การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา : บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด

Defect reduction in the production of high precision part by Lean concept. A case study: R&D Precision Company

นิพนธ์ เลี่ยมสวรรค์

NIPON LIAMSAWAN

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2558

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง โดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา : บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด

ชื่อ นามสกุล นิพนธ์ เลี่ยมสวรรค์

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาและคณะ วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด ทำการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นงานต่าง ๆ แต่การทำงานที่ผ่านมาพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ดังข้อมูลที่อ้างอิงได้จากของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ.2557 พบว่าอัตราของเสียปัจจุบัน (Defect rate) คือ 9.56 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สูญเสียต้นทุนในการผลิตและโอกาสทางธุรกิจอื่นๆ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงด้วยแนวคิดแบบลีน ในการศึกษาวิจัยเริ่มจากนำข้อมูลในการปฏิบัติงานของพนักงานมาเขียนวิเคราะห์โดยการเขียน แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) พบว่า ในกระบวนการเจียระไนรูกลมยังใช้เวลาในการปฏิบัติงานนานที่สุด จากนั้นทำการสำรวจและกำหนดสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) และนำแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาวิเคราะห์หาสาเหตุย่อย พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากการควบคุมขนาด โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นรูเพลา ความหนาที่ 2.25 มม. ดังนั้นจึงทำการศึกษาและทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม โดยมีค่าคงที่คือ อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน อัตราความเร็วล้อหินและชิ้นงาน ชนิดของน้ำหล่อเย็น และชนิดของหินเจียระไน โดยมีเป้าหมายที่จะลดของเสียลงทั้งหมดไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และมุ่งหวังว่าจะปรับปรุงให้เกิดกระบวนการในการลดของเสียอย่างมีประสิทธิภาพอันจะส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการที่มีของเสียจากการผลิตน้อยลง อีกทั้งยังสามารถรองรับการแข่งขันและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงในอนาคตได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ : การลดของเสีย, ชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง, แนวคิดของลีน

Independent Study Title Defect reduction in the production of high precision part by Lean concept.
A case study: R&D Precision Company
Author Nipon Liamsawan
Degree Master of Engineering
Major Program Sustainable Industrial Management Engineering (Graduate School)
Academic Year 2015

ABSTRACT

R & D PRECISION CO.,LTD manufactures various types of work. Yet, there were defects of work in previous working, and the company was unable to deliver products to customers as required and some might have been destroyed. As the information referred to the waste detected each month from January 2014 to June 2014, it is found that the volume of defect rate was 9.56 percent, resulting in losing cost of production and other business opportunities. This research aims to reduce waste in the production of high precision with lean concepts. The study starts from the analysis of employee's working information by creating a value stream mapping. The study found that cylindrical grinding takes the longest time. Then, the study explored and determined the root cause of the problem by using a Pareto Diagram together with a Fish-Bone Diagram to analyze the minor causes. It is found that most wastes are caused by measuring control especially for the work that has a shaft hole with thickness of 2.25 mm. Thus, the study and experiment were conducted to determine the flow rate of the coolant for the work piece in the cylindrical grinding machine and a fixed value is the rate of decreasing the size of work, speed of stone wheel and work, type of coolant and type of grinding stones. The goal is to reduce waste by not less than five percent, and to improve the process of reducing waste effectively which will affect the environment having lesser wastes from production. It also supports competitiveness and rapid change of industry manufacturing high-precision parts, in the future even better.

Keywords: Defect reduction, High precision part, Lean Concept

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักการค้นคว้าอิสระและผู้ช่วยศาสตรจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มีนคร และดร.ณัฐวรพล รัชสิริวชิรบุล ที่สละเวลามาเป็นประธานและกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

และขอขอบคุณบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัยและเป็นสถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและศึกษาข้อมูล เพื่อทำการวิจัย การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ในครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

นิพนธ์ เลี่ยมสวรรค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง
โดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา: บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด

ชื่อ นามสกุล นิพนธ์ เลี่ยมสวรรค์

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะ คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มีนคร)

.....กรรมการ
(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง)

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการศึกษา	4
1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.7 นิยามคำศัพท์	5
1.8 คำสำคัญ	5
บทที่ 2 การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 การศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง	6
2.2 ทฤษฎีเรื่องหลักแนวคิดแบบลีน	9
2.3 งานวิจัยการลดของเสียโดยใช้หลักแนวคิดของลีนที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	21
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตปัจจุบันก่อนการปรับปรุง	23
3.2 นำข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า	29
3.3 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา	32
3.4 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อย	34
3.5 ติดตั้งอุปกรณ์	37
3.6 การทดสอบอุปกรณ์	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 กระบวนการทดลอง	48
4.1 เครื่องมือในการทดลอง	48
4.2 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง	53
4.3 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน	54
4.4 ผลการทดลอง	61
บทที่ 5 ผลการวิจัย	64
5.1 ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิต	64
5.2 ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต	66
5.3 ผลด้านต้นทุน	68
5.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม	69
บทที่ 6 อภิปรายผล	70
6.1 ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิต	70
6.2 ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต	70
6.3 ผลด้านต้นทุน	70
6.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม	71
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย	72
7.1 ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิตและเวลาในการผลิต	72
7.2 ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต	72
7.3 ผลด้านต้นทุน	73
7.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม	73
บทที่ 8 การนำไปใช้งาน	74
8.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางการเงิน	74
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก ข้อมูลของเสีย	80
ภาคผนวก ข เอกสารตีพิมพ์	87
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	104

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	สรุปการทบทวนวรรณกรรม	17
3.1	ข้อมูลเครื่องจักรบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด	27
3.2	โปรแกรมภาษาซีในแผงวงจรไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3	42
4.1	ชิ้นส่วนประกอบภายในชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box	50
4.2	ค่าความหยาบผิวที่ใช้ในการตรวจสอบ	60
4.3	การบันทึกผลการทดลอง	62
5.1	เปรียบเทียบอัตราของเสียและเวลาในการปฏิบัติงาน	66
5.2	ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิต	67
5.3	เปรียบเทียบค่าคุณภาพ (First Time through (FTT))	68
5.4	เปรียบเทียบผลด้านต้นทุนค่าแรงต่อหน่วย	68
8.1	สรุปการลงทุนด้านอุปกรณ์ Water flow sensor box	74
8.2	มูลค่าของเสียที่ลดได้	75

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	แสดงการทำงานเครื่องกลึงในปัจจุบัน	2
1.2	แสดงการทำงานเครื่องกัดในปัจจุบัน	2
1.3	แสดงการทำงานเครื่องเจียรนัยในปัจจุบัน	3
1.4	แสดงการทำงานเครื่องกลึงซีเอ็นซีและเครื่องกัดซีเอ็นซีในปัจจุบัน	3
2.1	โครงสร้างอุตสาหกรรมโดยรวม	6
2.2	ค่าพิกัดความเผื่อในระบบ ISO 286: 1988E	8
2.3	ความหยาบของผิวงานกับกระบวนการผลิต	9
2.4	หลักการของต้นทุน	14
3.1	รายละเอียดการดำเนินการวิจัย	22
3.2	แผนผัง Flow process	24
3.3	ข้อมูลอัตราของเสียการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงเดือนมกราคม ถึงมิถุนายน พ.ศ.2557	26
3.4	ข้อมูลเปรียบเทียบอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ	28
3.5	แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง	31
3.6	แผนภาพพาเรโต แสดงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียที่ต้องทำการแก้ไขก่อน	33
3.7	แผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)	35
3.8	การแสดงผลของ ความเร็วของชิ้นงานมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน	36
3.9	การแสดงผลของ ความเร็วของล้อหินมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน	36
3.10	อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น ไม่สามารถแสดงอัตราการไหลได้อย่างชัดเจน	37
3.11	ตำแหน่งในการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น	38
3.12	ภาพหลังจากการติดตั้ง Water flow sensor	38
3.13	วงจรสำหรับรับสัญญาณจาก Water flow sensor และ แสดงผล	40
3.14	แสดงการทดสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น	47
4.1	คอมพิวเตอร์ Notebook Asus รุ่น A45VM-VX038	49
4.2	ชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box	49
4.3	เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบเลเซอร์ รุ่น FLUKE 62 Mini IR Thermometer	51
4.4	เครื่องเจียระไนรูกลม รุ่น IGM-1E OKAMOTO INTERNAL GRINDER	52
4.5	เครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์วัดใน (Inside Micrometers)	53
4.6	ตัวอย่าง ชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014)	54
4.7	แสดงทั้งหมด 8 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.8	การแสดงการติดตั้งชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)	56
4.9	แสดงการตั้งศูนย์ชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) ก่อนการปฏิบัติงาน	57
4.10	แสดงการกรีดล้อหินเจียระไนก่อนการปฏิบัติงาน	57
4.11	แสดงการปรับตั้งระยะเลื่อนเข้าออกของล้อหินเจียระไน	58
4.12	แสดงเจียระไนชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)	59
4.13	แสดงชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างผิว 2 ฟันและ 3 ฟัน	61
5.1	แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุง	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

อุตสาหกรรมการผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสนับสนุนที่สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆเช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมเครื่องจักรบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯลฯ โครงสร้างของอุตสาหกรรมงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูงนั้นจะมีสถานภาพเป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งก็มีอุตสาหกรรมอื่นๆที่เป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำด้วยเช่นกัน เช่น อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ อุตสาหกรรมอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนพลาสติก (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2547)

การผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง (Precision part) เป็นกลไกเพิ่มคุณค่าของวัตถุดิบโดยการตัดเฉือนเอาเนื้อวัตถุบางส่วนออกเพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ ปริมาณของคุณค่าที่เพิ่มขึ้นคือรูปร่างที่เกิดจากการตัดเฉือนเนื้องานที่ไม่ต้องการออก ให้ได้รูปร่างของชิ้นงานซึ่งสามารถทำหน้าที่ของงานต่าง ๆ ได้ตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่อาศัยเครื่องจักรทำการตัดเฉือนชิ้นงาน (Machining) เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ความละเอียดและเที่ยงตรงสูงตามต้องการ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไน เป็นต้น และจากการที่ทุกชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรเหล่านี้ปกติแล้ว จะวัดผลสำเร็จของชิ้นงานที่ขนาดตามค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) และความหยาบของผิวงาน (Surface Roughness) ที่กำหนดไว้ในแบบงาน อีกทั้งแบบงานทางวิศวกรรม ค่าต่าง ๆ ที่จะกำหนดลงในแบบงานจะมีมาตรฐานกำกับอยู่ รวมทั้งค่าพิกัดความเผื่อของขนาดและความหยาบละเอียดของผิวงานก็เช่นกัน ซึ่งค่าทั้งสองนี้จะเป็นตัวกำหนดกระบวนการและเครื่องจักรกลการผลิตที่จะใช้ในการขึ้นรูป (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2547)

สำหรับโรงงานกรณีศึกษาทำการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นงานต่างๆ แต่การทำงานที่ผ่านมายังพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ดังข้อมูลอัตราของเสียในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2557 โดยจะมีอัตราของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 9.56 เปอร์เซ็นต์ ในการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้ ประเภทที่ 1 เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไนกลม เครื่องเจียรนัยราบ ประเภทที่ 2 เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกลึง CNC เครื่องกัด CNC ทำการผลิตชิ้นงานตามแบบที่ทางลูกค้าต้องการ แต่การทำงานที่ผ่านมายังพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง

ภาพ 1.1 แสดงการทำงานเครื่องกลึงในปัจจุบัน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 1.1 แสดงการทำงานเครื่องกลึงในปัจจุบันซึ่งมีจำนวนเครื่องกลึงทั้งหมด 2 เครื่อง มีพนักงานประจำเครื่องทั้งหมด 2 คน

ภาพ 1.2 แสดงการทำงานเครื่องกัดในปัจจุบัน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 1.2 แสดงการทำงานเครื่องกลึงในปัจจุบันซึ่งมีจำนวนเครื่องกัดทั้งหมด 6 เครื่อง มีพนักงานประจำเครื่องทั้งหมด 6 คน

ภาพ 1.3 แสดงการทำงานเครื่องเจียรนัยในปัจจุบัน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 1.3 แสดงการทำงานเครื่องกลึงในปัจจุบันซึ่งมีจำนวนเครื่องกัดทั้งหมด 3 เครื่อง มีพนักงานประจำเครื่องทั้งหมด 3 คน

ภาพ 1.4 แสดงการทำงานเครื่องกลึงซีเอ็นซีและเครื่องกัดซีเอ็นซีในปัจจุบัน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 1.4 แสดงการทำงานเครื่องกลึงซีเอ็นซีและเครื่องกัดซีเอ็นซีทั้งหมด 2 เครื่องมีพนักงานมีประจำเครื่องทั้งหมด 2 คน

จากปัญหาที่กล่าวมาแล้ว พบว่าควรพัฒนาองค์กรด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้แนวคิดเทคนิคการผลิตแบบลีน ในลักษณะมุ่งเน้นการบูรณาการในทำการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง การผลิตแบบลีน ทำให้ความสามารถในการลดอัตราของเสียโดยมีเป้าหมายที่จะลดของเสียลงทั้งหมดไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์และมุ่งหวังว่าจะปรับปรุงให้เกิดกระบวนการในการลดของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตทำให้มีกำไร

เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถรองรับการแข่งขันและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงในอนาคตได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงไม่น้อยกว่าร้อยละ 5

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 สามารถช่วยทำให้บริษัทมีผลประกอบการเพิ่มมากขึ้นหลังจากการปรับปรุง

1.3.2 หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักแนวคิดของลีน สามารถทำให้องค์กรพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ศึกษากระบวนการผลิตบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ที่ตั้งเลขที่ 246 ถนนประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โดยมีระยะเวลาการศึกษาเป็นเวลาประมาณ 1ปี ตั้งแต่ มกราคม 2557– กุมภาพันธ์ 2558

1.4.2 นำข้อมูลการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง

1.4.3 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

1.4.4 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยโดยแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)

1.4.5 ทำการแก้ปัญหาโดยใช้หลักแนวคิดของลีน ด้วยการลดเวลาในการปฏิบัติงาน โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

1.4.6 นำข้อมูลการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุง

1.4.7 สรุปผลการวิจัย

1.5 กรอบแนวความคิด

ศึกษากระบวนการผลิตบริษัทกรณีศึกษา พบว่า ข้อมูลอัตราของเสีย (Defect rate: A) การผลิตชิ้นงานของบริษัทกรณีศึกษามีผลกระทบจนทำให้ไม่สามารถส่งชิ้นงานให้กับลูกค้า เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาตามแนวคิดแบบลีนจึงนำอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือ (Defect rate of Hand-controlled machinery: B) และเวลาในการผลิต (Working time: C) ที่ได้จากการศึกษากระบวนการผลิตบริษัทกรณีศึกษา ทำการแก้ไขปัญหาและลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง โดยมุ่งเน้นการบูรณาการในการปรับปรุงขั้นตอนในกระบวนการผลิตของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะควบคุมโดย ไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงในกระบวนการนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตและทำให้ผลการประกอบการดีขึ้น

1.6.2 สามารถแก้ปัญหาการผลิตของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแบบMake to order ได้

1.6.3 สร้างให้พนักงานเกิดทักษะในวิธีการแก้ไขและการป้องกันปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.4 สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆต่อไป

1.7 นิยามศัพท์

Precision part	คือ การผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง
Machining	คือ การตัดเฉือนชิ้นงาน
Tolerance	คือ ค่าพิกัดความเผื่อ
Surface Roughness	คือ ค่าความหยาบของผิวงาน
Computerized Numerical Control (CNC)	คือ เครื่องจักรที่ใช้ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
Defect rate	คือ อัตราของเสีย
Flow process	คือ กระบวนการไหล
Just In time (JIT)	คือ ทันเวลาพอดี
Lean manufacturing	คือ การผลิตแบบลีน หรือแบบประหยัด
Value Streaming Mapping (VSM)	คือ แผนภูมิกระแสคุณค่า
Fish Bone Diagram	คือ แผนผังก้างปลา
Defect rate of Hand-controlled machinery	คือ อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือ
Working time	คือ เวลาในการผลิต
Water Flow Sensor	คือ ตัวตรวจจับการไหลของน้ำ
Defect reduction	คือ การลดของเสีย

1.8 คำสำคัญ

การลดของเสีย, ชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง, แนวคิดของลีน

บทที่ 2

การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม

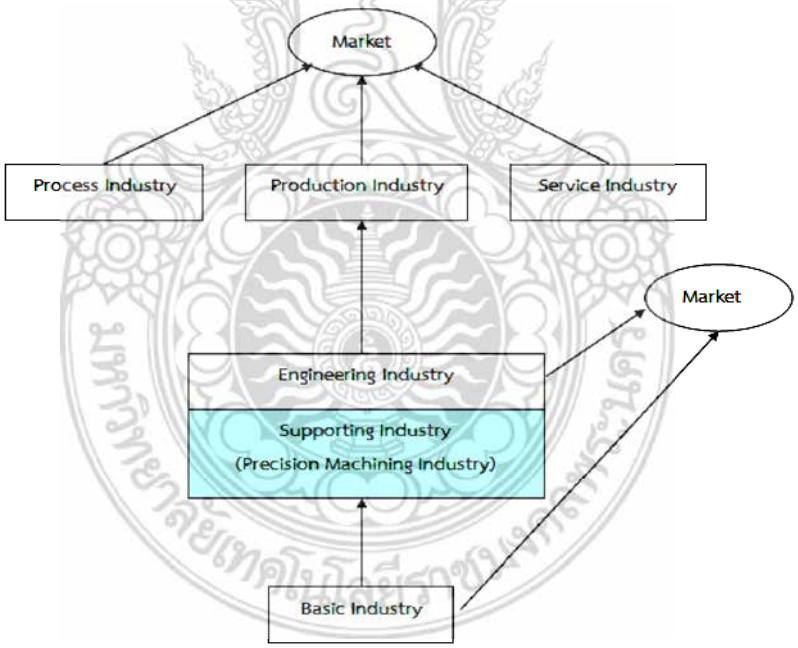
จากบทนำที่กล่าวมาแล้วนั้นจึงทำการศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรมการสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดซื้อวัตถุดิบเพื่อช่วยในการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน ผู้ศึกษาได้ทำการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวของดังนี้

2.1 การศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง

2.2 ทฤษฎีเรื่องหลักแนวคิดของลีน

2.3 งานวิจัยการลดของเสียโดยใช้หลักแนวคิดของลีนที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตงานชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง



ภาพ 2.1 โครงสร้างอุตสาหกรรมโดยรวม
ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2547)

จากภาพ 2.1 โครงสร้างของอุตสาหกรรมจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูงเริ่มจากนำวัสดุจาก Basic Industry มาทำการตัดเฉือนชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบสั่งงานจากลูกค้า ในการจำหน่ายสามารถจำหน่ายได้ 2 ช่องทางดังนี้

1. การจำหน่ายชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงจำหน่ายโดยตรง ซึ่งไม่ได้ไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่น

2. การจำหน่ายชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมปลายน้ำอื่น ๆ ซึ่งจำต้องนำชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นกลายเป็นผลิตภัณฑ์หรือสำหรับตรวจเช็คผลิตภัณฑ์ความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปลายน้ำเหล่านั้น ถ้าพิจารณาจากองค์ประกอบหลักของการแข่งขันอันได้แก่ คุณภาพ ต้นทุน และเวลาการส่งมอบ (Q, C, D) ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูง เพราะถ้าหากชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ที่เกิดจากงานขึ้นรูปเที่ยงตรงสูงภายในประเทศยังไม่มีคุณภาพที่ดีพอ ต้นทุนสูง หรือใช้ระยะเวลาการผลิตนาน เมื่อเทียบกับต่างประเทศแล้วอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ก็ต้องเลือกที่จะอาศัยการนำเข้าแทนการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ

2.1.1 นิยามงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูง (Precision Machining)

นิยาม “งานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูง” (Precision Machining) ไม่มีคำนิยามที่ชัดเจนของงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูง ถึงแม้ชื่อนี้จะเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมการผลิตที่อาศัยเครื่องจักรทำการตัดเฉือนชิ้นงาน (Machining) เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ความละเอียดและเที่ยงตรงสูงตามต้องการ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไน เป็นต้น และจากการที่ทุกชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรเหล่านี้ ปกติแล้ว จะวัดผลสำเร็จของชิ้นงานที่ขนาดตามค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) และความหยาบของผิวงาน (Surface Roughness) ที่กำหนดไว้ในแบบงาน อีกทั้งแบบงานทางวิศวกรรม ค่าต่าง ๆ ที่จะกำหนดลงในแบบงานจะมีมาตรฐานกำกับอยู่ รวมทั้งค่าพิกัดความเผื่อของขนาดและความหยาบ ละเอียดของผิวงานก็เช่นกัน ซึ่งค่าทั้งสองนี้จะเป็นตัวกำหนดกระบวนการและเครื่องจักรกลการผลิตที่จะใช้ในการขึ้นรูป

2.1.1.1 ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) ความหมายของค่าพิกัดความเผื่อเป็นช่วงระหว่างขนาดจำกัดโตสุด (Maximum limit of size) และขนาดจำกัดเล็กสุด (Minimum limit of size) ของการขึ้นรูป เป็นค่าที่แปรเปลี่ยนได้สูงสุด ซึ่งสามารถยอมรับได้บนชิ้นงาน

ก) ตารางค่าพิกัดความเผื่อในระบบ ISO 286: 1988E เป็นพิกัดความเผื่อตามระบบ ISO 286 : 1988E สำหรับขนาดความยาวตั้งแต่ 1 ถึง 500 มิลลิเมตร แบ่งเป็น 13 ช่วงและแบ่งระดับคุณภาพออกเป็น 20 ระดับ คือเริ่มจาก 01, 0, 1, 2,.....จนถึง 18 โดยให้สัญลักษณ์แทนเป็น IT (Standard Tolerance) ซึ่งระดับ IT01 เป็นระดับที่มีพิกัดความเผื่อน้อยที่สุดและระดับ IT18 เป็นระดับที่มีพิกัดความเผื่อมากสุด

Basic size mm		Standard tolerance grades																	
		IT1[2]	IT2[2]	IT3[2]	IT4[2]	IT5[2]	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14[3]	IT15[3]	IT16[3]	IT17[3]	IT18[3]
Above	Up to and including	Tolerances																	
		μm											mm						
–	3[3]	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630[2]	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800[2]	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000[2]	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250[2]	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600[2]	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000[2]	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500[2]	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150[2]	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

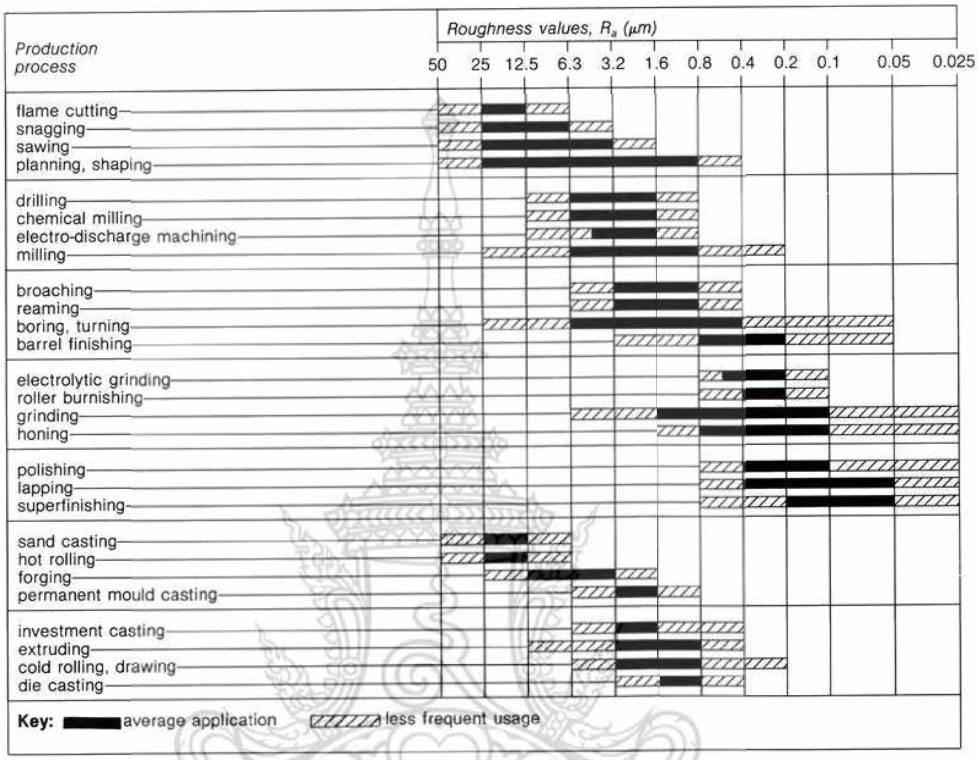
ภาพ 2.2 ค่าพิกัดความเผื่อในระบบ ISO 286: 1988E
ที่มา: บรรเลง (2549)

จากภาพ 2.2 จะเห็นว่าถ้าขนาดระบุโตขึ้นค่าพิกัดความเผื่อก็จะยิ่งมากขึ้น ในการเลือกค่าพิกัดความเผื่อ จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในการผลิต ซึ่งก็มีการกำหนดเป็นหลักเกณฑ์ดังนี้

ค่าพิกัดความเผื่อระดับ IT 01 ถึง IT 6 สำหรับการผลิตเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทดสอบต่างๆ ค่าพิกัดความเผื่อระดับ IT 06 ถึง IT 12 สำหรับงานขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลทั่วไป (Machining) ค่าพิกัดความเผื่อระดับ IT 12 ถึง IT 18 สำหรับการผลิตผลงานประเภททุบขึ้นรูปงานรีดและงานหล่อขึ้นรูป

2.1.1.2 ความหยาบผิวงาน (Surface Roughness) ความหมายของความหยาบของผิวงาน (Surface Roughness) อาจจะให้คำจำกัดความว่าเป็นความไม่สม่ำเสมอหรือความไม่เรียบซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ของวิธีการผลิต ซึ่งกระทำบนเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเฉือน

ก) การกำหนดลักษณะความหยาบผิว ตามระบบมาตรฐาน ISO 1302 จากการควบคุมมาตรฐานในการเขียนแบบเป็นมาตรฐาน ISO โดยได้กำหนดความหยาบของผิวงาน (Ra หรือ Rz) ลงไปในแบบงานด้วยดังรายละเอียดในภาพ 2.2



ภาพ 2.3 ความหยาบของผิวงานกับกระบวนการผลิต
ที่มา: บรรเลง (2549)

จากภาพ 2.2 และ ภาพ 2.3 ดังนั้นจึงได้กำหนดนิยามของงานขึ้นรูปความเที่ยงตรงสูงคือ การแปรรูปชิ้นงานด้วยกรรมวิธีการตัดเฉือนด้วยเครื่องจักรกลโดยอาศัยคมตัดของเครื่องมือตัด (Machining) เช่น การกลึง การกัด การเจียระไน เป็นต้น โดยมีค่าพิกัดความเผื่อของชิ้นงานตามมาตรฐาน ISO 286: 1988E อยู่ระหว่าง IT-Number 5-11 และค่าความหยาบของผิวงานตามมาตรฐาน ISO 1302: 1978 อยู่ระหว่าง 12.5 - 0.05 ไมโครเมตร

2.2 ทฤษฎีเรื่องหลักแนวคิดแบบลีน

2.2.1 ประวัติของระบบการผลิตแบบลีน

ก่อนหน้านั่นในช่วงปี ค.ศ. 1945-1970 ไทอิจิ โอโนะ (Talichi Ohno) วิศวกรการผลิตและอดีตรองประธานบริษัท Toyota Motor Corporation ได้คิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ซึ่งบางทีเรียกว่า ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Manufacturing System) ขึ้นมา โดยส่วนหนึ่งของระบบนี้ได้มาจากระบบข้อเสนอแนะ (Suggestion

System) ที่เสนอโดยพนักงานนั่นเอง ด้วยเหตุดังกล่าวจึงได้นำไปสู่การพัฒนารูปแบบการผลิตโดยเน้นต้นทุนการผลิตต่ำ โดยมีผู้นำสำคัญอย่าง อิจิ โตโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ แห่ง Toyota Motor ใน ค.ศ. 1950 โตโยดะ ได้เยี่ยมชมโรงงาน Ford River Rouge เพื่อเรียนรู้วิธีการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) จึงเห็นว่า Ford ได้ใช้สายการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Manufacturing System) ทำให้โตโยดะได้เห็นรูปแบบการผลิตรถได้ถึงวันละ 7,000 คันต่อวัน

ขณะนั้นทาง Toyota Motor สามารถผลิตได้น้อยกว่า 2700 คัน หลังจากที่ได้ทำการเยี่ยมชมและศึกษาโรงงานของ Ford ประมาณหนึ่งเดือน โตโยต้าได้สรุปว่าระบบวิธีการผลิตแบบจำนวนมาก ไม่เหมาะสมกับรูปแบบการผลิตของโตโยต้า ดังนั้นโตโยต้าจึงต้องการสร้างรถยนต์ที่มีรูปแบบที่หลากหลายภายในโรงงาน ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการผลิตของ Ford อย่างสิ้นเชิงและยังขาดความพร้อมทางด้านเงินทุน จึงไม่สามารถเพิ่มการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีชั้นสูงได้ เมื่อเขากลับถึงญี่ปุ่นจึงได้เรียก ไทอิจิ โอโนะ วิศวกรการผลิต เพื่อร่วมพัฒนาระบบการผลิต เมื่อโอโนะได้ศึกษาแนวทางของการผลิตแบบจำนวนมากทำให้เห็นข้อจำกัดหลายประการ ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบเพื่อลดความสูญเปล่าและเน้นประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าและมีความยืดหยุ่นกว่าแนวทางการผลิตแบบจำนวนมาก ระบบที่พัฒนาขึ้นจึงรู้จักกันดีในนาม ระบบการผลิตแบบโตโยต้าและได้เป็นต้นแบบของการผลิตแบบทันเวลาพอดี หรือ การผลิตแบบลีน

โดยมุ่งลดความสูญเปล่าจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า (Non Value Added: NVA) และรวมถึงแนวทางปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องด้วยการลงทุนในทรัพยากรมนุษย์ (Human Capital) โดยไม่เน้นการลงทุนในเทคโนโลยีชั้นสูง แต่จะมุ่งการปรับปรุงโดยมีพนักงานเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญและสอดคล้องกับปรัชญาคุณภาพ อย่างการจัดการด้านคุณภาพรวมทั้งองค์กร จึงส่งผลให้ญี่ปุ่นสามารถแข่งขันในตลาดโลกและทำให้ธุรกิจของอเมริกาต้องดำเนินการปรับตัวในช่วง ค.ศ. 1980

กล่าวกันว่าก่อนหน้าที่โอโนะจะคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้าขึ้นมา เขาได้เดินทางไปดูงานที่บริษัทผลิตรถยนต์ Ford ที่สหรัฐอเมริกา นั่นคือ จุดกำเนิดความคิดเรื่องระบบการผลิตแบบโตโยต้า ที่มุ่งเน้นการไหลของงานหลัก (Flow) โดยสิ่งต่าง ๆ ที่ขัดขวางการไหลของงานจะถูกเรียกว่าเป็นความสูญเปล่า (Waste/Muda) ที่จะต้องกำจัดออกไป จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) มีจุดกำเนิดมาจากระบบการผลิตแบบโตโยต้านั่นเอง โดนเจมส์ วอแม็กเป็นผู้เรียกระบบการผลิตดังกล่าวว่าเป็นระบบการผลิตแบบลีน และเผยแพร่จนเป็นที่รู้จัก

2.2.2 หลักการเบื้องต้น

ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นระบบการผลิตที่สามารถลดต้นทุน ลดความสูญเปล่า และลดความสูญเสียโอกาสทางการผลิตได้ ทั้งยังเป็นระบบที่สร้างมาตรฐาน และแนวคิดสำคัญในการผลิตรวมถึงส่งเสริมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาอีกด้วย เริ่มจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ได้มีการพัฒนาเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ของการผลิตคือ การผลิตแบบลีน ซึ่งกระบวนทัศน์นี้มีแนวคิดให้เห็นและเข้าใจกระบวนการผลิตมากขึ้น และเป็นระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นการพัฒนาด้านการบริหาร

เวลาและการทำงานโดยการลดความสูญเปล่า (Waste/Muda) เมื่อโตโยต้าต้องการที่จะให้ระบบมีความยืดหยุ่น และลดเวลาตั้งแต่การสั่งซื้อจนถึงการขนส่งในกรณีที่เป็นการสั่งซื้ออย่างเร่งด่วน หลักการที่สำคัญ คือการลดช่วงเวลาโดยการกำจัดทุกสิ่งทุกอย่างที่ไม่มีคุณค่าเพิ่มในตัวผลิตภัณฑ์ซึ่ง ความสูญเปล่า (Waste/Muda) ที่สำคัญในกระบวนทัศน์ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า คือ การผลิตมากเกินไป (Over production) และการจัดเก็บไว้จนกระทั่งกลายเป็นสินค้าที่สะสมไว้นานในคลังสินค้า (Inventory) ทำให้เกิดการรักษาที่ยุ่งยาก จากรูปแบบการผลิตที่เป็นแบบแบทช์ (Batches) ของผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่มุ่งเน้นในเรื่องของความประหยัดเวลาในการผลิตแบบจำนวนมาก ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้สามารถป้องกันและแก้ไขได้ภายใต้การผลิตแบบลีน ที่มีเครื่องจักรที่เหมือนกัน การดำเนินงานในทางที่เหมือนกันแต่สามารถมองเห็นความแตกต่างในการป้องกันปัญหาอย่างสมบูรณ์แบบเป้าหมายของการผลิตแบบลีน (Lean Production) มุ่งเน้นที่จะกำจัดความสูญเปล่า 7 ประการ

