รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเพื่อลดการบิดตัวของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR กรณีศึกษาของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

MHTHAMR Static Attitude Adjustment Reduction: A Case Study of Seagate Technology (Thailand) Ltd.

นางสาวอรยา ทองพล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเพื่อลดการบิดตัวของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR กรณีศึกษาของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

MHTHAMR Static Attitude Adjustment Reduction: A Case Study of Seagate Technology (Thailand) Ltd.

นางสาวอรยา ทองพล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การศึกษาเพื่อลดการบิดตัวของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR กรณีศึกษาของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาวอรยา ทองพล
คณะ วิศวกรรมศาสตร์	**ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายณัฐพงษ์ สวัสดิ์ประทานชัย
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อหาสาเหตุต้นตอของปัญหาที่ทำให้หัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมากของบริษัทกรณีศึกษา ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและรวบรวมข้อมูลการผลิต พบว่าหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรุ่น MHTHAMR มีสัดส่วนของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้สูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้องผ่านกระบวนการดัดด้วยเครื่อง Laser SAAM ผู้จัดทำจึงได้ศึกษากระบวนการผลิตอย่างละเอียด และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการของวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อหาแนวทางในการลดสัดส่วนการดัดของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จากการศึกษาพบว่ากระบวนการ End Bond TIC เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น และมีสาเหตุเกิดจาก มุมการเชื่อมของ Z Bar ที่ใช้สำหรับรองรับหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีค่ามากเกินไป ทำให้เกิดแรงกดที่หัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและเกิดการดีดตัวกลับภายหลังการเชื่อม อีกสาเหตุหนึ่งคือ การใช้พลังงานเลเซอร์ในการเชื่อมมากเกินไป ทำให้เกิดการสะสมความร้อนบริเวณรอยเชื่อม หัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงเกิดการโก่งตัว ทั้ง 2 สาเหตุนี้ทำให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนมีค่าเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้

คำสำคัญ: หัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ, การบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: MHTHAMR Static Attitude Adjustment Reduction: A Case Study of Seagate Technology (Thailand) Ltd.

Student intern name: Ms. Oraya Thongpol

Faculty: Engineering **Department:** Industrial Engineering

Advisor name: Asst.Prof.Dr.Udom Janjarassuk

Mentor name: Mr. Nattapong Sawatprathanchai

Company: Seagate Technology (Thailand) Ltd.

ABSTRACT

This cooperative education project is conducted to find the root cause of the problem where the Head Gimbal Assembly (HGA) model MHTHAMR has Roll Static Attitude (RSA) and Pitch Static Attitude (PSA) out of the acceptable range in a case study of Seagate Technology (Thailand) Ltd. By studying the current conditions and collecting production data, we have found that the RSA and PSA of the MHTHAMR model had bending ratio out of the acceptable range more than 98 percent, causing the product has to pass the bending process by using Laser SAAM machine. Therefore, we have studied the production process thoroughly and analyzed the data by using the principles of industrial engineering to find ways to reduce the bending ratio of HGA. The study found that the End Bond TIC process is the process that causes the problem because the welding angle of Z Bar that used to support the HGA is too large, resulting in pressure built up on the HGA and rebound after the welding process. In addition, the laser power used during welding is too much, causing heat accumulated around the welding area of HGA, thus creating the deflection. All of the above mentioned problems cause the RSA and PSA of the HGA to exceed the acceptable range.

Keywords: Head Gimbal Assembly, Roll Static Attitude and Pitch Static Attitude

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษา เรื่อง การศึกษาเพื่อลดการบิดตัวของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR กรณีศึกษาของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องให้โครงงานสหกิจนี้เสร็จสมบูรณ์

ผศ.ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการนิเทศโครงงานสหกิจศึกษาที่บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด รวมไปถึงการให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดีตลอดการทำสหกิจศึกษาจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายณัฐพงษ์ สวัสดิ์ประทานชัย วิศวกรที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการให้ความรู้ คำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ รวมไปถึงการฝึกสอนงานต่างๆภายในบริษัทตลอดการดำเนินโครงงานสหกิจ

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินโครงงานสหกิจศึกษา และขอขอบพระคุณวิศวกร พนักงาน แผนก Production Line Management ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงาน จนโครงงานสหกิจศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อรยา ทองพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.9 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ	20
2.10 แผนภาพพาเรโต	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา	22
3.2 การศึกษาสภาพปัจจุบันและการรวบรวมข้อมูล	27
3.3 การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังสาเหตุและผล	33
3.4 การกำหนดสาเหตุของปัญหา	36
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	37
4.2 ผลจากการเก็บข้อมูล	38
4.3 การหาสาเหตุของปัญหาจากการวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบ	43
4.4 การวิเคราะห์สัดส่วนของข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหา	46
4.5 การศึกษาสาเหตุต้นตอของปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบการทดลอง	47
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	จำนวนหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตและผ่านการคัดในเดือนสิงหาคม 2561	2
1.2	แผนการดำเนินงาน ปี พ.ศ. 2561	4
1.3	นิยามศัพท์	5
2.1	แนวทางในการเพิ่มผลิตภาพ	13
2.2	การบ่งชี้อันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA	20
3.1	ผลิตภัณฑ์ของบริษัท	23
4.1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561	39
4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561	41
4.3	ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการกระดกตัวก่อนและหลังกระบวนการ End Bond TIC	42
4.4	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง	43
4.5	การวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบของเครื่อง End Bond TIC	44
4.6	การทดลองเกี่ยวกับการผันแปรของพลังจากเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม	49
5.1	การทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาที่กระบวนการ End Bond TIC	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	สัดส่วนการดัดหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ในเดือนสิงหาคม 2561	2
2.1	โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล	10
2.2	ปัจจัยของแผนผังสาเหตุและผล	11
2.3	แผนภาพกล่อง	19
2.4	หลักการพาเรโต	21
3.1	ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ	25
3.2	ส่วนประกอบต่างๆของ TGA	25
3.3	กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน	26
3.4	การบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน	27
3.5	หลักการทำงานภายในเครื่อง Laser SAAM	28
3.6	กระบวนการที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว	29
3.7	โปรแกรม Oracle SQL Developer	30
3.8	ส่วนประกอบภายในเครื่อง End Bond TIC	31
3.9	Micro Mapping ในกระบวนการ End Bond TIC	32
3.10	Fishbone Diagram ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	33
4.1	กราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวในแต่ละกระบวนการ	38
4.2	กราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าการกระดกตัวในแต่ละกระบวนการ	40
4.3	แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหา	46
4.4	Z Bar ขนาดมุม 45 องศาที่เคยใช้ในการผลิตในอดีต	47
4.5	Z Bar ขนาดมุม 50 องศาที่ใช้ในการผลิตในปัจจุบัน	47
4.6	Ball Sequence ที่ใช้ในการทดลอง	49
5.1	กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนที่เปลี่ยนลำดับกระบวนการเชื่อม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์นี้มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในปัจจุบันทำให้สื่อออนไลน์มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ดนตรี ภาพยนตร์ หนังสือและสื่อบันเทิงอื่นๆ ถูกนำเสนอในรูปแบบออนไลน์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงพื้นที่เก็บข้อมูลออนไลน์ (Cloud Storage) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย สื่อออนไลน์และพื้นที่เก็บข้อมูลออนไลน์เหล่านี้ต้องอาศัยแหล่งเก็บข้อมูลขนาดใหญ่และปลอดภัยสำหรับจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน ส่งผลให้อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เป็นผู้ผลิตแหล่งเก็บข้อมูลต้องมุ่งหน้าพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความจุสูงขึ้น เพิ่มกำลังการผลิตและจัดการกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อรองรับการจัดเก็บข้อมูลที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างไม่มีขีดจำกัด

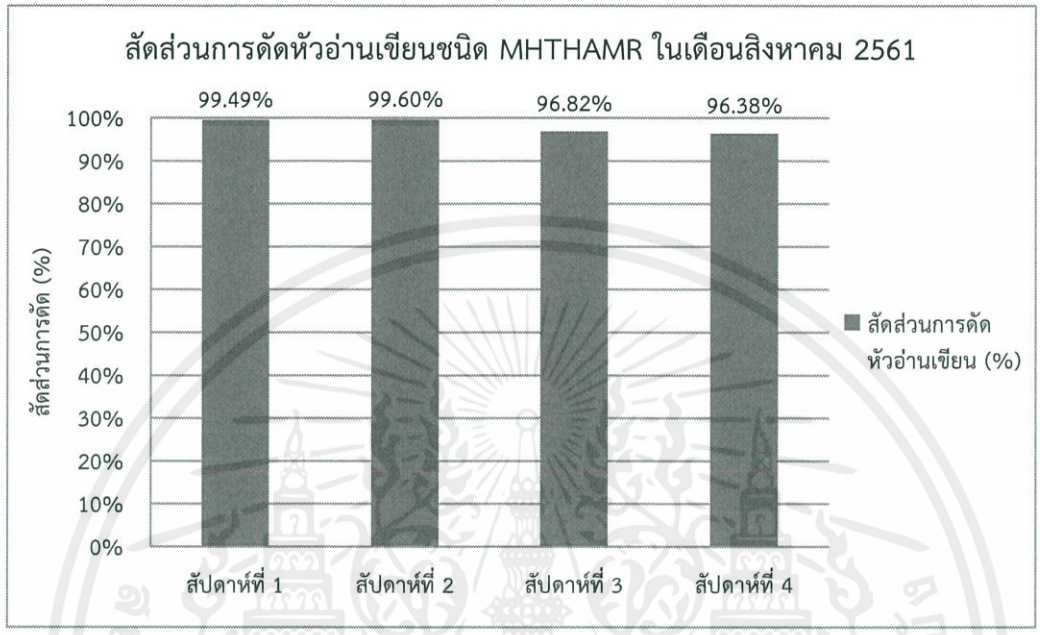
สถานประกอบการกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและกระบวนการจัดการข้อมูล เป็นผู้นำในการจัดเก็บ ปกป้องและใช้ข้อมูลดิจิตอลที่โลกสร้างขึ้นร่วมกัน กระจายแหล่งที่ตั้งของฐานการผลิตไปทั่วทุกภูมิภาค ในประเทศไทยมีฐานการผลิต 2 แห่ง คือ โรงงานผลิตหัวอ่านเขียนข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ และโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตั้งอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา กระบวนการผลิตของโรงงานทั้ง 2 แห่งใช้เครื่องจักรกลทั้งหมดในสายการผลิตและใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแทนการใช้แรงงานคน

โรงงานกรณีศึกษาที่เลือกตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ มีผลิตภัณฑ์หลัก คือ หัวอ่านเขียนข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยมีแผนก Production Line Management (PLM) ควบคุมกระบวนการผลิตของหัวอ่านเขียนข้อมูล แบ่งความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายตามผลิตภัณฑ์ ฝ่ายที่ผู้จัดทำทำการศึกษาคือ ฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีของหัวอ่านเขียนเพื่อใช้ในการทดสอบการอ่านเขียนข้อมูลบนจานเก็บข้อมูล (Media Head Technology : MHT)

หัวอ่านเขียนถูกกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาว (Roll Static Attitude : RSA) และการกระดกตัว (Pitch Static Attitude : PSA) ไว้ค่าหนึ่ง ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าที่เหมาะสมที่ทำให้หัวอ่านเขียนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในอุดมคติกำหนดว่ากระบวนการผลิตจะไม่ส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไป แต่ในกระบวนการผลิตจริงไม่เป็นเช่นนั้น จึงได้กำหนดช่วงที่ยอมรับได้ไว้ค่าหนึ่ง หากหัวอ่านเขียนมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวมากกว่าช่วงที่ยอมรับได้ต้องนำไปผ่านกระบวนการดัดด้วยเครื่อง Laser SAAM (Laser Static Attitude Adjust Machine) เพื่อให้มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวอยู่ในช่วงที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษากระบวนการผลิตในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561 พบว่า ผลิตภัณฑ์หัวอ่านเขียนที่ใช้เทคโนโลยีความร้อนในการจัดเรียงข้อมูลบนแผ่นแม่เหล็ก (Heat Assisted Magnetic Recording : HAMR) ชนิด MHTHAMR มีสัดส่วนการดัดให้หัวอ่านเขียนมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการดัดหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ในเดือนสิงหาคม 2561

ตารางที่ 1.1 จำนวนหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตและผ่านการดัดในเดือนสิงหาคม 2561

