การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และการกำหนดตารางการผลิตของการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์

วัชราภรณ์ บุบผาพฤกษ์

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ วัชราภรณ์ บุบผาพฤกษ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.....ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พอพันธ์ วัชจิตพันธ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล)

คณะโลจิสติกส์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะโลจิสติกส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะ เชาวรัตน์)
วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการกำหนดตารางการผลิตของการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการจัดทำการศึกษาในครั้งนี้ ท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อเสนอแนะอันทรงคุณประโยชน์อันมหาศาล ส่งผลให้การศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

อนึ่งคณะผู้จัดทำมีความสำนึกในพระคุณของคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนวิทยาการต่าง ๆ ให้กับผู้ศึกษาและขอสำนึกในพระคุณบิดามารดาที่ได้ให้การสนับสนุนและอบรมสั่งสอนผู้ศึกษาขอขอบพระคุณต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลในการจัดทำการศึกษาในครั้งนี้

วัชราภรณ์ บุบผาพฤกษ์

55920034: สาขาวิชา: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน; วท.ม.
(การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน)
คำสำคัญ: การผลิตแบบทันเวลา/ การผลิตตามคำสั่งซื้อ

วัชราภรณ์ บุบผาพฤกษ์: การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และการกำหนดตารางการผลิตของการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ (IMPROVEMENT OF PRODUCTION EFFICIENCY AND PRODUCTION SCHEDULING OF DIE PART MANUFACTURING) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล, D.Eng. 58 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการปรับปรุงวิธีการผลิต โดย ECRS และการจัดตารางการผลิตของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ด้วยวิธี FCFS, EDD, LPT และ SPT

ผลจากการจัดลำดับงานและตารางการผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าวิธี EDD ได้ผลดีที่สุด จึงนำวิธีนี้ไปใช้กำหนดตารางการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และติดตามผลในเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2556 พบว่ามีระยะเวลาในการผลิตเฉลี่ย 3.78 ชั่วโมงต่อชิ้น ลดลง 12.19 ชั่วโมงต่อชิ้น อัตราของงานเสียเฉลี่ย ร้อยละ 0.46 โดยลดลงร้อยละ 0.29 และการส่งงานล่าช้าเฉลี่ย ร้อยละ 0.01 ลดลงร้อยละ 0.29

55920034: MAJOR: LOGISTICS AND SUPPLYCHAIN MANAGEMENT;
M.Sc. (LOGISTICS AND SUPPLYCHAIN MANAGEMENT)
KEYWORDS: JUST IN TIME / MAKE TO ORDER

WACHARAPORN BUBPAPHUK: IMPROVEMENT OF PRODUCTION EFFICIENCY AND PRODUCTION SCHEDULING OF DIE PART MANUFACTURING. ADVISOR: PAIROJ RAOTHANACHONKUN, D.Eng. 58 P. 2013.

This research aims to increase the efficiency of manufacturing by improving the production method with ECRS and production sequencing for die parts using FCFS, EDD, LPT and SPT rules

The result of production sequencing by various rules demonstrated that the EDD method provided the best result. Then, this research applied the EDD method to perform the production scheduling for die part and collected the results between March and July 2013. Therefore, the average of production lead time is 3.78 hour per piece that was decreased by 12.19 hour per piece. The average of defect ratio is 0.46 percent that was decreased by 0.29 percent. The average delivery delay ratio is 0.01 percent that was decreased by 0.29 percent.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

วิวัฒนาการของการบริหารการผลิตแบบลีน 4

แนวคิดแบบลีน 8

การผลิตแบบทันเวลาพอดี 10

การจัดลำดับงาน และตารางการผลิต 13

การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS 15

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย 21

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 21

กระบวนการศึกษาวิจัย 22

4 ผลการดำเนินงาน 25

สภาพปัจจุบันของบริษัท 25

การรวบรวมข้อมูล 29

การวิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิต 37

การแก้ไขประเด็นปัญหาตามแนวคิดแบบลีน 38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การตรวจติดตามผล และสรุปผลการศึกษาวิจัย	49
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	53
	สรุปกระบวนการวิจัย	53
	สรุปผลการวิจัย	54
	ข้อเสนอแนะในการนำแนวทางการวิจัยไปประยุกต์ใช้	54
บรรณานุกรม		56
ประวัติย่อของผู้วิจัย		58

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 ปริมาณการรับคำสั่งซื้อแต่ละชนิด เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 26

4-2 รายละเอียดปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต 29

4-3 รายการรับคำสั่งซื้อ¬ของสินค้า A ในเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2555 31

4-4 ระยะเวลาการผลิตชิ้นงาน A 33

4-5 การเก็บข้อมูลระยะเวลาผลิตเฉลี่ยแต่ละสถานีงาน ในเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 34

4-6 ปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงาน A 35

4-7 ปริมาณการส่งสินค้าล่าช้า 36

4-8 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ LPT กับ SPT 40

4-9 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ FCFS กับ EDD 41

4-10 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ LPT, FCFS, SPT และ EDD 42

4-11 ระยะเวลาในการผลิต 50

4-12 ปริมาณงานเสียจากกระบวนการผลิต 51

4-13 ปริมาณการส่งงานล่าช้า 52

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3-1 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัย 21
4-1 ปริมาณการรับคำสั่งซื้อสินค้าแต่ละชนิด 27
4-2 ลักษณะสินค้าของชิ้นงาน A (PUNCH) 27
4-3 ขั้นตอนกระบวนการผลิตของชิ้นงาน A 28
4-4 รายการรับคำสั่งซื้อ¬ของสินค้า A ในเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2555 32
4-5 ปริมาณชิ้นงานเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นงาน A เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 36
4-6 รายการส่งงานล่าช้า เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 37
4-7 ใบสั่งผลิตและการสั่งผลิต ก่อนการปรับปรุง 39
4-8 ใบสั่งผลิตและการสั่งผลิต หลังการปรับปรุง 39
4-9 ลักษณะการหมุนตัววัดชิ้นงาน ก่อนการปรับปรุง 43
4-10 ลักษณะการหมุนตัววัดชิ้นงาน หลังการปรับปรุง 44
4-11 โต๊ะวางชิ้นงานก่อนการปรับปรุง 45
4-12 ลักษณะการส่งชิ้นงานจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง ก่อนการปรับปรุง 45
4-13 ลักษณะการวางวัตถุดิบหลังการปรับปรุง 46
4-14 ลักษณะการส่งชิ้นงานจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง หลังการแก้ไข 46
4-15 การเรียงชิ้นงานใส่กล่องก่อนการปรับปรุง 47
4-16 ปลอกพลาสติกสำหรับหุ้มชิ้นงาน หลังการปรับปรุง 47
4-17 การเชื่อมต่อเครื่องมือตรวจวัดชิ้นงานกับคอมพิวเตอร์ 48
4-18 ตัวอย่างการติดแถบสีที่กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุวัตถุดิบ 48
4-19 ระยะเวลาการผลิตจากเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556 50
4-20 ปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงานเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556 51
4-21 การส่งงานล่าช้าเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556 52

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท เอบีซี จำกัด ได้ดำเนินการก่อตั้งบริษัทในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 โดยมีวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งบริษัทเพื่อการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โดยวิธีการตัด เจาะ เจียระไนชิ้นงาน เป็นการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ต้องใช้ความละเอียดและความแม่นยำสูง การสั่งซื้อของลูกค้าเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to Order) ลูกค้าของบริษัทเป็นบริษัทเทรดดิ้งทั้งในประเทศไทยและในประเทศสิงคโปร์ เพื่อจำหน่ายสินค้าที่ได้สั่งผลิตจากบริษัทต่อไปยังกลุ่มลูกค้าในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนแม่พิมพ์ กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งคำสั่งซื้อส่วนใหญ่เป็นการซื้อเพื่อนำไปทดแทนชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่หมดอายุการใช้งาน หรือใช้เป็นชิ้นส่วนในการประกอบแม่พิมพ์ที่ได้ผลิตขึ้นใหม่

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ในปัจจุบัน ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมขั้นพื้นฐานที่สำคัญต่อกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ หลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันผู้ผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ด้วยวิธีการตัด เจาะ เจียระไนชิ้นงานมีมากกว่า 1,000 ราย ทั้งบริษัทขนาดเล็ก บริษัทขนาดกลาง และบริษัทขนาดใหญ่ ก่อให้เกิดการแข่งขันของผู้ประกอบการหลายรายในอุตสาหกรรมเดียวกัน จากการแข่งขันและการช่วงชิงส่วนแบ่งทางการตลาดที่เริ่มมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ทำให้บริษัทต้องดำเนินการปรับปรุง และพัฒนาด้านราคา คุณภาพ การจัดส่ง การบริการ รวมทั้งกลยุทธ์ในด้านต่าง ๆ ควบคู่กันไป ในส่วนกระบวนการผลิตถือว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันได้ด้วยการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น สินค้าที่ผลิตนำมาซึ่งคุณภาพ และมีการจัดส่งตามจำนวนและตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ

ปัญหาปัจจุบันกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เกิดภาวะการแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งด้านราคา คุณภาพ และการจัดส่ง ส่งผลให้องค์กรต้องมีการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลง และสร้างจุดแข็งเพื่อรักษาส่วนแบ่งทางการตลาด ในส่วนการผลิตสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันได้ด้วยการปรับตัวในสภาวะการแข่งขันที่ขึ้นอยู่กับเวลา (Time-Based Competition) เพื่อให้องค์กรมีความคล่องตัว (Agility) ใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด สะดวก รวดเร็ว ลดต้นทุน ลดเวลาที่ไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน บริษัทจึงได้นำแนวคิดการผลิตแบบลีนมา

ประยุกต์ใช้ในเรื่องความสูญเปล่าด้านเวลาการผลิต โดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนการผลิต และทำการแก้ไข ปรับปรุงและควบคุมในแต่ละกระบวนการผลิตด้วยการลดความสูญเปล่าเวลาในแต่ละกิจกรรมการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการส่งมอบสินค้าตามจำนวนและตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการลดระยะเวลาการผลิต
2. เพื่อลดของเสียจากการผลิต
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถลดระยะเวลาการผลิต
2. สามารถลดของเสียจากการผลิต
3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งมอบสินค้า

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ครอบคลุมถึงการปฏิบัติงานของสายการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โดยมีขอบเขตของการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะในส่วนของการปฏิบัติงานของสายการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ของบริษัท เอบีซี จำกัด ที่ผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to Order) เพื่อส่งสินค้าให้กับบริษัทเทรดดิ้ง ซึ่งอยู่ในประเทศไทย และประเทศสิงคโปร์
2. มุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าด้านระยะเวลาการผลิต
3. วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีปริมาณเพียงพอ ที่สามารถป้อนเข้ากระบวนการผลิต ไม่รวมถึงการสั่งวัตถุดิบที่เป็นการสั่งแบบเร่งด่วน (Raw Material Emergency)
4. เครื่องจักรในการผลิต เป็นเครื่องจักรที่มีสภาพสมบูรณ์ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรสามารถรองรับการผลิตได้
5. ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการแก้ไข คือ เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time - JIT) หมายถึง ระบบในกระบวนการผลิตที่มุ่งเน้นให้ผลิตในสิ่งที่ต้องการอย่างพอดี ส่งมอบได้ตามเวลาที่ต้องการ ในปริมาณที่ต้องการ และมีสินค้าคงคลังเหลือน้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการผลิตจะอยู่บนหลักการที่จะกำจัดความสูญเสีย หรือความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ปรับปรุงกระบวนการให้ใช้เวลาในการผลิตต่ำที่สุด รวมทั้งการดำเนินการให้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2. การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to Order) หมายถึง การผลิตที่ผลิตเป็นปริมาณน้อยแต่ทำการผลิตบ่อย ๆ หรือการผลิตให้เท่ากับตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของลูกค้าแต่ละราย โดยการเตรียมกระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ต้องการจะใช้ จึงไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นแบบอเนกประสงค์ และผู้ผลิตต้องมีความสามารถ และความชำนาญหลายอย่าง เพื่อทำการผลิตสิ่งที่ลูกค้าต้องการได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำเอาแนวคิดการผลิตแบบลีนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์และหาแนวทาง เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์โดยได้มีการทำการศึกษาแบ่งเป็น 7 หัวข้อด้วยกัน ดังนี้

1. วิวัฒนาการของการบริหารการผลิตแบบลีน
2. แนวคิดแบบลีน (Lean Concept)
3. ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time)
4. การจัดลำดับงาน และตารางการผลิต (Sequencing and Scheduling)
5. การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิวัฒนาการของการบริหารการผลิตแบบลีน

วิโรจน์ ลักขณาอดิศร (2552) ระบุเกี่ยวกับลีนว่า เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษที่เขียนว่า Lean แปลว่า “ผอม” โดยองค์กรที่มีความจำเป็นต้องลีน ส่วนมากจะเป็นองค์กรที่มีอายุในการดำเนินธุรกิจมานาน เมื่อดำเนินธุรกิจมาเป็นระยะเวลายาวนาน ในแต่ละองค์กรย่อมผ่านปัญหาและอุปสรรคมาพอสมควร ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาขึ้น องค์กรมักจะไม่มีการวิเคราะห์สาเหตุและวางแผนการแก้ไขปัญหาที่สาเหตุอย่างจริงจัง แต่มักจะนำวิธีในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้ามาใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างถาวร จนการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าดังกล่าวกลายเป็นกระบวนการหนึ่งที่เป็นปกติของระบบการผลิตขององค์กรในที่สุด ดังนั้นจึงเห็นว่าเมื่อองค์กรประสบกับปัญหาต่าง ๆ ก็มักจะแก้ไขปัญหาด้วยวิธีมักง่าย 4 วิธี ดังนี้

1. การเพิ่มจำนวนพนักงาน
2. การเพิ่มกระบวนการ
3. การเพิ่มเวลาในการทำงานของพนักงาน
4. การเพิ่มพื้นที่เพื่อเก็บสต็อกสินค้า

ซึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ ย่อมหมายความว่า สิ่งที่งอกหรือเพิ่มขึ้นมาโดยไม่เป็นประโยชน์กับองค์กร องค์กรก็จะเกิดปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิตที่ตกต่ำ มีต้นทุนจมกับสินค้าคงคลังหรืองานระหว่างทำ (Work in Process: WIP) เป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีต้นทุนในการ

ดำเนินการที่สูงกว่าคู่แข่งขัน สุดท้ายก็จะทำให้องค์กรไม่สามารถแข่งขันได้ในตลาด ลักษณะแนวคิดลีนนั้นมีต้นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 นั้น องค์กรต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่แพ้สงครามต้องประสบปัญหาความขาดแคลนด้านทรัพยากรและเงินทุน ไม่สามารถที่จะดำเนินการผลิตสินค้าในลักษณะ Mass Production ได้เหมือนกับประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศต่าง ๆ ในยุโรป ดังนั้นระบบการผลิตที่จะทำให้องค์กรในประเทศญี่ปุ่นสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ระบบการผลิตแบบพอดี เพราะไม่มีเงินทุนมากพอที่จะไปเสี่ยงเป็นต้นทุนจมกับสินค้าคงคลัง
- ระบบการผลิตที่ยืดหยุ่น
- ระบบการผลิตที่มีความสูญเปล่า (Waste) ในกระบวนการผลิตในระดับต่ำ
- ระบบการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ

ซึ่งบริษัทญี่ปุ่นที่เป็นต้นแบบของแนวคิดลีน คือ โตโยต้า โดยเป็นที่รู้จักกันในนามของ “ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System)” ซึ่งมีแนวคิดหลัก 3 ประการดังนี้

1. การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Tim: JIT) เพราะไม่มีเงินทุนมากพอที่จะไปเสี่ยงเป็นต้นทุนจมกับสินค้าคงคลัง เป็นการผลิตในสิ่งที่จำเป็นในปริมาณที่จำเป็น ณ เวลาที่จำเป็นในปริมาณที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

2. การหยุดการผลิตเมื่อพบของเสีย (Autonomation หรือ Jidoka) บางองค์กรมักจะตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อผลิตภัณฑ์ถูกผลิตเรียบร้อยแล้ว เรียกว่า “การตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย (Final Inspection)” ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์เพียงป้องกันไม่ให้สินค้าที่ไม่ได้คุณภาพส่งไปยังลูกค้า แต่ของเสียก็เกิดขึ้นแล้วและระบบการผลิตเกิดต้นทุนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ขึ้นแล้ว ดังนั้นระบบการผลิตแบบโตโยต้าจะเลือกการไม่ยอมผลิตของเสียมากกว่าการปล่อยให้ของเสียถูกผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ๆ แล้วค่อยมาตรวจสอบคัดแยกหรือซ่อมแซมในภายหลัง ดังนั้นในกระบวนการผลิตแบบโตโยต้า จะมีการควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิต (Quality Control in Process) โดยระบบง่าย ๆ คือ มีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นระยะ การควบคุมกระบวนการโดยใช้วิธีทางสถิติ (Statistical Process Control: SPC) จนกระทั่งการพัฒนากลไกในการป้องกันการผลิตของเสีย โดยไม่อาศัยหรือไว้วางใจใน “คน” มากเกินไป มีระบบในการป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke หรือ Fool Proof) ในกระบวนการที่สำคัญ (Critical Process)

3. ความสม่ำเสมอในการผลิต (Stability หรือ Heijunka) ตามหลักการของ Jidoka คือ เมื่อพบปัญหาในการผลิต จะมีการหยุดสายการผลิตและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วลงมือแก้ไขปัญหาที่สาเหตุอย่างรวดเร็วตามแนวคิด PDCA

เกียรติขจร โฆมานะสิน (2550) มีความเห็นว่า ระบบ Lean กำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ซึ่งในอดีตการผลิตสินค้าต่าง ๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft/ Hand Made Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ทำให้มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยค่อนข้างสูง ในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 Henry Ford ผู้ก่อตั้งบริษัท Ford Motor ได้นำเอาหลักการจัดการแบบวิทยาศาสตร์ของ Frederick W. Taylor มาใช้ร่วมกับหลักการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวของ Frank & Lillian Gilbreth และริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้ำ โดยถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ในกระบวนการ คือ ความสูญเปล่า ต้องพยายามขจัดให้หมดไป และนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบการรถยนต์ของบริษัท จากวิธีการดังกล่าวชิ้นส่วนและวัตถุดิบจะถูกผลิตขึ้นแล้วส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยไม่ได้พิจารณาถึงความต้องการ ระดับดังกล่าวจึงเรียกว่า “ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ” (Mass Production) คือผลิตแบบปริมาณมาก รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะในส่วนของต้นทุนทางอ้อมต่อหน่วยให้ต่ำลง บริษัท Ford ประสบความสำเร็จจากการใช้ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณอย่างยิ่ง หลายปีต่อมาจากความสำเร็จของบริษัท Ford, Eiji Toyoda และ Talichi Ohno ผู้บริหารของบริษัท Toyota พยายามนำแนวคิดของ Ford ไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทตนที่ประเทศญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทฯ ไม่เหมาะกับการนำไปใช้ เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้างระบบการผลิตที่เน้นปริมาณตามแบบอย่างของ Ford ทางบริษัท Toyota จึงร่วมกันพัฒนาระบบการผลิตขึ้นจากประสบการณ์ที่พบโดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะ การปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซุปเปอร์มาเก็ตหรือระบบดึงมาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่าระบบการผลิตแบบ Toyota (Toyota Production System: TPS) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System: JIT) ในปี ค.ศ. 1990 James P. Womack, Daniel T. Jones และ Daniel Roos ได้ร่วมกันแต่งหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า “The Machine that Changed the World” ซึ่งเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกา เพื่ออธิบายว่าบริษัทหล่านี้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการกระบวนการได้อย่างไร จากนั้นทั่วโลกจึงเริ่มรู้จัก และใช้คำว่า “ระบบ Lean” โดยสรุปแล้ว

วิวัฒนาการของระบบ Lean เริ่มต้นจากระบบการผลิตแบบงานหัตถกรรม มาสู่ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ จนกระทั่งพัฒนาเป็นระบบการผลิตแบบ Lean ที่มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง

ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และนพดล อิ่มเอม (2552) ได้ระบุเกี่ยวกับ ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) และเชื่อว่าระบบการผลิตแบบลีนมีความสำคัญต่อระบบการผลิตมีดังต่อไปนี้

- Henry Ford และ Charless Sorensen ที่เป็นมือขวาของเขาได้จัดสายการผลิตซึ่งประกอบไปด้วยคน เครื่องจักร เครื่องมือ และผลิตภัณฑ์ให้เป็นระบบแบบต่อเนื่อง (Continuous System) สำหรับผลิตรถยนต์ฟอร์ดรุ่น T ในปี ค.ศ. 1910

- Taiichi Ohno อดีตรองประธานบริษัท Toyota Motor Corporation ได้พัฒนาระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System, TPS) หรือระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Manufacturing) ขึ้นมาตั้งแต่สมัยที่ยังเป็นผู้จัดการฝ่ายอัดขึ้นรูป

- James P. Womack ผู้เขียนหนังสือ “The Machine That Changed The World” ที่กล่าวถึงประวัติการผลิตรถยนต์ รวมถึงศึกษาและวิเคราะห์โรงงานประกอบรถยนต์ของญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป ทำให้เกิดคำว่า “Lean Manufacturing” ขึ้นเป็นครั้งแรก

