ง}}{\text{ความเร็วของพนักงาน}} \right) + \left(\left(\frac{\text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อชั้นวางหน้าสายประกอบ}}{\text{จำนวนชิ้นต่อการขนถ่าย}} \right) \times$$

จำนวนต่อการขนถ่ายที่เกิดขึ้น $\times$ เวลาในการขนถ่ายต่อครั้ง

$\frac{\text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อชั้นวางบนรถ AGV} \times \text{เวลาในการขนถ่ายต่อครั้ง}}$

$\text{จำนวนชิ้นต่อการขนถ่าย}$

$$= \frac{18,000}{50} + \left(\frac{8}{2} \times 4.1 \times 5 \right) + \frac{33 \times 5}{2} = 525 \text{ วินาที}$$

เมื่อนำมาพิจารณาต่อรอบ 1 ชั่วโมงจะสามารถขนส่งขึ้นส่วนได้ทั้งหมดเท่ากับ เวลาวินาทีใน 1 ชั่วโมงหารด้วยเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง 1 รอบ หรือ $\frac{3600}{525}$ ซึ่งเท่ากับ 6.8 รอบ เมื่อปัดลงจะได้ 6 รอบ

เนื่องด้วยพนักงาน 1 คน กับ รถเข็น 1 คัน สามารถรองรับได้เพียง 6 รอบเท่านั้น ดังนั้น เพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการรอบการขนส่งของสายการประกอบทั้งหมดซึ่งอยู่ที่ 26 รอบ ใน 1 ชั่วโมง จึงจำเป็นต้องเพิ่มพนักงานและรถเข็นเพื่อให้การผลิตไม่หยุดชะงัก จำนวนพนักงานพร้อมรถเข็นที่จำเป็นต้องเพิ่มหาได้จาก ความต้องการรอบขนส่งทั้งหมดหารด้วยรอบขนส่งที่ทำได้ คือ $\frac{26}{6}$ เท่ากับ 4.3 คนพร้อมรถเข็นสำหรับการจัดส่งชิ้นส่วนฐานพร้อมมอเตอร์

เมื่อทำการคำนวณของชิ้นส่วนประกอบทุกชนิดแล้ว พร้อมกับเพิ่มเติมในส่วนของการบริหารการใช้ประโยชน์ของพนักงานที่ 90 เปอร์เซ็นต์ (Utilization) และพนักงานที่มีหน้าที่สลับพักให้กับพนักงานหลักแล้ว พบว่าต้องใช้รถเข็นทั้งหมด 16 คัน และพนักงานถึง 20 คนต่อรอบการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ซึ่งรอบการทำงานของบริษัทที่ศึกษาจะมีอยู่ 2 รอบคือรอบเช้าและรอบค่ำ ดังนั้นในหนึ่งวันจะใช้ 40 คนในการจัดส่งชิ้นส่วน และตามมาตรฐานการจัดระบบการทำงาน of พนักงานของบริษัทนั้นต้องมีการหมุนเวียนกันถึง 3 ทีม ดังนั้นพนักงานทั้งหมดที่ต้องมีการจ้างงานคือ 120 คน และถ้ามีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมด พบว่า จะต้องมีการจ้างงานในส่วนนี้สูงถึง 264 คนเพื่อรองรับการผลิตในอนาคต ตามการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 3.3 ซึ่งจำนวนความต้องการของพนักงานและรถเข็นที่ได้จะนำไปใช้ในการคำนวณหาต้นทุนการผลิตในกระบวนการส่วนนี้ในหัวข้อที่ 3.6 ต่อไป

3.6 การวิเคราะห์หาต้นทุนสำหรับกระบวนการลำเลียงชิ้นส่วนในปัจจุบัน

การคำนวณต้นทุนเบื้องต้นของกระบวนการลำเลียงชิ้นส่วน แยกค่าใช้จ่ายทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท คือค่าใช้จ่ายเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่ ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวเท่านั้น คือ ค่าใช้จ่ายในการซื้อรถเข็นดังภาพที่ 3.4 และค่าใช้จ่ายในส่วนองแรงงานตั้งต้น ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่ก็คือ ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งสองเป็นค่าแรงงานตามบัญชี หรือตามฐานอัตราค่าจ้างที่ฝ่ายบัญชีกำหนดใช้เป็นมาตรฐานของบริษัท โดยทำการคำนวณออกมาในช่วงเวลาต่อ 1 วันการทำงานและวัดผลออกมาเป็นหน่วยบาทต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ดังตารางที่ 3.4 พบว่าสายการผลิตปัจจุบันคือแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถประกอบผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 188,580 ชิ้นต่อวัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่รวมแล้วอยู่ที่ 298,016 บาทต่อวัน ดังนั้น ต้นทุนต่อชิ้นผลิตภัณฑ์สามารถคำนวณได้จาก 298,016 บาท หารด้วย 188,580 ชิ้น จะได้ต้นทุนการลำเลียงต่อชิ้นเป็น 1.58 บาทต่อชิ้น



ภาพที่ 3.4

รถเข็นที่ใช้ในการลำเลียงชิ้นส่วนในปัจจุบัน

ตารางที่ 3.4

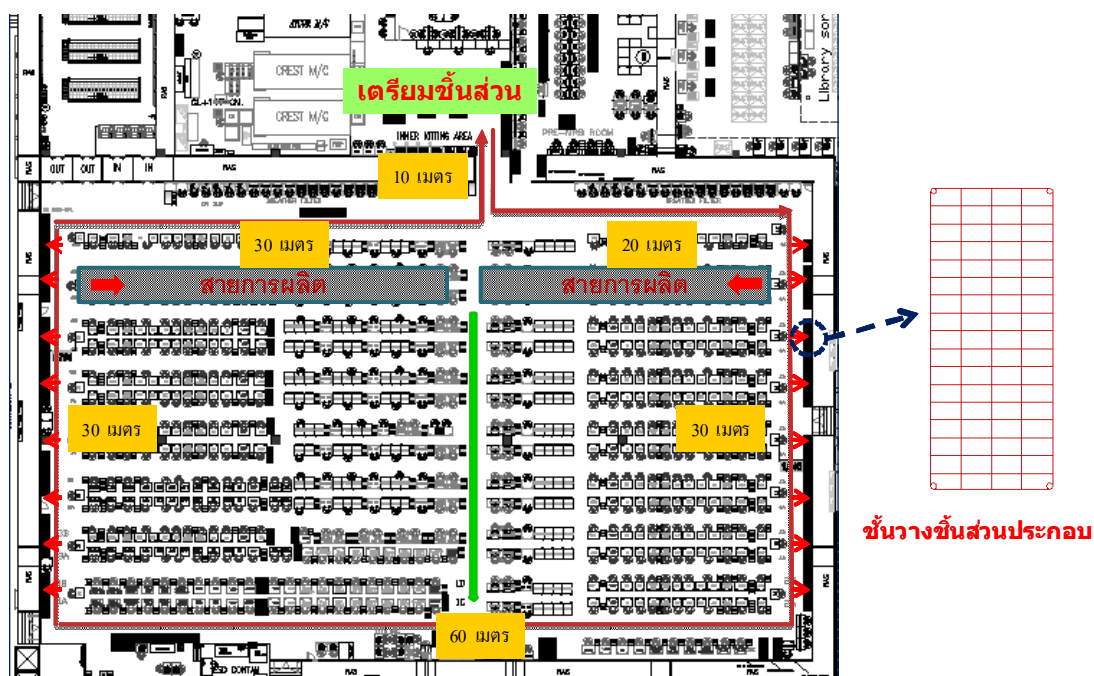
การวิเคราะห์ต้นทุนการลำเลียงชิ้นส่วนต่อหน่วยการผลิตหนึ่งชิ้น

ลักษณะสายการผลิต รายการ	ปัจจุบัน	แนวโน้ม(อัตราโนมิติ)
กำลังการผลิตต่อสายการประกอบ (ชิ้น/วัน)	6,286.00	16,344.00
จำนวนสายการประกอบ	30.00	30.00
กำลังการผลิตการผลิตทั้งหมด (ชิ้น)	188,580.00	490,320.00
ราคาวัตถุดิบต่อคัน (บาท)	12,000.00	12,000.00
ค่าจ้างทางบัญชีสำหรับพนักงาน (บาท/วัน)	478.80	478.80
ค่าฝึกอบรมต่อพนักงานหนึ่งคน (บาท/ครั้ง)	2,000.00	2,000.00
ค่าบำรุงรักษาวัตถุดิบ (บาท/วัน)	35.00	35.00
จำนวนรถเข็นชิ้นส่วนทั้งหมดที่ต้องการ (คัน/วัน)	16.00	36.00
จำนวนพนักงานที่ต้องการ (คน/วัน)	120.00	264.00
ค่าซื้อวัตถุดิบทั้งหมด (บาท)	192,000.00	432,000.00
ค่าบำรุงรักษาวัตถุดิบทั้งหมด (บาท/วัน)	560.00	1,260.00
ค่าจ้างพนักงานทั้งหมด (บาท/วัน)	57,456.00	126,403.20
ค่าฝึกอบรม 25% (เปอร์เซ็นต์การลาออก)	48,000.00	105,600.00
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	298,016.00	665,263.20
ต้นทุนต่อชิ้น	1.58	1.36

จากตารางที่ 3.4 จะได้ว่าค่าต้นทุนการลำเลียงชิ้นส่วนประกอบไปยังสายการประกอบสำหรับสายการประกอบแบบกึ่งอัตโนมัติและสายการประกอบแบบอัตโนมัติซึ่งบริษัทกำลังเริ่มนำมาใช้ มีค่าเท่ากับ 1.58 บาท และ 1.36 บาท ตามลำดับ โดยค่าของต้นทุนการลำเลียงที่ได้จะนำไปใช้สำหรับเปรียบเทียบกับต้นทุนใหม่หลังการศึกษาหรือหลังจากปรับปรุงกระบวนการแล้วในหัวต่อไป

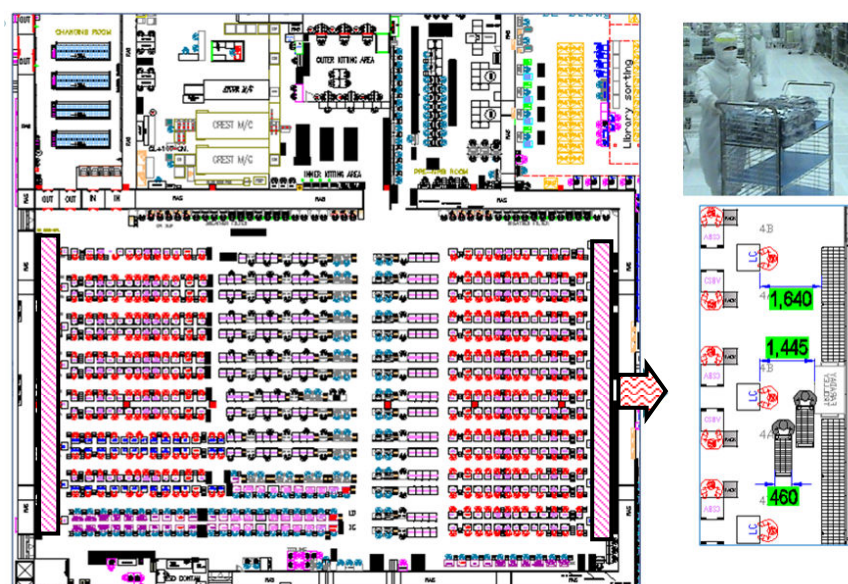
จากสภาวะการทำงานและสภาพแวดล้อมทั้งหมดในปัจจุบันที่กล่าวมา ปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของการลำเลียงชิ้นส่วนจากห้องเก็บชิ้นส่วนหลัก หรือ Kitting-In ไปยังชั้นวางชิ้นส่วนหน้าสายการผลิตแต่ละสาย ได้แก่

1. ปัญหาเรื่องของพื้นที่คับแคบ เนื่องจากสายการผลิตที่ยาวขึ้น แต่มีพื้นที่เท่าเดิม จึงทำให้การจราจรที่หนาแน่น เกิดความแออัด ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการส่งชิ้นส่วน หลังจากที่มีการพยายามแก้ปัญหาโดยให้พนักงานเดินส่งชิ้นส่วนในลักษณะของเส้นทางเดียวเพื่อให้เกิดความรวดเร็ว ซึ่งระยะทางที่พนักงานต้องเดินต่อรอบอยู่ที่ประมาณ 180 เมตร หรือโดยเฉลี่ยแล้วพนักงานจะต้องเดินโดยเฉลี่ยวันละ 8 กิโลเมตร ซึ่งเป็นสาเหตุให้พนักงานเกิดความเหน็ดเหนื่อยและเมื่อยล้า ดังภาพที่ 3.5 -3.7 จึงทำให้สถิติการลาออกพนักงานในส่วนนี้สูงกว่าพนักงานในตำแหน่งอื่น ๆ เพื่อให้กระบวนการทำงานไม่หยุดชะงัก ทางบริษัทก็ต้องจัดจ้างพนักงานใหม่เข้ามาทดแทนอยู่เสมอ ทำให้เกิดต้นทุนที่ไม่สามารถควบคุมได้ตามมาเสมอด้วยเช่นกัน ดังตารางที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าในหนึ่งปีที่ผ่านมา มีพนักงานในส่วนการลำเลียงชิ้นส่วนลาออกทั้งหมด 100 คน หรือคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนทั้งหมด จะทำให้เสียค่าการฝึกอบรมพนักงานใหม่ถึง 200,000 บาท (ค่าฝึกอบรมทางบัญชีของบริษัทเฉลี่ยต่อหัวอยู่ที่ 2,000 บาท)