1) ผลิตมากเกินไป (Over Production)

2) มีกระบวนการมากเกินไป (Over Processing)

3) การขนย้าย (Conveyance)

4) สินค้าคงคลัง (Inventory)

5) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Motion)

6) การรอคอย (Waiting)

7) การเกิดของเสีย (Defect)

ความสูญเปล่า 7 ประการที่มักเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นการบริหารลูกค้า การออกแบบผลิตภัณฑ์ การติดต่อกับ ผู้ผลิต หรือ การบริหารภายในโรงงานเอง ซึ่งการลดความสูญเปล่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการลดต้นทุนในการดำเนิน การของธุรกิจใดๆ เพื่อสร้างกำไรให้กับองค์การโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์กับลูกค้า การดำเนินการเพื่อลดความสูญเปล่านี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องฝึกอบรมพนักงานให้มีความเข้าใจอย่างแท้จริงว่า กิจกรรมใด เพิ่มคุณค่าให้กับงาน (Value Added) และ กิจกรรมใดไม่ใช่ กิจกรรมหลักในการปรับปรุงของระบบการผลิตแบบลีนคือ

1) กำหนดคุณค่า (Value) ของผลิตภัณฑ์

2) เขียนแผนผังคุณค่าของผลิตภัณฑ์หลัก (Value Stream Mapping)

3) ทำให้การผลิตไหลลื่น (Flow)

4) สร้างกลไกการดึงงาน (Pull) เพื่อลดการผลิตมากเกินไป

5) พัฒนาสู่ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

2.2.3 เครื่องมือวัดผลของลีน (Lean Measurable)

2.2.3.1 คุณภาพ (First Time through (FTT))

2.2.3.2 การส่งมอบ (Build to Schedule (BTS))

2.2.3.3 ระยะเวลาในการผลิต (Lead Time (LT))

2.2.3.4 ประสิทธิภาพโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness (OEE))

2.2.3.5 ต้นทุนโดยรวม (Total cost)

จุดประสงค์ของการวัดผล คือ

ก. ทุกคนเข้าใจถึงเป้าหมายในทิศทางเดียวกัน

ข. การวัดผลช่วยขับเคลื่อนประสิทธิภาพการพัฒนา/ปรับปรุง โดยใช้ข้อมูลการวัดผลในการพัฒนาแผนงานเพื่อให้เกิดการพัฒนา

ค. การเก็บข้อมูลหรือทำรายงานจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ หากข้อมูลเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้ เป็นแนวทางในการพัฒนา

ง. ใช้ข้อมูลร่วมกันเพื่อตอบสนองและควบคุมปัญหา

จ. เก็บข้อมูลง่ายๆ เช่นเราทำได้ตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ (ต้นทุน คุณภาพ ความ ปลอดภัย ประสิทธิภาพ)

ฉ. เปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ปัจจุบันกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

ข้อมูลดิบที่ใช้วัดผล

ก. งานเสีย (Reject, Defect, Scrap)

ข. งานซ่อม (Rework)

ค. ช่วงเวลาที่สายการผลิตหยุดการผลิต (Down time)

ง. ปริมาณการผลิต (Production)

2.2.3.1 คุณภาพ – First Time through (FTT)

วัดความสามารถของการผลิตโดยไม่มี ของซ่อม ของเสีย เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตปัจจัยในการวัดผล บ่งบอกพื้นฐานที่ต้องการแยกแยะชัดเจน ความสม่ำเสมอ/การควบคุมกระบวนการทำงานมีการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ดี

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมดต่อวัน}}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมดต่อวัน} - (\text{ของซ่อม} + \text{ของเสีย})} \quad (2\text{-}1)$$

$$\text{FTT (\%)} = [\text{Quality Rate (process 1)} \times \text{Quality Rate (process 2)} \times \ldots] \times 100 \quad (2\text{-}2)$$

2.2.3.2 การส่งมอบ (Build to Schedule: BTS)

การวัดความสามารถในการผลิตสินค้าตามแผนการผลิตโดยพิจารณาจากจำนวนการผลิตการคละและลำดับการผลิตปัจจัยในการวัดผล

1) ไม่ผลิตสินค้ามากกว่าความต้องการ

2) มีตารางแผนการผลิตรายวัน

3) มีขั้นตอนการทำงานที่สม่ำเสมอ

4) มีการส่งมอบวัตถุดิบที่สม่ำเสมอ

$$\text{BTS} = [(\text{Volume performance}) \times (\text{Mix performance}) \times (\text{Sequence performance})] \times 100 \quad (2\text{-}3)$$

$$\text{Volume Performance} = \frac{\text{Actual \# of units produced}}{\text{Schedule \# of units}} \quad (2\text{-}4)$$

$$\text{Mix Performance} = \frac{\text{Actual \# of units builds to mix}}{\text{Actual \# of units produced}} \quad (2\text{-}5)$$

$$\text{Sequence Performance} = \frac{\text{Actual \# of units build to sequence}}{\text{Actual \# of units produced}} \quad (2\text{-}6)$$

2.2.3.3 ระยะเวลาในการผลิต

1. การวัดระยะเวลาของวัตถุดิบและสินค้าที่ไหลผ่านกระบวนการในโรงงาน

2. ปัจจัยในการวัดผล

- เน้นในส่วนของโรงงาน และ จำกัดพื้นที่ของกระบวนการที่ต้องการวัดผล
- เน้นให้ทีมงานให้ความสำคัญกับเรื่องสิ่งสูญเปล่า (Waste)
- ระดับและลำดับของการผลิต
- การลดระดับ Inventory
- การลดการเคลื่อนย้าย ดูแลวัตถุดิบ

ระยะเวลาในการผลิต = ระยะเวลาในการกักเก็บสินค้าคงคลัง + ระยะเวลาในการผลิตสินค้าในสายการผลิต + ระยะเวลาในการเก็บสินค้าหลังจากการผลิต

2.2.3.4 ประสิทธิภาพโดยรวม Overall Equipment Effectiveness (OEE) การวัดผลสัดส่วนของความสามารถ ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานและอัตราคุณภาพของเครื่องมือแต่ละชิ้น

1. ข้อกำหนดที่ควรจะมีก่อนทำ OEE

2. ความสม่ำเสมอของกระบวนการ โดยใช้เครื่องจักรอย่างเต็มประสิทธิภาพ

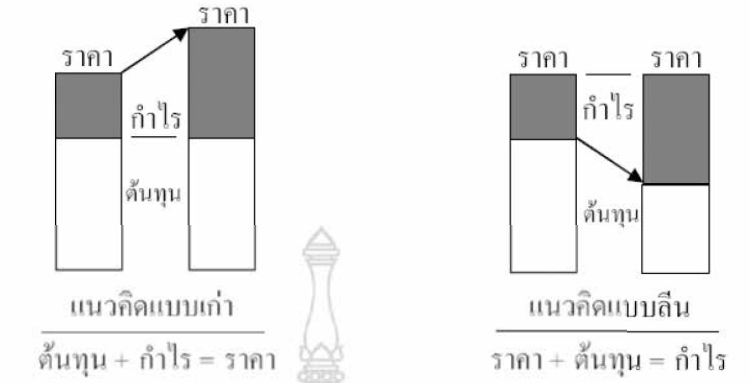
3. OEE เป็นการวัดผลเบื้องต้นของการปฏิบัติงานของ TPM โดย OEE จะชี้ให้เห็นความสูญเสียจากพนักงาน, เครื่องจักร และวัตถุดิบ

4. OEE ใช้วัดค่าความเสียหายของเครื่องจักรซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนหลัก โดยความเสียหายดังกล่าวจำแนกได้ 7 ประเภท

- Plan downtime เกิดขึ้นโดยมีการกำหนดไว้ล่วงหน้าตัวอย่างการประชุม
- Un-plan downtime เกิดขึ้นโดยมีการกำหนดไว้ล่วงหน้า ตัวอย่างเครื่องจักรเสียทุกสิ่งทุกอย่างที่ทำให้กระบวนการผลิตหยุดชะงัก (All issues that prevent production lines from operating)

2.2.3.5 ต้นทุนโดยรวม (Total cost)

ผู้บริหารมักต้องตกอยู่ในแรงภายใต้กดดันจากลูกค้าในการให้ลดต้นทุน และยังคงต้องรักษาคุณภาพที่ดีให้กับลูกค้าอยู่เสมอ แนวคิดแบบเก่าสอนให้คุณกำหนดราคาขายโดยการคำนวณจากต้นทุนและรวมส่วนต่างของผลกำไรเข้าไป แต่ในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบัน การคิดนี้กลับเป็นปัญหาในด้านการแข่งขันกันมากขึ้นและมีคนพร้อมที่จะเข้ามาแทนที่อยู่เสมอ



ภาพ 2.4 หลักการของต้นทุน

จากภาพ 2.4 การกำจัดความสูญเปล่าออกจากสายธารคุณค่าขององค์กร ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนลง และนี่คือหลักการของการลดต้นทุน (Cost Reduction) กำหนดราคาที่ลูกค้ายินดีที่จะจ่าย และ หักออกด้วยต้นทุนขององค์กรเพื่อหาว่าจะได้กำไรเท่าไหร่ (กำไร = ราคา – ต้นทุน) ลูกค้าไม่เพียงเป็นผู้กำหนดราคาเท่านั้น แต่พวกเขายังเรียกร้องให้ทำการลดราคาสินค้าด้วย นี่ คือเหตุผลว่าทำไมการกำจัดความสูญเปล่าจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะมันเป็นวิธีการพื้นฐานในการทำให้องค์กรได้รับผลกำไรสูงสุด

ต้นทุนโดยรวม – การวัดผลต่อหน่วยของการผลิตซึ่งต้องไม่เกินกว่าต้นทุนที่กำหนด (2-7)

$$\text{ต้นทุนรวมต่อหน่วย} = \frac{(\text{ค่าแรง} + \text{ค่าโสหุ้ย} + \text{ค่าวัตถุดิบ} + \text{ค่าสินค้าตีกลับ} + \text{ค่าขนส่ง})}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมด}} \quad (2\text{-}8)$$

2.2.4 หลักแนวคิดของลีนได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

Jame et al. (2550) กล่าวว่า แนวคิดของหลักการผลิตของลีน (Lean Manufacturing Concept) คือ ผลิตในสิ่งที่ลูกค้าต้องการด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยมุ่งลดความสูญเปล่าจากกิจกรรมในองค์กรตามวิธีที่เหมาะสมซึ่งถูกพัฒนาขึ้นจากคนในองค์กรเอง D. Naslund (2008) กล่าวว่า ลีน (Lean) คือ ระบบการนำความสูญเปล่าออกโดยพนักงานขององค์กรโดยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ลดต้นทุนและขจัดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า วิทยาและคณะ (2550) กล่าวว่า ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยการใช้สายธารคุณค่าศึกษาการไหลของกระบวนการทั้งหมด เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการทั้งหมดที่เราสนใจนั้น มีปัญหาที่ใดจุดขอขวดอยู่ที่ใด ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเป็นอย่างไร เกียรติขจร (2549) กล่าวว่า การผลิตแบบลีนเป็นวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสียหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินงานตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่าต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่

เสมอ วันชัย (2545) การผลิตแบบลีนแนวทางที่นิยมนำมาใช้ปรับปรุงการทำงานเพื่อลดเวลาปฏิบัติการแนวทางหนึ่งคือ การใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการทำงานก็สามารถลดเวลาปฏิบัติงานได้ ตัวอย่างเช่น การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องมือที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการลดเวลา

2.3 งานวิจัยการลดของเสียโดยใช้หลักแนวคิดของลีนที่เกี่ยวข้อง

หลักแนวคิดของลีนมีเทคนิคหรือวิธีการมากมายที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมซึ่งมีงานวิจัยที่นำไปประยุกต์ใช้ดังนี้

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข (2553) ได้การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิก ซิกซ์มา ผลที่ได้จากการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กพบว่า ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาทต่อชิ้น เป็น 42.54 บาทต่อชิ้น คิดเป็น 11.83 เปอร์เซ็นต์ ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ (2555) ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตถังน้ำมันใต้ดินด้วยระบบการผลิตแบบลีน ผลจากการวิจัย พบว่ารอบเวลาในการผลิตลดลง 937 นาที คิดเป็น 19.98% รอบเวลาในขั้นตอนไฟเบอร์กล๊าส ลดลง 126 นาที ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.5 เปอร์เซ็นต์ และสามารถประหยัดต้นทุนโดยรวมได้ประมาณ 471,228 บาทต่อปี วสวัตติ์ บุญปรีชา (2553) ได้ทำการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกโดยวิธีลีน ซิกซ์ซิกม่า ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยสำหรับการลดความสูญเสียจากการผลิตพบว่า สัดส่วนของเสียเฉลี่ยในกระบวนการเป่าฟิล์ม ลดลงจาก 3.88 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 2.87 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นมูลค่า 33,715 บาทต่อเดือนโดยการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นลดลง ธารินี อัมพุประภา (2555) ได้ทำการประยุกต์ใช้แนวคิดลีนในการลดเวลานำในกระบวนการตัด พบว่าของเสียลดลงจากร้อยละ 30 เหลือร้อยละ 12 และสามารถลดต้นทุนการผลิตจากการปรับปรุงต่างๆ ได้ 7,716.492 บาท/ปี เอกลักษณ์ ฤทธินนท์ (2552) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดลีน เพื่อการพัฒนาจุดงานในฝ่ายโลจิสติกส์ ในโรงงานประกอบรถยนต์ ผลการศึกษาพบว่า แนวคิดลีนเป็นการศึกษากระบวนการของจุดงานในฝ่ายโลจิสติกส์ สามารถลดต้นทุนได้ทั้งหมดเท่ากับ 439,536 บาท และทำให้ผลิตภาพของการทำงานเพิ่มขึ้น Jafri Mohd Rohani (2015) ได้ศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสี ทำการเขียนแผนผังคุณค่าของผลิตภัณฑ์หลัก (Value Stream Mapping), หลักการ 5S ถูกนำมาใช้ในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทำงาน (เช่นเสียเวลามองหาเครื่องมือ) และ Kanban ใช้ในการกำจัดของเสียเพื่อปรับปรุงสายการผลิตของอุตสาหกรรมสี ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการปรับปรุงทำให้เวลาในการผลิตทั้งหมด (Production Lead Time) ลดลงจาก 8.5 วัน เหลือเพียงแค่ 6 วันและเวลาการเพิ่มมูลค่า (Value Added Time) ลดลงจาก 68 นาทีถึง 37 นาที Juthamas et al. (2015) ได้ศึกษาการทำงานจริงของการผลิตแผ่นกระบวนการปั๊มโลหะโดยใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน โดยการใช้ Poka-Yoke และ 5s ช่วยในการลดของเสียและปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต หลังจากใช้หลักการผลิตแบบลีนพบว่า เวลาในการผลิตลดลงจาก 6,582 วินาที เหลือเพียง 2,468 วินาทีหรือ 62.5% นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาลดลง 1,764 ดอลลาร์ต่อปี Venkataraman et al. (2014) ได้ดำเนินการศึกษาโดยประยุกต์ใช้แผนผังคุณค่าของผลิตภัณฑ์หลัก (Value Stream Mapping) สำหรับการลดเวลากระบวนการเครื่องจักร

การใช้เทคนิคการผลิตแบบลีนในระบบการผลิตเพลาข้อเหวี่ยงที่โรงงานผลิตรถยนต์ที่ตั้งอยู่ในภาคใต้ของอินเดีย ทำการเขียนแผนผังคุณค่าของผลิตภัณฑ์หลัก (Value Stream Mapping) ก่อนและหลังการปรับปรุง, ทำการปรับปรุงโดยการใช้ไคเซ็น หลังจากใช้หลักการผลิตแบบลีนพบว่า อัตราส่วนกระบวนการ (Process Ratio) จาก 0.60 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 1.17 เปอร์เซ็นต์ Rahani AR et al. (2012) ได้ดำเนินการศึกษาการผลิตโดยการวิเคราะห์แผนผังคุณค่าของผลิตภัณฑ์หลัก (Value Stream Mapping): ลีน กระบวนการผลิตกรณีศึกษาในประเทศมาเลเซีย เน้นการกำจัดของเสียโดยการใช้ Kanban บำรุงรักษาเชิงป้องกันรวม (TPM) ลดเวลาการติดตั้ง การจัดการคุณภาพรวม (TQM) 5S หลังจากการปรับปรุงพบว่า สามารถลดเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานอยู่ที่ 15.99 วินาที หรือ 16.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เวลาเครื่องจักรลดลง 299.8 วินาที หรือ 14.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับผลก่อนการปรับปรุง Jimenez et al. (2014) ได้ดำเนินการศึกษาการวิเคราะห์ระบบการจัดหาวัสดุภายใต้การจำลองสถานการณ์ในสภาพแวดล้อมการผลิตแบบลีน โดยการใช้โปรแกรม Promodel ในการปรับปรุงการวางผังโรงงาน หลังจากที่ได้ศึกษาพบว่า พารามิเตอร์การสูญเสีย ลดลงจาก 2.73 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.177 เปอร์เซ็นต์

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาหลักการและการวิจัยที่นำมาสู่ช่องว่าง (Gap) ของการพบโอกาส ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สรุปการทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัย	ปี	แนวคิดการผลิตแบบลีน	การใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า	การลดความสูญเปล่า	แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า	Characteristics of industries	ผลที่ได้รับ	ช่องว่าง (Gap) ของการวิจัย
กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข	2553	X		X		Mass production	การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตพบว่า ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาทต่อชิ้น เป็น 42.54 บาทต่อชิ้นคิดเป็น 11.83 เปอร์เซ็นต์	-ออกแบบการผลิต -หลักการ 5ส -การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง -ควบคุมกระบวนการมาตรฐานการทางาน
ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์	2555	X		X		Mass production	ผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.5 เปอร์เซ็นต์ และสามารถประหยัดต้นทุนโดยรวมได้ประมาณ 471,228 บาทต่อปี	-ใช้หลักการ ECRS -การใช้ Jig เพื่อช่วยในการตรวจสอบการเจาะรู -การวิเคราะห์การทำงานของพนักงานด้วย Gang Chart

ตาราง 2.1 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	แนวคิดการผลิตแบบลีน	การใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า	การลดความสูญเปล่า	แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า	Characteristics of industries	ผลที่ได้รับ	ช่องว่าง (Gap) ของการวิจัย
วสวัตติ์ บุญปรีชา	2553			X	X	Mass production	ของเสียเฉลี่ยลดลงจาก 3.88 เปอร์เซ็นต์เหลือ 2.87 เปอร์เซ็นต์คิดเป็นมูลค่า 33,715 บาทต่อเดือนส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นลดลง	-แผนภาพแสดงเหตุและผล -การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง
ธารินี อัมพุประภา	2555	X		X		Mass production	ของเสียลดลงจากร้อยละ 30 เหลือ ร้อยละ 12 สามารถลดต้นทุนการผลิตจากการปรับปรุงต่างๆ ได้ 7,716.492 บาท /ปี	-การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen)
เอกลักษณ์ ฤทธินนท์	2552	X		X		Mass production	สามารถลดต้นทุนได้ทั้งหมดเท่ากับ 439,536 บาท และทำให้ผลิตภาพของการทำงานเพิ่มขึ้น	-การวิเคราะห์เชิงพรรณา -การวิเคราะห์เชิงปริมาณ -การคำนวณการจัดการคลังสินค้า -การหาประสิทธิภาพของงาน

ตาราง 2.1 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	แนวคิดการผลิตแบบลีน	การใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า	การลดความสูญเปล่า	แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า	Characteristics of industries	ผลที่ได้รับ	ช่องว่าง (Gap) ของการวิจัย
Jafri Mohd Rohani	2015	X	X			Mass production	เวลาในการผลิตทั้งหมด (Production Lead Time) ลดลงจาก 8.5 วันเหลือเพียงแค่ 6 วันและเวลาการเพิ่มมูลค่า (Value Added Time) ลดลงจาก 68 นาทีถึง 37 นาที	1.หลักการ 5s 2.Kanban
Juthamas et al.	2015	X	X			Mass Production	เวลาในการผลิตลดลงจาก 6,582 วินาที เหลือเพียง 2,468 วินาที หรือ 62.5% นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาลดลง 1,764 ดอลลาร์ต่อปี	1.หลักการ 5s 2.Poka-Yoke
Venkataraman et al.	2014	X	X	X		Mass production	อัตราส่วนกระบวนการ (Process Ratio) จาก 0.60 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 1.17 เปอร์เซ็นต์	1.หลักการไคเซ็น
Rahani AR et al.	2012	X	X	X		Mass production	ลดเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานอยู่ที่ 15.9 วินาที หรือ 16.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เวลาเครื่องจักรลดลง 299.8 วินาที หรือ 14.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับผลก่อนการปรับปรุง	1.หลักการ 5s 2.Kanban 3.บำรุงรักษาเชิงป้องกันรวม TQM

ตาราง 2.1 (ต่อ)

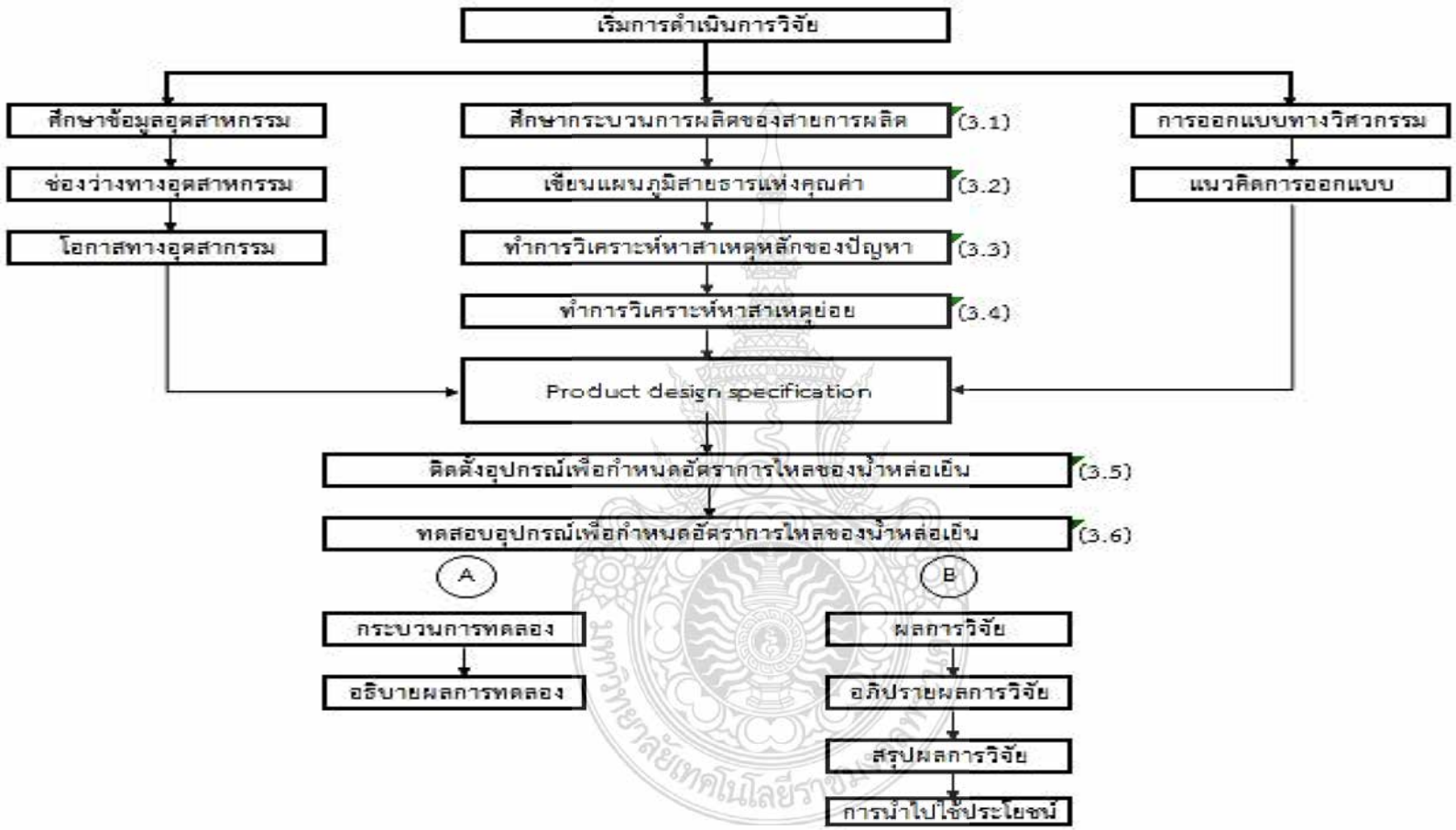
ผู้วิจัย	ปี	แนวคิดการผลิตแบบลีน	การใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า	การลดความสูญเปล่า	แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า	Characteristics of industries	ผลที่ได้รับ	ช่องว่าง (Gap) ของการวิจัย
Jimenez et al.	2014	X		X		Mass Production	พารามิเตอร์การสูญเสีย ลดลงจาก 2.73 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.177 เปอร์เซ็นต์	จำลองสถานการณ์ในสภาพแวดล้อมการผลิตแบบลีน โดยการใช้โปรแกรม Promodel

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทำให้สรุปได้ว่า การใช้หลักแนวคิดของลีนสามารถช่วยลดของเสียและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานได้ จริง งานวิจัยนี้จึงมองเห็นโอกาสคือ งานวิจัยส่วนใหญ่มีการประยุกต์ใช้กในลักษณะอุตสาหกรรม Mass production แต่ในงานวิจัยนี้จะทำการประยุกต์ใช้กับลักษณะอุตสาหกรรม Made to order จะมุ่งเน้นใช้หลักแนวคิดของลีน ในการลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตดังจะแสดงในบทที่ถัดไป

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดของลีน และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าสามารถนำมาประยุกต์ในงานวิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยหลักอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนแรกศึกษาข้อมูลอุตสาหกรรม ส่วนที่สองศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง เก็บข้อมูลจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต นำข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน จากนั้นวิเคราะห์สาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยโดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) จากนั้นทำการแก้ปัญหาโดยใช้หลักแนวคิดของลีน มุ่งเน้นการลดของเสีย และเวลาในกระบวนการผลิต ส่วนที่สามเป็นการออกแบบทางวิศวกรรม โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม หลังจากนั้นในการวิจัยนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วน A จะเป็นการทดลองและอธิบายผลการทดลอง มีค่าคงที่คือ อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน อัตราความเร็วล้อหิน อัตราความเร็วชิ้นงาน ชนิดของน้ำหล่อเย็น ชนิดของหินเจียระไน ส่วน B จะเป็นในส่วนของ ผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย สรุปผลการวิจัย และการนำไปใช้ประโยชน์ ดังแสดงใน ภาพ 3.1 รายละเอียดการดำเนินการวิจัย



ภาพ 3.1 รายละเอียดการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตปัจจุบันก่อนการปรับปรุง เก็บข้อมูลจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต

ในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง บริษัทกรณีศึกษา จะแบ่งรายละเอียดในการตกลงออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. นำข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาออกแบบทำการวิจัยและพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ (New design from requirement)

การออกแบบใหม่ตามความต้องการของลูกค้าจะมุ่งเน้นในส่วนของความต้องการตามฟังก์ชั่นของลูกค้าเป็นหลักโดยจะมี 2D หรือ 3D ในการพูดคุยตกลงในรายละเอียดต่างๆกรณีนี้ทางบริษัทต้องคิดราคาค่าออกแบบเพิ่มอีก

2. สามารถผลิตได้ตามแบบที่ทางลูกค้าส่งให้หรือทำตามต้นแบบ (Copy from master)

การทำตามต้นแบบจะมุ่งเน้นในฟังก์ชั่นหรือข้อกำหนดตามต้นแบบทั้งวัสดุและขนาดโดยการทำงานลักษณะนี้จะต้องมีข้อมูลอ้างอิงอย่างน้อยคือ 2D ในการอ้างอิงในการผลิตชิ้นงาน

จากนั้นหลังจากที่ได้มีการพูดคุยตกลงกับทางลูกค้าแล้วทางลูกค้าจะมีการส่ง 2D หรือ 3D เพื่อทางบริษัทจะได้มีการทำใบเสนอราคาโดยทางบริษัทจะทำใบเสนอราคาต้องคำนึงถึง วัสดุ วิธีผลิต เครื่องจักร คน เวลาและส่งไปให้กับทางลูกค้า ภายใน 7 วัน เมื่อลูกค้าเห็นด้วยกับราคาที่เสนอไปลูกค้าจะดำเนินการออก 2D หรือ 3D ฉบับจริงและเอกสารสั่งซื้อชิ้นงานให้กับทางบริษัท (Sale Order) จากนั้นทางฝ่ายจัดซื้อจะมีการจัดหาวัตถุดิบตามแบบชิ้นงานกำหนด ในขณะเดียวกันทางหัวหน้างานได้มีการจัดประชุมกันภายในเพื่อเตรียมการผลิตได้มีหัวข้อในการประชุมหลักๆดังนี้

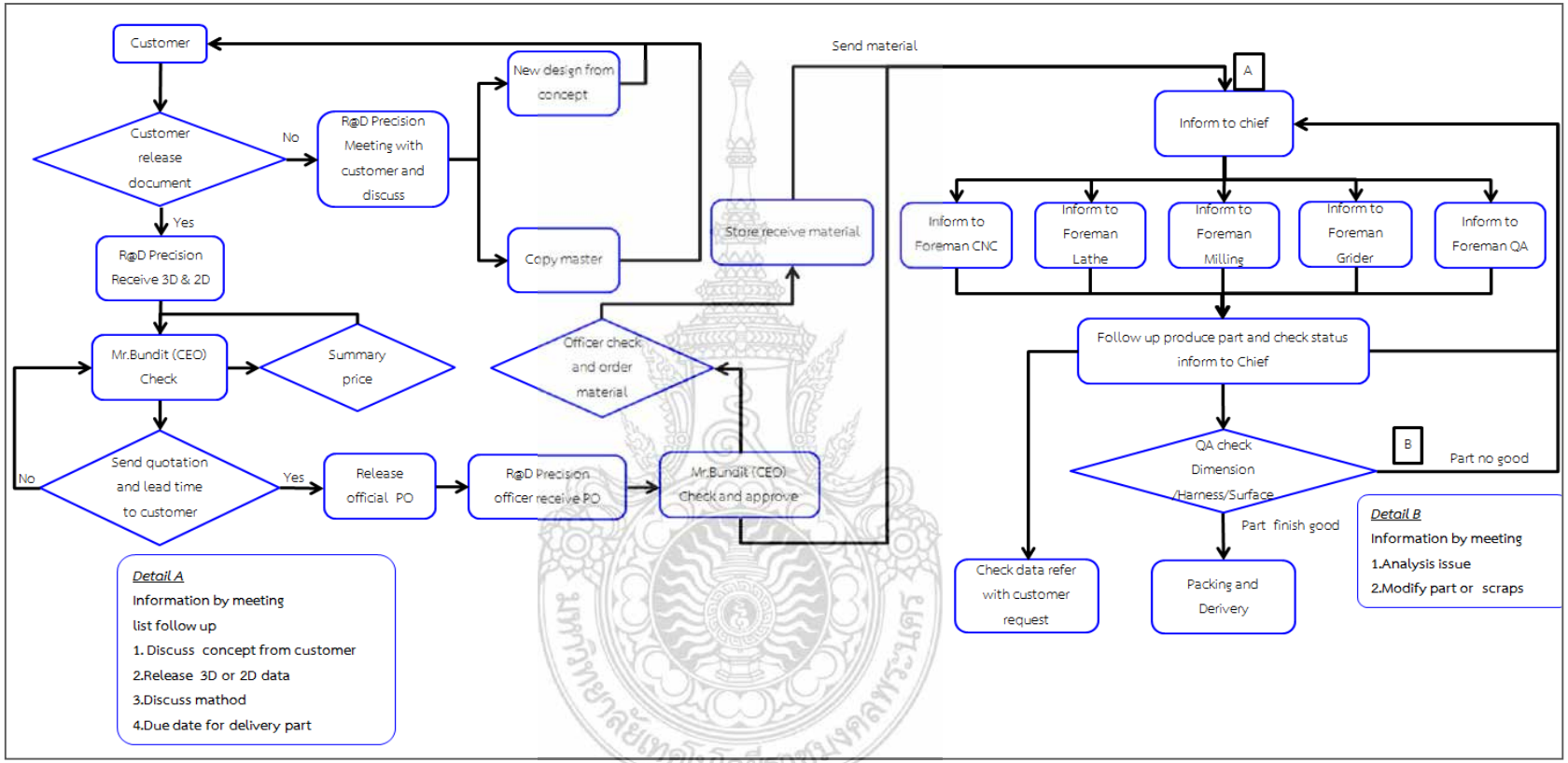
1) ข้อตกลงในจุดสำคัญๆระหว่างบริษัทกับทางลูกค้า

2) การออก 2D และ 3D ของลูกค้า

3) วิธีในการผลิตชิ้นงาน

4) วันที่ส่งงานให้กับทางลูกค้า

สมาชิกที่เข้าประชุมทั้งหมด 5 แผนกได้แก่ แผนกเครื่อง CNC, แผนกเครื่องกลึง, แผนกเครื่องกัด, เครื่องเจียระไน และแผนกควบคุมคุณภาพ ในการเริ่มการผลิตนั้นทางหัวหน้างานจะจัดประชุมเพื่อแจ้งความคืบหน้าของชิ้นงานที่ผลิตทุกวันในช่วงเช้าก่อนการเริ่มงานในตอนเช้า เมื่อชิ้นงานได้ทำการผลิตเสร็จแล้วนั้นแผนกควบคุมคุณภาพทำการตรวจเช็คชิ้นงานตามแบบที่ลูกค้ากำหนดและทำการจัดส่งลูกค้าในลำดับต่อไป ส่วนในกรณีที่ชิ้นงานไม่ผ่านตามแบบที่ลูกค้ากำหนดนั้นทางทีมงานก็จะร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไขดังแสดงในภาพ 3.2



ภาพ 3.2 แผนผัง Flow process

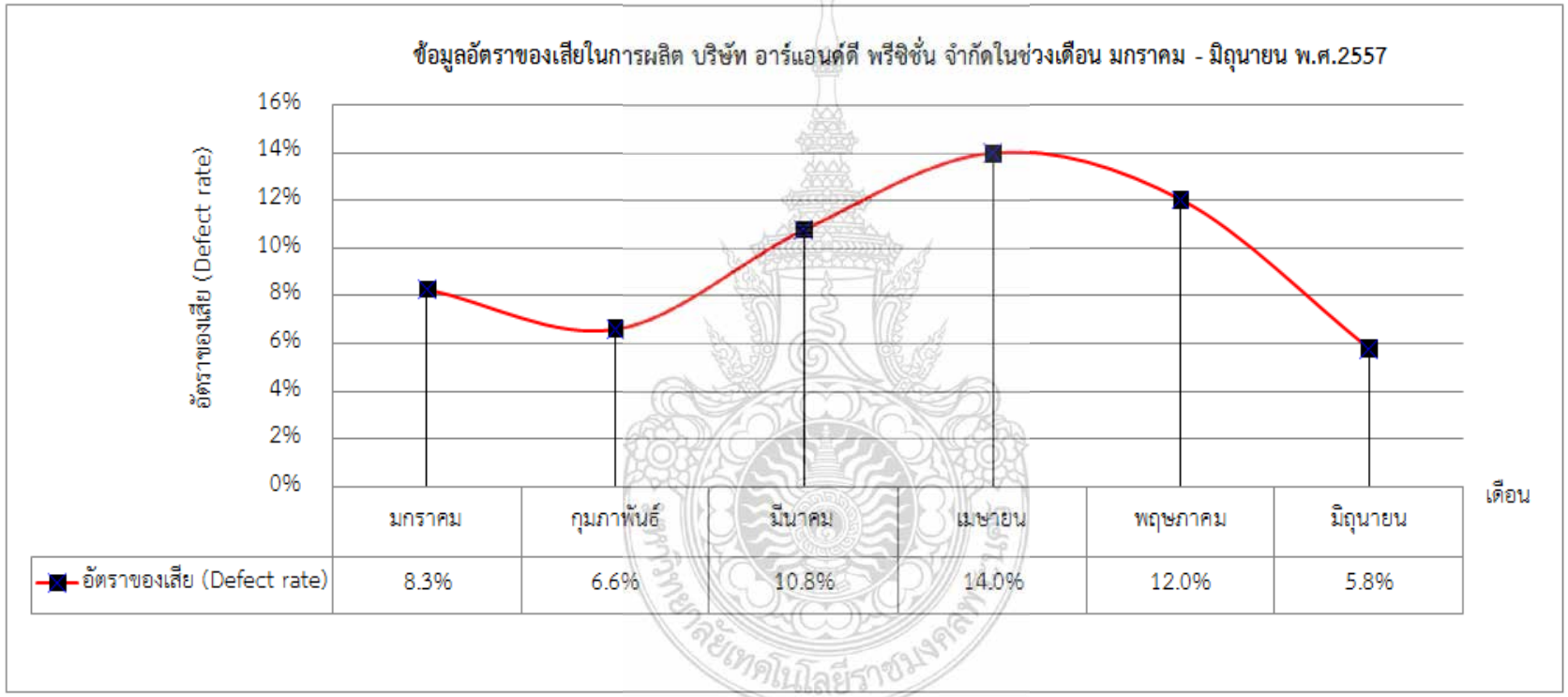
จากการศึกษาและเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง บริษัทกรณีศึกษา มีเวลาในการทำงานดังนี้
ทำงาน 8.00-17.00 น. หยุดวันอาทิตย์ ทั้งหมด 26 วันต่อเดือน
พักเวลา 10.00 – 10.10 น. = 10 นาที
พักเวลา 15.00 – 15.10 น. = 10 นาที
เวลาปฏิบัติงานของสถานีงานเป็น 460 นาทีต่อวัน

ในการผลิต บริษัทกรณีศึกษา จำกัดจะแบ่งตามลักษณะการควบคุมเครื่องจักรในการผลิตเป็น 2 ประเภทหลักๆได้แก่

ประเภทที่ 1เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไนกลม เครื่องเจียรนัยราบ

ประเภทที่ 2 เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกลึง CNC เครื่องกัด CNC

มีปริมาณอัตราของเสียมากที่สุดอยู่ในเดือน เมษายน ที่ 14% และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.56% ดังในภาพ 3.3 ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2557



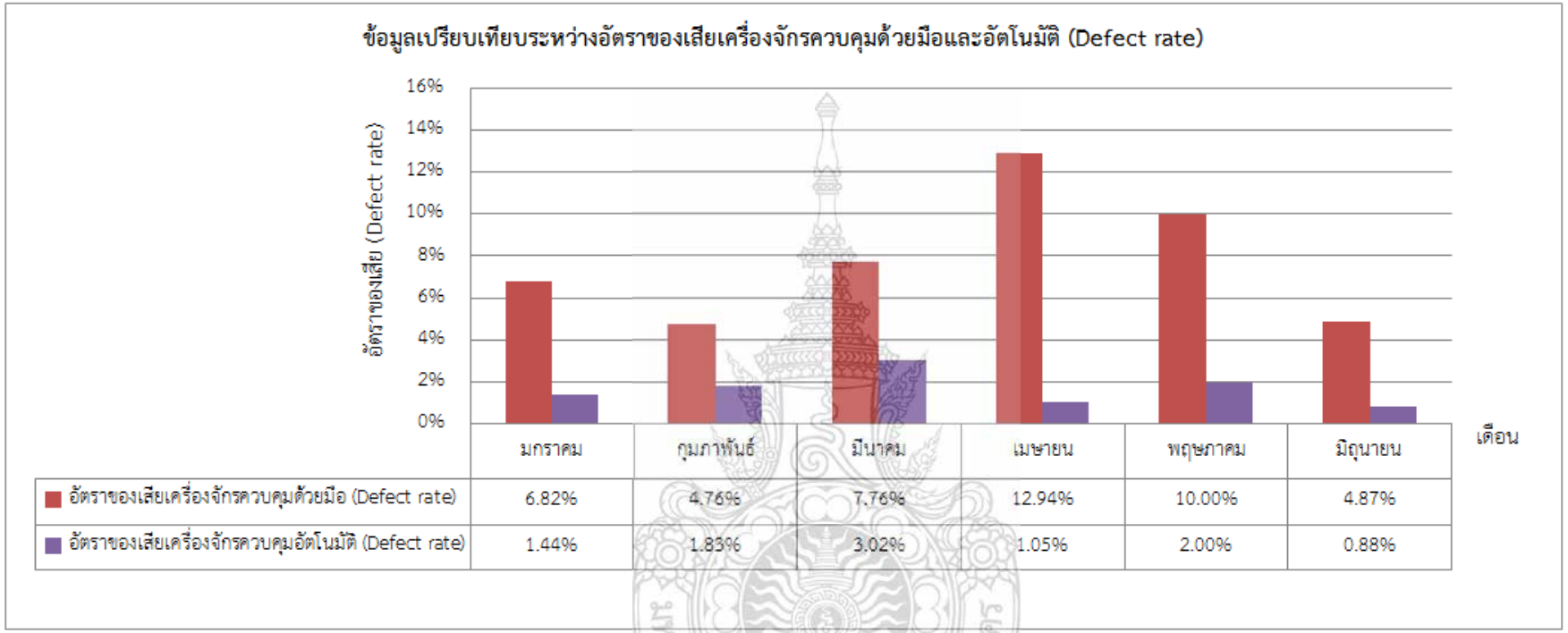
ภาพ 3.3 ข้อมูลอัตราของเสียการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2557
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

ตาราง 3.1 ข้อมูลเครื่องจักรบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด

ชื่อเครื่องจักร	จำนวน	เวลาในการติดตั้งและตรวจสอบเฉลี่ย	เวลาการผลิตเฉลี่ย	ประเภทเครื่องจักร
1.เครื่องกลึง	2 เครื่อง	25 นาที	60 นาที	เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ
2.เครื่องกัด	6 เครื่อง	30 นาที	60 นาที	เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ
3.เครื่องเจียระไน	3 เครื่อง	30 นาที	90 นาที	เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ
4.เครื่องกลึง CNC	1 เครื่อง	≥ 20 นาที	≥ 1 นาที	เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ
5.เครื่องกัด CNC	1 เครื่อง	≥ 20 นาที	≥ 1 นาที	เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ

ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากตาราง 3.1 เวลาในการติดตั้งและตรวจสอบเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เครื่องเจียระไนใช้เวลาเท่ากับ 30 นาที และเวลาในการผลิตเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เครื่องเจียระไนเช่นกันใช้เวลาเท่ากับ 90 นาทีเครื่องจักรทั้ง 2 ประเภทนี้ทำการผลิตตามแบบสั่งงานลูกค้าเท่านั้น (Made to order) ซึ่งจะทำให้กรรมวิธีการผลิตปรับเปลี่ยนไปตามแบบสั่งงานซึ่งจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของช่างในแต่ละคนซึ่งทำให้การทำงานที่ผ่านมาพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ดังภาพ 3.4 ข้อมูลเปรียบเทียบอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ



ภาพ 3.4 ข้อมูลเปรียบเทียบอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 3.3 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Defect rate) พบว่า อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือเฉลี่ยเท่ากับ 7.86 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมีค่าอัตราของเสียมากกว่าจึงนำปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมาพิจารณา

3.2 นำข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง

การแก้ปัญหาด้วยแนวคิดการผลิตแบบลีน โดยการนำเครื่องมือที่เรียกว่า**แผนภูมิกระแสคุณค่า** (VSM) มาใช้ในการวิเคราะห์ (Analysis) ในส่วนเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือซึ่งมีค่าอัตราของเสียมากกว่าเครื่องจักรที่ควบคุมอัตโนมัติ เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของอัตราของเสีย (Defect rate) มากที่สุด ดังภาพ 3.3 เริ่มต้นที่ลูกค้าได้ออกเอกสารสั่งซื้อ (Purchase order) และแบบชิ้นงาน (Drawing) มายังฝ่ายขายภายใน 2-7 วัน หลังจากวันที่บริษัทได้ทำการเสนอราคา หลังจากนั้นทางฝ่ายขายจะเรียกประชุมเพื่อแจ้งไปยังแผนกต่างๆ เริ่มจากแผนกจัดซื้อจะทำการสั่งซื้ออุปกรณ์และวัสดุตามแบบชิ้นงานโดยจะใช้เวลาในการออกเอกสารสั่งซื้อวัตถุดิบประมาณ 1-2 วันทำการ หลังจากที่แผนกจัดซื้อส่งเอกสาร สั่งซื้ออุปกรณ์และวัตถุดิบไปให้กับผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์แล้ว ทางผู้ผลิตผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์จะจัดส่งภายใน 1-7 วันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของวัสดุมาที่บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัดซึ่งจะจัดเก็บได้ในจุดเก็บวัสดุเพื่อทำการรอพนักงานเบิกจ่ายสำหรับการผลิตชิ้นงาน

ในส่วนของสายการผลิตจะทำศึกษาขั้นตอนการผลิตชิ้นงานจากแบบชิ้นงานที่ลูกค้าสั่งผลิตและทำความเข้าใจในส่วนที่ลูกค้าต้องการเป็นพิเศษ และรอในส่วนของวัสดุในการผลิตชิ้นงานจัดส่ง เมื่อวัสดุในการสั่งผลิตชิ้นงานจัดส่งแล้วนั้นจะทำการจัดเตรียมการผลิตตามที่ได้วางแผนไว้ในข้างต้น โดยเวลาเฉลี่ยในการผลิตของแต่ละชิ้นงานในเครื่องจักรประเภทควบคุมด้วยมือและกรรมวิธีการผลิตอื่นมีดังนี้

1.เครื่องเลื่อยไฟฟ้า (Sawing machine)

- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	15	นาที
- เวลาในการทำงาน (Working time)	20	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	5	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0.22	เปอร์เซ็นต์

2.เครื่องกลึง (Lathe machine)

- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	15	นาที
- เวลาในการทำงาน (Working time)	60	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	10	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0.56	เปอร์เซ็นต์

3.เครื่องกัด (Milling machine)

- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	20	นาที
- เวลาในการทำงาน (Working time)	60	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	10	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0.97	เปอร์เซ็นต์

4.กรรมวิธีการชุบผิวแข็ง (Harding process)

- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	10	นาที
- เวลาในการทำงาน (Working time)	10	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	10	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0.14	เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้ากำหนดกรณีศึกษานี้กำหนดเป็นการชุบผิวแข็ง (Hard Chrome)

5.เครื่องเจียระไน (Grider machine)

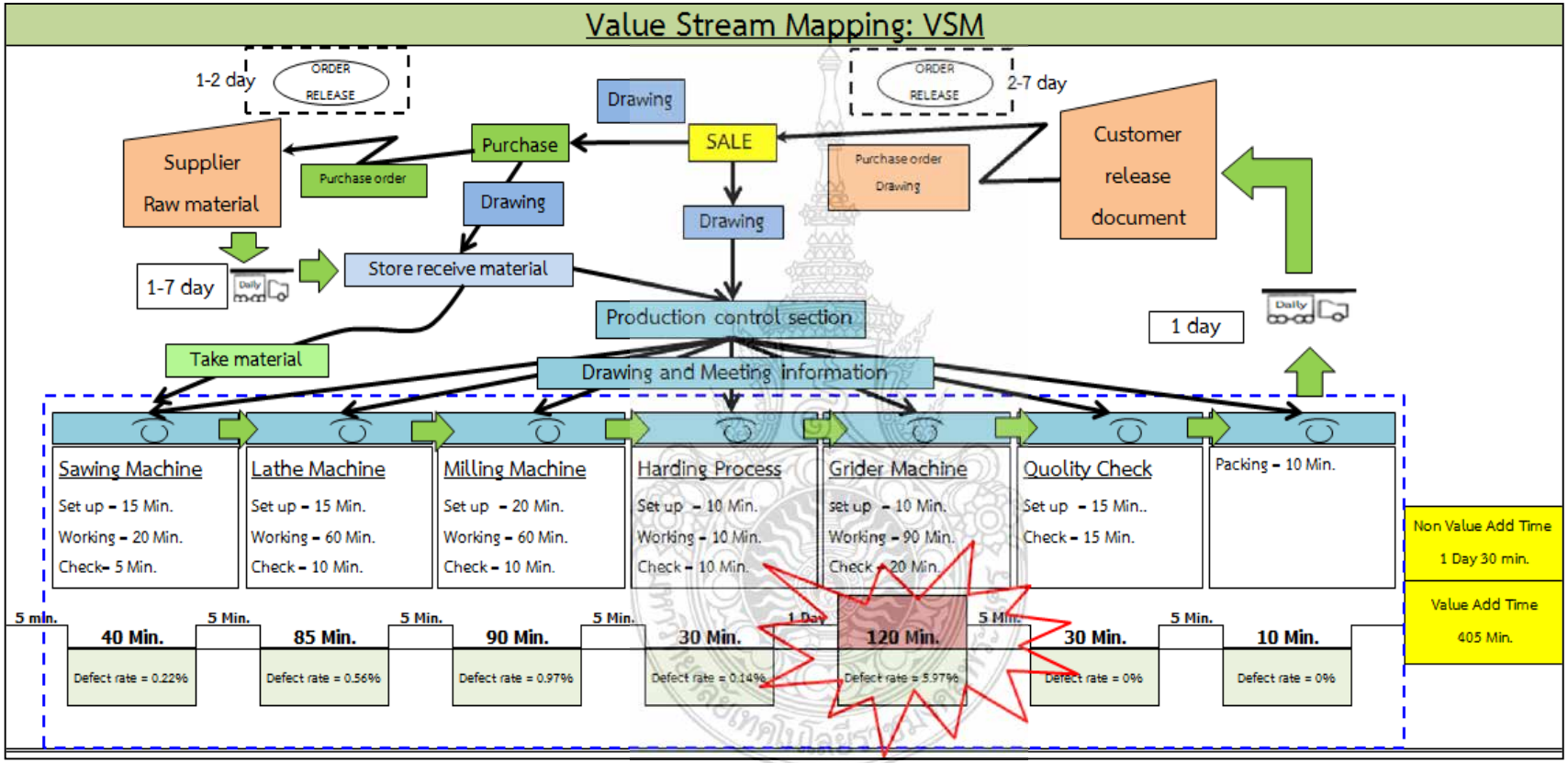
- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	10	นาที
- เวลาในการทำงาน (Working time)	90	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	20	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0.97	เปอร์เซ็นต์

6.กรรมวิธีการเช็คและตรวจสอบ (Quality check)

- ใช้เวลาในการติดตั้ง (Set up)	15	นาที
- เวลาในการตรวจสอบ (Check)	25	นาที
- อัตราการเกิดของเสีย	0	เปอร์เซ็นต์

7.บรรจุหีบห่อ (Packing)

- ใช้เวลาในการบรรจุหีบห่อ (Set up)	10	นาที



ภาพ 3.5 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง

จากภาพ 3.5 ข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาทำการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ากระบวนการเครื่องเจียระไนรูกลมใช้เวลาในการผลิตมากที่สุดถึง 120 นาทีและเกิดอัตราของเสีย (Defect rate) ขึ้นในกระบวนการนี้มากที่สุดถึง 5.97 เปอร์เซ็นต์

3.3 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตโดยการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าพบว่า เวลาในการผลิตมากที่สุดถึง 120 นาทีและเกิดอัตราของเสีย (Defect rate) ขึ้นในกระบวนการนี้มากที่สุดถึง 5.97 เปอร์เซ็นต์ จึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) นำปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2557 มาวิเคราะห์ โดยมีตัวแปลดังนี้

(A) ขนาดไม่ตรงตามพิกัด (B) ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น (C) ผิวไม่เรียบตามกำหนด

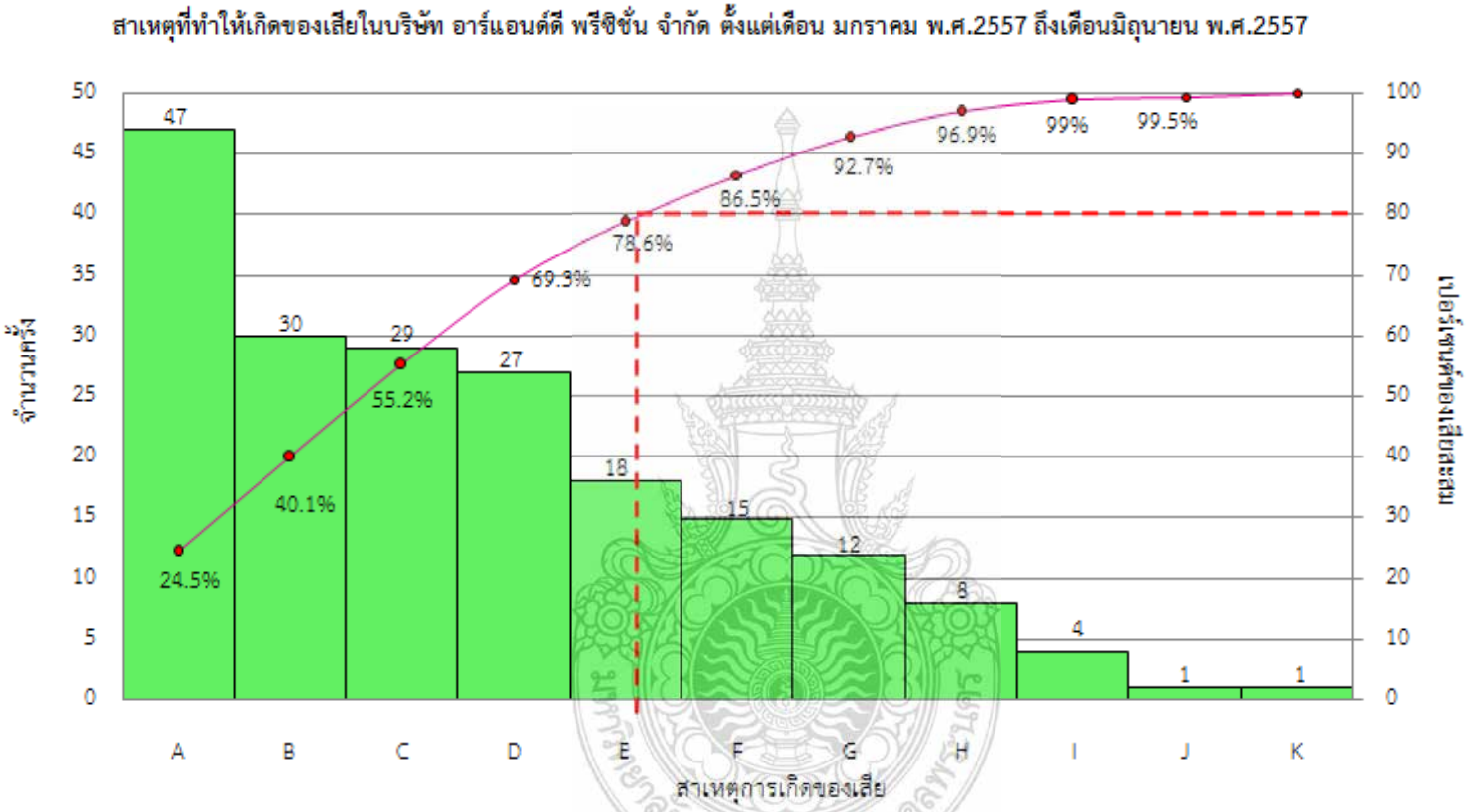
(D) ขนาดผิด (E) ขนาดไม่ชัดเจน (F) เจาะรูผิดตำแหน่ง

(G) ชิ้นงานหลุด (H) เจาะรูผิดขนาด (I) ผิวไม่แข็งตามที่กำหนด

(J) ชิ้นงานงอ (K) ไม่ลบคม

จากตัวสาเหตุดังที่กล่าวมาข้างต้นได้นำมาวิเคราะห์ดังแสดงในภาพ 3.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาพ 3.6 แผนภาพพาเรโต แสดงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียที่ต้องทำการแก้ไขก่อน

ศุภชัย (2551) การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) คือ 80-20 ซึ่งหมายความว่า ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น (The Trivial Many) สรุปว่าในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมากก็ควรเร่งแก้ไขก่อนและปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญน้อยให้แก้ไขทีหลัง จิรโรจน์และคณะ (2555) การลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย นำข้อมูลของเสียเฉลี่ยสะสมจากกระบวนการผลิตใบพายไฟเบอร์กลาสก่อนการปรับปรุงนำมาวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือด้านการควบคุมคุณภาพคือ การทำแผนภาพพาเรโต 80%-20% ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้การตรวจสอบไม่ผ่านซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียในด้านต้นทุนและเวลาในการทำงาน ทำให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องที่สมบูรณ์มากที่สุดและเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาต่อไปได้อย่างแท้จริง

จากงานวิจัยดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) อย่างแร่หลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) 80%-20% ทำให้สามารถตัดสินใจสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตที่ต้องทำการแก้ไขก่อนคือ

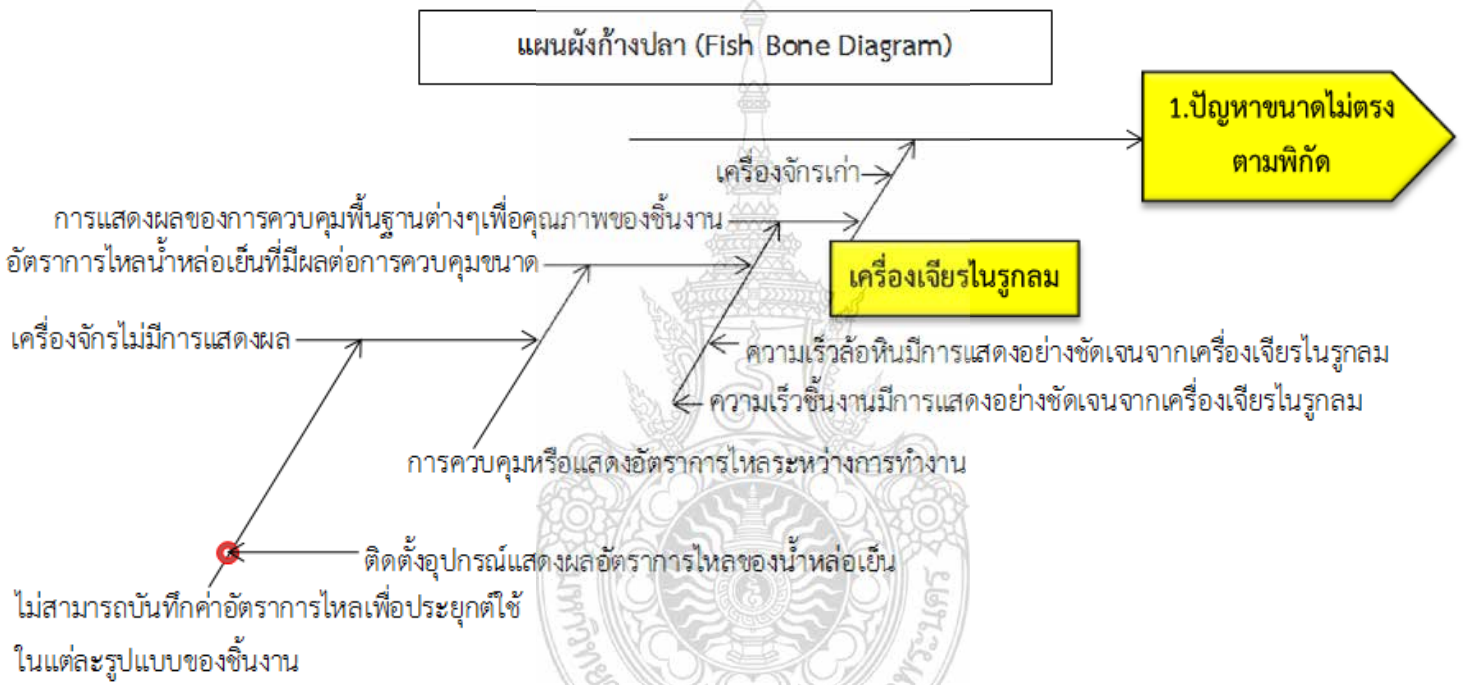
1.ปัญหาขนาดไม่ตรงตามพิกัด 47 ครั้ง คิดเป็น 24.5เปอร์เซ็นต์

2.ปัญหาผิวชิ้นงานไม่เรียบเป็นคลื่น 30 ครั้ง คิดเป็น 15.6เปอร์เซ็นต์

3.ปัญหาผิวไม่เรียบตามกำหนด 29 ครั้ง คิดเป็น 15.1เปอร์เซ็นต์

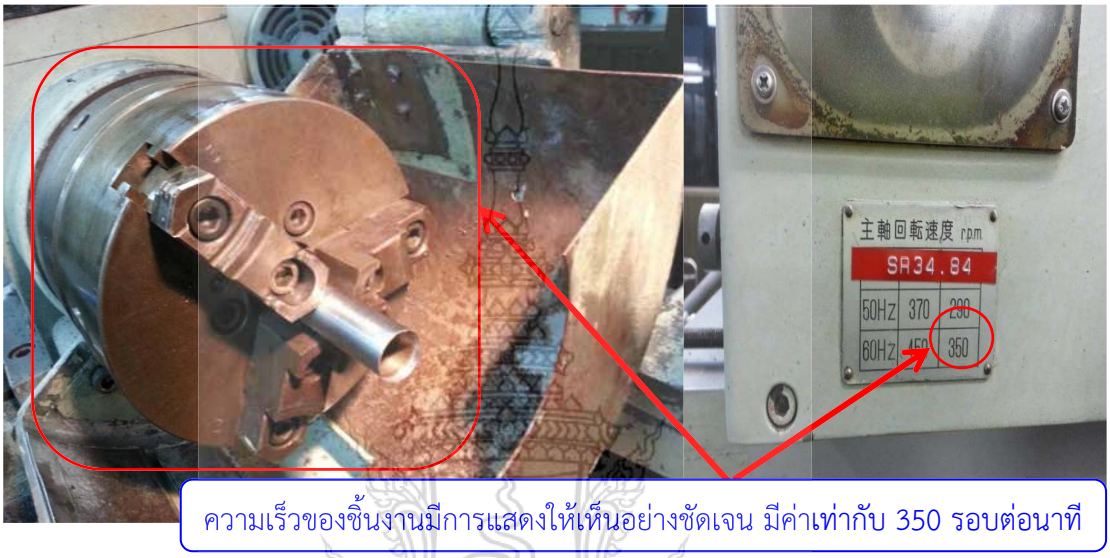
3.4 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยโดยแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)

จากหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงนำสาเหตุหลักที่ต้องทำการแก้ไขเป็นอันดับแรก คือ ปัญหาขนาดไม่ตรงตามพิกัด ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ เครื่องเจียระไนรูกลม งานวิจัยนี้จึงทำการแก้ไขที่ เครื่องเจียระไนรูกลมก่อน โดยนำแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยอ้างอิงจากสาเหตุหลัก ดังแสดงในภาพ 3.7

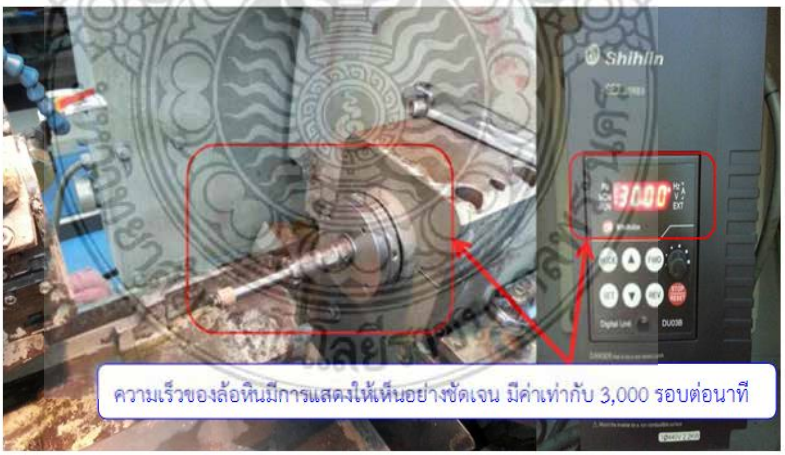


ภาพ 3.7 แผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)

หลังจากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลาแล้วนั้น ทางผู้วิจัยจึงทำการตรวจสอบการแสดงผลของการควบคุมต่างๆ ของเครื่องเจียระไนรูกลมที่ใช้งานอยู่จริง พบว่า การแสดงผลของ ความเร็วของชิ้นงานมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน มีค่าเท่ากับ 350 รอบต่อนาที ดังภาพ 3.8 และความความเร็วของล้อหิน มีค่าเท่ากับ 3,000 รอบต่อนาทีมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนเช่นกัน ดังแสดงในภาพ 3.9



ภาพ 3.8 การแสดงผลของ ความเร็วของชิ้นงานมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด



ภาพ 3.9 การแสดงผลของ ความเร็วของล้อหินมีการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

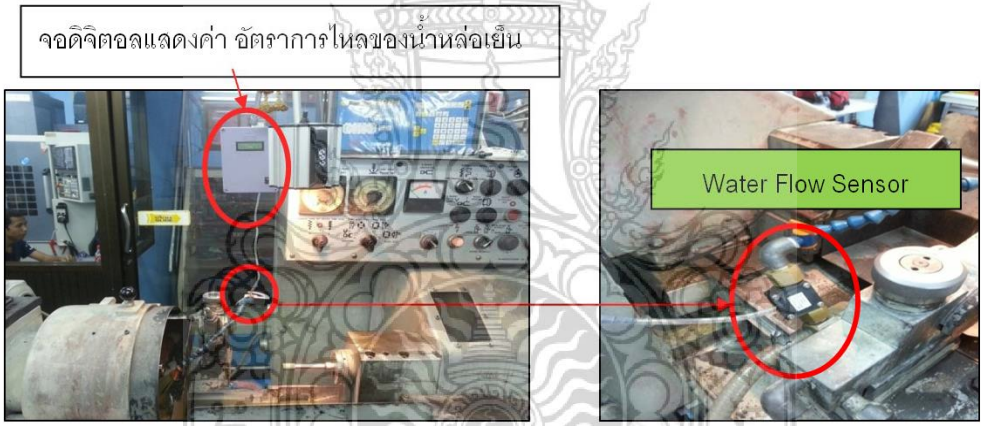
ภาพ 3.10 อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น ไม่สามารถแสดงอัตราการไหลได้อย่างชัดเจน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

จากภาพ 3.10 การแสดงผลของเครื่องเจียระไนรูกลมในส่วนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น ไม่สามารถแสดงอัตราการไหลได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะชิ้นงานที่มีขนาดความหนาของชิ้นงานที่ 2.25 มิลลิเมตร (Out size diameter – In size diameter) พบว่า ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลากับการปรับอัตราการไหลของน้ำและการกรีดล้อหินในการเจียระไน ทำให้การควบคุมขนาดไม่ตรงตามพิกัดตามแบบสั่งงานและเกิดของเสียจำนวนมากในกระบวนการนี้ ดังนั้นงานวิจัยจึงดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

3.5 ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

วิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม โดยทำการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสม จากภาพ 3.11 แสดงตำแหน่งในการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น

ภาพ 3.11 ตำแหน่งในการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น



ภาพ 3.12 ภาพหลังจากการติดตั้ง Water flow sensor box

จากภาพ 3.12 ภาพหลังจากการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะควบคุมโดย ไมโครคอนโทลเลอร์ Water flow sensor ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งคือ บริเวณก่อนที่จะถึงจุดวาล์วเปิดปิดน้ำหล่อเย็นของเครื่องเครื่องเจียระไนรูกลม