ข้อมูล / เดือนสิงหาคม	จำนวนหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิต (ชิ้นต่อสัปดาห์)	จำนวนหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผ่านการดัด (ชิ้นต่อสัปดาห์)
สัปดาห์ที่ 1	4,086	4,065
สัปดาห์ที่ 2	2,258	2,248
สัปดาห์ที่ 3	568	550
สัปดาห์ที่ 4	3,296	3,212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 1.1 เมื่อนำข้อมูลจำนวนหัวอ่านเขียนที่ผลิตและจำนวนหัวอ่านเขียนที่ผ่านกระบวนการดัดมาคำนวณสัดส่วนการดัดได้ดังรูปที่ 1.1 ผลการคำนวณพบว่าหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR มีสัดส่วนการดัดในแต่ละสัปดาห์ คือ 99.49%, 99.60%, 96.82% และ 96.38% ตามลำดับ ทำให้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการดัดของเดือนสิงหาคมนั้นมีค่าเท่ากับ 98.07% ซึ่งนับว่าเป็นสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับสัดส่วนการดัดของกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนชนิดอื่นที่มีสัดส่วนการดัดเพียง 70% อ้างอิงตามข้อมูลของบริษัท สัดส่วนการดัดที่สูงนี้ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่อง Laser SAAM ประสิทธิภาพของการผลิต และกำลังการผลิตหัวอ่านเขียนลดลง

ข้อความแสดงปัญหา (Statement of Problem) คือ กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ส่งผลให้หัวอ่านเขียนมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก

จากข้อมูลข้างต้นผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR จึงได้ทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตดังกล่าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนอยู่ในช่วงที่กำหนดมากขึ้น เพื่อลดสัดส่วนของการดัดหัวอ่านเขียน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานเครื่อง Laser SAAM ให้สามารถรองรับการผลิตที่มีแนวโน้มมากขึ้นในอนาคตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อหาสาเหตุต้นตอของปัญหาที่ทำให้หัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR

1.3 ขอบเขตการศึกษาโครงงาน

1. ระยะเวลาดำเนินการ ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึง เดือนพฤศจิกายน รวมทั้งสิ้น 6 เดือน
2. ขอบเขตที่ทำการศึกษา คือ กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน ผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาคือ หัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

ระยะเวลาการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงาน ปี พ.ศ. 2561

วิธีการดำเนินงาน	บทที่	มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา	1																								
2. ศึกษาสภาพปัจจุบันเบื้องต้น	3																								
3. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2																								
4. ศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิต	3																								
5. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	4																								
6. ศึกษากระบวนการที่ส่งผลกับปัญหา	4																								
7. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	5																								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ
   - ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักร
   - สามารถรองรับกำลังการผลิต (Capacity) ที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต
   - ลดค่าใช้จ่าย (Cost)
2. ประโยชน์ต่อผู้จัดทำ
   - ได้รับประสบการณ์การทำงานจริงในสถานประกอบการ
   - ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นทีม
   - ฝึกการวางแผนและกระบวนการแก้ไขปัญหา
3. ประโยชน์ต่อสถานศึกษา
   - เป็นแนวทางในการทำสหกิจศึกษาหรือโครงงานของนักศึกษาปีการศึกษาถัดไป

1.6 นิยามศัพท์

นิยามศัพท์ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 นิยามศัพท์

คำศัพท์	ชื่อเต็ม	ความหมาย
HGA	Head Gimbal Assembly	หัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
TGA	Trace Gimbal Assembly	แกนของหัวอ่านเขียน
PSA	Pitch Static Attitude	การกระดกตัวของหัวอ่านเขียน
RSA	Roll Static Attitude	การบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานสหกิจศึกษา เรื่องการศึกษาเพื่อลดการบิดตัวของหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟผลิตภัณฑ์ MHTHAMR มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

2.1 กระบวนการแก้ไขปัญหา (Problem Definition)

2.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Charts)

2.3 แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

2.4 การเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

2.5 การผลิตแบบลีน (Lean)

2.6 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

2.7 แผนภาพกล่อง (Box and Whisker Plot)

2.8 การหาขนาดตัวอย่าง (Sample Size)

2.9 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

2.10 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

2.1 กระบวนการแก้ไขปัญหา

ในการศึกษางานเพื่อนำไปสู่การออกแบบวิธีการทำงาน (Work Methods Design) และพัฒนาวิธีการทำงานให้ดีขึ้น (Work Improvement) ได้นั้น ต้องอาศัยทักษะทางด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการเข้าใจโจทย์เชิงเทคนิคและการคิดแบบเชิงวิเคราะห์มาเป็นส่วนประกอบสำคัญ กระบวนการแก้ปัญหาเมื่อฝึกฝนบ่อยๆ จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติเกิดแนวคิดที่เป็นระบบและความคิดในเชิงตรรกะที่สมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 การตั้งนิยามของปัญหา (Problem Definition)

เป็นการค้นหาว่าปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ควรศึกษาหรือไม่ และให้คำอธิบายปัญหานั้นอย่างชัดเจนสำหรับงานที่กำลังจะศึกษา เช่น “ต้นทุนการผลิตสูง” “ต้องการปรับปรุงผลิตภาพ” “ความต้องการผลผลิตมีแนวโน้มสูงขึ้น” “มีปัญหาในการจัดส่งสินค้าให้ทัน” เป็นต้น ทั้งนี้โจทย์ในการออกแบบวิธีการทำงานใหม่ต้องมีความชัดเจนตั้งแต่แรกว่า ปัญหาที่กำลังวิเคราะห์นั้นคืออะไร มาจากสาเหตุอะไร และเมื่อแก้ไขแล้วจะนำไปสู่ผลสำเร็จในลักษณะอย่างไร ณ ขั้นตอนนี้ควรพิจารณาเงื่อนไขหรือเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจ (Criteria) ไปพร้อมกัน เพื่อให้ทราบว่าผลที่ต้องการนั้นคืออะไร[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การศึกษาสภาพการณ์ปัจจุบัน (Stating the Problem)

เป็นขั้นตอนการสำรวจสภาพปัจจุบันก่อนทำการแก้ไขหรือปรับปรุง ศึกษาเอกสารขั้นตอนวิธีการทำงานรวมทั้งการจับเวลาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Observation) เพื่อให้เห็นถึงเวลาต่อรอบการทำงาน เวลาที่เครื่องจักรทำงานและเวลาที่เครื่องจักรไม่ทำงาน ประสิทธิภาพปัจจุบันของพนักงานและเครื่องจักร กำหนดเป้าหมายของสถานีงานนั้นๆ งานที่ทำคืออะไร ทำไมต้องทำ และอะไรคือสิ่งที่ลูกค้าต้องการ

2.1.3 การวิเคราะห์ปัญหาและรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง (Analysis of Problem)

เป็นขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาตลอดจนข้อจำกัดที่จำเป็นต้องคำนึงถึงในการออกแบบวิธีการทำงาน ควรจะมีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ จำนวนพนักงานในสายการผลิตนั้นๆ หรือที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการเดินสายการผลิต และระยะเวลาของโครงการหรือเวลาสำหรับการแก้ปัญหานั้น

2.1.4 การพิจารณาค้นหาลู่ทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ (Search for Possible Solutions)

ขั้นตอนนี้เป็นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่ อาจตั้งเป็นคณะทำงานเพื่อช่วยกันระดมความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์เหตุและผลอย่างเป็นระบบหรือโดยการช่วยกันระดมความคิด (Brainstorming) ของบุคคลในคณะทำงานนั้น ในขั้นตอนนี้ยังไม่มีการประเมินผลใดๆ เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการพิจารณาหาทางเลือกมีดังนี้

- เทคนิคการระดมกำลังสมอง (Brainstorming)
- แผนภูมิเหตุและผล (Cause-Effect Diagram)
- การใช้ตารางตรวจเช็ค (Check Sheet)
- การวิเคราะห์โดยใช้ผัง (Decision Tree)
- การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
- การวิเคราะห์ Fault Tree Analysis (FTA)
- การวิเคราะห์สนามพลัง (Force-Field Diagram)

2.1.5 การประเมินทางเลือกต่างๆเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด (Evaluation of Alternatives)

เมื่อได้คำตอบในการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้หลากหลายแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการพิจารณาเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของคำตอบเหล่านั้น บางคำตอบอาจตัดทิ้งได้เลยเมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่เป็นไปตามข้อจำกัดและเกณฑ์พิจารณาที่วางไว้ ในการประเมินคำตอบที่ดีที่สุด นักออกแบบวิธีการทำงานมีข้อที่จะต้องคำนึงถึงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ไม่มีคำตอบใดที่ “ถูกต้องที่สุด” แต่จะมีคำตอบหลายๆคำตอบซึ่งเป็นคำตอบที่ดีและสามารถนำไปปฏิบัติได้ การพิจารณาตัดสินใจนั้นอาจใช้วิธีเชิงปริมาณผสมผสานกับองค์ประกอบอื่นสำหรับคำตอบที่ตรงกับเกณฑ์พิจารณาที่ตั้งไว้แต่ต้น แต่หากข้อกำหนดเปลี่ยนไปเป็นคำตอบที่ดีกว่าได้ก็ควรนำมาพิจารณาร่วมด้วย ดังนั้นในการประเมินเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นจึงมักจะเลือกคำตอบไว้ 3 ประเภท คือ คำตอบในอุดมคติ คำตอบที่นำไปใช้ได้ทันที และ คำตอบที่อาจใช้ได้ในอนาคตหรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อจำกัด
2. พิจารณาถึงผลที่จะตามมาในอนาคต เช่น เวลาและต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษา เครื่องมือเครื่องจักรที่ติดตั้งใหม่ ต้นทุนในการเปลี่ยนแบบของผลิตภัณฑ์ หากต้องใช้เครื่องจักรที่สามารถผลิตสินค้าได้หลายขนาดและหลายชนิดมาแทนเครื่องจักรแบบเก่า
3. พิจารณาถึงปฏิกิริยาตอบรับของผู้ทำงาน วิธีการทำงานที่พิจารณาและเลือกเป็นวิธีที่ดีกว่านั้น ควรจะได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้าแผนก หัวหน้างาน ตลอดจนให้ผู้เกี่ยวข้องยอมรับ เพราะวิธีการทำงานที่วิศวกรออกแบบได้ประเมินว่าดีที่สุดนั้นอาจใช้ไม่ได้ผลเลยถ้าผู้ที่ทำงานโดยตรงเหล่านี้ไม่ยอมรับไปปฏิบัติ
4. เปรียบเทียบคำตอบในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้านการเงินทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งในการวิเคราะห์นี้จำเป็นต้องรู้ถึงต้นทุนเริ่มแรก ต้นทุนดำเนินงานต่อปี อายุการใช้งานที่คาดหวังของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้และมูลค่าซาก หนึ่งในวิธีการคำนวณเชิงเศรษฐศาสตร์คือ การคำนวณจากอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน (Rate of Return on Investment) เป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปี หรือระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

ในบางครั้งคำตอบที่ต้องการคือวิธีการทำงานที่ดีกว่า และช่วยให้ต้นทุนค่าแรงทางตรงต่ำที่สุด ซึ่งในการออกแบบงานยังไม่ได้มีการดำเนินการผลิตจริง ดังนั้น ข้อมูลเวลาที่จะสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบกับวิธีการทำงานเดิม สามารถคำนวณได้จากการวิเคราะห์โดยการใช้วิธี Predetermined Motion Time

5. ในกรณีที่มีความจำเป็นอาจต้องสร้างห้องทำงานจำลองขึ้น เพื่อทำการทดลองว่าวิธีการทำงานที่เสนอใหม่เมื่อปฏิบัติจริงแล้วจะมีผลตามที่คำนวณไว้หรือไม่ ห้องปฏิบัติการจำลองนี้นอกจากใช้ทดสอบวิธีการทำงานที่เสนอใหม่แล้ว ยังสามารถใช้เพื่อทดสอบการผลิตในเชิงมวล (Mass Volume) ก่อนการนำไปผลิตจริงต่อไป

2.1.6 การให้คำแนะนำและติดตามผล (Recommendation for Action)

เมื่อได้รับอนุมัติให้ปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่แล้ว ควรมีการติดตามว่าวิธีการใหม่ที่นำไปใช้นั้นสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิผล ในระยะเริ่มแรกของการนำวิธีการทำงานใหม่ไปใช้นั้นมักจะมีปัญหาของการปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ การแก้ไขความเคยชินเก่าๆ อุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล และระยะเวลาแห่งการเรียนรู้ของพนักงานที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้เกิดความไม่เชื่อมั่นในวิธีการใหม่ที่คิดขึ้น ซึ่งเมื่อมีการติดตามดูแลอย่างใกล้ชิดจะทำให้แก้ไขข้อบกพร่องได้อย่างทันท่วงที[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน

แผนภูมิกระบวนการทำงาน คือ แผนภูมิที่แสดงขั้นตอนการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่สายการผลิตจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนประกอบ แผนภูมิกระบวนการทำงานอาจเป็นการบันทึกขั้นตอนการผลิตของสินค้าชนิดเดียวกันในแผนกหนึ่ง หรือของสินค้าหลายๆชนิดภายในแผนกต่างๆ พร้อมๆกันก็ได้ การแสดงรายละเอียดอาจเป็นในรูปแบบของ Flow Chart ที่แสดงโดยกล่องที่ระบุคำบรรยายภายในกล่อง หรือแสดงเป็นแผนภาพ และเนื่องจากแผนภูมิกระบวนการทำงานนี้ส่วนใหญ่มักใช้แสดงขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงมักถูกเรียกว่าแผนภูมกระบวนการผลิต (Production Process Chart)[2]