ภาพที่ 3.5

ระยะและทิศทางการลำเลียงชิ้นส่วนจากห้องเก็บชิ้นส่วนไปยังชั้นวาง



ภาพที่ 3.6

การลำเลียงชิ้นส่วนประกอบโดยใช้รถเข็นและระยะทางเดินในปัจจุบัน



ภาพที่ 3.7

สภาพแวดล้อมการจราจรปัจจุบัน

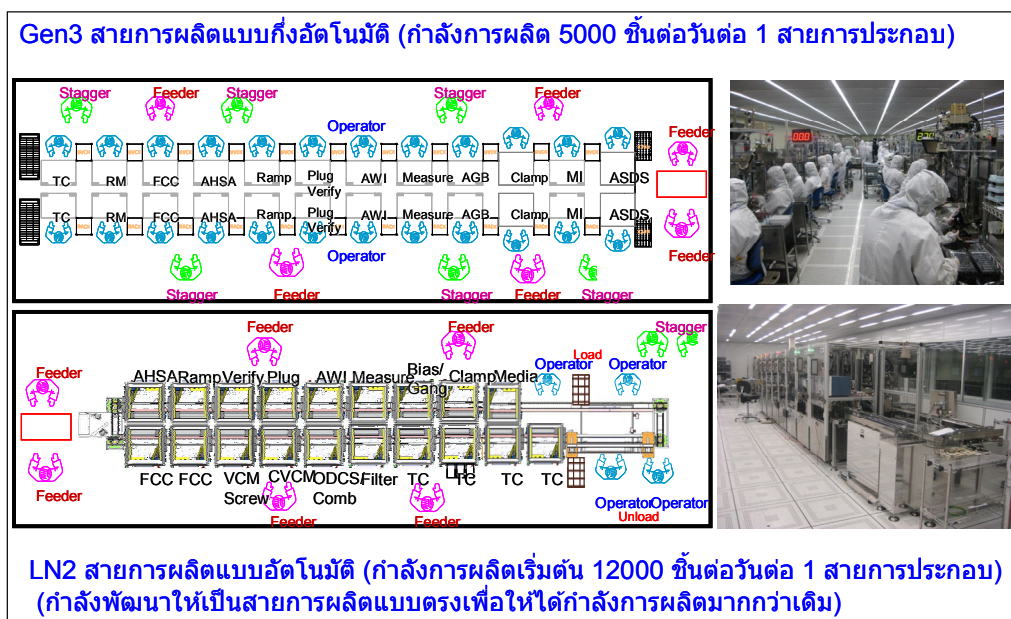
ตารางที่ 3.5

ข้อมูลสถิติการลาออกของพนักงานในสายการประกอบทั้งหมด

กระบวนการ	ไตรมาส/ปี	Q1_09	Q2_09	Q3_09	Q4_09
พนักงานประจำเครื่องเขียนสัญญาณ	SEEDER	123	46	122	47
พนักงานส่งจ่ายชิ้นส่วนประกอบ	MC	25	17	50	8
พนักงานประจำเครื่องประกอบแผ่นมีเดีย	MI	46	37	52	8
พนักงานประจำเครื่องใส่ Wire	AWB	7	8	17	2
พนักงานส่งจ่ายไดรฟ์ไปให้เครื่องเขียนสัญญาณ	FEEDER - STW	0	8	16	3
พนักงานประจำเครื่องดูดฝุ่น	WAP	1	6	17	1
พนักงานประจำเครื่องเช็คค่าสกรู	AGB	10	5	17	2
พนักงานประจำเครื่องติด seal	SEAL	5	2	14	6
พนักงานประจำเครื่องวัดค่าสาคลัมเดียว	GD3	11	5	11	3
พนักงานประจำเครื่องขันสกรูแคล้ม	FCC	7	9	14	2
พนักงานประจำเครื่องตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งชิ้นส่วน	VERIFY	9	4	14	3
พนักงานประจำเครื่องตรวจสอบรั่ว	INL_LEAK	5	6	18	9
พนักงานประจำเครื่องดันชิ้นส่วนให้เข้ากัน	MERGE	9	4	11	1
พนักงานประจำเครื่องขันสกรูฝาหน้า	STC	7	5	12	0
พนักงานประจำเครื่องประกอบหัวอ่าน	AHSA	0	3	11	2
พนักงานประจำเครื่องประกอบตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่าน	PCRASH	8	5	10	5
พนักงานประจำเครื่องประกอบตัวพักของหัวอ่าน	RAMP	10	2	11	5
พนักงานประจำเครื่องประกอบฝาหน้า	ATC	7	2	9	4
พนักงานใส่ขดลวด	Load wire	0	2	8	0
พนักงานคีย์ข้อมูล	Data entry	2	1	4	3
หัวหน้าร่อง	LEADER	1	3	1	2
พนักงานประจำเครื่องประกอบแท่งแม่เหล็กบน	HVCM	5	1	0	0
พนักงานประจำเครื่องประกอบสลักควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวอ่าน	SLATCH	0	0	0	0
พนักงานประจำเครื่องประกอบแท่งแม่เหล็กล่าง	BVCM	0	0	0	0
รวม		298	181	439	116

2. การลำเลียงชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ไปยังสายการผลิตมักจะทำให้เกิดความล่าช้าเนื่องจากพนักงานที่รับผิดชอบต้องคอยสังเกตเพื่อหาว่าสายการผลิตไหน ชิ้นส่วนประกอบใกล้หมดแล้ว แล้วจึงเติมให้ เป็นลักษณะการทำงานแบบสุ่ม รวมถึงพนักงานยังต้องทำหน้าที่คอยเก็บกล่องบรรจุชิ้นส่วนประกอบที่ใช้แล้วกลับไปยังห้อง Kitting In อีกด้วย ทำให้ค่อนข้างเสียเวลา และต้องใช้คนเป็นจำนวนมาก ดังแสดงตารางที่ 3.3

3. การลำเลียงชิ้นส่วนแบบปัจจุบันไม่สามารถรองรับความสามารถของกับสายการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่กำลังเกิดขึ้น ซึ่งได้แก่ สายการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation Assembly Line) ซึ่งมีกำลังการผลิตสูงกว่าสายการผลิตปกติถึง 2 เท่า ดังภาพที่ 3.8 และความต้องการชิ้นส่วนและพนักงานลำเลียงชิ้นส่วนก็จะสูงขึ้น ดังตารางที่ 3.3



ภาพที่ 3.8

การเปรียบเทียบระหว่างสายการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ

AGV หรือ Autonomouse Guided Vehicle เป็นระบบการลำเลียงชนิดหนึ่งที่ยนิยมนำมาใช้กันในแวดวงอุตสาหกรรมในปัจจุบัน และมีคุณสมบัติที่โดดเด่นไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ ความถูกต้อง และแม่นยำที่สูง มีความรวดเร็ว เทียบตรงต่อเวลา สะดวกและปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ต้องการพื้นที่การทำงานไม่มาก ลดการใช้กำลังแรงงานคนและสามารถรองรับและสนองต่อความต้องการของผู้ประกอบการที่ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและตัดปัญหาการใช้แรงงานคน

จากปัญหาทั้งหมดข้างต้น จะเห็นได้ว่าด้วยคุณสมบัติของรถ AGV แล้ว สามารถที่จะช่วยลดและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ทั้งหมด โดยสามารถที่จะประยุกต์ใช้ AGV ที่มีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ทำงานและทิศทางการเคลื่อนที่ที่เป็นระบบในการลดปัญหาพื้นที่ที่คับแคบ และการจราจรที่หนาแน่นจากจำนวนแรงงานคนที่มากและระบบการลำเลียงที่ไม่สามารถควบคุมได้ สามารถทดแทนแรงงานคนด้วยรถ AGV เพื่อลดปัญหาด้านทุนจากการจัดจ้างพนักงานใหม่และลดความสูญเสียเวลาในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ด้วย สามารถใช้ AGV ทดแทนแรงงานคนเพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงแม่นยำในกระบวนการทำงาน ลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากความผิดพลาดของแรงงานคน และสามารถให้ AGV เพื่อรองรับต่อกำลังการผลิตที่สูงขึ้นแต่กำลังแรงงานคนไม่สามารถรองรับได้ ดังนั้นจึงถือได้ว่า AGV มีความเหมาะสมและครอบคลุมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

3.7 การวิเคราะห์เลือกใช้รถอัตโนมัติ (Autonomous Guided Vehicle: AGV) และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

รถอัตโนมัติหรือรถ AGV ที่มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรมปัจจุบันสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1. AGV แบบพ่วงลาก (AGVS Towing Vehicles) เหมาะสำหรับการขนย้ายวัตถุที่มีปริมาณมาก ๆ มีระยะการเคลื่อนที่ไกล ๆ ส่วนใหญ่ใช้กับโกดังสินค้า
2. AGV ขนส่งแบบหน่วย (AGVS Load Transporter) เหมาะสำหรับการขนย้ายวัตถุที่มีปริมาณไม่มากนัก ขนที่ละหนึ่งหน่วยหรือที่ละล๊อต ใช้พื้นที่ในการทำงานน้อย
3. AGV แบบบรรทุกพาเลท (AGVS Pallet Trucks) เหมาะสำหรับการขนย้ายวัตถุที่มีปริมาณมาก ตัวรถมีส่วนที่ส่วนบรรทุกที่สามารถวางขึ้นส่วนพร้อมกับที่วางได้
4. AGV แบบเลื่อนขึ้นลงได้ (AGVS Forklift Trucks) เหมาะสำหรับการขนย้ายวัตถุที่สามารถยกขึ้นลงตามจุดต่าง ๆ ได้
5. AGV แบบน้ำหนักเบา (AGVS Light-load Transporters) เหมาะสำหรับการขนย้ายวัตถุที่มีน้ำหนักเบา ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมยา

6. AGV แบบสถานีประกอบ (AGVS Assembly-line Vehicles) เหมาะสำหรับการโยกย้ายวัตถุที่ต้องการประกอบตามสถานีต่าง ๆ ซึ่งตัวรถ AGV จะเป็นโต๊ะประกอบไปในตัว

ส่วนระบบนำทางการเคลื่อนที่ของรถสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1. ระบบใช้ลวดนำทาง (Wire-Guidance System) จะใช้ลวดเป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณแม่เหล็ก การติดตั้งลวดอาจฝังไว้กับพื้นตามทิศทางที่ต้องการ
2. ระบบใช้แสงนำทาง (Optical Guidance System) จะใช้แสงเป็นตัวส่งสัญญาณโดยทาสีฟลูออเรสเซนต์ บนพื้นตามทิศทางที่ต้องการ
3. ระบบใช้โปรแกรมควบคุม (Inertial Guidance System) จะใช้โปรแกรมอัตโนมัติซึ่งประกอบอยู่ในตัวเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ตามทิศทางที่ต้องการ
4. ระบบใช้คลื่นอินฟราเรดนำทาง (Infrared Guidance System) จะใช้อุปกรณ์ซึ่งโดยส่วนใหญ่ติดตั้งตามผนังและส่งคลื่นอินฟราเรดเข้าเครื่องรับสัญญาณของตัวรถเพื่อวิเคราะห์หาจุดและทิศทางการเคลื่อนที่
5. ระบบใช้แสงเลเซอร์นำทาง (Laser Guidance System) จะใช้แสงเลเซอร์ในการวิเคราะห์บาร์โค้ดต่าง ๆ ที่ถูกติดไว้ เพื่อแปลผลสำหรับการเคลื่อนที่
6. ระบบใช้เทปนำทาง (Tape Guidance System) จะใช้เทปติดตามทิศทางที่ต้องการที่ต้องการให้รถเคลื่อนที่

สำหรับการศึกษานี้ทำการเลือกใช้ AGV ชนิดขนส่งแบบหน่วย (AGVS unit load transporter) ซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่การทำงานและลักษณะการขนส่งที่มีปริมาณไม่มากนัก และพิจารณาเลือกใช้รถ AGV ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดเนื่องจากการสั่งทำตามแบบที่ต้องการต้องใช้เวลาและต้นทุนที่สูงกว่าปกติ แต่รถที่เลือกจะต้องสามารถรองรับและเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการโดยรวมได้ ซึ่งปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการเลือกรถจะแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นใหญ่ ๆ คือ ลักษณะทางกายภาพ หรือตัวของรถ AGV และระบบควบคุมการเคลื่อนที่และการทำงานของรถ AGV คือ

3.7.1 ลักษณะทางกายภาพหรือตัวรถ AGV.

