

● ● การลดความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วยแนวคิดลีน
ของบริษัท ดี-พัฒนมะมงคล จำกัด จังหวัดระยอง

APPLYING LEAN THINKING TO REDUCE WASTES IN WELDING CART
PROCESS OF D-PATTANAMONGKOL CO., LTD. RAYONG PROVINCE ● ●

จักรกฤษ ยั่งยืน¹ และ ปณัฏพร เรืองเชิงชุม²
Jakkrit Youngyuen¹ and Panutporn Ruangchoengchum²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นเพื่อศึกษาสาเหตุของความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นและเพื่อศึกษาการลดความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วยแนวคิดลีนของบริษัท ดี-พัฒนมะมงคล จำกัด จังหวัดระยอง วิธีการศึกษาเริ่มจากการศึกษาการไหลของกระบวนการ การเขียนแผนผังของกระบวนการและการเขียนสายธารแห่งคุณค่าของสถานะปัจจุบันของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการ หลังจากนั้นทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับพนักงานที่อยู่ในฝ่ายเชื่อมประกอบรถเข็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการด้วยการจำแนกความสูญเปล่า 7 ประการ จากนั้นประยุกต์ใช้แนวคิดลีนเพื่อศึกษาการลดความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น ผลการจากการศึกษาพบว่ามี ความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น (1) ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไปเนื่องจากการตัดเหล็กและเชื่อมอุปกรณ์แต่ละครั้งเพื่อเชื่อมประกอบ ลดความสูญเปล่าโดยลดขนาดการตัดเหล็ก และเชื่อมอุปกรณ์ (2) ความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายเนื่องจากการวางเครื่องจักร แต่ละส่วนไม่เหมาะสมกับการไหลของงานทำให้เสียเวลาในการขนส่ง ลดความสูญเปล่าโดยการจัดแผนผังการผลิตในฝ่ายเชื่อมประกอบให้เหมาะสมกับการทำงาน (3) ความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากการลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ลดความสูญเปล่าโดยการจัดทำแผนควบคุมการเชื่อมประกอบรถเข็น ผลจากการลดความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วยแนวคิดลีน พบว่ามีเวลานำการผลิต (Lead Time) ดีขึ้น 67.34 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการไหลของงานดีขึ้น ซึ่งเพิ่มจำนวนรถเข็นที่ผลิตเสร็จต่อวันได้ 28.75 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นเพิ่มขึ้น 28.89 เปอร์เซ็นต์ทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ทำงานของพนักงานลดลง 57.73 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้บริษัทมีระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างต่อเนื่อง เพราะต้นทุนลดลงจากการกำจัดและควบคุมความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

คำสำคัญ : ความสูญเปล่า, กระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น, แนวคิดลีน

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Email: jakkrit.yaiho@gmail.com

² อาจารย์ประจำ หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Corresponding author email: rpanut@kku.ac.th

ABSTRACT

Independent Study aimed to investigate the wastes that occur in the process of cart welding to determine the causes of wastes in the process of cart welding, and to study the reduction of wastes in the process of cart welding with Lean Thinking: A Case Study of D-Pattanamongkol Co., Ltd. in Rayong. The study began with the study of the process flow, the writing of process layout and Value Stream Mapping of the current state of the cart welding process to study the current state of the process. After that, the in-depth interview and video recording were conducted to employees located in the cart welding section to determine the causes of the wastes that occur in the process by the seven wastes. Then, Lean Thinking was applied to study the waste reduction in the cart welding process. Results from the study showed that there are wastes in the cart welding process (1) The over process lost from welded steel cut each time and welding accessory part can be reduced by reducing the size of the cut steel and welding accessory part. (2) The transportation lost due to the individual machines are not suitable for the flow which causes a waste of time in transit can be reduced by arranging the manufacturing layout in welding section properly for work. (3) The over process lost from the improper sequence can be reduced by a control plan for the cart welding. The results from the waste reduction in the cart welding process showed that the flow of work was improved which decreases lead time 67.34 percent and increases the number of finished welding cart per day at 28.75 percent. The performance in the cart welding process was improved at 28.89 percent and working distance was reduced 57.73 percent. This resulted in a system to produce efficiently and competitive in the market continuously because cost was decrease due to reduce and control the wastes that occur in the manufacturing process.

Keywords : Waste, Cart welding process, Lean Thinking

บทนำ ●●

ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตเป็นจำนวนมาก หนึ่งในส่วนประกอบที่สำคัญคืออุตสาหกรรมของการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ นั้นจะมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการผลิตของแต่ละบริษัท ซึ่งเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตสามารถนำเข้ามาจากต่างประเทศหรือสามารถสั่งผลิตในเมืองไทยได้ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมาย ซึ่งต้องการการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีและเมื่อเกิดชำรุดเสียหายก็จะต้องซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ ชิ้นส่วนบางชิ้นไม่สามารถหาซื้อตามท้องตลาดได้ก็ต้องอาศัยโรงกลึงที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ ทำขึ้นมาใหม่ด้วยวิธีการเชื่อมประกอบ

ในกระบวนการเชื่อมประกอบมีกระบวนการผลิตที่หลากหลายขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีความหลากหลายของชิ้นงานและมีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นในระบบ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตลดลง ประกอบกับจำนวนแบบที่สั่งผลิตมีความหลากหลาย มีขนาดการสั่งผลิต (Lot size) ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเจ้าของงานที่สั่งในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่กระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์รหัส SIC-M ของ บริษัท ดี-พัฒนเมงคล จำกัด จังหวัด ระยอง ที่ได้รับความต้องการจากลูกค้าเป็นรายเดือนทำให้บริษัทต้องมีการวางแผนเพื่อผลิตสินค้าในทันตามความต้องการของลูกค้าซึ่งปัญหาที่พบคือการผลิตรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

พบว่าบริษัทประสบปัญหาผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายดังนั้นงานศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น (2) เพื่อศึกษาสาเหตุ

ของความสูญเสียเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นและ (3) เพื่อศึกษาการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วยแนวคิดลีนของ บริษัท ดี-พัฒนเมงคล จำกัด จังหวัดระยอง เนื่องด้วยเวลาอันจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ และจากการสอบถามข้อมูลจากผู้บริหาร ประกอบกับผลประกอบการของบริษัท จึงมีความเห็นตรงกันระหว่างผู้ทำการศึกษาและผู้บริหารที่จะทำการศึกษาสินค้าที่เป็นงานเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์รุ่น SIC-M ขนาด 1500 x 1200 x 1540 มม. ซึ่งผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษารั้งนี้จะใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจให้ผู้บริหารในการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันของบริษัทเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการอื่นให้กับองค์กรทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นพร้อมรับมือกับการแข่งขันในธุรกิจต่อไป

● บททวนวรรณกรรม ●

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ประเภทของการวิเคราะห์และการออกแบบกระบวนการผลิต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2556) มีเครื่องมือดังนี้

- 1) Flow Diagrams เป็น Drawing ที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของคนหรือวัตถุดิบ
- 2) Process Charts เป็น Charts ที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของคนและวัตถุดิบโดยใช้สัญลักษณ์
- 3) Time – Function Mapping ที่แสดงกระบวนการมีแกนเวลาในการบอกระยะเวลาในการผลิต
- 4) Work – Flow Analysis เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของงาน

2.1.2 การวางแผนผังการผลิต (Layout)

หมายถึง การกำหนดตำแหน่งของพื้นที่ปฏิบัติงาน การติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ การกำหนดทิศทางการไหลของทรัพยากรและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การผลิตสินค้าหรือการให้บริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและอยู่ภายใต้ข้อจำกัดขององค์กร(กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2554) โดยรูปแบบของการวางแผนผังการผลิตมีดังต่อไปนี้