ธีรพลและคณะ (2557) ต้นแบบเครื่องปั่นออกกาลังกายผลิตพลังงานไฟฟ้า ประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เพื่อประมวลผลสัญญาณก่อนที่จะไปแสดงผลบน LCD Character ส่วนแสดงผลยังสามารถแสดงผลค่าพลังงานแคลอรี่ที่เผาผลาญและค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าอื่นๆได้ วรรณกรและคณะ (2557) ระบบแสดงผลสภาพอากาศทางไกล วงจรภาครับข้อมูลเพื่อนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยชุดเครื่องวัดสภาพอากาศมีส่วนประกอบคือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

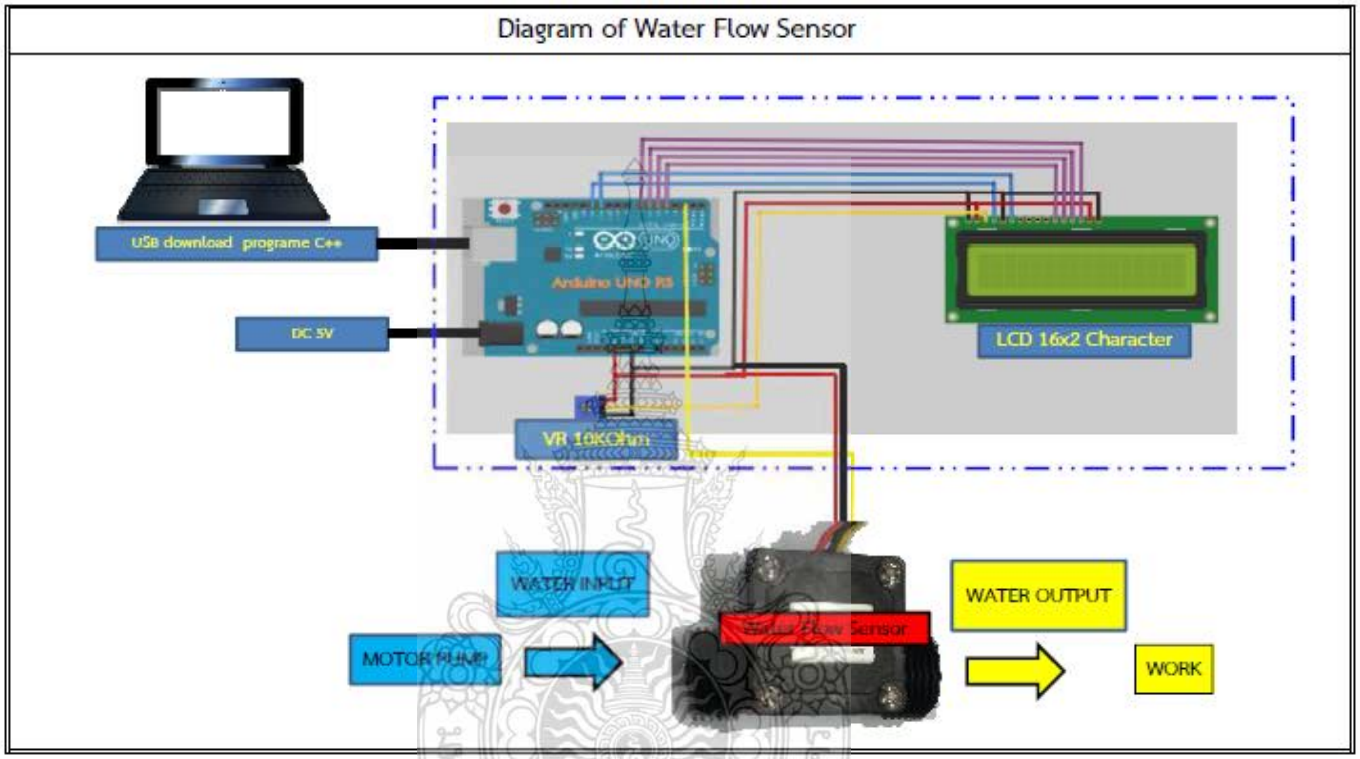
ความชื้น เซนเซอร์ความกดอากาศ Module SIM900 และจอ GLCD เชื่อมต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 **นฤเทพ (2557)** การพัฒนากลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เสียงและระบบรายงานผู้ใช้ผ่านอินเทอร์เน็ตใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ประมวลผลและสั่งการอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า กลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในเกณฑ์ดีมากสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดทุกประการ

จากงานวิจัยดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3 ในงานวิจัยต่างๆอย่างแพร่หลาย ดังนั้นในการงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ Arduino UNO R3 เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1.แผงวงจร Arduino ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง

2.แผงวงจร Arduino ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายสามารถหาอะไหลในการซ่อมและเปลี่ยนง่าย

3.มีจำนวน Output และ Input เพียงพอและเหมาะกับการใช้รวมกับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น Water flow sensor และสามารถประยุกต์ใช้ในการติดตั้งจอดิจิตอลและอุปกรณ์อื่นๆได้



ภาพ 3.13 วงจรสำหรับรับสัญญาณจาก Water flow sensor และ แสดงผล

จากภาพ 3.13 แสดงวงจรสำหรับรับสัญญาณจาก Water flow sensor โดยแผงวงไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3 ใช้ในการประมวนผลตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะทำให้การทดลองหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นและการปฏิบัติงานรวดเร็วยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพโดยจะมีหลักการในการทำงานดังนี้

1.ไมโครคอนโทลเลอร์ Water flow sensor มีหน้าที่สำหรับตรวจจับอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นส่วนประกอบคือ โรเตอร์หรือแกนหมุนสำหรับรับน้ำที่มีแม่เหล็กชิ้นเล็กๆ ติดอยู่ซึ่งบรรจุอยู่ภายใน เมื่อน้ำไหลเข้ามาในตัวตรวจจับ แกนหมุนที่อยู่ภายในจะหมุนทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ซึ่งจะมีอัตราตามความเร็วของกระแสน้ำที่ไหล

2.จากนั้นส่งสัญญาณไปยังแผงวงจรไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3 ประมวนผลโดยใช้หลักการเขียนโปรแกรมภาษาซี

3.ทำการแสดงผลทางจอ LCD 16x2 Character เป็นตัวเลขดิจิตอลโดยมีหน่วยที่แสดงผลเป็นลิตรต่อนาที เพื่อเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะทำให้การทดลองหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นและการปฏิบัติงานรวดเร็วยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพดังแสดงในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 โปรแกรมภาษาซีในแผงวงจรไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3

โปรแกรมภาษาซี	**อธิบาย**
#include <LiquidCrystal.h>	หัวโปรแกรม
LiquidCrystal lcd(12, 11, 4, 5, 6, 7);	กำหนดค่าของไมโครให้สัญญาณออก LCD ขาที่ 12, 11, 4, 5, 6, 7
volatile int flow_frequency; // Measures flow meter pulses	กำหนดตัวแปร
float l_min = 0.0; // Calculated litres/min	กำหนดตัวแปร ลิตร/นาที
float l_sec = 0.0; // Calculated litres/second	กำหนดตัวแปร ลิตร/วินาที
unsigned char flowmeter = 2; // Flow Meter Pin number	กำหนดรับสัญญาณจาก Water flow sensor จากขาที่ 2
unsigned long currentTime;	
unsigned long cloopTime;	
float Total_l = 0.0; // Total litres/min	กำหนดตัวแปรรวม
void flow () // Interrupt function	
{	

ตาราง 3.2 (ต่อ)

โปรแกรมภาษาซี	อธิบาย
flow_frequency++;	เปิดรับค่าตัวแปร
}	
void setup()	
{	
pinMode(flowmeter, INPUT);	รับค่าจาก Water Flow Sensor
Serial.begin(9600);	เตรียมค่ารอส่งออกจอ LCD
attachInterrupt(0, flow, RISING); // Setup Interrupt	
sei(); // Enable interrupts	
currentTime = millis();	
cloopTime = currentTime;	
lcd.begin(16,2);	

ตาราง 3.2 (ต่อ)

โปรแกรมภาษาซี	อธิบาย
}	
void loop ()	
}	
currentTime = millis();	ทำการคำนวณค่าเป็น Real time update ตลอด
// Every second, calculate and print litres/min	
if(currentTime >= (cloopTime + 1000))	
{	
cloopTime = currentTime; // Updates cloopTime	
// Sensor Specification: Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min. (Results in +/- 3% range)	สูตรในการคำนวณ

ตาราง 3.2 (ต่อ)

โปรแกรมภาษาซี	อธิบาย
//l_sec = ((flow_frequency/60)/ 7.5); // (Pulse frequency /60 sec) / 7.5Q = flow rate in L/sec	สูตรในการคำนวณ
l_min = (flow_frequency * 1 / 7.5); // (Pulse frequency x 1 min) / 7.5Q = flow rate in L/min	
l_sec = l_min/60;	กำหนด 1 นาที หาร 60
flow_frequency = 0; // Reset Counter	
Total_l = Total_l + l_sec;	ค่ารวมสุดท้ายที่จะออกจอ LCD
lcd.clear();	ล้างค่าหน้าจอ
lcd.print("Flow:");	จอ LCD แสดงคำว่า Flow
lcd.setCursor(6,0);	กำหนดตำแหน่งจอ
lcd.print(l_min);	แสดงค่าตัวแปรจากสูตร

ตาราง 3.2 (ต่อ)

โปรแกรมภาษาซี	อธิบาย
lcd.setCursor(10,0);	กำหนดตำแหน่งจอ
lcd.print("L/min");	แสดงค่าตัวแปรจากสูตร
lcd.setCursor(0,1);	กำหนดตำแหน่งจอ
lcd.print("Total:");	จอ LCD แสดงคำว่า Total
lcd.setCursor(6,1);	กำหนดตำแหน่งจอ
lcd.print(Total_l);	แสดงค่าตัวแปรจากสูตร
lcd.setCursor(14,1);	กำหนดตำแหน่งจอ
lcd.print("L");	แสดงคำว่า L ในจอ LCD
}	
}	

3.6 การทดสอบอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นจึงทำการทดสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์ หลังจากทดสอบเรียบร้อยแล้วนั้นพบว่า หลังจากที่หมุนวาล์วให้น้ำหล่อเย็นไปที่ Flow 1.00 ลิตรต่อนาที หลังจากที่เปิดน้ำหล่อเย็นเป็นเวลา 1 นาทีพบว่าสามารถรองน้ำหล่อเย็นได้ 1.125 ลิตร ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ +0.125 ลิตร ดังแสดงในภาพ 3.14

ภาพ 3.14 แสดงการทดสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น

จากการวิเคราะห์และสร้างอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม ในบทต่อไปจะแสดงกระบวนการทดลองประยุกต์ใช้กับชิ้นงานที่เกิดของเสียมากที่สุดในกระบวนการผลิตในเครื่องเจียระไนรูกลม ส่วนผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย สรุปผลการวิจัย และการนำไปใช้ประโยชน์ จะแสดงในบทถัดไป

บทที่ 4

กระบวนการทดลอง

จากรายละเอียดการดำเนินการวิจัยและการวิเคราะห์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน ดังที่กล่าวในบทที่ 3 นั้นนำไปสู่กระบวนการทดลองกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมแก่ชิ้นงานในการปฏิบัติงานของพนักงานมีรายละเอียดดังนี้

4.1 เครื่องมือในการทดลอง

4.2 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

4.3 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานกรณีศึกษา Protector (Job no.03-014)

4.4 ผลการทดลอง

4.1 เครื่องมือในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ การกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมแก่ชิ้นงานโดยใช้หลักแนวคิดของลีน ในงานวิจัยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

4.1.1 คอมพิวเตอร์ Notebook ASUS รุ่น A45VM-VX038D จำนวน 1 เครื่อง ดังภาพ 4.1 Specification: Intel Core™ i5-3210M 2.5GHz RAM ขนาด 4GB DDR3 (1600MHz) ใช้ในการศึกษาข้อมูลและทดลอง ดังต่อไปนี้

- Microsoft office software
- Company e-mail Outlook software
- Intranet website
- Arduino IDE version 1.0.x software

ภาพ 4.1 คอมพิวเตอร์ Notebook Asus รุ่น A45VM-VX038

4.1.2 ชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box

ชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลการวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมเพื่อความสะดวกรวดเร็วและแม่นยำในการทดลองในการวิจัยนี้ดังภาพ 4.2

ภาพ 4.2 ชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box

ชิ้นส่วนประกอบภายในชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนตามตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ชิ้นส่วนประกอบภายในชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box

ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน	หน้าที่	รูปภาพ
1.กล่องพลาสติก PVC	1 กล่อง	สำหรับติดตั้งชุดวงจร	
2.ชุดแผงวงจร Arduino Uno R3	1 ชุด	สำหรับประมวลผล	
3.สาย Universal Serial Bus (USB)	1 เส้น	สำหรับโหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ลงแผงวงจร	
4.ชุดสวิทช์ เปิด-ปิด	1 ชุด	ชุดสวิทช์ เปิด-ปิด Water flow sensor box	
5.ชุดจอแสดงผล LCD 16x2 โมดูลอนุกรมสำหรับ ชุดแผงวงจร Arduino Uno R3	1 ชุด	แสดงผลอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น	
6.ชุดเพาเวอร์ซัพพลายและสาย USB INPUT : 100-240 VAC 50/60Hz 0.20A OUTPUT : 5V	1 ชุด	จ่ายไฟฟ้าเข้า Water flow sensor box	
7. ชุด Water flow sensor Model : FS200A G1/2” Flow range : 0.5-30L/min. Working pressure : <1.2Mpa	1 ชุด	วัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น	
8.ชุดเครื่องมือ-วัสดุอุปกรณ์สำหรับงานอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน	1 ชุด	สำหรับบัดกรีวงจร	

4.1.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ

เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบเลเซอร์ รุ่น FLUKE 62 Mini IR Thermometer จำนวน 1 เครื่อง Specification

- Measurement range -30°C to 500°C
- Repeatability ±1°C

เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบเลเซอร์ใช้ในการวัดอุณหภูมิของชิ้นงานขณะทำการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมดังภาพ 4.3

ภาพ 4.3 เครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลแบบเลเซอร์ รุ่น FLUKE 62 Mini IR Thermometer

4.1.4 เครื่องเจียระไนรูกลม

เครื่องเจียระไนรูกลม รุ่น IGM-1E OKAMOTO INTERNAL GRINDER No.2203.1991.3 จำนวน 1 เครื่อง ดังภาพ 4.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

Swing Over the Table	17.3	inch
Swing Inside Coolant Splash Guard, Maximum	10.6	inch
Grinding Stroke, Maximum	19.7	inch
Work head Cross Travel	5.9	inch
Maximum Grinding Diameter	7.9	inch
Minimum Grinding Diameter	24	inch
Spindle Longitudinal Adjustment	9.13	inch

Wheelhead Slide Cross Travel	1.2	inch
Workhead Flange to Wheelhead Slide	0-30	inch
Table Longitudinal Feeds, Variable	0.5-30	FPM
Angular Adjustment of Workhead	30	Degrees
Workhead Speeds, Variable	60-800	RPM
Wheelhead Motor, Horsepower	3	HP
Workhead Motor, Horsepower	1	HP
Hydraulic Motor, Horsepower	1	HP
Approximate Machine Dimensions	59x96	inch
Approximate Machine Height	75	inch
Approximate Machine Weight	5,000	LBS

ภาพ 4.4 เครื่องเจียระไนรูกลม รุ่น IGM-1E OKAMOTO INTERNAL GRINDER
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

4.1.5 เครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์วัดใน (Inside Micrometers)

เครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์วัดใน (Inside Micrometers) รุ่น Mitutoyo 345-250-10, 5-30 มิลลิเมตร จำนวน 1 เครื่อง ดังภาพ 4.5 โดยจะใช้ในการตรวจสอบขนาดในตำแหน่งรูของชิ้นงานที่ทำ

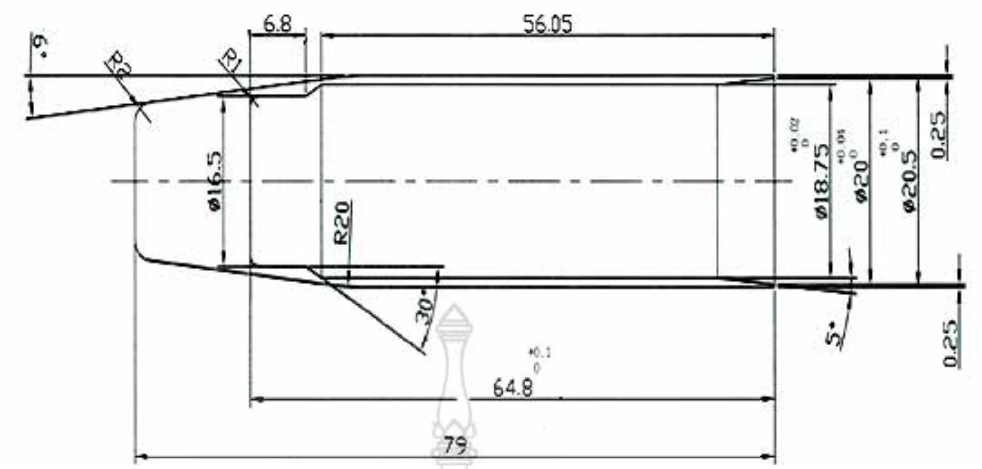
การทดสอบแต่ละอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นสามารถทำได้ตามค่าพิกัดความเผื่อที่แบบสั่งงานกำหนดหรือไม่

ภาพ 4.5 เครื่องมือวัดไมโครมิเตอร์วัดใน (Inside Micrometers)
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

4.2 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง

การทำวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม ตัวอย่างชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014) เป็นชิ้นงานที่มีของเสียมากที่สุดและใช้เวลาปฏิบัติงานนาน โดยมีรายละเอียดในแบบสั่งงานตามด้านล่างและภาพ 4.6 ดังนี้

ความโตนอกสุด	20.5 มิลลิเมตร ค่าพิกัดความเผื่อ +0.1,0 มิลลิเมตร
ความโตด้านใน	18.75 มิลลิเมตร ค่าพิกัดความเผื่อ +0.02,0 มิลลิเมตร
วัสดุ	S45C
ผิวชุบแข็ง	Hard Chrome
ความละเอียดผิวนอกสุด	2.5Rz โดยกรรมวิธีเจียรนัย (DIN4766-1)
ความละเอียดผิวในสุด	2.5Rz โดยกรรมวิธีเจียรนัย (DIN4766-1)
เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน	120 นาทีต่อชิ้น
ชิ้นงานราคา	2,200 บาท



ภาพ 4.6 ตัวอย่าง ชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014)
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

4.3 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานกรณีศึกษา Protector (Job no.03-014)

การผลิตชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) มีขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน กรณีศึกษา บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัดมีทั้งหมด 8 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานดังภาพ 4.7

ภาพ 4.7 แสดงทั้งหมด 8 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน
ที่มา: บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด

4.3.1 จัดประชุมหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จัดประชุมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร เพื่ออธิบายเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าและข้อจำกัดต่างที่อยู่ในแบบสั่งงานตลอดจนระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการชิ้นงาน เพื่อในพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องแต่ละหน่วยงานเข้าใจและปฏิบัติตามข้อกำหนดดังกล่าว

4.3.2 จัดหาและจัดเตรียมวัสดุในการผลิต

ทำการจัดหาและจัดเตรียมวัสดุในการผลิตโดยการสั่งซื้อหรือตรวจสอบวัสดุภายในองค์กร ให้ตรงตามขนาดที่แบบสั่งงานกำหนดโดยเผื่อขนาดในการขึ้นรูปให้น้อยที่สุด

4.3.3 เครื่องเลื่อย

เครื่องเลื่อยเป็นการตัดเฉือนโลหะเบื้องต้นเพื่อให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับขนาดตามแบบสั่งงานมากที่สุดสำหรับงานนี้จะตัดชิ้นงานตามความยาวของชิ้นงานให้ใกล้เคียงมากที่สุด

4.3.4 เครื่องกลึง

เครื่องกลึงเป็นเครื่องจักรที่สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยการตัดเฉือนสำหรับชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) จะทำการขึ้นรูปโดยการตัดเฉือนที่เริ่มจากการปาดหน้า, ปอกผิวตรง, ปอกผิวเอียง, เจาะรูและทำการคว้านรูขนาดตามแบบสั่งงานกำหนด

4.3.5 กรรมวิธีชุบผิวแข็งฮาร์ดโครม

การชุบฮาร์ดโครม เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ และยืดอายุการใช้งาน แก่ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ช่วยให้หน้าวัตถุแข็งแกร่ง ฮาร์ดโครมมีความแข็งประมาณ 62 H.R.C มีลักษณะเรียบลื่นเป็นมันเงา และไม่เป็นสนิม ทนการเสียดสี และลดการสึกหรอ จึงเหมาะสำหรับ การชุบอะไหล่ของเครื่องจักรต่าง ๆ รวมทั้งลูกกลิ้งและแบบพิมพ์ทุกชนิด การชุบฮาร์ดโครม สามารถทำได้กับวัสดุเกือบทุกชนิด ทั้งสแตนเลส เหล็ก เหล็กหล่อ ทองเหลือง ทองแดง

คุณสมบัติของการชุบฮาร์ดโครม

1) ทนทานต่อการกัดกร่อน เชิงเคมีได้ดีเยี่ยม
2) ทนต่อสารเคมี
3) อัตราการสึกกร่อนต่ำ
4) มีความแข็งสูง
5) ทนการเสียดสี
6) ทนความร้อน และการเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิเฉียบพลัน
7) มีความหนา (ชุบหนาได้ตั้งแต่ 0.01 มม. ถึง 1.0 มม.

4.3.6 เครื่องเจียระไนกลม (เจียรนอก)

เครื่องเจียระไนกลม (เจียรนอก) เป็นการขึ้นรูปชิ้นงานที่เป็นทรงกระบอก การเจียระไนภายนอก ล้อหินเจียระไนหมุนอยู่ในแนวนอน ส่วนชิ้นงานก็หมุนอยู่ในแนวนอนเช่นกันแต่ชิ้นงานนั้นยังสามารถเคลื่อนที่ไปกลับตามแนวนอนได้ด้วย เพื่อให้สามารถเจียระไนชิ้นงานที่มีความยาวมากๆ สำหรับชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) นั้นจะทำการตัดเฉือนเพื่อเก็บผิวละเอียดในส่วนของผิวนอกของชิ้นงานโดนให้มีขนาดโตนอกเท่ากับ $20.5^{+0.1,\ 0}$ มิลลิเมตร

4.3.7 เครื่องเจียระไนกลม (เจียรรูใน)

เครื่องเจียระไนกลม (เจียรนอก) สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการติดตั้ง Water flow sensor เพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะควบคุมโดยไมโครคอนโทลเลอร์ Water flow sensor การเจียระไนภายใน ล้อหินเจียระไนหมุนอยู่ในแนวนอน ส่วนชิ้นงานก็หมุนอยู่ในแนวนอนเช่นกันแต่ชิ้นงานนั้นยังสามารถเคลื่อนที่ไปกลับตามแนวนอนได้ด้วยโดยจะมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

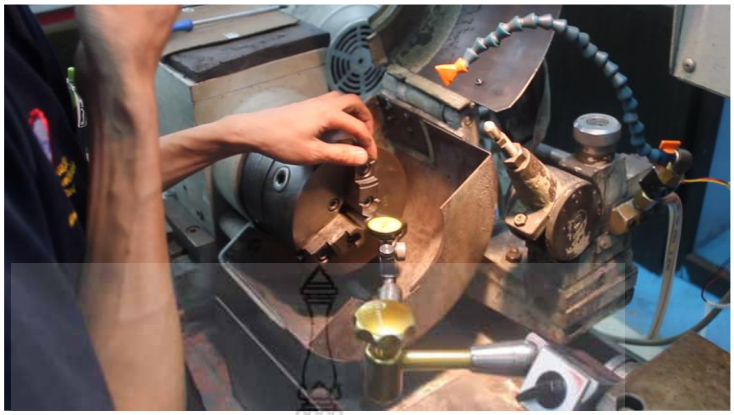
4.3.7.1 ติดตั้งชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

ทำการติดตั้งชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) บนหัวจับประเภท 3 จับฟันพร้อมบนเครื่องเจียระไนรูกลมดังภาพ 4.8 การแสดงการติดตั้งชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

ภาพ 4.8 การแสดงการติดตั้งชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

4.3.7.2 ตั้งศูนย์ชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) ก่อนการปฏิบัติงาน

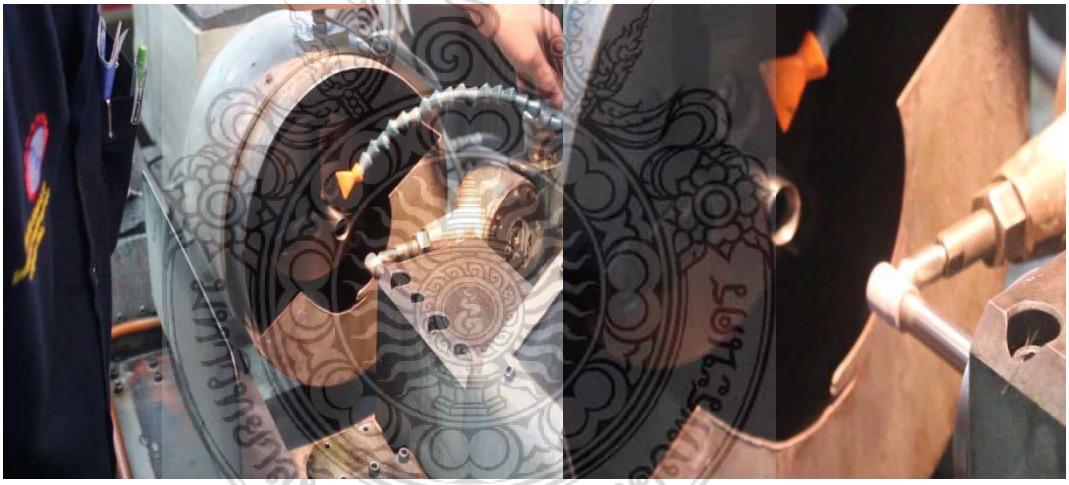
ทำการตั้งศูนย์ชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) ก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้งโดยใช้อุปกรณ์ ไดแอลเกจ เพื่อความเที่ยงตรงของชิ้นงานตามแบบสั่งงานกำหนด ดังแสดงในภาพ 4.9 ภาพแสดงการตั้งศูนย์ขอชิ้นงานก่อนการปฏิบัติงาน



ภาพ 4.9 ภาพแสดงการตั้งศูนย์ชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) ก่อนการปฏิบัติงาน

4.3.7.3 กรีดล้อหินเจียระไนก่อนการปฏิบัติงาน

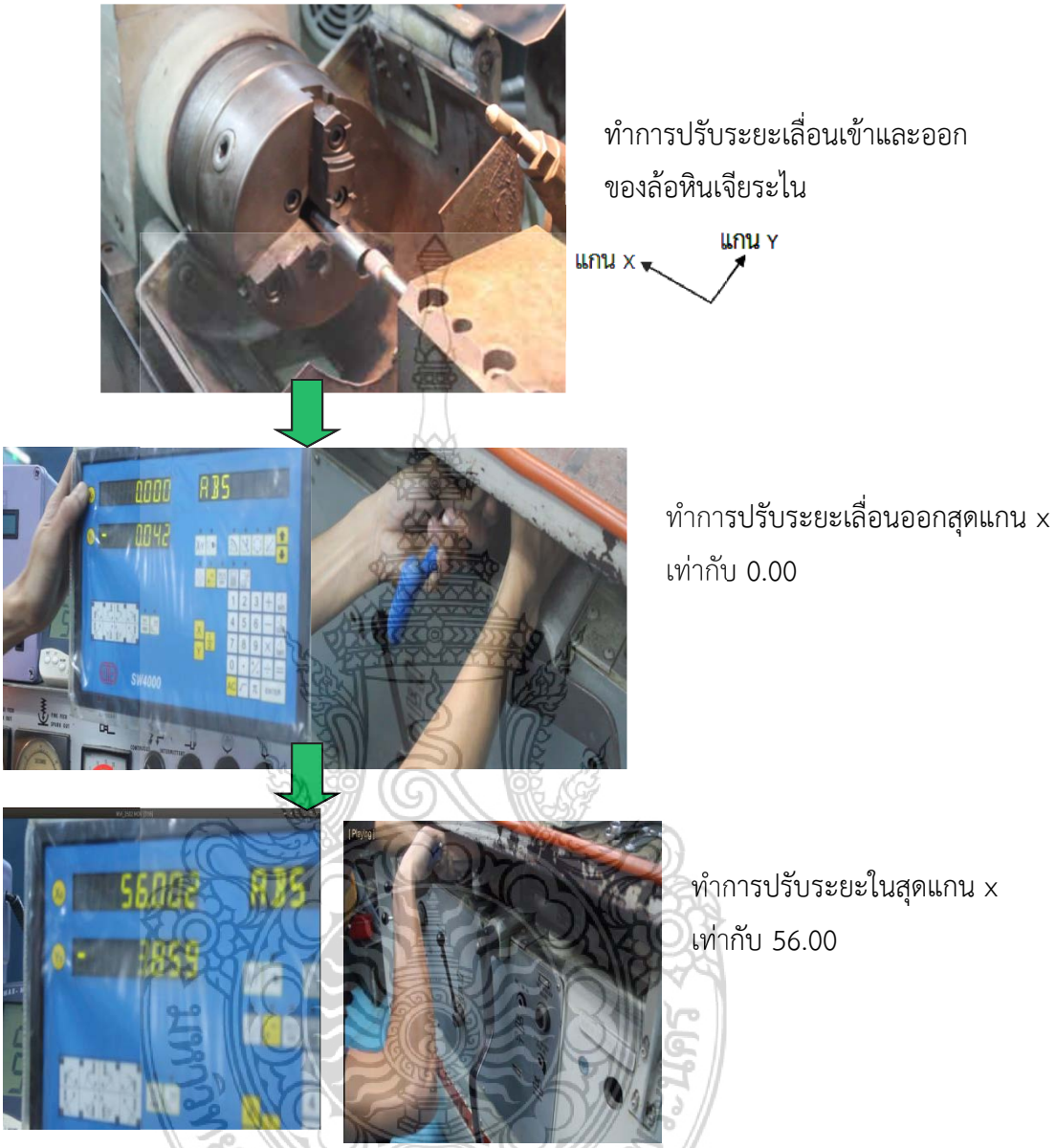
ทำการกรีดล้อหินเจียระไนก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้งเพื่อล้างเศษชิ้นงานที่ติดอยู่กับหินเจียระไนเพื่อให้ผิวของชิ้นงานมีคุณภาพและค่าความหยาบตามแบบกำหนด ดังแสดงในภาพ 4.10 ภาพแสดงการกรีดล้อหินเจียระไนก่อนการปฏิบัติงาน



ภาพ 4.10 ภาพแสดงการกรีดล้อหินเจียระไนก่อนการปฏิบัติงาน

4.3.7.4 ปรับตั้งระยะเลื่อนเข้าออกของล้อหินเจียระไน

ทำการปรับตั้งระยะเลื่อนเข้าออกของล้อหินเจียระไนเข้าสุดและออกสุดโดยตั้งค่าให้ระยะเลื่อนออกสุดแกน x เท่ากับ 0.00 และระยะในสุดแกน x เท่ากับ 56.00 ดังแสดงในภาพ 4.11 ภาพแสดงการปรับตั้งระยะเลื่อนเข้าออกของล้อหินเจียระไน



ภาพ 4.11 ภาพแสดงการปรับตั้งระยะเลื่อนเข้าออกของล้อหินเจียระไน

4.3.7.5 เจียระไนชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

ทำการเจียระไนชิ้นงาน Protector (Job no.03-014) โดยทำการปรับตั้งอัตราการไหลแก่ชิ้นงานจากชุดกล่องประมวลผล Water flow sensor box ดังแสดงในภาพ 4.12 ภาพแสดงเจียระไนชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

ภาพ 4.12 ภาพแสดงเจียระไนชิ้นงาน Protector (Job no.03-014)

4.3.7.6 ค่าคงที่ในการปฏิบัติการทดลอง

ค่าคงที่ในการปฏิบัติการทดลองมีดังนี้

1.ความเร็วรอบของแผ่นหินเจียระไน	มีค่าเท่ากับ 3,000	รอบต่อนาที
2.ความเร็วตัด	มีค่าเท่ากับ 188.5	เมตรต่อนาที
3.ความเร็วรอบของชิ้นงาน	มีค่าเท่ากับ 350	รอบต่อนาที
4. ความเร็วป้อน	มีค่าเท่ากับ 20.61	เมตรต่อนาที
5.ชนิดของน้ำหล่อเย็น	ยี่ห้อ ZERO-I No. SR 125 E2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหล่อเย็นต่อน้ำ:1ต่อ50)	
6.ชนิดของหินเจียระไน	ยี่ห้อ NORTON SGB 60 KVS	
7.อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน	เจียระไนหยาบ 0.015-0.020 มม. เจียระไนละเอียด 0.005-0.010 มม.	
8.อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ 25.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68 เปอร์เซ็นต์RH	

4.3.7.7 ตรวจสอบชิ้นงาน

ในการตรวจสอบชิ้นงานทำการตรวจสอบโดยอ้างอิงจากแบบสั่งงานจากลูกค้าว่าได้ขนาดพิกัดตามที่กำหนดไว้หรือไม่และมีคุณภาพผิวอยู่ในระดับที่ระบุไว้หรือไม่โดยคุณภาพผิวจะพิจารณาตามมาตรฐานความหยาบผิว สัญลักษณ์ความหยาบผิวฉบับที่ใช้มาจากมาตรฐานเยอรมัน DIN140 ได้กำหนดสัญลักษณ์ของความหยาบงานมีการกำหนดชั้นความหยาบออกเป็น 12 ชั้น ตั้งแต่ชั้น N1 ที่มีความหยาบน้อยไปจนถึง N12 มีความหยาบมาก โดยมาตรฐานจะให้ความสำคัญกับการ

วัดความหยาบผิว 2 วิธีคือ ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Roughness Average: a) และค่าความหยาบผิวขนาดโดยเฉลี่ย (Roughness ten-point mean: Rz) ดังแสดงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าความหยาบผิวที่ใช้ในการตรวจสอบ