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเลือกแบบลักษณะของรถ AGV มีดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ประกอบเป็นตัวรถซึ่งต้องอยู่ในสภาวะแวดล้อมของห้องสะอาดหรือห้องคลีนรูมคลาส 100 (Clean room class100) (ใน 1 ตารางฟุตต้องมีเม็ดฝุ่นขนาด 0.3 ไมครอนไม่เกิน 100 ชิ้น)
2. สามารถรองรับกับน้ำหนักที่ต้องการโดยรวม
3. มีขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่และสภาพแวดล้อมปัจจุบัน โดยความกว้างของรถต้องไม่เกิน 1 เมตรและความยาวต้องไม่เกิน 1.5 เมตร
4. มีความสูงที่เหมาะสมกับลักษณะการทำงาน โดยความสูงของตัวรถทั้งหมดจากพื้น ได้ใช้มาตรฐานความสูงของคนโดยส่วนใหญ่ซึ่งถูกศึกษาไว้ ซึ่งทางบริษัทได้ใช้อยู่เพื่อพิจารณาวิธีการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ โดยมีประเด็นหลัก ๆ ในการพิจารณา คือ ต้องไม่บดบังการมองเห็นในระดับสายตาของพนักงาน และระดับความสูงของการวางชิ้นส่วนประกอบต้องมีขัดแย้งกับข้อกำหนดของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับข้อตกลงระหว่างบริษัทกับลูกค้า ด้วย โดยความสูงต้องไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร

จากปัจจัยทั้งหมดข้างต้น ทำให้สามารถเลือกรถ AGV ต้นแบบได้ ตามภาพที่ 3.9 ซึ่งมีคุณสมบัติตามความการ ผลิตโดยบริษัท Daiichai Institution Industry ประเทศญี่ปุ่น มีราคาอยู่ที่ 300,000 บาทต่อคัน และมีรายละเอียดดังนี้

1. รับน้ำหนักได้สูงสุด 100 กิโลกรัม
2. ความเร็วที่ 33 เมตรต่อนาที และสามารถเพิ่มความเร็วถึง 50 เมตรต่อนาที โดยการเพิ่มแบตเตอรี่ขนาด 165 วัตต์อีก 2 ก้อน
3. น้ำหนักตัวรถอยู่ที่ 90 กิโลกรัม

4. ให้เทพเป็นระบบนำทางการเคลื่อนที่ซึ่งสะดวกและง่ายต่อการสร้างและปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่

5. ระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ควบคุม และมี 2 ล้อเคลื่อนที่อิสระ

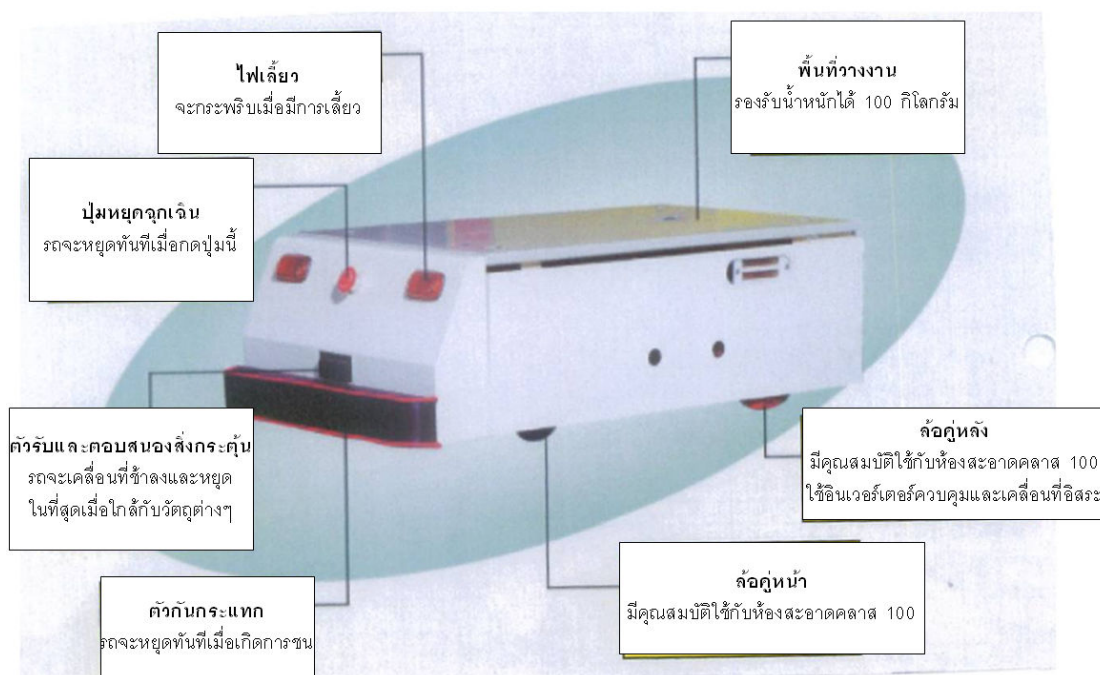
6. วัสดุที่ทำเป็นพอลิเอเทิน สามารถใช้กับห้องสะอาดคลาสน 100

7. แบตเตอรี่มีชั่วโมงการทำงานที่ 11 ชั่วโมง และใช้เวลาชาร์จใหม่ 2 ชั่วโมง

8. มีเซ็นเซอร์และกันชนสำหรับควบคุมการลดความเร็วและหยุดรถเพื่อป้องกันการชน

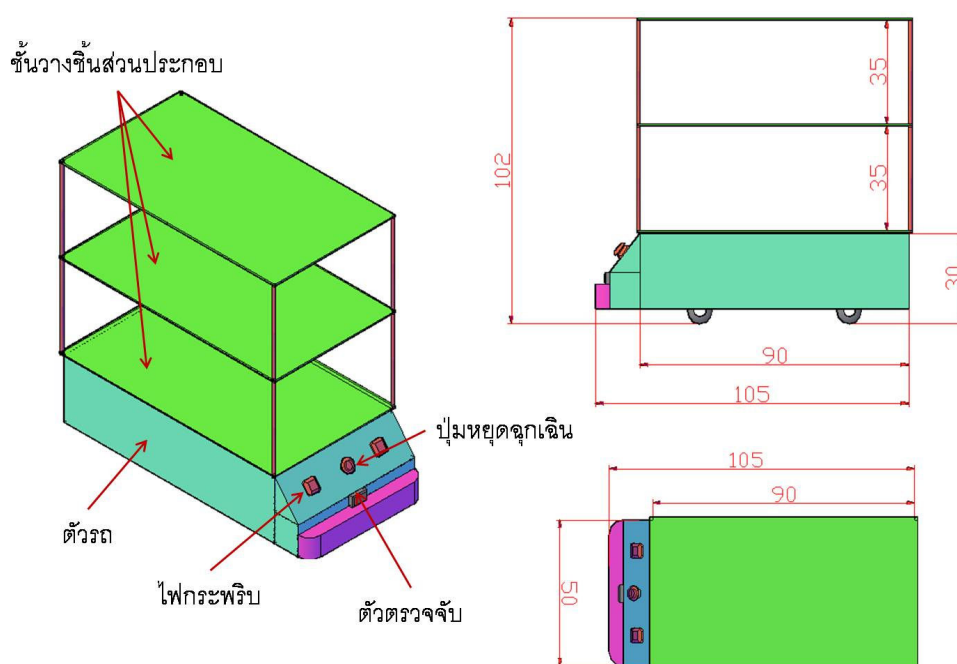
9. มีไฟกระพริบเมื่อมีการเลี้ยงของรถ รวมทั้งเสียงเตือนระหว่างการเคลื่อนที่

แต่เนื่องจากรถ AGV ต้นแบบดังกล่าวมีพื้นที่รองรับการวางชิ้นงานได้แค่ชั้นเดียว จึงจำเป็นต้องออกแบบชั้นวางเพิ่มเติมเพื่อให้พื้นที่ในการวางชิ้นงานมากขึ้น ตามภาพที่ 3.10 ซึ่งต้องเสียค่าปรับปรุงอีก 10,000 บาท จึงทำให้ราคาของรถ AGV ต้นแบบเพิ่มขึ้นเป็น 310,000 บาทต่อคัน



ภาพที่ 3.9

ลักษณะทางกายภาพของรถ AGV ที่เลือก



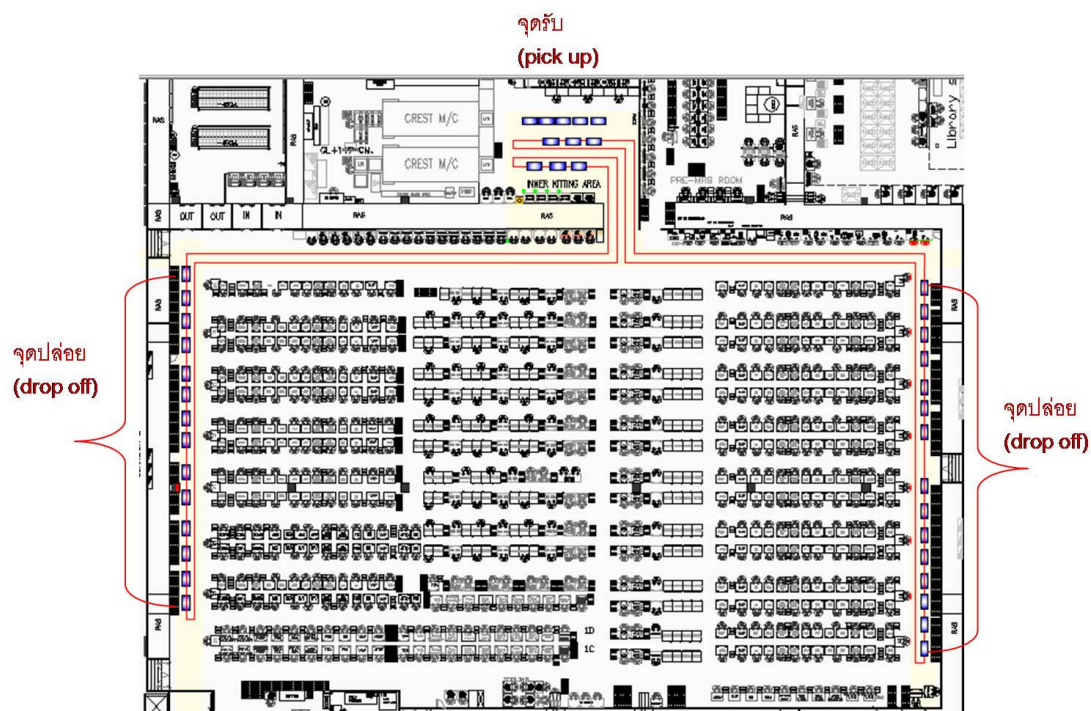
ภาพที่ 3.10

รายละเอียดรถ AGV ที่ใช้ในการศึกษา

3.7.2 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่และการทำงานของรถ AGV.

1. เส้นทางเดินรถ (Path) และจุดรับชิ้นส่วน (Pick up Zone) จุดจอดรถหรือจุดปล่อยชิ้นส่วน (Drop off zone) จะพิจารณาตามกระบวนการการผลิตในปัจจุบัน โดย เส้นทางเดินรถจะถูกกำหนดเป็น 2 ด้านเพื่อลดระยะการเดินทาง และจุดรับชิ้นส่วนจะอยู่ในบริเวณห้องเก็บชิ้นส่วนหลัก (Kitting In) ส่วนจุดจอดรถหรือจุดปล่อยชิ้นส่วนจะอยู่ด้านหน้าของชั้นวางชิ้นส่วนของแต่ละสายการประกอบ ตามภาพที่ 3.11

2. ระบบการนำทางของรถ (Guiding Smyste) เมื่อพิจารณาจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน หรือ สภาพแวดล้อมในห้องสะอาดปัจจุบัน เนื่องจากต้องมึลักษณะของงานที่ต้องมีการส่งสัญญาณ การเขียนสัญญาณต่าง ๆ หรือการใช้แม่เหล็ก ในตัวของเครื่องจักร ระบบการนำทางแบบใช้สัญญาณและแม่เหล็กนำทางจึงไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงมีการเลือกใช้ระบบนำทางเป็นเทป (Tape) อีกทั้งยังเป็นระบบที่มีต้นทุนต่ำอีกด้วย



ภาพที่ 3.11

เส้นทางการเดินของรถ AGV และจุดรับจุดปล่อย

3. ความเร็วของรถ (Speed) อยู่ที่ 33 เมตรต่อนาที และสามารถเพิ่มได้ถึง 50 เมตรต่อนาที ตามที่ผู้ผลิตออกแบบไว้
4. ระบบการขับเคลื่อนของล้อรถ (Steering) เพื่อให้รถ AGV สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จะใช้การขับเคลื่อนที่ล้อหลังเป็นอิสระต่อกัน (Two Wheels Speed Differential) ตามที่ผู้ผลิตรถ AGV ออกแบบไว้
5. ระบบความปลอดภัย (Safety Device) เนื่องจากในสภาพแวดล้อมในการทำงานปกติ ยังต้องมีพนักงานทำงานร่วมด้วยเป็นปกติ จึงใช้ตัวตรวจจับหรือ Sensor สามารถควบคุมการลดความเร็วและหยุดเมื่อมีสิ่งกีดขวาง พร้อมมีกันชน (Bumper) เพื่อป้องกันตัวรถอีกที ตามที่ผู้ผลิตออกแบบไว้
6. ระยะเวลาการทำงานของรถ หรือระยะเวลาที่แบตเตอรี่สามารถรองรับได้ (Battery Exchange Interval) อยู่ที่ 11 ชั่วโมง และมีระยะเวลาการชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งอยู่ที่ 2 ชั่วโมง ตามที่ผู้ผลิตออกแบบไว้

7. ระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันในระหว่างการเคลื่อนที่ เมื่อคำนึงถึงการออกแบบเพื่อความปลอดภัย จึงกำหนดให้ระยะห่างของรถแต่ละคันอยู่ที่ 1.2 เมตร หรือมีการปล่อยรถห่างกัน 2.5 วินาที

8. ความต้องการรถในแต่ละจุด ได้กำหนดให้มีกลไกการส่งการให้รถมาตามจุดต่าง ๆ ทั้งแบบอัตโนมัติ และมีการส่งจากจุดรับรถโดยตรง โดยแบบอัตโนมัติจะทำการประเมินความต้องการของแต่ละจุดให้เป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งเนื่องจากในรอบการเดินของรถสามารถรองรับสายการประกอบได้ที่ 1 สายการประกอบ และรองรับการผลิตได้ที่ 1 ชั่วโมง ดังนั้นสามารถที่จะออกแบบให้รถไปตามจุดต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไปเป็นอัตโนมัติ ส่วนการส่งจากจุดรับรถโดยตรง จะอาศัยหลักการ Just-in-Time หรือ E-Kanban เข้ามาช่วยเพื่อให้ระบบมีความยืดหยุ่นมากขึ้น

3.8 การวิเคราะห์การจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV

หลังจากที่ได้รถ AGV ต้นแบบที่จะใช้ในการศึกษาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ข้อมูลของชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดที่จะใช้วางบนรถ AGV โดยจะทำการศึกษา 2 แนวทาง คือ การขนส่งโดยใช้วิธีการแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ วางชิ้นส่วนแค่ 1 ชิ้นส่วนต่อรถ 1 คัน และการขนส่งวิธีใหม่โดยทำการวางชิ้นงานทั้งหมด ต่อรถ 1 คัน โดยทำการปรับปริมาณของแต่ละชิ้นส่วนให้สามารถรองรับกับเวลาการผลิตที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