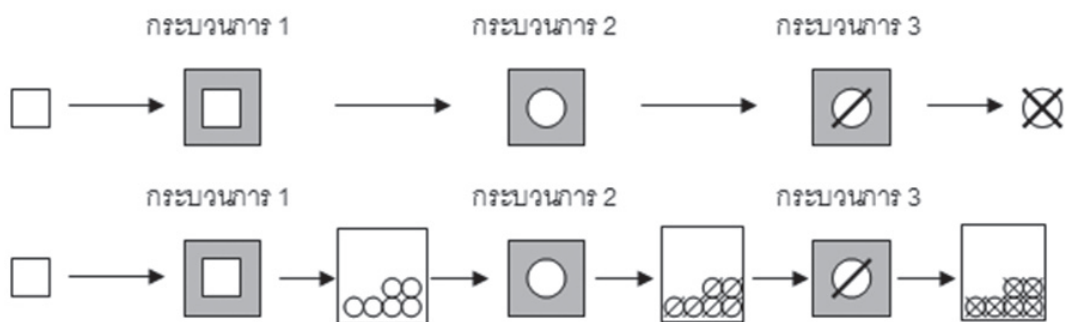
- 1) แผนผังที่จัดตามกระบวนการ (Process Layout หรือ Functional หรือ Job – Shop)
- 2) การจัดแผนผังตามสินค้าที่เกิดขึ้น (Product Layout)

3) แผนผังที่กำหนดตำแหน่งที่ตั้งแน่นอน (Fixed Location Layout)

4) แผนผังการจัดการผลิตแบบกลุ่ม (Group Technology Layout)

2.1.3 ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Production)

การไหลของชิ้นงานทีละหนึ่ง หมายถึง ชิ้นส่วนถูกผลิตและเคลื่อนที่ไปยังแผนกต่อไปคราวละหนึ่งชิ้น ทำให้งานคงค้างในสายการผลิต (Work-in-Progress) มีจำนวนน้อย ซึ่งก็จะเป็นการลดเวลานำ (Lead Time) เพิ่มความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนชิ้นงานและสามารถแก้ปัญหาที่ซ่อนอยู่ได้ (นิวตันเดชอำไพ, 2557) (ดังแสดงในรูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 การไหลของชิ้นงานคราวละหนึ่ง และการผลิตแบบเป็นงวด

จากรูปที่ 2.1 ด้านบนแสดงการไหลของชิ้นงานคราวละหนึ่งชิ้น ในขณะที่รูปข้างล่างชิ้นงานจะเคลื่อนไปยังกระบวนการถัดไปคราวละ 6 ชิ้น เวลานำในการผลิต คือเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกระบวนการแรกจนสิ้นสุดกระบวนการผลิตทั้งหมด สามารถคำนวณได้ด้วยการคูณรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) กับจำนวนงานคงค้าง (Work In Process, WIP) ตัวอย่างเช่นถ้าแต่ละกระบวนการตั้งรูปมีรอบเวลาการผลิต = 1 นาที กระบวนการไหลของชิ้นงานคราวละหนึ่ง จะได้เวลา

น้ำ = $(1 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 3$ นาทีในขณะที่การผลิตแบบเป็นงวดจะได้เวลาน้ำ = $(1 \times 6) + (1 \times 6) + (1 \times 6) = 18$ นาที ดังนั้นการผลิตคราวละหนึ่งทำให้การเปลี่ยนชิ้นงานทำได้อย่างรวดเร็ว และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เร็ว จำนวนงานคงค้างที่ลดลงก็ทำให้ตรวจจับปัญหาได้ดีและเร็วกว่าแบบการผลิตคราวละมากๆ

2.1.4 กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเชิงลึกคิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่อุผลตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5W1H จะสามารถช่วยไล่เรียงความชัดเจนในแต่ละเรื่องที่เรา กำลังคิดเป็นอย่่างดีทำให้เกิดความครบถ้วนสมบูรณ์ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

- 1) Who ใคร (ในเรื่องนั้นมีใครบ้าง)
- 2) What ทำอะไร (แต่ละคนทำอะไรบ้าง)
- 3) Where ที่ไหน (เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นอยู่ที่ไหน)
- 4) When เมื่อไหร่ (เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นทำเมื่อวัน เดือน ปี ไດ)
- 5) Why ทำไม (เหตุใดจึงได้ทำสิ่งนั้น หรือเกิดเหตุการณ์นั้นๆ)
- 6) How อย่่างไร (เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นทำเป็นอย่่างไรบ้าง)

2.1.5 หลักการเคลื่อนไหวของการทำงาน (Motion Study) หรืออาจจะเรียกว่า Method Study หรือ Method Design เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ถึงการเคลื่อนไหวในขณะที่ทำงาน ซึ่งรวมถึงเครื่องจักร (Machine) เครื่องมือ อุปกรณ์ (Tool and Equipment) และสถานี่งาน (Work Place) (คมสันจิระภัทรศิลป์, 2548)

2.1.6 แนวคิดลีน (Lean Thinking) แนวคิด

ในการบริหารจัดการการผลิต หรือองค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยปราศจากความสูญเปล่า (Waste) ในทุกๆกระบวนการไม่ว่าจะเป็นกระบวนการในสายการผลิตไปจนถึงตอบสนองความต้องการของตลาดไปถึงลูกค้าแบบทันที โดยเน้นสร้างประสิทธิภาพสูงสุด และลดการความสูญเปล่าในวงจรการผลิตที่มุ่งเน้นในเรื่องการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยเสนอหลักการ 5 ประการของแนวคิดลีน (5 Leans Thinking Principles) (เกียรติขจร ไข่มานะสิน, 2551)

- 1) การนิยามคุณค่า (Value Definition)
- 2) การวิเคราะห์การไหลของคุณค่า (Value Stream Analysis)
- 3) การไหล (Flow)
- 4) การดึง/ทันเวลาพอดี (Pull)
- 5) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

ในกระบวนการผลิตนั้น มีทั้งกระบวนการเพิ่มคุณค่าให้กับตัวสินค้าและกระบวนการที่เป็นความสูญเปล่าอยู่เสมอ ซึ่งการลดความสูญเปล่านั้นก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยกำจัดกระบวนการที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้เช่นกัน โดยลักษณะของความสูญเปล่าในกระบวนการสามารถจำแนกได้เป็น 7 หัวข้อ (วิทยา สุหฤตดำรง และยุพา กลอยกลาง, 2549) ดังนี้

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting)
3. ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Transportation)
4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Non Value Added Processing)
5. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่มากเกินไป (Excess Inventory)
6. ความสูญเปล่าจากของเสีย (Defects)

7. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินไป (Excess Motion)

แนวคิดนี้เป็นหลักการคิดที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้แก่องค์กร โดยการพิจารณาคุณค่าในกา
ดำเนินงานเพื่อมุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า
มุ่งสร้างคุณค่าในตัวสินค้าและบริการ และกำจัดความ
สูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง
ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตเพิ่มผลกำไรและ
ผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจที่สุดในขณะเดียวกันก็ให้ความ
สำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย

2.1.7 การควบคุมกระบวนการ (Process-control) ความพยายามที่จะทำการควบคุมและปรับ
แต่ง สภาพการทำงาน ของกระบวนการหรือระบบ
ให้มีค่าเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการกลไกหลักใน
การควบคุมกระบวนการ คือ การเฝ้าสังเกตปริมาณใด
ปริมาณหนึ่ง แล้วเปรียบเทียบกับปริมาณนั้นกับค่าที่
ต้องการจากนั้นพยายามทำการปรับแต่งหรือ
เปลี่ยนแปลงปริมาณนั้นให้มีค่าเข้าสู่ค่าที่ต้องการการ
ควบคุมกระบวนการต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ
สำคัญ 5 ส่วน(สุริยา กราปไกล, 2556)

- 1) กระบวนการ (Process)
- 2) การวัด (Measurement)
- 3) การเปรียบเทียบ (Comparison)
- 4) การประเมินค่า (Evaluation)
- 5) การควบคุม (Control)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิวัฒน์ เดชอำไพ(2557) ทำการเพิ่ม
ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรี
โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา
บริษัท วาโก้บิรินทร์บุรี จำกัดซึ่งประสบปัญหาการ
ผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ด้วยการลดความสูญ
เปล่า โดยนำมาประยุกต์กับหน่วยย่อยซึ่งแบ่งเป็นทีม
BA1 และ BA2)ด้วยวิธีการศึกษาแผนผังการผลิต