ความหมายตาม DIN 140	เครื่องหมายผิว	Rz (Rt) หน่วย µm				Ra หน่วย µm			
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
ผิวดิบ ซึ่งผ่านการผลิตด้วยกรรมวิธีไร้เศษ		เท่าไหร่ก็ได้				ผิวดิบ			
ผิวหยาบ สัมผัสความหยาบ ได้ด้วยมือและมองเห็น		160	100	63	25	25	12.5	6.3	3.2
ผิวละเอียด ปานกลาง สามารถมองเห็นความหยาบด้วยตาเปล่า		40	25	16	10	6.3	3.2	1.6	1.6
ผิวละเอียด ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า		16	6.3	4	2.5	1.6	0.8	0.4	0.2
ใน DIN 140 ไม่มีเครื่องหมายนี้		-	1	1	0.4	-	0.1	0.1	0.025

ชั้นความหยาบ	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Ra หน่วย µm	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50

ที่มา: บรรเลง (2549)

ค่าความละเอียดผิวตามแบบสั่งงานกำหนดให้ค่าความหยาบผิวขนาดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 2.5Rz โดยกรรมวิธีเจียระไนซึ่งตามตาราง 4.2 แสดงอยู่ในกลุ่มความละเอียดผิวอยู่ที่ 3 ฟันตามมาตรฐาน DIN140 ซึ่งจะสั่งเกตุได้คือผิวละเอียด ไม่สามารถมองเห็นผิวตัดเฉือนด้วยตาเปล่าดังภาพ 4.14 แสดงชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างผิว 2 ฟันและ 3 ฟัน

ภาพ 4.13 แสดงชิ้นงานเปรียบเทียบระหว่างผิว 2 ฟันและ 3 ฟัน

4.4 ผลการทดลอง

ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงานมีดังนี้

แบบที่ 1 คือ ผิวเรียบ, ไม่มีการกรีดล้อหิน, ขนาดชิ้นงานลดได้ดี

แบบที่ 2 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหิน, ขนาดชิ้นงานลดได้ดี

แบบที่ 3 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อย, ขนาดชิ้นงานลดได้ดีขึ้น

แบบที่ 4 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อยมาก, ขนาดชิ้นงานลดได้ดีมากขึ้น มีการดูดของชิ้นงานทำให้ขนาดไม่คงที่

แบบที่ 5 คือ ผิวเรียบ, ไม่มีการกรีดล้อหิน, สามารถควบคุมขนาดได้ดี

แบบที่ 6 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหิน, สามารถควบคุมขนาดได้ค่อนข้างดี

แบบที่ 7 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อย, สามารถควบคุมขนาดได้ยาก

แบบที่ 8 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อยมาก, สามารถควบคุมขนาดได้ยากและอาจจะเกิดชิ้นงานเสียได้

หลักเกณฑ์ในการตัดสิน (Judgment) OK และ NG มีดังนี้

1.ค่าพิกัดผิวและค่าความเผื่อขนาดที่ระบุไว้ในแบบสั่งงาน

2.เวลาในการผลิต

3.อุณหภูมิในการผลิตมีค่าสูงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิห้อง

การบันทึกผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม แสดงในภาพ 4.15

ตาราง 4.3 การบันทึกผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

เจียระไน	ผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม									
การปรับวาล์ว	องศาวาล์ว	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น(ลิตรต่อนาที)	0.08	0.13	1.6	2.93	4.13	4.93	5.20	5.47	5.65
เจียระไนหยาบ	อุณหภูมิ(เซลเซียส)	62	57	46	39	34	30	28	27.5	26
	เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (นาที)	15.3	18.7	20.8	25	28.5	30	35.3	40.2	44.2
	ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงาน	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(4)	(4)	(4)
	การตัดสิน(Judgment)	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
เจียระไนละเอียด	อุณหภูมิ(เซลเซียส)	35	29	28.6	28.4	27	26.7	26.4	26	26
	เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (นาที)	6	6.2	7.1	7.4	8	8.7	9.3	10	15
	ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงาน	(5)	(5)	(6)	(7)	(7)	(7)	(7)	(8)	(8)
	การตัดสิน(Judgment)	NG	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

จากตาราง 4.3 การบันทึกผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมสรุปได้ว่าเลือกการเจียระไนหยาบที่มีการเปิด องศาของวาล์ว 10 องศา, อัตราการไหล 0.08 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 15.3 นาที ส่วนการเจียระไนละเอียดเปิดองศาวาล์ว 20 องศา, อัตราการไหล 0.13 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 6.2 นาที

จากผลนำผลดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานอื่น บริษัทกรณีศึกษาได้จริงจึงทำให้ของเสียในกระบวนการผลิตและเวลาในการผลิตลดลง จึงสามารถสรุปผลการวิจัยในบทต่อไป

บทที่ 5

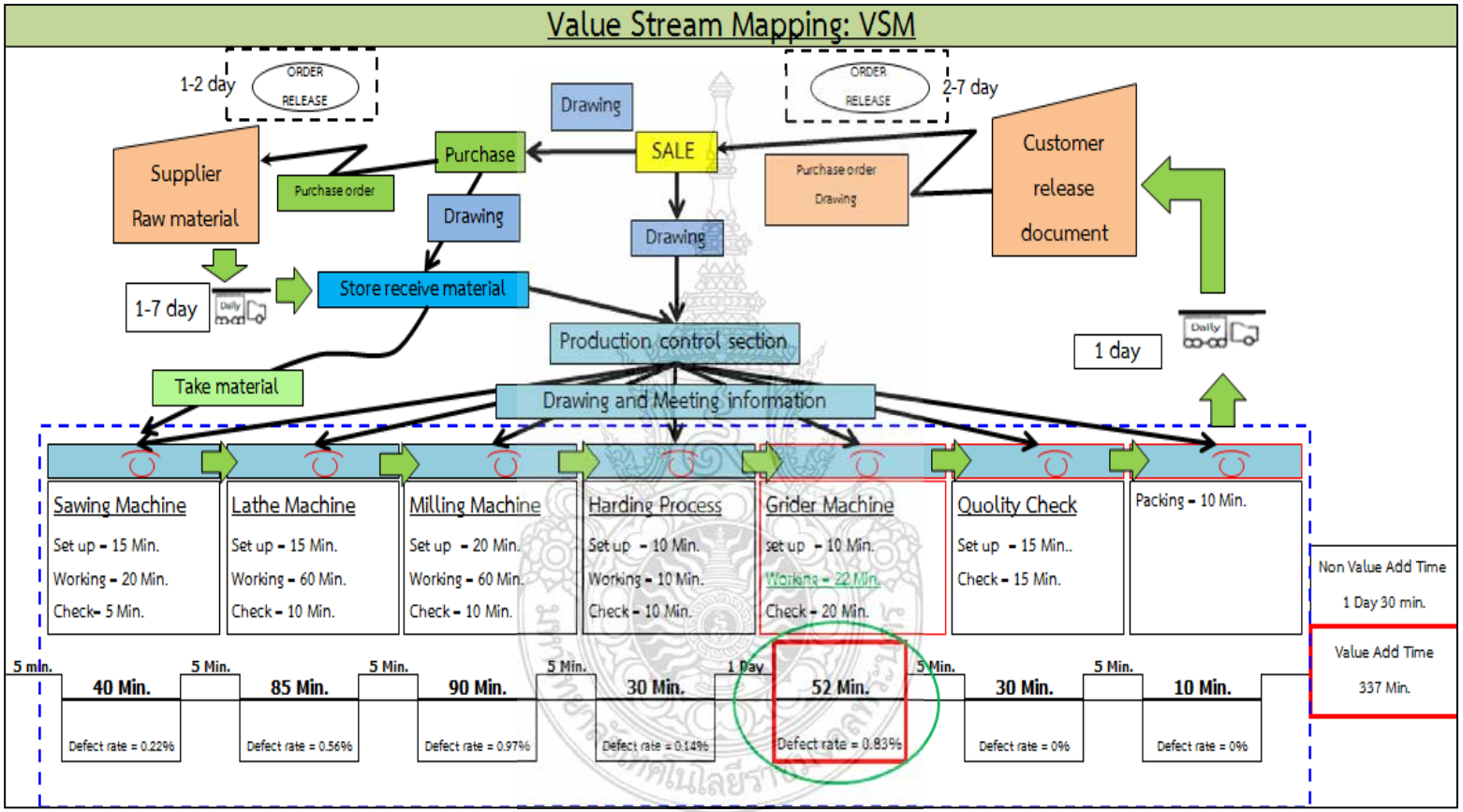
ผลการวิจัย

จากการทดลองกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมแก่ชิ้นงานในการปฏิบัติงานของพนักงานในบทที่กล่าวมาแล้วนั้น จึงนำมาสู่อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานของพนักงานเพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง บริษัทกรณีศึกษา พร้อมทั้งเป็นการสร้างความยั่งยืนในส่วนของการผลิตต่อไป

ในการวิเคราะห์ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นผลของการปรับปรุงใน 4 ประเด็นหลัก คือ ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิตและเวลาในการผลิต ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต ผลด้านต้นทุนค่าแรง ผลด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลงานวิจัยดังแสดงต่อไปนี้

5.1 ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิต

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งแสดงในแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุงดังแสดงในภาพ 5.1



ภาพ 5.1 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุง

จากแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมสามารถทำให้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงจาก 90 นาที เหลือ 22 นาทีและทำให้อัตราของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจาก 5.97 เปอร์เซ็นต์เหลือ 0.83 เปอร์เซ็นต์แสดงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 เปรียบเทียบอัตราของเสียและเวลาในการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ช่วงเวลา	เวลาในการปฏิบัติงาน	อัตราของเสีย
ก่อนการปรับปรุง	90 นาที	5.97 เปอร์เซ็นต์
หลังการปรับปรุง	22 นาที	0.83 เปอร์เซ็นต์

5.2 ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้น โดยทำให้สามารถควบคุมขนาดและผิวของชิ้นงานเป็นไปตามแบบสั่งงานได้ดี ดังแสดงในตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ในช่วงเดือน กันยายน พ.ศ.2557 – กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558

ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัดในช่วงเดือน กันยายน พ.ศ.2557- กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558

	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	อัตราของเสียสะสมเฉลี่ย
จำนวนชิ้นงานเสีย	12	10	7	10	9	6	9
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้	213	190	247	197	299	395	257
อัตราของเสีย (Defect rate)	5.6%	5.3%	2.8%	5.1%	3.0%	1.5%	3.89%
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	อัตราของเสียสะสมเฉลี่ย
เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ	8	8	3	7	7	5	6
อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือ (Defect rate)	3.76%	4.21%	1.21%	3.55%	2.34%	1.27%	2.72%
เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ	4	2	4	3	2	1	3
อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ (Defect rate	1.88%	1.05%	1.62%	1.52%	0.67%	0.25%	1.17%

จากการบันทึกข้อมูลการผลิตและอัตราของเสียดังแสดงในภาพ 5.2 ซึ่งสามารถวัดผลได้จากค่าคุณภาพ (First Time through (FTT)) กรณีศึกษาบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัดได้ดังนี้

$$\text{Quality Rate} = \frac{[\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมด}]}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมด} - (\text{ของซ่อม} + \text{ของเสีย})} \quad (2\text{-}1)$$

$$\text{FTT (\%)} = [\text{Quality Rate (process 1)} \times \text{Quality Rate (process 2)} \times \ldots] \times 100 \quad (2\text{-}2)$$

ตาราง 5.3 เปรียบเทียบค่าคุณภาพ (First Time through (FTT)) ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ช่วงเวลา	ค่าคุณภาพ
ก่อนการปรับปรุง	91.7 เปอร์เซ็นต์
หลังการปรับปรุง	96.6 เปอร์เซ็นต์

5.3 ผลด้านต้นทุน

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้นและสามารถลดต้นทุนค่าแรงในการผลิตจากข้อมูลดังนี้

1.พนักงานประจำเครื่องเจียระไนรูกลม	1	คน
2.ค่าแรงต่อเดือน	22,000	บาท
5.จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ต่อเดือน	95	ชิ้น

$$\text{ค่าแรงต้นทุนรวมต่อหน่วย} = \frac{\text{ค่าแรง}}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมด}} \quad (2\text{-}7)$$

ตาราง 5.4 เปรียบเทียบผลด้านต้นทุนค่าแรงต่อหน่วยก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ช่วงเวลา	จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ต่อเดือน	ค่าแรงต้นทุนรวมต่อหน่วย
ก่อนการปรับปรุง	95 ชิ้น	231.58 บาท
หลังการปรับปรุง	219 ชิ้น	100.46 บาท

5.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม พบว่าสามารถช่วยลดของเสียในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นผลดีทางด้านสิ่งแวดล้อมคือ ช่วยลดการสูญเสียในด้านต่างๆ เช่น พลังงานน้ำ พลังงานไฟฟ้า วัตถุดิบ เป็นต้น อีกทั้งยังส่งผลให้ภาพลักษณ์ของสถานประกอบการดีขึ้น

บทที่ 6

อภิปรายผล

จากการทดลองกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมแก่ชิ้นงานในการปฏิบัติงานของพนักงานในบทที่ 5 นั้น มีผลดังที่กล่าวแล้วเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อการอภิปรายผลมีดังต่อไปนี้

6.1 ผลด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิต

หลังจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในช่วง เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2557 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2558 พบว่า สามารถทำให้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงจาก 90 นาที เหลือ 22 นาทีและทำให้อัตราของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจาก 5.97 เปอร์เซ็นต์เหลือ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลมาจากการการใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหากระบวนการผลิต โดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมเพื่อลดอัตราของเสีย ซึ่งผลการทดลองจากการใช้แผนภูมิกระแสคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหากระบวนการผลิต เหมือนกับงานวิจัยของ กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข (2553) แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องลักษณะของการผลิต เนื่องจากงานวิจัยของ กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข เป็นการแก้ปัญหาในการผลิตแบบ Mass production ซึ่งจะมุ่งลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสามารถลดชิ้นงานเสียจาก 0.11 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์ แต่ในขณะที่งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในการผลิตแบบ Make to order โดยการปรับปรุงกระบวนผลิตสามารถลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตจึงเป็นส่วนสนับสนุนให้บรรลุผลสำเร็จได้เช่นกัน

6.2 ผลด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้น โดยทำให้สามารถควบคุมขนาดและผิวของชิ้นงานเป็นไปตามแบบสั่งงานได้ดี จากการบันทึกข้อมูลการผลิตและอัตราของเสีย ซึ่งทำให้ค่าคุณภาพเพิ่มขึ้นจาก 91.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 96.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวสวัตติ์ บุญปรีชา (2553) ไม่ได้กล่าวถึงค่าคุณภาพที่เพิ่มขึ้น

6.3 ผลด้านต้นทุน

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้น

โดยทำให้สามารถลดต้นทุนค่าแรงในการผลิตจาก 231.58 บาท ต่อหน่วย เหลือเพียง 100.46 บาท ต่อหน่วย ซึ่งคล้ายกับงานวิจัยของ ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ (2555) เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยใช้หลักแนวคิดของลีน และลดเวลา แต่มีความแตกต่างกันในเรื่อง ผลลัพธ์ที่ออกมามาสามารถลดต้นทุนโดยรวม 471,228 บาทต่อปี แต่ในขณะที่งานวิจัยนี้ผลลัพธ์ที่ออกมานั้นแสดงเพียงแค่ต้นทุนค่าแรงต่อหน่วยเท่านั้น

6.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าช่วยลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ พนม ราชศรีเมือง (2552) พบว่า จากการศึกษาถึง สภาพและปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อม ของพนักงานบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ การจัดการจำเป็นต้องอาศัยหลักการเพื่อป้องกันสิ่งแวดล้อม 3 หลักการ คือ การวางแผน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์และการควบคุมมลภาวะ โดยวางแผนจะมุ่งใช้ทรัพยากรอย่างสมเหตุสมผล เช่น ใช้ ดิน น้ำ อากาศ พลังงานและวัตถุอื่น การใช้ทรัพยากรจะต้องมีการใช้แผนแบบยั่งยืน

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองและอภิปรายผล กำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมที่เหมาะสมแก่ชิ้นงาน พบว่า บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงนั้นได้มองข้ามในส่วนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นซึ่งจากวิจัยนี้สามารถแสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นนั้นมีผลต่อการควบคุมขนาดด้วยและสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

7.1 ด้านอัตราของเสียในกระบวนการผลิต

จากที่ได้ศึกษากระบวนการผลิตบริษัทกรณีศึกษาและดำเนินการวิเคราะห์ถึงสาเหตุโดยใช้หลักแนวคิดของลีน พบว่า สาเหตุที่เกิดของเสียเพราะว่ามีปัญหาในส่วนของการปรับอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งทำให้เกิดของเสียเกี่ยวกับการควบคุมขนาดและผิวของชิ้นงานในกระบวนการ ซึ่งควรจะปรับปรุงในกระบวนการผลิตนี้โดยการเพิ่มการแสดงผลอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นจากการติดตั้งอุปกรณ์ Water flow sensor box ซึ่งอุปกรณ์นี้ใช้ชุดโปรแกรมไมโครคอนโทลเลอร์ในการควบคุมและแสดงผลการไหลทางจอ LCD เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่พนักงานในการปฏิบัติงานในการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น หลังจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการติดตั้งอุปกรณ์ Water flow sensor box แสดงการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมเพื่อลดของเสีย พบว่าในช่วง เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2558 สามารถทำให้กระบวนการผลิตในส่วนของเครื่องเจียระไนรูกลมมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเวลาในการปฏิบัติงานลดลงจาก 90 นาที เหลือ 22 นาทีและทำให้อัตราของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจาก 5.97 เปอร์เซ็นต์เหลือ 0.83 เปอร์เซ็นต์ซึ่งทำให้กระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาดีขึ้น

7.2 ด้านคุณภาพของชิ้นงานในการผลิต

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการติดตั้งอุปกรณ์ Water flow sensor box เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม เพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้นโดยทำให้สามารถควบคุมขนาดและผิวของชิ้นงานเป็นไปตามแบบสั่งงานได้ดี ทำให้ค่าคุณภาพเพิ่มขึ้นจาก 91.7 เปอร์เซ็นต์เป็น 96.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชิ้นงานอื่นๆในกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

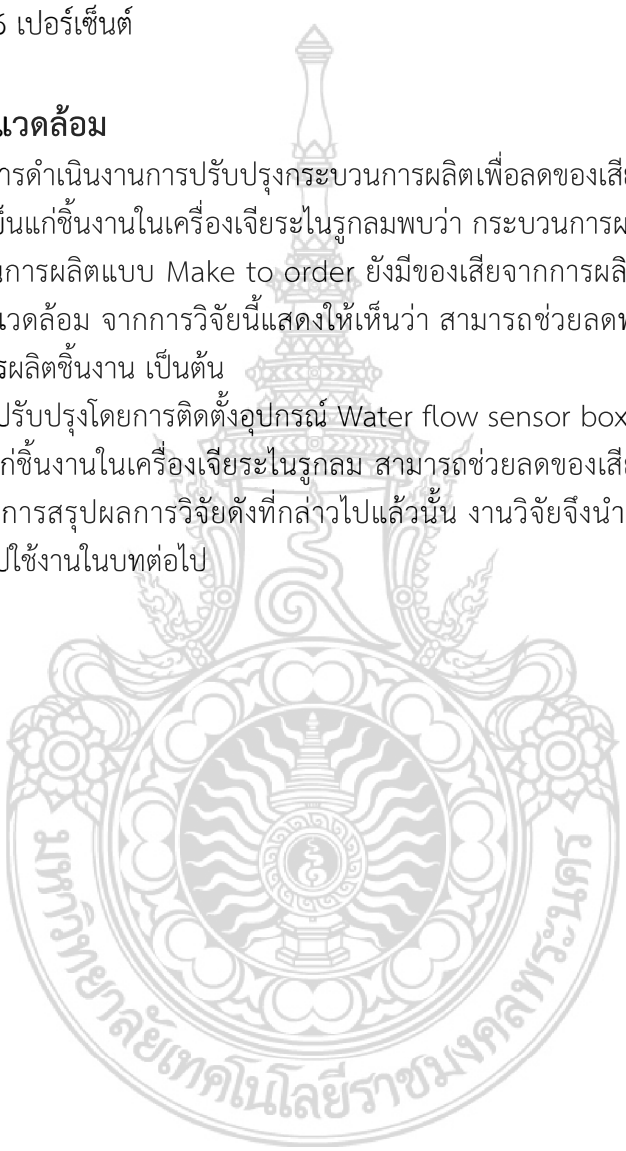
7.3 ด้านต้นทุน

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการติดตั้งอุปกรณ์ Water flow sensor box เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม เพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าปริมาณของเสียลดลงจึงส่งผลทำให้สามารถลดค่าแรงต้นทุนรวมต่อหน่วยจาก 231.58 บาท เหลือเพียง 100.46 บาท คิดเป็น 56.6 เปอร์เซ็นต์

7.4 ผลด้านสิ่งแวดล้อม

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่า กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมความเที่ยงตรงสูงที่เป็นการผลิตแบบ Make to order ยังมีของเสียจากการผลิตอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถช่วยลดพลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำ และวัตถุดิบในการผลิตชิ้นงาน เป็นต้น

จากการปรับปรุงโดยการติดตั้งอุปกรณ์ Water flow sensor box เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม สามารถช่วยลดของเสียในกระบวนการผลิตและอื่นๆ ตามที่ได้ทำการสรุปผลการวิจัยดังที่กล่าวไปแล้วนั้น งานวิจัยจึงนำผลในงานวิจัยนี้ไปทำการวิเคราะห์การนำไปใช้งานในบทต่อไป



บทที่ 8

การนำไปใช้งาน

จากผลการวิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง โดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา: บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ตั้งแต่บทที่ 1 จนถึงบทที่ 7 นั้น มีผลดังที่กล่าวแล้ว เมื่อนำผลการวิจัยมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางการเงินมีดังต่อไปนี้

8.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางการเงิน

บริษัทกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

ตาราง 8.1 ตารางสรุปการลงทุนด้านอุปกรณ์ Water flow sensor box

ตารางสรุปการลงทุนด้านอุปกรณ์ Water flow sensor box

รายการ	**จำนวน (Qty)**	**ค่าใช้จ่าย (บาท)**	**ประเภทการใช้งาน**
ค่าแรง	1	1,000	ค่าแรงระหว่างการทดลอง
แผงวงจร	1	800	Water Flow Sensor
กล่องใส่วงจร	1	150	Control Box
สายไฟ	1	100	
Water Flow Sensor	1	350	
ค่าจอ LCD แสดงผล	1	450	
ค่าติดตั้ง	1	200	
ค่าเดินทาง	1	1,000	
อื่นๆ	1	2,000	ค่าไฟ,ค่าล้อหินที่สึกหรอ
รวม		6,050	

จากตาราง 8.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนอุปกรณ์รวมอยู่ที่ 6,050 บาท จากนั้นทำการพิจารณาต้นทุนที่สามารถลดได้จากการลดของเสียมีมูลค่าเท่ากับ 254,059.87 บาทต่อปี และคิดเป็น 814.29 ต่อวัน ดังแสดงในตาราง 8.2

ตาราง 8.2 มูลค่าของเสียที่ลดได้

มูลค่าของเสียที่ลดได้ต่อปี		
388,504.00	7.86%	ก่อน
134,444.13	2.72%	หลัง
254,059.87	5.14%	ลดได้

ระยะเวลาในการคืนทุน (วัน) = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการติดตั้งระบบ / มูลค่าของเสียที่ลดได้ + ค่าแรงพนักงานที่ลดได้ (8-1)

∴ ระยะเวลาในการคืนทุน (วัน) = 6,050/814.29 + 5.06

= 7.38 วัน หรือประมาณ 8 วัน

จากการวิเคราะห์การนำไปใช้งานเบื้องต้น พบว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการติดตั้งระบบ Water flow sensor box มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 6,050 บาท จะทำให้ระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 8 วัน ซึ่งระยะเวลาในการคืนทุนนั้นขึ้นอยู่กับมูลค่าของเสียและค่าแรงพนักงานที่มีอยู่ ณ บริษัทนั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข. 2553. **การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิก ซิกซ์มา**. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกียรติขจร โฆมานะสิน. 2549. **วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

จิรโรจน์ ศิรินนท์ธนเวช และสราวุธ อาจมาลา. 2555. **การลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย**. กรณีศึกษา บริษัท Prime Manufacturing Thailand Co., Ltd. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

เจมส์ วอแม็ก และ แดเนียล โจนส์. 2550. **แนวคิดแบบลีน ทำได้มากขึ้นด้วยทรัพยากรน้อยลง. Lean Thinking** แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ :อี.ไอ.สแควร์.

ธารินี อัมพุประภา. 2555. **การประยุกต์ใช้แนวคิดลีนในการลดเวลานำในกระบวนการตัด** กรณีศึกษาโรงงานผู้ผลิตป้ายเนมเพลท. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย ญี่ปุ่น.

ธีรพล จับจันทร์ และ อภิสิทธิ์ ศิริบูลย์. 2557. **ต้นแบบเครื่องปั่นออกกาลังกายผลิตพลังงานไฟฟ้า**. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

นฤเทพ สุวรรณธาดา. 2558. **การพัฒนากลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เสียงและระบบรายงานผู้ใช้ผ่านอินเทอร์เน็ต.** การประชุมวิชาการปัญญาภิวัฒน์ครั้งที่ 5, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.

บรรเลง ศรนิล และ สมนึก วัฒนศรียกุล. 2549. **หนังสือตารางคู่มืองานโลหะ**. ศูนย์ผลิตตำราเรียน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์. 2555. **การปรับปรุงกระบวนการผลิตถังน้ำมันใต้ดินด้วยระบบการผลิตแบบลีน.** วิทยานิพนธ์ ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วรรณกร สุปิงคลัดและอานาจ โพนแก่น. 2557. **ระบบแสดงผลสภาพอากาศทางไกล**. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วสวัตติ์ บุญปรีชา. 2553. **การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกโดยวิธีลีนซิกซ์ซิกม่า.** วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วิทยา สุหฤทดารง, ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา. 2550. **มุ่งสู่ 'ลีน' ด้วยการจัดการสายธารคุณค่า (Value stream management.)** 8 ขั้นตอนในการวางแผนวาดผังและรักษาการปรับปรุงแบบลีนยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์ พับลิซซิ่ง.

วันชัย ริจิรวนิช. 2541. **หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเทคนิคและกรณีศึกษา**. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **หนังสือการควบคุมคุณภาพ** หน้า 81. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์. 2551. **การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน** วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาลัยการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

แสนศักดิ์ ภาคลาเจียก. 2557. **การพัฒนากระบวนการจัดซื้อสีเขียวที่ยั่งยืนในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์** กรณีศึกษา ผู้ส่งมอบอุตสาหกรรมโลหะปั้มขึ้นรูป. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เอกลักษณ์ ฤทธินนท์. 2552. **การประยุกต์ใช้แนวคิดลีน เพื่อการพัฒนาจุดงานในฝ่ายโลจิสติกส์ ในโรงงานประกอบรถยนต์.** วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

B.Singh, S.K.Garg and S.K.Sharma. 2009. **Lean can be a survival strategy during recessionary times,** International Journal of Productivity and Performance Management, vol. 58, no. 8, pp. 803-808.

D. Naslund. 2008. **Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods**, Business Process Management Journal, vol. 14, no. 3, pp. 269-287.

Jafri Mohd Rohani and Seyed Mojib Zahraee. 2015. **Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry.** Faculty of Mechanical Engineering. Department of Industrial Engineering. University Technology. Malaysia.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Jimenez and S.Tellez. 2014. **Materials Supply System Analysis Under Simulation Scenarios in a Lean Manufacturing Environment.** Department of Industrial and Systems Engineering Technological Monterrey, Guadalajara campus Guadalajara, Jalisco, Mexico.

Juthamas, Monsiri and Phrompong. 2015. **Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles.** Department of Materials Handling and Logistics Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand**.**

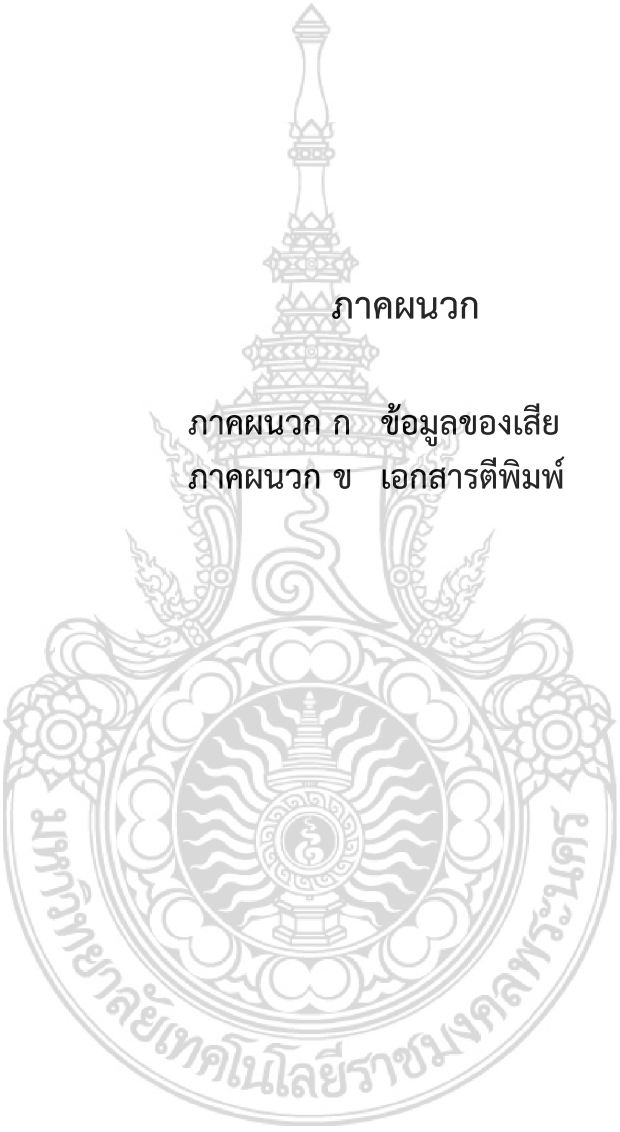
Rahani AR. 2012. **Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study.** Faculty of Mechanical Engineering University Technology. Malaysia.