3.8.1 วิธีการที่ 1 การวางชิ้นส่วนแค่ 1 ชิ้นส่วนต่อรถ 1 คัน

เมื่อทำการวิเคราะห์ขนาดของบรรจุภัณฑ์ต่อขนาดของรถ AGV พร้อมทั้งจำนวนมาตรฐานที่สามารถวางซ้อนกันได้ จะทำให้ทราบถึงจำนวนบรรจุภัณฑ์ของแต่ละชิ้นส่วนประกอบที่สามารถวางบนรถ AGV ได้ดังตารางที่ 3.6 ตัวอย่างเช่น ฐานพร้อมมอเตอร์ เมื่อทำการทดลองวางบรรจุภัณฑ์ซึ่งคิดเป็นชุดตามมาตรฐานที่วางไว้ (ชุดการวางในแนวนอนซึ่งบรรจุภัณฑ์สามารถวางซ้อนกันได้) บนชั้น AGV จะสามารถวางได้ที่ 9 ชุด ดังนั้นเมื่อต้องการหาจำนวนชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด หาได้คือ

$$\text{ปริมาณชุดที่วางได้} \times \text{ชั้นของ AGV} \times \text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อชุด} \times \text{จำนวนชิ้นส่วนต่อบรรจุภัณฑ์} \\ = 9 \times 3 \times 1 \times 10 = 270 \text{ ชิ้น}$$

ตารางที่ 3.6

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณการวางชิ้นส่วนประกอบบนรถ AGV

ชิ้นส่วนประกอบที่	ชื่อชิ้นส่วนประกอบ	ความต้องการต่อผลิตภัณฑ์	จำนวนชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์	จำนวนชุดที่วางได้บนรถ AGV (1 ชิ้น)	มาตรฐานการวางชิ้นบรรจุภัณฑ์ต่อชุด (ชิ้น)	จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดที่วางได้ 3 ชิ้น	น้ำหนักต่อชิ้น (กรัม)	น้ำหนักบรรจุภัณฑ์ (กรัม)	ขนาดของบรรจุภัณฑ์ (กว้างxยาวxสูง)(เซนติเมตร)	น้ำหนักทั้งหมด (กิโลกรัม)
1	ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)	1	10	9	1	270	290.0	12.0	12.5 x 32 x 15	78.6
2	แท่งแม่เหล็กบน (TVCM)	1	15	6	15	4050	120.0	40.0	12 X 32.2 X 16	496.8
3	แท่งแม่เหล็กล่าง (BVCM)	1	15	6	15	4050	25.0	40.0	11 x 20.5 x 11.5	112.1
4	แผ่นบรรจุที่ข้อมูล (Media)	3	25	14	2	2100	20.0	378.0	24 x 28 x 4	73.8
5	แหวนรองแผ่นบันทึกข้อมูล (Spacer)	1	18	8	10	4320	35.0	68.0	25.1x 25.3 x 1.7	167.5
6	ตัวยึดแผ่นบันทึกข้อมูลกับมอเตอร์ (Clamp)	1	18	8	10	4320	35.0	68.0	25.1x 25.3 x 1.7	167.5
7	ตัวพักหัวอ่านข้อมูล (Ramp)	1	36	24	7	18144	5.0	36.0	18 x 20.3 x 0.8	108.9
8	หัวอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly)	1	8	3	8	576	2.5	8.0	18 x 20.3 x 0.8	2.0
9	ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่านข้อมูล (Crash Stop)	1	72	18	8	31104	1.0	72.0	11.5 x 12.8 x 2	62.2
10	ฝาบน (Top Cover)	1	12	9	1	324	1.0	12.0	13 X 13 X 1.5	0.6
11	สกรู (Screw)	8	2000	32	1	192000	0.3	770.0	10 X 20X 15	121.9

หลังจากนั้นทำการหาน้ำหนักทั้งหมด โดยนำจำนวนชิ้นงานทั้งหมดคูณด้วยน้ำหนักต่อชิ้น บวกกับจำนวนบรรจุภัณฑ์คูณด้วยน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ ก็จะได้ น้ำหนักรวมทั้งหมดคือ $(270 \times 290) + ((270/10) \times 12) = 78,624$ กรัม หรือ 78.6 กิโลกรัม

จากตารางที่ 3.6 เมื่อพิจารณาดูน้ำหนักรวมของทุกผลิตภัณฑ์แล้วจะเห็นว่า มีถึง 6 ชิ้นส่วนประกอบที่มีน้ำหนักรวมมากกว่าน้ำหนักที่รถ AGV สามารถรองรับได้ คือมากกว่า 100 กิโลกรัม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องลดจำนวนชุดที่วางชิ้นส่วนนั้น ๆ ลงเพื่อให้รถ AGV สามารถรองรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.7 แต่เมื่อมีการลดจำนวนชุดของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ แล้ว จะทำให้การใช้พื้นที่ของรถ AGV ได้ไม่เต็มที่ หรือ การใช้ประโยชน์ของรถ AGV ไม่เต็มที่นั่นเอง จึงจำเป็นต้องมีการปรับการจัดวางชิ้นส่วนประกอบใหม่เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์รถ AGV ได้อย่างเต็มที่ ข้อมูลบางส่วนในตารางที่ 3.6 และ 3.7 จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณของรถ AGV ที่ต้องการต่อไปในหัวข้อที่ 3.9

ตารางที่ 3.7

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณการวางชิ้นส่วนประกอบบนรถ AGV หลังปรับปรุง

ชิ้นส่วนประกอบที่	ชื่อชิ้นส่วนประกอบ	ความต้องการต่อผลิตรถคัน	จำนวนชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์	จำนวนชุดที่วางได้บนรถ AGV (1 ชิ้น)	มาตรฐานการวางชิ้นบรรจุภัณฑ์ต่อชุด (ชิ้น)	จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดที่วางได้ 3 ชิ้น	น้ำหนักต่อชิ้น (กรัม)	น้ำหนักบรรจุภัณฑ์ (กรัม)	ขนาดของบรรจุภัณฑ์ (กว้างxยาวxสูง)(เซนติเมตร)	น้ำหนักทั้งหมด (กิโลกรัม)
1	ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)	1	10	9	1	270	290.0	12.0	12.5 x 32 x 15	78.6
2	แท่งแม่เหล็กบน (TVCM)	1	15	1	15	675	120.0	40.0	12 X 32.2 X 16	82.8
3	แท่งแม่เหล็กล่าง (BVCM)	1	15	5	15	3375	25.0	40.0	11 x 20.5 x 11.5	93.4
4	แผ่นบรรจุที่กั้นข้อมูล (Media)	3	25	14	2	2100	20.0	378.0	24 x 28 x 4	73.8
5	แหวนรองแผ่นบันทึกข้อมูล (Spacer)	1	18	4	10	2160	35.0	68.0	25.1x 25.3 x 1.7	83.8
6	ตัวยึดแผ่นบันทึกข้อมูลกับมอเตอร์ (Clamp)	1	18	4	10	2160	35.0	68.0	25.1x 25.3 x 1.7	83.8
7	ตัวพักหัวอ่านข้อมูล (Ramp)	1	36	20	7	15120	5.0	36.0	18 x 20.3 x 0.8	90.7
8	หัวอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly)	1	8	3	8	576	2.5	8.0	18 x 20.3 x 0.8	2.0
9	ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่านข้อมูล (Crash Stop)	1	72	18	8	31104	1.0	72.0	11.5 x 12.8 x 2	62.2
10	ฝาบน (Top Cover)	1	12	9	1	324	1.0	12.0	13 X 13 X 1.5	0.6
11	สกรู (Screw)	8	2000	25	1	150000	0.3	770.0	10 X 20X 15	95.3

3.8.2 วิธีการที่ 2 การวางชิ้นส่วนทุกประเภทต่อรถ 1 คัน

เพื่อให้สามารถให้ชิ้นส่วนทั้งหมดวางได้บนรถ AGV 1 คัน จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของชิ้นส่วนประกอบทุกประเภทให้สอดคล้องกันและเหมาะสมกับพื้นที่บนรถ AGV การทำการวิเคราะห์จะอาศัยการการศึกษาอยู่ 2 กระบวนการประกอบร่วมกันคือ การใช้รอบเวลาการผลิตมาตรฐานเป็นตัวปัจจัยหลักเพื่อกำหนดจำนวนชิ้นส่วนประกอบที่ต้องการ แล้วนำปริมาณชิ้นส่วนประกอบเหล่านั้นไปทดลองวางบนรถ AGV ตามขนาดจริง โดยใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนแบบเข้ามาช่วย

จากตารางที่ 3.8 ถึง 3.10 เป็นตารางที่ใช้เปรียบเทียบความต้องการของชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดตามรอบเวลาการผลิตหรือการจัดส่งชิ้นส่วนที่เปลี่ยนไปคือ ในรอบหนึ่งชั่วโมง รอบครึ่งชั่วโมง และรอบ 20 นาที เพื่อหาปริมาณชิ้นส่วนประกอบที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถจัดวางบนรถ AGV พร้อมกับหาน้ำหนักรวมของชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดด้วย

ยกตัวอย่างการหาจำนวนชิ้นส่วนฐานพร้อมมอเตอร์โดยอาศัยเวลาหนึ่งชั่วโมงตามตารางที่ 3.8 เป็นตัวกำหนด ดังนี้ เวลารอบมาตรฐานของการผลิตฮาร์ดดิสก์อยู่ที่ 13 วินาทีต่อชิ้น ดังนั้นในเวลา 1 ชั่วโมง ความต้องการชิ้นส่วนประกอบนี้คือ

$$= \frac{\text{จำนวนวินาทีในหนึ่งชั่วโมง}}{\text{เวลารอบมาตรฐานการผลิต}} = \frac{3,600}{13} = 277 \text{ ชิ้น}$$

เมื่อดำเนินการกลับให้เป็นหน่วยของบรรจุภัณฑ์ จะได้

$$= \frac{\text{จำนวนความต้องการต่อชั่วโมง}}{\text{จำนวนชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์}} = \frac{277}{10} = 27.7 \text{ บรรจุภัณฑ์}$$

เมื่อปัดขึ้นจะได้ 28 บรรจุภัณฑ์ หรือ 280 ชิ้น เพื่อคำนวณหาปริมาณชุดทั้งหมดที่จะวางบนรถ AGV ได้ จะสามารถหาได้จากการคำนวณจำนวนชุดที่สามารถวางซ้อนกันซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$= \frac{\text{ปริมาณความต้องการบรรจุภัณฑ์}}{\text{จำนวนมาตรฐานการวางซ้อนบรรจุภัณฑ์}} = \frac{28}{1} = 28 \text{ ชุด}$$

จากนั้นทำการหาน้ำหนักรวมทั้งหมดได้ คือ

$$\begin{aligned} & (\text{จำนวนชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด} \times \text{น้ำหนักชิ้นส่วนแต่ละชนิด}) + (\text{บรรจุภัณฑ์ทั้งหมด} \times \text{น้ำหนักบรรจุภัณฑ์}) \\ & = (280 \times 290) + (28 \times 12) = 81,536 \text{ กรัม หรือ } 81.5 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

เมื่อทำการคำนวณสำหรับทุกชิ้นส่วนประกอบแล้ว จากนั้นนำจำนวนชุดที่ต้องการทั้งหมดไปทดสอบวางบนพื้นที่ของรถ AGV ปรากฏว่าไม่สามารถวางได้ทั้งหมด รวมทั้งน้ำหนักรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดที่ 183 กิโลกรัมเกินกว่าน้ำหนักที่รถ AGV สามารถรองรับได้ (100 กิโลกรัม)

ดังนั้น จึงทำการพิจารณาต่อ โดยลดรอบเวลาการผลิตลงเป็นครึ่งชั่วโมงตามตารางที่ 3.9 ปรากฏว่าจำนวนชุดทั้งหมดของชิ้นส่วนทั้งหมดยังไม่สามารถจัดวางได้ทั้งหมดบนพื้นที่รถ AGV ได้ทั้งหมดถึงแม้ว่าน้ำหนักโดยรวมของชิ้นส่วนทั้งหมดจะน้อยกว่าน้ำหนักที่รถ AGV สามารถรับได้ก็ตาม จึงทำการพิจารณาต่อไปที่รอบเวลา 20 นาที พบว่าเมื่อนำจำนวนชุดของชิ้นส่วนทุกประเภทมาทดสอบวางบนพื้นที่ของรถ AGV จะสามารถวางได้พอดีตามภาพที่ 3.12 และน้ำหนักโดยรวมคือ 66.5 กิโลกรัมซึ่งยังไม่เกินกับน้ำหนักที่รถ AGV รองรับได้ (100 กิโลกรัม) รวมทั้งระดับ

ตารางที่ 3.9

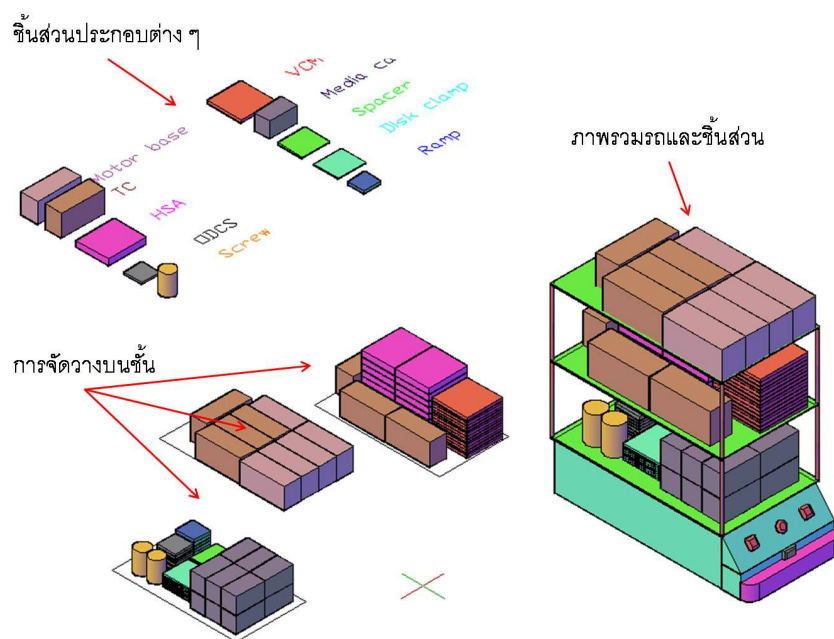
การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณชิ้นส่วนที่วางบนรถ AGV ในเวลาครึ่งชั่วโมง