(Layout) แผนภาพสายธารคุณค่าเป้าหมาย (Value
Stream Map)การสัมภาษณ์ (Interview) การบันทึก
ภาพเคลื่อนไหว (Motion Study)และนำเครื่องมือ
การจำแนกความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)
มาทำการวิเคราะห์ ผลจากการปรับปรุงพบว่าสามารถ
เพิ่มประสิทธิภาพของทีมเย็บ BA1 และ BA2 ขึ้นได้
15.63 เปอร์เซนต์ และ 18.15 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ
มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น 17.13 เปอร์เซนต์
และ 20.00 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และมีเวลานำ
การผลิตลดลง 16.00 เปอร์เซนต์ และ 19.23
เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

นลิน นิลมั่ง (2555) ทำการศึกษาการ
พัฒนาประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดรอบเวลา
กรณีศึกษา โรงงานผลิตยา โดยการประยุกต์ใช้การ
ศึกษาการทำงาน (Work study) และวิธีการออกแบบ
เพื่อประกอบ (Design for Assembly) เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการผลิตโดยหาเวลาที่ใช้ในการผลิต
ลงได้ 35.08% และทำให้สามารถรองรับปริมาณการ
สั่งซื้อได้เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นเงินที่ได้กลับมา 1.45 ล้าน
บาทต่อเดือน

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข(2553)ทำการศึกษา
กระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กพบว่ามีปัญหา
ผลผลิตที่ต่ำและต้นทุนการผลิตสูงดังนั้น มี
วัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการ
ผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก โดยประยุกต์ใช้แนวทางลีน
ซิกซ์ ซิกมา โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตเพื่อ
หาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทำการ
วัดสายธารคุณค่าก่อนการปรับปรุงการวิเคราะห์ความ
สูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ปรับปรุงโดยการออกแบบการ
ผลิตใหม่และทำการวัดสายธารคุณค่าหลังการ
ปรับปรุง การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่
จำเป็นโดยหลักการ 5ส การขนส่งตัวจับยึดชิ้นงาน
และการลดข้อบกพร่องของการเกิดปัญหา Short

circuit ในกระบวนการผลิตโดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง ผลที่ได้จากการปรับปรุงการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก พบว่า การผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือผลผลิตจาก 15 ชิ้นต่อชั่วโมงการทำงานของพนักงานหนึ่งคน เป็น 24 ชิ้นต่อชั่วโมงการทำงานของพนักงานหนึ่งคน คิดเป็น 37.5% อีกทั้งยังส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาทต่อชิ้น เป็น 42.54 บาทต่อชิ้นคิดเป็น 11.83%

ฐริทัต สุระนรากุล(2548) ทำการศึกษาการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตตัวหัวจับหม้อไฟ โดยใช้วิธีการลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตชิ้นงานและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การใช้เนื้อวัสดุ ผลการศึกษา พบว่า สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การใช้เนื้อวัสดุเดิมก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 25.75% เพิ่มขึ้นเป็น 42.43% ลดขั้นตอนการผลิตชิ้นงานลงจากเดิม 4 ขั้นตอนลดลงเหลือ 3 ขั้นตอน และเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์หลังการปรับปรุงแม่พิมพ์จะติดตั้งเร็วขึ้นประมาณ 15-20 นาที

สุรศักดิ์ เจริญสุข และอภิวัฒน์ สุนันท์ยืนยง (2554) ทำการศึกษาและวิเคราะห์การวางแผนกำลังการผลิตของแผนกตัดใน Mi Adidas เพื่อวางแผนกำลังการผลิตให้กระบวนการผลิตเสื้อผ้าใน Mi Adidas แผนกตัดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการวิเคราะห์ปัญหาของแผนกตัดของ Mi Adidas โดยใช้การสังเกต (Observe) การไหลของกระบวนการเทียบกับเวลา (Time Functional Mapping) รวมถึงหลักการวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) และการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหาที่พบในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาการตัดไม้ทั้น และปัญหาอัตราการไหลของกระบวนการที่เกิดคอขวด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจาก

ปัจจุบัน ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตได้ 86.10% โดยก่อนหน้าปรับปรุงมีค่าเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต 43.05 %

● วิธีการศึกษา ●

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กรณีศึกษาบริษัท ดี-พัฒนมะงคลจำกัด จังหวัดระยอง การนำเอาหลักวิชาการด้านการลดความสูญเสียในกระบวนการด้วยแนวคิดลีน(Lean Thinking) ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้เป็นผู้บริหาร วิศวกรหัวหน้างานและพนักงานที่ทำงานในแผนกเชื่อมประกอบ

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานที่ทำงานในบริษัท ดี-พัฒนมะงคลจำกัดตำแหน่งผู้บริหารจำนวน 1 คน วิศวกรจำนวน 1 คน หัวหน้างานจำนวน 2 คน และพนักงาน (Operator) จำนวน 7 คนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาจะต้องมีการสร้างรหัสให้กับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลโดยกลุ่มตัวอย่างจะถูกลงรหัสข้อมูลและกลุ่มตัวอย่างจะไม่ถูกเปิดเผยชื่อต่อสาธารณชนซึ่งผู้ศึกษาใช้ตัวเลขกำหนดโดยเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ที่ทำหน้าที่และมีประสบการณ์ในการเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ตามคุณสมบัติดังนี้

3.2.1 เป็นบุคคลผู้ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมประกอบภายในบริษัท ดี-พัฒนมะงคลจำกัด

3.2.2 มีประสบการณ์ในการทำหน้าที่เชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ภายในบริษัท ดี-พัฒนมะงคลจำกัดไม่ต่ำกว่า1ปี

● เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ●

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น เครื่องมือที่ผู้ศึกษาเลือกใช้คือการเข้าไปสังเกต(Observe) การจัดทำแผนภาพการไหลของกระบวนการเทียบกับเวลา(Time Functional Mapping)แผนผังการผลิต(Layout) แผนภาพสายธารคุณค่าเป้าหมาย(Value Stream Map)การสัมภาษณ์(Interview) และการบันทึกภาพเคลื่อนไหว(Motion Study)เพื่อศึกษากระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นทำให้สามารถเข้าใจการไหลของงานในกระบวนการปริมาณความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยใช้แนวคิดลีน(Lean Thinking)เพื่อแยกความสูญเสียเปล่าออกเป็น 7 ประการ (7 wastes) เพื่อหาสาเหตุความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการแล้วจัดหมวดหมู่ หลังจากนั้นจึงดำเนินการลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น

● การเก็บรวบรวมข้อมูล ●

ทำการเก็บข้อมูลปฐมภูมิของกระบวนการเชื่อมประกอบโดยการสังเกต การสัมภาษณ์เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้คำถามปลายเปิดที่เกี่ยวข้องและอยู่บนพื้นฐานของใจความสำคัญที่ต้องการค้นหาในการศึกษากระบวนการเชื่อมประกอบโดยการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักคือผู้บริหาร วิศวกรหัวหน้างานและพนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นและทำการบันทึกเสียงนอกจากจะป้องกันข้อมูลสูญหายแล้วยังจะทำให้สามารถทราบถึงขั้นตอนและความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานซึ่งสามารถนำมาพิจารณาเพื่อหาแนวทางการลดความสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตตามแนวความคิดลีน(Lean Thinking) เพื่อกำจัดความสูญเสียเปล่าใน

กระบวนการพร้อมทั้งทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว(Motion Study)ทำให้เราทราบถึงความเคลื่อนไหวของพนักงานขณะปฏิบัติงานเพื่อหาสาเหตุของความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบสำหรับข้อมูลทุติยภูมิทำการศึกษาข้อมูลการส่งสินค้าให้กับลูกค้าของบริษัท ทฤษฎีและแนวคิดของการปรับปรุงกระบวนการผลิตรวมทั้งเอกสารทางวิชาการบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของกรณีศึกษา

● การตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูล ●

การเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยเชิงคุณภาพมีหลายวิธีวิธีที่ผู้ศึกษาเลือกใช้คือ การตรวจสอบแบบสามเส้า(Triangulation) เชิงคุณภาพการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) มีวิธีการตรวจสอบ 4 วิธี คือ