Lean Manufacturing เป็นคำที่บัญญัติขึ้นหลังจาก James P. Womack ได้มีการศึกษาระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) มาเป็นเวลาหลายปี แล้วสรุปออกมาเป็นสิ่งที่เขาเรียกว่า แนวคิดและหลักการผลิตแบบลีน จึงอาจกล่าวได้ว่า ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นรากฐานของระบบการผลิตแบบลีน

แนวคิดหลัก 4 ประการที่เป็นพื้นฐานของระบบการผลิตแบบโตโยต้ามีดังต่อไปนี้

1. Just in Time หรือระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

2. Autonomation หรือ Jidoka เป็นการควบคุมการผลิตแบบอัตโนมัติ ซึ่งสายการผลิตหรือเครื่องจักรจะหยุดทันทีเมื่อตรวจพบของเสีย

3. Flexible Workforce เป็นการปรับจำนวนพนักงานที่ทำงานให้สอดคล้องกับระดับการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

4. Creativity เป็นการใช้ประโยชน์จากคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะของพนักงาน

วิทยา สุหฤทดำรง (2548) กล่าวว่า สิ่งที่ Toyota ได้สร้างขึ้นนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการก้าวไปสู่ความเป็นสุดยอดที่เห็นได้เป็นรูปธรรมมากที่สุดนั้น ได้แก่ ปรัชญาด้านการผลิต ซึ่งเรียกว่า “ระบบการผลิตแบบโตโยต้า” (Toyota Production System: TPS) ถือเป็นวิวัฒนาการครั้งสำคัญของกระบวนการทางธุรกิจที่มีประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นภายหลัง “ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณมาก” (Mass Production System) ที่คิดค้นโดย Henry Ford ระบบ TPS ได้ถูกบันทึก วิเคราะห์ และถูก

นำไปใช้ในบริษัทอื่นต่างอุตสาหกรรมในทุกหนทุกแห่งทั่วโลก นอกจากนี้ TPS ยังเป็นที่รู้จักภายนอกบริษัท Toyota ว่าคือ “ลีน” (Lean) หรือ “ระบบการผลิตแบบลีน” (Lean Production) ตั้งแต่หนังสือ The machine that Changed the World (Womack, Jones, Roos, 1991) และ Lean Thinking (Womack, Jones, 1996) ซึ่งผู้แต่งได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่ารากฐานงานวิจัยเกี่ยวกับลีนของพวกเขานั้นได้มาจากระบบ TPS ซึ่งมาจากการพัฒนาของ Toyota

แนวคิดแบบลีน (Lean Concept)

วิโรจน์ ลักขณาอดิศร (2552) ระบุว่า ลีน (Lean) เป็นแนวคิดในการบริหารกระบวนการผลิตให้กระบวนการสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องโดยมีมาตรฐานที่เชื่อถือได้ ไม่มีความสูญเปล่าเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด 3M ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่

1. Muda คือ ความสูญเปล่า (Waste) ในการค้นหา Muda ในกระบวนการผลิต ได้แก่

- ลูกค้า (อาจจะเป็นลูกค้าภายในซึ่งเป็นกระบวนการถัดไป) ต้องการหรือคาดหวังอะไรจากการปฏิบัติงานของกระบวนการนี้

- มีวิธีที่ดีกว่านี้หรือไม่ที่จะทำให้เราใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่านี้ หรือประหยัดแรงกว่าโดยที่ไม่เกิดผลกระทบต่อลูกค้า

- มีวิธีที่ดีกว่านี้หรือไม่ที่จะทำให้เราประหยัดวัตถุดิบกว่าที่เป็นอยู่โดยที่ไม่เกิดผลกระทบต่อลูกค้า

- มีวิธีที่ดีกว่านี้หรือไม่ที่จะทำให้เราเพิ่มผลผลิตได้ในเวลาเท่าเดิมโดยที่ไม่เกิดผลกระทบต่อลูกค้า

2. Mura คือ ความไม่สม่ำเสมอ (Variation) ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถสังเกตได้จาก

- พนักงานมีการรอคอยในการทำงานในบางช่วงเวลาหรือเกิดการรอขึ้นเป็นพัก ๆ อันเนื่องมาจากระบบการปฏิบัติงานหรือการวางแผนการผลิต

- คุณภาพของผลิตภัณฑ์มีปัญหาเป็นช่วง ๆ

- การผลิตเกิดการติดขัดบ่อย ๆ หรือต้องหยุดการผลิตเพื่อมาแก้ไขชิ้นงานบ่อย ๆ

3. Muri คือ สภาวะที่เกินกำลัง เป็นการทำงานที่เกินกำลังทั้งกำลังคน และเครื่องจักร ทำให้เกิดความล้าสะสม แนวทางในการแก้ไข Muri นั้น องค์กรส่วนใหญ่มักจะแก้ไขด้วยการเพิ่มกำลังคน ถ้าคนทำงานหนักเกินไป หรือเพิ่มเครื่องจักร กรณีที่เครื่องจักรทำงานมากเกินไป ซึ่งเป็นแนวทางที่ไม่ถูกต้องนัก องค์กรควรจะเข้ามาตรวจสอบวิธีการทำงานว่าจะมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใด ๆ ที่จะทำให้ทุ่นแรงการทำงาน หรือลดภาระงานเครื่องจักร หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มมาก

ขึ้นได้หรือไม่ อีกประการหนึ่งของ Mura คือ ปัญหาคอขวดที่กระบวนการผลิตใดกระบวนการหนึ่ง โดยพนักงานที่ทำงานในกระบวนการดังกล่าวอาจจะทำงานล่วงเวลาอย่างมากมาย แต่ก็ยังไม่สามารถทำงานได้ทัน ทำให้เกิดเป็นคอขวดของการผลิต

เกียรติขจร โฆมมานะสิน (2550) มองว่า แนวคิดของระบบ Lean กับการเพิ่มผลผลิต เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้คุ้มค่า Lean คือ การบูรณาการแนวคิด กิจกรรม และวิธีการที่เป็นระบบในการระบุและกำจัดความสูญเปล่า หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึงทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยอาศัยแนวคิดการเพิ่มผลผลิตซึ่งมุ่งที่จะผลิตสินค้าหรือบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้ทรัพยากรการผลิตที่น้อยกว่า (Doing More with Less) เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงองค์กร สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบ Lean คือ ความสูญเปล่าภายในกระบวนการผลิต ถ้าหากองค์กรดำเนินงานโดยมีความสูญเปล่ามากเท่าใด ผลิตภาพขององค์กรก็จะยิ่งถูกฉุดให้ลดต่ำลงเท่านั้น เนื่องจากเกิดความสูญเปล่าขึ้นจะทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้คุณภาพลดลง

James P. Womack และ Daniel T. Jones ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักของการสร้างระบบการผลิตแบบ Lean ในหนังสือชื่อ “Lean Thinking” โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุคุณค่าของสินค้าและบริการในมุมมองของลูกค้าไม่ว่าจะเป็นลูกค้าภายใน และลูกค้าภายนอก (Specified Value)

- ระบุคุณค่า (Value) ของผลิตภัณฑ์จากมุมมองของลูกค้า
- ไม่ควรกำหนดคุณค่าจากมุมมองของบริษัท องค์กร หน่วยงาน หน้าที่ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน
- ไม่ว่าจะเป็นสินค้า หรืองานบริการ จำไว้ว่า “ลูกค้าต้องการแค่เพียงสิ่งที่ตอบสนองความต้องการหรือแก้ไขปัญหาให้พวกเขาได้เท่านั้น”

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกระแสคุณค่า (Value Stream) ในทุก ๆ ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน และการผลิตสินค้า การจัดจำหน่าย ฯลฯ เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดที่ไม่เพิ่มคุณค่าและเป็นความสูญเปล่า

- กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ก่อนวางจำหน่าย
- ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าจนกระทั่งจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า
- การรับวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบมาผลิตจนกระทั่งจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปถึงมือลูกค้า

ขั้นตอนที่ 3 ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ที่มีคุณค่าเพิ่มดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง (Flow) พยายามทำให้กระบวน การดำเนินงานไปได้โดยปราศจาก

- การอ้อม (Detours)
- การย้อนกลับ (Backflows)
- การคอย (Walting)
- ของเสีย (Scrap)

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ระบบดึง (Pull) โดยให้ความสำคัญเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น

- ทำเฉพาะสิ่งที่มีความต้องการ ตามปริมาณที่ต้องการภายในเวลาที่ต้องการเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 สร้างคุณค่า และกำจัดความสูญเปล่า โดยค้นหาส่วนเกินที่ถูกซ่อนไว้ซึ่งเป็นความสูญเปล่า และกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง (Perfection) โดย

- ทำการกำจัดความสูญเปล่า (Wastes/ Muda) ในทุก ๆ กิจกรรม และสินทรัพย์ที่ใช้งานโดยพิจารณาความจำเป็นจากลูกค้าเป้าหมาย
- ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือคือ การปรับปรุง (Evolution/ Kaizen) และนวัตกรรม (Revolution/ Kaikaku)

การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) (สุมน มาลาสิทธิ์, 2547)

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้นจะแยกออกเป็นสองส่วนย่อย คือ วิธีการผลิต และระบบข้อมูลที่ใช้ในระบบการผลิต

วิธีการผลิตเป็นวิธีการผลิตในระบบที่ต้องทำสามอย่างด้วยกัน

1. การปรับปรุงการผลิตให้เรียบ (Smooth Production) หมายถึง การทำให้การผลิตเป็นล็อตเล็ก ๆ เพื่อให้สามารถเห็นข้อบกพร่องได้ชัดเจน และคุณภาพชิ้นงานที่ดีขึ้น และใช้เวลาน้อยในการตั้งเครื่องจักร เช่น เวลาต้องการเปลี่ยนรุ่นแบบใหม่ ๆ ก็ทำได้อย่างรวดเร็ว
2. การออกแบบวิธีการผลิต และเครื่องมือให้พนักงานสามารถทำงานได้หลายหน้าที่
3. มีการทำงานแบบมีมาตรฐานงานให้งานเสร็จตามเวลาของรอบเวลาการผลิต (Cycle) ระบบข้อมูลจะใช้แผ่นบัตร ซึ่งเรียกว่า แผ่นกัมบัง (Kanban) ใช้สื่อสารระหว่างแผนกต่าง ๆ ในโรงงาน

หลักการของการผลิตแบบทันเวลาพอดี หลักการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้คือ

1. หน่วยงานหลังดึงชิ้นงานจากหน่วยงานหน้า (Pull System)
2. ผลิตเพียงชิ้นเดียวในแต่ละรอบการผลิต (Cycle)

3. มีการเฉลี่ยระดับการผลิต (Smooth Production)

4. กำจัดส่วนที่ผลิตมากเกินไป

หน่วยงานหลังดึงชิ้นงานจากหน่วยงานหน้า (Pull System) ในการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกกระบวนการผลิตทำงานด้วยอัตราความเร็วเท่า ๆ กัน ไม่ใช่บางสถานีทำงานช้าเปรียบเสมือนขบวนรถไฟ 1 ขบวน อัตราความเร็วที่ ไม่เท่ากันเกิดจากหลายปัจจัย เช่น การขาดชิ้นส่วน ชิ้นส่วนไม่ได้คุณภาพเพียงพอ พนักงานไม่เพียงพอ เครื่องจักรมีปัญหาต้องหยุดชะงัก เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถผลิตในอัตราเดียวกันได้หน่วยงานหลังจะดึงชิ้นงานจากหน่วยงานหน้าเพื่อนำมาประกอบในงานที่สถานีที่ตนเองรับผิดชอบเท่านั้น ส่วนหน่วยงานหน้าเมื่อถูกดึงชิ้นส่วนไปเท่าไหร่ก็จะผลิตชิ้นส่วนขึ้นมาเติมตามจำนวนที่ถูกดึงไปเท่านั้น

ผลิตเพียงชิ้นเดียวในแต่ละรอบการผลิต (Cycle) ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้น จะผลิตเพียงชิ้นเดียวในแต่ละรอบ (Cycle) หมายความว่าใน 1 รอบการผลิต เช่น 5 นาทีต่อหนึ่งรอบการผลิตจะผลิตสินค้าออกมาหนึ่งหน่วย เช่น ทุก ๆ 5 นาที จะมีรถจักรยานยนต์ออกมา 1 คัน ซึ่งก็หมายความว่าชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้นที่ใช้ในการประกอบรถจักรยานยนต์ก็จะต้องผลิตทุก ๆ 5 นาที เช่นกัน ไม่เช่นนั้นแล้วก็จะมีส่วนเกินความจำเป็นทำให้ต้องเปลืองเนื้อที่เก็บสินค้า

การเฉลี่ยระดับการผลิต (Smooth Production) การเฉลี่ยระดับการผลิต หมายถึงการผลิตสินค้าหลากหลายรูปแบบตามที่ตลาดต้องการในวันเดียวกัน ไม่ใช่ผลิตวันเดียวแบบเดียวทั้งวัน เนื่องจากความต้องการสินค้าในท้องตลาดมีความไม่แน่นอน และในปริมาณที่ต่างกัน เช่น รถยนต์ลูกค้าไม่ได้ต้องการรถรุ่นใดรุ่นหนึ่งโดยเฉพาะ และสีที่นิยมก็ต่างกัน ดังนั้นโรงงานต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้ มิฉะนั้นก็จะเสียตลาดให้กับคู่แข่งขันที่สามารถตอบสนองได้ การผลิตจึงต้องผลิตผสมหลายรุ่นและหลายสีในวันเดียวกัน เพื่อสนองความต้องการของตลาดโดยผลิตเฉลี่ยแต่ละแบบตามความต้องการตลาดเป็นหลัก

กำจัดส่วนที่ผลิตมากเกินไป ในโรงงานบางครั้งเราพบว่าจะมีส่วนเกินที่ไม่ก่อประโยชน์มากมาย เช่นการผลิตเกินความต้องการ สินค้าคงเหลือมากมาย เป็นต้น ต้องกำจัดออกไปเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ระบบการผลิตเป็นแบบหยุดอัตโนมัติได้ (Autonomation) หมายถึง เมื่อใดก็ตามที่เกิดสิ่งผิดปกติในสายการผลิตเกิดขึ้น สายการผลิตนั้นก็จะหยุดทำงานทันทีตลอดทั้งสายการผลิตโดยพนักงานสามารถหยุดงานด้วยตนเองและหัวหน้างานก็จะรีบเข้าดูแลแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สาเหตุที่ต้องมีการผลิตแบบหยุดอัตโนมัติเพื่อป้องกันการผลิตเกินความต้องการและได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพและพนักงานควบคุมสิ่งผิดปกติได้ง่ายขึ้น

การใช้ความสามารถที่มีอยู่ในตัวพนักงาน ระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นระบบงานที่สร้างระบบการเคารพความเป็นมนุษย์โดยได้เน้นถึง

1. การกำจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงาน การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นในการผลิตมาจากหลายสาเหตุ เช่นการผลิตที่เกินความจำเป็น คือ ผลิตเกิน 1 ชิ้นในแต่ละวัฏจักรของการผลิต หรือเกิดจากการขนย้ายวัตถุดิบมากกว่าการทำชิ้นงาน หรือการจัดผังการทำงานไม่มีประสิทธิภาพทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าไม่สะดวก เป็นต้น

2. ความปลอดภัยของพนักงาน การผลิตที่จะให้ได้คุณภาพและประสิทธิภาพนั้น สถานที่ทำงานควรจะต้องเป็นระเบียบ ปลอดภัย พนักงานมีระเบียบวินัยในการทำงาน เมื่อใช้สิ่งของแล้วควรเก็บให้เป็นระเบียบ สถานที่ทำงานควรมีกฎระเบียบในการปฏิบัติงานเพื่อช่วยให้สถานที่ทำงานเป็นระเบียบซึ่งจะส่งผลให้ลดอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้ และพนักงานก็จะรู้สึกปลอดภัย

3. การแสดงความสามารถอย่างไม่สิ้นสุดของพนักงาน ในระบบการผลิตแบบทันเวลาพนักงานสามารถใช้ความสามารถในตัวออกมาอย่างไม่สิ้นสุด คือ สามารถหยุดสายการผลิตได้ ถ้าพบปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วหัวหน้างานก็จะรีบเข้ามาดูปัญหา และพยายามแก้ไขปัญหาให้เร็วที่สุด กิจกรรมที่ช่วยให้ใช้ความสามารถอย่างไม่สิ้นสุด เช่น กิจกรรมปรับปรุงการทำงาน กิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้พนักงานแสดงความสามารถได้อย่างไม่หยุดยั้ง

การผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) กับการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร (TQM) ถึงแม้ว่า JIT จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงก็ตามแต่คุณภาพอาจจะทำได้ไม่ดีตามสม่ำเสมอตลอดไป ดังนั้นถ้าโรงงานต้องการให้คุณภาพของสินค้าดีขึ้นอย่างมั่นใจก็ควรใช้วิธีการ ควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์การ (TQM) จะช่วยให้โรงงานนั้นผลิตสินค้ามีทั้งคุณภาพและมีต้นทุนต่ำพร้อม ๆ กัน

TQM (Total Quality Management) คือ การควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กรมาใช้ร่วมกับการผลิตแบบ JIT เชื่อว่าย่อมจะให้ผลที่ดีกว่าเพราะ TQM จะเน้นการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอนในการผลิตสินค้าจนกว่าจะมาเป็นสินค้าสำเร็จรูป ส่วน JIT นั้นเน้นเรื่องการลดต้นทุนการผลิตโดยกำจัดการสูญเปล่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิตในสายการผลิตในประเทศญี่ปุ่นได้ริเริ่มทำ กิจกรรมกลุ่มสร้างคุณภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงให้เกิดการควบคุมคุณภาพแบบทั่วทั้งองค์กรเกิดขึ้น

ผลกระทบของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) ผลกระทบของโรงงานที่ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีนั้นจะช่วยให้เกิดสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและลดของเสียให้น้อยลง เนื่องจากพนักงานผลิตรอบละ 1 ชิ้น ดังนั้นจึงสามารถเห็นข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขทันทีและไม่ส่งต่อไปยังหน่วยงานต่อไปนี้ วิธีนี้จึงทำให้คุณภาพของสินค้าดีต่างกันกับการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ (Mass Production) พนักงานไม่สนใจสินค้าสนใจแต่ปริมาณให้ได้ตามเป้าที่เพียงพอแล้ว

2. จูงใจพนักงานในเวลาทำงาน เพราะสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของลูกค้า พนักงานจะสามารถคิดปรับปรุงงานได้อย่างเต็มความสามารถ เมื่อสามารถแก้ไขได้ก็จะทำให้เกิดความภาคภูมิใจ จูงใจอยากทำงานยิ่งขึ้น งานที่ทำทีละน้อย ๆ ยิ่งจะเห็นข้อบกพร่องได้ง่าย และแก้ไขได้จนได้คุณภาพ

3. เพิ่มความรับผิดชอบให้กับพนักงาน พนักงานในสายการผลิตจะมีความรับผิดชอบสูงกว่าการผลิตแบบครั้งละมาก ๆ เพราะจะต้องผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพเท่านั้น เมื่อถูกติงชิ้นงานจากหน่วยงานหลังพนักงานจะช่วยเหลือกัน เมื่องานในสายการผลิตมาก แต่แบบตะวันตกพนักงานจะทำงานแต่ใบสั่งงานเท่านั้น

4. มีการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย เช่นกิจกรรมคิวซีซี หรือที่รู้จักว่ากลุ่มกิจกรรมกลุ่มสร้างคุณภาพ เป็นกิจกรรมที่ให้พนักงานในสายการผลิตเดียวกันร่วมกันแก้ปัญหา พนักงานรู้จักแก้ปัญหาเป็นทีม ส่งผลให้การทำงานร่วมกันดีขึ้น

5. ไม่มีสินค้าสำรองเพื่อความปลอดภัยซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตได้มาก เพราะสินค้าคงเหลือเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตที่มีผลอย่างมากต่อต้นทุนสินค้า

6. ลดแรงงานทางอ้อม แรงงานทางอ้อมที่ลดก็คือ ลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดจากการผลิตเกินความจำเป็น

7. เพิ่มผลผลิตและตอบสนองความต้องการของตลาด เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ ลดความสูญเปล่า

การจัดลำดับงาน และตารางการผลิต (Sequencing and Scheduling)

จินตนัย ไพรสณฑ์ และคณะ (2551) การจัดตารางการทำงานเป็นการมอบหมายงานให้กับหน่วยปฏิบัติการ ส่วนการกำหนดภาระงานเป็นเทคนิคการควบคุมกำลังการผลิตโดยให้ความสำคัญกับหน่วยงานที่ปฏิบัติงานเกินกำลังหรือน้อยกว่ากำลังการผลิตที่หน่วยงานนั้นมีอยู่ สำหรับการจัดลำดับงานนี้จะเป็นการจัดลำดับของงานก่อนที่จะมอบหมายให้หน่วยปฏิบัติการทำงานอย่างเป็นลำดับตามคำสั่งนั้น ซึ่งกฎการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการจัดลำดับงาน (Priority Rules) จะให้แนวทางของการเรียงลำดับงานที่จะเข้าไปสู่กระบวนการ กฎดังกล่าวจะเน้นการนำไปใช้ในระบบปฏิบัติการที่มุ่งเน้นกระบวนการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาของการปฏิบัติงาน ลดจำนวนงานที่อยู่ในระบบ และลดความล่าช้าของงาน รวมไปถึงการพยายามเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในหน่วยปฏิบัติการให้ได้มากที่สุด โดยที่กฎการจัดลำดับความสำคัญที่นิยมใช้ ได้แก่