[illegible]

ตารางที่ 3.10

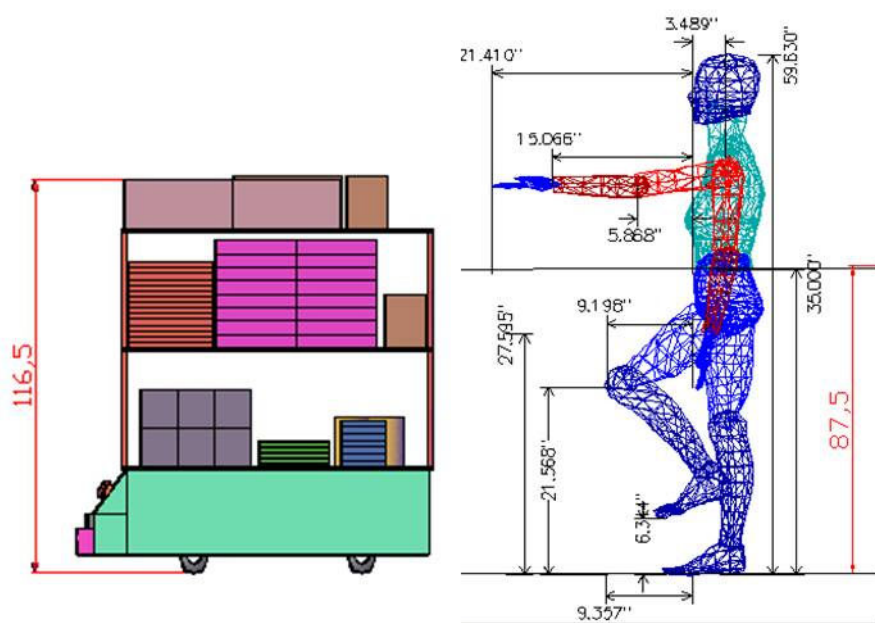
การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปริมาณชิ้นส่วนที่วางบนรถ AGV ในเวลา 20 นาที

[illegible]



ภาพที่ 3.12

การใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนแบบช่วยประเมินการจัดวางชิ้นส่วนประกอบต่างๆ บนรถ AGV



ภาพที่ 3.13

การเปรียบเทียบความสูงของรถกับพนักงานทั่วไป

3.9 การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการ

หลังจากที่ทำการคำนวณรอบเวลาการวิ่งของรถและลักษณะการจัดวางชิ้นส่วนบนรถได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่จะใช้ในระบบการขนส่งชิ้นส่วนประกอบ โดยทำการจำลองตามแบบการจัดวางชิ้นส่วนประกอบบนรถ AGV เพื่อทำการเปรียบเทียบ ดังนี้

3.9.1 การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV แบบวางชิ้นส่วนประกอบเฉพาะ 1 ชิ้นส่วนประกอบต่อ 1 คันรถ AGV

จากตารางการวิเคราะห์การจัดวางชิ้นส่วนประกอบที่ 3.7 ซึ่งทำการปรับปรุงให้เหมาะสมกับรถ AGV แล้ว นำมาทำการวิเคราะห์ต่อเพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการได้ดังตารางที่ 3.11 ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นตัวแปรตั้งต้นในการคำนวณได้แก่ เวลามาตรฐานของรอบการผลิต คือ 13 วินาทีต่อจำนวนหนึ่งชิ้นงาน จำนวนสายการผลิตทั้งหมดที่มีอยู่ คือ 30 สายการผลิตหรือ 15 สายการผลิตต่อด้านที่กำหนดให้ AGV รองรับ ระยะทางจริงในการวิ่งของ AGV ตามเส้นทางเดินที่กำหนดแต่ละด้าน คือ 12,400 เซนติเมตร หรือ 124 เมตร ความต้องการชิ้นส่วนประกอบแต่ละชนิดต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ จำนวนชิ้นส่วนประกอบแต่ละชนิดต่อบรรจุภัณฑ์ จำนวนบรรจุภัณฑ์ของแต่ละชิ้นส่วนประกอบที่สามารถวางบนชั้นวางหน้าสายการประกอบแต่ละสายการประกอบ และจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่พนักงานสามารถขนย้ายได้ต่อ 1 ครั้ง

ในการคำนวณความต้องการจะใช้หน่วยรอบความต้องการตามมาตรฐาน คือ หน่วยชิ้นต่อชั่วโมง หรือ Units Per Hour (UPH) ดังตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนรถและพนักงานในการส่งชิ้นส่วนประกอบฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor base) โดย

ความต้องการชิ้นส่วนนี้อยู่ที่ 1 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ 1 ตัว

ใน 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์มีชิ้นส่วนอยู่ 10 ชิ้น

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถวางได้บนชั้นวางของแต่ละสายการประกอบอยู่ที่ 8 บรรจุภัณฑ์

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถขนส่งได้ต่อรอบบนรถ AGV อยู่ที่ 9 บรรจุภัณฑ์

จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถขนถ่ายได้ต่อครั้งอยู่ที่ 2 บรรจุภัณฑ์

เวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบในแต่ละครั้งอยู่ที่ 5 วินาทีต่อหน่วยและ

ความเร็วของรถ AGV อยู่ที่ 50 เมตรต่อนาที หรือ 0.83 เมตรต่อวินาที

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการ สำหรับการประกอบหุ่นยนต์

รวม	10.00
การใช้ประโยชน์ที่ 100%	
รวม	10.00

ดังนั้น จากเวลามาตรฐานของรอบการผลิตที่ 13 วินาทีต่อชิ้น ความต้องการชิ้นส่วนเพื่อรองรับให้ทันกับการผลิตในรอบ 1 ชั่วโมงในหน่วยบรรจุภัณฑ์ คือ

$$= \frac{\text{จำนวนวินาทีในหนึ่งชั่วโมง} \times \text{ความต้องการชิ้นส่วนต่อผลิตภัณฑ์}}{\text{เวลามาตรฐานของรอบการผลิต} \times \text{จำนวนชิ้นส่วนต่อบรรจุภัณฑ์}}$$

$$= \frac{3,600 \times 1}{13 \times 10} = 27.69 \text{ บรรจุภัณฑ์}$$

เมื่อปัดขึ้นก็จะได้เป็น 28 บรรจุภัณฑ์ เมื่อพิจารณาถึงความต้องการของสายการผลิตทุกสาย จะมีค่าเท่ากับ จำนวนบรรจุภัณฑ์คูณกับจำนวนสายประกอบจะได้เป็น 28×15 เท่ากับ 420 บรรจุภัณฑ์ เมื่อพิจารณาต่อถึงความสามารถในการขนส่งของรถเข็นใน 1 รอบที่สามารถรองรับได้ที่ 9 บรรจุภัณฑ์ต่อเที่ยว จึงทำให้ความต้องการทั้งหมดของรอบการขนส่งอยู่ที่ $\frac{420}{9}$ เท่ากับ 47 รอบ

ในการหาเวลาที่ใช้ทั้งหมดการการขนส่ง 1 รอบ ก็จะมีเวลาในการเดินทางของรถ และเวลาในกระบวนการทำงานต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเวลาต่อรอบการขนส่งในหน่วยวินาทีหาได้จาก

$$\left(\frac{\text{ระยะทางต่อรอบการขนส่ง}}{\text{ความเร็วของรถ AGV}} \right) + \left(\left(\frac{\text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อชิ้นวางหน้าประกอบ}}{\text{จำนวนชิ้นต่อการขนถ่าย}} \right) \times \text{จำนวนต่อการขนถ่ายที่เกิดขึ้น} \times \text{เวลาในการขนถ่ายต่อครั้ง} \right) + \frac{\text{จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อตัววางบนรถ AGV} \times \text{เวลาในการขนถ่ายต่อครั้ง}}{\text{จำนวนชิ้นต่อการขนถ่าย}}$$

$$= \frac{124}{0.83} + \left(\frac{8}{2} \times 1.1 \times 5 \right) + \frac{9 \times 5}{2} = 193.8 \text{ วินาที}$$

เมื่อนำมาพิจารณาต่อรอบ 1 ชั่วโมงจะสามารถขนส่งชิ้นส่วนได้ทั้งหมดเท่ากับ

$$= \frac{\text{เวลาวินาทีในหนึ่งชั่วโมง}}{\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง 1 รอบ}} = \frac{3,600}{193.8} = 18 \text{ รอบ}$$

ดังนั้น เพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการรอบการขนส่งของสายการประกอบทั้งหมดซึ่งอยู่ที่ 47 รอบใน 1 ชั่วโมง แต่เนื่องด้วยรถ AGV สามารถรองรับได้เพียง 18 รอบเท่านั้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มรถ AGV เพื่อให้การผลิตไม่หยุดชะงักโดยหาได้จาก

$$= \frac{\text{ความต้องการรอบขนส่งทั้งหมด}}{\text{รอบการขนส่งที่ทำได้}} = \frac{47}{18} = 2.61 \text{ คัน}$$

เมื่อทำการคำนวณของชิ้นส่วนประกอบทุกชนิดแล้ว โดยคิดการบริหารการใช้ประโยชน์ของรถที่ 100 เปอร์เซ็นต์ (Utilization) หรือรถคันไหนมีการใช้ประโยชน์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ก็จะใช้บริหารให้ไปขนส่งชิ้นส่วนประกอบอื่นด้วยใน ซึ่งจะใช้รถ AGV ทั้งหมด 10 คันต่อหนึ่งด้านการขนส่งหรือ 20 คัน สำหรับสายการประกอบ 2 ด้านซึ่งประกอบด้วย 30 สายการประกอบ และถ้ามีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมดจะต้องใช้ AGV ทั้งหมด 23 คันต่อหนึ่งด้านการขนส่งหรือ 46 คัน สำหรับสายการประกอบสองด้านตามทิศทางการวิ่งของรถ AGV ตามการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 3.12

การวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะจำนวนรถ AGV ที่ต้องการของแนวโน้มการผลิต สำหรับสายการประกอบเบาะนั่งคัน

23.00

3.9.2 การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV แบบวางชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดต่อ

1 คันรถ AGV

จากตารางการวิเคราะห์การจัดวางชิ้นส่วนประกอบที่ 3.10 ซึ่งทำวิเคราะห์ปริมาณชิ้นส่วนประกอบให้เหมาะสมกับรถ AGV แล้ว นำมาทำการวิเคราะห์ต่อเพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการได้ดังตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ความต้องการของรถ AGV ที่ 1 รอบการจัดส่งสามารถรองรับการผลิตได้ 20 นาทีตามปริมาณที่สามารถจัดวางอย่างเหมาะสมบนรถ AGV โดยการจัดให้ทุกชิ้นส่วนประกอบมีปริมาณที่สมดุลกัน หรือสามารถให้จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งจากตารางในหนึ่งรอบการจัดส่งจะสามารถประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 100 หน่วยเป็นอย่างต่ำ เมื่อพิจารณาเรื่องของเวลาแล้ว จะมีเวลาที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ส่วน คือ เวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบจากห้องเก็บชิ้นส่วนขึ้นบนรถ AGV เวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบจากรถ AGV ขึ้นบนชั้นวาง และเวลาในการเคลื่อนที่ของรถ AGV ตามเส้นทางใน 1 รอบการเดินทาง สำหรับเวลาในการขนถ่ายชิ้นงานทั้งจากห้องเก็บชิ้นส่วนขึ้น AGV และจาก AGV ขึ้นชั้นวางหาได้โดย จำนวนทั้งหมดในการขนถ่ายคูณด้วยเวลาในการขนถ่าย ยกตัวอย่างเช่น ฐานพร้อมมอเตอร์สามารถวางได้บนรถ AGV ที่ 10 บรรจุภัณฑ์ และสามารถขนถ่ายได้ที่ละ 2 บรรจุภัณฑ์ต่อครั้ง ดังนั้น จะต้องทำการขนถ่ายทั้งหมด 5 ครั้ง โดยเวลาขนถ่ายต่อครั้งอยู่ที่ 5 วินาทีจึงใช้เวลาในการขนถ่ายทั้งหมด 25 วินาที เมื่อนำเวลาการขนถ่ายของทุกชิ้นส่วนประกอบมารวมกันก็จะได้ที่ 115 วินาที แต่เนื่องจากการต้องมีการขนถ่าย 2 ตำแหน่งต่อรอบคือจากห้องเก็บชิ้นส่วนขึ้นรถ AGV และจากรถ AGV ขึ้นชั้นวาง จึงทำให้เวลาทั้งหมดเป็น (115×2) เท่ากับ 230 วินาที จากตารางที่ 3.13 จะเห็นได้ว่าระยะทางต่อรอบการขนส่ง คือ 124 เมตร และความเร็วของรถ AGV กำหนดไว้ที่ 50 เมตรต่อนาที ดังนั้นเวลาในการเคลื่อนที่ของการส่งหนึ่งรอบในหน่วยวินาที หาได้โดย

$$= \frac{\text{ระยะทางต่อรอบการขนส่ง}}{\text{ความเร็วของรถ AGV}} \times \text{หน่วยวินาที} = \left(\frac{124}{50} \right) \times 60 = 148.8 \text{ วินาที}$$

เมื่อนำมารวมกับเวลาในการขนถ่ายด้วยก็จะได้เป็น $148.8 + 230$ เท่ากับ 378.8 วินาที ดังนั้นใน 20 นาทีหรือ 1,200 วินาที รถ AGV จะสามารถรองรับสายการผลิตได้ทั้งหมดคือ

$$= \frac{\text{เวลาที่ต้องการชิ้นส่วนประกอบครั้งต่อ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถ AGV 1 รอบ}} = \frac{1,200}{378.8} = 3 \text{ สายการประกอบ}$$