- 1) การตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation)
- 2) การตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิจัย (Investigator Triangulation)
- 3) การตรวจสอบสามเส้าด้านทฤษฎี (Theory Triangulation)
- 4) การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation)

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีเวลาจำกัดการวิเคราะห์กิจกรรมหลายอย่างที่มีมุ่งไปสู่การทำความเข้าใจในข้อมูลที่ได้มาได้แก่การตีความการจำแนกชนิดและการเปรียบเทียบข้อมูลการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เพื่อหาคำอธิบายและข้อสรุปทั้งหมดเพื่อหาคำตอบภายใต้กรอบความคิดหรือทฤษฎีเพื่อให้ได้คำตอบที่น่าเชื่อถือและแม่นยำที่สุด

- การวิเคราะห์ข้อมูล ●

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขนขึ้นส่วนรถยนต์มาวิเคราะห์หาความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ จากนั้นหาสาเหตุของความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นและวิธีในการกำจัดกระบวนการที่มีความสูญเสียเปล่าเพื่อลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วยแนวคิดลีน(Lean Thinking)

● **ผลการศึกษาและอภิปราย** ●

4.1 ผลการศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น
ในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น

4.1.1 ผลจากการศึกษาการไหลของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น จากความต้องการของลูกค้า 100 คันต่อเดือน โดยจะมีขั้นตอนการดำเนินงานหลังจากได้รับความต้องการจากลูกค้าแล้ว พนักงานขายจะทำการสรุปจำนวนรถเข็นที่ลูกค้าต้องการให้กับฝ่ายโรงงานเพื่อดำเนินการผลิตใช้เวลา 1 วันในการดำเนินงาน หลังจากนั้นฝ่ายโรงงานจะทำงานคิดเป็นงานใน 1 วัน วันละ 8 ชม. จากความต้องการเฉลี่ย 100 คันต่อเดือนในเวลาที่ทำงาน 30 วัน จะได้เฉลี่ยวันละ 3.33 คันต่อวัน ซึ่งมีหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวข้องดังนี้

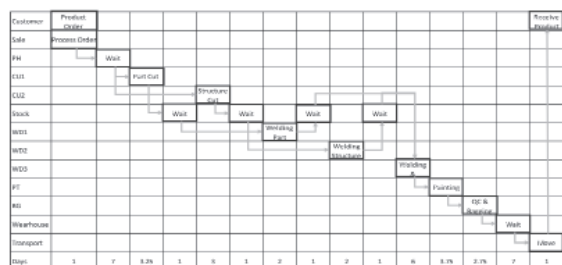
1) ฝ่ายจัดซื้อ (PH) ติดต่อประสานงานเพื่อ
ดำเนินการซื้อเหล็กซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตและ
อุปกรณ์อื่นๆ เช่นล้อเลื่อน ยางกันกระแทก และตัว
ล้อคล้อ เป็นต้น ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 7 วันซึ่งเกิดปัญหา
การรอคอยเนื่องจากลูกค้าอยู่จังหวัดชลบุรี เป็นฝ่าย
จัดหาวัสดุทุกอย่างที่ใช้ในการผลิตมาให้ทางบริษัท
ตีพัฒนามงคลจำกัด จังหวัดระยอง ซึ่งต้องเป็นฝ่าย
รออย่างเดียวในกรณีที่ของมาไม่ครบ จึงใช้เวลาในการ
ดำเนินงานค่อนข้างมาก แต่เป็นข้อตกลงระหว่าง
บริษัท

2) แผนกตัดเหล็ก (CU) จากการเข้าไปสังเกต
การทำงานของแผนกตัดเหล็กใช้เวลาในการตัดวันละ
5 ชม.ในหนึ่งเดือนต้องตัด 6.25 วันเพื่อดำเนินการตัด
เหล็กหลังจากที่ได้รับวัสดุจากลูกค้า

3) แผนกเชื่อมประกอบ (WD) จากการเข้าไปสังเกตการทำงานของแผนกเชื่อมประกอบใช้เวลาในการเชื่อมวันละ 8 ชม. ในหนึ่งเดือนต้องเชื่อมประกอบ 10 วันเพื่อดำเนินการเชื่อมประกอบเหล็กหลังจากที่ได้รับวัสดุจากฝ่ายตัดเหล็ก

4) แผนกทำสี (PT) จากการเข้าไปสังเกตการทำงานของทีมแผนกทำสีใช้เวลาในการทำสีวันละ 3 ชม. ในหนึ่งเดือนจะต้องทำสี 3.75 วัน เพื่อดำเนินการทำสีเหล็กหลังจากที่ได้รับวัสดุจากฝ่ายเชื่อมประกอบ

5) แผนกตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้า (BG) เพื่อจัดส่งลูกค้าจากการเข้าไปสังเกตการทำงานของแผนกตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้าใช้เวลาในการตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้าวันละ 2 ชม. ในหนึ่งเดือนจะต้องใช้เวลา 2.5 วัน เพื่อดำเนินการตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้าหลังจากที่ได้รับวัสดุจากฝ่ายทำสีแล้วทำการจัดส่งลูกค้าต่อไปเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจผู้ศึกษาได้จัดทำแผนภาพการไหลของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นเทียบกับเวลา (Time Functional Mapping) (ดังแสดงในรูปที่ 4.1)



4.1 แผนภาพการไหลของกระบวนการเชื่อมประกอบ รถขึ้นเกี่ยวกับเวลา (Time Functional Mapping)

หมายเหตุ

PH : แผนกจัดซื้อ

CU1 : การตัดเหล็กให้แผนกเชื่อมอุปกรณ์

CU2 : การตัดเหล็กให้แผนกเชื่อมโครงสร้าง

WD1 : แผนกเชื่อมอุปกรณ์

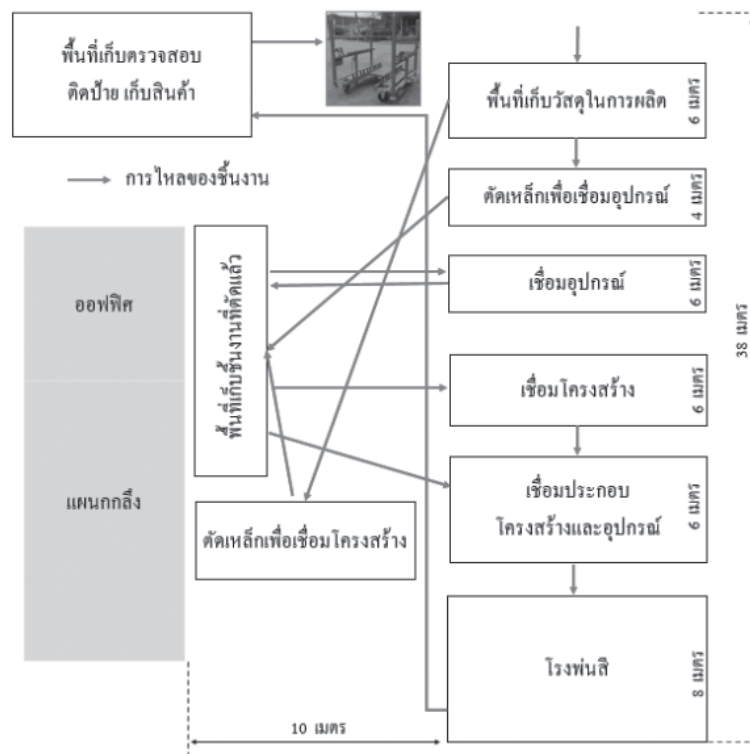
WD2 : แผนกเชื่อมโครงสร้าง

WD3 : แผนกเชื่อมประกอบ

PT : แผนกทำสี

BG : แผนกตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้า

จากรูปที่ 4.1 เห็นได้ถึงการไหลของงานที่มีเกิดความสูญเสียเนื่องจากการรอคอยเกิดขึ้นในกระบวนการของแผนกตัดเหล็กเพื่อส่งให้แผนกเชื่อมโครงสร้างถึงสถานีละ 1 วัน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าคือ กิจกรรมที่ไม่ส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิตและไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างชิ้นงานโดยสาเหตุมาจากแผนกตัดเหล็กให้แผนกเชื่อมโครงสร้างที่มีขนาดการผลิตต่อครั้งมากถึง 100 ชิ้นก่อนจะส่งมอบงานให้แผนกเชื่อมโครงสร้าง (ดังแสดงในรูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2 ภาพแผนผังการไหลของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น(Welding Layout)