การศึกษาจากแผนภูมิดังกล่าว จะช่วยให้เห็นภาพของขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้นมากกว่าการอ่านคำบรรยายเพียงอย่างเดียว และจะช่วยให้สามารถปรับปรุงวีการทำงานได้ง่ายขึ้นอีกด้วย การปรับปรุงส่วนใดส่วนหนึ่งของกระบวนการจะส่งผลปรากฏบนแผนภูมิทำให้ทราบถึงผลกระทบที่อาจมีต่อส่วนอื่นๆ ของขั้นตอนการผลิต ยิ่งกว่านั้นยังสามารถนำเอาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนภูมิกระบวนการมาวิเคราะห์ถึงรายละเอียดปลีกย่อยลึกลงไปอีก

แนวทางการวิเคราะห์

1. ศึกษากระบวนการโดยรวมตั้งแต่ต้นจนจบ เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการวิเคราะห์กระบวนการให้ชัดเจน
2. ระบุกระบวนการทำงานหลักที่ต้องทำโดยเรียงตามลำดับขั้นตอนของการทำงาน
3. ระบุจุดที่มีการนำชิ้นส่วนประกอบ
4. ระบุชื่อผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้ ณ จุดสิ้นสุดของกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา (Fish Bond Diagram) หรือแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น มีรูปร่างของแผนผังคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง[2]

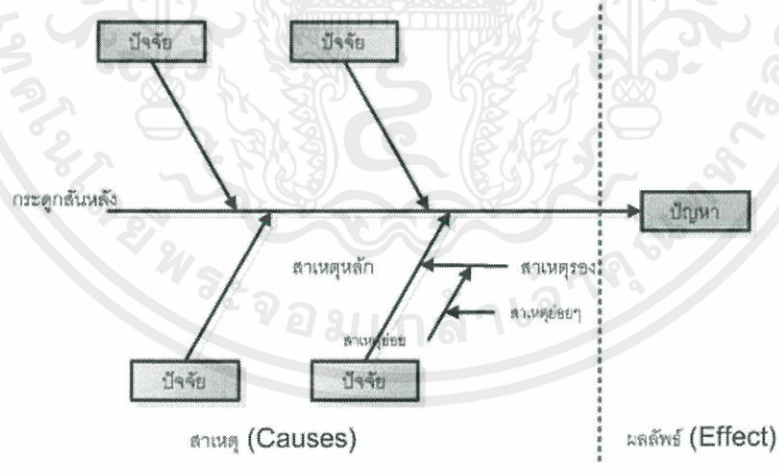
2.3.1 การสร้างแผนผังสาเหตุและผล

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคของปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.3.2 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผลจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) แสดงอยู่ส่วนหัวปลา และ ส่วนสาเหตุ (Causes) แสดงอยู่ส่วนก้างปลา ดังรูปที่ 2.1



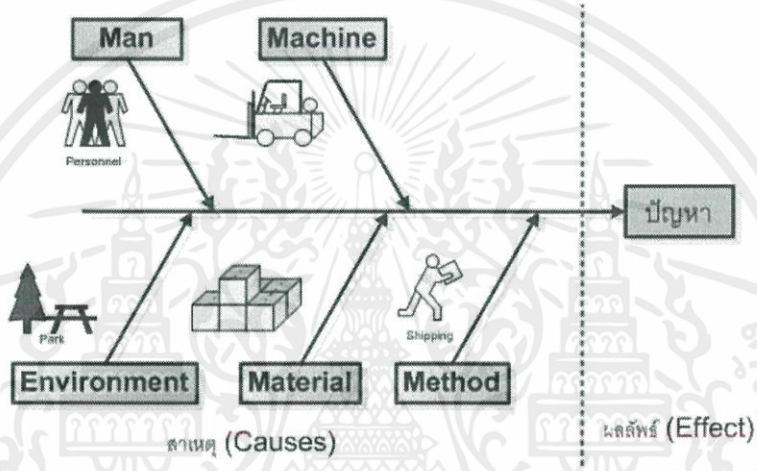
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

การกำหนดปัจจัยเพื่อหาสาเหตุของปัญหามักใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัยเพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุของปัญหาออกจากกัน ซึ่งหลักการ 4M 1E มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. M Man คือ พนักงานที่ปฏิบัติงาน หรือบุคลากรที่เกี่ยวข้อง
2. M Machine คือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ใช้ปฏิบัติงาน
3. M Materials คือ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต
4. M Method คือ กระบวนการทำงาน
5. E Environment คือ สภาพแวดล้อมของการปฏิบัติงาน



รูปที่ 2.2 ปัจจัยของแผนผังสาเหตุและผล

2.4 การเพิ่มผลิตภาพ

ผลิตภาพ อัตราผลผลิต หรือการเพิ่มผลผลิต (Productivity) เป็นดัชนีชี้วัดถึงความมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในรูปแบบของผลผลิตที่ได้ต่อการใช้ทรัพยากรต่างๆ ขององค์กรและยังเป็นหัวใจหลักในการวัดมูลค่าเพิ่มของกระบวนการผลิต

2.4.1 ความหมายของผลิตภาพ

การเพิ่มผลผลิต หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) หรือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ด้วยจิตสำนึกเป็นแรงผลักดัน และใช้เทคนิคและเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพ (Productivity Techniques and Tools) เป็นตัวช่วยให้ประสบความสำเร็จ[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลิตภาพ คือ ดัชนีวัดประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร ดังนั้นจึงอาจแสดงในรูปของสมการดังนี้

$$\text{ผลิตภาพ} = \frac{\text{ผลิตภัณฑ์หรือผลผลิตที่ได้}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต}} \quad (2.1)$$

2.4.2 การวัดผลิตภาพ

การวัดผลิตภาพสามารถทำได้ในหลายระดับ ตั้งแต่ระดับประเทศ ระดับอุตสาหกรรม ลงไปจนถึงระดับหน่วยงาน ดังนั้นการวัดผลิตภาพจึงมีอยู่หลายระดับและหลายวิธี ดังนี้

1. ผลิตภาพระดับประเทศ มักจะวัดในรูปของผลผลิตมวลรวมของประเทศ หรือรายได้ประชาชาติ
2. ผลิตภาพระดับอุตสาหกรรม มักจะวัดเป็นมูลค่าเพิ่มต่อหน่วยในการผลิต หรือผลิตภาพเชิงรวม
3. ผลิตภาพระดับองค์กร วัดเป็นผลิตภาพมูลค่าเพิ่มต่อแรงงาน กำไรต่อหน่วยลงทุนหรืออัตราการใช้วัตถุดิบต่อหน่วยการผลิต ผลิตภาพของการใช้พลังงาน
4. ผลิตภาพระดับหน่วยงาน มักจะวัดเป็นผลิตภาพปัจจัยการผลิต (Factor Productivity) เช่น ผลิตภาพแรงงาน ผลิตภาพเครื่องจักร ผลิตภาพการใช้วัตถุดิบ เป็นต้น

สำหรับการวัดผลิตภาพในระดับองค์กรซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการลดต้นทุนและการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กรนั้น มีการวัด 2 รูปแบบ คือ การวัดผลิตภาพเชิงรวม และการวัดผลิตภาพเชิงปัจจัยการผลิต ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงการวัดผลิตภาพเชิงปัจจัยการผลิต มีลักษณะดังต่อไปนี้

$$\text{ผลิตภาพแรงงาน} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{จำนวนชั่วโมงแรงงานที่ใช้ในการผลิต}} \quad (2.2)$$

$$\text{ผลิตภาพเครื่องจักร} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่อง}} \quad (2.3)$$

$$\text{ผลิตภาพวัตถุดิบ} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ไป}} \quad (2.4)$$

$$\text{ผลิตภาพการใช้พื้นที่} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{พื้นที่ที่ใช้ในการผลิต}} \quad (2.5)$$

$$\text{ผลิตภาพพลังงาน} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{จำนวนหน่วยของพลังงานที่ใช้ในการผลิต}} \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 แนวทางในการเพิ่มผลิตภาพ

การปรับปรุงผลิตภาพ คือ การเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ได้ต่อทรัพยากรที่ใช้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากทางใดทางหนึ่งใน 5 แนวทาง ดังนี้

1. เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรให้น้อยลง
2. เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม
3. เพิ่มผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น แต่ในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม
4. คงปริมาณผลผลิตเดิม แต่ใช้ทรัพยากรให้น้อยลง
5. ลดปริมาณผลผลิตโดยใช้ทรัพยากรในสัดส่วนที่น้อยกว่าเดิม

ตารางที่ 2.1 แนวทางในการเพิ่มผลิตภาพ

แนวทางที่	ผลิตภัณฑ์หรือบริการ	Output	ทรัพยากรที่ใช้	Input
1	เพิ่ม	↑	ลด	↓
2	เพิ่ม	↑	คงที่	↔
3	เพิ่มมากกว่า	↑↑	เพิ่มน้อยกว่า	↑
4	คงที่	↔	ลด	↓
5	ลดน้อยกว่า	↓	ลดมากกว่า	↓↓

2.5 การผลิตแบบลีน (Lean)

การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นปรัชญา แนวคิด และวิธีการของระบบการผลิตสำหรับการผลิตสินค้าหรือบริการที่มุ่งเน้นที่การลดเวลาตั้งแต่การรับใบสั่งซื้อจากลูกค้า จนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ด้วยวิธีการลดหรือกำจัดความสูญเปล่า (Waste หรือ Muda) การผลิตแบบลีน เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นวิธีการในการพัฒนาระบบผลิตสินค้าหรือบริการเพื่อความเป็นเลิศ และเป็นเทคนิคหรือวิธีการที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการกระบวนการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่องค์กรที่มุ่งเน้นที่การกำจัดความสูญเปล่า หรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ (Non-value Added Activities) และการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) การผลิตแบบลีนเป็นการผลิตที่ได้ผลผลิต (Output) หรือสินค้าสำเร็จรูปจำนวนมาก แต่ใช้ปัจจัยนำเข้า (Input) หรือทรัพยากรในการผลิตจำนวนน้อย[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำเป็นของการผลิตแบบลีน คือ การกำจัดความสูญเปล่า การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร การทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบ การเคลื่อนที่ของชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง การใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างคุ้มค่าและเต็มประสิทธิภาพ การมุ่งเน้นที่คุณภาพของสินค้าหรือบริการ การไม่ปกปิดปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ โดยจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการผลิตแบบลีน เป็นดังนี้

1. คุณภาพดีที่สุด (Highest Quality)
2. เวลารวมในการผลิตสั้นที่สุด (Shortest Lead Time)
3. ต้นทุนในการผลิตต่ำสุด (Lowest Cost)

2.6 ความสูญเปล่า 7 ประการ

ความสูญเปล่า (Waste) หมายถึง กิจกรรมหรือส่วนประกอบในขั้นตอนการผลิตที่เพิ่มเวลาในการผลิต เพิ่มต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิต แต่ไม่เพิ่มมูลค่าหรือหน้าที่ให้กับสินค้าหรือบริการ โดยความสูญเปล่ามี 7 ประการ[3] ดังนี้

1. การผลิตเกินจำนวน (Overproduction)

การผลิตเกินจำนวน หรือการผลิตที่มากเกินไป หมายถึง การผลิตสินค้าในจำนวนที่มากกว่าที่ลูกค้าต้องการ เร็วกว่าที่ต้องการ และล่วงหน้ากว่าที่ต้องการ เนื่องจากผู้ผลิตมีความพยายามในการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์และพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยไม่ได้พิจารณาถึงความต้องการของลูกค้า

1.1 ปัญหาจากการผลิตเกินจำนวน

- งานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) เพิ่มขึ้น
- ความต้องการใช้พื้นที่สำหรับจัดเก็บชิ้นงานเพิ่มขึ้น
- ต้นทุนในการจัดเก็บชิ้นงานเพิ่มขึ้น
- การขนถ่ายลำเลียงมีความยุ่งยาก ซับซ้อนมากขึ้น
- ชิ้นงานมีการเคลื่อนที่อย่างไม่สมดุล ทำให้เกิดการรอคอยในบางสถานีงาน
- เกิดต้นทุนจมเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตสินค้าไว้ล่วงหน้า แต่ลูกค้ายังไม่ต้องการ

1.2 แนวทางในการปรับปรุงการผลิตเกินจำนวน

- ผลิตชิ้นงานตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ในเวลาที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น
- ปรับระยะเวลาการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิตที่ต้องการ
- วิเคราะห์เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต และออกแบบการทำงานให้แต่ละสถานีงานมีระยะเวลาที่สมดุลกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การรอคอย (Waiting)