1. กฎเลือกงานมาก่อนทำก่อน (First Come, First Served – FCFS) เป็นกฎของการให้หน่วยงานทำงานตามคิว ซึ่งงานไหนเข้ามาก่อนก็ให้ทำงานนั้นก่อน

2. กฎเลือกงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดมาทำก่อน (Shortest Processing Time – SPT) เป็นกฎที่เลือกงานที่ง่ายและใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยที่สุดมาทำก่อน

3. กฎเลือกงานที่ใกล้กำหนดส่งมอบมากที่สุดมาทำก่อน (Earliest Due date – EDD) เป็นกฎที่เลือกงานที่มีกำหนดส่งมอบใกล้ที่สุดมาทำก่อน

4. กฎเลือกงานที่ใช้เวลาทำงานยาวนานที่สุดมาทำก่อน (Longest Processing time – LPT) เป็นกฎที่เลือกงานที่ใช้เวลายาวนานที่สุด ซึ่งมักจะเป็นงานที่มีความสำคัญมากที่สุดมาทำก่อน

การจัดตารางการทำงานที่มีประสิทธิภาพจะเป็นตัวช่วยสนับสนุนให้ระบบ JIT ดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ช่วยเพิ่มความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และลดปริมาณสินค้าคงคลังในส่วนของขนาดการผลิต และงานระหว่างทำ

พิภพ ลติตาภรณ์ (2547) ได้กล่าวว่า การจัดตารางการผลิตในโรงงานค่อนข้างจะเป็นปัญหาที่ยุ่งยาก หัวหน้างานหรือผู้มีหน้าที่ในการจัดตารางการผลิตสามารถที่จะจัดการกับปัญหาการจัดลำดับงานได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุด คือ ไม่สนใจปัญหาแล้วจัดลำดับงานแต่ละงานโดยวิธีสุ่ม แต่สำหรับวิธีที่มีผู้นิยมใช้กันบ่อยมากที่สุด คือ วิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) วิธีนี้มักจะไม่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่ให้ผลลัพธ์ที่ดี อย่างไรก็ตาม ถ้าแผนการจัดตารางการผลิตที่สมบูรณ์แบบเป็นไปไม่ได้หรือเป็นไปได้ยาก เราก็ย่อมต้องการแผนการจัดตารางการผลิตที่ใกล้เคียงกับแผนที่สมบูรณ์แบบนั้น

สำหรับวัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิตมีอยู่มากมาย แต่ที่เห็นชัดที่สุด คือ เพิ่มประโยชน์การใช้งานของหน่วยงาน ซึ่งก็คือการลดช่องว่างงานของหน่วยงาน สำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน วัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิตที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ลดการสะสมของงานในระหว่างงานต่อหน่วยงาน (In Process Inventory) และวัตถุประสงค์สุดท้ายสำหรับการกำหนดตารางการผลิต คือ ลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด หรือพยายามทำให้ใบสั่งงานทุกใบเสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้ แต่ไม่มีวิธีใดโดยเฉพาะที่สามารถลดเวลาเฉลี่ยของการส่งงานไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness) แต่มีวิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้มีดังนี้

1. รับก่อนทำก่อน (First Come-First Served) กล่าวคือ งานที่เข้ามาที่หน่วยงานหรือเครื่องจักรจะเข้าแถวคอยรับบริการตามลำดับก่อนหลังของการมาถึงที่หน่วยงาน

2. ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Procesing Time) คือ งานใดที่ใช้เวลาการทำงานน้อยที่สุด จะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยถัดไปก็เป็นอันดับที่ 2, 3 และ 4 จนกระทั่งถึงอันดับที่ k เมื่อ k คือ จำนวนงานทั้งหมดที่คอยอยู่

3. การทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน (Longest Processing Time) งานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อน

4. ทำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date)

5. ทำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack Time) ในกรณีชิ้นงานนั้นจะต้องผ่านหลายหน่วยงาน ให้ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่า Slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน

6. เข้าทีหลังทำก่อน (Last Come First Serve) งานที่เข้ามาในหน่วยงานหลังสุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อนงานอื่น

สรุปจากหลักเกณฑ์ข้างต้นในการประยุกต์ใช้ต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์นั้น สามารถนำหลักเกณฑ์ Earliest Due Date (ทำงานที่จะถึงกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน) เพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS (สุลภัส เครือกาญจนา, 2550)

การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ดังนี้

1. E (Eliminate) กำจัดทิ้ง
2. C (Combine) รวมเข้ากัน
3. R (Rearrange) สับเปลี่ยน
4. S (Simplify) ทำให้ง่ายเข้า

วิธี ECRS เริ่มจากการกำจัดทิ้ง มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกไปด้วยการมองเรื่อง “การกำจัดทิ้ง” เช่น งานที่เคยจำเป็น แต่ตอนนี้ไม่เป็นประโยชน์แล้ว งานมากเกิน (ความจำเป็น) ซึ่งดูเหมือนเข้าไปอยู่ในโลกของงานอดิเรกที่เต็มไปด้วยหลักของความสมบูรณ์แบบ งานที่ซ้ำซ้อนกับแผนกอื่น สิ่งที่ดีที่สุดสำหรับงานเหล่านี้ คือ การเลิกทำ

2. สำหรับงานซึ่งไม่อยู่ในขอบข่ายของ “การกำจัดทิ้ง” ดังกล่าวข้างต้น ให้พิจารณา “การรวมเข้ากัน” แทน เช่น “งานขึ้นรูปกับการห่อบรรจุ สามารถทำพร้อมกันได้หรือไม่”

3. ต่อจากนั้น พิจารณา “การสับเปลี่ยน” ว่า ถ้าเปลี่ยนวิธีทำเป็นแบบอื่น หรือใส่สิ่งอื่นเข้าไปแทนจะเป็นอย่างไร เช่น “นำขั้นตอนการตรวจสอบมาไว้ก่อนได้หรือไม่” เป็นต้น

4. สุดท้ายให้พิจารณา “การทำให้ง่ายเข้า” เช่น “สามารถทำเอกสารซึ่งปกติทำ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ในครั้งเดียวได้หรือไม่”

แนวการประยุกต์ใช้หลักพื้นฐาน ECRS

E (การกำจัดทิ้ง)

- ยกเลิกงานต่อโอนโทรศัพท์
- ตัดหัวข้อการตรวจสอบที่มากเกินไปออกบางส่วน
- จัดสถานที่ดำเนินงานให้อยู่ใกล้เคียงกันเพื่อลดการขนส่ง

C (การรวมเข้ากัน)

- ให้คนเดียวกันทำทั้งงานรับเรื่องและพิมพ์ข้อมูลใส่เครื่อง
- รวมใบแจ้งความจำนงและใบรายงานเป็นใบเดียวกัน
- ทำงานตรวจสินค้าและกรอกข้อมูลการตรวจรับไปพร้อมกัน

R (การสับเปลี่ยน)

- ทำงานที่ต้องลงบันทึกเสียก่อน (เปลี่ยนลำดับ)
- เปลี่ยนการเชื่อมเป็นการติดแทน
- เปลี่ยนจากอะไหล่ (Parts) พิเศษเฉพาะมาเป็นอะไหล่มาตรฐานที่มีอยู่ในท้องตลาด

S (การทำให้ง่ายเข้า)

- ลดชนิดของอะไหล่มาตรฐานให้น้อยลง
- สร้างมาตรฐานขั้นตอนการปิดบัญชีประจำเดือน
- แบ่งงานออกแล้วทำให้ง่ายเข้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจ่าง (2554) พิจารณาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและก่อให้ เกิดความแปรปรวนคือ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตและเอกสารการทำงานของฝ่ายผลิตรวมถึงผลการดำเนินการจากการปรับปรุงนั้น สามารถกำจัดต้นเหตุ ของสิ่งที่ทำให้เกิดของเสียได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และผลของการปรับปรุงกระบวนการแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาศักยภาพในการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเกือบร้อยละ 100 หลังจากการแก้ไขข้อบกพร่อง ประสิทธิภาพของการดำเนินงานบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 80 สามารถลดของเสียได้ถึง ร้อยละ 85 โดยผลกระทบที่พบหลังการปรับปรุงแล้วเป็นผลที่เกิดจากปัจจัยใหม่ แต่ลักษณะผลกระทบนั้นมี

ประโยชน์ อย่างยิ่งในการพัฒนาปรับปรุงและยังสามารถกำหนดแนวทางป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นมาได้อีกในการผลิตครั้งต่อไป

ธีรศักดิ์ มงคลสวัสดิ์ (2551) นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการจัดส่งชิ้นส่วนเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบรถยนต์ตามแนวทางการผลิตแบบลีน ซึ่งพบว่ากระบวนการการจัดส่งชิ้นส่วน ณ ปัจจุบันส่งผลให้เกิดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เกิดคุณค่าต่อการประกอบ และการจัดเก็บชิ้นส่วนในกระบวนการมากเกินความต้องการ จึงได้นำเสนอระบบการจัดส่งชิ้นส่วนแบบลีน ซึ่งเป็นการจัดส่งชิ้นส่วนที่ต้นกระบวนการประกอบตามจำนวนและลำดับความต้องการใช้งาน และใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่ทำให้ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ (Moving) ไปยังจุดประกอบในเวลาที่ต้องการ ซึ่งสามารถลดระยะทางการเดินเพื่อหยิบชิ้นส่วนในกระบวนการประกอบจาก 28 ก้าวเป็นไม่เกิน 4 ก้าว และลดการหมุนตัวโดยเฉลี่ยจาก 4 ครั้ง เป็น 1 ครั้งตลอดกระบวนการ นอกจากนี้ยังสามารถลดชั้นวางชิ้นส่วนจาก 40 ยูนิต เหลือ 11 ยูนิต ส่งผลให้ใช้พื้นที่เพียง 24.75 ตร.ม. จากเดิม 88.52 ตร.ม. โดยไม่มีปัญหาด้านอื่น ๆ แต่อย่างไร ซึ่งสรุปได้ว่าระบบการจัดส่งชิ้นส่วนแบบลีนที่นำเสนอสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุบลวรรณ อ้นโต (2551) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์โดยการสร้างแผนภูมิคุณค่าสถานะปัจจุบัน เพื่อช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิตร่วมกับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบการผลิตปัจจุบัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือก พัฒนาแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคต โดยการจำลองในแบบจำลองสถานการณ์ระบบในอนาคต โดยนำเครื่องมือและเทคนิคของระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ ซึ่งระบบการผลิตแบบลีนที่นำมาประยุกต์มีทั้งสิ้น 3 เทคนิค ได้แก่ การผลิตแบบไหลทีละชิ้นหรือการไหลอย่างต่อเนื่อง การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วมและการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร จากการจำลองสถานการณ์ในการขจัดความสูญเปล่า สามารถลดระยะเวลาการผลิตรวมเดิมจาก 16.20 วัน ลงเหลือเพียง 12.73 วัน หรือคิดเป็น ร้อยละ 21.42 จากนั้นนำผลที่ได้จากการจำลองสถานการ์ระบบในอนาคตมาดำเนินการสร้างเป็นแผนภูมิคุณค่าสถานะอนาคต

ภาวิณี อาจปรุ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน (2551) ทำวิจัยเพื่อลดความสูญเปล่าในสายการผลิตเบรกเกอร์ โดยพยายามขจัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non Value Added) ต่อตัวผลิตภัณฑ์ อาทิ เช่น ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay) การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น (Excess Motion) ความสูญเปล่าเนื่องจากงานเสีย (Defect) หรืองานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ (Rework) เป็นต้น ซึ่งสาเหตุที่กล่าวมานี้ทำให้โรงงานตัวอย่างมีต้นทุนที่ต้องสูญเสียเป็นเงิน 2,000,0000 บาทในปี พ.ศ. 2550 ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้เทคนิค (Root Cause) และการวิเคราะห์ โดยหลักการ 3T เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (T1) เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน (T2) เวลาไร้ประสิทธิภาพ (T3)

ซึ่งผลจากการที่ได้ปรับปรุงในส่วนของสายการผลิต พบว่า ความสูญเสียต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานั้นมีแนวโน้มลดลงโดยสามารถลดรอบเวลาการผลิต (Cycle time) ของผลิตภัณฑ์ จาก 51.41 เหลือ 41.97 วินาทีต่อชิ้น โดยมีจำนวนสถานีงานลดลงจากเดิม 20 เปอร์เซ็นต์ และ ลดสัดส่วนของงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า จาก 41 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 28 เปอร์เซ็นต์

ศิริเกียรติ เจริญด้วยศิริ (2551) ทำการค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนในระบบการผลิต แบบลีนของอุตสาหกรรมธุรกิจรองเท้า โดยการทำการออกแบบแบบสอบถามไปยังพนักงานกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเก็บข้อมูลจำนวน 48 คน เพื่อนำค่าที่ได้มาทำการทดสอบค่าทางสถิติหาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตแบบลีน ผลที่ได้จากการทำการทดสอบค่าทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ a = 0.05 สรุปผลได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการลดต้นทุนของระบบผลิตแบบลีน ประกอบด้วยปัจจัยด้านการบริหารจัดการด้านกำลังคนพนักงานทุกคน มีการพัฒนาปรับปรุงขบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยการวางแผนผังการไหลของชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และใช้การผลิตแบบดึงและคัมบังเพื่อให้เกิดการไหลชิ้นงานอย่างเป็นระบบตามความต้องการลูกค้า และปัจจัยด้านการลดขนาดกลุ่มผลิต เพื่อให้เกิดการผลิตง่ายและเกิดความยืดหยุ่นในการผลิตให้ดียิ่งขึ้นและช่วยในการบริหารจัดการการสั่งซื้อวัตถุดิบ

2. ปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์ในการลดต้นทุนการผลิตแบบลีนได้แก่ ปัจจัยด้านการควบคุมคุณภาพที่ต้นกำเนิด เพราะงานรองเท้าวัตถุดิบสามารถเลือกใช้วัตถุดิบได้ในการผลิตชิ้นส่วนและอีกปัจจัยหนึ่งคือการจัดการด้านเครื่องมือและการเปลี่ยนเครื่องมือให้รวดเร็ว เนื่องจากการผลิตสินค้าจะผลิตตามแผนงานที่มีการกำหนดจำนวนผลิตต่อวัน

3. ระบบการผลิตแบบลีนในธุรกิจรองเท้าสามารถลดต้นทุนการผลิตโดยรวมได้มากกว่าระบบการผลิตแบบครั้งละมาก ๆ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งให้เลือกในการจัดการพัฒนากระบวนการผลิต

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์ (2550) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการลดต้นทุนจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนกับการผลิตคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงการผลิตให้มีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบกับความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนโดยวิธีการศึกษาประกอบด้วย การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการออกแบบวิธีดำเนินงานวิจัยทำการสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ประมวลผลและสรุปผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติมาแปรผลและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้ด้วยหลักการทางสถิติ วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ระบบการผลิตแบบลีนในภาพรวมก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อองค์กร และนับเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อความสำเร็จขององค์กร

2. ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิต พบว่าการวางแผนผังการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการผลิตแบบดึงกับคัมบัง ไม่มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีน แต่คุณภาพที่ต้นกำเนิดและ การลดขนาดกลุ่มการผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิต โดยมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ทวีพร ขำดี และคณะ (2551) นำเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ของโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างแห่งหนึ่ง ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนครเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่า และใช้แนวคิดและเครื่องมือของลีน มาปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการประยุกต์การปรับปรุงแก้ไข คือ ในส่วนของกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ล้าช้า กระบวนการขนถ่ายผลิตภัณฑ์มากเกินความจำเป็น การแก้ไขด้านปริมาณผลผลิตต่ำ และอัตราการใช้เครื่องจักรต่ำ โดยมีแนวทางในการประยุกต์ใช้เครื่องมือของ ลีน คือ Kaizen, Work standardization, 5S, Cellular Manufacturing, Line balancing

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถลด Cycle Time จากเดิม 47 วินาที ลดลงเหลือ 36.48 วินาที และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นงานจากเดิมที่เคยผลิตได้ 450 ชิ้นต่อวันต่อคน เป็น 631 ชิ้น/ วัน/ คน นอกจากนี้ยังได้ทำวิเคราะห์กระบวนการผลิตที่ใช้พนักงานเพิ่มเป็น 2 คน ทำให้ Cycle Time ลดลงเหลือ 18.1 วินาที และสามารถเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นงานได้เป็น 1,272 ชิ้น/ วัน/ 2 คน

จากขั้นตอนการวิเคราะห์งาน ทำให้สามารถเสนอแนวทางแก้ไขในเรื่อง Jig, Fixture และอุปกรณ์ขนถ่าย ที่สามารถช่วยลดขั้นตอนการปฏิบัติงานและเวลาที่ใช้ในการผลิตลงได้ ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งยังทำให้ลดค่าใช้จ่ายของต้นทุนการผลิตลงด้วย

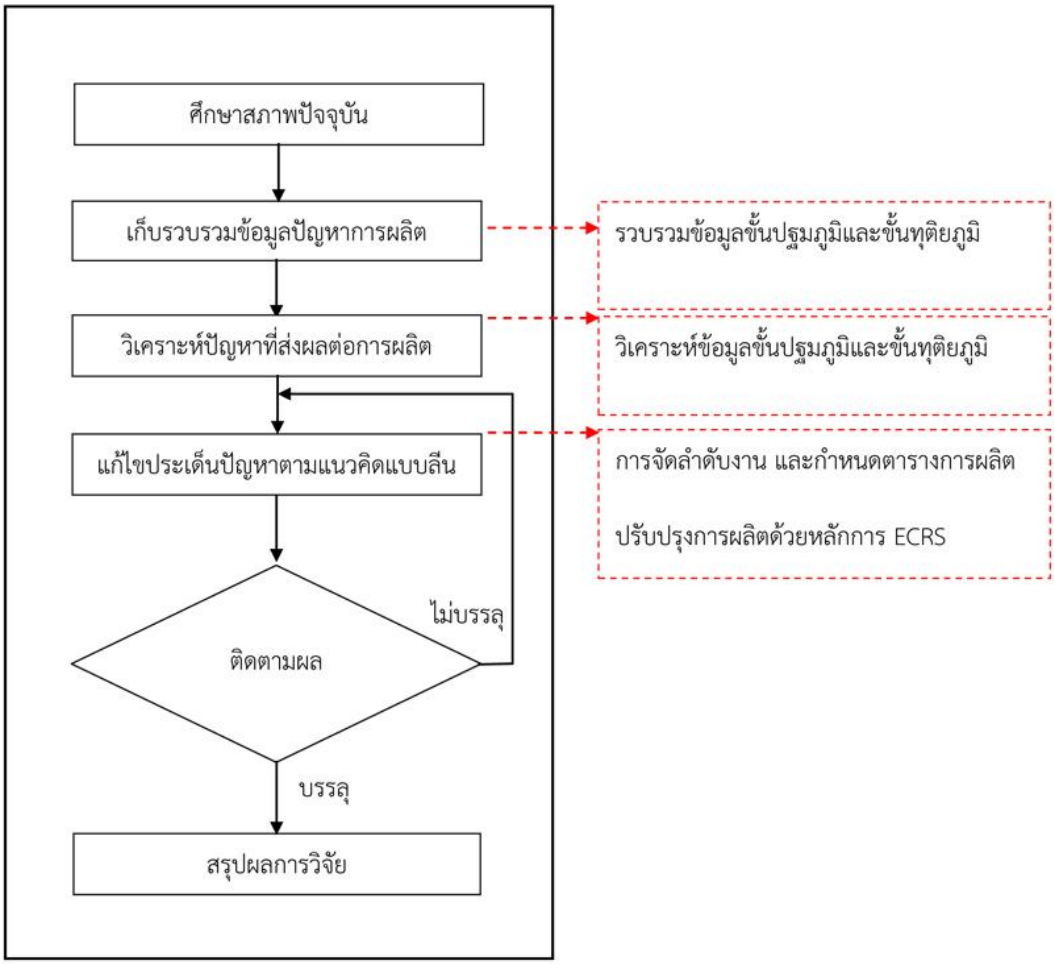
Taj and Berro (2006) ทำการประยุกต์ใช้การจัดการข้อจำกัดและการผลิตแบบลีน เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานประกอบรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของโรงงานประกอบรถยนต์และเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ารวมทั้งเพื่อเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของสายเชื่อมหุ่นยนต์ โดยใช้หลักการของการจัดการข้อจำกัดและการผลิตแบบลีน โดยประยุกต์ในการวิเคราะห์และระบุปัญหาจุดงานที่เป็นคอขวดของสายการผลิตและการจัดส่งให้ลูกค้า และในการระบุความสูญเปล่าของการผลิตนั้น ๆ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ต่าง ๆ เช่นแผนผังลำดับการทำงานและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ ในการระบุจุดงานที่เป็นคอขวด และลำดับงานของกระบวนการเชื่อม ผลของการประยุกต์ใช้การ