จากรูปที่ 4.2 พบว่าการไหลของชิ้นงานนั้นเริ่มเดินทางจากพื้นที่เก็บวัสดุผ่านฝ่ายเชื่อมประกอบเข้ามาจนถึงแผนกตัดเหล็กตามแบบแล้วไปเก็บที่พื้นที่

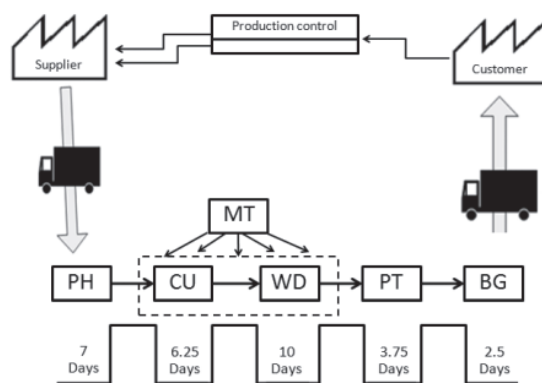
ที่วางชิ้นงานที่ตัดแล้วเพื่อรอช่างเชื่อมประกอบมารับไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไปทั้งแผนกเชื่อมอุปกรณ์และแผนกเชื่อมโครงสร้างหลังจากนั้นนำมาประกอบกันที่แผนกเชื่อมประกอบโครงสร้างและอุปกรณ์ แล้วส่งต่อไปยังโรงพ่นสี เมื่อทำสีเสร็จแล้วจึงนำออกไปที่พื้นที่เก็บ เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพ ติดป้าย และห่อสินค้าเพื่อเก็บรอส่งลูกค้าต่อไป จะเห็นได้ว่าการไหลของชิ้นงานนั้นกระโดดข้ามไปข้ามมาไม่มีการไหลที่ต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน

4.1.2 ผลจากการศึกษาสายธารคุณค่าเป้าหมาย (Value Stream Map) จากการศึกษาพบว่าเวลานำ(Lead Time)ของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ รุ่นSIC-M ซึ่งเป็นรุ่นที่ลูกค้าต้องการมากที่สุดและมีความสูญเปล่ามากที่สุดพบว่าเวลานำคือ $7+6.25+10+3.75+2.5$ ใช้เวลารวม 29.5 วัน



รูปที่ 4.3 รถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์รุ่น SIC-M

จากสายธารคุณค่าเป้าหมายของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นพบว่าแผนกเชื่อมประกอบ(WD) มีรอบเวลาในการทำงาน(Cycle Time)สูงที่สุดคือ 10 วันซึ่งเป็นกระบวนการหลัก (ดังแสดงในรูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 สายธารคุณค่าเป้าหมายของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น (Value Stream Map of welding cart)

หมายเหตุ

- PH : แผนกจัดซื้อ (Purchasing)
- CU : แผนกตัดเหล็ก (Cutting)
- WD : แผนกเชื่อมประกอบ (Welding)
- MT : แผนกซ่อมบำรุง (Maintenance)
- PT : แผนกทำสี (Painting)
- BG : แผนกตรวจสอบ ติดป้าย และห่อสินค้า

จากรูปที่ 4.4 พบว่าจัดซื้อวัสดุใช้รอบเวลาในการทำงาน (Cycle Time) 7 วัน แต่การรอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้ซึ่งเป็นข้อตกลงระหว่างบริษัท ดี-พัฒนเมงคล จำกัด กับลูกค้า ในการส่งวัสดุเพื่อผลิตรถเข็นทำให้ยากต่อการเข้าไปควบคุมดูแลของผู้ศึกษาเอง ซึ่งได้แจ้งให้ผู้บริหารบริษัทฯ รับทราบและดำเนินการเจรจากับลูกค้าต่อไปส่วนแผนกตัดเหล็ก(CU)มีรอบเวลาในการทำงาน(Cycle Time) 6.25 วันซึ่งถือว่ามากในกระบวนการตัดเหล็ก ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไปจากสายธารคุณค่าเป้าหมายจะมีหน่วยงานซ่อมบำรุง(MT)เป็นหน่วยงานสนับสนุนเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้องเสียหายหรือปรับแต่งเครื่องเชื่อมและเครื่องตัดเหล็กเพื่อให้เครื่องเชื่อมและเครื่องตัดเหล็กทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของช่างเชื่อมประกอบ

4.1.3 ผลจากการศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น จากปัญหาผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่เกิดขึ้น จะได้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาเพราะมีผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ของบริษัท และไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามที่ลูกค้าต้องการได้จะทำให้เกิดผลกระทบในภายภาคหน้าได้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาแนวคิดลีน(Lean Thinking) เพื่อจำแนกความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 waste) มาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา ซึ่งแผนกเชื่อมประกอบนั้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 74.67%(ข้อมูลปี 2557) เมื่อเทียบกับความต้องการของลูกค้า จากการที่ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลด้วยตัวเองด้วยวิธีสังเกต (Survey) สัมภาษณ์(Interview) และบันทึกภาพเคลื่อนไหว(Motion Study) ของพนักงานในเวลางานมาวิเคราะห์พบว่าเกิดความสูญเสียเปล่าขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นดังนั้นผู้ศึกษาจึงจำแนกความสูญเสียเปล่าดังนี้

1) ความสูญเสียเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction)

พบว่าการตัดเหล็กเพื่อเตรียมให้ฝ่ายเชื่อมประกอบที่มากเกินไป จากการเข้าไปสังเกตพบว่าช่างตัดเหล็กจะทำการตัดเหล็กมาเก็บไว้ที่พื้นที่เก็บชิ้นงานที่ตัดแล้วเป็นจำนวนมากโดยมีการเก็บชิ้นงานระหว่างกระบวนการถึง 100 ชิ้นต่อแบบ นั้นหมายความว่าพนักงานต้องตัดให้ครบแล้วจึงนำไปในพื้นที่เก็บชิ้นงานก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าจากการผลิตมากเกินไป อีกแผนกที่มีความสูญเสียเปล่าจากการผลิตมากเกินไปคือแผนกเชื่อมอุปกรณ์ เนื่องจากการเชื่อมอุปกรณ์จะทำได้ง่ายและเร็วกว่าการเชื่อมโครงสร้าง โดยการเก็บข้อมูลช่างเชื่อมอุปกรณ์สามารถเชื่อมอุปกรณ์ได้ 48 ชิ้นต่อวันในขณะที่ช่างเชื่อมโครงสร้างเชื่อมได้ 10 ชิ้นต่อวันจึงทำให้การเชื่อมอุปกรณ์เพื่อรอจะประกอบนั้นมากเกินไป

2) ความสูญเสียเปล่าจากการรอคอย (Waiting)

พบว่านอกจากจะเกิดการรอคอยจากกระบวนการก่อนหน้า (สืบเนื่องจากข้อ 4.1.3.1) แล้วยังเกิดการรอคอยจากการที่ต้องตั้งเครื่องเชื่อมใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนช่างเชื่อม อีกทั้งกรณีเครื่องเชื่อมชำรุดต้องรอคอยช่างซ่อมบำรุงจากตัวแทนจำหน่ายเป็นเวลานาน 4-6 ชั่วโมงเป็นอย่างต่ำเพื่อรอทางตัวแทนจำหน่ายเอาเครื่องสำรองมาเปลี่ยน เกิดการรอคอยแสดงให้เห็นถึงการใช้เวลาไปอย่างเปล่าประโยชน์และมีประสิทธิภาพเกิดความล่าช้าในการผลิต ซึ่งกระบวนการเชื่อมประกอบนั้นเป็นกระบวนการที่ต้องใช้รอบเวลาในการทำงาน(Cycle Time)มากที่สุดเป็นกิจกรรมคอขวด (Bottle neck) ส่งผลให้การผลิตขาดความสมดุลต่อเนื่องนอกจากนี้ยังเพิ่มต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการรอคอย เช่น ต้นทุนค่าแรงทางตรง และการผลผลิตที่จะล่าช้าออกไป