ลักษณะการรอคอยอาจเกิดได้หลายกรณี เช่น พนักงานรอเครื่องจักรที่กำลังผลิตชิ้นงานอยู่ เครื่องจักรรอคอยพนักงานที่ปฏิบัติงานช้า ทำงานไม่เป็นมาตรฐาน เป็นต้น การรอคอยนี้ก่อให้เกิดความสูญเสียในหลายด้าน ประกอบด้วย พนักงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าต่อตัวสินค้าเพิ่มขึ้น และต้นทุนรวมในการผลิตสูงขึ้น

2.1 ปัญหาจากการรอคอย

- ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นจากการใช้ทรัพยากรการผลิตไม่เต็มประสิทธิภาพ
- การผลิตสินค้ามีความล่าช้า อาจส่งผลให้ผู้ผลิตส่งมอบสินค้าไม่ทันตามที่กำหนด
- ต้นทุนค่าเสียโอกาสเพิ่มขึ้นจากการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนด

2.2 แนวทางในการปรับปรุงการรอคอย

- แบ่งงานให้สมดุลกันในแต่ละสถานีงาน เพื่อให้การเคลื่อนตัวของวัสดุเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องและไม่เกิดการรอคอย
- ฝึกอบรมให้พนักงานมีการทำงานที่เป็นมาตรฐานและมีทักษะหลายด้าน
- ออกแบบขั้นตอนการทำงานเพื่อลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร เครื่องมือ

3. ของเสียจากการผลิต (Defect)

ของเสียจากการผลิตเป็นการผลิตสินค้าที่นำไปสู่กิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เพิ่มมูลค่า เช่น การตรวจสอบ ซ่อมแซม และแก้ไขชิ้นงานให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า กระบวนการที่ไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่ดีได้ตั้งแต่ครั้งแรกนี้ย่อมก่อให้เกิดต้นทุนที่เกี่ยวข้องหลายประเภท ได้แก่ ต้นทุนแรงงานที่เพิ่มขึ้นจากการซ่อมแซมชิ้นงาน ต้นทุนพลังงานที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานที่ไม่สามารถจำหน่ายได้เพิ่มขึ้น นอกจากต้นทุนเหล่านี้แล้ว การผลิตของเสียทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่นานขึ้น และต้องจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลาที่ซ่อมแซมงานที่เสีย

3.1 ปัญหาของเสียจากการผลิต

- ต้นทุนสูญเปล่าจากของเสียจากการผลิตเพิ่มขึ้น (เช่น ต้นทุนแรงงาน ต้นทุนวัสดุ และต้นทุนพลังงาน)
- การผลิตของเสียทำให้องค์กรผลิตสินค้าได้ล่าช้า และส่งสินค้าไม่ทันตามที่ลูกค้ากำหนด

3.2 แนวทางในการปรับปรุงการผลิตของเสีย

- กำหนดเป้าหมายร่วมกันกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งองค์กรให้ของเสียจากการผลิตเป็นศูนย์ (Zero Defect)
- ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน (Poka Yoke)
- วางแผนและดำเนินการด้านการควบคุมคุณภาพของผู้ส่งมองวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเคลื่อนไหว (Motion)

การเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นเป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากพนักงานทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม มีการเคลื่อนไหวหรือ เคลื่อนย้ายของพนักงานมากเกินความจำเป็น และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับการผลิตสินค้าหรือบริการ

4.1 ปัญหาจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินไป

- ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานลดลง เนื่องจากพนักงานต้องเดินในระยะทางไกล
- พนักงานหรือเครื่องจักรเกิดการรอคอย
- ผลิตภาพลดลง
- โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุและการผลิตของเสียเพิ่มขึ้น

4.2 แนวทางในการปรับปรุงการเคลื่อนไหวที่มากเกินไป

- ออกแบบผังโรงงานให้สอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- ปรับปรุงสภาพเครื่องจักร และสถานที่ทำงานให้มีความเหมาะสมกับพนักงาน
- จัดสถานที่ทำงานให้มีความสะอาด เป็นระเบียบ และเหมาะสมกับการทำงาน

5. การขนส่ง (Transportation)

การขนย้ายวัสดุที่มากเกินไปเป็นกิจกรรมที่ย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้น ดังนั้น การลดจำนวนครั้งหรือระยะทางการขนส่งลงจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ช่วยลดความสูญเปล่าด้านการขนส่งลดลง การขนส่งนี้จะเน้นเฉพาะการเปลี่ยนสถานที่ที่มากเกินไปของวัสดุ ในขณะที่การเคลื่อนไหวนั้นเน้นเฉพาะการเปลี่ยนสถานที่ที่มากเกินไปของพนักงาน

5.1 ปัญหาจากการขนส่งที่มากเกินไป

- ต้นทุนในการขนส่งวัสดุเพิ่มขึ้น (เช่น ต้นทุนแรงงาน ต้นทุนอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียง ต้นทุนพลังงาน และค่าเช่าพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัสดุหรือสินค้า)
- วัสดุ หรือสินค้าสำเร็จรูปอาจเกิดความเสียหายระหว่างการขนส่ง ขนย้าย
- ความต้องการในการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงเพิ่มขึ้น

5.2 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการส่วนเกิน

- วิเคราะห์และปรับปรุงเส้นทางการขนส่ง ขนย้ายวัสดุที่ซ้ำซ้อน
- ประยุกต์ใช้เครื่องมือลีน เช่น การผลิตล็อตขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนการเคลื่อนที่ของวัสดุอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น
- เลือกใช้อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กระบวนการส่วนเกิน (Extra Processing)

กระบวนการส่วนเกิน หมายถึง ความสูญเปล่าที่เกิดจากขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่มากเกินความจำเป็น ไม่เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า แต่เพิ่มเวลาและต้นทุนในการผลิต เครื่องมือที่องค์กรหนึ่งๆ ใช้สำหรับปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ คือ การตรวจสอบและคัดแยกกระบวนการส่วนเกิน หรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าออกจากกระบวนการปฏิบัติงานทั้งหมด

6.1 ปัญหาจากกระบวนการส่วนเกิน

- ใช้เวลาและทรัพยากรในการผลิตสินค้าหรือบริการเพิ่มขึ้น
- ผลิตภาพลดลง
- ขั้นตอนการปฏิบัติงานและการขนถ่ายลำเลียงเพิ่มขึ้น

6.2 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการส่วนเกิน

- ใช้แผนภูมิและเทคนิคประเภทต่างๆ ของการศึกษาการทำงาน (Work Study) สำหรับการวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- ใช้เทคนิคด้านวิศวกรรมอุตสาหการ (IE Techniques) เพื่อปรับลดกระบวนการผลิตหรือขั้นตอนที่ไม่จำเป็น
- วิเคราะห์และกำหนดความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าเพื่อออกแบบขั้นตอนการผลิต และผลิตสินค้าหรือบริการตามความคาดหวังของลูกค้าเท่านั้น

7. สินค้าคงคลัง (Inventory)

วัสดุ งานระหว่างกระบวนการผลิต สินค้าสำเร็จรูปที่ถูกผลิตและจัดเก็บไว้มากเกินกว่าความต้องการของลูกค้า สินค้าคงคลังจะถูกจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอนหรือไม่ได้คาดหวัง หรือจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้ในจำนวนมาก เนื่องจากความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิตหรือความไม่น่าเชื่อถือของผู้ส่งมอบวัตถุดิบ

7.1 ปัญหาจากสินค้าคงคลัง

- ต้นทุนจมเพิ่มสูงขึ้นจากสินค้าที่ต้องจัดเก็บและยังไม่สามารถจำหน่ายได้
- ปัญหาด้านคุณภาพถูกปกปิดเนื่องจากมีสินค้าคงคลังจำนวนมาก
- กระบวนการติดตามและตรวจสอบระดับการจัดเก็บวัสดุคงคลังหรือสินค้าคงคลังมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น

7.2 แนวทางในการปรับปรุงสินค้าคงคลังที่มากเกินไป

- ผู้ผลิตควรมีการวางแผนการผลิตและการพยากรณ์อย่างมีประสิทธิผล โดยความร่วมมือกับลูกค้าและผู้ส่งมอบวัตถุดิบ
- ประยุกต์ใช้เทคนิคคัมบัง (Kanban) เพื่อสนับสนุนให้ผลิตสินค้าตามความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แผนภาพกล่อง

แผนภาพกล่อง เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ George P. Box แห่งมหาวิทยาลัยวิสคอนซิส เป็นกลวิธีทางสถิติอีกตัวหนึ่งนอกเหนือจากฮีสโตแกรม และแผนภาพลำต้นและใบไม้ในการวิเคราะห์ข้อมูลถึงคุณลักษณะด้านแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง การกระจายและความเบ้ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ออกนอกอย่างผิดปกติ (Outlier) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลในกรณีที่มีข้อมูลไม่มากพอที่จะฟอร์มตัวเป็นรูปทรงฮีสโตแกรมได้[4]

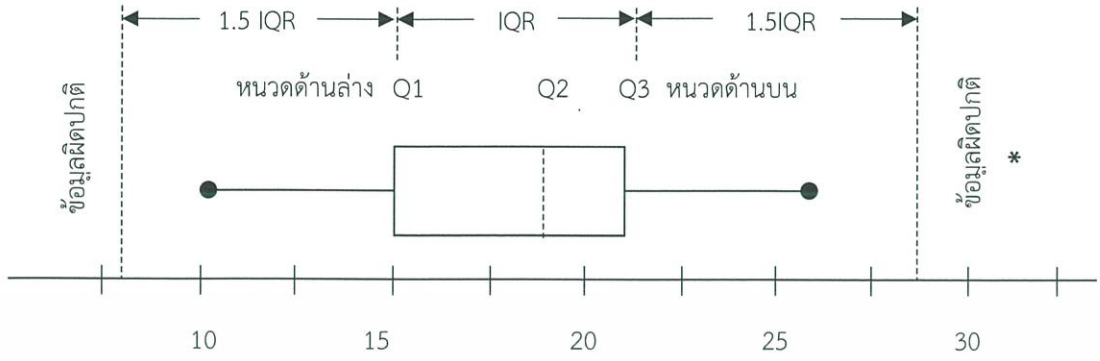
2.7.1 การสร้างแผนภาพกล่อง

1. หาค่าควอไทล์ที่ 1 กำหนดให้ค่านี้เป็นค่าขอบล่างหรือขอบซ้ายของกรอบสี่เหลี่ยม
2. หาค่าควอไทล์ที่ 3 กำหนดให้ค่านี้เป็นค่าขอบบนหรือขอบขวาของกรอบสี่เหลี่ยม ดังนั้นความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมจะเท่ากับ ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (IQR) ซึ่งจะครอบคลุมข้อมูลที่มีค่ากลางๆ เท่ากับ 50%
3. หาควอไทล์ที่ 2 หรือค่ามัธยฐาน (Median) แล้วลากเส้นค่าดังกล่าวภายในกรอบสี่เหลี่ยมโดยปกตินิยมใช้เส้นประ
4. ลากเส้นตรงจากขอบด้านขวาหรือขอบบนของกรอบสี่เหลี่ยม ให้มีความยาวเท่ากับค่าที่น้อยที่สุดระหว่างค่าที่มากที่สุดของข้อมูลกับค่า (Q3 + IQR) เรียกเส้นตรงนี้ว่า หนวดด้านบน (Upper Whisker)
5. ลากเส้นตรงจากขอบด้านซ้ายหรือขอบล่างของกรอบสี่เหลี่ยม ให้มีความยาวเท่ากับค่าที่มากที่สุดระหว่างค่าที่น้อยที่สุดของข้อมูลกับค่า (Q1 - IQR) เรียกเส้นตรงนี้ว่า หนวดด้านล่าง (Lower Whisker)

2.7.2 การวิเคราะห์แผนภาพกล่อง

ในการตีความแผนภาพกล่องให้เริ่มจากการอ่านค่าความผิดปกติของข้อมูลใดก็ตามที่มีค่าน้อยกว่า Q1 – 1.5IQR หรือมากกว่า Q3 + 1.5IQR ถือว่าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ผิดปกติซึ่งอาจเกิดจากการเก็บข้อมูลมาจากคนละประชากรหรือการจดบันทึกข้อมูลผิดพลาด จึงต้องทำการทบทวนข้อมูลใหม่อีกครั้งหรืออาจตัดข้อมูลนั้นทิ้งไป หลังจากนั้นให้อ่านค่าความสมมาตรของข้อมูล โดยพิจารณาจากเส้น Q2 ถ้าหากว่าเส้น Q2 อยู่ค่อนข้างกึ่งกลางกล่องแสดงว่าข้อมูลมีความสมมาตร แต่ถ้าเส้นดังกล่าวอยู่ชิดไปทางกล่องด้านใดด้านหนึ่ง แสดงว่าข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะการกระจายตัวที่ไม่สมมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนภาพกล่อง