K.Venkataraman and B.Vijaya. 2014. **Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process**. Research Scholar Vels University. India.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลของเสีย

ภาคผนวก ข เอกสารตีพิมพ์



ภาคผนวก ก
ข้อมูลของเสีย

ตาราง ก-1 ข้อมูลของเสียในการผลิต

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557

ว/ด/ป	แบบเลขที่	ชื่อ	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	การผลิตเกิดการสูญเสีย Manual	การผลิตเกิดการสูญเสีย	การสูญเสีย
3/1/57	01-001	Core Shim Value	1	6/1/2557	-	1	0	เจาะรูผิดขนาด
3/1/57	01-002	Cone Liest Shim	1	6/1/2557	6/1/2557	0	0	-
3/1/57	01-003	Press Upr Ball Joint	4	23/1/2557	23/1/2557	0	0	-
3/1/57	01-004	Mangazinc Lift Shim	1	6/1/2557	-	3	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
3/1/57	01-006	หมุดระดับน้ำทะเลปานกลาง	18	8/1/2557	-	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
3/1/57	01-007	Shaft lift Shime	1	6/1/2557	-	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
6/1/57	01-008	ARST-1312-579	5	15/1/2557	15/1/2557	0	0	-
6/1/57	01-009	Stand plate	2	9/1/2557	9/1/2557	0	0	-
8/1/57	01-010	Part Carrier : 400347-P112	2	21/1/2557	-	2	0	ขนาดผิด
8/1/57	01-011	STANDARD Pin :99261-13-02	2	21/1/2557	21/1/2557	0	0	
8/1/57	01-012	KPP00517-1-400-010-06	12	9/1/2557	9/1/2557	0	0	
8/1/57	01-013	KDP00517-1-400-010-07	12	8/1/2557	8/1/2557	0	0	
8/1/57	01-014	KDP00517-1-400-010-02	2	10/1/1957	10/1/2557	0	0	
8/1/57	01-025	Stardard Pin :99261-B-01 (Damand)	2	10/1/2557	20/1/2557	0	0	
8/1/57	01-034	เฟือง+เพลา	1	25/1/2557	25/1/2557	0	0	
9/1/57	01-035	Press Bash Cower Control Arm	1	28/1/2557	28/1/2557	0	0	
9/1/57	01-039	Die Cutter Dorne Dia 53	2	12/1/2557	12/1/2557	0	0	
9/1/57	01-040	Punch Cuttar Dorn Dia 53	2	10/1/2557	10/1/2557	0	0	
9/1/57	01-042	SLEEVE PTV01122023	2	10/1/2557	-	1	0	ขนาดผิด
9/1/57	01-043	STUP NUT1"X14G	6	11/1/2557	11/1/2557	0	0	
11/1/57	01-044	JP14-103	2	15/1/2557	-	2	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
11/1/57	01-046	Plate Dis Support	2	15/1/2557	-	1	0	ขนาดผิด
11/1/57	01-047	Collor1	1	16/1/2557	16/1/2557	0	0	
11/1/57	01-048	Tool Spacor	1	16/1/2557	16/1/2557	0	0	
11/1/57	01-049	50L-DD053-00	10	16/1/2557	17/1/2557	0	0	
11/1/57	01-050	50L-DD054-01	10	16/1/2557	-	1	0	เจาะรูผิดขนาด
11/1/57	01-052	50L-DD056-01	10	30/1/2557	-	1	0	ขนาดผิด
11/1/57	01-053	50L-DD057-00	10	30/1/2557	30/1/2557	0	0	
11/1/57	01-054	50L-DD061-01	2	20/1/2557	21/1/2557	0	0	
11/1/57	01-060	50L-GA002-02	10	10/1/2557	-	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
11/1/57	01-061	50L-GA003-00	10	18/1/2557	18/1/2557	0	0	
14/1/57	01-062	50L-GA004-00	10	16/1/2557	16/1/2557	0	0	
14/1/57	01-063	50L-GA006-01	10	15/1/2557	16/1/2557	0	0	
14/1/57	01-064	GA009-00	10	15/1/2557	16/1/2557	0	0	
14/1/57	01-065	50L-GA017-01	10	18/1/2557	18/1/2557	0	0	
14/1/57	01-066	Step 3 Punch	3	20/1/2557	20/1/2557	0	0	
14/1/57	01-067	Serration	4	20/1/2557	16/1/2557	0	0	
14/1/57	01-069	50L-GA042-00	10	20/1/2557	-	3	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
14/1/57	01-070	50L-GA063-00	10	14/1/2557	14/1/2557	0	0	
15/1/57	01-071	50L-GA021-02	20	18/1/2557	-	4	0	ขนาดผิด
15/1/57	01-075	TENSIONER MOWR PLALC	10	18/1/2557	18/1/2557	0	0	
15/1/57	01-179	12ME27-UL06-00	1	18/1/2557	18/1/2557	0	0	
15/1/57	01-081	50L-HIC001-01	10	18/1/2557	18/1/2557	0	0	
15/1/57	01-082	50L-HT006-00	10	18/1/2557	20/1/2557	0	0	
15/1/57	01-087	50L-DD009-03	10	19/1/2557	20/1/2557	0	0	
15/1/57	01-089	50L-DD011-03	10	19/1/2557	20/1/2557	0	0	
16/1/57	01-098	50L-DD034-01	10	20/1/2557	-	0	3	ขนาดผิด
16/1/57	01-103	50L-DD002-00	10	20/1/2557	-	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
16/1/57	01-105	50L-DD004-01	10	20/1/2557	20/1/2557	0	0	
16/1/57	01-110	50L-DD021-01	10	20/1/2557	20/1/2557	0	0	
16/1/57	01-111	50L-DD052-00	20	21/1/2557	21/1/2557	0	0	
16/1/57	01-112	50L-DD105-01	10	21/1/2557	21/1/2557	0	0	
17/1/57	01-115	TYZ-001-2	3	21/1/2557	-	2	0	ขนาดไม่ชัดเจน
17/1/57	01-118	Clamp Block	1	21/1/2557	21/1/2557	0	0	
17/1/57	01-121	Shaft : DCZ-04-034	2	21/1/2557	-	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
17/1/57	01-122	Pin Quide: PSETR-12	8	22/1/2557	22/1/2557	0	0	
17/1/57	01-123	Locating : XC04-D	2	22/1/2557	22/1/2557	0	0	
17/1/57	01-124	Basc No.1	1	22/1/2557	22/1/2557	0	0	
17/1/57	01-125	Plate No.2	1	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
17/1/57	01/126	Stopper No.3	1	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
17/1/57	01-127	Work Table No. 4	1	23/1/2557	-	0	1	ขนาดผิด
17/1/57	01-128	Base for Camera No.5	1	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
17/1/57	01-129	Blk for Camera No.6	1	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
18/1/57	01-130	Bush Urethance	4	23/1/2557	-	2	0	ขนาดไม่ชัดเจน
18/1/57	01-131	Pin Y031D113	3	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
18/1/57	01-132	Vush Urthare	4	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
18/1/57	01-133	Jig Set Colunn	3	23/1/2557	25/1/2557	0	0	
18/1/57	01-134	Quide Jig Set	1	24/1/2557	25/1/2557	0	0	
18/1/57	01-135	Clamp insert UPR:236149-01-09-1-C	2	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
18/1/57	01-136	Block-Gs2516-2J-14A	2	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
18/1/57	01-137	Key:J-P14-202	2	24/1/2557	-	1	0	ขนาดไม่ชัดเจน
18/1/57	01-138	Key: J-P14-201	2	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
18/1/57	01-139	Piteh goage 92.0-116-5-10.6	1	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
18/1/57	01-140	Press Up 2504-005	1	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
20/1/57	01-142	4x2 Suppur Ann	1	24/1/2557	27/1/2557	0	0	
20/1/57	01-143	Press 2504-005	2	25/1/2557	-	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
20/1/57	01-165	Wire Holder Rod	2	25/1/2557	-	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
23/1/57	01-166	STEP3 PUNCH	3	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-166/1	STEP3 TUP 50	3	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-167	Serration	4	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-168	Jig Part: Hu294126-0010	10	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-169	Protector:M03285-01-009	10	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-171	564-DD085-04	1	28/1/2557	30/1/2557	0	0	
24/1/57	01-172	Timming Puley Mofify	1	28/1/2557	31/1/2557	0	0	
24/1/57	01-173	S motor Set Plate A	1	28/1/2557	31/1/2557	0	0	
24/1/57	01-174	S mMotor Set Plate 3	1	28/1/2557	31/1/2557	0	0	
24/1/57	01-175	S Motor Set Plat C	1	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
24/1/57	01-176	Plate MC901	5	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
24/1/57	01-177	13ME19-GA01-00	1	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
25/1/57	01-179	12ME27-UL06-00	1	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
25/1/57	01-180	13-ME19-ULPO-00	1	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
25/1/57	01-181	13ME19-UL11-00	1	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
25/1/57	01-183	Pin M514-6C11	8	29/1/2557		3	0	ขนาดผิด
25/1/57	01-184	Pin M5146C12	8	29/1/2557		2	0	ขนาดผิด
25/1/57	01-185	Pin INS-1602-1	9	29/1/2557	31/1/2557	0	0	
27/1/57	01-188	Airbag Saoor Jiog	1	29/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-189	KDP00517-1-600-01-005	2	30/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-190	KDP00517-1-600-01-006	2	30/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-191	KDP00517-1-600-01-004	2	30/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-192	Clam CL IS-13-12-0006-01	10	30/1/2557		0	2	ขนาดผิด
27/1/57	01-193	Clam CL IS-13-12-0006-02	10	30/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-194	Pin IS-13-12-0006-05	10	30/1/2557	2/2/255	0	0	
27/1/57	01-195	Slopper IS-13-12-0006-03	10	30/1/2557	2/2/255	0	2	ขนาดผิด
28/1/57	01-196	Washer IS-13-12-0006-04	10	30/1/2557	2/2/255	0	0	
28/1/57	01-197	Plug Gauge 82.35-82.5	1	30/1/2557	2/2/255	0	0	
28/1/57	01-198	Plog Gange 82.3-82.5	1	30/1/2557	2/2/255	0	0	
28/1/57	01-199	Pitch Gauge 82.35-100.5	1	31/1/2557	3/2/2557	0	0	
28/1/57	01-200	Pitch Gage 82.3-100.5	1	31/1/2557	3/2/2557	0	0	
28/1/57	01-201	Poog Gauge 58-58.2	1	31/1/2557	3/2/2557	0	0	
29/1/57	01-203	LIS Holder: ND-0870-20-C14B	1	31/1/2557	3/2/2557	0	0	

ตาราง ก-1 (ต่อ)

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557							
แบบเลขที่	ชื่อ	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	การผลิตเกิดการสูญเสีย Manual	การผลิตเกิดการสูญเสีย Auto	การสูญเสีย
02-001	KDP00491-1-900-200	1	5/2/2557	5/2/2557	0	0	
02-002	KDP491-1-900-004	1	6/2/2557	6/2/2557	0	0	
02-003	KDP00491-1-900-008	1	25/2/2557	25/2/2557	0	0	
02-004	KDP00491-1-900-009	1	6/2/2557	6/2/2557	1	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
02-005	KDP00491-1-900-016	1	6/2/2557	-	0	0	ชิ้นงานไม่ได้ขนาด
02-006	KDP00491-1-900-012	4	11/2/2557	10/2/2557	0	0	
02-007	KDP00491-1-900-013	4	9/2/2557	-	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
02-008	KDP00517-1-700-004	1	11/2/2557	10/2/2557	0	0	
02-009	KDP00517-1-700-006	1	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-010	KDP00517-1-700-011	1	25/2/2557	25/2/2557	1	0	ขนาดผิด
02-011	KDP00517-1-700-012	1	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-012	KDP00517-1-700-013	4	10/2/2557	11/2/2557	0	0	
02-013	KDP00517-1-700-014	4	10/2/2557	11/2/2557	0	0	
02-014	KDP00517-1-700-015	4	5/2/2557	-	2	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
02-015	KDP00517-1-700-015	1	5/2/2557	5/2/2557	0	0	
02-016	KDP00517-1-400-004	2	6/2/2557	-	1	0	ผิวไม่แข็งตามที่กำหนด
02-017	KDP00517-1-400-017	2	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-018	KDP00517-1-400-018	2	6/2/2557	8/2/2557	0	0	
02-019	KDP00517-1-400-003	2	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-020	KDP00517-1-400-019	2	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-021	KDP00517-1-400-005	8	6/2/2557	7/2/2557	0	0	
02-022	KDP00517-1-400-006	2	6/2/2557	-	0	1	เจาะรูขนาดผิด
02-023	Einstell Lehre ø 42.650 (+/-0	10	4/3/2557	4/3/2557	0	0	
02-024	Filter PMC 25002067	2	6/2/2557	-	0	1	เจาะรูขนาดผิด
02-025	Gasket PMC 2500 C10012	9	9/2/2557	9/2/2557	0	0	
02-028	Pin:L23-L9.5	50	9/2/2557	9/2/2557	0	0	
02-029	KDP00517-1-400-09(A)	10	9/2/2557	9/2/2557	0	0	
02-030	KDP00517-1-400-010-11	8	24/2/2557	25/2/2557	0	0	
02-031	KDP00491-1-200-016-03 (A)	10	24/2/2557	25/2/2557	0	2	กัดขนาดชิ้นงานผิด
02-032	LOWER : TTS-053-4	2	17/2/2557	19/2/2557	1	0	ขนาดสั่งงานไม่ชัดเจน
02-034	CENTER BOSS #21.55	2	3/3/2557	4/3/2557	0	0	
02-035	MATERIAL : SUS304 DIA. 2	5	13/2/2557	13/2/2557	0	0	
02-036	660-13-0840/A	1	21/2/2557	21/2/2557	0	0	
02-037	190-01-0114/A	1	24/2/2557	24/2/2557	0	0	
02-038	190-01-0118/A	1	24/2/2557	24/2/2557	0	0	
02-039	1004-001-0414-001/B	2	24/2/2557	24/2/2557	0	0	
02-040	DC12-03-031	60	20/2/2557	22/2/2557	0	0	
02-041	BUSH PRECISION	6	15/3/2557	19/3/2557	0	0	
02-042	MAGAZINE 491-001-01	3	11/2/2557	12/2/2557	0	1	ชิ้นงานไม่ได้ขนาด
02-043	MAGAZINE 491-002-01	3	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-047	MAGAZINE 2013-004	6	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-053	STUD SET PLATE A	1	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-054	STUD SET PLATE B	1	11/2/2557	12/2/2557	1	0	เจาะรูผิดขนาด
02-055	STUD SET PLATE C	1	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-056	STUD SET PLATE D	1	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-058	JIG SETTING BRUSH-001 (A	1	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-059	JIG SETTING BRUSH-007	1	11/2/2557	12/2/2557	2	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
02-060	JIG SETTING BRUSH-008	4	11/2/2557	12/2/2557	0	0	
02-061	JIG SETTING BRUSH-009	1	14/2/2557	15/2/2557	0	0	
02-062	JIG SETTING BRUSH-010	2	14/2/2557	15/2/2557	1	0	ผิวไม่เรียบ
02-063	JIG SETTING BRUSH-011	2	14/2/2557	15/2/2557	0	0	
02-064	JIG SETTING BRUSH-012	4	14/2/2557	15/2/2557	0	0	
02-065	JIG SETTING BRUSH-013	1	14/2/2557	15/2/2557	0	0	
02-070	CROWN THROA	12	12/3/2557	14/3/2557	2	0	ผิวไม่เรียบ

ตาราง ก-1 (ต่อ)

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557

ว/ด/ป	แบบเลขที่	ชื่อ	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	การผลิตเกิดการสูญเสีย Manual	การผลิตเกิดการสูญเสีย Auto	การสูญเสีย
3/3/2014	03-001	LOCATOR M5448D01	2	7/3/2557	7/3/2557	0	0	
3/3/2014	03-002	LOCATOR M5448H01A	1	7/3/2557	7/3/2557	0	0	
3/3/2014	03-003	LOCATOR M5448F01	1	7/3/2557	7/3/2557	0	0	
3/3/2014	03-004	PIN 41613	1	20/3/2557	21/3/2557	1	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
3/3/2014	03-005	Shaft of Motor for ETC-001	4	9/3/2557	10/3/2557	0	0	
3/3/2014	03-006	28.86 MEASUREMENT HOLDER: SM296135	1	26/3/2557	27/3/2557	0	0	
5/3/2014	03-010	WASHER GAUGE CONTACT HEIGHT	2	3/4/2557	4/4/2557	1	0	ขนาดไม่ชัดเจน
5/3/2014	03-012	LOCATOR M5448H01A	1	30/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดไม่ชัดเจน
5/3/2014	03-013	LOCATOR : M5448K01 Mat : CrCu	1	8/3/2557	10/3/2557	0	0	
5/3/2014	03-014	PROTECTOR : M0385-01-009	10	20/3/2557	27/3/2557	1	0	ขนาดไม่ชัดเจน
6/3/2014	03-015	URETHANE RING : TR	30	20/3/2557	6/4/2557	2	0	ขนาดผิด
4/3/2014	03-016	CLAW (A) : MK14-01-01-030	4	29/3/2557	14/3/2557	0	0	
4/3/2014	03-017	CLAW (B) : MK14-01-01-031	4	29/3/2557	14/3/2557	0	0	
4/3/2014	03-018	CLAW (Gj) : MK14-01-01-032	10	13/3/2557	14/3/2557	1	0	ขึ้นงานหลุด
4/3/2014	03-019	CLAW (Bj) : MK14-01-01-033	10	13/3/2557	14/3/2557	0	0	
4/3/2014	03-021	CLAMP ARM BASE (A) : MK13-02-01-025	16	30/3/2557	14/3/2557	0	0	
4/3/2014	03-022	CLAMP ARM BASE (B) : MK13-02-01-026	16	30/3/2557	14/3/2557	2	0	ขนาดผิด
4/3/2014	03-023	CLAMP ARM (B) : MK13-02-01-028	16	26/3/2557	14/3/2557	0	0	
4/3/2014	03-024	CLAMP ARM (C) : MK13-02-01-029	16	26/3/2557	14/3/2557	4	0	เจาะรูผิดขนาด
4/3/2014	03-025	CLAMP ARM (D) : MK13-02-01-030	16	20/3/2557	14/3/2557	2	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
7/3/2014	03-028	IS-14-03-0007-01	6	10/3/2557	10/3/2557	0	0	
7/3/2014	03-029	IS-14-03-0007-02	6	10/3/2557	10/3/2557	0	0	
7/3/2014	03-030	IS-14-03-0007-03	6	8/3/2557	10/3/2557	0	0	
7/3/2014	03-031	IS-14-03-0007-04	6	10/3/2557	10/3/2557	0	0	
7/3/2014	03-032	IS-14-03-0007-05	6	10/3/2557	10/3/2557	0	0	
7/3/2014	03-033	IS-14-03-0007-06	12	10/3/2557	10/3/2557	0	0	
11/3/2014	03-039	GUIDE PMC 25011015 DWG. C-100120	2	5/4/2557	11/4/2557	0	1	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
11/3/2014	03-040	PUNCH PMC 25007078 DWG. CR-01-068	5	8/4/2557	23/3/2557	0	0	
14/3/2014	03-042	LOWER : TTS-053-4	5	19/3/2557	17/3/2557	0	1	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
14/3/2014	03-045	Clamp lock 1	1	21/3/2557	21/3/2557	0	2	ขนาดผิด
14/3/2014	03-046	Clamp lock 2	1	21/3/2557	21/3/2557	0	1	ขนาดผิด
17/3/2014	03-047	IS-14-03-0007-03	3	20/3/2557	20/3/2557	1	0	ขนาดผิด
17/3/2014	03-048	IS-14-03-0010-02	1	20/3/2557	21/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-049	IS-14-03-0010-03	1	21/3/2557	20/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-050	IS-14-03-0010-04	1	21/3/2557	20/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-051	IS-14-03-0010-05	2	20/3/2557	21/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-052	IS-14-03-0010-06	1	20/3/2557	21/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-053	IS-14-03-0010-07	1	21/3/2557	20/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-054	IS-14-03-0010-13	4	20/3/2557	18/3/2557	0	0	
17/3/2014	03-055	WIRE HOLDER ROD	4	31/3/2557	24/3/2557	2	0	งานไม่ได้ความราบเรียบ
18/3/2014	03-057	M-3600689-110 Mat : YH75	3	26/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดผิด
18/3/2014	03-058	PUSHER SPINDLE SHAFT	3	30/3/2557	31/3/2557	2	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
18/3/2014	03-059	BALL PUSH SLEEVE	6	31/3/2557	31/3/2557	2	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
18/3/2014	03-061	M-3600820-090	3	28/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-062	M-3600820-220	1	1/4/2557	1/4/2557	0	0	
18/3/2014	03-063	M-3600820-230	1	1/4/2557	1/4/2557	0	0	
18/3/2014	03-064	BLOCK-01	3	22/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-065	LEVER : M-3600003-0300-AL Mat ; NAK80	3	31/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-066	SEO CLAMP WASHER	6	31/3/2557	27/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-067	CLAMP BOLT A	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-068	CENTER PIN	3	1/4/2557	31/3/2557	1	0	ขนาดผิด
18/3/2014	03-069	INNER COLLAR	3	31/3/2557	31/3/2557	1	0	ขึ้นงานหลุด
18/3/2014	03-070	OUTTER COLLAR	3	28/3/2557	31/3/2557	1	0	ขึ้นงานหลุด
18/3/2014	03-071	BEARING COVER	3	25/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-072	BEARING COVER FRONT	3	25/3/2557	31/3/2557	1	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
18/3/2014	03-073	BEARING SPACER	3	26/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-074	M-3600820-140	3	26/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-075	M-3600820-130	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-076	MT3600003-0400-AL Mat : NAK80	3	29/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-077	M-3600820-110	3	22/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-078	M-3600820-100	3	23/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-079	MT3600002-0300-AL	10	28/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-080	LOCATOR BOLT	3	2/4/2557	31/3/2557	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
18/3/2014	03-081	CSC CHACK	6	26/3/2557	31/3/2557	0	2	ขนาดผิด
18/3/2014	03-082	SC3-6 CHACK	3	30/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดผิด
18/3/2014	03-083	HOLDER	3	31/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-084	CENTER PIN	3	1/4/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-085	BUSH PIN	3	2/4/2557	31/3/2557	1	0	ขนาดผิด
18/3/2014	03-086	CENTER PIN : MT3600002-0900-AL	3	1/4/2557	31/3/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
18/3/2014	03-087	PLATE : MT3600003-0200-AL	3	22/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-088	BLOCK : MT3600003-0500-AL	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-089	PLATE : MT3600003-0900-AL	3	25/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-090	PLATE : MT3600003-0800-AL	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-091	COLLAR : MT3600003-1000-AL	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-092	CLAMP BOLT : MT3600002-0200-AL	3	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-093	CLAMP BOLT : MT3600002-0400-AL	3	26/3/2557	31/3/2557	1	0	ขึ้นงานงอ
18/3/2014	03-098	CSC SP JIG	2	30/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดผิด
18/3/2014	03-099	SCS PUSHER JIG	2	29/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดผิด
18/3/2014	03-100	SC3-6 SP JIG	1	30/3/2557	31/3/2557	0	0	
18/3/2014	03-101	SC3-6 PUSHER JIG	1	30/3/2557	31/3/2557	0	1	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
18/3/2014	03-103	PRESS UPR BALL JOINT 4X4 4X2 , 236081-P-01-U	3	21/3/2557	24/3/2557	0	0	
19/3/2014	03-104	Plug gauge Dia.100.03-100.16 mm.	2	20/3/2557	25/3/2557	0	0	
19/3/2014	03-108	PRESS UPR BALL JOINT 4X4 4X2 , 236081-P-01-U	1	26/3/2557	1/4/2557	0	0	
20/3/2014	03-111	PLUG GAUGE 7.20-7.60 14321/MJE-D002	2	30/4/2557	30/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
21/3/2014	03-112	HOLDER DWG.NO. 400342-J101	2	25/4/2557	18/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
24/3/2014	03-116	Modify Pitch gauge	1	4/4/2557	1/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
20/3/2014	03-117	PTC027300002 SERRATION DWG.C-90624	4	23/4/2557	18/4/2557	0	1	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
25/3/2014	03-118	LOCATOR : M5149D06	1	5/4/2557	3/4/2557	0	0	
24/3/2014	03-121	Plug gauge dia. 7.12-7.20 mm.	1	4/5/2557	30/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
24/3/2014	03-122	Plug gauge dia.27.99-28.01 mm.	1	4/4/2557	1/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
24/3/2014	03-123	Plug gauge dia. 28.00-28.04 mm.	1	4/4/2557	1/4/2557	0	0	
24/3/2014	03-124	Plug gauge dia. 38.0-38.04 mm. (after head)	1	5/4/2557	1/4/2557	0	0	
24/3/2014	03-125	M/H Counter Bore Gauge Dia. 8.3-19	1	4/4/2557	1/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
26/3/2014	03-127	PRESS HEAD DWG.NO. 400345	2	16/4/2557	18/4/2557	0	0	
26/3/2014	03-130	PIN PTC02730024	12	25/4/2557	4/4/2557	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
26/3/2014	03-131	Slide Plate3 : IS-14-03-0015-00-08	1	4/4/2557	10/4/2557	0	0	
26/3/2014	03-132	Slide Plate2 : IS-14-03-0015-00-09	1	10/4/2557	4/4/2557	0	0	
26/3/2014	03-133	Clamp : IS-14-0015-00-17	1	30/3/2557	10/4/2557	0	0	
26/3/2014	03-134	Pin Support : IS-14-03-0010-00-29	8	10/4/2557	10/4/2557	0	0	
26/3/2014	03-135	PIN : DC12-03-031 (SP-5361)	40	15/4/2557	16/4/2557	0	0	
31/3/2014	03-136	CLAMP PIECE : T-353-403-01-A	16	7/4/2557	10/4/2557	0	0	

ตาราง ก-1 (ต่อ)

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557

แบบเลขที่	ชื่อ	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	การผลิตเกิดการสูญเสีย Manual	การผลิตเกิดการสูญเสีย Auto	การสูญเสีย	แก้ไขโดย	ส่งงานวันที่	บันทึกโดย
04-003	58H-DD001-00	8	25/4/2014	11/4/2014	2	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-004	50L-UL090-00	8	25/4/2014	15/4/2014	0	1	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-005	50L-UL090-00	8	25/4/2014	12/4/2014	0	0				เอกชัย
04-006	50L-HK007-00	8	25/4/2014	20/4/2014	0	0				เอกชัย
04-007	50LGA048-00	8	25/4/2014	20/4/2014	0	0				เอกชัย
04-008	Plug gauge ø 10.00-10.04 mm.	2	7/4/2014	6/5/2014	2	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-009	OUTLET GUIDE : L7810D07	4	10/4/2014	10/4/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-010	BRACKET	3	4/4/2014	4/4/2014	0	0				เอกชัย
04-011	GUIDE BLOCK A	3	4/4/2014	4/4/2014	0	0				เอกชัย
04-012	GUIDE BLOCK B	3	4/4/2014	4/4/2014	0	0				เอกชัย
04-013	Slide Shaft MT3600003-0700-AL	3	4/4/2014	4/4/2014	1	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-014	Conveyor	3	4/4/2014	4/4/2014	0	0				เอกชัย
04-015	Bracket : 18-48385201-0	5	7/4/2014	7/4/2014	0	0				เอกชัย
04-018	Pusher Adapter Plate	3	4/4/2014	4/4/2014	0	0				เอกชัย
04-019	SPINE GAUGE #20.01-15.75	3	18/4/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-020	HANDLE	2	16/4/2014	21/4/2014	0	1	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-021	SPINE GAUGE GO NO GO DIA.16.850-19.9	2	22/4/2014	21/4/2014	1	0	ขึ้นงานหลุด			เอกชัย
04-022	PITCH GAUGE DIA.37-63.8-8-12.5	1	19/4/2014	21/4/2014	1	0	ขนาดไม่ขัดเจน			เอกชัย
04-023	CUTTER PUNCH DWG.6023584	1	28/4/2014	6/5/2014	1	0	ขนาดไม่ขัดเจน			เอกชัย
04-027	URETHANE RING : TR	20	20/4/2014	8/5/2014	3	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-028	PIN OP3-4CY	40	26/4/2014	15/5/2014	3	0	ผิวไม่แข็งตามที่กำหนด			เอกชัย
04-029	STANDAD PIN : NTT-13-104#6.3+0.030	2	25/4/2014	15/5/2014	1	0	ขนาดไม่ขัดเจน			เอกชัย
04-030	STANDAD PIN : NTT-13-104#6.3+0.020-0	2	25/4/2014	15/5/2014	1	0	ขึ้นงานหลุด			เอกชัย
04-031	STANDAD PIN : NTT-13-104#6.3+0.01-0.0	2	25/4/2014	15/5/2014	0	0				เอกชัย
04-032	STANDAD PIN : NTT-13-104#6.3+0.01-0.0	2	25/4/2014	15/5/2014	1	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-033	STANDAD PIN : NTT-13-105#6.3+0.030	2	25/4/2014	15/5/2014	0	0				เอกชัย
04-034	STANDAD PIN : NTT-13-105#6.3+0.020-0	2	26/4/2014	15/5/2014	0	0				เอกชัย
04-035	STANDAD PIN : NTT-13-105#6.3+0.01-0.0	2	24/4/2014	15/5/2014	0	0				เอกชัย
04-036	STANDAD PIN : NTT-13-105#6.3+0.01-0.0	2	15/5/2014	15/5/2014	0	0				เอกชัย
04-038	Roller Clamper Block (AL5083 พนสี)	3	22/4/2014	11/4/2014	0	0				เอกชัย
04-039	LIMIT SW SET PLATE	3	10/4/2014	11/4/2014	0	0				เอกชัย
04-041	FEED ROLL : U1376H18	30	15/5/2014	10/5/2014	3	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-042	MK13-02-01-025	16	19/4/2014	19/4/2014	2	0	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-043	MK13-02-01-026	16	21/4/2014	14/4/2014	0	1	ขนาดไม่ได้			เอกชัย
04-044	PLUG GAUGE DIA.58.40-58.30 MM.	1	6/5/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-045	PLUG GAUGE DIA. 3.00-3.08 MM.	2	20/4/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-046	CENTER BOSS P/NO.23801-GF6-005	2	21/4/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-047	PLUG GAUGE DIA.58.08-58.30 MM.	1	6/5/2014	21/4/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-048	PITCH GAUGE 58-78-4-10.6	1	4/5/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-056	CHUCKING CLAW : SJ-10883	3	24/4/2014	25/4/2014	0	0				เอกชัย
04-057	Holder,WORK L	1	24/4/2014	25/4/2014	0	0				เอกชัย
04-058	HOLDER,WORK R	1	24/4/2014	25/4/2014	0	0				เอกชัย
04-059	STEEL PLATE T=2.3	1	23/4/2014	25/4/2014	0	0				เอกชัย
04-061	YOKE GUIDE : ND-0873-41-010A	1	27/4/2014	25/4/2014	0	0				เอกชัย
04-062	YOKE STOPPER : ND-0873-41-011C	1	12/5/2014	9/5/2014	2	0	ขนาดไม่ขัดเจน			เอกชัย
04-063	CSC CLAMER HOOKER PLATE (R120)	2	20/4/2014	21/4/2014	0	0				เอกชัย
04-065	PRESSES HEAD : 400345-J101	2	14/5/2014	8/5/2014	1	0	ขนาดไม่ขัดเจน			เอกชัย
04-066	Aluminum Tube สั่งเพิ่ม	3	22/4/2014	22/4/2014	0	0				เอกชัย
04-076	PIN ADAPTERS	1	24/5/2014	24/4/2014	1	0	ขนาดผิด			เอกชัย
04-081	CLAMP PIECE : T354-403-01-A (4x2)	22	24/5/2014	24/5/2014	4	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด			เอกชัย
04-083	PIN : 41613-J145	1	16/5/2014	3/5/2014	0	0				เอกชัย
04-084	STEP3 TOP 50 PIEREE BUSHING&PIERCE P	3	16/5/2014	20/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-085	NEEDLE TOP DIA.608NOZZLE	4	12/5/2014	31/5/2014	2	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-086	NEEDLE BOTTOM DIA.638NOZZLE	6	12/5/2014	12/5/2014	0	0				เอกชัย
04-087	NEEDLE BOTTOM 63	2	12/5/2014	11/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น			เอกชัย
04-088	PIERCE BUSHING SLEEVE	1	16/5/2014	26/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด			เอกชัย
04-089	PLUG GAUGE 21.60-21.69 MM.	1	20/5/2014	28/5/2014	0	0				เอกชัย
04-090	PLATE CHECK STAMP 14321-MJE-D03	1	20/5/2014	10/5/2014	0	0				เอกชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตาราง ก-1 (ต่อ)