3) ความสูญเสียเปล่าจากการขนส่ง (Transportation)

พบว่าความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายเนื่องจากการวางเครื่องจักรแต่ละส่วนไม่เหมาะสมกับการไหลของงาน ทำให้เสียเวลาในการขนย้าย จากการศึกษาดูแผนผังการไหลของกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น(Welding Layout)จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ของชิ้นงานนั้นเข้าไปเข้ามาแต่เนื่องด้วยพื้นที่จำกัดและระยะทางการขนย้ายไม่ไกลกันมาก ความสูญเสียเปลานี้จึงไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการเชื่อมประกอบ

4) ความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Non Value Added Processing)

พบว่ามีการจัดลำดับงานไม่เหมาะสมการทำงานทุกอย่างมาจากประสบการณ์ของหัวหน้ากะและช่างเชื่อมที่ลองผิดลองถูกเอง โดยมีเพียงแบบสั่งงานเท่านั้นจากผลผลิตในปี 2557ช่วงไตรมาสแรกของ

ปีนั้นผลผลิตค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับความต้องการของลูกค้า นั่นเป็นเพราะช่างเชื่อมประกอบยังอยู่ในช่วงค้นหาวิธีการลำดับขั้นตอนงาน และการลองผิดลองถูก ส่งผลโดยตรงต่อความสูญเสียจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

5) ความสูญเสียจากสินค้าคงคลังที่มากเกินไป (Excess Inventory)

พบว่าช่างเชื่อมอุปกรณ์ทำการเชื่อมอุปกรณ์มากเกินไปจนจำเป็นเมื่อเชื่อมเสร็จจะนำมาวางไว้ที่พื้นที่เก็บวัสดุที่เชื่อมแล้วถ้าล้นจากพื้นที่เก็บก็จะนำมาวางไว้รอบๆบริเวณของช่างเชื่อมประกอบโครงสร้างและอุปกรณ์ส่งผลให้ต้องใช้ในพื้นที่ในการเก็บมากขึ้นหรืออาจจะเกิดการสูญหายได้

6) ความสูญเสียจากของเสีย (Defects)

พบว่าเกิดจากงานตัดเหล็กนั้นช่างตัดเหล็กจะใช้การเทียบชิ้นต่อชิ้นในการตัดเพื่อความสะดวกและรวดเร็วทำให้บางที่ชิ้นงานยาวไปเมื่อนำมาเชื่อมต้องเสียเวลาในการนำกลับไปตัดใหม่ แต่ถ้าชิ้นงานที่ตัดมาสั้นไปจะต้องทิ้งชิ้นงานนั้นไปเลยเกิดความสูญเสียจากของเสียเกิดขึ้นโดยปัจจุบันของเสียที่เกิดขึ้นคิดเป็น 2.13% ต่อวัน ซึ่งถือว่าน้อยมากแต่เป็นสิ่งที่ต้องกำจัดหรือทำให้ลดลง

7) ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินไป (Excess Motion)

พบว่าเครื่องเชื่อม เครื่องตัดเหล็กไม่มีรูปแบบแน่นอนในการติดตั้ง ไม่มีอุปกรณ์ยึดจับที่มีมาตรฐานให้ช่างเชื่อมประกอบ จากการสังเกตจะเห็นช่างเชื่อมต้องใช้เพื่อนพนักงานในการช่วยยึดจับในเวลาทำการเชื่อมประกอบ หรือบางทีถ้าเพื่อนพนักงานไม่ว่างก็ต้องเอื้อมมือไปเพื่อยึดจับชิ้นงานเพื่อทำการเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเป็นเวลาไม่น้อยที่ต้องกระทำในลักษณะดังกล่าว จึงถือว่าไม่มีนัยสำคัญในประเด็นนี้

4.2 ผลการศึกษาสาเหตุของความสูญเสียในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น

จากผลการศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็น ผู้ศึกษาได้ใช้หลักแนวคิดลีน(Lean Thinking) เพื่อจำแนกความสูญเสีย 7 ประการ(7 Waste)และกำหนดสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาความสูญเสียในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นโดยจัดเป็นหมวดหมู่ ซึ่งสามารถสรุปประเภทของความสูญเสียและสาเหตุที่เป็นไปได้ของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นได้ดังนี้ (ดังแสดงในตารางที่4.1)

ลำดับ	หมวดหมู่	ประเภทของความสูญเสีย	สาเหตุที่เป็นไปได้ของความสูญเสีย
1	วิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติงาน (Method)	ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป	แผนกตัดเหล็กทำการตัดเหล็กขนาดการผลิต(Lot size)ต่อครั้งเป็นจำนวนมาก(100 ชิ้น/ครั้ง)
			แผนกเชื่อมอุปกรณ์ เชื่อมอุปกรณ์(Accessory part)เพื่อส่งให้แผนกเชื่อมประกอบขนาดการผลิต(Lot size) ต่อครั้งเป็นจำนวนมาก(48 ชุด/ครั้ง)
		ความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม	เกิดจากการลำดับงานไม่เหมาะสมงานเชื่อมประกอบไม่มีการกำหนดขั้นตอนที่แน่นอน รวมไปถึงมาตรฐานในการปฏิบัติงาน
2	การจัดพื้นที่ในการดำเนินงานและการจัดเก็บงาน(Management)	ความสูญเสียที่เกิดจากการขนย้าย	เนื่องจากการวางเครื่องจักรแต่ละส่วนไม่เหมาะสมกับการไหลของงาน ทำให้เสียเวลาในการขนย้าย

4.3 ผลการศึกษาการลดความสูญเสีย ในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วย แนวคิดลีน

4.3.1 ลดขนาดการตัดเหล็ก (Lot size) และ ขนาดการเชื่อมอุปกรณ์เพื่อกำจัดความสูญเสีย จากการผลิตมากเกินไป

สำหรับการผลิตรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ประกอบไปด้วยกระบวนการตัดเหล็ก การเชื่อมอุปกรณ์ การเชื่อมโครงสร้าง การเชื่อมประกอบ การทำสี การติดป้าย และการห่อสินค้าเพื่อจัดส่งซึ่งในการผลิตการเชื่อมอุปกรณ์และการเชื่อมโครงสร้างสามารถทำในเวลาเดียวกันได้ หลังจากนั้นงานทั้งสองฝ่ายจะมารวมกันเพื่อประกอบที่ฝ่ายเชื่อมประกอบเพื่อทำการขึ้นรูปให้เป็นรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ ในการศึกษาเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตมากเกินไปนั้นจะปรับปรุงโดยการลดขนาดการผลิต (Lot size) การลดขนาดการผลิต (Lot size) ของกระบวนการตัดเหล็กตามแบบ จากปกติช่วงตัดเหล็กจะตัดครั้งละ 100 ชิ้น ให้ลดขนาดการผลิต (Lot size) เหลือเพียง 10 ชิ้น แล้วส่งไปยังกระบวนการเชื่อมอุปกรณ์และเชื่อมโครงสร้างทำให้ชิ้นงานที่อยู่ในระหว่างกระบวนการมีจำนวนน้อยลงมีความยืดหยุ่นของงานเนื่องจากถ้ามีความผิดพลาดจากความยาวจะสามารถแก้ไขได้ทันเวลาและในแผนกเชื่อมอุปกรณ์ด้วยเหมือนกันจากปกติช่วงเชื่อมอุปกรณ์จะเชื่อมครั้งละ 48 ชุด ให้ลดขนาดการผลิต (Lot size) เหลือเพียง 10 ชุด ซึ่งจะเป็นการลดเวลานำ (Lead Time) คือเวลาที่ไ้ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิตจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากการคูณรอบเวลาการผลิตกับจำนวนงานคงค้างในระบบในสายการผลิต เช่น ถ้าแต่ละรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 1 นาที กระบวนการไหลของชิ้นงานคราวละ 100 ชิ้นจะมีเวลานำ (Lead time) =