2.8 การหาขนาดตัวอย่าง

ประชากร หมายถึง หน่วยของข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในขอบข่ายที่ต้องการศึกษา ประชากรการวิจัยมี 2 ชนิด คือ ประชากรที่มีจำนวนนับได้แน่นอน (Finite population) และประชากรที่มีจำนวนนับได้ไม่แน่นอน (Infinite population) การวิจัยส่วนใหญ่ไม่สามารถศึกษาประชากรทั้งหมดได้ จึงต้องเลือกประชากรบางส่วนมาศึกษา เรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างมักเกิดปัญหาอยู่เสมอว่าจะใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างปริมาณเท่าใดจึงเหมาะสมและเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรนั้นๆ การใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยจะทำให้โอกาสความคลาดเคลื่อนมีมาก การใช้กลุ่มตัวอย่างมากโอกาสความคลาดเคลื่อนน้อย แต่ในทางปฏิบัติการใช้กลุ่มตัวอย่างมากย่อมสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย ผู้จัดทำจึงต้องเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยที่สุด แต่สามารถให้ผลที่น่าเชื่อถือและคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดได้[5]

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{E}\right)^2 \qquad (2.7)$$

กำหนดให้ n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง, α คือ ระดับนัยสำคัญ, σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ E คือ ค่าเฉลี่ยผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) คือ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและผลของข้อบกพร่องดังกล่าวโดย FMEA จะเน้นเทคนิคทางวิศวกรรมตัวหนึ่งที่ใช้ในการนิยามบ่งชี้ และกำจัดทิ้ง ซึ่งสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว (Activate Cause) และมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น (Potential Cause) โดยข้อบกพร่องดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของปัญหาหรือความคลาดเคลื่อนได้[2]

ตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (RPN) คือ ผลลัพธ์ของความรุนแรง โอกาสการเกิดและการตรวจจับเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การบ่งชี้อันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA

กระบวนการ	ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	SEV	สาเหตุของข้อบกพร่อง	OCCUR	การป้องกันในปัจจุบัน	DETEC	RPN

ตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (RPN) คำนวณได้จากสมการที่ 2.8

$$RPN = S \times O \times D \qquad (2.8)$$

เมื่อ S หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว (Severity)

O หมายถึง โอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด (Occurrence)

D หมายถึง ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวขึ้นได้ดีเพียงใด (Detection)

หมายเหตุ ค่า RPN จะเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของหลักการพาเรโต โดยมีคะแนนระหว่าง 1 ถึง 1,000 โดยค่า RPN ที่มีค่าสูงๆ มีความจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อลดค่า RPN ให้ลดลง

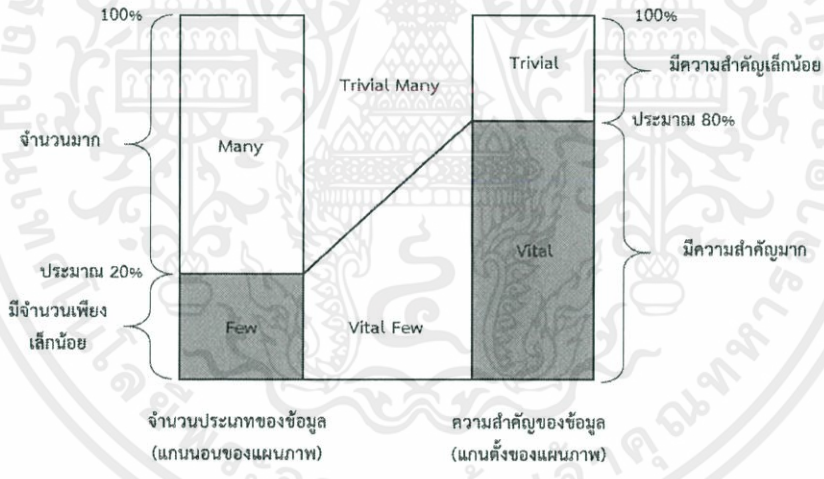
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 แผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) หมายถึง เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของข้อมูลแบบหลายพวก ตลอดจนใช้ในการพิจารณาถึงการจำแนกประเภทของข้อมูล (Stratification) เพื่อประกอบการวิเคราะห์ จำนวนสินค้าคุณภาพไม่ดี ข้อบกพร่อง คำร้องเรียนจากลูกค้า เป็นต้น

ดร. จูราน ได้นำเอาหลักการพาเรโตมาประยุกต์ใช้กับปัญหาทุกๆสาขา โดยได้ศึกษาอย่างจริงจังกับปัญหาทางวิศวกรรมคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่า สาเหตุความบกพร่องไม่กี่สาเหตุกลับก่อความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็กๆ น้อยๆ ที่เหลือนั้น กลับมาจากสาเหตุมากมาย และได้อธิบายลักษณะของข้อมูล ถ้าข้อมูลอยู่ในสภาวะเสถียรภาพแล้ว ข้อมูลที่มีความสำคัญจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ข้อมูลที่เหลืออีกจำนวนมากมายจะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย[6]

ดร.จูราน พบว่า ตัวแบบของความมีเสถียรภาพของข้อมูลนั้น จะมีลักษณะที่ข้อมูลที่มีความสำคัญมาก (ประมาณ 80% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จะมาจากประเภทข้อมูลจำนวนเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20% ของประเภทข้อมูลทั้งหมด) ขณะที่ประเภทข้อมูลจำนวนที่เหลือ (ประมาณ 80% ของประเภทข้อมูลทั้งหมด) จะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จึงเรียกกฎสำหรับหลักการพาเรโตนี้ว่า กฎ 80-20 และอธิบายอย่างง่ายๆ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 หลักการพาเรโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ปริญญานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อหาสาเหตุต้นตอของปัญหาที่ทำให้หัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนผลิตภัณฑ์ MHTHAMR ของโรงงานซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากทุกสถานีงานในสายการผลิต นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุต้นตอของปัญหา จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ก่อเกิดปัญหา เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้วิจัยใช้กระบวนการแก้ปัญหา แผนภาพกล่อง แผนภูมิสาเหตุและผล มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ในบทที่ 3 นี้ ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา

3.2 การศึกษาสภาพปัจจุบันและการรวบรวมข้อมูล

3.3 การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

3.4 การกำหนดสาเหตุของปัญหา

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา

3.1.1 ประวัติและผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา

ซีเกทเป็นผู้นำระดับโลกด้านการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและกระบวนการจัดการข้อมูล ก่อตั้งบริษัทในปี พ.ศ. 2522 ผลิตภัณฑ์ของซีเกทช่วยให้ทุกความต้องการสะดวกและง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บ การเผยแพร่และการรักษาความปลอดภัยด้านข้อมูลดิจิตอลบนโลกออนไลน์ ซีเกทได้เริ่มเข้ามาดำเนินธุรกิจในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2526 จนปัจจุบันมีฐานการผลิต 2 แห่ง คือ โรงงานเทพารักษ์ในจังหวัดสมุทรปราการและโรงงานโคราชในจังหวัดนครราชสีมา ครอบคลุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแบบครบวงจร ทั้งการประกอบหัวอ่านเขียนและชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จรูปนาโนทรานสดิวเซอร์ รวมไปถึงการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด[7] แสดงดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท

ลำดับ	รูป	ชื่อผลิตภัณฑ์	ความจุ	ประเภท
1		Barra Cuda 2.5 inch	5TB, 4TB, 2TB, 1TB, 500GB	PC & Gaming - HDD
2		Barra Cuda 3.5 inch	8TB, 6TB, 4TB, 3TB, 2TB, 1TB, 500GB	
3		Barra Cuda Pro 2.5 inch	1TB, 500GB	
4		Barra Cuda Pro 3.5 inch	14TB, 12TB, 10TB, 8TB 6TB, 4TB, 2TB	
5		Fire Cuda 2.5 inch	2TB, 1TB, 500GB	PC & Gaming - SSHD
6		Fire Cuda 3.5 inch	2TB, 1TB	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

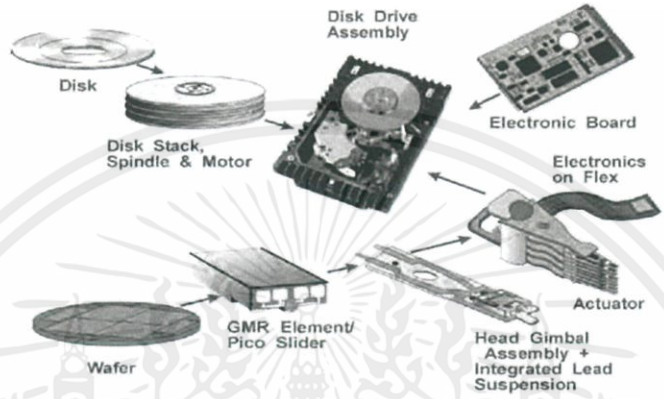
ตารางที่ 3.1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท (ต่อ)

ลำดับ	รูป	ชื่อผลิตภัณฑ์	ความจุ	ประเภท
7		Iron Wolf	14TB, 12TB, 10TB, 8TB, 6TB, 4TB, 3TB, 2TB, 1TB	Network-Attached Storage
8		Iron Wolf Pro	14TB, 12TB, 10TB, 8TB, 6TB, 4TB, 2TB, 1TB	Network-Attached Storage
9		Exos	14TB, 12TB, 10TB, 8TB, 6TB, 4TB, 3TB, 2TB, 1TB	Data Centre and Bulk storage
10		Sky Hawk	14TB, 12TB, 10TB, 8TB, 6TB, 4TB, 3TB, 2TB, 1TB	Surveillance
11		Sky Hawk AI	10TB, 8TB, 6TB, 4TB	
12		Exos (Helium)	14TB, 12TB	Centralized NVR Analytics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

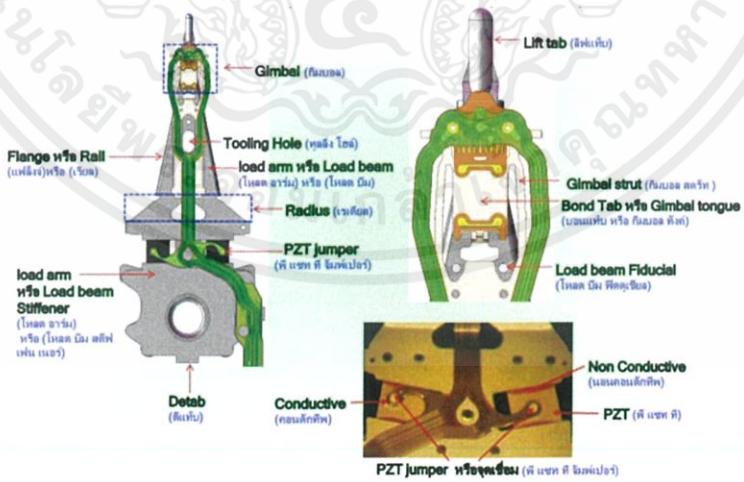
3.1.2 กระบวนการผลิตของบริษัท

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บข้อมูลในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มีหลากหลายขนาดและหลากหลายความจุ ภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีส่วนประกอบหนึ่ง คือ หัวอ่านเขียน (Head Gimbal Assembly : HGA) ทำหน้าที่อ่านเขียนข้อมูลบนแผ่นดิสก์ โดยหัวอ่านเขียนนี้เกิดจากการประกอบกันของ Slider และ แกนของหัวอ่านเขียน (Trace Gimbal Assembly : TGA)