ตารางที่ 3.13

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการตามการจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV แบบที่ 2

จำนวนสายการประกอบ										
เวลาประกอบการเสร็จ		1200	วันที่		15	สาย				
ชิ้นส่วนประกอบที่	ชิ้นส่วนประกอบ	ระยะทางต่อการส่งในหนึ่งรอบ (เซนติเมตร)	ความต้องการต่อการผลิต (ชิ้นต่อชั่วโมง)	จำนวนรถที่ต่อสายประกอบ	จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อรถ AGV	จำนวนบรรจุภัณฑ์ในสายโดยพนักงาน (5 วันทำการต่อ 1 ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนโดยพนักงาน (5 วันทำการต่อ 1 ครั้ง)	จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ประกอบได้	เวลาที่ใช้ในการผลิตที่สายการประกอบได้	ความต้องการรถ AGV
1	ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)	12400	1	10	10	2	25	100.0		
2	แท่งแม่เหล็กบน (TVCN)		1	15	7	10	5	105.0		
3	แท่งแม่เหล็กล่าง (BVCM)		1	15	7	10	5	105.0		
4	แผ่นบรรจุที่ข้อมูล (Media)		3	25	12	10	10	100.0		
5	แหวนรองแผ่นบันทึกข้อมูล (Spacer)		1	18	6	5	10	108.0		
6	ตัวยึดแผ่นบันทึกข้อมูลกับมอเตอร์ (Clamp)		1	18	6	5	10	108.0	3.0	5.0
7	ตัวพักหัวอ่านข้อมูล (Ramp)		1	36	3	7	5	108.0		
8	หัวอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly)		1	8	13	10	10	104.0		
9	ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวอ่านข้อมูล (Crash Stop)		1	72	2	10	5	144.0		
10	ฝาบน (Top Cover)		1	12	9	2	25	108.0		
11	สกรู (Screw)		8	2000	1	1	5	250.0		

รวม 230
การใช้ประโยชน์ที่ 100%
รวม 5.00
5.0

การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการของแผนในการผลิตตามการจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV แบบที่ 2

การใช้จ่ายนโยบายที่	รวม	15.00
100%	15.0	

ดังนั้นจากสายการประกอบทั้งหมด 15 สายประกอบต้องการรถ AGV เท่ากับจำนวนสายการประกอบทั้งหมดหารด้วยความสามารถของรถ 1 คันต่อสายการผลิต คือ 15 หารด้วย 3 จะได้ 5 คันสำหรับสายการประกอบหนึ่งด้าน หรือ 10 คันสำหรับสายการประกอบ 2 ด้าน ซึ่งเท่ากับ 30 สายการประกอบตามเส้นทางการเดินรถ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการรองรับกับความต้องการของสายประกอบแนวโน้มการผลิต หรือสายการประกอบแบบอัตโนมัติทั้งหมด จำนวนชิ้นส่วนประกอบทั้งหมดบนรถ AGV จะใช้หมดในเวลา 8 นาที หรือ 480 วินาทีเท่านั้นเนื่องจากรอบเวลาการประกอบต่อชิ้นที่ต่ำลง คือ จาก 13 วินาทีต่อชิ้นมาเป็น 5 วินาทีต่อชิ้น ดังนั้นความต้องการรถ AGV เพื่อให้รองรับกับการผลิตทั้งหมดจะอยู่ที่ 30 คันสำหรับสายการประกอบทั้ง 2 ด้าน หรือ 30 สายการประกอบนั่นเอง ดังแสดงในตารางที่ 3.14

เมื่อพิจารณาความต้องการรถ AGV ตามวิธีการจัดวางชิ้นส่วนประกอบทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่า จำนวนรถ AGV ที่ต้องการตามวิธีการจัดวางแบบที่ 2 หรือการจัดวางชิ้นส่วนทุกประเภทในรถ AGV หนึ่งคันต่อรอบการขนส่ง เป็นวิธีการใหม่ที่ผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์ขึ้น มีค่าน้อยกว่าวิธีการที่ 1 ซึ่งเป็นการจัดวางชิ้นส่วนเพียงประเภทเดียวในรถ AGV หนึ่งคันต่อรอบการขนส่ง คือ ลดลงจาก 20 คัน เป็น 10 คัน สำหรับสายการผลิตปัจจุบัน และลดลงจาก 46 คันเป็น 30 คัน สำหรับแนวโน้มการผลิตในอนาคต จึงถือได้ว่า การจัดวางชิ้นส่วนประกอบแบบที่ 2 มีความเหมาะสมและให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ดังนั้น ผู้ทำการศึกษายิ่งยึดถือแนวทางนี้สำหรับการศึกษาในหัวข้อต่อไป

3.10 การวิเคราะห์หาต้นทุนสำหรับกระบวนการลำเลียงชิ้นส่วนประกอบด้วยรถ AGV

การคำนวณต้นทุนสำหรับกระบวนการลำเลียงชิ้นส่วนประกอบด้วยรถ AGV จะใช้หลักการวิเคราะห์เดียวกับการลำเลียงแบบปัจจุบันตามหัวข้อที่ 3.6 ซึ่งจากข้อมูลหัวข้อการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนความต้องการของรถ AGV ในหัวข้อที่ผ่านมา ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV ตามการจัดวางใหม่ และได้จำนวนรถ AGV ที่ต้องการที่ 10 คัน สำหรับสายการผลิตปัจจุบัน และ 30 คัน สำหรับแนวโน้มการผลิตในอนาคต

การคำนวณต้นทุนเบื้องต้นของกระบวนการลำเลียงชิ้นส่วน ทำโดยแยกค่าใช้จ่ายทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่ ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวเท่านั้น คือ ค่าใช้จ่ายในการซื้อรถ AGV และค่าใช้จ่ายในส่วน

แรงงานตั้งต้น ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่ก็คือ ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งสองเป็นค่าแรงงานตามบัญชี หรือตามฐานอัตราค่าจ้างที่ฝ่ายบัญชีกำหนดใช้เป็นมาตรฐานของบริษัท โดยทำการคำนวณออกมาในช่วงเวลาต่อ 1 วันการทำงานและวัดผลออกมาเป็นหน่วยบาทต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.15 คือ สายการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติที่สายการประกอบทั้งหมด 30 สายสามารถประกอบผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 188,580 ชิ้นต่อวัน ซึ่งเมื่อมีการนำรถ AGV มาใช้แล้วก็จะไม่มีการใช้พนักงานอีกจึงทำให้ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับส่วนของพนักงาน ส่วนค่าใช้จ่ายเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นใหม่สำหรับการใช้รถ AGV รวมแล้วอยู่ที่ 3,100,000 บาทต่อวัน (ค่าบำรุงรักษาคิดที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของราคารถ มีค่าเท่ากับ 93,000 บาทต่อวัน) ดังนั้น ต้นทุนต่อชิ้นผลิตภัณฑ์คำนวณได้จาก 3,193,000 บาท หาดด้วย 188,580 ชิ้น ก็จะได้ต้นทุนต่อชิ้นเป็น 16.93 บาทต่อชิ้น และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตตามแนวโน้มการผลิต ต้นทุนต่อชิ้นจะมีค่าเท่ากับ 19.54 บาทต่อชิ้น

ตารางที่ 3.15

การวิเคราะห์ต้นทุนโดยใช้รถ AGV ตามวิธีการจัดวางแบบที่ 2 ต่อหน่วยการผลิตหนึ่งชิ้น

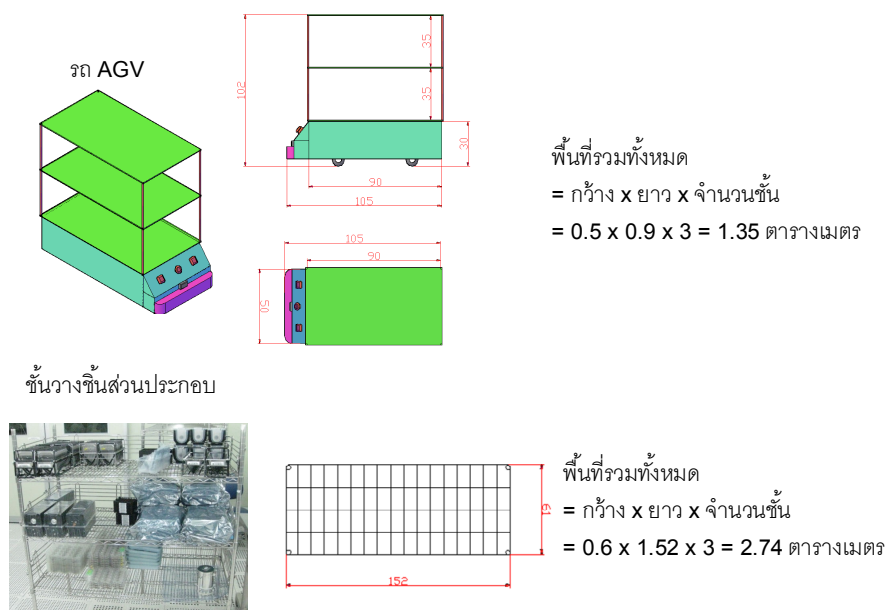
ลักษณะสายการผลิต รายการ	ปัจจุบัน	แนวโน้ม(อัตโนมัติ)
กำลังการผลิตต่อสายการประกอบ (ชิ้น/วัน)	6,286.00	16,344.00
จำนวนสายการประกอบ	30.00	30.00
กำลังการผลิตการผลิตทั้งหมด (ชิ้น)	188,580.00	490,320.00
ราคารถ AGV ต่อคัน (บาท)	310,000.00	310,000.00
ค่าจ้างทางบัญชีสำหรับพนักงาน (บาท/วัน)	478.80	478.80
ค่าฝึกอบรมต่อพนักงานหนึ่งคน (บาท/ครั้ง)	2,000.00	2,000.00
ค่าบำรุงรักษารถ AGV (บาท/คัน/วัน)	9,300.00	9,300.00
จำนวนรถ AGV ที่ต้องการ (คัน/วัน)	10.00	30.00
จำนวนพนักงานที่ต้องการ (คน)	-	-
ค่าซื้อรถ AGV ทั้งหมด (บาท)	3,100,000.00	9,300,000.00
ค่าบำรุงรักษารถ AGV ทั้งหมด (บาท/วัน)	93,000.00	279,000.00
ค่าจ้างพนักงานทั้งหมด	-	-
ค่าฝึกอบรม 25% (เปอร์เซ็นต์การลาออก)	-	-
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	3,193,000.00	9,579,000.00
ต้นทุนต่อชิ้น	16.93	19.54

จากตารางที่ 3.15 จะเห็นว่าต้นทุนที่เกิดขึ้นมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนในกระบวนการปัจจุบัน เพื่อให้การศึกษามีความครอบคลุมและมีข้อมูลสนับสนุนที่มากขึ้น จึงมีการศึกษาแนวทางที่จะช่วยลดต้นทุนต่อ ๆ ไปตามหัวข้อที่ 3.11

3.11 การปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในการการขนส่งชิ้นส่วนประกอบด้วยรถ AGV

เนื่องจากรถ AGV มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นเมื่อมีการใช้รถ AGV เป็นจำนวนมากก็จะทำให้ต้นทุนที่ลงไปสู่ผลิตภัณฑ์สูงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อต้องการลดต้นทุนในกระบวนการการขนส่งชิ้นส่วนประกอบนี้ จำเป็นที่จะต้องลดปริมาณความต้องการรถ AGV หรือปริมาณการใช้รถ AGV ให้น้อยลงนั่นเอง ซึ่งแนวทางที่ผู้ทำการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงมีอยู่ด้วยกัน 3 แนวทางคือ การใช้ประโยชน์ชั้นวางชิ้นส่วนประกอบในปัจจุบันให้เต็มที่ การลดระยะทางการเคลื่อนที่ของเส้นทางเดินรถให้สั้นลง และการลดเวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนทั้งจากห้องเก็บชิ้นส่วนประกอบขึ้นรถ AGV และจากรถ AGV ขึ้นบนชั้นวาง โดยจากข้อมูลความต้องการรถ AGV ตามหัวข้อที่ 3.9 จะเห็นได้ว่าความต้องการรถ AGV ตามการจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV แบบที่ 2 น้อยกว่าแบบที่ 1 ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนน้อยกว่าด้วย ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงจะทำการปรับปรุงเฉพาะการจัดวางชิ้นส่วนบนรถ AGV แบบที่ 2 เท่านั้น ดังรายละเอียดดังนี้