$(1 \times 100) + (1 \times 100) = 200$ นาที ในขณะที่การผลิตครั้งละ 10 ชิ้นจะมีเวลานำ (Lead time) = $(1 \times 10) + (1 \times 10) = 20$ นาที ดังนั้นการตัดเหล็กครั้งละ 10 ชิ้นจะทำให้สามารถเวลานำ (Lead Time) ลงได้ ส่งผลให้ความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในกระบวนการเชื่อมลดลงไปด้วย

4.3.2 จัดทำแผนควบคุมการผลิต (Process control plan) เพื่อกำจัดความสูญเสียที่เกิดจาก กระบวนการที่ไม่เหมาะสม

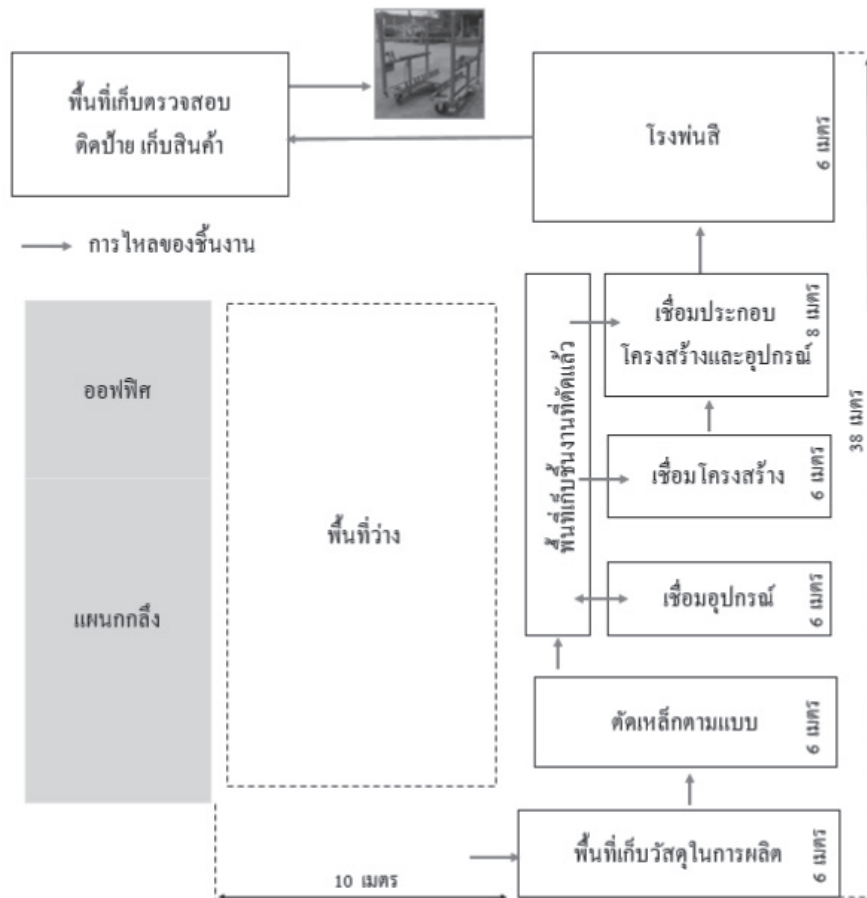
สาเหตุหลักของความสูญเสียที่เกิดจากการลำดับงานไม่เหมาะสม ผลจากการศึกษาพบว่าปัจจุบันในทุกๆกระบวนการในงานเชื่อมประกอบไม่มีการกำหนดขั้นตอนที่แน่นอน รวมไปถึงมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเสนอให้มีการทำแผนควบคุมการผลิต (Process control plan) ตามหลักหลักการควบคุมโดยการจัดสมดุลสายการผลิตลักษณะของงานเชื่อมประกอบ จะได้ชัดเจนขั้นตอนการผลิตที่ต้องกระทำซ้ำๆกันและเหมือนกันเช่น ลักษณะของการประกอบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้น แต่ละชิ้นมันจะแยกกันไปตามแผนกต่างๆ ตามกรรมวิธีที่มีอยู่และสุดท้ายก็จะนำมารวมกันที่แผนกประกอบเพื่อประกอบเป็นรถเข็น ในการควบคุมและติดตามงานว่าในขณะนี้นงานต่างๆ ได้ดำเนินการไปตามกำหนดการที่วางไว้ได้หรือไม่มีงานใดที่ล่าช้าต้องเร่งให้เร็วขึ้น วิธีที่มีประโยชน์สำหรับการตรวจสอบเพื่อควบคุมการผลิตในลักษณะนี้ก็คือ การจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อให้สถานการณ์ที่ทำงานเร็วเช่นงานตัดเหล็กหันมาช่วยสถานที่ทำงานช้าคืองานเชื่อมประกอบ โดยเป้าหมายอยู่ที่การประกอบไม่ใช่อยู่ที่ความเร็วของแต่ละแผนกผลจากรายงานและตรวจสอบความก้าวหน้าของชิ้นงาน ได้ตรวจพบว่าผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงไม่เป็นไปตามเป้าหมายจากแผนงานที่กำหนดไว้ ผู้ควบคุมการผลิตจะต้องหาสาเหตุของข้อผิดพลาด

พลาดที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไขและปรับปรุงตารางการทำงานใหม่เพื่อให้ทันความต้องการที่ได้กำหนดไว้กิจกรรมของการควบคุมการผลิตและติดตามความก้าวหน้า เป็นกิจกรรมที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องและตลอดไปตรงเท่าที่การผลิตยังคงดำเนินอยู่ และเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การผลิตสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.3 ปรับปรุงแผนผังการผลิต (Layout) เพื่อกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการขนย้าย

จากผลการศึกษาในหัวข้อ 4.1.1 การจัดวางแผนผังการผลิตไม่เหมาะสมเกิดความสูญเสียเปล่าจากการขนย้าย ดังนั้นการกำจัดความสูญเสียเปล่าให้หมดไปหรือลด

ลงนั้นต้องทำการปรับปรุงแผนผังการผลิต (Layout) โดยมีเป้าหมายเพื่อให้การไหลของงานแต่ละกระบวนการผลิตเข้าไปเข้ามา มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นจึงทำการออกแบบปรับปรุงแผนผังการผลิต(Layout)ใหม่ สามารถมองเห็นจุดคอขวด (Bottle neck) ได้ง่ายต่อการสังเกตจากหัวหน้างานเพื่อลดความสูญเสียจากการรอคอยอีกด้วยประการ เนื่องจากการไหลของงานในสภาพปัจจุบันค่อนข้างกระโดดข้ามไปข้ามมาทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายทั้งของชิ้นงานและช่างเชื่อม ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเสนอปรับปรุงแผนผังการผลิต(Layout) ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การนำเสนอการปรับปรุงผังการผลิต (Layout) แบบใหม่

จากรูปที่ 4.5 พบว่า หลังจากการปรับปรุงแผนผังการผลิต (Layout) ใหม่ ทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ทำงานของพนักงานลดลงเป็น 50 เมตร

ผลการศึกษา พบว่าความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นนั้นมีความสัมพันธ์กันในแต่ละประเภทของความสูญเสียเปล่า จะเห็นได้ว่าความสูญเสียเปล่าจากการผลิตมากเกินไปซึ่งขนาดการผลิต (Lot size) 100 ชิ้นของการตัดเหล็กตามแบบใช้เวลา 35.55 ชั่วโมงส่งผลไปยังกระบวนการถัดไปซึ่งทำให้เกิดความจากการรอคอย และยังส่งผลให้ต่อความสูญเสียเปล่าจากการขนย้ายเนื่องจากการวางแผนผังการผลิตที่ไม่เหมาะสม จนทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จากการลดความสูญเสียเปล่าโดยลดขนาดการผลิต (Lot size) เป็น 10 ชิ้นของทุกกระบวนการใช้เวลาเพียง 11.59 ชั่วโมง หลังจากปรับปรุงแผนผังการผลิต (Layout) ทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ทำงานของพนักงานลดลงจาก 118.3 เมตร เป็น 50 เมตร คิดเป็น 57.73 เปอร์เซ็นต์และจัดทำแผนควบคุมการผลิต (Process control plan) ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ (นิวัฒน์ เดชอำไพ, 2557) ทำการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรี โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน กรณศึกษา บริษัท วกั๊กบินทร์บุรี จำกัด ซึ่งประสบปัญหาการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ปรับปรุงด้วยการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการเย็บซึ่งทำการลดขนาดการผลิต ปรับปรุงแผนผังการผลิต และใช้ระบบดึงเข้ามาประยุกต์ ผลการศึกษาคพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพในกระบวนการได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแนวคิดลีน (Lean Thinking) (เกียรติจิธร, 2551) ได้กล่าวว่า แนวคิดลีน (Lean Thinking) เป็นเครื่องมือในการจัดการกระบวนการที่ช่วยเพิ่มขีด