จัดการข้อจำกัดและการผลิตแบบลีนควบคู่กันนั้นส่งผลให้ภาพรวมของจุดงานที่เป็นคอขวดลดลง และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการจัดลำดับงาน กำหนดตารางการผลิต รวมทั้งหลักการ ECRS ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า โดยมีขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัย

กระบวนการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัจจุบัน

สืบเนื่องจากปัญหากลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เกิดภาวะการแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งด้านราคา คุณภาพ และการจัดส่ง ส่งผลให้องค์กรต้องมีการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลง และสร้างจุดแข็งเพื่อรักษาส่วนแบ่งทางการตลาด ในส่วนการผลิตสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันได้ด้วยการปรับตัวในสภาวะการแข่งขันที่ขึ้นอยู่กับเวลา (Time-Based Competition) เพื่อให้องค์กรมีความคล่องตัว (Agility) ใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด สะดวก รวดเร็ว ลดต้นทุน ลดเวลาที่ไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาปริมาณการรับคำสั่งซื้อในเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2555 และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาวิจัย ตลอดจนศึกษากระบวนการผลิต ตั้งแต่การเบิกจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูป เข้าสู่กระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิตในแต่ละสถานีงาน จนผลิตออกเป็นสินค้าสำเร็จพร้อมที่จะทำการส่งมอบ ซึ่งหากทำการศึกษาวิจัยและทำการพัฒนาในการลดเวลาความสูญเปล่าออกไปได้ก็จะส่งผลทำให้กระบวนการผลิต มีประสิทธิภาพดีมาก

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลของปัญหาจากการผลิต (Problem Statement)

เป็นการศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน ที่เป็นประเด็นปัญหาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในอดีตและเพื่อไว้ใช้เปรียบเทียบกับผลดำเนินงานในภายหลังจากที่มีดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว

การเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูลขั้นปฐมภูมิ (Primary Data)

ก. ทำการสอบถามบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตตั้งแต่สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 7 ตั้งแต่พนักงานระดับปฏิบัติการ หัวหน้างาน รวมถึงพนักงานในฝ่ายประสานงาน เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลปัญหา โดยรวมทั้งข้อคิดเห็นในเรื่องของกระบวนการผลิตและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิต

ข. ทำการสำรวจสภาพหน้างานจริงในกระบวนการผลิต ว่ามีสภาพหรือลักษณะการทำงานอย่างไรที่อาจส่งผลทำให้การผลิตล่าช้าและการผลิตชิ้นงานเสีย

2. ข้อมูลขั้นทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลทางสถิติที่มีการรวบโดยอ้างอิงข้อมูลจากการดำเนินงานจริง และเป็นข้อมูลที่มีการจัดเก็บเอาไว้ ระยะเวลาของข้อมูลทางสถิติตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลระยะเวลาการผลิต (Lead Time)
- รายการสินค้า A (Product List)

- ข้อมูลระยะเวลาแต่ละสถานีงาน (Lead Time of Each Station)
- ข้อมูลอัตรางานเสียในกระบวนการผลิต (NG Ratio)
- ข้อมูลอัตราส่งงานล่าช้า (Delay Ratio)

3. การวิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิต (Problem Analysis)

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาจากการดำเนินงานต่าง ๆ ในด้านกระบวนการผลิต เพื่อแก้ไขปัญหาระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต อัตรางานส่งงานล่าช้าในการวิเคราะห์ปัญหา มีการใช้เครื่องมือดังนี้

การจัดลำดับงาน และตารางการผลิต (Sequencing and Scheduling) เป็นการจัดลำดับการผลิตแบบผลิตงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date) และหลักการ ECRS ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Comparison Analysis between the Problem and Related Literation) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้โดยใช้ข้อมูลทางสถิติที่มีการรวบรวมไว้โดยอ้างอิงข้อมูลจากการดำเนินงานจริงในกระบวนการผลิต ระยะเวลาของการจัดเก็บตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 โดยนำปัญหาที่ทำการวิเคราะห์นั้นมาทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากลักษณะของปัญหานั้นอาจจะเป็นปัญหาอย่างเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้วนำวิธีการแก้ไขปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเข้ามาแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

4. การแก้ไขประเด็นปัญหา

มีการจัดลำดับงาน และกำหนดตารางการผลิต เข้ามาแก้ไขในเรื่องของระยะเวลาการผลิต รวมทั้งหลักการ ECRS ประกอบด้วย Eliminate คือ การกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต Combine คือ การรวบรวมงานบางส่วนไว้ที่เดียวกัน Rearrange คือ การเรียบเรียงใหม่ ในกรณีที่ไม่สามารถยกเลิกหรือรวบรวมวิธีการอื่นได้โดยอาจจะเรียงไว้หน้าหรือหลังตามความเหมาะสม Simplify คือ การทำให้ง่ายขึ้น โดยอาจมีการออกแบบเครื่องมือใหม่ เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน เข้ามาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อแก้ไขในเรื่องของอัตรางานเสียจากกรผลิต และอัตราการส่งงาน

5. การติดตามผล และการสรุปผลการศึกษาวิจัย

การตรวจติดตามผลการศึกษาวิจัยมีความสำคัญมากเพื่อให้ผู้ดำเนินกิจกรรมสามารถทราบถึงปัญหาในการดำเนินการแก้ไขแต่ละประเด็นว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด ซึ่งมีระยะเวลาในการตรวจติดตามประเมินผลการศึกษาวิจัย คือในเดือนมีนาคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2556 เพื่อประเมินความสอดคล้องตามเป้าหมาย ดังนี้

1. ลดระยะเวลาในการผลิต (Production Lead Time) โดยเฉลี่ย 6.73 ชั่วโมงต่อชิ้น
2. ลดปริมาณงานเสียจากกระบวนการผลิต (Defect Ratio) โดยเฉลี่ย ร้อยละ 0.50
3. ลดการส่งงานล่าช้า (Delay Ratio) โดยเฉลี่ย ร้อยละ 0

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

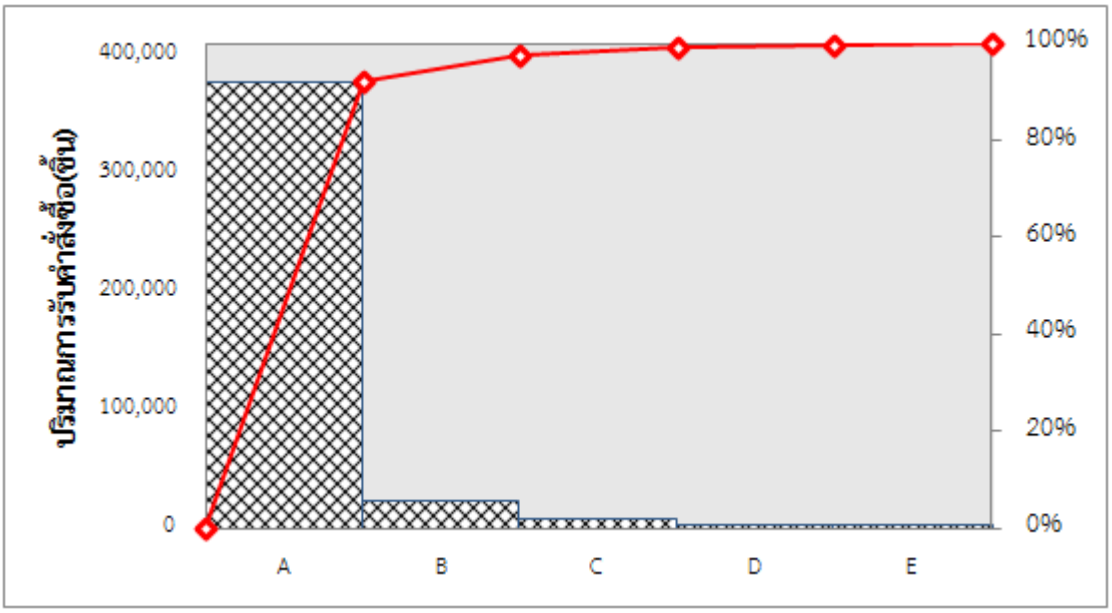
สภาพปัจจุบันของบริษัท

การดำเนินการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ณ ปัจจุบัน เป็นการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อ (Make to Order) ในส่วนการผลิตสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันได้ ด้วยการปรับตัวในสภาวะการแข่งขันที่ขึ้นอยู่กับเวลา (Time-Based Competition) เพื่อให้องค์กรมีความคล่องตัว (Agility) ใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด สะดวก รวดเร็ว ลดเวลาที่ไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน ผู้ศึกษาวิจัยได้มีการจัดลำดับงาน และกำหนดตาราง เพื่อปรับปรุงระยะเวลาการผลิต รวมทั้งหลักการ ECRS เข้ามาปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในเรื่องของอัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประวัติการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าระยะเวลาของข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2555 ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ปริมาณการรับคำสั่งซื้อแต่ละชนิด เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

เดือน	ชนิดของสินค้า (ชิ้น)					รวม
	A	B	C	D	E	
ม.ค. 55	27,118	1,414	448	170	57	29,207
ก.พ. 55	31,219	2,003	594	181	113	34,110
มี.ค. 55	29,715	1,707	607	154	97	32,280
เม.ย. 55	27,767	1,677	555	127	58	30,184
พ.ค. 55	34,029	1,951	680	209	109	36,978
มิ.ย. 55	34,051	1,909	793	51	84	36,888
ก.ค. 55	35,955	1,969	810	156	104	38,994
ส.ค. 55	33,330	1,880	617	91	140	36,058
ก.ย. 55	32,137	1,941	629	120	152	34,979
ต.ค. 55	31,225	2,053	733	166	76	34,253
พ.ย. 55	33,710	1,788	703	135	171	36,507
ธ.ค. 55	27,496	1,903	535	118	56	30,108
รวม	377,752	22,195	7,704	1,678	1,217	410,546
ร้อยละ	92%	5%	2%	0%	0%	100%

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณการรับคำสั่งซื้อของสินค้าแต่ละชนิดในเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 พบว่าปริมาณการรับคำสั่งซื้อสินค้า A มีปริมาณที่สูงที่สุด 377,752 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 92 ของชนิดสินค้าแต่ละชนิด ผู้ศึกษาวิจัยจึงได้เลือกทำการศึกษากระบวนการผลิตของสินค้า A มาทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดังภาพที่ 4-1 ดังนี้



ภาพที่ 4-1 ปริมาณการรับคำสั่งซื้อสินค้าแต่ละชนิด

1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์

ลักษณะชิ้นงานของแต่ละชนิดจะมีรุ่นการผลิตที่หลากหลาย เพื่อให้ลูกค้าสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับงานของลูกค้าเอง ชิ้นงานที่นำมาศึกษานี้เป็นชนิดงานที่มีปริมาณการสั่งซื้อมากที่สุด ลักษณะชิ้นงานนี้มีชื่อว่า “ชิ้นงาน A” ดังภาพที่ 4-2 ดังนี้

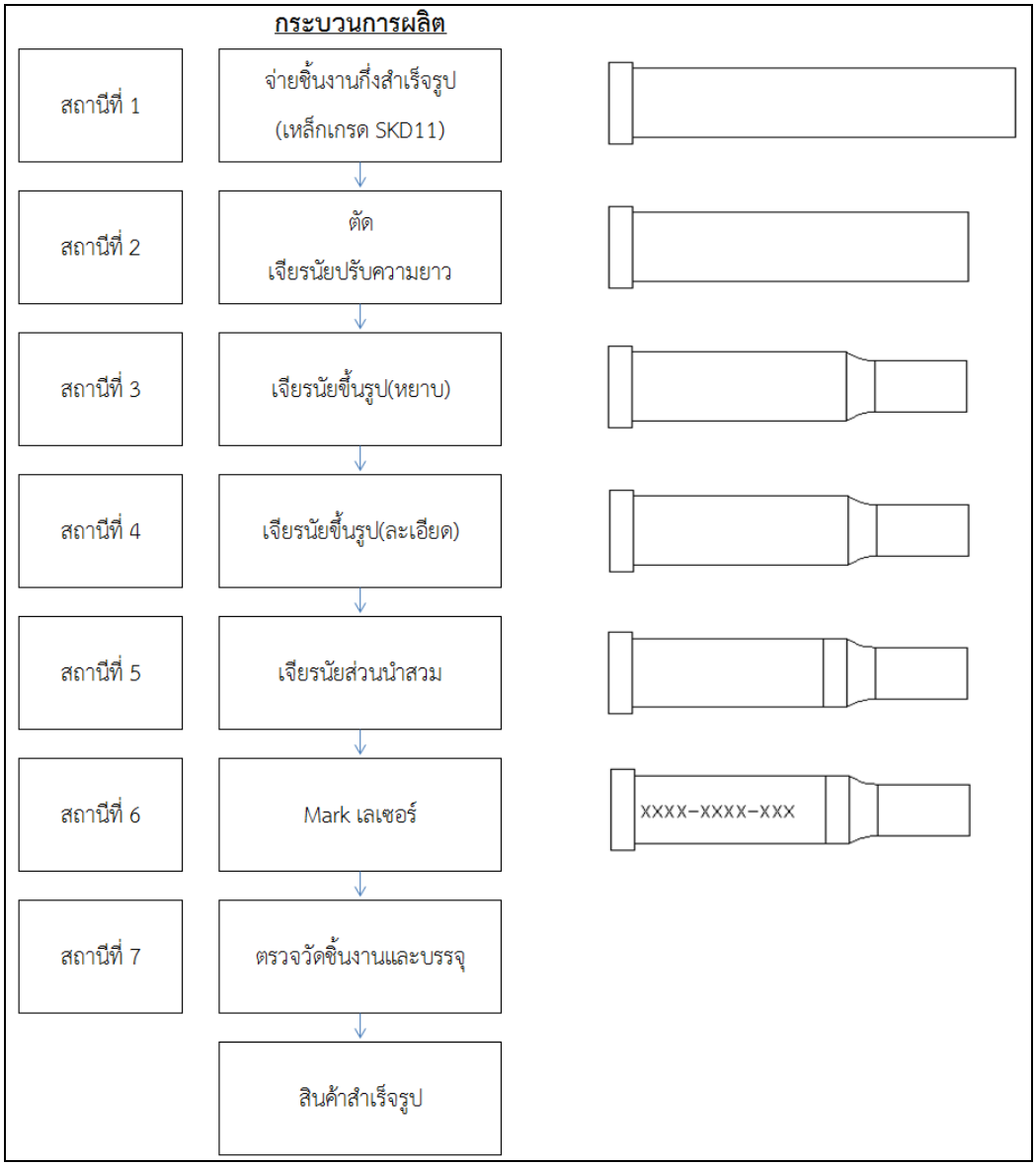
ภาพที่ 4-2 ลักษณะสินค้าของชิ้นงาน A (PUNCH)

จากภาพที่ 4-2 ชิ้นงาน A คือ PUNCH ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบแม่พิมพ์ในการ กด ตัดชิ้นงานที่เป็นโลหะ (PRESS) ชิ้นงาน A จะมีลักษณะและค่าพิกัดความเผื่อที่ค่อนข้าง

ละเอียด ประกอบกับเป็นสินค้าที่ผลิตตามคำสั่งซื้อที่ต้องผลิตและส่งสินค้าตามจำนวนและเวลาที่ลูกค้าต้องการ ในขั้นตอนกระบวนการผลิต ต้องใช้ทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการผลิต ดังนี้

2. กระบวนการผลิตที่ทำการศึกษา

ในการผลิตชิ้นงาน A จะประกอบไปด้วยกระบวนการผลิต 7 สถานี ตั้งแต่เริ่มจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้าสู่กระบวนการผลิตจนถึงผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งกระบวนการผลิตในแต่ละสถานีจะปฏิบัติงานแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในภาพที่ 4-3 ดังนี้



ภาพที่ 4-3 ขั้นตอนกระบวนการผลิตของชิ้นงาน A

การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลจากการสอบถามพนักงานที่ประจำเครื่องจักรในแต่ละสถานี ทำให้สามารถทราบถึงปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิต และการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าตามตารางที่ 4-2 ดังนี้

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต

ปัญหา	รายละเอียดปัญหาที่ทำให้เกิดการส่งมอบล่าช้า	สถานีที่
การจัดลำดับงานเข้าสู่กระบวนการผลิต	การจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้ากระบวนการผลิตมากเกินไป ทำให้พนักงานผลิตในแต่ละสถานีไม่สามารถลำดับความสำคัญของงานได้ มีผลให้การผลิตล่าช้าสำหรับสินค้าที่จะต้องส่งในแต่ละวัน	1
ไม่มีการลำดับความสำคัญในการผลิตชิ้นงานตามวันส่งมอบ	การลำดับความสำคัญการผลิตชิ้นงาน ของพนักงานในแต่ละสถานีงาน พนักงานในแต่ละสถานีงานจะเลือกชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาทำงานการผลิตเพื่อให้ง่ายต่อการตั้งเครื่องจักร และง่ายต่อกระบวนการผลิตในแต่ละสินค้า ทำให้สินค้าที่ต้องผลิตและส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าก่อนยังไม่มีการผลิตมีผลทำให้เกิดการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาที่ลูกค้าต้องการ	2-7
ขนาดโต๊ะวางชิ้นงานใหญ่เกินไป	ขนาดของโต๊ะ สำหรับวางชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในแต่ละสถานีงานมีขนาดใหญ่ สามารถวางชิ้นงานที่ผลิตเสร็จได้เป็นจำนวนมาก เมื่อพนักงานผลิตชิ้นงานในแต่ละสถานีเรียบร้อย จะผลิตและวางชิ้นงานไว้เป็นจำนวนมากก่อนที่จะนำชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในสถานีนั้นใส่รถเข็น แล้วเดินไปส่งชิ้นงานที่จะทำการผลิตยังสถานีการผลิตถัดไปครั้งละจำนวนมาก ๆ รวมถึงสภาพการใช้รถเข็นในการส่งชิ้นงานไปแต่ละสถานี ทำให้เกิดระยะเวลารอคอยสำหรับกระบวนการผลิตในสถานีถัดไป	2-7

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ปัญหา	รายละเอียดปัญหาที่ทำให้เกิดการส่งมอบล่าช้า	สถานีที่
เครื่องมือตรวจวัดชิ้นงานมีระยะห่างมากเกินไป	ระยะห่างของเครื่องมือ อุปกรณ์ในการตรวจวัดชิ้นงานอยู่ห่างจากพนักงานมากทำให้ต้องเกิดการเสียเวลา ในการเคลื่อนย้ายตัวพนักงานในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อพนักงานผลิตชิ้นงานแต่ละรายการของแต่ละสถานีงานเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะต้องตรวจวัดชิ้นงานก่อนที่จะส่งชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตในสถานีถัดไป	2-7
เกิดการกระทบกันของชิ้นงานทำให้เกิดงานเสีย	การกระทบของชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้ว อาจเกิดความเสี่ยหายเนื่องจากเกิดการกระแทกในกระบวนการขนส่งไปยังสถานีถัดไป จนอาจเกิดเป็นของเสียและจะต้องเบิกจ่ายวัตถุดิบ และทำการผลิตสินค้าใหม่ ทำให้ไม่ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ	2-7
พนักงานอ่านค่าเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อน ในการใช้เครื่องมือวัดในการตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในแต่ละสถานีงาน เช่น การอ่านค่าผิดในการตรวจวัดชิ้นงานของเครื่องมือวัด การดูใบคำสั่งผลิตผิดทำให้การวัดค่าชิ้นงานผิด ทำให้ผลิตชิ้นงานไม่ตรงตามที่ลูกค้าต้องการ	2-7

1. สรุปประเด็นปัญหาที่ได้จากการสอบถามบุคลากรจากส่วนงานที่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 4-2 รายละเอียดปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิตสามารถสรุปเป็นประเด็นปัญหาที่สำคัญดังนี้

1.1 ระยะเวลารอคอยที่ไม่จำเป็น

จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหา คือ

1.1.1 การจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้ากระบวนการผลิตมากเกินไป

1.1.2 ระยะห่างของเครื่องมือ อุปกรณ์ในการตรวจวัดชิ้นงานอยู่ห่างจากพนักงานมากเกินไป

1.1.3 ขนาดของโต๊ะสำหรับวางชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในแต่ละสถานีงานมีขนาดใหญ่เกินไป

1.2 อัตราของเสียในกระบวนการผลิต

จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหา คือ

1.2.1 ของเสียที่เกิดจากการกระทบของชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้ว

1.2.2 ปัญหาการอ่านค่าเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบชิ้นงานหลังจากที่ผลิตเสร็จ