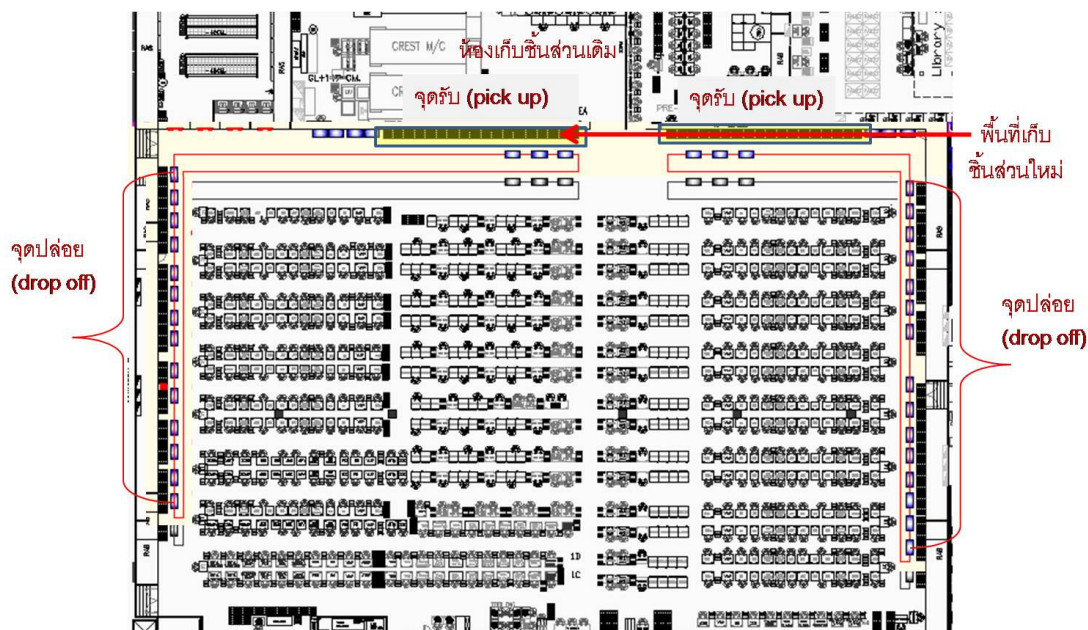
1. การใช้ประโยชน์ชั้นวางชิ้นส่วนประกอบในปัจจุบันให้เต็มที่ เนื่องจากพื้นที่ของชั้นวางในปัจจุบันซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 2.7 ตารางเมตร และพื้นที่ของรถ AGV ทั้งหมดสามารถบรรจุชิ้นส่วนประกอบที่รองรับการผลิตได้ที่ 20 นาทีอยู่ที่ 1.35 ตารางเมตร ดังภาพที่ 3.14 เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ชั้นวางกับพื้นที่รถ AGV แล้ว พื้นที่ชั้นวางชิ้นส่วนจะสามารถรองรับชิ้นส่วนประกอบจากรถ AGV ได้ถึง 2 เท่า ซึ่งจะทำให้การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของชั้นวางเป็นไปอย่างเต็มที่ และส่งผลให้รอบการผลิตของสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 40 นาที หรือชิ้นส่วนที่วางอยู่บนชั้นวางสามารถรองรับการผลิตได้ที่ 40 นาทีก่อนการจัดส่งชิ้นงานรอบถัดไปนั่นเอง



ภาพที่ 3.14

การเปรียบเทียบพื้นที่ของรถ AGV และชั้นวางชิ้นส่วนประกอบ

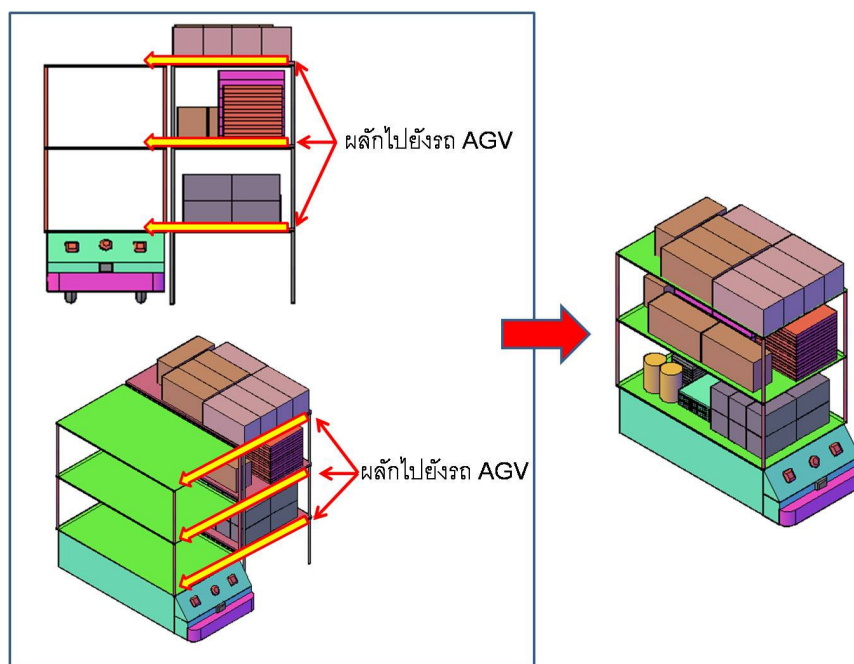
2. การลดระยะทางการเคลื่อนที่ของเส้นทางเดินรถให้สั้นลง ซึ่งจากพื้นที่การทำงานปัจจุบันที่มีการแยกห้องเก็บชิ้นส่วนประกอบชิ้นส่วนออกไปจากห้องสายการประกอบหลักดังภาพที่ 3.11 ทำให้รถ AGV ต้องมีการเคลื่อนที่เข้าไปในห้องและวิ่งย้อนกลับออกมาอีกครั้ง ทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่มีมากขึ้น เพื่อเป็นการลดการเคลื่อนที่ในส่วนนี้ จึงมีการจัดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนใหม่โดยให้ออกมาอยู่กับห้องสายประกอบหลัก จะทำให้เส้นทางเดินรถ AGV แต่ละสายลดลงจาก 124 เมตรเหลือ 100 เมตร ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15

เส้นทางการเดินของรถ AGV หลังจากปรับปรุง

3. การลดเวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านปริมาณการขนถ่ายต่อครั้งของพนักงานที่ทำหน้าที่ขนถ่ายทั้งที่ห้องเก็บชิ้นส่วนหลักและหน้าสายการประกอบแต่ละสายซึ่งพนักงานจะทำการหยิบจับชิ้นส่วนทั้งหมดถึง 46 ครั้ง (23 ครั้ง ใช้เวลา 115 วินาที สำหรับการขนถ่ายจากพื้นที่เก็บชิ้นส่วนขึ้นรถ AGV และ 23 ครั้งสำหรับการขนถ่ายจากรถ AGV ขึ้นชั้นวางชิ้นส่วน) ตามจำนวนของชิ้นส่วนที่มีทั้งหมดบนรถ AGV ในการขนส่ง 1 รอบจึงทำให้เวลาโดยรวมของการขนถ่ายใช้เวลาถึง 230 วินาที เพื่อลดเวลาในส่วนนี้สามารถปรับปรุงจุดขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบขึ้นรถ AGV ให้สามารถขนถ่ายเป็นชุดๆ ตามชั้นของรถ AGV โดยออกแบบให้ใช้ฐานรองที่สามารถเลื่อนจากจุดขนถ่ายไปยังรถ AGV ตามภาพที่ 3.16 ซึ่งจะใช้เวลาในการใช้ขนถ่ายจากพื้นที่เก็บชิ้นส่วนขึ้นบนรถ AGV ที่ 115 วินาที เหลือ 30 วินาที (เวลาเก็บฐานรองเปล่าออกและผลักฐานรองพร้อมชิ้นส่วนใหม่แทนอยู่ที่ 10 วินาทีต่อชั้น) และเวลารวมทั้งหมดของการขนถ่ายลดลงจาก 230 วินาที เป็น 145 วินาที



ภาพที่ 3.16

การปรับปรุงวิธีการขนถ่ายชิ้นส่วนประกอบจากพื้นที่เก็บชิ้นส่วนขึ้นรถ AGV

หลังจากได้ข้อมูลหลังจากการปรับปรุงแล้ว จึงนำไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการใหม่และต้นทุนที่เกิดขึ้นใหม่ตามหัวข้อที่ 3.12

3.12 การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการหลังจากปรับปรุง

หลังจากทำการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณความต้องการรถ AGV หรือต้นทุนที่เกิดขึ้นตามแนวทางทั้ง 3 จากหัวข้อที่ 3.10 แล้ว สามารถนำมาวิเคราะห์ความต้องการรถ AGV โดยใช้หลักการเดียวกับหัวข้อที่ 3.9 ซึ่งจะทำให้ได้จำนวนรถ AGV ที่ต้องการใหม่สำหรับลำเลียงส่งสายการประกอบสองด้าน ซึ่งมีจำนวนสายการประกอบ 30 สายเป็น 4 คันสำหรับสายการประกอบปัจจุบัน และ 10 คันสำหรับแนวโน้มการผลิตดังตารางที่ 3.16 และ 3.17

ตารางที่ 3.17

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่ต้องการของแนวในการผลิตตามการจำลองขึ้นส่วนรถ AGV แบบที่ 2 หลังจากปรับปรุง

จำนวนสายการประกอบ									
เวลารอบการเสร็จ		960	วินาที	15	สาย				
ชิ้นส่วนประกอบที่	ชิ้นส่วนประกอบ	ระยะทางต่อการส่งในหนึ่งรอบ (เซนติเมตร)	ความต้องการต่อการผลิตกัณฑ์	จำนวนชิ้นต่อบรรจุกัณฑ์	จำนวนบรรจุกัณฑ์ต่อชิ้นวางหน้าสายประกอบ	จำนวนบรรจุกัณฑ์ในหนึ่งสายโดยพนักงานขึ้นชั้นวางต่อ 1 ครั้ง	เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนโดยพนักงาน(5 วินาทีต่อครั้ง)	จำนวนผลิตกัณฑ์ที่ประกอบได้	เวลาที่ใช้เวลาทางต่อรอบ (วินาที)
		10000							
1	ฐานพร้อมมอเตอร์ (Motor Base)		1	10	10	2	25	100.0	
2	แท่งแม่เหล็กบน (TVCM)		1	15	7	10	5	105.0	
3	แท่งแม่เหล็กล่าง (BVCM)		1	15	7	10	5	105.0	
4	แผ่นรูกักชิ้น (Media)		3	25	12	10	10	100.0	
5	แหวนรองแผ่นบนที่เชื่อม (Spacer)		1	18	6	5	10	108.0	
6	ตัวยึดแผ่นบนที่เชื่อมกับมอเตอร์ (Clamp)		1	18	6	5	10	108.0	
7	ตัวพักหัวชิ้น (Ramp)		1	36	3	7	5	108.0	
8	หัวชิ้น (Head Stack Assembly)		1	8	13	10	10	104.0	
9	ตัวหยุดการเคลื่อนที่ของหัวชิ้น (Crash Stop)		1	72	2	10	5	144.0	
10	ฝาบน (Top Cover)		1	12	9	2	25	108.0	
11	สกรู (Screw)		8	2000	1	1	5	250.0	
รวม									5.00
การใช้ประโยชน์ที่ 100%									5.0

145

หลังจากได้จำนวนรถ AGV ที่ต้องการแล้วจึงนำมาวิเคราะห์หาต้นทุนที่เกิดขึ้นใหม่ ซึ่งจะใช้หลักการวิเคราะห์เดียวกับการลำเลียงแบบปัจจุบันตามหัวข้อที่ 3.6 โดยหลังจากที่ทำการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในการใช้รถ AGV ในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบแล้ว จะทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นเป็นไปตามตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3.18

การวิเคราะห์ต้นทุนโดยใช้ AGV แบบที่ 2 ต่อหน่วยการผลิตหนึ่งชิ้นหลังจากทำการปรับปรุง

ลักษณะสายการผลิต รายการ	ปัจจุบัน	แนวโน้ม(อัตราโนมิติ)
กำลังการผลิตต่อสายการประกอบ (ชิ้น/วัน)	6,286.00	16,344.00
จำนวนสายการประกอบ	30.00	30.00
กำลังการผลิตการผลิตทั้งหมด (ชิ้น)	188,580.00	490,320.00
ราคารถ AGV ต่อคัน (บาท)	310,000.00	310,000.00
ค่าจ้างทางบัญชีสำหรับพนักงาน (บาท/วัน)	478.80	478.80
ค่าฝึกอบรมต่อพนักงานหนึ่งคน (บาท/ครั้ง)	2,000.00	2,000.00
ค่าบำรุงรักษารถ AGV (บาท/คัน/วัน)	9,300.00	9,300.00
จำนวนรถ AGV ที่ต้องการ (คัน/วัน)	4.00	10.00
จำนวนพนักงานที่ต้องการ (คน)	-	-
ค่าซื้อรถ AGV ทั้งหมด (บาท)	1,240,000.00	3,100,000.00
ค่าบำรุงรักษารถ AGV ทั้งหมด (บาท/วัน)	37,200.00	93,000.00
ค่าจ้างพนักงานทั้งหมด	-	-
ค่าฝึกอบรม 25% (เปอร์เซ็นต์การลาออก)	-	-
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	1,277,200.00	3,193,000.00
ต้นทุนต่อชิ้น	6.77	6.51

จากตารางต้นทุนต่อชิ้นที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุงจะลดลงจาก 16.93 บาทเป็น 6.77 บาท ต่อชิ้นสำหรับสายการประกอบปัจจุบัน และ 19.54 บาท เป็น 6.51 บาทสำหรับแนวโน้มการผลิต

3.13 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก่อนและหลังการศึกษา

ตารางที่ 3.19 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตในส่วนที่ได้ทำการศึกษาหรือส่วนของการลำเลียงขึ้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์จากห้องเก็บชิ้นส่วนหลักไปยังสายการประกอบ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ต้นทุนการผลิตก่อนการปรับปรุงหรือต้นทุนการผลิตจากวิธีการปัจจุบัน (ลำเลียงขึ้นส่วนประกอบโดยคนและใช้รถเข็นเป็นพาหนะ) มีค่าน้อยกว่าต้นทุนจากการใช้รถ AGV มากกว่า 400 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในวิธีการปัจจุบันต้นทุนที่เกิดขึ้นแต่ละส่วนมีค่าค่อนข้างน้อยมากถึงแม้จะมีปริมาณความต้องการและการใช้เป็นปริมาณมากก็ตาม ส่วนต้นทุนหลังจากการปรับปรุงหรือมีการใช้รถอัตโนมัติหรือรถ AGV แทนคนและรถเข็นนั้นจะมีค่าค่อนข้างสูงถึงแม้จะความต้องการหรือการใช้ที่น้อย เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง แต่อย่างไรก็ดี เมื่อวิเคราะห์ถึงต้นทุนที่เกิดจากการใช้แรงงานคนซึ่งยังมีต้นทุนที่แฝงอยู่อีกมาก เช่นต้นทุนในการสรรหาพนักงาน ค่าจ้างพนักงานในส่วนของการทำงานและจัดจ้าง ต้นทุนด้านสวัสดิการ เป็นต้น ทำให้ต้นทุนสำหรับวิธีการปัจจุบันควรมีค่าสูงกว่าที่ปรากฏ