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

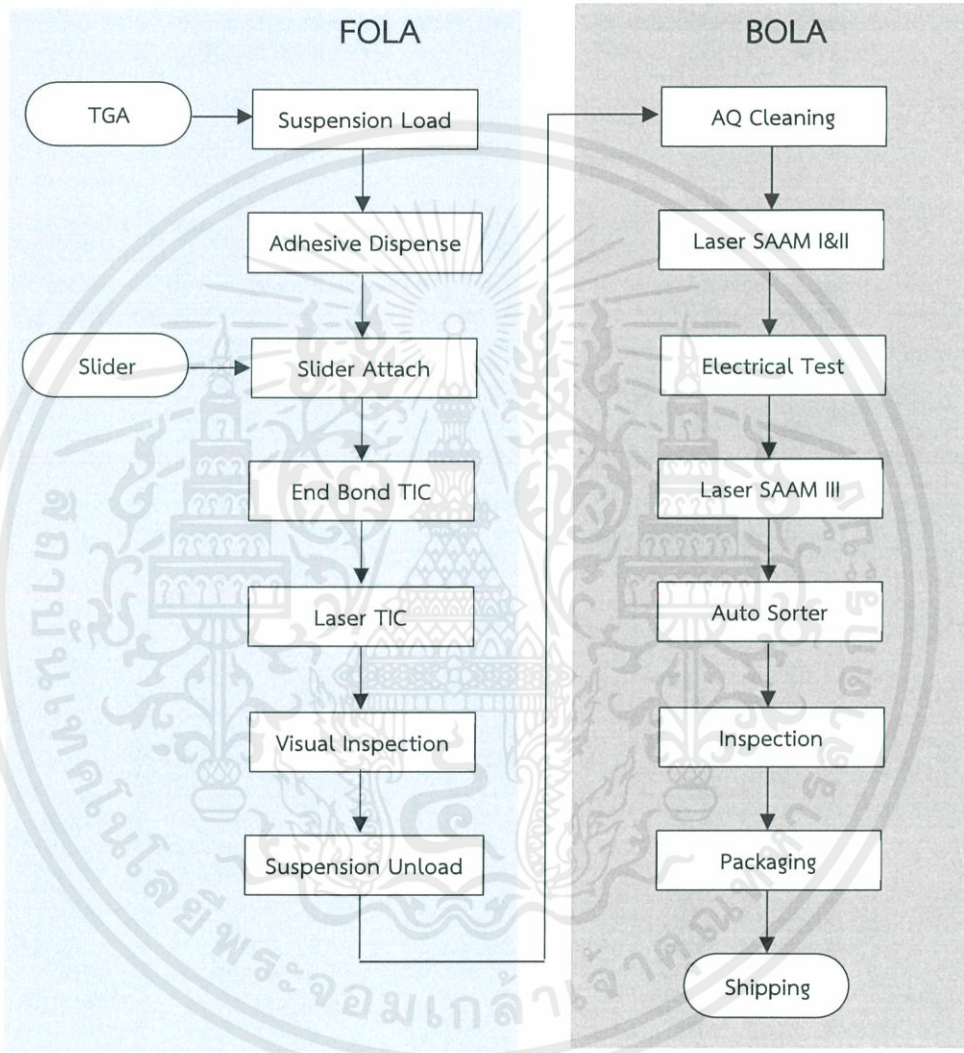
TGA ที่ใช้ในกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนจะถูกสั่งซื้อจากบริษัทคู่ค้า โดยTGA ที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของแต่ละผลิตภัณฑ์ สำหรับ TGA ที่ใช้ผลิตหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR นี้เป็น TGA ชนิดหนึ่งที่มีข้อกำหนดของค่าการบิดตัวตามแนวยาวเท่ากับ 0 องศา และค่าการกระดกตัว เท่ากับ 2.76 องศา



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบต่างๆของ TGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน ของโรงงานซีเกทเทพารักษ์แบ่งขั้นตอนของกระบวนการผลิตออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. FOLA (Front of Line Automation) และ 2. BOLA (Back of Line Automation) โดยกระบวนการผลิตทั้ง FOLA และ BOLA ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการผลิตทั้งหมด พนักงานมีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบและขนย้ายชิ้นงานขณะที่ชิ้นงานออกจาก FOLA เข้าสู่ BOLA เท่านั้น กระบวนการผลิตแต่ละสถานีงานแสดงดังรูปที่ 3.3



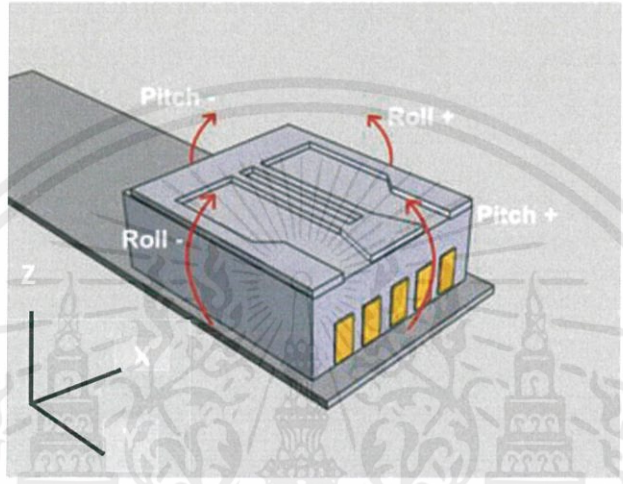
รูปที่ 3.3 กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาสภาพปัจจุบันและการรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน

การบิดตัวตามแนวยาว คือ การเปลี่ยนแปลงมุมของหัวอ่านเขียนในระนาบแกน x และการกระดกตัว คือ การเปลี่ยนแปลงมุมของหัวอ่านเขียนในระนาบแกน y ดังรูปที่ 3.4 การที่หัวอ่านเขียนหนึ่งจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้น จะต้องมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวที่เหมาะสม โดยค่าดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามข้อกำหนดของแต่ละผลิตภัณฑ์

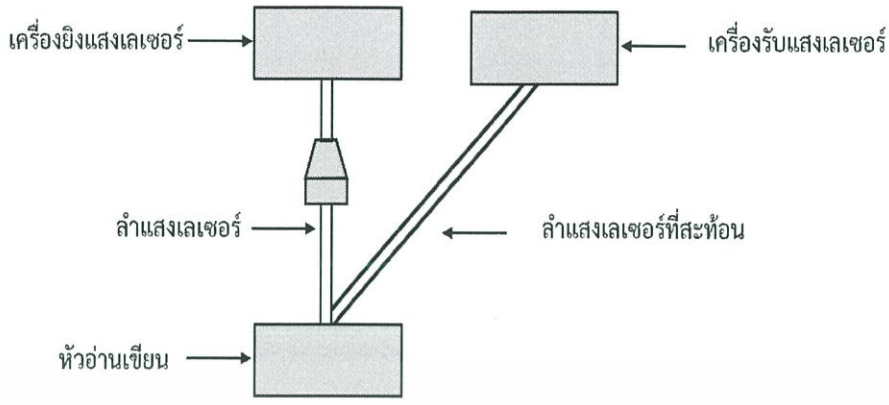


รูปที่ 3.4 การบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน

3.2.2 กระบวนการวัดค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน

กระบวนการผลิตในส่วนของ BOLA มีกระบวนการสำหรับวัดค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน หากค่าดังกล่าวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้ เครื่องจักรจะทำการดัดให้ใกล้เคียงค่าเป้าหมายมากที่สุด กระบวนการวัดและดัดนี้ทำงานโดย เครื่อง Laser Static Attitude Adjust Machine (Laser SAAM) หลักการทำงานของเครื่อง คือ ใช้ลำแสงเลเซอร์ยิงไปตกกระทบบริเวณ Gimbal Struck ของหัวอ่านเขียน ลำแสงเลเซอร์จะสะท้อนกลับไปที่เครื่องรับแสงเลเซอร์เพื่ออ่านค่าแสงที่ตกกระทบ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 จากนั้นจะคำนวณค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนแสดงผลเป็นค่ามุมการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว มีหน่วยเป็น องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 หลักการทำงานภายในเครื่อง Laser SAAM

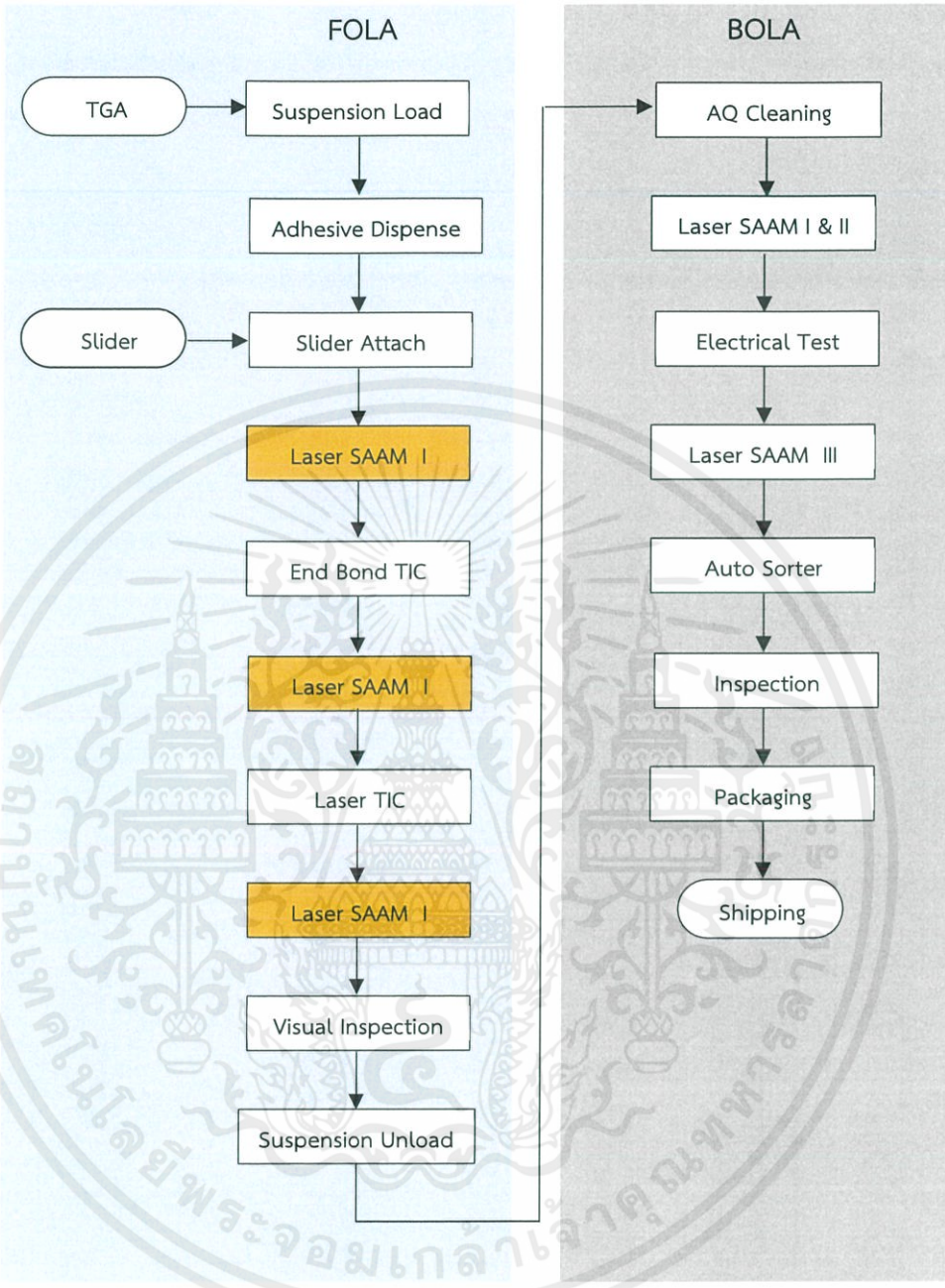
ก่อนเริ่มกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนในแต่ละรอบการผลิต จะมีการทดลองผลิตชิ้นงานตัวอย่างก่อนจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการ ว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานหรือไม่ สำหรับกระบวนการวัดและดัดหากเครื่อง Laser SAAM อ่านได้ค่าผิดปกติ เครื่องจะต้องได้รับการปรับแก้ให้สามารถอ่านค่าได้ถูกต้องก่อนที่จะเริ่มการผลิตจริง วิธีการนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าเครื่องวัดมีความเที่ยงตรงและแม่นยำ

3.2.3 การรวบรวมข้อมูล

ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป เมื่อถูกนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ กำหนดช่วงของความเปลี่ยนแปลงที่ยอมรับได้จากกระบวนการ คือ ±10% แต่จากข้อมูลที่มีอยู่ดังตารางที่ 1.1 พบว่า กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกินช่วงที่ยอมรับได้ ทำให้หัวอ่านเขียนต้องผ่านกระบวนการดัดสูงถึง 99% ดังนั้น การศึกษาเพื่อลดการดัดชิ้นงานที่มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้นี้ จึงต้องรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวในแต่ละกระบวนการ เมื่อนำมาวิเคราะห์ว่ากระบวนการผลิตขั้นตอนใดส่งผลให้ค่าดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุดและดำเนินการแก้ไขปัญหาที่กระบวนการนั้น

ผู้จัดทำได้ออกแบบกระบวนการที่ใช้ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR โดยเพิ่มขั้นตอนการวัดค่าหัวอ่านเขียนด้วยเครื่อง Laser SAAM ภายหลังกระบวนการ Slider Attach, End Bond TIC และ Laser TIC โดยกำหนดให้เครื่องทำการวัดค่าเท่านั้น และเมื่อเข้าสู่กระบวนการ BOLA เครื่องจะทำการวัดหัวอ่านเขียนที่กระบวนการ Laser SAAM I และทำการดัดที่กระบวนการ Laser SAAM II ตามกระบวนการผลิตปกติ