1.3 อัตราการส่งมอบล่าช้า

จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหา คือ

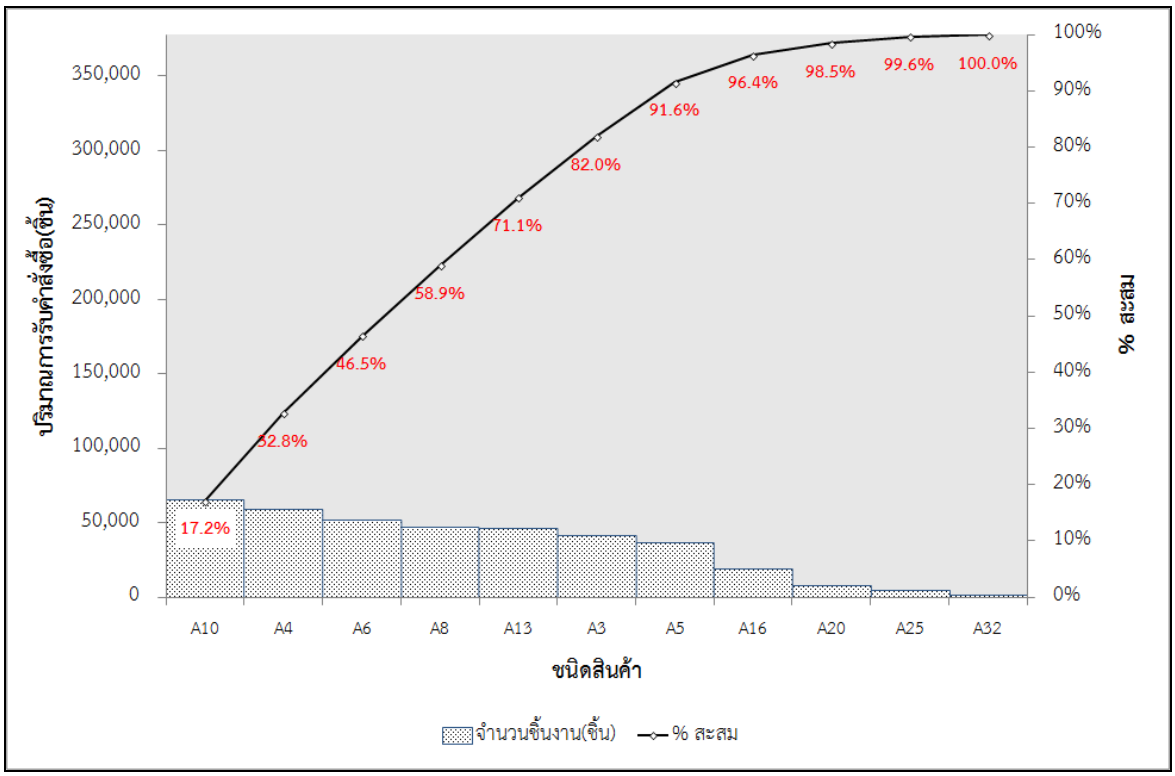
1.3.1 ไม่มีการจัดลำดับความสำคัญในการผลิตชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปของพนักงานในแต่ละสถานี

2. ข้อมูลการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า

ตารางที่ 4-3 รายการรับคำสั่งซื้อของสินค้า A ในเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2555

รายการ ชนิด สินค้า	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55	มิ.ย. 55	ก.ค. 55	ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	รวม	เฉลี่ย
A3	3,499	3,248	2,882	2,626	3,347	3,569	3,716	3,766	3,792	3,555	4,189	2,952	**41,141**	**3,428**
A4	3,744	6,557	4,681	4,742	5,595	4,670	6,523	5,511	4,278	4,317	4,640	3,801	**59,059**	**4,922**
A5	3,444	2,788	3,235	2,292	3,547	3,389	3,067	2,933	2,912	3,036	3,159	2,449	**36,251**	**3,021**
A6	4,688	4,252	3,726	3,796	4,404	4,087	4,840	5,414	5,296	3,582	3,731	3,982	**51,798**	**4,317**
A8	2,724	3,579	3,325	3,261	4,088	4,836	4,472	3,998	4,476	4,029	4,168	3,950	**46,906**	**3,909**
A10	4,036	5,100	4,595	4,561	6,057	6,912	6,148	5,566	5,229	5,481	6,016	5,143	**64,844**	**5,404**
A13	2,949	3,436	3,800	3,692	4,447	3,902	4,369	3,480	3,490	4,325	4,673	3,271	**45,834**	**3,820**
A16	1,231	1,260	2,084	1,456	1,468	1,567	1,642	1,471	1,518	1,664	1,886	1,152	**18,399**	**1,533**
A20	503	581	865	830	578	643	598	692	516	834	805	441	**7,886**	**657**
A25	220	284	421	392	350	372	399	379	506	313	342	268	**4,246**	**354**
A32	80	134	101	119	148	104	181	120	124	89	101	87	**1,388**	**116**
รวม	**27,118**	**31,219**	**29,715**	**27,767**	**34,029**	**34,051**	**35,955**	**33,330**	**32,137**	**31,225**	**33,710**	**27,496**	**377,752**	**31,479**

จากตารางที่ 4-3 รายการสินค้า A ที่มีการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า เมื่อบริษัทได้รับคำสั่งซื้อจะทำการผลิตสินค้าตามขนาดที่ลูกค้าต้องการซึ่งขนาดและลักษณะของสินค้าที่ลูกค้าได้ทำการสั่งซื้อจะมีความหลากหลาย และค่าพิกัดความเผื่อที่ละเอียดสูง จากข้อมูลรายการสินค้าข้างต้นนำมาจัดเรียงลำดับการสั่งซื้อจากมากไปน้อย ได้ดังนี้



ภาพที่ 4-4 รายการรับคำสั่งซื้อของสินค้า A ในเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2555

จากภาพที่ 4-4 จะพบว่ารายการสินค้า A10 มีปริมาณการสั่งซื้อที่สูงที่สุด คือ 64,844 ชิ้นต่อปี รองลงมาคือรายการสินค้า A4 มีปริมาณการสั่งซื้อ 59,059 ชิ้นต่อปี รองอันดับที่ 2 คือสินค้า A6 มีปริมาณการสั่งซื้อ 51,798 ชิ้นต่อปี รองอันดับ 3 คือ สินค้า A8 มีปริมาณการสั่งซื้อ 46,906 ชิ้นต่อปี และรองอันดับ 4 คือ สินค้า A13 มีปริมาณการสั่งซื้อ 45,834 ชิ้นต่อปี โดยภาพรวมกลุ่มสินค้า A ทั้งหมด 5 รายการข้างต้นมีปริมาณการสั่งซื้อสะสมรวม ร้อยละ 71.1 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มสินค้าหลักที่มีสัดส่วนการผลิตสูงที่สุด จึงได้นำสินค้ากลุ่มดังกล่าวมาเป็นต้นแบบในการศึกษาวิจัย

3. ข้อมูลระยะเวลาการผลิตชิ้นงาน A

ตารางที่ 4-4 ระยะเวลาการผลิตชิ้นงาน A

เดือน	ระยะเวลาการผลิต(ชม./ชิ้น)																	
	A10			A4			A6			A8			A13			เฉลี่ย		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ม.ค. 55	18.74	12.85	**31.59**	16.40	16.36	**32.76**	15.57	15.53	**31.10**	16.82	14.45	**31.27**	17.82	13.80	**31.62**	**17.07**	**14.60**	**31.67**
ก.พ. 55	17.00	14.23	**31.23**	15.31	17.13	**32.44**	16.84	16.97	**33.81**	15.83	14.62	**30.45**	12.15	14.98	**27.13**	**15.43**	**15.59**	**31.02**
มี.ค. 55	18.40	15.85	**34.25**	17.67	15.46	**33.13**	17.95	16.93	**34.88**	18.23	14.50	**32.73**	16.69	15.81	**32.50**	**17.79**	**15.71**	**33.50**
เม.ย. 55	19.82	13.78	**33.60**	14.93	15.54	**30.47**	14.94	16.43	**31.37**	16.87	13.84	**30.71**	15.23	16.10	**31.33**	**16.36**	**15.14**	**31.50**
พ.ค. 55	17.79	17.33	**35.12**	16.58	15.30	**31.88**	16.05	16.93	**32.98**	17.63	15.04	**32.67**	17.17	16.31	**33.48**	**17.04**	**16.18**	**33.22**
มิ.ย. 55	18.52	15.58	**34.10**	16.50	17.12	**33.62**	15.80	16.74	**32.54**	16.06	14.39	**30.45**	18.69	16.20	**34.89**	**17.11**	**16.01**	**33.12**
ก.ค. 55	16.90	17.08	**33.98**	12.86	19.87	**32.73**	14.49	17.06	**31.55**	15.50	14.91	**30.41**	12.58	17.33	**29.91**	**14.47**	**17.25**	**31.72**
ส.ค. 55	15.58	14.69	**30.27**	15.39	16.33	**31.72**	16.26	16.28	**32.54**	15.81	17.66	**33.47**	16.04	15.34	**31.38**	**15.82**	**16.06**	**31.88**
ก.ย. 55	17.05	15.47	**32.52**	13.56	17.25	**30.81**	14.84	16.44	**31.28**	15.46	17.28	**32.74**	18.36	16.07	**34.43**	**15.85**	**16.50**	**32.35**
ต.ค. 55	17.64	15.69	**33.33**	13.62	16.60	**30.22**	14.70	16.46	**31.16**	16.77	16.66	**33.43**	17.63	15.78	**33.41**	**16.07**	**16.24**	**32.31**
พ.ย. 55	15.33	16.70	**32.03**	14.05	16.70	**30.75**	14.83	16.82	**31.65**	14.22	17.08	**31.30**	18.91	16.06	**34.97**	**15.47**	**16.67**	**32.14**
ธ.ค. 55	16.30	16.13	**32.43**	16.97	15.73	**32.70**	12.04	16.41	**28.45**	18.16	15.10	**33.26**	16.89	15.07	**31.96**	**16.07**	**15.69**	**31.76**
เฉลี่ย	17.42	15.45	**32.87**	15.32	16.62	**31.94**	15.36	16.58	**31.94**	16.45	15.46	**31.91**	16.51	15.74	**32.25**	**16.21**	**15.97**	**32.18**

หมายเหตุ A = รับคำสั่งซื้อถึงการจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูป B = กระบวนการผลิต C = รับคำสั่งซื้อถึงผลิตสินค้าเสร็จรูป

ขั้นตอนในการแบ่งระยะเวลาการผลิต ประกอบด้วย

การรับคำสั่งซื้อ คือ ขั้นตอนที่มีการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงก่อนการจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้าสู่การผลิต

ผลิต คือ ขั้นตอนตั้งแต่การเริ่มจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้าสู่กระบวนการผลิตจนผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป

เวลารวม คือ ขั้นตอนรับคำสั่งซื้อถึงดำเนินการผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูปเพื่อให้พร้อมสำหรับการดำเนินการจัดส่ง

จากตารางที่ 4-4 มีระยะเวลาการผลิตชิ้นงาน A โดยเฉลี่ย 32.18 ชั่วโมงต่อชิ้น แบ่งเป็นระยะเวลารับคำสั่งซื้อถึงการจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปโดยเฉลี่ย 16.21 ชั่วโมงต่อชิ้น ระยะเวลาในกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ย 15.97 ชั่วโมงต่อชิ้น

4. ข้อมูลระยะเวลาผลิตเฉลี่ยแต่ละสถานีงาน

ตารางที่ 4-5 การเก็บข้อมูลระยะเวลาผลิตเฉลี่ยแต่ละสถานีงาน ในเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

สถานีผลิต	เวลา	รายการชนิดสินค้า (ชม./ ชิ้น)					ระยะเวลาผลิตเฉลี่ย
		A10	A4	A6	A8	A13	
สถานีที่ 1	ผลิต	0.12	0.07	0.09	0.10	0.13	0.10
	รอคอย	3.13	2.39	2.24	2.53	2.31	2.52
	รอคอย (ร้อยละ)	20.3%	14.4%	13.5%	16.4%	14.7%	15.8%
สถานีที่ 2	ผลิต	0.11	0.07	0.08	0.09	0.13	0.10
	รอคอย	2.63	3.45	3.23	2.96	2.54	2.96
	รอคอย (ร้อยละ)	17.0%	20.8%	19.5%	19.2%	16.1%	18.6%
สถานีที่ 3	ผลิต	0.12	0.07	0.08	0.10	0.13	0.10
	รอคอย	3.28	4.15	3.98	3.75	3.42	3.72
	รอคอย (ร้อยละ)	21.2%	25.0%	24.0%	24.3%	21.7%	23.3%
สถานีที่ 4	ผลิต	0.12	0.07	0.09	0.10	0.14	0.10
	รอคอย	1.60	1.84	1.95	1.83	1.90	1.82
	รอคอย (ร้อยละ)	10.4%	11.1%	11.8%	11.8%	12.1%	11.4%
สถานีที่ 5	ผลิต	0.10	0.06	0.07	0.09	0.12	0.09
	รอคอย	2.02	2.08	2.32	1.88	2.34	2.13
	รอคอย (ร้อยละ)	13.1%	12.5%	14.0%	12.2%	14.9%	13.3%
สถานีที่ 6	ผลิต	0.10	0.06	0.07	0.08	0.12	0.09
	รอคอย	1.93	2.20	2.25	1.80	2.25	2.09
	รอคอย (ร้อยละ)	12.5%	13.2%	13.6%	11.6%	14.3%	13.1%
สถานีที่ 7	ผลิต	0.10	0.06	0.07	0.08	0.11	0.08
	รอคอย	0.09	0.05	0.06	0.07	0.10	0.07
	รอคอย (ร้อยละ)	0.6%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.5%
เวลาผลิตรวม(ชม./ ชิ้น)		0.77	0.46	0.55	0.64	0.88	0.66
เวลารอคอยรวม (ชม./ ชิ้น)		14.68	16.16	16.03	14.82	14.86	15.31
อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม (ชม./ ชิ้น)		95.0%	97.2%	96.7%	95.9%	94.4%	95.9%
เวลารวม (ชม./ ชิ้น)		**15.45**	**16.62**	**16.58**	**15.46**	**15.74**	**15.97**

จากตารางที่ 4-5 การเก็บข้อมูลระยะเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงาน ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลระยะเวลาการผลิต โดยเริ่มตั้งแต่การจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้าสู่กระบวนการผลิต จนผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะมีการใช้ระบบสแกนบาร์โค้ด (Barcode Scanner) แล้วบันทึกข้อมูลการผลิตทั้งก่อนและหลังของการผลิต ซึ่งมีระยะเวลาในกระบวนการผลิตเฉลี่ย คือ 15.97 ชั่วโมงต่อชิ้น สามารถแจกแจงระยะเวลาการผลิตแต่ละรายการดังนี้

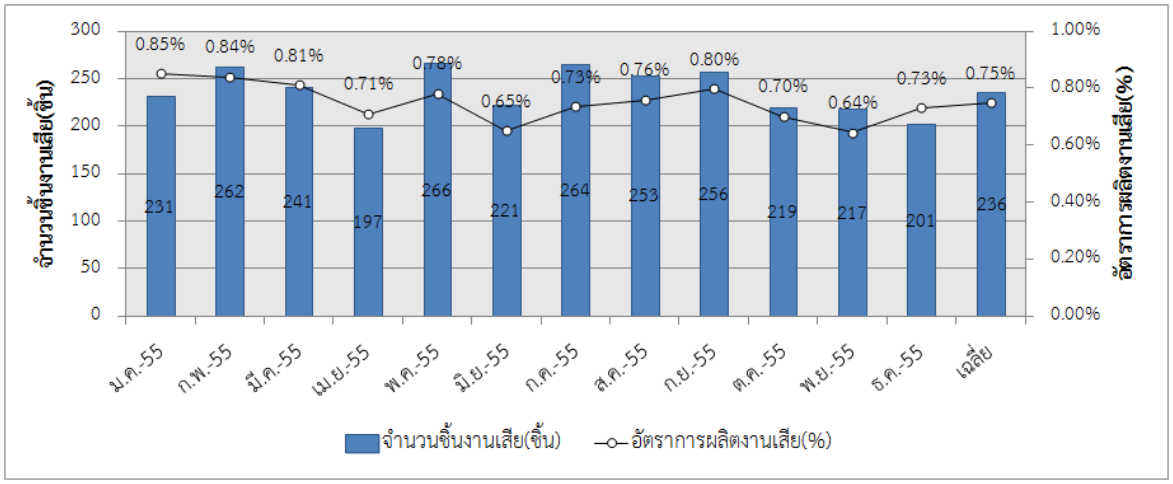
ชิ้นงาน A10 มีระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 15.45 ชั่วโมง/ชิ้น
ชิ้นงาน A4 มีระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 16.62 ชั่วโมง/ชิ้น
ชิ้นงาน A6 มีระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 16.58 ชั่วโมง/ชิ้น
ชิ้นงาน A8 มีระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 15.46 ชั่วโมง/ชิ้น
ชิ้นงาน A13 มีระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 15.74 ชั่วโมง/ชิ้น

5. ปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงาน A

ตารางที่ 4-6 ปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงาน A

รายการ	ม.ค.-55	ก.พ.-55	มี.ค.-55	เม.ย.-55	พ.ค.-55	มิ.ย.-55	ก.ค.-55	ส.ค.-55	ก.ย.-55	ต.ค.-55	พ.ย.-55	ธ.ค.-55	เฉลี่ย
จำนวนชิ้นงานที่ผลิต (ชิ้น)	27,118	31,219	29,715	27,767	34,029	34,051	35,955	33,330	32,137	31,225	33,710	27,496	31,479
จำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	231	262	241	197	266	221	264	253	256	219	217	201	236
อัตราการผลิตงานเสีย (%)	0.85%	0.84%	0.81%	0.71%	0.78%	0.65%	0.73%	0.76%	0.80%	0.70%	0.64%	0.73%	0.75%

จากข้อมูลปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงาน A ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 ชิ้นงาน A มีปริมาณงานเสียจากการผลิตโดยเฉลี่ย 236 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.75 ของปริมาณการผลิตชิ้นงาน A ซึ่งแสดงเป็นภาพที่ 4-5 ดังนี้



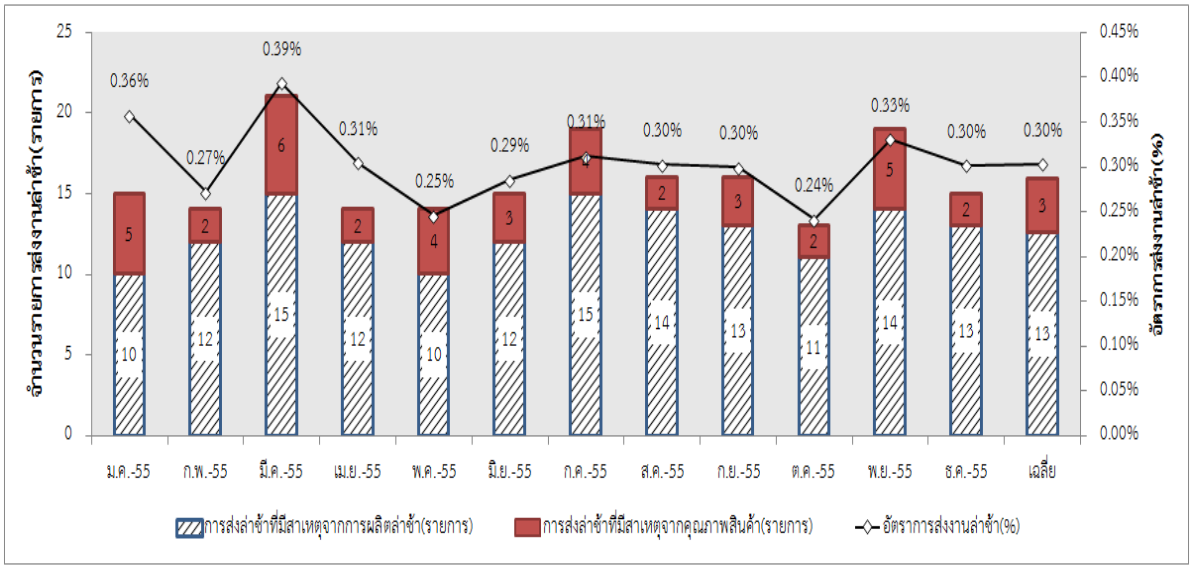
ภาพที่ 4-5 ปริมาณชิ้นงานเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นงาน A เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

6. ปริมาณการส่งสินค้าล่าช้า

ตารางที่ 4-7 ปริมาณการส่งสินค้าล่าช้า

รายการ	ม.ค.-55	ก.พ.-55	มี.ค.-55	เม.ย.-55	พ.ค.-55	มิ.ย.-55	ก.ค.-55	ส.ค.-55	ก.ย.-55	ต.ค.-55	พ.ย.-55	ธ.ค.-55	เฉลี่ย
จำนวนรายการขาย (ชิ้น)	4,189	5,150	5,332	4,588	5,689	5,247	6,090	5,289	5,345	5,388	5,736	4,964	5,251
จำนวนการส่งล่าช้า (ชิ้น)	15	14	21	14	14	15	19	16	16	13	19	15	16
การส่งล่าช้าที่มีสาเหตุจากการผลิตล่าช้า (ชิ้น)	10	12	15	12	10	12	15	14	13	11	14	13	13
การส่งล่าช้าที่มีสาเหตุจากคุณภาพสินค้า (ชิ้น)	5	2	6	2	4	3	4	2	3	2	5	2	3
อัตราการส่งงานล่าช้า (%)	0.36%	0.27%	0.39%	0.31%	0.25%	0.29%	0.31%	0.30%	0.30%	0.24%	0.33%	0.30%	0.30%

จากข้อมูลปริมาณการส่งสินค้าล่าช้าของสินค้า A ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555 สินค้า A มีปริมาณการส่งล่าช้าโดยเฉลี่ย 16 รายการ แบ่งเป็นการส่งสินค้าล่าช้าที่มีสาเหตุจากการผลิตโดยเฉลี่ย 13 ชิ้น และการส่งสินค้าล่าช้าที่มีสาเหตุจากคุณภาพสินค้าโดยเฉลี่ย 3 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.30 ของปริมาณการส่งสินค้า A ซึ่งแสดงเป็นภาพที่ 4-6 ดังนี้