ตารางที่ 3.19

การเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยขึ้นของวิธีการขนส่งชิ้นส่วนประกอบก่อนและหลังการศึกษา

ลักษณะสายการผลิต	ต้นทุนต่อหน่วยขึ้น (บาท)		เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
	กระบวนการขนส่งชิ้นส่วนประกอบปัจจุบัน (ใช้พนักงานและรถเข็น)	กระบวนการขนส่งชิ้นส่วนประกอบโดยใช้รถ AGV วิธีการที่ 2 หลังจากปรับปรุง	
สายการผลิตกึ่งอัตโนมัติ	1.58	6.77	428.48
แนวโนมการผลิต สายการผลิตอัตโนมัติ	1.36	6.51	478.68

อย่างไรก็ตาม ต้นทุนที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ผู้ลงทุนสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจได้ในระดับหนึ่งเท่านั้นว่าควรจะมีการปรับปรุงกระบวนการหรือไม่ แต่ตามหลักปฏิบัติจริงของบริษัทต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ค่าตอบแทนการลงทุนเพื่อความน่าเชื่อถือและความหนักแน่นของข้อมูลในการตัดสินใจขั้นสุดท้ายต่อไป

3.14 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน (Return on Investment)

ในการบริหารจัดการเรื่องการลงทุนขององค์กรนั้นมีการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการลงทุนกับผลประโยชน์ที่ได้รับโดยต้องพิจารณาว่า "ทางเลือกที่ต้องการเหมาะสมและสมควรที่จะนำไปใช้หรือไม่" การเข้าใจในส่วนของการใช้จ่ายและผลประโยชน์ของทางเลือกนั้น ๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นในการตัดสินใจเพื่อการลงทุน ในการประเมินโครงการสิ่งที่เป็นมาตรการในการวัดเรื่องของปัจจัยทางการเงิน คือ ผลตอบแทนการลงทุน (Return on Investment: ROI) โดยการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนสำหรับการศึกษานี้ จะทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนก่อนการริเริ่มโครงการหรือ Business Case Assessment โดยผู้บริหารโครงการจะประเมินผลประโยชน์ด้านการเงินของโครงการ ซึ่ง ROI นั้นทำให้เกิดการวัดผลด้านการเงินเพื่อประเมินคุณภาพของผลประโยชน์ตอบแทนจากโครงการ การคำนวณค่าของ ROI นั้นมีประโยชน์ในการช่วยให้ผู้บริหารสามารถประเมินผลและจัดเรียงลำดับความสำคัญเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ในองค์กรได้

ตารางที่ 3.20 และ 3.21 แสดงการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนสำหรับการใช้รถ AGV มาประยุกต์ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์จากห้องเก็บชิ้นส่วนหลักไปยังสายการประกอบทั้งสายการผลิตแบบปัจจุบันหรือกึ่งอัตโนมัติและแนวโนมสายการผลิตหรือแบบอัตโนมัติของแต่ละสายแทนการใช้แรงงานคนและรถเข็นแบบปัจจุบัน

ตารางที่ 3.20

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนสำหรับการใช้รถ AGV มาประยุกต์ใช้ในการขนส่งสินค้าบางส่วนประกอบธุรกิจในการผลิตปัจจุบัน

	แรงงานคน และรถเข็น	รถ AGV
ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องจักรหรือรถเข็นที่เกี่ยวข้อ		
รถเข็นแบบเดิม	16 คน	- คน
การประหยัดรถเข็น		16 คน
สามารถซื้อรถ AGV ได้ (เทียบหน่วยต่อหน่วย)		0.37 คน
ค่าหลีกเลี่ยงการลงทุนใหม่สำหรับรถ AGV		฿ 115,200.00
ความดีของการ AGV		
ต้นทุนการลด AGV		4 คน
ต้นทุนการลด AGV	192,000.00	฿ 1,240,000.00
ค่าใช้จ่ายน้อย		
จำนวนพนักงานที่ต้องการทำงาน	120.00 คน	
ค่าจ้างพนักงานรถเข็นแบบเดิมทั้งหมด	58,044.24 บาท/วัน	
ค่าจ้างรักษาความปลอดภัย	5,760.00 บาท/วัน	
พนักงานดูแล AGV	2,298.24 บาท/วัน	
ค่าบำรุงรักษา AGV	37,200.00 บาท/วัน	
รวมค่าใช้จ่ายน้อย	63,804.24 บาท/วัน	39,498.24 บาท/วัน
ค่าใช้จ่ายน้อยเพิ่มสิ้นปี (ประหยัดต่อวัน)		-฿ 24,306.00 บาท/วัน
ค่าใช้จ่ายน้อยเพิ่มสิ้นปี (340 วัน) (ประหยัดต่อปี)		-฿ 8,264,038.40 บาท/ปี

	ปีที่1	ปีที่2	ปีที่3	ปีที่4	ปีที่5	รวม
การไหลของเงินสด						
การใช้เงินสด	฿ 7,024,038	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 40,080,192
การประหยัดเงินสด	฿ 115,200	฿ -	฿ -	฿ -	฿ -	฿ 115,200
การไหลของเงินสดสุทธิ	฿ 7,139,238	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 8,264,038	฿ 40,195,392
ผลรวมการไหลเงินสดสุทธิ	฿ 7,139,238	฿ 15,403,277	฿ 23,667,315	฿ 31,931,354	฿ 40,195,392	
การประเมินค่าเงินปัจจุบันเป็นค่าเงินในอนาคต (15%)	฿ 6,208,033	฿ 12,456,834	฿ 17,890,573	฿ 22,615,564	฿ 26,724,251	

ค่าจ้างพนักงานรับพนักงาน	478.8 บาท/วัน
ค่าบำรุงรักษาความปลอดภัย	360 บาท/วัน
ค่าบำรุงรักษา AVG	9300 บาท/วัน
ค่าฝึกอบรมพนักงานใหม่	200000 บาท/ปี

ตารางที่ 3.21

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนสำหรับการใช้รถ AGV มาประยุกต์ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบบอร์ดติดกั้นแนวในสายการผลิต

	แรงงานคน และรถเข็น	รถ AGV
ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องจักรหรือองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง		
รถเข็นแบบเดิม	36 คัน	-
การประหยัดรถเข็น		36 คัน
สามารถซื้อรถ AGV ได้ (เทียบหน่วยต่อหน่วย)		0.84 คัน
คำนวณเสียการลงทุนใหม่สำหรับรถ AGV		฿ 259,200.00
		ประหยัดครั้งเดียว (One time saving)
ความถี่ของการ AGV		12000 บาท/คัน
ต้นทุนการลงทุน	432,000.00 ฿	3,100,000.00 ฿
		ประหยัดครั้งเดียว(One time spending)
ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย		
จำนวนพนักงานที่ต้องการทั้งหมด	264.00 คน	
ค่าจ้างพนักงานรถเข็นแบบเดิมทั้งหมด	126,991.44 บาท/วัน	478.8 บาท/วัน
ค่าจ้างรักษาารถเข็น	12,960.00 บาท/วัน	360 บาท/วัน
พนักงานดูแล AGV		9300 บาท/วัน
ค่าบำรุงรักษา AGV		200000 บาท/ปี
รวมค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย	139,951.44 บาท/วัน	
ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นวัน (ประหยัดต่อวัน)	-฿ 41,205.84 บาท/วัน	
ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปี (340 วัน) (ประหยัดต่อปี)	-฿ 14,009,984.00 บาท/ปี	

การไหลของเงินสด	ปีที่1	ปีที่2	ปีที่3	ปีที่4	ปีที่5	รวม
การใช้เงินสด	฿ 10,909,984	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 66,949,920
การประหยัดเงินสด	฿ 259,200	฿ -	฿ -	฿ -	฿ -	฿ 259,200
การไหลของเงินสดสุทธิ	฿ 11,169,184	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 14,009,984	฿ 67,209,120
ผลรวมการไหลเงินสดสุทธิ	฿ 11,169,184	฿ 25,179,168	฿ 39,189,152	฿ 53,199,136	฿ 67,209,120	
การประเมินค่าเงินปัจจุบันไปเป็นค่าเงินในอนาคต (15%)	฿ 9,712,334	฿ 20,305,895	฿ 29,517,686	฿ 37,527,940	฿ 44,493,378	

จากตารางที่ 3.20 ทำการเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการปัจจุบันหรือการใช้คนและรถเข็นในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบและกระบวนการที่ทำการศึกษาหรือการใช้รถอัตโนมัติ หรือ AGV แทนในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบของสายการผลิตแบบปัจจุบันหรือกึ่งอัตโนมัติ โดยจะแบ่งค่าใช้จ่ายของกระบวนการออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายหลักเกี่ยวกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะเกิดขึ้นครั้งเดียวในครั้งแรกที่มีการลงทุน และค่าใช้จ่ายสุทธิเกี่ยวกับการจัดจ้างพนักงาน ค่าดูแลเครื่องมือ ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือ ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลาเมื่อมีการผลิต จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาวิธีการปัจจุบันค่าใช้จ่ายหลักที่เกิดขึ้นคือ ค่าใช้จ่ายในการซื้อรถเข็นจำนวน 16 คัน ราคาคันละ 12,000 บาท รวมเป็นเงิน 192,000 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายสุทธิ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างพนักงานทั้งหมดจำนวน 120 คน โดยมีค่าจ้างทางบัญชีเฉลี่ยอยู่ที่ 478.8 บาทต่อวัน รวมเป็นเงิน 58,044.24 บาท ค่าบำรุงรักษารถเข็นทางบัญชีอยู่ 360 บาทต่อวันต่อคัน รวมเป็นเงิน 5760 บาท รวมเป็นค่าใช้จ่ายสุทธิทั้งหมด 63,804.24 บาทต่อวัน ในส่วนของวิธีการใหม่หรือวิธีการที่ทำการศึกษา ค่าใช้จ่ายหลักที่เกิดขึ้นคือ ค่าใช้จ่ายในการซื้อรถ AGV จำนวน 4 คัน ราคาคันละ 310,000 บาท รวมเป็นเงิน 1,240,000 บาท แต่เนื่องจากจากการนำรถ AGV มาแทนที่รถเข็นแบบเดิม สามารถที่จะขายรถเข็นแบบเดิมได้ในราคาคันละ 7,200 บาท ดังนั้น จะขายได้รวมเป็นเงิน 115,200 บาท ซึ่งสามารถนำเงินส่วนนี้ไปซื้อรถ AGV ต่อได้จึงถือว่าเป็นการประหยัดที่เกิดขึ้น ส่วนค่าใช้จ่ายสุทธิ ได้แก่ ค่าพนักงานบำรุงรักษารถ AGV รวมเป็นเงินอยู่ที่ 2,298.24 บาทต่อวัน และค่าบำรุงรักษารถ AGV ที่ 9,300 บาทต่อวันต่อคัน รวมเป็นเงิน 37,200 บาท เมื่อรวมเป็นค่าใช้จ่ายสุทธิทั้งหมดจะได้ 39,498.24 บาท

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการปัจจุบันและวิธีการใหม่จะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายหลักในการลงทุนครั้งแรกหรือค่าใช้จ่ายครั้งเดียวของวิธีการใหม่จะสูงกว่าวิธีการปัจจุบันอันเนื่องมาจากราคาที่แพงของรถ AGV นั่นเอง ส่วนค่าใช้จ่ายสุทธิซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทุกวัน ในส่วนของวิธีการใหม่จะต่ำกว่าวิธีการปัจจุบัน เนื่องจากไม่ต้องใช้คน ซึ่งสามารถลดต้นทุนต่อวันได้ถึง 24,306 บาท หรือ 8,264,038.4 บาทต่อปี

เมื่อได้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นแล้ว ทำการวิเคราะห์การไหลของเงินสดหรือการใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาผลตอบแทนการลงทุนเมื่อมีการปรับเปลี่ยนวิธีการปัจจุบันให้เป็นวิธีการใหม่ โดยในปีที่ 1 จะมีการใช้เงินลงทุนไปทั้งหมด 1,240,000 บาท จากการซื้อรถ AGV แต่จะมีรายได้เข้ามาในส่วนของการขายรถเข็นแบบเดิมซึ่งถือว่าเป็นการประหยัดการใช้จ่ายอยู่ที่ 115,200 บาท รวมทั้งการประหยัดค่าใช้จ่ายสุทธิต่อปีที่ 8,264,038.40 บาท เมื่อนำรายรับหักลบกับรายจ่ายจะได้ $(115,200 + 264,038.4) - 1,240,000$ ทำให้ได้ผลรวมการไหลของเงินสดในปีแรก

เป็นบวก หรือประหยัดเงินได้ถึง 7,139,238 บาท หรือเมื่อพิจารณาอัตราของเงินที่จะเกิดขึ้นเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่ 15% ควบคู่ไปได้ จะทำให้ได้ยอดเงินประหยัดอยู่ที่ 6,208,033.033บาท ในปีแรกนั่นเอง สรุปได้ว่าเมื่อมีการใช้วิธีการใหม่ในกระบวนการผลิต จะได้ผลตอบแทนการลงทุนที่เป็นบวกหรือมีการคืนทุนตั้งแต่ปีแรกนั่นเอง

ส่วนตารางที่ 3.21 เป็นการวิเคราะห์สำหรับแนวโน้มสายการผลิตหรือแบบอัตโนมัติ ซึ่งในปีแรกเองเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าเงินในอนาคตแล้ว ก็ยังสามารถที่จะประหยัดเงินได้ถึง 9,712,334 บาท ในปีแรก ซึ่งสรุปได้ว่าเมื่อมีการใช้วิธีการใหม่ในกระบวนการผลิต จะได้ผลตอบแทนการลงทุนที่เป็นบวกหรือมีการคืนทุนตั้งแต่ปีแรกเช่นกัน