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557

แบบเลขที่	ชื่อ	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	ผิดเกิดการสูญเสีย M	เกิดการสูญเสีย Auto	การสูญเสีย
05-001	PROTECTOR : M0385-01-009	10	19/6/2014	19/6/2014	3	0	ขนาดผิด
05-002	CROWN THROA TNT RS	1	7/5/2014	14/5/2014	0	0	
05-003	PROTECTOR : M0385-01-009	10	20/5/2014	19/5/2014	1	0	ขนาดผิด
05-006	SLEEVE PTV 01122023 DWG.C-110331	4	30/5/2014	28/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
05-008	SUPPORT ROBOT PLATE	1	8/5/2014	9/5/2014	0	0	
05-012	WIRE FEEDING ROLLER	2	12/7/2014	13/5/2014	0	0	
05-013	Drawing 1	2	10/5/2014	10/5/2014	0	0	
05-014	Drawing 2	2	10/5/2014	10/5/2014	0	0	
05-015	Drawing 3	2	10/5/2014	9/5/2014	0	0	
05-016	Drawing 4	2	10/5/2014	10/5/2014	0	0	
05-017	Drawing 5	1	10/5/2014	10/5/2014	1	0	ขนาดผิด
05-018	Drawing 6	1	10/5/2014	10/5/2014	0	0	
05-019	Drawing 7	4	8/5/2014	10/5/2014	1	0	เจาะรูผิดขนาด
05-020	Drawing 8	4	11/5/2014	10/5/2014	1	0	ขนาดผิด
05-021	Drawing 9	2	9/5/2014	10/5/2014	0	0	
05-022	PLUG GAUGE 27.99-28.01 MM.	1	21/5/2014	9/6/2014	0	0	
05-023	STOPPER IS-14-01-0015-01-02	1	26/5/2014	23/5/2014	0	0	
05-024	STAND SHUTER IN 2 IS-14-01-0015-01-03	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-025	AJKC-10 IS-14-01-0015-01-06	2	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-026	Chutter 1 IS-14-01-0015-01-09 cancel	1	26/5/2014	27/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
05-027	STAN SHUTER 1 IS-14-01-0015-01-10	1	26/5/2014	18/5/2014	0	0	
05-028	Back plate IS-14-01-0015-01-11	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-029	AJSCC4-15 IS-14-01-0015-01-12	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-030	BACK PLATE 1 IS-14-01-0015-01-15	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-031	PLATE 1 IS-14-01-0015-02-01	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-032	AJSBB 28 IS-14-01-0015-02-05	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-033	V-BLOCK IS-14-01-0015-02-07	2	26/5/2014	22/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
05-034	SUPPORT SENSOR IS-14-01-0015-02-08	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-035	PLATE JIG IS-14-01-0015-02-09	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-036	SUPPORT SENSOR1 IS-14-01-0015-02-10	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-037	CYLINDER PLATE IS-14-01-0015-02-11	1	20/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-038	CHUTTER 4 IS-14-01-0015-03-01	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-039	CHUTTER 5 IS-14-01-0015-03-02	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-040	STAN CYLINDER 2 IS-14-01-0015-03-03	1	2/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-041	STAY CYLINDER IS-14-01-0015-03-04	1	13/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-042	STAY 3 IS-14-01-0015-03-07	1	16/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-043	HGCCJB10-A22-W10-H27 IS-14-01-0015-03-09	1	27/5/2014	26/5/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
05-044	ADJUST PLATE IS-14-01-0015-03-12	1	15/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-045	HGCCJB10-A22-W10-H17 IS-14-01-0015-03-13	1	13/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-046	HGCCB10-A22-W10-H27 IS-14-01-0015-03-14	1	13/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-047	STAN SHUTER OUT 1 IS-14-01-0015-03-15	1	12/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-048	HGCCJB10-A22-W10-H25 IS-14-01-0015-03-16	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-049	STAN SHUTER OUT 3 IS-14-01-0015-03-17	1	14/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-051	CLAW : 880-0266J	10	22/5/2014	7/6/2014	0	0	
05-060	KABAN READER SET PLATE	6	14/5/2014	16/5/2014	0	0	
05-061	NGR SW SET PLATE	6	15/5/2014	16/5/2014	2	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
05-064	LOWER : TTS-053-4 (แบบไม่มีหู) OLD	8	20/5/2014	14/6/2014	0	0	
05-065	LOWER : TTS-053-4 (แบบมีหู)	6	20/5/2014	14/6/2014	0	0	
05-068	CLAMP HOLDER (KGH)	8	20/5/2014	2/6/2014	0	0	
05-069	DRILLING JIG (KPH)	8	12/5/2014	2/6/2014	2	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
05-070	CLAMP (KPH)	10	29/5/2014	2/6/2014	3	0	ขนาดผิด
05-071	CLAMP HOLDER (KPH)	8	20/5/2014	2/6/2014	0	0	
05-072	DRILLING JIG (KPHA)	8	20/5/2014	2/6/2014	2	0	ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น
05-074	CLAMP HOLDER (KPHA)	8	20/5/2014	2/6/2014	0	0	
05-075	WASHER : DC 12-02-15	1	29/5/2014	29/5/2014	0	0	
05-076	WASHER : DC 12-02-16	1	27/5/2014	30/5/2014	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
05-077	BUSHING : DC 13-03-25	1	30/5/2014	6/6/2014	0	0	
05-080	BLOCK-01	3	22/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-081	CLAMP BOLT A	3	26/5/2014	28/5/2014	0	0	
05-084	HOLDER	3	24/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-085	CENTER PIN	3	25/5/2014	26/5/2014	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด
05-086	BUSH PIN	3	25/5/2014	26/5/2014	1	0	ขึ้นงานไม่ได้ขนาด
05-091	CSC SP JIG	1	24/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-092	SCS PUSHER JIG	1	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-093	SC3-6 SP JIG	2	26/5/2014	26/5/2014	0	1	ขึ้นงานไม่ได้ขนาด
05-094	SC3-6 PUSHER JIG	2	26/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-097	SOCKET DIA. 37.5 X 96 L	1	17/6/2014	31/5/2014	0	0	
05-098	LOWER : TTS-053-4 (แบบไม่มีหู) OLD	5	27/5/2014	27/5/2014	0	0	
05-099	CENTER BOSS	1	4/6/2014	9/6/2014	2	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
05-100	CIRCLE PLATE	1	4/6/2014	30/5/2014	1	0	ขนาดไม่ชัดเจน
05-104	BEARING HOLDER REV.1 Mat: YH75	3	2/6/2014	2/6/2014	0	0	
05-107	PUSHER SPINDLE SHAFT	3	30/5/2014	4/6/2014	2	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด
05-109	SPINDLE SHAFT BL TYPE	3	1/6/2014	20/5/2014	0	0	
05-110	M-3600820-090	3	26/5/2014	24/5/2014	0	0	
05-112	M-3600820-230	1	22/5/2014	18/5/2014	0	0	
05-113	BLOCK-01	3	20/5/2014	23/5/2014	0	0	
05-114	LEVER : M-3600003-0300-AL Mat ; NAK80	3	17/5/2014	16/5/2014	0	0	
05-115	SEO CLAMP WASHER	3	20/6/2014	19/6/2014	0	0	
05-116	CLAMP BOLT A	3	20/6/2014	20/6/2014	0	0	
05-118	INNER COLLAR	3	20/6/2014	20/6/2014	1	0	ขนาดผิด
05-119	OUTTER COLLAR	3	20/6/2014	20/6/2014	0	0	
05-120	BEARING COVER	3	20/6/2014	20/6/2014	0	0	
05-121	BEARING COVER FRONT	3	20/6/2014	20/6/2014	0	0	
05-122	BEARING SPACER	3	20/6/2014	20/6/2014	0	0	
05-123	MT3600003-0400-AL Mat : NAK80	3	20/5/2014	24/5/2014	0	0	
05-124	M-3600820-110	3	23/5/2014	25/5/2014	0	0	
05-125	M-3600820-100	3	27/5/2014	28/5/2014	0	0	
05-126	CSC CHACK 3 set	9	6/5/2014	11/5/2014	0	0	
05-129	CENTER PIN	3	26/6/2014	20/6/2014	1	0	ขนาดผิด
05-132	PLATE : MT3600003-0200-AL	3	23/5/2014	2/6/2014	0	0	
05-133	BRACKET	3	3/5/2014	26/5/2014	0	0	
05-134	GUIDE BLOCK A	3	25/5/2014	28/5/2014	0	0	
05-135	GUIDE BLOCK B	3	23/5/2014	28/5/2014	0	0	
05-137	BLOCK : MT3600003-0500-AL	3	13/6/2014	26/6/2014	2	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
05-138	PLATE : MT3600003-0900-AL	3	22/5/2014	20/6/2014	1	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง
05-139	PLATE : MT3600003-0800-AL	3	20/6/2014	22/5/2014	0	0	
05-140	COLLAR : MT3600003-1000-AL	3	20/6/2014	22/5/2014	0	0	
05-144	CSC ST CLAMPER	3	15/6/2014	31/5/2014	0	0	
05-145	CSC PUSHER CLAMPER	3	13/5/2014	22/5/2014	1	0	ขึ้นงานไม่ได้ขนาด
05-150	Pitch Gauge ø79.83-110-5-12.6	1	30/5/2014	25/5/2014	0	0	
05-151	Pitch Gauge ø 120.03-140-5-10.4	1	30/5/2014	12/5/2014	0	0	
05-152	PLUG GAUGE ø34.11-ø34.162	1	16/6/2014	6/6/2014	0	0	
05-153	PLUG GAUGE ø7.47-ø7.70	1	16/6/2014	6/6/2014	0	0	
05-154	BUSH FINAL PLUG GAUGE ø28.04	1	16/6/2014	6/6/2014	0	0	
05-155	JIG CHECK FINAL ASSY	1	16/6/2014	4/6/2014	0	0	
05-163	CROWN THROA TNT RS	25	20/8/2014	15/4/2014	0	5	ขึ้นงานไม่ได้ขนาด
05-168	COLLET DIA. 17 CODE. 183494	1	9/6/2014	5/6/2014	0	0	
05-169	COLLET DIA. 20 CODE. 190107	2	9/6/2014	12/6/2014	0	0	
05-170	LOCATING PIN : M5140C11	1	17/6/2014	3/5/2014	0	0	
05-171	V Block : M5142C08	4	13/6/2014	31/5/2014	1	0	ขนาดผิด
05-175	Punch PR T6	2	30/5/2014	24/5/2014	0	0	
05-177	SOCKET : NM1027-C20	20	30/5/2014	24/5/2014	0	1	ขึ้นงานไม่ได้ขนาด
05-180	COLLET CHUCK : 35-93581145-0	2	16/6/2014	31/5/2014	0	0	

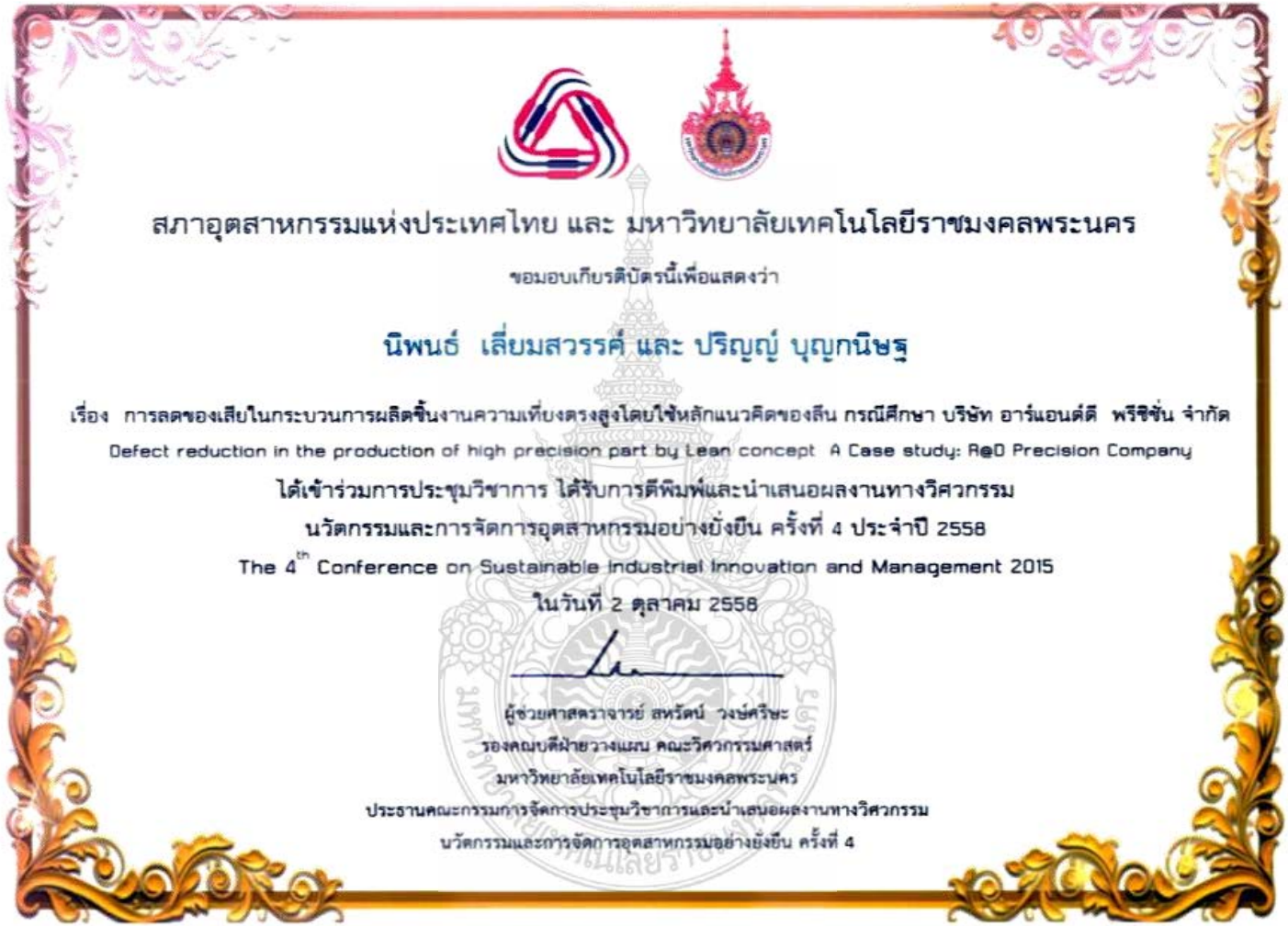
ตาราง ก-1 (ต่อ)

ข้อมูลในการผลิต บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2557

แบบเลขที่	ชื่อ	กรรมวิธีการผลิต QC	จำนวน	กำหนดผลิตสำเร็จ	ส่งงานวันที่	การผลิตเกิดการสูญเสีย Manual	การผลิตเกิดการสูญเสีย Auto	การสูญเสีย	แก้ไขโดย	ส่งงานวันที่	บันทึกโดย
06-002	50L-DD053-00 BEARING HOLDER	1	10	25/4/2014	25/4/2014	2	0	ขนาดไม่ได้	สั่งชิ้นงานใหม่	25/4/2014	เอกชัย
06-003	50L-DD054-01 BEARING COVER	1	10	25/4/2014	25/4/2014	0	0				
06-004	50L-DD055-00 SPACE COLLAR	1	10	25/4/2014	25/4/2014	0	0				
06-005	50L-DD056-01 SPACE COLLAR	1	10	25/4/2014	25/4/2014	0	0				
06-006	50L-DD057-00 SPACE COLLAR	1	10	18/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-012	50L-GA001-04 GUIDE PLATE	1	10	18/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-013	50L-GA002-02 PLATE	1	10	2/6/2014	2/6/2014	2	0	ชิ้นงานหลุด	สั่งชิ้นงานใหม่	2/6/2014	
06-014	50L-GA003-00 BEARING CAP	1	10	2/6/2014	2/6/2014	0	0				
06-015	50L-GA004-00 BALLSCREW INSTAKKATI	1	10	31/7/2014	31/7/2014	0	0				
06-016	50L-GA006-01 SLIDE PLATE	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-017	50L-GA009-00 STAY	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-018	50L-GA017-01 LINEAR BUSH HOLDER	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-019	50L-GA018-01 SHAFT HOLDER	1	10	25/6/2014	25/6/2014	0	0				
06-020	50L-GA019-00 SHAFT HOLDER	1	10	25/6/2014	25/6/2014	0	0				
06-024	51A-GA021-02 PULLEY PIN	1	20	19/6/2014	19/6/2014	4	0	ชิ้นงานหลุด	สั่งชิ้นงานใหม่	19/9/2014	
06-025	52A-GA026-02 FINE ADJUSTMINT KNOB	1	10	5/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-029	53A-BD117-000	1	5	5/6/2014	5/6/2014		0				
06-035	50L-HT006-00 HEATER INSTALLATION F	1	10	5/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-038	50L-UL004-00 PUSSER	1	10	18/6/2014	2/6/2014	0	0				
06-039	50L-UL098-00 REMOVE PLATE	1	10	18/6/2014	2/6/2014	2	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง	สั่งชิ้นงานใหม่	19/9/2014	
06-040	50L-DD009-03 SLIDE PLATE	1	10	18/6/2014	2/6/2014	0	0				
06-041	50L-DD010-01 HOLDER	1	10	18/6/2014	2/6/2014	0	0				
06-042	50L-DD011-03 SPRING CAP	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-043	50L-DD012-00 SLEEVE	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-046	50L-DD022-01 CYLINDER MOUNT PLATE	1	10	19/6/2014	19/6/2014	0	0				
06-047	50L-DD025-01 RECEIVE SPLINE	1	10	5/6/2014	5/6/2014	2	0	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	19/9/2014	
06-050	50L-DD029-00 BEARING COVER	1	10	5/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-051	50L-DD034-01 MOTOR INSTALLATION F	1	10	17/6/2014	17/6/2014	0	0				
06-056	50L-DD002-00 COLLAR	1	10	5/6/2014	5/6/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	5/9/2014	
06-058	50L-DD004-01 CAP	1	10	5/6/2014	5/6/2014	3	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	5/9/2014	
06-059	50L-DD007-01 SPACER	1	20	22/6/2014	22/6/2014	1	0	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	22/6/2014	
06-060	50L-DD017-05 SLIDE METAL	1	10	3/8/2014	3/8/2014	0	0				
06-061	50L-DD018-07 SPINDLE HOUSING	1	10	5/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-065	50L-DD105-01 CAP	1	10	5/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-066	GEAR 685	1	1	4/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-067	Electrod Holder : 880-0266J	1	5	4/6/2014	5/6/2014	0	0				
06-069	CAULKING HEAD dwg.no. 400351-A112 (	1	4	4/6/2014	5/6/2014	0	2	ชิ้นงานไม่ได้ค่าความแข็ง	สั่งชิ้นงานใหม่	5/6/2014	
06-076	PIN : SGC-04-0101-51/51-03	1	40	25/6/2014	16/6/2014	0	2	ชิ้นงานไม่ได้ค่าความแข็ง	สั่งชิ้นงานใหม่	25/6/2014	
06-077	WORK HOLD : BA91272E	1	1	5/7/2014	24/6/2014	0	0				
06-078	SHAFT : BA92775E	1	1	5/7/2014	16/6/2014	0	0				
06-079	PLUMGER BLOCK : BA94107E	1	1	5/7/2014	9/6/2014	0	0				
06-080	POCKET(A) : BA92091E	1	1	5/7/2014	30/6/2014	0	0				
06-081	POCKET(B) : BA92092E	1	1	5/7/2014	25/6/2014	0	0				
06-082	MASTER POCKET : BA92093E	1	1	5/7/2014	9/6/2014	0	0				
06-088	EJECTOR BUSH : P-IS-398-039(KC3-07-3	1	3	13/6/2014	1/6/2014	1	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด	สั่งชิ้นงานใหม่	13/6/2014	
06-089	LOCATION PIN ø 11.7	1	4	9/6/2014	10/6/2014	0	0				
06-090	LOCATION PIN ø 11.9	1	4	9/6/2014	10/6/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	10/6/2014	
06-092	BASE : Mat A7075	1	3	2/6/2014	11/6/2014	0	0				
06-093	CSC0 GUAGE BLOCK Mat:MC nylon	1	6	11/6/2014	15/6/2014	0	0				
06-094	CSC1 GUAGE BLOCK Mat : MC nylon	1	6	11/6/2014	15/6/2014	0	0				
06-095	SC6 GUAGE BLOCK Mat : MC nylon	1	6	11/6/2014	15/6/2014	0	0				
06-096	SC345 GUAGE BLOCK Mat : MC nylon	1	6	11/6/2014	15/6/2014	0	0				
06-097	SLIDE BLOCK Mat : MC nylon	1	24	1/6/2014	17/6/2014	2	0	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	17/6/2014	
06-098	PLUG GAUGE #3.00-3.05 FB-PL-012	1	1	10/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-099	PROBE FIX PLATE : ARFT-0905-241	1	10	13/6/2014	27/6/2014	2	0	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	27/6/2014	
06-100	PART POPULER : 400350-J101	1	7	16/6/2014	27/6/2014	1	0	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	27/6/2014	
06-101	BLANKING DIE ALUMINIUM DWG. CR-01	1	35	35/6/14	7/7/2014	0	0				
06-103	JIG CHECK STRENGTH Part no. 1	1	1	14/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-104	JIG CHECK STRENGTH Part no. 2	1	1	13/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-105	JIG CHECK STRENGTH Part no. 3	1	2	14/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-106	JIG CHECK STRENGTH CASE ASSY1	1	1	13/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-107	JIG CHECK STRENGTH CASE ASSY2	1	1	13/6/2014	16/6/2014	0	0				
06-108	JIG CHECK STRENGTH CASE ASSY3	1	2	13/6/2014	16/6/2014	0	1	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	16/6/2014	
06-111	COTACT : 98891-E1-07	1	16	10/6/2014	27/6/2014	0	0				
06-113	BALL PUSH SLEEVE	1	3	1/7/2014	20/6/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	1/7/2014	
06-114	Commonrail Rubber : CS-94524-1	1	20	23/6/2014	29/6/2014	0	0				
06-115	LOWER : TTS-053-4 (แบบไม่มีขา) OLD	1	10	27/6/2014	16/7/2014	0	0				
06-118	STEP3 TOP 50 PIERCE BUSHING&PIERCI	1	3	15/7/2014	21/7/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	21/7/2014	
06-120	INNER Pitch gauge 58.08-0.02-0.04 mm.	1	1	26/6/2014	25/6/2014	0	0				
06-122	MASKING RING DWG.NO. 400349-J104	1	5	30/6/2014	14/7/2014	0	0				
06-123	IS-14-06-0009-01 Plate MC	1	1	10/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-124	IS-14-06-0009-05 Support work	1	2	24/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-125	IS-14-06-0009-06 Support Lock	1	1	1/7/2014	15/7/2014	0	0				
06-127	IS-14-06-0009-09 Guide	1	1	1/7/2014	15/7/2014	0	0				
06-128	IS-14-06-0009-12 Stopper Punch	1	2	1/7/2014	15/7/2014	0	0				
06-129	IS-14-06-0009-18 Stopper Support 02	1	1	1/7/2014	15/7/2014	0	0				
06-130	IS-14-06-0009-21 Support Clame	1	1	28/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-131	IS-14-06-0009-22 Conector 01	1	1	24/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-132	IS-14-06-0009-26 Conector	1	1	24/6/2014	15/7/2014	0	1	ขนาดผิด	สั่งชิ้นงานใหม่	15/7/2014	
06-133	IS-14-06-0009-27 Plate slide 02	1	1	26/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-134	IS-14-06-0009-33 Stopper support	1	2	1/7/2014	15/7/2014	0	0				
06-142	STOPPER SUPPORT 03 : IS-14-06-0009-1	1	2	28/6/2014	27/6/2014	0	0				
06-143	Standard block Dwg.122	1	1	21/7/2014	10/7/2014	1	0	ผิวไม่เรียบตามกำหนด	สั่งชิ้นงานใหม่	21/7/2014	
06-144	Standard block Dwg.123	1	1	30/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-145	Standard block Dwg.126	1	1	29/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-146	Standard block Dwg.132	1	1	21/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-147	Standard block Dwg.133	1	1	20/6/2014	15/7/2014	0	0				
06-148	Standard block Dwg.135	1	1	29/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-149	Standard block Dwg.142	1	1	21/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-150	Standard block Dwg.143	1	1	30/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-151	Standard block Dwg.145	1	1	29/6/2014	10/7/2014	0	0				
06-152	Einstell Lehre ø 42.655 (+/-0.002)	1	10	4/6/2014	23/7/2014	3	0	ขนาดไม่ชัดเจน	สั่งชิ้นงานใหม่	23/7/2014	
06-153	INSULATOR ,EXHAUST PIPE Dwg.no.DE(	1	1	5/7/2014	7/7/2014	1	0	เจาะรูผิดตำแหน่ง	สั่งชิ้นงานใหม่	7/7/2014	
06-154	INSULATOR ,EXHAUST PIPE Dwg.no.DE(	1	1	5/7/2014	7/7/2014	0	0				
06-156	PUNCH DWG.SFPU-FSZ0011-021	1	5	6/6/2014	4/7/2014	0	0				
06-157	DOWEL VITAMILK	1	26	30/6/2014	18/7/2014	2	0	ขนาดไม่ได้ตามพิกัด	สั่งชิ้นงานใหม่	18/7/2014	
06-158	WEIGHT BALANCE BLOCK (BRASS)	1	6	1/6/2014	6/6/2014	0	0				
06-159	WEIGHT BALANCE BUSH (BRASS)	1	12	2/6/2014	10/6/2014	0	0				

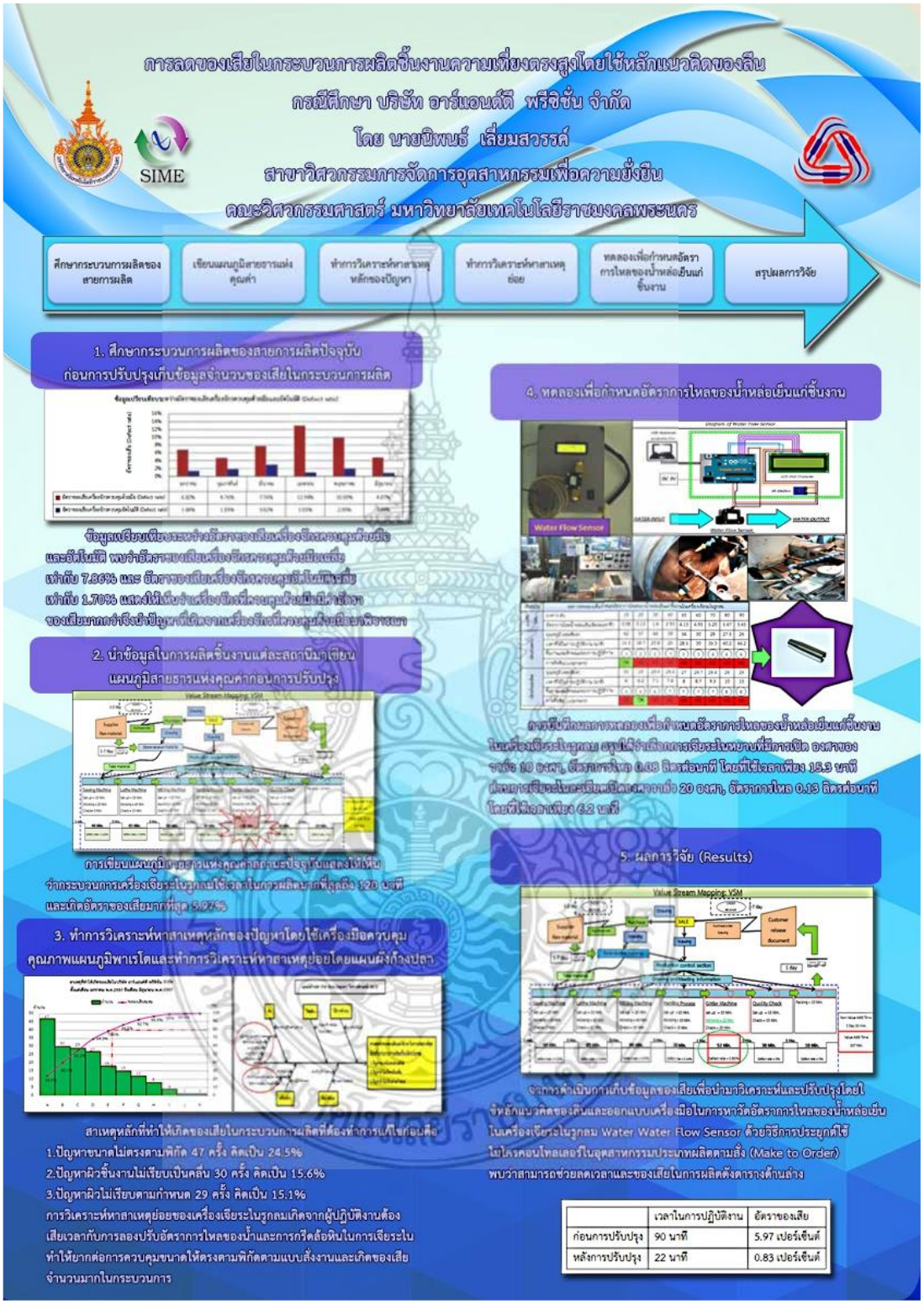
ภาคผนวก ข
เอกสารตีพิมพ์

ภาพ ข-1 หน้าปกเอกสารตีพิมพ์ การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2558



ภาพ ข-2 เกียรติบัตรจากการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2558

ภาพ ข-3 แสดงการขึ้นนำเสนอผลงานวิจัยและการออกบูทจัดแสดงในงาน นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2558



ภาพ ข-4 โปสเตอร์จัดแสดงในงาน นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2558

ที่ วจอ ๑๒๕/๙/๒๕๕๘

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม
เพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

๒๓ กันยายน ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ ในรายงานการประชุมทางวิชาการ (Proceeding) การประชุมวิชาการและเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ ๔

เรียน ผู้เขียนบทความวิจัย

เอกสารที่แนบมาด้วย กำหนดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม **นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน "Sustainable Industrial Innovation and Management"** ภายใต้งานสัมมนา "Eco Innovation and Solution ๒๐๑๔ ระหว่างวันที่ ๑-๒ ตุลาคม ๒๕๕๘ ณ ห้องย่อยที่ ๔ ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา นั้น

ในการนี้ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร ขอแจ้งให้ทราบว่า บทความเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด (Defect reduction in the production of high precision part by Lean concept A Case study : R&D Precision Company) ดังกล่าวได้ผ่านการประเมินจากกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ขอให้ท่านเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการแบบบรรยาย (Oral presentation) ในวันที่ ๒ ตุลาคม ๒๕๕๘ ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา (รายละเอียดดังเอกสารที่แนบมานี้)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรียะ)
ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดประชุมวิชาการ
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
โทร. ๐๒-๘๓๖-๓๐๐๐ ต่อ ๔๑๗๔ (ปฐมพงษ์ จำนงค์พันธ์ ผู้ประสานงาน)

ภาพ ข-5 หนังสือตอบรับการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน กรณีศึกษา บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด

Defect reduction in the production of high precision part by Lean concept A Case study : R&D Precision Company

[1]แผนก Product Development Dept. บริษัท เอ็น เอช เค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด
E-mail: Nipon_Uyen@hotmail.com
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

บทคัดย่อ

บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด ทำการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นงานต่าง ๆ แต่การทำงานที่ผ่านมาพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ดังข้อมูลที่อ้างอิงได้จากของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ.2557 พบว่าอัตราของเสียปัจจุบัน (Defect rate) คือ 9.56 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สูญเสียต้นทุนในการผลิตและโอกาสทางธุรกิจอื่นๆ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงด้วยแนวคิดแบบลีน ในการศึกษาวิจัยเริ่มจากนำข้อมูลในการปฏิบัติงานของพนักงานมาเขียนวิเคราะห์โดยการเขียน แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) พบว่าในกระบวนการเจียระไนรูกลมยังใช้เวลาในการปฏิบัติงานนานที่สุด จากนั้นทำการสำรวจและกำหนดสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) และนำแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาวิเคราะห์หาสาเหตุย่อย พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากการควบคุมขนาด โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นรูเพลา ความหนาที่ 2.25 มม. ดังนั้นจึง ทำการศึกษาและทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม โดยมีค่าคงที่คือ อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน อัตราความเร็วล้อหินและชิ้นงาน ชนิดของน้ำหล่อเย็น และชนิดของหินเจียระไน โดยมีเป้าหมายที่จะลดของเสียลงทั้งหมดไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และมุ่งหวังว่าจะปรับปรุงให้เกิดกระบวนการในการลดของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถรองรับการแข่งขันและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงในอนาคตได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ(Key word): “การลดของเสีย”;“ชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง”;“แนวคิดของลีน”

Abstract

R&D Precision Co., Ltd. manufactures various kinds of products manufacturing in the part still found defect of parts until unable to deliver products to customer as required and maybe destroyed as reference data from the waste which detected in each month. From January 2014 to June 2014, defect rate is 9.56 percent cause to loss the production cost and opportunity for other business. This research purpose to reduce waste in production process of high precision parts with Lean Concept. In the study of this research, start from production time data of operator analysis by writing Value Stream Mapping (VSM) and then, known that round hole grinding process use longest production time. After that, survey and define main root cause of the problem by using Pareto Diagram and analyze sub root cause by using Fish-Bone Diagram. Mainly waste occur from dimension control. Especially, thin cylinder part with 2.25 millimeter thickness. Therefore, study and trial to specify coolant flow rate for parts in

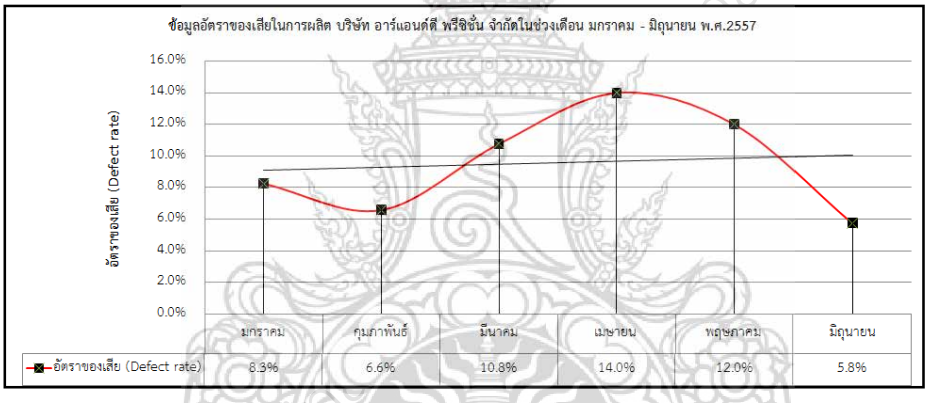
round hole grinding machine where constant value are feed rate, velocity of grinding wheel & parts coolant type and grinding wheel type. Objective are defect reduction more than 5 percent and improvement to be efficiently defect reduction also, supportable the competition and rapidly revolution of high precision part production industry in the future

Keywords:"Defect reduction";"High precision part";"Lean Concept

1. บทนำ (Introduction)

การผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง (Precision part) เป็นกลไกเพิ่มคุณค่าของวัตถุดิบโดยการตัดเฉือนเอาเนื้อวัตถุบางส่วนออก เพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ ปริมาณของคุณค่าที่เพิ่มขึ้นคือรูปร่างที่เกิดจากการตัดเฉือนเนื้องานที่ไม่ต้องการออก ให้ได้รูปร่างของชิ้นงานซึ่งสามารถทำหน้าที่ของงานต่าง ๆ ตามที่ออกแบบไว้

บริษัท อาร์แอนด์ดีพรีซิชั่น จำกัด มีเครื่องจักรในการผลิตแบ่งเป็นประเภทที่ 1 เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไนกลม เครื่องเจียรนัยราบ ประเภทที่ 2 เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกลึง CNC เครื่องกัด CNC ทำการผลิตชิ้นงานตามแบบที่ทางลูกค้าต้องการ แต่การทำงานที่ผ่านมายังพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ในภาพที่ 1 ข้อมูลของเสียในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง



ภาพที่ 1 ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2557

จากภาพที่ 1 ข้อมูลอัตราของเสียในการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2557 โดยจะมีอัตราของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 9.56 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Concept) เป็นเสมือนอาวุธสาหรับการแข่งขันที่สำคัญโดยมุ่งเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง เช่น การลดระยะเวลาการผลิต การลดต้นทุน การเพิ่มความสามารถในการทำกำไร และการปรับปรุงคุณภาพมุ่งขจัดความสูญเปล่าในทุกพื้นที่ของสายการผลิต (Waste Elimination

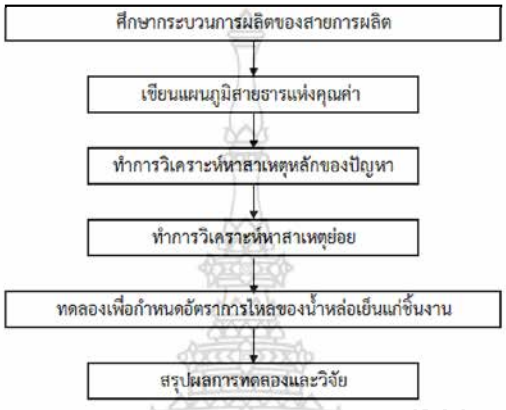
เจมส์และคณะ (2550) แนวคิดของหลักการผลิตของลีน (Lean Manufacturing Concept) คือ ผลิตในสิ่งที่ลูกค้าต้องการด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยมุ่งลดความสูญเปล่าจากกิจกรรมในองค์กรตามวิธีที่เหมาะสมซึ่งถูกพัฒนาขึ้นจากคนในองค์กรเอง D. Naslund (2008) ลีน (Lean) คือ ระบบการนำความสูญเปล่าออกโดยพนักงานขององค์กรโดยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ลดต้นทุนและขจัดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า

วิทยาและคณะ (2550) ศึกษาแหล่งที่มาของความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยการใช้สายธารคุณค่าศึกษาการไหลของกระบวนการทั้งหมด เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการทั้งหมดที่เราสนใจนั้น มีปัญหาที่ใดจุดขอขวดอยู่ที่ใดประสิทธิภาพของเครื่องจักรเป็นอย่างไร

(เกียรติขจร, 2549) การผลิตแบบลีนเป็นวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสียหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินงานตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่าต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ

(วันชัย, 2545) การผลิตแบบลีนแนวทางที่นิยมนำมาใช้ปรับปรุงการทำงานเพื่อลดเวลาปฏิบัติการแนวทางหนึ่งคือ การใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการทำงานก็สามารถลดเวลาปฏิบัติงานได้ ตัวอย่างเช่น การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องมือที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการลดเวลา

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทำให้สรุปได้ว่า การใช้หลักแนวคิดของลีนสามารถช่วยลดของเสียและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานได้ในกรณีศึกษา ภายในบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด โดยมีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 2



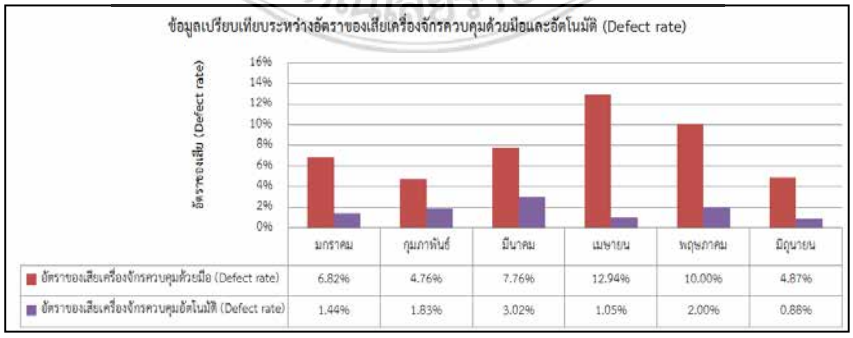
ภาพที่ 2 รายละเอียดวิธีการวิจัย

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยคือ ศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตปัจจุบันก่อนการปรับปรุง เก็บข้อมูล จำนวนของเสียในกระบวนการผลิต นำข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน จากนั้นวิเคราะห์สาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยโดยแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) จากนั้นทำการแก้ปัญหาโดยใช้หลักแนวคิดของลีน โดยการกำหนดมาตรฐานการทำงาน โดยทำการศึกษาและทดลอง เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมโดยมีค่าคงที่ คือ อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน อัตราความเร็วล้อหินและชิ้นงาน ชนิดของน้ำหล่อเย็น ชนิดของหินเจียระไน ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานแสดงดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตปัจจุบันก่อนการปรับปรุง เก็บข้อมูล จำนวนของเสียในกระบวนการผลิต

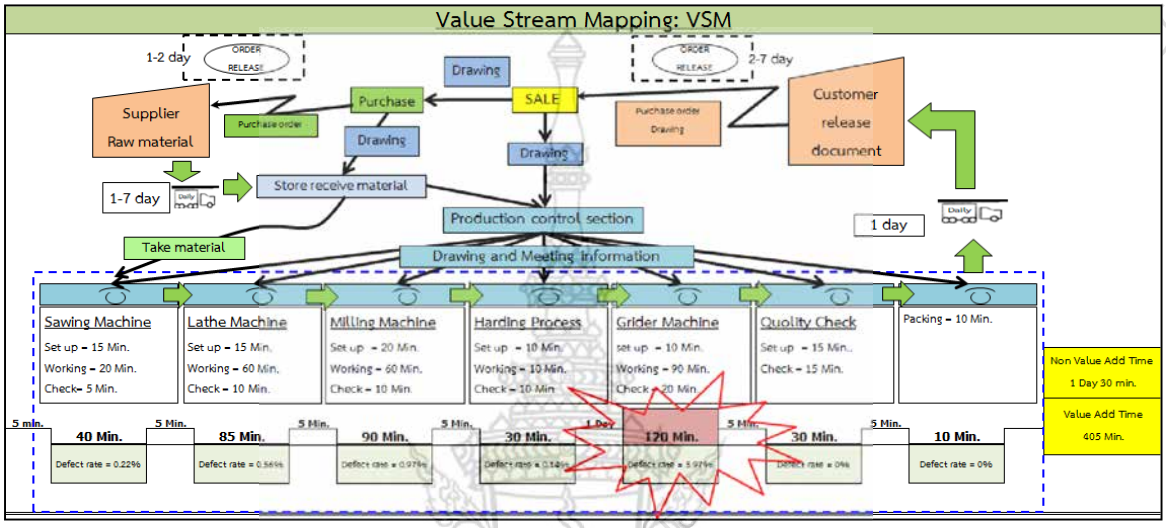
ในการผลิตแบ่งเป็นประเภทที่ 1เครื่องจักรควบคุมด้วยมือ ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไนกลม เครื่องเจียรนัยราบ ประเภทที่ 2 เครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกลึง CNC เครื่องกัด CNC ทำการผลิตชิ้นงานตามแบบที่ทางลูกค้าต้องการ แต่การทำงานที่ผ่านมายังพบข้อบกพร่องของชิ้นงานจนไม่สามารถส่งมอบชิ้นงานให้กับลูกค้าตามที่กำหนด โดยอาจต้องทำลายทิ้ง ดังภาพที่ 3 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Defect rate)



ภาพที่ 3 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Defect rate)

จากภาพที่ 3 ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Defect rate) พบว่า อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือเฉลี่ยเท่ากับ 7.86 เปอร์เซ็นต์ และ อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมีค่าอัตราของเสียมากกว่าจึงนำปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมาพิจารณา

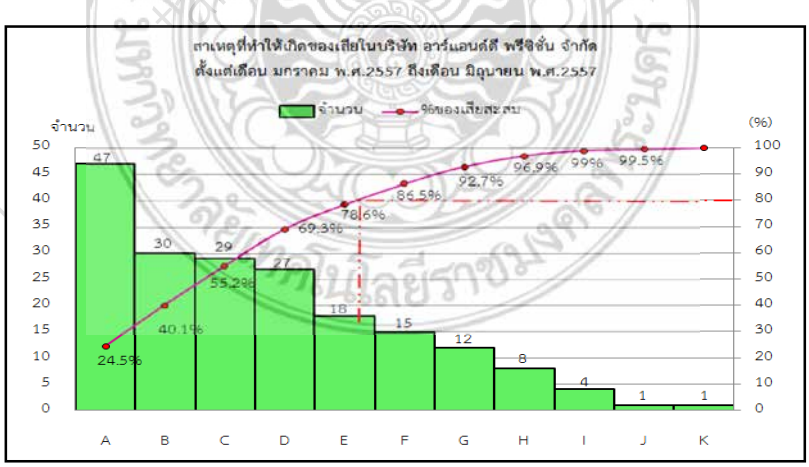
2.2 นำข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 4 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ก่อนการปรับปรุง

จากภาพที่ 4 ข้อมูลในการผลิตชิ้นงานแต่ละสถานีมาทำการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า สถานะปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ากระบวนการเครื่องเจียระไนรูกลมใช้เวลาในการผลิตมากที่สุดถึง 120 นาทีและเกิดอัตราของเสีย (Defect rate) ขึ้นในกระบวนการนี้มากที่สุดถึง 5.97 เปอร์เซ็นต์

2.3 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) นำปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูง เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2557 ในภาพที่ 5



(A) ขนาดไม่ตรงตามพิกัด (B) ผิวไม่เรียบเป็นคลื่น (C) ผิวไม่เรียบตามกำหนด (D) ขนาดผิด (E) ขนาดไม่ชัดเจน (F) เจาะรูผิดตำแหน่ง (G) ชิ้นงานหลุด (H) เจาะรูผิดขนาด (I) ผิวไม่แข็งตามที่กำหนด (J) ชิ้นงานงอ (K) ไม่ลบคม

ภาพที่ 5 แผนภาพพาเรโต แสดงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียที่ต้องทำการแก้ไขก่อน

RMUTP & FTI

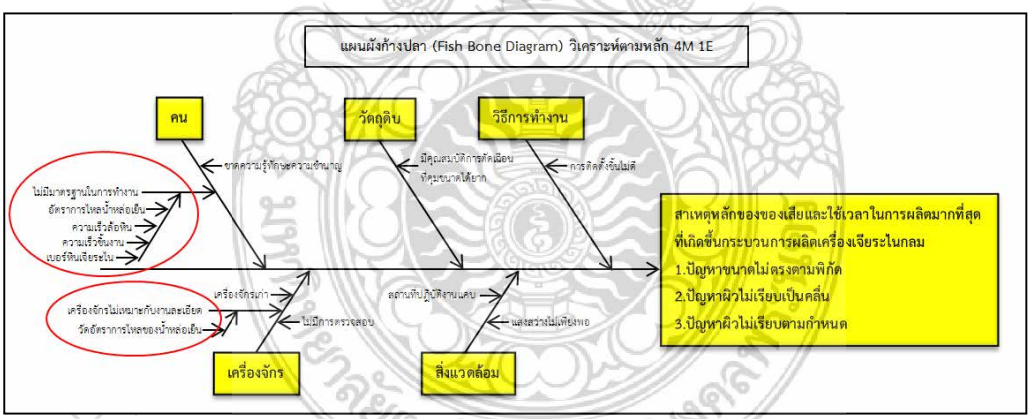
(ศุภชัย, 2551) การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) คือ”80-20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาทีมีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น (The Trivial Many)” สรุปว่าในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมากก็ควรเร่งแก้ไขก่อนและปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญน้อยให้แก้ไขทีหลัง
จิรโรจน์และคณะ (2555) การลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย นำข้อมูลของเสียเฉลี่ยสะสมจากกระบวนการผลิตใบพายไฟเบอร์กลาสก่อนการปรับปรุงนำมาวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือด้านการควบคุมคุณภาพคือ การทำแผนภาพพาเรโต 80%-20% ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้การตรวจสอบไม่ผ่านซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียในด้านต้นทุนและเวลาในการทำงาน ทำให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องที่สมบูรณ์มากที่สุดและเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาต่อไปได้อย่างแท้จริง

จากงานวิจัยดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) อย่างแร่หลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้การตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) ดังแสดงในแผนภาพพาเรโต ที่ 5 แผนภาพพาเรโตแสดงสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตที่ต้องทำการแก้ไขก่อนคือ

1.ปัญหาขนาดไม่ตรงตามพิกัด 47 ครั้ง คิดเป็น 24.5เปอร์เซ็นต์
2.ปัญหาผิวชิ้นงานไม่เรียบเป็นคลื่น 30 ครั้ง คิดเป็น 15.6เปอร์เซ็นต์
3.ปัญหาผิวไม่เรียบตามกำหนด 29 ครั้ง คิดเป็น 15.1เปอร์เซ็นต์

2.4 ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยโดยแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)

นำแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยอ้างอิงจากสาเหตุหลัก แสดงในภาพที่ 6

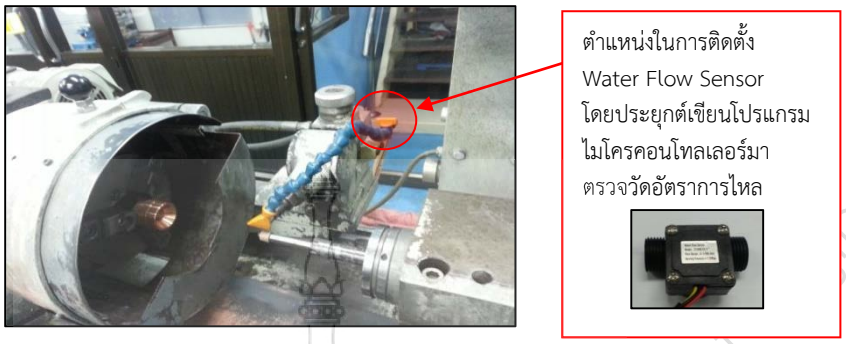


ภาพที่ 6 แผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram)

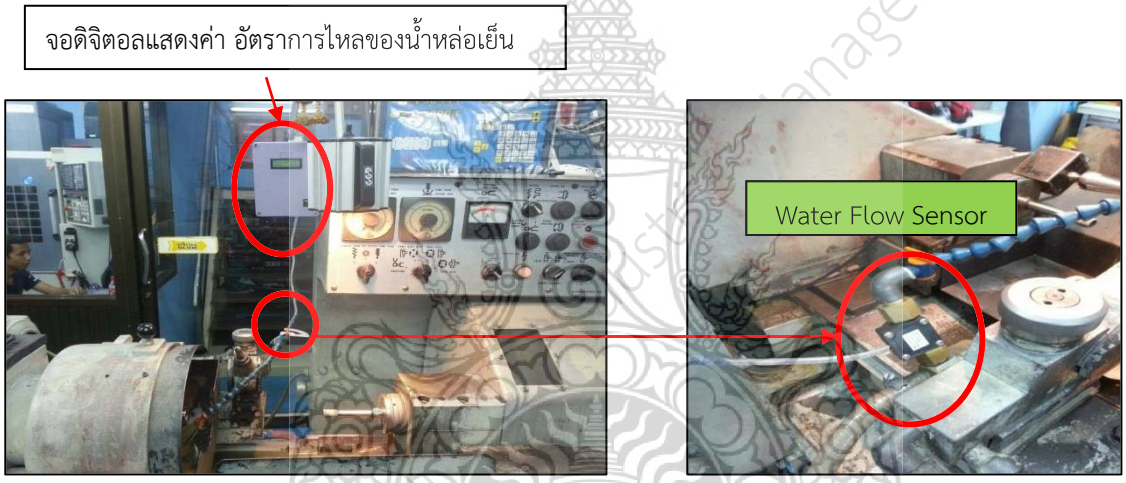
จากภาพที่ 6 แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยอ้างอิงจากสาเหตุหลักพบว่าเกิดจากผู้ปฏิบัติงานไม่มีมาตรฐานในการทำงานโดยเฉพาะในการเจียระไนรูกลมที่มีขนาดความหนาของชิ้นงานที่ 2.25 มม. (Out size diameter – In size diameter) ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลากับการลองปรับอัตราการไหลของน้ำและการกรีดล้อหินในการเจียระไน ทำให้ยากต่อการควบคุมขนาดให้ตรงตามพิกัดตามแบบสั่งงานและเกิดของเสียจำนวนมากในกระบวนการนี้ อีกสาเหตุเมื่อทำการวิเคราะห์ได้คือเครื่องจักรก็ไม่สามารถบ่งบอกถึงอัตราน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสมกับชิ้นงานได้อย่างชัดเจน

2.5 ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

วิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม โดยทำการติดตั้ง Water Flow Sensor เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสม จากภาพที่ 7 แสดงตำแหน่งในการติดตั้ง Water Flow Sensor เพื่อตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น



ภาพที่ 7 ตำแหน่งในการติดตั้ง Water Flow Sensor เพื่อตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น



ภาพที่ 8 ภาพหลังจากการติดตั้ง Water Flow Sensor

จากภาพที่ 8 ภาพหลังจากการติดตั้ง Water Flow Sensor เพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะควบคุมโดย ไมโครคอนโทลเลอร์ Water Flow Sensor มีหน้าที่สำหรับตรวจจับอัตราการไหลของน้ำ ส่วนประกอบคือ โรเตอร์หรือแกนหมุนสำหรับรับน้ำที่มีแม่เหล็กชิ้นเล็กๆ ติดอยู่ซึ่งบรรจุอยู่ภายใน เมื่อน้ำไหลเข้ามาในตัวตรวจจับ แกนหมุนที่อยู่ภายในจะหมุนทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ซึ่งจะมีอัตราตามความเร็วของกระแสน้ำที่ไหล

ธีรพลและคณะ (2557) ต้นแบบเครื่องปั่นออกกาลังกายผลิตพลังงานไฟฟ้า ประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เพื่อประมวลผลสัญญาณก่อนที่จะไปแสดงผลบน LCD Character ส่วนแสดงผลยังสามารถแสดงผลค่าพลังงานแคลอรี่ที่เผาผลาญและค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าอื่นๆได้

วรรณกรและคณะ (2557) ระบบแสดงผลสภาพอากาศทางไกล วงจรภาครับข้อมูลเพื่อนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยชุดเครื่องวัดสภาพอากาศมีส่วนประกอบคือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น เซนเซอร์ความกดอากาศ Module SIM900 และจอ GLCD เชื่อมต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

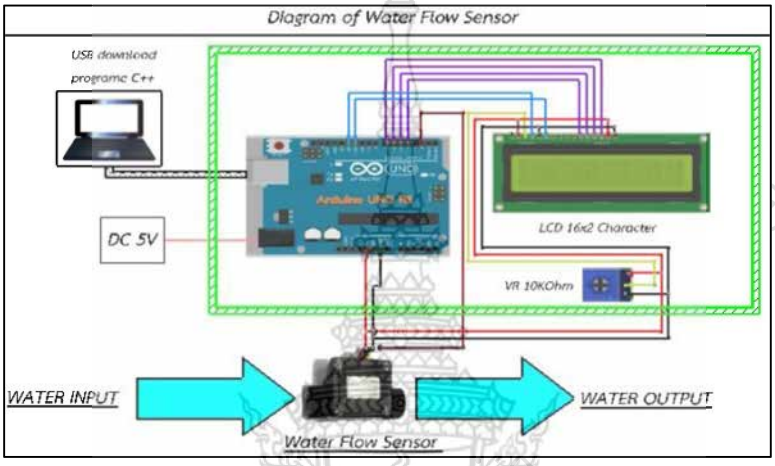
นฤเทพ (2557) การพัฒนากลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เสียงและระบบรายงานผู้ใช้ผ่านอินเทอร์เน็ตใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ประมวลผลและสั่งการอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า กลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในเกณฑ์ดีมากสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดทุกประการ

จากงานวิจัยดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3 ในงานวิจัยต่างๆอย่างแพร่หลาย ดังนั้นในการงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ Arduino UNO R3 เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1.แผงวงจร Arduino ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง

2.แผงวงจร Arduino ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายสามารถหาอะไหล่ในการซ่อมและเปลี่ยนง่าย

3.มีจำนวน Output และ Input เพียงพอและเหมาะกับการใช้รวมกับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น Water Flow Sensor และสามารถประยุกต์ใช้ในการติดตั้งจอดิจิตอลและอุปกรณ์อื่นๆได้

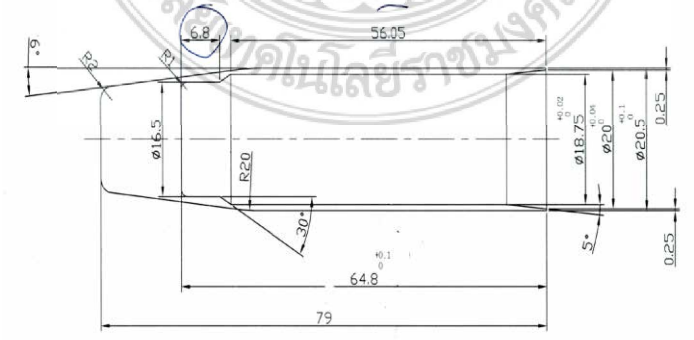


ภาพที่ 9 วงจรสำหรับรับสัญญาณจาก Water Flow Sensor และ แสดงผล

ภาพที่ 9 แสดงวงจรสำหรับรับสัญญาณจาก Water Flow Sensor ควบคุมโดยแผงวงจรไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino UNO R3 ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลมซึ่งจะทำให้การทดลองหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นและการปฏิบัติงานรวดเร็วยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพ

2.5 การทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

ในการทำวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม ตัวอย่าง ชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014) เป็นชิ้นงานที่มีของเสียมากที่สุดและใช้เวลาปฏิบัติงานนาน ซึ่งมีความโตนอกสุด 21 มม. ความโตด้านใน 18.75 มม. วัสดุ S45C ผิวชุบแข็ง Hard Chrome 800-900 HV ดูรายละเอียดในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตัวอย่าง ชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014)

ค่าคงที่ในการปฏิบัติงานมีดังนี้

1.ความเร็วรอบของแผ่นหินเจียระไน มีค่าเท่ากับ 3,000 รอบต่อนาที

2.ความเร็วตัด มีค่าเท่ากับ 188.5 เมตรต่อนาที
3.ความเร็วรอบของชิ้นงาน มีค่าเท่ากับ 350 รอบต่อนาที
4. ความเร็วป้อน มีค่าเท่ากับ 20.61 เมตรต่อนาที
5.ชนิดของน้ำหล่อเย็น ยี่ห้อ ZERO-I No. SR 125 E2เปอร์เซ็นต์ (น้ำหล่อเย็นต่อน้ำ: 1ต่อ50)
6.ชนิดของหินเจียระไน ยี่ห้อ NORTON SGB 60 KVS
7.อัตราป้อนลดขนาดชิ้นงาน เจียระไนหยาบ 0.015-0.020 มม. เจียระไนละเอียด 0.005-0.010 มม.
8.อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 25.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68เปอร์เซ็นต์RH

ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงานมีดังนี้
แบบที่ 1 คือ ผิวเรียบ, ไม่มีการกรีดล้อหิน, ขนาดชิ้นงานลดได้ดี
แบบที่ 2 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหิน, ขนาดชิ้นงานลดได้ดี
แบบที่ 3 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อย, ขนาดชิ้นงานลดได้ดีขึ้น
แบบที่ 4 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อยมาก, ขนาดชิ้นงานลดได้ดีมากขึ้น มีการดูดของชิ้นงานทำให้ขนาดไม่คงที่
แบบที่ 5 คือ ผิวเรียบ, ไม่มีการกรีดล้อหิน, สามารถควบคุมขนาดได้ดี
แบบที่ 6 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหิน, สามารถควบคุมขนาดได้ค่อนข้างดี
แบบที่ 7 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อย, สามารถควบคุมขนาดได้ยาก
แบบที่ 8 คือ ผิวเรียบ, กรีดล้อหินบ่อยมาก, สามารถควบคุมขนาดได้ยากและอาจจะเกิดชิ้นงานเสียได้

หลักเกณฑ์ในการตัดสิน (Judgment) OK และ NG มีดังนี้
1.ค่าพิกัดผิวและค่าความเผื่อขนาดที่ระบุไว้ในแบบสั่งงาน
2.เวลาในการผลิต
3.อุณหภูมิในการผลิตมีค่าสูงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิห้อง

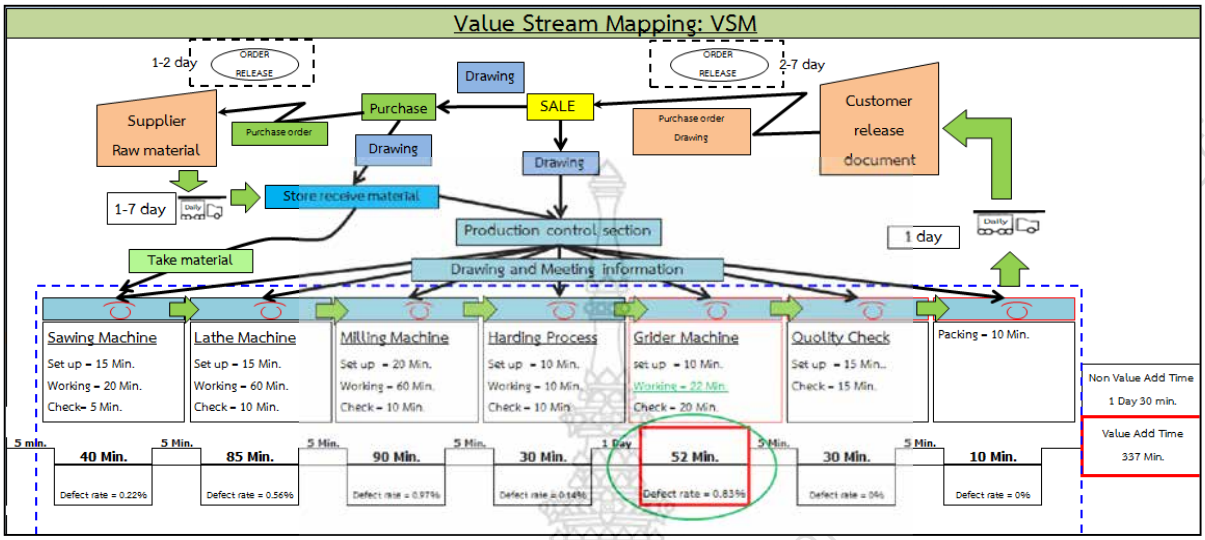
ตารางที่ 1 การบันทึกผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม

เจียระไน	ผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม									
การปรับวาล์ว	องศาวาล์ว	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	อัตราการไหลน้ำหล่อเย็น(ลิตรต่อนาที)	0.00	0.13	1.6	2.93	4.13	4.93	5.20	5.47	5.65
เจียระไนหยาบ	อุณหภูมิ(เซลเซียส)	62	57	46	39	34	30	28	27.5	26
	เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (นาที)	15.3	18.7	20.8	25	28.5	30	35.3	40.2	44.2
	ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงาน	1	2	2	3	3	3	4	4	4
	การตัดสิน(Judgment)	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
เจียระไนละเอียด	อุณหภูมิ(เซลเซียส)	35	29	28.6	28.4	27	26.7	26.4	26	26
	เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (นาที)	6	6.2	7.1	7.4	8	8.7	9.3	10	15
	ชิ้นงานและลักษณะของการปฏิบัติงาน	5	5	6	7	7	7	7	8	8
	การตัดสิน(Judgment)	NG	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

จากตารางที่ 1 การบันทึกผลการทดลองเพื่อกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลม สรุปได้ว่า เลือกการเจียระไนหยาบที่มีการเปิด องศาของวาล์ว 10 องศา, อัตราการไหล 0.00 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 15.3 นาที ส่วนการเจียระไนละเอียดเปิดองศาวาล์ว 20 องศา, อัตราการไหล 0.13 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 6.2 นาที

3. ผลการวิจัย (Results)

ผลจากการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าทำให้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นและเวลาในการผลิตลดลงดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) หลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมสามารถทำให้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงจาก 90 นาที เหลือ 22 นาทีส่งผลให้เวลาในการผลิตของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยรวมลดลงด้วยและทำให้ เกิดอัตราของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตนี้เพียง 0.83 เปอร์เซ็นต์

4. อภิปรายผล (Discussion)

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลของเสียเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงโดยใช้หลักแนวคิดของลีนด้วยการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า แผนภาพพาเรโตและแผนผังก้างปลา เมื่อศึกษาและออกแบบเครื่องมือในการหาวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องเจียระไนรูกลม Water Water Flow Sensor ด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ในอุตสาหกรรมประเภทผลิตตามสั่ง (Make to Order) พบว่าสามารถช่วยลดเวลาและของเสียในการผลิต ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวทำให้กระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงสามารถลดของเสียก่อนและหลังดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบผลการวิจัยก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

	เวลาในการปฏิบัติงาน	อัตราของเสีย
ก่อนการปรับปรุง	90 นาที	5.97 เปอร์เซ็นต์
หลังการปรับปรุง	22 นาที	0.83 เปอร์เซ็นต์

5. สรุปผล (Conclusion)

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีนกรณีศึกษา บริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด เกิดอัตราของเสียปัจจุบัน (Defect rate) คือ 9.56 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมด้วยมือเฉลี่ยเท่ากับ 7.86 อัตราของเสียเครื่องจักรควบคุมอัตโนมัติเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 นำปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมาพิจารณา ได้มีการวิเคราะห์โดยใช้การเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า พบว่ากระบวนการเครื่องเจียระไนรูกลมใช้เวลาในการผลิตมากที่สุดถึง 120 นาทีและเกิดอัตราของเสีย (Defect rate) ขึ้นในกระบวนการนี้มากที่สุดถึง 5.97 เปอร์เซ็นต์ นำปัญหาที่

เกิดจากเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ แผนภูมิพาเรโต มี 3 ปัญหาหลักที่ต้องทำการแก้ไขก่อน
1.ปัญหาขนาดไม่ตรงตามพิกัด 47 ครั้ง คิดเป็น 24.5 เปอร์เซ็นต์
2.ปัญหาผิวชิ้นงานไม่เรียบเป็นคลื่น 30 ครั้ง คิดเป็น 15.6 เปอร์เซ็นต์
3.ปัญหาผิวไม่เรียบตามกำหนด 29 ครั้ง คิดเป็น 15.1 เปอร์เซ็นต์
นำแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของเครื่องเจียระไนรูกลมพบว่าเกิดจากผู้ปฏิบัติงานไม่มีมาตรฐานในการทำงานโดยเฉพาะในการเจียระไนรูกลมที่มีขนาดความหนาของชิ้นงานที่ 2.25 มม. (Outside diameter – Inside diameter) ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลากับการลองปรับอัตราการไหลของน้ำและการกรีดล้อหินในการเจียระไน ทำให้ยากต่อการควบคุมขนาดให้ตรงตามพิกัดตามแบบสั่งงานและเกิดของเสียจำนวนมากในกระบวนการนี้ อีกสาเหตุเมื่อทำการวิเคราะห์ได้คือเครื่องจักรก็ไม่สามารถบ่งบอกถึงอัตราน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ดังนั้นจึงทำการติดตั้ง Water Flow Sensor เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่เหมาะสม ตัวอย่าง ชิ้นงานชื่อ Protector (Job no.03-014) เป็นชิ้นงานที่มีของเสียมากที่สุดและใช้เวลาปฏิบัติงานนาน สรุปได้ว่าเลือกการเจียระไนหยาบที่มีการเปิด องศาของวาล์ว 10 องศา, อัตราการไหล 0.08 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 15.3 นาที ส่วนการเจียระไนละเอียดเปิดองศาวาล์ว 20 องศา, อัตราการไหล 0.13 ลิตรต่อนาที โดยที่ใช้เวลาเพียง 6.2 นาที การดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยการกำหนดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแก่ชิ้นงานในเครื่องเจียระไนรูกลมสามารถทำให้เวลาในการปฏิบัติงานลดลงเหลือ 22 นาที ส่งผลให้เวลาในการผลิตของเครื่องเจียระไนรูกลมโดยรวมลดลงด้วยและทำให้เกิดอัตราของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตนี้เพียง 0.83 เปอร์เซ็นต์

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้โดยความเมตตา กรุณาให้คำแนะนำของ ดร. ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล, ผศ. สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณ นายบัณฑิต เลี่ยมสวรรค์ ประธานบริษัท อาร์แอนด์ดี พรีซิชั่น จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัยและเป็นสถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและศึกษาข้อมูล เพื่อทำการวิจัย การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานความเที่ยงตรงสูงโดยใช้หลักแนวคิดของลีน ในครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

7. เอกสารอ้างอิง (Reference)

[1] กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข, 2553. การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิก ซิกซ์มา. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
[2] เกียรติขจร โฆมานะสิน, 2549. วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสูงค์กรที่เป็นเลิศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
[3] จิรโรจน์ ศิรินนท์ธนเวช และ สราวุธ อาจมาลา, 2555. การลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพาย. กรณีศึกษา บริษัท Prime Manufacturing Thailand Co., Ltd. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
[4] เจมส์ วอแม็ก และ แดเนียล โจนส์, 2550. แนวคิดแบบลีน ทำได้มากขึ้นด้วยทรัพยากรน้อยลง. Lean Thinking แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ :อี.ไอ.สแควร์.
[5] ธารินี อัมพุประภา, 2555. การประยุกต์ใช้แนวคิดลีนในการลดเวลานำในกระบวนการตัด กรณีศึกษา โรงงานผู้ผลิตป้ายเนมเพลท. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย ญี่ปุ่น.
[6] ธีรพล จับจันทร์ และ อภิสิทธิ์ ศิริบูลย์, 2557. ต้นแบบเครื่องปั่นออกกาลังกายผลิตพลังงานไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
[7] นฤเทพ สุวรรณธาดา, 2558. การพัฒนากลอนประตูอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เสียงและระบบรายงานผู้ใช้ผ่านอินเทอร์เน็ต. การประชุมวิชาการปัญญาภิวัฒน์ครั้งที่ 5, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.

[8] บรรเลง ศรนิล และ สมนึก วัฒนศรียกุล. 2549. หนังสือตารางคู่มืองานโลหะ. ศูนย์ผลิตตำราเรียน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
[9] ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์, 2555. การปรับปรุงกระบวนการผลิตถังน้ำมันใต้ดินด้วยระบบการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
[10] วรรณกร สุปิงคลัด อานาจ โพนแก่น, 2557. ระบบแสดงผลสภาพอากาศทางไกล. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
[11] วสวัตติ์ บุญปรีชา, 2553. การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมพลาสติกโดยวิธีลีนซิกซ์ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
[12] วิทยา สุหฤทดารง, ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา, 2550. มุ่งสู่ ‘ลีน’ ด้วยการจัดการสายธารคุณค่า (Value stream management.) 8 ขั้นตอนในการวางแผนวาดผังและรักษาการปรับปรุงแบบลีนยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์ อี.ไอ. สแควร์ พับลิชชิ่ง.
[13] วันชัย ริจิรวนิช, 2541. หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเทคนิคและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
[14] ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551. หนังสือการควบคุมคุณภาพ หน้า 81. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
[15] อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์, 2551. การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาลัยการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
[16] แสนศักดิ์ ภาคลาเจียก, 2557. การพัฒนากระบวนการจัดซื้อสีเขียวที่ยั่งยืนในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา ผู้ส่งมอบอุตสาหกรรมโลหะปั้มขึ้นรูป. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
[17] เอกลักษณ์ ฤทธินนท์, 2552. การประยุกต์ใช้แนวคิดลีน เพื่อการพัฒนาจุดงานในฝ่ายโลจิสติกส์ ในโรงงานประกอบรถยนต์. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
[18] B.Singh, S.K.Garg and S.K.Sharma, 2009. Lean can be a survival strategy during recessionary times, International Journal of Productivity and Performance Management, vol. 58, no. 8, pp. 803-808.
[19] D. Naslund, 2008.”Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?, ”Business Process Management Journal, vol. 14, no. 3, pp. 269-287.

RMUTP & FTI 4th Conference on Management Engineering

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อนามสกุล นายนิพนธ์ เลี่ยมสวรรค์
วันเดือนปีเกิด 03 ตุลาคม 2529
ภูมิลำเนา 246 ซ.จัดสรรวัดพล ซอย 1 ล่าง แขวง ทับยาว ถนน ประชาพัฒนา เขตลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพ 10520

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร	2548
วิศวกรรมศาสตรบัญฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2552

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน
หัวหน้าฝ่ายออกแบบและพัฒนา บริษัท เอ็นเอชเค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด
นิคมอุตสาหกรรมบางปู 549 หมู่ 4 ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280