ภาพที่ 4-6 รายการส่งงานล่าช้า เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

การวิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิต (Problem Analysis)

หลังจากมีการรวบรวมปัญหาทั้งจากทางบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การตรวจสอบข้อมูลทางสถิติต่าง ๆ รวมถึงการตรวจสอบสภาพการทำงาน ณ ปัจจุบันที่เกิดขึ้นในสายการผลิต จึงทำให้ทราบถึงปัญหาเกี่ยวกับระยะเวลาในการผลิต ปริมาณงานเสียจากกระบวนการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า โดยปัญหาที่สำคัญเป็นปัญหาเกี่ยวกับระยะเวลาการผลิต อัตราการส่งงานล่าช้า ผู้ทำการวิจัยได้นำวิธีการจัดลำดับงาน และตารางการผลิต รวมทั้งวิธีการในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ในการลดปริมาณงานเสียจากการผลิต

การแก้ไขประเด็นปัญหาในกระบวนการผลิต โดยการแยกประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดการรอคอยในแต่ละกระบวนการเพื่อกำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหาต่อไป ซึ่งในการแก้ไขดังกล่าวจะไม่สามารถแก้ไขพร้อมกันได้ จะทำการแก้ไขทีละกระบวนการ เพื่อไม่ให้กระทบกระบวนการผลิต ดังที่จะแสดงในขั้นตอน 4 ในเรื่องการแก้ไขประเด็นปัญหา

ทางผู้ศึกษาวิจัยได้มีการนำเอางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ ในการปรับปรุงในเรื่องการผลิตแบบไหลทีละชิ้นหรือการไหลอย่างต่อเนื่องซึ่งจะแสดงผลในขั้นตอน 4.5 การตรวจติดตามและสรุปผลการศึกษาวิจัย

การแก้ไขประเด็นปัญหาตามแนวคิดแบบลีน

จากประเด็นปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ามีประเด็นปัญหาหลักทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ ระยะเวลารอคอยที่ไม่จำเป็น อัตราของเสียในกระบวนการผลิต และอัตราการส่งมอบล่าช้า ซึ่งจะต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยการกำหนดการจัดลำดับงาน และตารางการผลิต เปลี่ยนตารางการผลิตเดิมจากตารางการผลิตแบบรับก่อนทำก่อน (First Come-First Served) เปลี่ยนมาเป็นตารางการผลิตแบบทำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date) รวมถึงหลักการกำจัดความสูญเปล่าในการรอคอยด้วยหลักการ ECRS ปรับปรุงการทำงานในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ประกอบด้วย

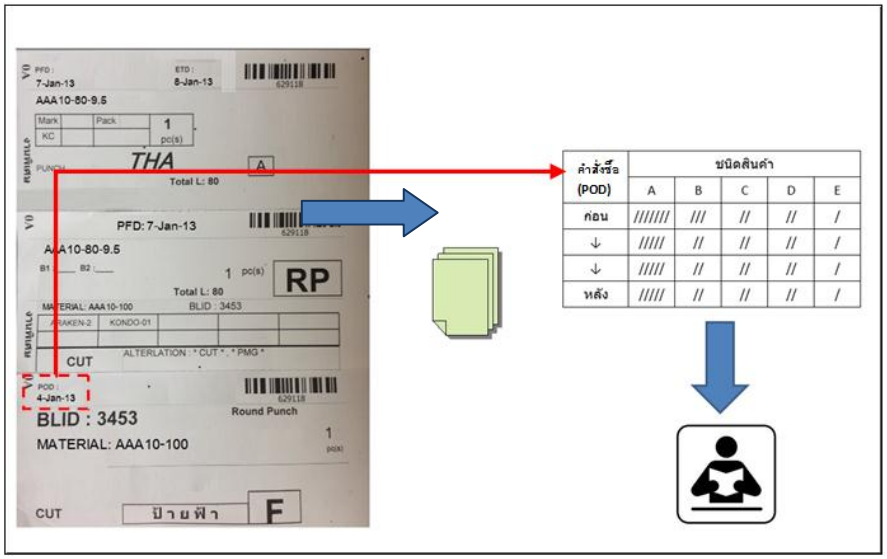
- Eliminate คือ การกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต
- Combine คือ การรวบรวมงานบางส่วนไว้ที่เดียวกัน
- Rearrange คือ การเรียบเรียงใหม่ ในกรณีที่ไม่สามารถยกเลิกหรือรวบรวมวิธีการอื่นได้โดยอาจจะเรียงไว้หน้าหรือหลังตามความเหมาะสม
- Simplify คือ การทำให้ง่ายขึ้น โดยอาจมีการออกแบบเครื่องมือใหม่ เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน

1. ระยะเวลารอคอยที่ไม่จำเป็น

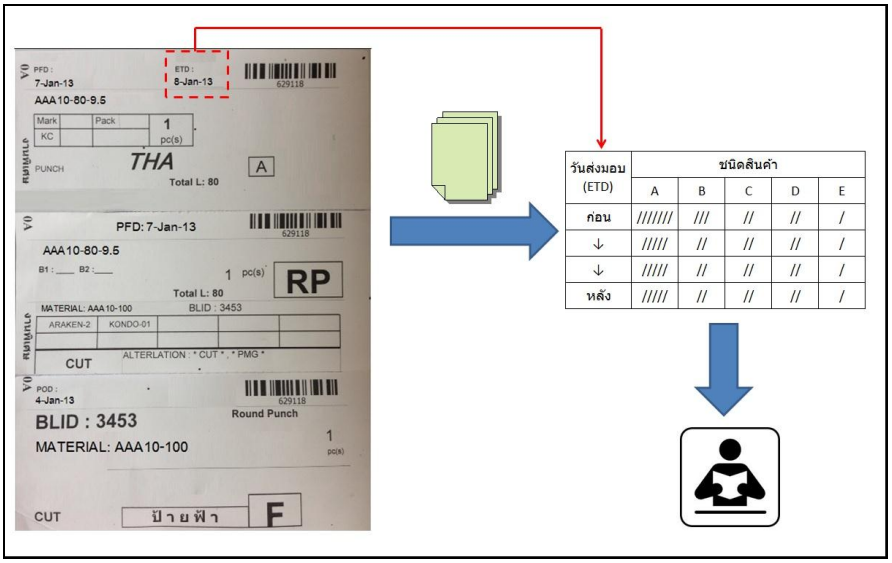
จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหาที่ได้ดำเนินการสำรวจดังนี้

1.1 การจัดลำดับ และตารางการผลิต

ได้ดำเนินการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตตามหลักเกณฑ์ การจัดลำดับการผลิตจาก Earlist Due Date ทำงานที่จะถึงกำหนดส่งสินค้าเร็วที่สุดก่อน ซึ่งจะดำเนินการจ่ายใบสั่งผลิตให้กับสายการผลิต ล่วงหน้า 4 วัน ก่อนถึงกำหนดส่งสินค้า โดยสายการผลิตจะดำเนินการผลิตชิ้นงานตามวันที่ส่งสินค้าให้ลูกค้า นั่นคือ วันที่ส่งสินค้าให้ลูกค้าถึงกำหนดก่อน จะดำเนินการผลิตก่อนตามลำดับก่อนหลัง ซึ่งทำให้สามารถจ่ายวัตถุดิบเข้าในกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม ไม่เกิดงานระหว่างทำมากจนเกินไป ดังรูปภาพที่ 4-7 ใบสั่งผลิตและการสั่งผลิต



ภาพที่ 4-7 ใบสั่งผลิตและการสั่งผลิต ก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 4-8 ใบสั่งผลิตและการสั่งผลิต หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4-8 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ LPT กับ SPT

สถานีผลิต	เวลา	รายการชนิดสินค้า (ชม./ชิ้น)										ระยะเวลาผลิตเฉลี่ย	
		A10		A4		A6		A8		A13			
		LPT	SPT	LPT	SPT	LPT	SPT	LPT	SPT	LPT	SPT	LPT	SPT
สถานีที่ 1	ผลิต	0.13	0.13	0.07	0.06	0.09	0.07	0.10	0.10	0.13	0.12	0.10	0.10
	รอคอย	3.75	2.50	2.50	1.30	2.40	1.50	2.70	1.00	2.40	2.00	2.75	1.66
	รอคอย (ร้อยละ)	21.3%	21.2%	13.9%	10.4%	14.0%	10.8%	16.4%	8.6%	14.6%	18.9%	16.1%	13.7%
สถานีที่ 2	ผลิต	0.12	0.11	0.70	0.80	0.08	0.08	0.09	0.09	0.13	0.13	0.22	0.24
	รอคอย	2.90	1.75	3.50	3.00	3.30	2.50	2.96	2.00	2.60	1.90	3.05	2.23
	รอคอย (ร้อยละ)	16.5%	14.8%	19.5%	23.9%	19.3%	18.0%	18.0%	17.2%	15.9%	18.0%	17.8%	18.5%
สถานีที่ 3	ผลิต	0.12	0.12	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.09	0.13	0.13	0.10	0.10
	รอคอย	3.29	2.80	4.20	3.00	4.00	3.50	3.80	3.00	3.50	1.00	3.76	2.66
	รอคอย (ร้อยละ)	18.7%	23.7%	23.4%	23.9%	23.4%	25.2%	23.0%	25.8%	21.4%	9.5%	22.0%	22.0%
สถานีที่ 4	ผลิต	0.12	0.13	0.07	0.07	0.09	0.09	0.10	0.10	0.14	0.14	0.10	0.11
	รอคอย	2.00	1.40	2.00	1.00	2.00	1.70	2.00	1.50	2.00	1.00	2.00	1.32
	รอคอย (ร้อยละ)	11.4%	11.9%	11.2%	8.0%	11.7%	12.2%	12.1%	12.9%	12.2%	9.5%	11.7%	10.9%
สถานีที่ 5	ผลิต	0.12	0.12	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.12	0.12	0.09	0.09
	รอคอย	2.70	0.75	2.20	1.00	2.50	2.00	2.00	1.70	2.50	2.00	2.38	1.49
	รอคอย (ร้อยละ)	15.4%	6.4%	12.3%	8.0%	14.6%	14.4%	12.1%	14.6%	15.3%	18.9%	13.9%	12.3%
สถานีที่ 6	ผลิต	0.10	0.10	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.09
	รอคอย	2.00	1.70	2.40	2.00	2.30	2.10	2.30	1.70	2.40	1.70	2.28	1.84
	รอคอย (ร้อยละ)	11.4%	14.4%	13.4%	16.0%	13.4%	15.1%	14.0%	14.6%	14.6%	16.1%	13.3%	15.2%
สถานีที่ 7	ผลิต	0.12	0.11	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.08	0.11	0.11	0.09	0.09
	รอคอย	0.12	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.11	0.10	0.08	0.07
	รอคอย (ร้อยละ)	0.7%	0.8%	0.3%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.6%	0.7%	1.0%	0.5%	0.6%
เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)		0.83	0.79	1.09	0.45	0.55	0.54	0.66	0.62	0.88	0.90	0.80	0.66
เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)		16.76	3.19	16.85	2.96	16.56	3.11	15.83	3.07	15.51	3.26	16.30	3.12
ตาร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้		95.3%	27.0%	93.9%	23.6%	96.8%	22.4%	96.0%	26.4%	94.6%	30.9%	95.3%	25.8%
เวลารวม(ชม./ชิ้น)		**17.59**	**11.81**	**17.94**	**12.53**	**17.11**	**13.89**	**16.49**	**11.61**	**16.39**	**10.56**	**17.10**	**12.08**

จากตารางที่ 4-8 การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบใช้เวลาทำงานยาวนานที่สุดมาทำก่อน (LPT) โดยมีระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 17.10 ชั่วโมงต่อชิ้น มีระยะเวลาการผลิตมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบใช้เวลาทำงานน้อยที่สุดมาทำก่อน (SPT) ระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 12.08 ชั่วโมงต่อชิ้น

ตารางที่ 4-9 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ FCFS กับ EDD

สถานีผลิต	เวลา	รายการชนิดสินค้า (ชม./ชิ้น)										ระยะเวลาผลิตเฉลี่ย	
		A10		A4		A6		A8		A13			
		FCFS	EDD	FCFS	EDD	FCFS	EDD	FCFS	EDD	FCFS	EDD	FCFS	EDD
สถานีที่ 1	ผลิต	0.12	0.11	0.07	0.06	0.09	0.07	0.10	0.09	0.13	0.12	0.10	0.09
	รอคอย	3.13	0.52	2.39	0.50	2.24	0.59	2.53	0.54	2.31	0.58	2.52	0.55
	รอคอย (ร้อยละ)	20.3%	13.1%	14.4%	14.7%	13.5%	16.2%	16.4%	14.6%	14.7%	14.0%	15.8%	14.5%
สถานีที่ 2	ผลิต	0.11	0.12	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.13	0.13	0.10	0.10
	รอคอย	2.63	0.53	3.45	0.51	3.23	0.51	2.96	0.52	2.54	0.57	2.96	0.53
	รอคอย (ร้อยละ)	17.0%	13.3%	20.8%	15.0%	19.5%	14.0%	19.2%	14.1%	16.1%	13.7%	18.6%	14.0%
สถานีที่ 3	ผลิต	0.12	0.12	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.09	0.13	0.13	0.10	0.10
	รอคอย	3.28	0.47	4.15	0.51	3.98	0.58	3.75	0.57	3.42	0.56	3.72	0.54
	รอคอย (ร้อยละ)	21.2%	11.8%	25.0%	15.0%	24.0%	15.9%	24.3%	15.4%	21.7%	13.5%	23.3%	14.2%
สถานีที่ 4	ผลิต	0.12	0.12	0.07	0.07	0.09	0.09	0.10	0.10	0.14	0.14	0.10	0.10
	รอคอย	1.60	0.65	1.84	0.41	1.95	0.51	1.83	0.58	1.90	0.49	1.82	0.53
	รอคอย (ร้อยละ)	10.4%	16.3%	11.1%	12.0%	11.8%	14.0%	11.8%	15.7%	12.1%	11.8%	11.4%	14.0%
สถานีที่ 5	ผลิต	0.10	0.11	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.12	0.12	0.09	0.09
	รอคอย	2.02	0.41	2.08	0.52	2.32	0.42	1.88	0.38	2.34	0.47	2.13	0.44
	รอคอย (ร้อยละ)	13.1%	10.3%	12.5%	15.3%	14.0%	11.5%	12.2%	10.3%	14.9%	11.3%	13.3%	11.7%
สถานีที่ 6	ผลิต	0.10	0.11	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.12	0.12	0.09	0.09
	รอคอย	1.93	0.52	2.20	0.46	2.25	0.45	1.80	0.41	2.25	0.49	2.09	0.47
	รอคอย (ร้อยละ)	12.5%	13.1%	13.2%	13.5%	13.6%	12.3%	11.6%	11.1%	14.3%	11.8%	13.1%	12.3%
สถานีที่ 7	ผลิต	0.10	0.10	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.11	0.12	0.08	0.09
	รอคอย	0.09	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.10	0.11	0.07	0.08
	รอคอย (ร้อยละ)	0.6%	2.3%	0.3%	1.5%	0.4%	1.6%	0.5%	1.9%	0.6%	2.7%	0.5%	2.0%
เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)		0.77	0.79	0.46	0.45	0.55	0.54	0.64	0.62	0.88	0.90	0.66	0.66
เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)		14.68	3.19	16.16	2.96	16.03	3.11	14.82	3.07	14.86	3.26	15.31	3.12
อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)		95.0%	80.2%	97.2%	86.8%	96.7%	85.2%	95.9%	83.0%	94.4%	78.6%	95.9%	82.5%
เวลารวม(ชม./ชิ้น)		**15.45**	**3.98**	**16.62**	**3.41**	**16.58**	**3.65**	**15.46**	**3.70**	**15.74**	**4.15**	**15.97**	**3.78**

จากตารางที่ 4-9 การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบมาก่อนทำก่อน (FCFS) โดยมีระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 15.97 ชั่วโมงต่อชิ้น มีระยะเวลาการผลิตมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบงานที่ใกล้กำหนดส่งมอบมากที่สุดมาทำก่อน (EDD) ระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 3.78 ชั่วโมงต่อชิ้น

ตารางที่ 4-10 การจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบ LPT, FCFS, SPT และ EDD

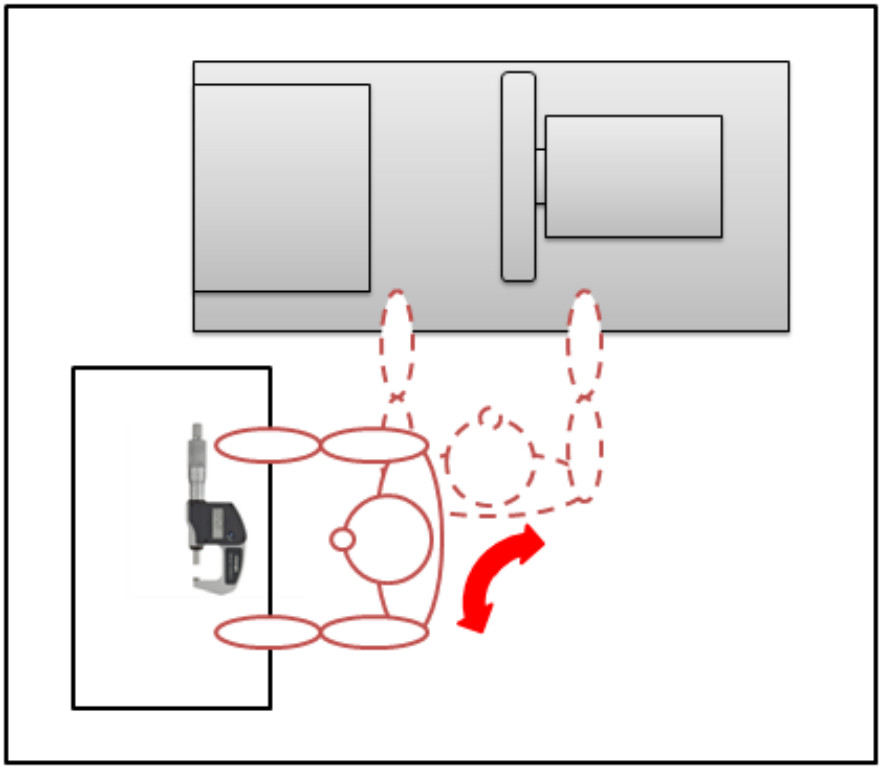
แบบลำดับงาน	เวลา	รายการชนิดสินค้า (ชม./ชิ้น)					ระยะเวลาผลิตเฉลี่ย
		A10	A4	A6	A8	A13	
LPT	เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)	0.83	1.09	0.55	0.66	0.88	0.80
	เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	16.76	16.85	16.56	15.83	15.51	16.30
	อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	95.3%	93.9%	96.8%	96.0%	94.6%	95.3%
	เวลารวม(ชม./ชิ้น)	17.59	17.94	17.11	16.49	16.39	17.10
FCFS	เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)	0.77	0.46	0.55	0.64	0.88	0.66
	เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	14.68	16.16	16.03	14.82	14.86	15.31
	อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	95.0%	97.2%	96.7%	95.9%	94.4%	95.9%
	เวลารวม(ชม./ชิ้น)	15.45	16.62	16.58	15.46	15.74	15.97
SPT	เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)	0.79	0.45	0.54	0.62	0.90	0.66
	เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	3.19	2.96	3.11	3.07	3.26	3.12
	อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	27.0%	23.6%	22.4%	26.4%	30.9%	25.8%
	เวลารวม(ชม./ชิ้น)	11.81	12.53	13.89	11.61	10.56	12.08
EDD	เวลาผลิตรวม(ชม./ชิ้น)	0.79	0.45	0.54	0.62	0.90	0.66
	เวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	3.19	2.96	3.11	3.07	3.26	3.12
	อัตราร้อยละเวลารอคอยรวม(ชม./ชิ้น)	80.2%	86.8%	85.2%	83.0%	78.6%	82.5%
	เวลารวม(ชม./ชิ้น)	3.98	3.41	3.65	3.70	4.15	3.78

จากตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบงานที่ใกล้กำหนดส่งมอบมากที่สุดมาทำก่อน (EDD) มีระยะเวลาการผลิตเฉลี่ย 3.78 ชั่วโมงต่อชิ้น โดยมีระยะเวลาการผลิตน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบอื่น กล่าวโดยสรุปปริมาณการส่งมอบล่าช้าในแต่ละแบบของการจัดลำดับงานและตารางการผลิตดังนี้

- การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบ LPT ทำให้เกิดส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนด 2 วัน
- การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบ FCFS ทำให้เกิดส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนด 2 วัน
- การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบ SPT ทำให้เกิดส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนด 1 วัน
- การจัดลำดับงานและตารางการผลิตแบบ EDD ไม่ทำให้เกิดการส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนด

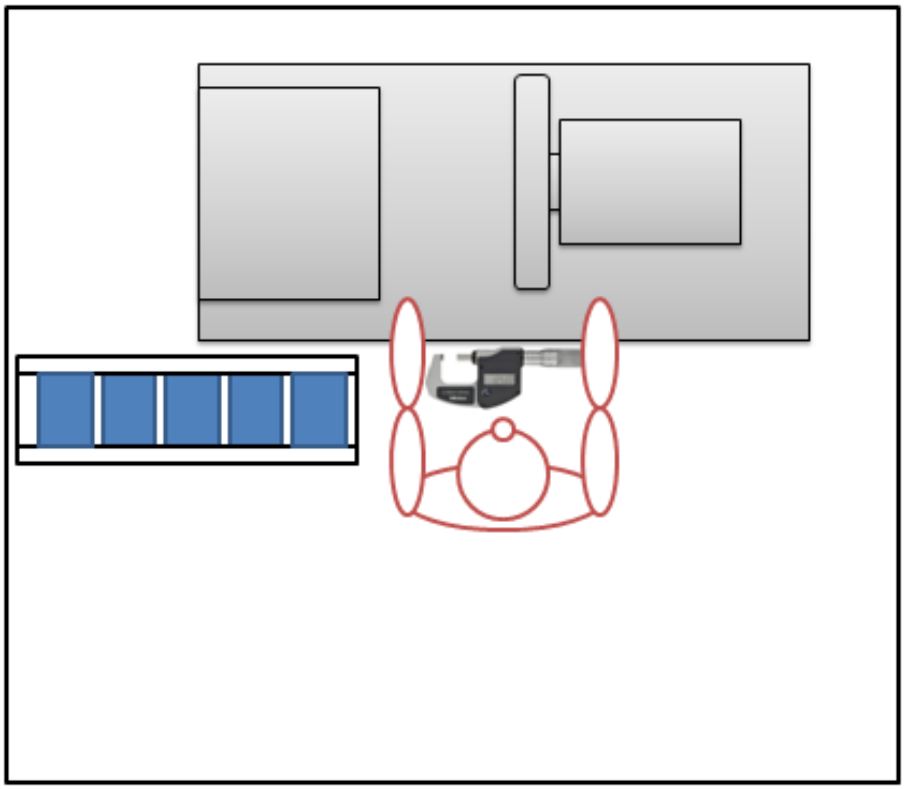
1.2 ปัญหาระยะห่างของเครื่องมือ อุปกรณ์ในการตรวจวัดชิ้นงานอยู่ห่างจากพนักงานมากเกินไป

ได้ดำเนินการนำหลักการ Combine การรวบรวมงานบางส่วนไว้ที่เดียวกัน จากระยะห่างของเครื่องมืออุปกรณ์ในการตรวจวัดชิ้นงานอยู่ห่างจากพนักงานมากเกินไป ทำให้พนักงานเกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น โดยพนักงานจะต้องเสียเวลาในการหมุนตัวเพื่อนำชิ้นงานที่ผลิตเสร็จมาตรวจวัด แล้วหมุนตัวกลับเพื่อป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (ตามภาพที่ 4-8)



ภาพที่ 4-9 ลักษณะการหมุนตัววัดชิ้นงาน ก่อนการปรับปรุง

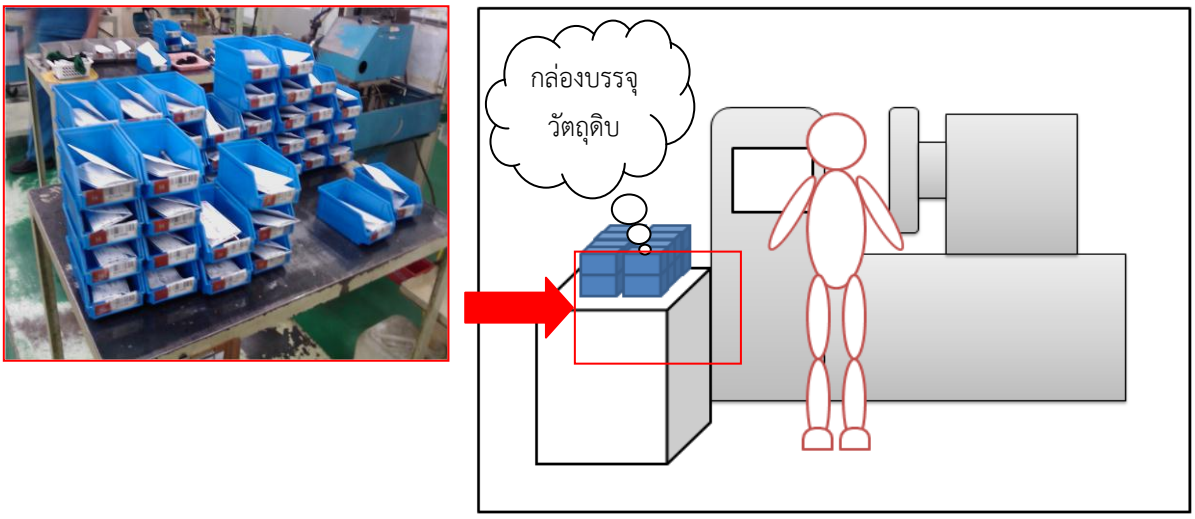
การดำเนินการแก้ไขโดยการนำเอาเครื่องมือวัดมาติดตั้งที่ด้านหน้าของพนักงานในตำแหน่งที่ใช้งานได้สะดวกและปลอดภัยกับพนักงานที่สุด (ดังแสดงในภาพที่ 4-10) และเช่นเดียวกันกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานร่วมกับเครื่องจักรนั้นก็ได้มีการติดตั้งในตำแหน่งที่พนักงานสามารถหยิบจับได้อย่างง่ายดาย ส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ความถี่ในการใช้น้อยกว่าวันละหนึ่งครั้ง จะถูกแยกออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย



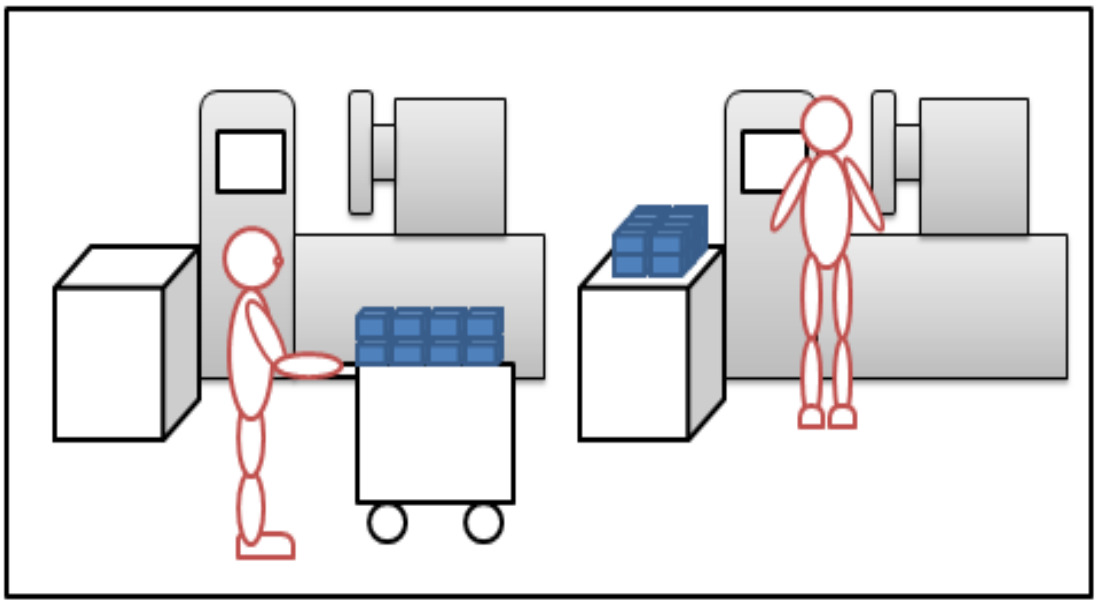
ภาพที่ 4-10 ลักษณะการหมุนตัววัดชิ้นงาน หลังการปรับปรุง

1.3 ปัญหาขนาดของโต๊ะสำหรับวางชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในแต่ละสถานีงานมีขนาดใหญ่เกินไป

ได้ดำเนินการนำหลักการ Eliminate การกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า และ Simplify การทำให้ง่ายขึ้น ในกระบวนการผลิตจากประเด็นปัญหาดังกล่าว โต๊ะสำหรับวางชิ้นงานที่ผลิตเสร็จในแต่ละสถานีมีขนาดใหญ่ซึ่งสามารถวางชิ้นงานพื่อรอผลิตได้เป็นจำนวนมาก (ตามภาพที่ 4-11) และพนักงานเมื่อผลิตเสร็จพนักงานก็จะรอให้ผลิตได้ปริมาณมาก ๆ ก่อนจึงจะรวบรวมแล้วส่งไปยังสถานีถัดไป โดยการขนย้ายชิ้นงานด้วยรถเข็น ซึ่งจะเกิดการสูญเปล่าในช่วงที่รอผลิตเป็นเวลานาน (ตามภาพที่ 4-12)



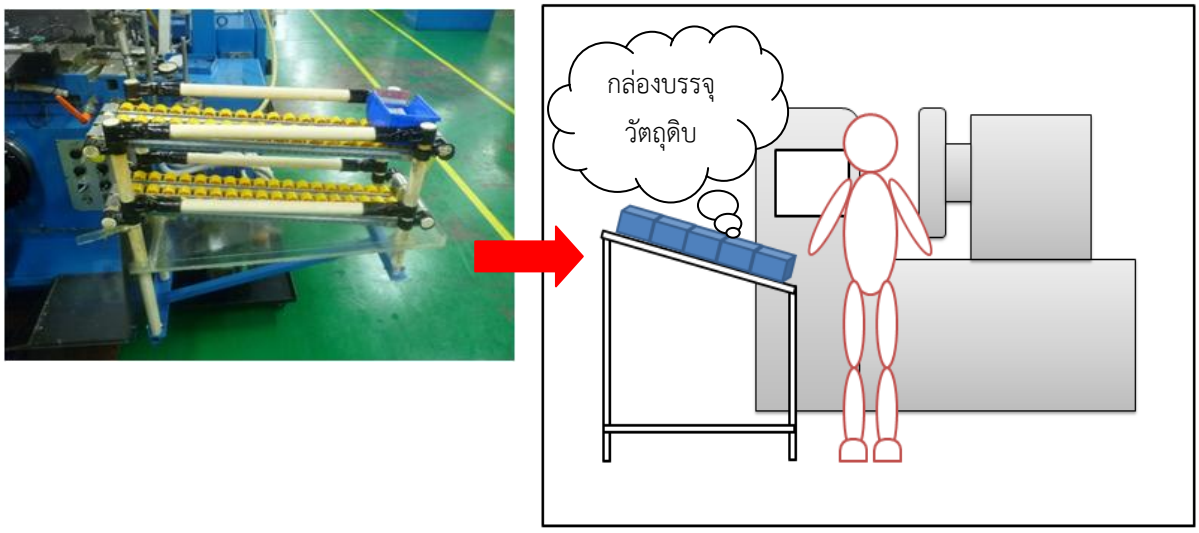
ภาพที่ 4-11 โต๊ะวางชิ้นงานก่อนการปรับปรุง



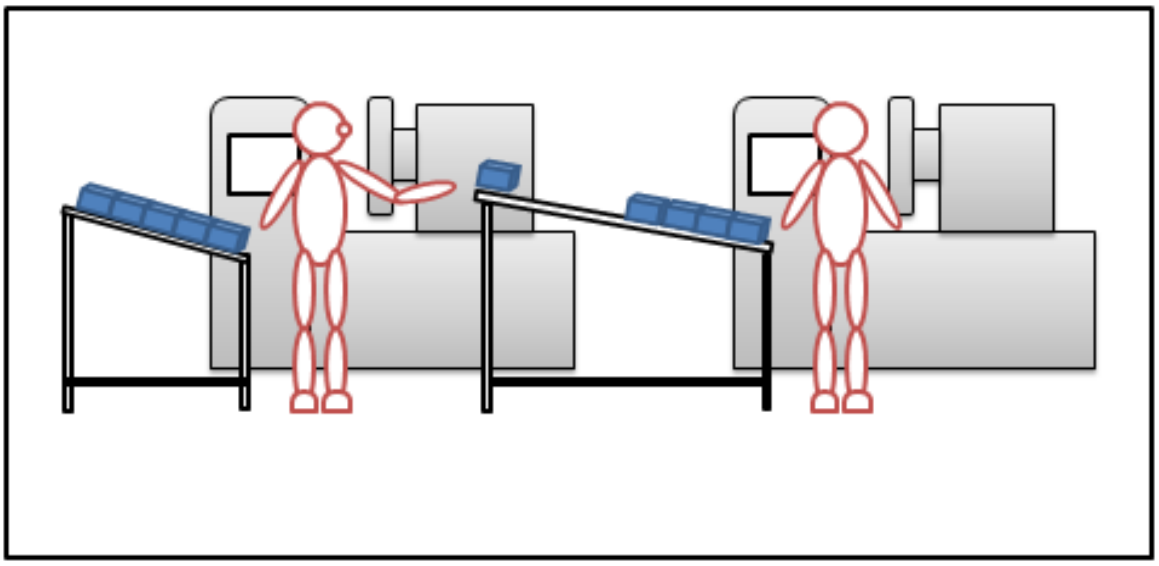
ภาพที่ 4-12 ลักษณะการส่งชิ้นงานจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง ก่อนการปรับปรุง

ในการแก้ไขนั้น ได้มีการติดตั้ง Flow Rack ที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องแทนที่โต๊ะวางชิ้นงาน (ดังแสดงในภาพที่ 4-13) และกำหนดความยาวของ Flow Rack ให้วางกล่องพลาสติกสำหรับบรรจุวัตถุดิบ ได้เป็นจำนวนจำกัด ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานนั้นไหลเข้าสู่กระบวนการผลิตที่ละชิ้นอย่างต่อเนื่อง และในระหว่างสถานีก็ได้มีการติดตั้ง Flow Rack ด้วยเช่นกัน (ดังแสดงในภาพที่ 4-

14) เพื่อลดความสูญเปล่า ในการที่พนักงานต้องเดินไปส่งชิ้นงานให้กับสถานีถัดไป ทำให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่จำเป็นต้องเดินกลับไปกลับมา



ภาพที่ 4-13 ลักษณะการวางวัตถุดิบหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 4-14 ลักษณะการส่งชิ้นงานจากสถานีหนึ่งไปอีกสถานีหนึ่ง หลังการแก้ไข

2. อัตราของเสียในกระบวนการผลิต

จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหาที่ได้ดำเนินการสำรวจดังนี้

2.1 ปัญหาของเสียที่เกิดจากการกระทบของชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้ว

ได้ดำเนินการนำหลักการ Rearrange การเรียบเรียงใหม่เข้ามาแก้ไข และ Simplify การทำให้ง่ายขึ้น เนื่องจากชิ้นงาน A เป็นชิ้นงานที่มีความละเอียดสูงและในการผลิตนั้น นอกจากจะให้ความสำคัญกับค่าพิกัดความเผื่อในการผลิตแล้วแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสมบูรณ์ของชิ้นงานก่อนจะส่งมอบให้กับลูกค้า และปัญหาชิ้นงานเป็นรอยตำหนิเนื่องจากเกิดการกระแทกนั้นจะเกิดขึ้นบ่อยครั้ง (ตามภาพที่ 4-14) แต่ส่วนใหญ่จะสามารถซ่อมแซมได้ อย่างไรก็ดีการนำชิ้นงานกลับมาซ่อมแซมในส่วนที่เป็นตำหนินั้นถือว่าเป็นการเพิ่มกระบวนการผลิตโดยไม่จำเป็น

ภาพที่ 4-15 การเรียงชิ้นงานใส่กล่องก่อนการปรับปรุง

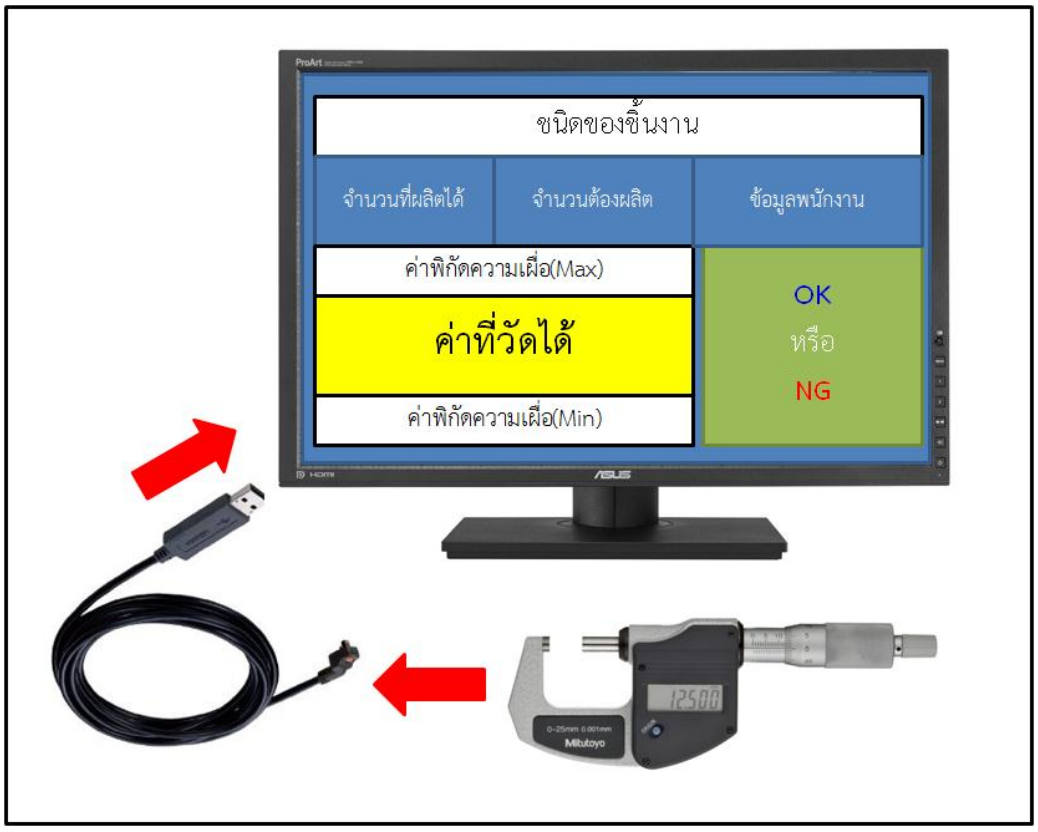
การดำเนินการปรับปรุงโดยการนำปลอกพลาสติกมาหุ้มชิ้นงานหลังผลิตแต่ละสถานีเพื่อไม่ให้ชิ้นงานได้รับความเสียหายจากการกระแทก (ตามภาพที่ 4-16)

ภาพที่ 4-16 ปลอกพลาสติกสำหรับหุ้มชิ้นงาน หลังการปรับปรุง

2.2 ปัญหาจากความคลาดเคลื่อนในการใช้เครื่องมือวัดในการตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จ

ได้ดำเนินการนำหลักการ Combine คือ การรวบรวมงานบางส่วนไว้ที่เดียวกัน และ Simplify การทำให้ง่ายขึ้น จากปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดชิ้นงานเสียจากกระบวนการผลิตขึ้นบ่อยครั้ง สาเหตุของปัญหานั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย ทั้ง คน เครื่อง วิธีการปฏิบัติงาน ตลอดจนวัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ แต่ในที่นี้จะมุ่งเน้นไปที่การป้องกันความผิดพลาดพลั้งเผลอจากตัวพนักงาน ซึ่งการทำงานหน้าเครื่องจักรเป็นเวลานาน ๆ อาจทำให้เกิดความเมื่อยล้า และอาจตั้งค่าหรืออ่านค่าเครื่องมือวัดผิดพลาด ซึ่งทำให้เกิดปล่อยชิ้นงานเสียไปสู่ลูกค้า ซึ่งปัญหาลักษณะนี้ มีความสุ่มเสี่ยงที่พนักงานจะตรวจสอบไม่เจอด้วยตนเอง จนผลิตชิ้นงานเสียคราวละมาก ๆ

การดำเนินการปรับปรุงได้มีการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องมือที่พนักงานใช้ตรวจวัดชิ้นงาน (ดังแสดงในภาพที่ 4-17) พร้อมทั้งแสดงผลเมื่อชิ้นงานไม่ได้ตามมาตรฐาน เพื่อช่วยเตือนให้พนักงานทราบว่าการปฏิบัติงานของพนักงานนั้นยังอยู่ในมาตรฐานหรือไม่