ความสามารถให้แก่องค์กร โดยการพิจารณาคุณค่าในการดำเนินงานเพื่อมุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า มุ่งสร้างคุณค่าในตัวสินค้าและบริการ และกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตเพิ่มผลกำไรและผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจที่สุดในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย

● สรุปผลการศึกษา ●

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการเชื่อมประกอบรถเข็นด้วยแนวคิดลีน (Lean Thinking) ในกรณีศึกษา บริษัท ดี-พัฒนมะงคล จำกัด การลดขนาดการผลิต (Lot size) ที่มากเกินไปและการจัดสรรช่างเชื่อมใหม่ในการจัดทำแผนควบคุมการผลิตด้วยหลักการสมดุลการผลิต ทำให้ช่างเชื่อมอุปกรณ์และช่างตัดเหล็กที่มีความสามารถในการเชื่อมอยู่แล้วสามารถมาช่วยงานทีมเชื่อมประกอบเพิ่มขึ้นจากเดิมทีมเชื่อมประกอบสามารถเชื่อมประกอบรถเข็นสำหรับห้อยแขวนชิ้นส่วนรถยนต์ได้เฉลี่ยวันละ 2.5 คัน เมื่อมีทีมงานมาสนับสนุนเพิ่มขึ้นสามารถเชื่อมประกอบได้วันละ 3.5 คันคิดเป็นจำนวนการผลิตรถเข็นต่อวันเพิ่มขึ้น 28.57 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าโดยเฉลี่ยต่อเดือนสามารถผลิตได้ 105 คันตามเป้าหมายที่วางแผนไว้ เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าทำให้ผลการดำเนินงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 28.89 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้นปีละ 6-7 ล้านบาท

จากการไหลของกระบวนการที่ต่อเนื่อง (Flow) ส่งผลให้ได้ประสิทธิภาพของการดำเนินงานเพิ่มขึ้นเป็นหลักสำคัญของแนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) รวมถึงการลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการผลิตที่มากเกินไปทำให้พนักงานทำงานในกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าเป็น

เวลาที่เสียเปล่าไป เครื่องจักรทำงานโดยไม่เกิดประโยชน์ ซึ่งการกำจัดความสูญเปล่าประเภทนี้ไม่สามารถกำจัดให้หมดสิ้นไปได้ทันทีแต่ควรลดให้เหลือเท่าที่จำเป็นก็พอหรือให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามการที่จะทำให้แนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) ให้ดีขึ้นไปอีกนั้นผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะให้เพิ่มการใช้ระบบดึง (Pull) ระบบทันเวลาพอดี (JIT) เข้ามาใช้ในการกระบวนการตัดเหล็กและเชื่อมอุปกรณ์เพื่อให้มีจังหวะการผลิตที่สอดคล้องกัน บวกเพิ่มด้วยการนำระบบคัมบัง (Kanban) เข้ามาร่วมด้วยจะทำให้สายการผลิตเป็นไปตามความต้องการมากยิ่งขึ้น การจะทำให้เกิดความสมบูรณ์แบบ (Perfection) เพื่อคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยมีการปฏิบัติตามแผนงาน ขั้นตอนและวิธีการ นำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ผู้ศึกษาเสนอแนะให้ใช้เครื่องมือวงจรการบริหารงานคุณภาพ (PDCA) เมื่อพบปัญหา ก็ทำการแก้ไขหรือปรับปรุง โดยการปรับปรุงเริ่มจากการวางแผน ลงมือทำ ตรวจสอบ และแก้ไขหรือปรับปรุงซ้ำเกิดเป็นวงจร PDCA ทำให้เกิดการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข. 2553 กระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิกซิกซ์มา. วารสาร วิศวกรรมศาสตร์: ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 : วิศวกรรมเทคโนโลยีไทย

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, หลักการควบคุมคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6, กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.

เกียรติขจร โฆมานะสิน, Lean: วิธีแห่งการ

สร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2549. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2554. การวางแผนผังสถานประกอบการ. จังหวัดกรุงเทพมหานคร. (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557. แหล่งที่มา: <http://www.dhevil.com/RU1/mgt2103/ch6.pdf>

คมสันจิระภัทรศิลป์, 2548, "การวิเคราะห์และปรับปรุงความสามารถกระบวนการการทำให้แบบหล่อทรายขึ้นเพื่อพัฒนาคุณภาพงานหล่อโลหะ", วารสาร Engineering Today, ปีที่ 3, ฉบับที่ 27, มีนาคม 2548

นลิน นิลมิ่ง. 2555 การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดรอบเวลาการณีสึกษาโรงงานผลิตยา. รายงานการศึกษานิเทศศาสตร์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นิวัฒน์ เดชอำไพ. 2557 การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีน ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม: กรณีศึกษา บริษัท วาโก้บิรินทร์บุรี จำกัด. รายงานการศึกษานิเทศศาสตร์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประกาศิต พวงเงินและคณะ. 2555. Lean Manufacturing. (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557 แหล่งที่มา : www.eng.su.ac.th/ie/Lean%20Manufacturing.ppt.

แฟรงค์ บังเกอร์ กิลเบิร์ต. 1911. หลักการเคลื่อนไหวของการทำงาน. นครราชสีมา. (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557. แหล่งที่มา : <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/>

bitstream/handle/123456789/260/7

ภูริทัต สุระนรากุล (2548) ทำการศึกษาการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตตัวหุ้บหม้อไฟ.จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ออนไลน์).ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557. แหล่งที่มา : http://www.journal.sci.kmutnb.ac.th/doc/1_2_2557.pdf

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2555. การจัดการแบบลีน. (ออนไลน์).ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557 แหล่งที่มา : http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2551/inma0451kb_ch2.pdf.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.2556. ประเภทการวิเคราะห์และการออกแบบกระบวนการ. จังหวัด กรุงเทพมหานคร (ออนไลน์).ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557.แหล่งที่มา : <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/261/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%20%202.pdf?sequence=2>

สุศักดิ์ เจริญสุข &อภิวัดน์ สุนันท์ยืนยง. (2553). รายงานผลการศึกษาโครงการการวางแผนการผลิตในแผนกตัดผ้าเพื่อสมดุลการผลิต. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุริยา กราบไกล. 2556. การควบคุมกระบวนการ. จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ออนไลน์).ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557.แหล่งที่มา:<http://www.scribd.com/doc/102325954/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3-Process-Control#scribd>

สุวิทย์ มูลคำ. 2547: 19 – 24. กระบวนการคิดวิเคราะห์.จังหวัดกรุงเทพมหานคร. (ออนไลน์).ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557. แหล่งที่มา : <http://www.edu.nu.ac.th/selfaccess/researches/admin/upload/25240810110747is.pdf>

อภิชาติ เปรมปราษฎ์ชยันต์. 2550 การวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานโดยใช้เทคนิคแบบลีน: กรณีของการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย. วิทยานิพนธ์ บธ.ม.(การจัดการ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิทยา สุฤทธดำรง & ยุพา กลอยกลาง. (2549).การบ่งชี้ความสูญเสีย = Identifying Waste on the Shop floor. กรุงเทพฯ: อี.ไอ. แสควร์ พับลิชชิง.

Womack, J.P. and Jones, D.T. 1990. Lean Thinking: Banish Waste and create Wealthin your Corpor