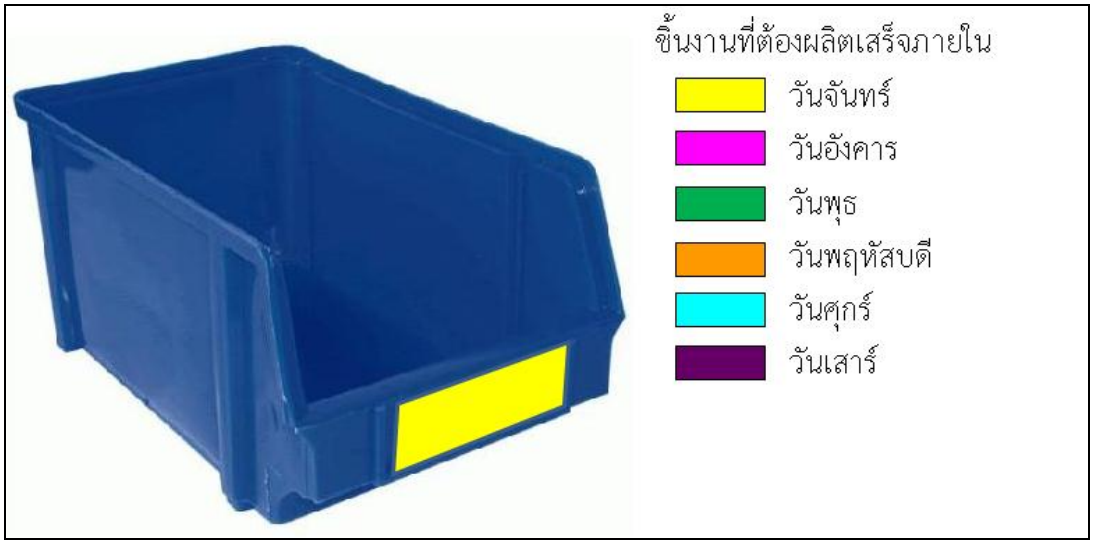


ภาพที่ 4-17 การเชื่อมต่อเครื่องมือตรวจวัดชิ้นงานกับคอมพิวเตอร์

3. การส่งมอบสินค้าล่าช้า

จากกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหาที่ได้ดำเนินการสำรวจดังนี้ 4.4.3.1 ปัญหาการจัดลำดับความสำคัญในการผลิตชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปของพนักงานในแต่ละสถานี

ได้ดำเนินการนำหลักการ Rearrange การเรียบเรียงใหม่เข้ามาแก้ไข และ Simplify การทำให้ง่ายขึ้นเนื่องจาก ในกระบวนการผลิตชิ้นงานนั้นไม่มีจุดบ่งชี้ที่ชัดเจนให้พนักงานทราบถึงความสำคัญของชิ้นงานที่จะต้องผลิตก่อน จึงทำให้บางครั้งเมื่อมีการจ่ายวัตถุดิบเข้าไปในกระบวนการผลิตแล้ว ชิ้นงานที่มีความสำคัญในการผลิตมากกว่ายังไม่ถูกนำมาผลิต เนื่องจากพนักงานไม่ทราบถึงลำดับความสำคัญ จึงแก้ไขด้วยการติดแถบสีที่กล่องพลาสติกที่ใช้บรรจุวัตถุดิบตามสีประจำวัน จะทำให้พนักงานสามารถตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Check) ได้อย่างง่ายดายว่าชิ้นงานไหนจะต้องผลิตให้เสร็จก่อน ดังแสดงตัวอย่างการติดแถบสีในภาพที่ 4-18



ภาพที่ 4-18 ตัวอย่างการติดแถบสีที่กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุวัตถุดิบ

การตรวจติดตามผล และสรุปผลการศึกษาวิจัย

จากปัญหาระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้าผู้ศึกษาวิจัยได้ดำเนินการแก้ไขด้วยการจัดลำดับงาน และตารางการผลิต รวมทั้งการปรับปรุงในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตดำเนินการตรวจติดตามผลในเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556

ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมนั้น จะมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต และจำเป็นที่จะต้อง ปรับปรุงแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งถ้ามีการศึกษาปัญหาในสภาพการทำงานจริงอย่างถ่องแท้ แล้ววิเคราะห์เชิงลึก รวมถึงการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและเหมาะสม เมื่อเกิดปัญหา

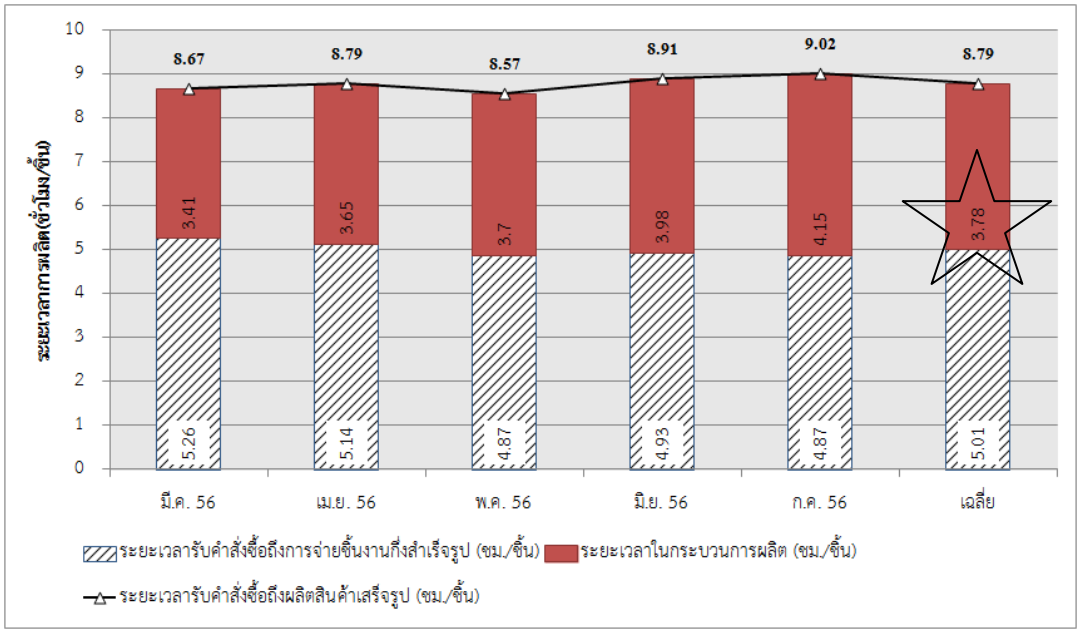
ในแต่ละกระบวนการ มีการนำประเด็นปัญหามาร่วมกันวิเคราะห์ และกำหนดวิธีการในการแก้ไขอย่างชัดเจน รวมถึงการติดตามผลการวิจัยเป็น จะทำให้สามารถปรับปรุงกระบวนการหรือการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยในด้านระยะเวลาในการผลิต อัตราของเสียในกระบวนการผลิต และอัตราการส่งมอบสินค้าล่าช้า ได้ดังนี้

1. ระยะเวลารอคอยที่ไม่จำเป็น

ตารางที่ 4-11 ระยะเวลาในการผลิต

ระยะเวลาการผลิต	มี.ค. 56	เม.ย. 56	พ.ค. 56	มิ.ย. 56	ก.ค. 56	เฉลี่ย
ระยะเวลารับคำสั่งซื้อถึงการจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูป (ชม./ชิ้น)	5.26	5.14	4.87	4.93	4.87	5.01
ระยะเวลาในกระบวนการผลิต (ชม./ชิ้น)	3.41	3.65	3.7	3.98	4.15	3.78
ระยะเวลารับคำสั่งซื้อถึงผลิตสินค้าเสร็จรูป (ชม./ชิ้น)	8.67	8.79	8.57	8.91	9.02	8.79

จากตารางที่ 4-11 พบว่าระยะเวลาในการผลิต โดยเฉลี่ยตั้งแต่ รับคำสั่งซื้อถึงผลิตสินค้าสำเร็จรูป คือ 8.79 ชั่วโมงต่อรายการ แบ่งออกเป็น ระยะเวลารับคำสั่งซื้อถึงการจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปคือ 5.01 ชั่วโมงต่อรายการ และระยะเวลาในกระบวนการผลิต คือ 3.78 ชั่วโมงต่อรายการ ดังแสดงในภาพดังนี้



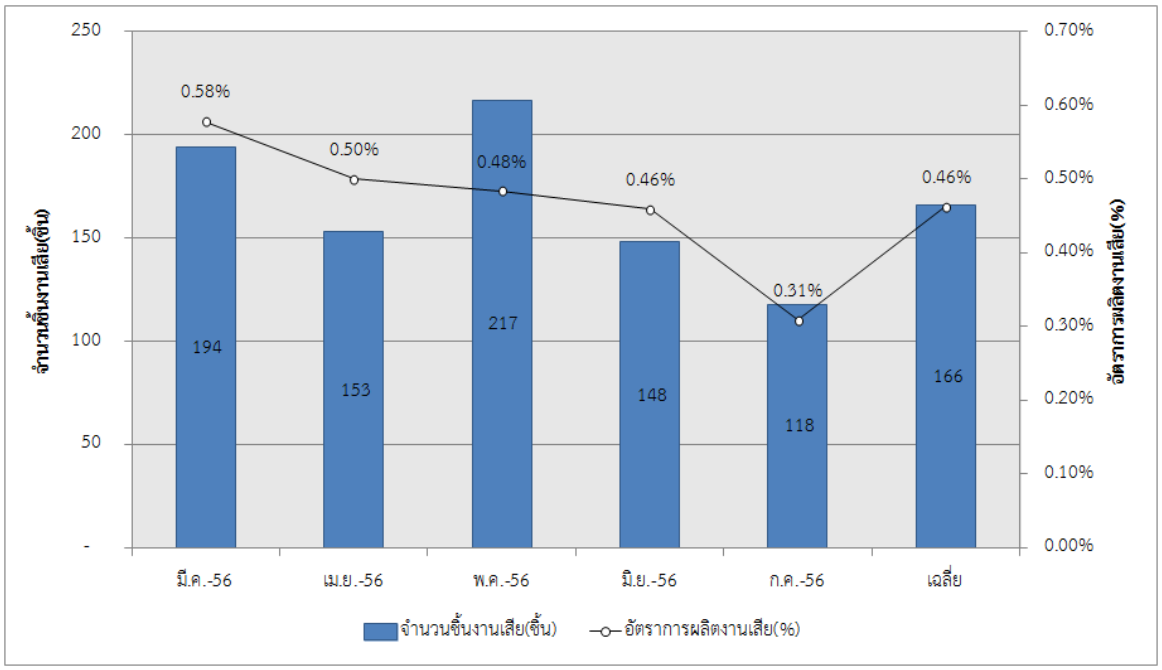
ภาพที่ 4-19 ระยะเวลาการผลิตจากเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556

2. ปริมาณงานเสียจากการผลิต

ตารางที่ 4-12 ปริมาณงานเสียจากกระบวนการผลิต

รายการ	มี.ค.-56	เม.ย.-56	พ.ค.-56	มิ.ย.-56	ก.ค.-56	เฉลี่ย
จำนวนชิ้นงานที่ผลิต (ชิ้น)	33,562	30,615	44,856	32,224	38,228	35,897
จำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	194	153	217	148	118	166
อัตราการผลิตงานเสีย (%)	0.58%	0.50%	0.48%	0.46%	0.31%	0.46%

จากตารางที่ 4-12 พบว่าโดยเฉลี่ยปริมาณงานเสียจากกระบวนการผลิตสินค้า A คือ 166 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.46 ดังแสดงในภาพดังนี้



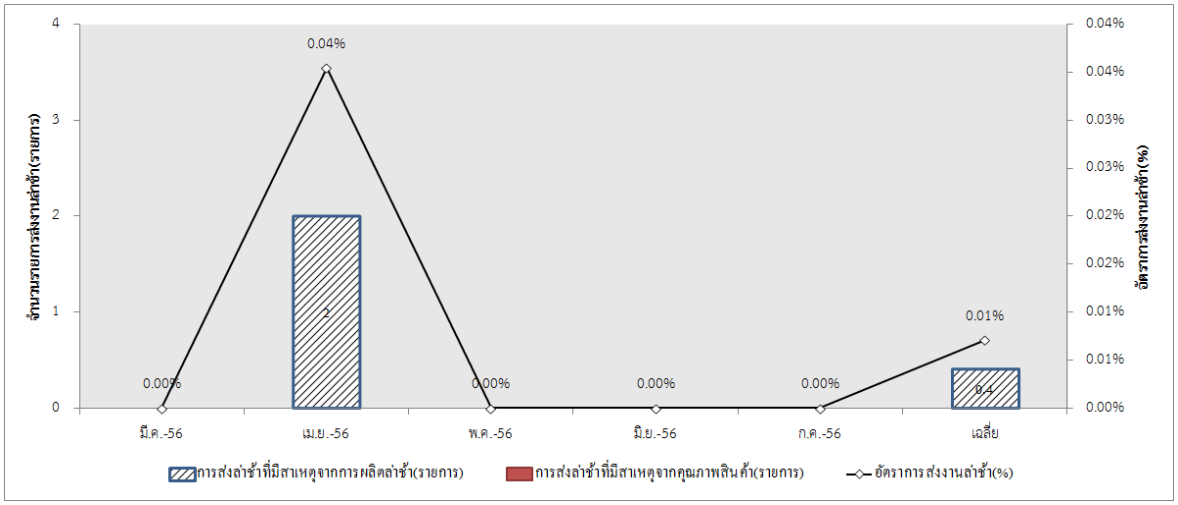
ภาพที่ 4-20 ปริมาณงานเสียจากการผลิตชิ้นงานเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556

3. ปริมาณการส่งงานล่าช้า

ตารางที่ 4-13 ปริมาณการส่งงานล่าช้า

รายการ	มี.ค.-56	เม.ย.-56	พ.ค.-56	มิ.ย.-56	ก.ค.-56	เฉลี่ย
จำนวนรายการขาย (รายการ)	5,544	5,636	5,686	5,223	6,130	5,644
จำนวนการส่งล่าช้า (รายการ)	0	2	0	0	0	0.4
การส่งล่าช้าที่มีสาเหตุจากการผลิตล่าช้า (รายการ)	0	2	0	0	0	0.4
การส่งล่าช้าที่มีสาเหตุจากคุณภาพสินค้า (รายการ)	0	0	0	0	0	0
อัตราการส่งงานล่าช้า (%)	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%

จากตารางที่ 4-13 พบว่าปริมาณการส่งงานล่าช้าโดยเฉลี่ย คือ 0.4 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของจำนวนรายการขายสินค้า A ซึ่งจะเห็นได้ว่าในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ไม่พบปัญหาการส่งงานล่าช้า สำหรับในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 มีการส่งล่าช้า 2 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.04 โดยภาพรวมของอัตราการส่งงานล่าช้า ดังแสดงในภาพดังนี้



ภาพที่ 4-21 การส่งงานล่าช้าเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปกระบวนการวิจัย

การศึกษาวิจัยสามารถสรุปกระบวนการขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัจจุบัน ดังนี้

- โดยศึกษาข้อมูลปริมาณการรับคำสั่งซื้อเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาวิจัย
- กระบวนการผลิต ตั้งแต่การเบิกจ่ายชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปเข้าสู่กระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิตในแต่ละสถานีงาน จนถึงผลิตออกเป็นสินค้าสำเร็จรูปพร้อมที่จะทำการส่งมอบ

2. เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการผลิต ดังนี้

- รวบรวมข้อมูลขั้นปฐมภูมิ โดยทำการสอบถามบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตตั้งแต่สถานีที่ 1 ถึง สถานีที่ 7
- รวบรวมข้อมูลขั้นทุติยภูมิ โดยรวบรวมข้อมูลระยะเวลาการผลิต รายการสินค้า A ข้อมูลระยะเวลาผลิตของสินค้า A ระยะเวลาการผลิตสินค้า A แต่ละสถานี ปริมาณงานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งชิ้นงานล่าช้า โดยเก็บข้อมูลในเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2555

3. วิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลต่อการผลิต ปัญหาที่สำคัญได้แก่ ระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า

4. การแก้ไขประเด็นปัญหา ได้มีการนำการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตแบบผลิตงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน รวมทั้งวิธีการในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ด้วยการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ประกอบด้วย Eliminate คือการกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต Combine คือ การรวบรวมงานบางส่วนไว้ที่เดียวกัน Rearrange คือ การเรียบเรียงใหม่ ในกรณีที่ไม่สามารถยกเลิกหรือรวบรวมวิธีการอื่นได้โดยอาจจะเรียงไว้หน้าหรือหลังตามความเหมาะสม Simplify คือ การทำให้ง่ายขึ้น โดยอาจมีการออกแบบเครื่องมือใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน

5. การติดตามผลและสรุปผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระยะเวลาในการผลิต อัตรางานเสีย และอัตราส่งงานล่าช้า

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยในการแก้ปัญหาในเรื่องระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า ด้วยการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตด้วยการผลิตงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date) รวมทั้งการปรับปรุงในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ตามเป้าหมายแบ่งออกเป็น 3 เป้าหมายดังนี้

1. ลดระยะเวลาในการผลิต โดยเฉลี่ย 6.73 ชั่วโมงต่อชิ้น
2. ลดปริมาณงานเสียจากการกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ย ร้อยละ 0.50
3. ลดปัญหาการส่งงานล่าช้าโดยเฉลี่ยร้อยละ 0

ผู้ศึกษาได้นำการจัดลำดับงาน และตารางการผลิตด้วยการผลิตงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date) และหลักการการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS มาปรับปรุงในประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ หลังจากได้มีการปรับปรุงการแก้ไขและทำการติดตามผลในเดือนมีนาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2556 จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาในการผลิตเฉลี่ย เท่ากับ 3.78 ชั่วโมงต่อชิ้น โดยลดลง 12.19 ชั่วโมงต่อชิ้น อัตรางานเสียเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.46 โดยลดลงร้อยละ 0.29 และอัตราส่งงานล่าช้าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.01 โดยลดลงร้อยละ 0.29 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยก่อนการแก้ไขในเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555

ข้อเสนอแนะในการนำแนวทางการวิจัยไปประยุกต์ใช้

ข้อสรุปจากการศึกษาวิจัยชี้ให้เห็นว่า การนำจัดลำดับงาน และตารางการผลิต รวมถึงการปรับปรุงในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สามารถแก้ไขปัญหาในเรื่องระยะเวลาการผลิต อัตรางานเสียจากการผลิต และอัตราการส่งงานล่าช้า ตลอดจนตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วขึ้น การดำเนินกิจกรรมแก้ไขปัญหา มีแนวทางในการปฏิบัติ ดังนี้

1. การศึกษาสภาพการณ์ปัจจุบันอย่างรอบด้าน ทำการรวบรวมข้อมูลและประเด็นปัญหา ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาประเด็นปัญหาโดยการตรวจสอบสภาพการทำงานจริง การสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการใช้ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์หาจุดที่เกิดปัญหา
2. ทำการแยกประเด็นของปัญหาออกเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจนเพื่อนำไปสู่การหาวิธีแก้ไขอย่างเป็นระบบ รวมถึงการกำหนดผู้รับผิดชอบในการแก้ไขประเด็นปัญหานั้น ๆ
3. การดำเนินการแก้ไขต้องทำอย่างจริงจังและทันท่วงที ซึ่งการดำเนินการแก้ไขในแต่ละประเด็นปัญหานั้น อาจไม่สำเร็จลุล่วงอย่างที่คาดการณ์ไว้ จึงจำเป็นจะต้องมีการตรวจติดตามผลของการดำเนินงาน เพื่อทบทวนและปรับปรุงมาตรการในการแก้ไขประเด็นปัญหาอยู่เป็นประจำ

4. การตรวจติดตามผลจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง เมื่อได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จะต้องสรุปผลการดำเนินงานนั้น ๆ เพื่อแจ้งให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบ

ด้วยเหตุนั้นเพื่อให้การศึกษาวิจัยเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ควรมีการฝึกอบรมให้ทุกคนในองค์กรมีทักษะความรู้ในด้านต่าง ๆ ตลอดจนผู้บริหารจะต้องให้การสนับสนุนการทำงาน เพื่อให้มีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างจริงจังและต่อเนื่องโดยให้ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมต่อการพัฒนาและปรับปรุงดังกล่าว

บรรณานุกรม

เกียรติขจร โฆมานะสิน. (2550). *วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ.* กรุงเทพฯ: บริษัท พงษ์วรินการพิมพ์ จำกัด.

จินตนัย ไพรสณฑ์, จักรินทร์ ศุขหมอก และเรนเดอร์ เบร์รี่. (2551*). การจัดการการผลิตและการปฏิบัติการ.* กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.

ธีรศักดิ์ มงคลสวัสดิ์. (2551). *การประยุกต์ใช้ระบบลีนในกระบวนการจัดส่งชิ้นส่วนเข้าสู่กระบวนการผลิต*. งานนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา

ทวีพร ขำดี และคณะ. (2551). *การประยุกต์ใช้แนวคิดของลีนในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์.* มหาวิทยาลัยบูรพา.

พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจ่าง. (2554). *กรณีศึกษาเกี่ยวกับการลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์*. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

พิภพ ลลิตาภรณ์. (2547). *ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และ นพดล อิ่มเอม. (2552). *1-2-3 ก้าวสู่ลีน.* สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ภาวิณี อาจปรุ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. (2551). *การลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ ลักขณาอดิศร. (2552). *ลีนอย่างไรกำไรให้องค์กร.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วิทยา สุหฤทดำรง. (2548). *วิถีแห่งโตโยต้า (The Toyota Way).* กรุงเทพฯ: บริษัท ส.เอเซีย เพรส (1989) จำกัด.

ศิริเกียรติ เจริญด้วยศิริ. (2551). การ*เพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานโดยการใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตรองเท้าในประเทศไทย.* งานนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุมน มาลาสิทธิ์. (2547). *การจัดการผลิต.* กรุงเทพฯ: ท้อป.

สุลภัส เครือกาญจนา. (2550). *เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยไคเซ็น*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์. (2550). *การเพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษาของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของไทย*. งานนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อุบลวรรณ อ้นโต. (2551). *การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนและผังคุณค่าโดยการจำลองสถานการณ์ในการผลิตยางรถยนต์*. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

Taj, S., & Berro, L. (2006). Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant. *International Journal of Productivity and Performance Management, 55.3(4), pp.* 332-345.