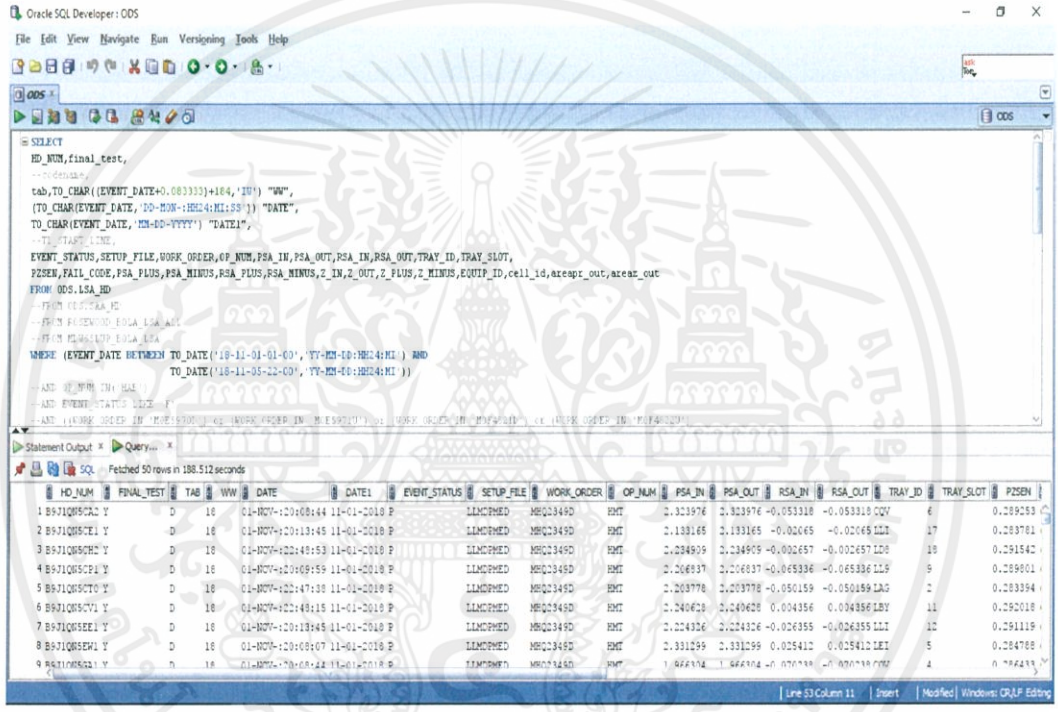
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 กระบวนการที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการในรูปที่ 3.6 ได้มีการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่มีข้อกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาวเท่ากับ 0.00 ± 0.52 องศา และค่าการกระดกตัว เท่ากับ 2.63 ± 0.72 องศา จากการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 มีหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ในรอบการผลิตทั้งหมด 554 ตัว แบ่งเป็น หัวอ่านเขียนด้านล่าง (Tab Down) 263 ตัว และหัวอ่านเขียนด้านบน (Tab Up) 291 ตัว ผู้จัดทำกำหนดให้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 0.25 องศา ระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ช่วงความเชื่อมั่น เท่ากับ 90% ค่าเฉลี่ยจะผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 องศา (E) นำมาคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลหัวอ่านเขียนได้เท่ากับ 25 ตัวอย่าง

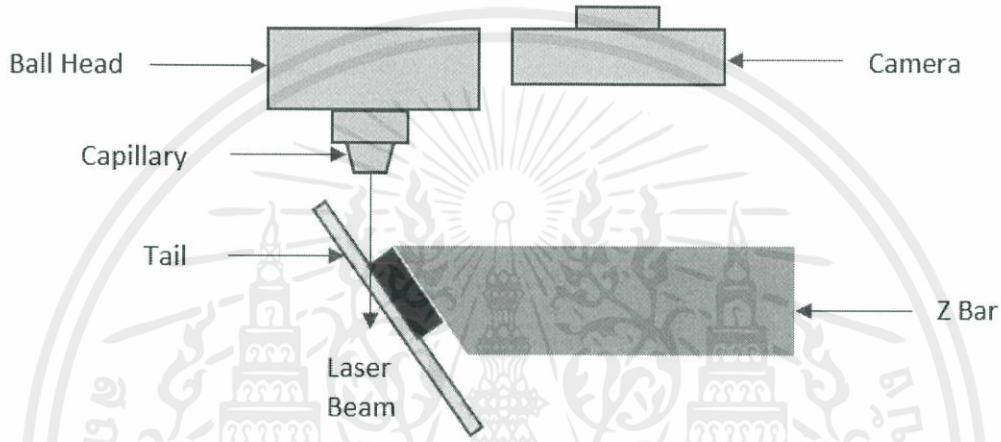


รูปที่ 3.7 โปรแกรม Oracle SQL Developer

เนื่องจากกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนของโรงงาน ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทั้งหมดในสายการผลิต ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตต่างๆจึงถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรม Oracle SQL Developer ดังรูปที่ 3.7 เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลดังกล่าวออกมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นผู้วิจัยใช้โปรแกรม Excel ในการจำแนกและจัดเรียงข้อมูลเพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

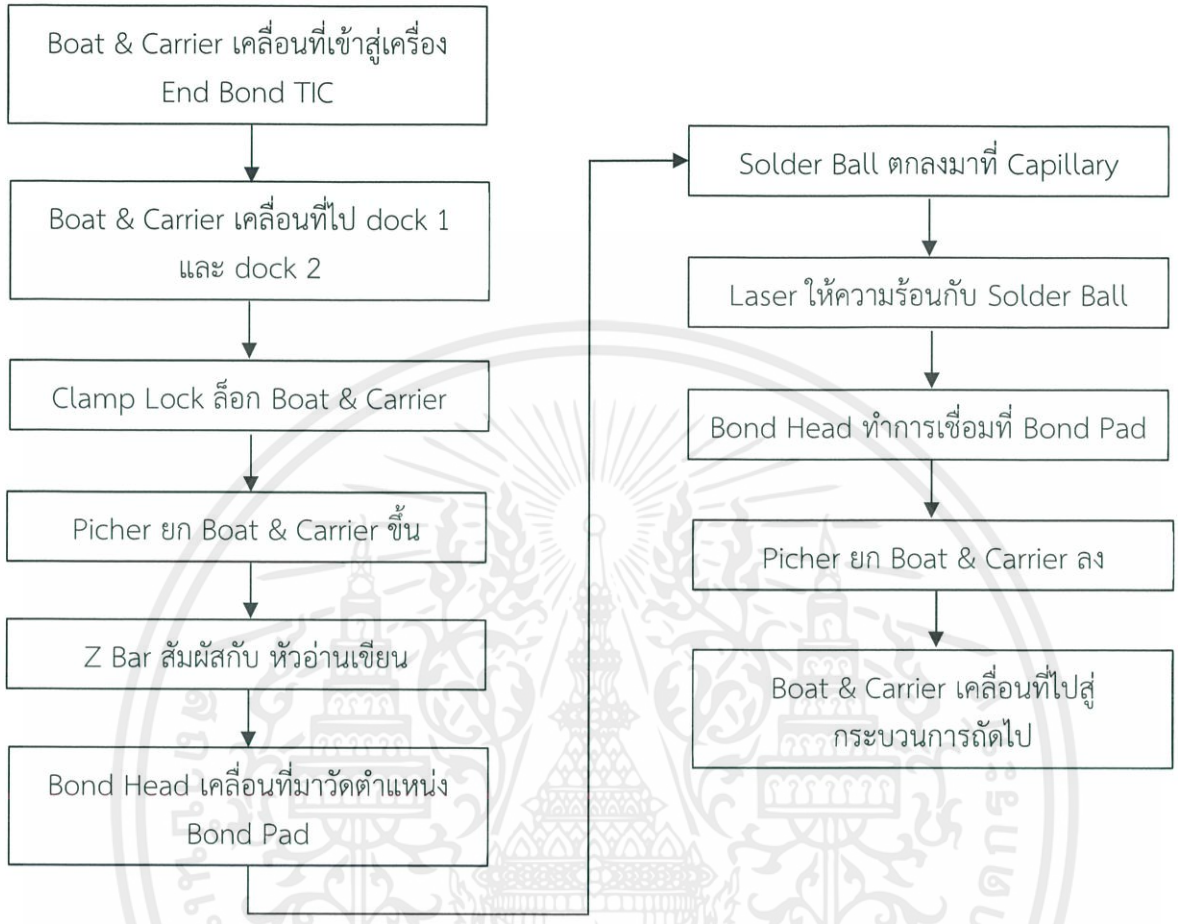
ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR จะถูกนำมาสร้างแผนภาพกล่องเพื่อวิเคราะห์หากระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหา จากแผนภาพกล่องทำให้ทราบว่ากระบวนการ End Bond TIC เป็นกระบวนการที่ส่งผลต่อค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวมากที่สุด ผู้วิจัยจึงศึกษาที่กระบวนการ End Bond TIC อย่างละเอียด (Micro Mapping) ทั้งส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักร และขั้นตอนการทำงานภายในกระบวนการ โดยศึกษาข้อมูลจากคู่มือการทำงาน และสอบถามจากบุคลากรผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรดังกล่าวเพื่อหาสาเหตุต้นตอของปัญหา



รูปที่ 3.8 ส่วนประกอบภายในเครื่อง End bond TIC

ในกระบวนการผลิต การลำเลียงหัวอ่านเขียนของกระบวนการใน FOLA หัวอ่านเขียนจะถูกบรรจุลงบน Carrier ซึ่งบรรจุหัวอ่านเขียนได้ Carrier ละ 10 ตัว มี Boat รองรับ Carrier ไว้เพื่อให้ไหลไปตามสายพานลำเลียงเข้าสู่กระบวนการต่างๆ จากรูปที่ 3.8 ภายในเครื่อง End Bond TIC ถูกแบ่งสถานีงานออกเป็น 2 สถานี คือ Dock 1 และ Dock 2 เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตต่อชั่วโมงให้สูงขึ้น ขั้นตอนการทำงานภายในกระบวนการ End Bond TIC แสดงดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

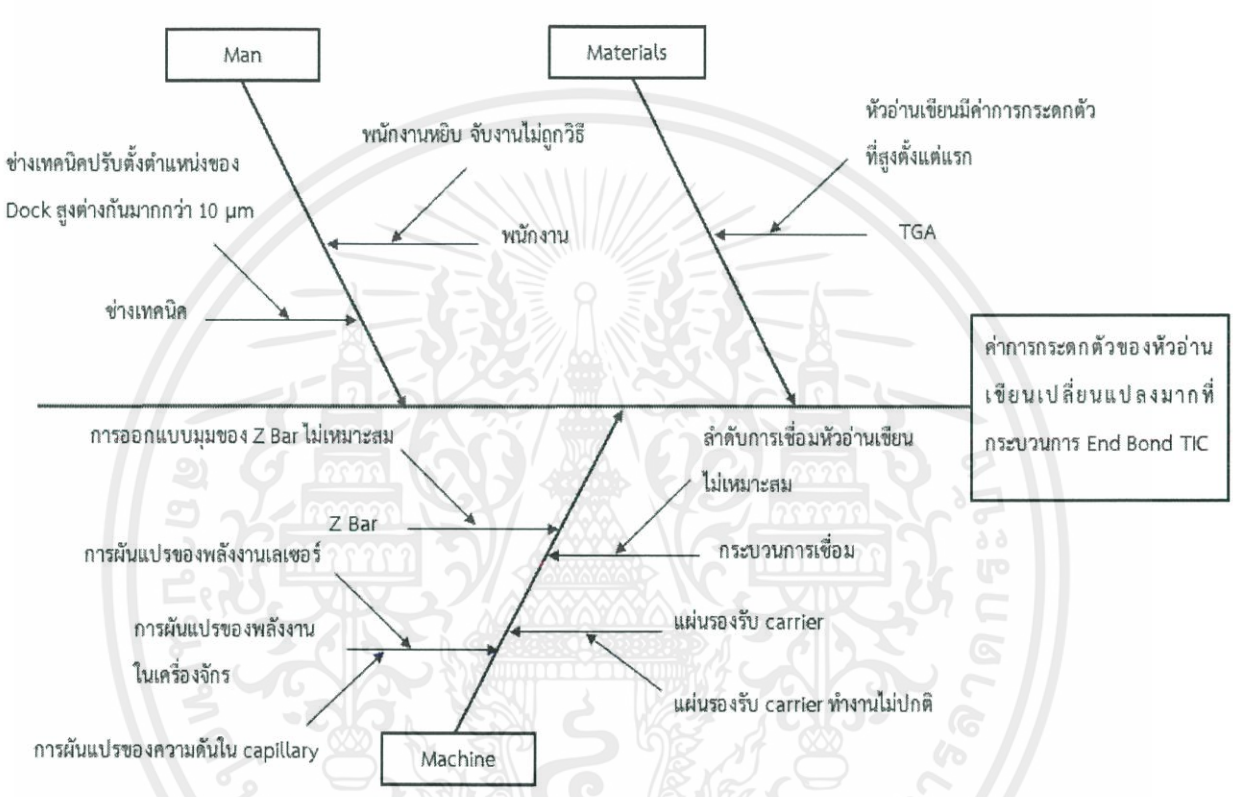


รูปที่ 3.9 Micro Mapping ในกระบวนการ End Bond TIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

ภายหลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ End Bond TIC อย่างละเอียดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการระดมสมองกับทีม และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องจักร จัดทำแผนผังสาเหตุและผลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงมากที่กระบวนการ End Bond TIC



รูปที่ 3.10 Fishbone Diagram ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากรูปที่ 3.10 แผนผังสาเหตุและผล มีปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยเกี่ยวกับพนักงาน ปัจจัยเกี่ยวกับวัสดุ และปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักร โดยผู้วิจัยได้ระดมสมองกับทีมผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงมากที่กระบวนการ End Bond TIC ได้ผลดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ปัจจัยเกี่ยวกับคน (Man)

พนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตของโรงงาน ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จะต้องผ่านการอบรมและการทดสอบรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จึงจะสามารถปฏิบัติงานได้ พนักงานแต่ละคนจึงมีความรู้เกี่ยวกับสถานีงานของตนเองเป็นอย่างดี

3.3.2 ปัจจัยเกี่ยวกับวัสดุ (Materials)

TGA ที่ใช้ในกระบวนการผลิตถูกสั่งซื้อจากบริษัทคู่ค้า ซึ่ง TGA ที่จัดซื้อเข้ามานี้ถูกกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวไว้ ผู้วิจัยจึงได้นำ TGA ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุหรือไม่ ผลจากห้องปฏิบัติการสรุปได้ว่า TGA ที่จัดซื้อเข้ามาเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุ

3.3.3 ปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักร (Machine)

เครื่องจักรในกระบวนการ End Bond TIC สามารถแบ่งปัจจัยสำคัญได้เป็น 5 ปัจจัยที่สามารถก่อให้เกิดปัญหาได้ คือ ขนาดมุมของ Z Bar, ลำดับการเชื่อม, การทำงานของแผ่นรองรับ Carrier, การผันแปรของความดันใน Capillary และการผันแปรของพลังงานของเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม

3.3.3.1 ขนาดมุมของ Z Bar

Z Bar เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่อง End Bond TIC ถูกออกแบบให้มีความลาดเอียงเพื่อรองรับหัวอ่านเขียนให้เกิดมุมที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อม

3.3.3.2 ลำดับการเชื่อม (Ball Sequence)

การกำหนดลำดับการเชื่อมมีหลากหลายรูปแบบ แต่ในทุกๆรูปแบบจะถูกกำหนดให้ทำการเชื่อมที่ Bond Pad ตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายก่อนเสมอ เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมจะทำให้หัวอ่านเขียนเกิดการโก่งตัวซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวได้ การกำหนดลำดับการเชื่อมที่ Bond Pad ตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายก่อนจึงเป็นการกระจายความร้อนและสามารถป้องกันไม่ให้หัวอ่านเขียนเกิดการโก่งตัว ส่วนลำดับการเชื่อมในตำแหน่งถัดไปจะถูกกำหนดตามความเหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์

3.3.3.3 การทำงานของแผ่นรองรับ Carrier

แผ่นรองรับ Carrier มีหน้าที่รองรับและยก Carrier ขึ้นไปสัมผัสกับ Z Bar เพื่อให้มุมของหัวอ่านเขียนมีค่าที่เหมาะสมสำหรับทำการเชื่อม โดยปกติแผ่นรองรับจะยก Carrier ขึ้นด้วยความเร็วและมุมค่าหนึ่งซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว แต่หากแผ่นรองรับทำงานไม่ปกติ Carrier จะถูกยกขึ้นด้วยความเร็วและมุมที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้หัวอ่านเขียนมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 การผันแปรของความดันใน Capillary (Feed pressure variation)

Feed pressure คือ ความดันลมที่ปล่อยออกมาใน Capillary เพื่อผลักดันให้ Solder Ball หลุดออกจากปลาย Capillary มาเชื่อมกับ Bond pad ของหัวอ่านเขียน หาก Feed pressure นี้มีความผันแปรมาก ความดันที่ถูกส่งออกมาในแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน ทำให้ Solder Ball ไปกระทบกับ Bond Pad ด้วยความแรงที่ต่างกัน ส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลง

3.3.3.5 การผันแปรของพลังงานเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม (Laser energy variation)

Solder Ball ที่ใช้สำหรับการเชื่อมจะถูกหลอมละลายด้วยพลังงานเลเซอร์ โดยเครื่อง End bond TIC จะปล่อยพลังงานเลเซอร์ที่มีพลังงานความร้อนค่าหนึ่งไปหลอมละลาย Solder Ball เพื่อใช้ในการเชื่อม โดยการสร้างและปล่อยพลังงานเลเซอร์ในแต่ละครั้ง อาจเกิดความผันแปรขึ้นได้ ทำให้บริเวณ Bond Pad ของหัวอ่านเขียนได้รับความร้อนที่ไม่เท่ากัน อาจเกิดการสะสมความร้อน ส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงไปได้

จากงานวิจัยของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ในอดีตที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน หลังผ่านกระบวนการเชื่อม ระบุว่าปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรเป็นปัจจัยที่ส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงไปของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนมากกว่าปัจจัยเกี่ยวกับคนและวัสดุ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการผลิตได้ ผู้วิจัยจึงเลือกปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรมาทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการวิเคราะห์อาการและความบกพร่องของผลกระทบ (Failure Mode of Effect Analysis : FMEA) และหลักการของพาเรโตเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การกำหนดสาเหตุของปัญหา

ผู้วิจัยนำรายละเอียดของปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการ FMEA และ Pareto Diagram เพื่อกำหนดสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก รายละเอียดเป็นดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ด้วยหลักการวิเคราะห์อาการและความบกพร่องของผลกระทบ (FMEA)

จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการ FMEA ผู้วิจัยทำการระดมสมองกับทีมผู้เชี่ยวชาญจัดทำตาราง FMEA และให้คะแนนแต่ละสาเหตุตามระดับความรุนแรงที่ส่งผลต่อปัญหาของสาเหตุนั้นๆ ภายหลังจัดทำตารางผู้วิจัยได้สาเหตุที่ส่งผลกระทบกับปัญหามากที่สุด 2 สาเหตุคือ มุมของ Z Bar ที่ไม่เหมาะสม และการผันแปรของพลังงานเลเซอร์

3.4.2 การวิเคราะห์ด้วยหลักการพาเรโต (Pareto Diagram)

คะแนนที่ได้จากตาราง FMEA ถูกนำมาวิเคราะห์ตามกฎ 80-20 ของหลักการพาเรโตและสร้าง Pareto Diagram เพื่อทำให้มั่นใจว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวเป็นสาเหตุที่ส่งผลกับปัญหามากที่สุด โดยภายหลังจากผู้วิจัยวิเคราะห์ด้วยหลักการพาเรโตแล้ว พบว่าการที่มุมของ Z Bar ที่ไม่เหมาะสม และมีการผันแปรของพลังงานเลเซอร์ เป็นสองสาเหตุที่ส่งผลกับปัญหาสูงถึงร้อยละ 94 จากสาเหตุของปัญหาทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในบทที่ 4 นี้เป็นผลการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้เก็บข้อมูล ศึกษากระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน และนำข้อมูลจากการศึกษามาออกแบบการทดลอง จัดทำเป็นตารางการทดลองปรับปรุงกระบวนการเชื่อมของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR เพื่อนำไปสู่การลดการเปลี่ยนแปลงค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวภายหลังกระบวนการ End Bond TIC และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียน รายละเอียดเป็นดังต่อไปนี้

4.1 การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัว ผู้จัดทำต้องทำการเก็บข้อมูลจากหัวอ่านเขียนกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง ซึ่งจำนวนดังกล่าวต้องมีค่าที่เหมาะสมที่จะแทนประชากรนั้นๆ เพื่อทำให้การรวบรวมข้อมูลในการทดลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้จัดทำได้กำหนดค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณไว้ในหัวข้อที่ 3.2.3 ในบทที่ 3 สำหรับวิธีการคำนวณเป็นดังนี้

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{E}\right)^2 \quad (4.1)$$

$$n = \left(\frac{1.96(0.25)}{0.1}\right)^2$$

$$n = 24.01 \approx 25$$

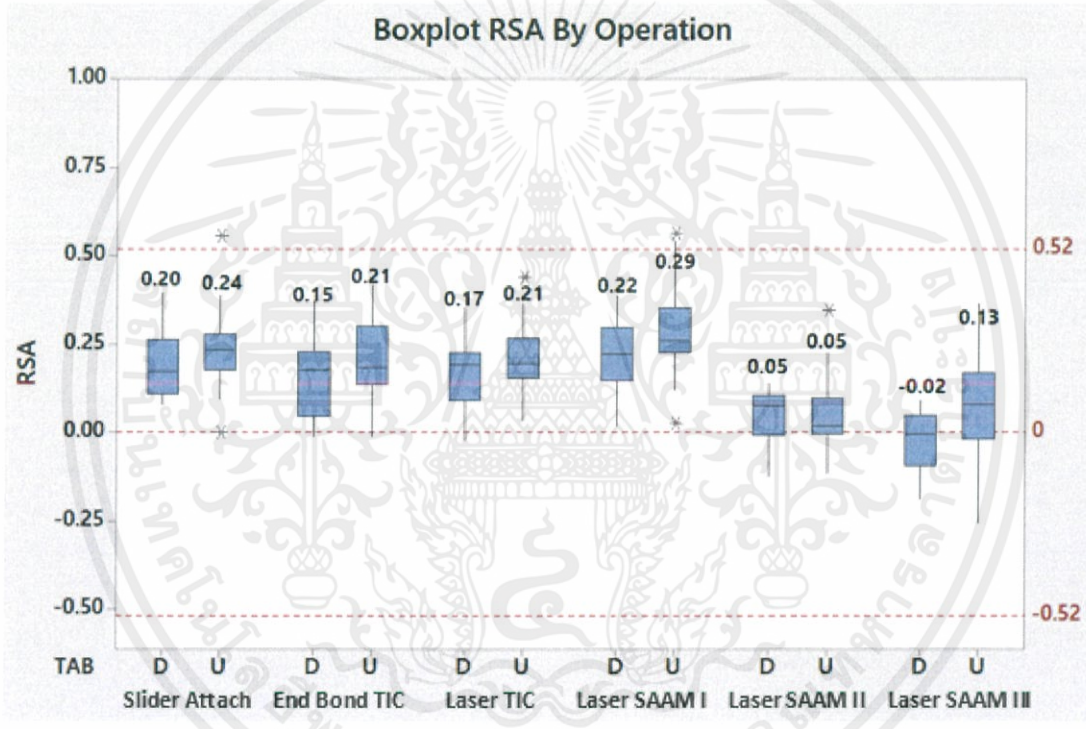
เมื่อต้องการระดับความเชื่อมั่น 90% และค่าเฉลี่ยผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 องศา ต้องเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหัวอ่านเขียนจำนวนอย่างน้อย 25 ตัว จึงจะสามารถเป็นตัวแทนของประชากรหัวอ่านเขียนทั้งหมดได้ แต่ในกระบวนการผลิตหากต้องการนำงานไปวัดค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวที่เครื่อง Laser SAAM จะต้องบรรจุหัวอ่านเขียนลงใน BOLA Tray ซึ่งบรรจุได้ไม้ละ 20 ตัวและต้องบรรจุเต็มไม้ ผู้จัดทำจึงเลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ตัว บรรจุลงใน BOLA Tray 2 ไม้ แบ่งเป็น หัวอ่านเขียนตัวล่าง (Tab Down) จำนวน 20 ตัว และ หัวอ่านเขียนตัวบน (Tab Up) จำนวน 20 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลจากการเก็บข้อมูล

หลังจากหัวอ่านเขียนกลุ่มตัวอย่างถูกผลิตตามกระบวนการที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวที่ผู้จัดทำออกแบบไว้แล้ว ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม Oracle SQL Developer รวบรวมข้อมูลการผลิตของหัวอ่านเขียนกลุ่มตัวอย่างจากฐานข้อมูลและใช้โปรแกรม Excel จำแนกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการสร้างแผนภาพกล่อง (Box and Whisker Plot) ด้วยโปรแกรม Minitab ผลจากการเก็บข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาว



รูปที่ 4.1 กราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวในแต่ละกระบวนการ

จากรูปที่ 4.1 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR ตั้งแต่กระบวนการ Slider Attach จนถึง กระบวนการ Laser SAAM I มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงใกล้เคียงกัน เมื่อถึงกระบวนการ Laser SAAM II หัวอ่านเขียนที่มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวออกนอกช่วงที่กำหนดจะถูกดัดให้ค่ากลับมาอยู่ในช่วงที่กำหนด ส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวที่กระบวนการ Laser SAAM II เป็นต้นไป มีค่าใกล้เคียงกับ 0 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

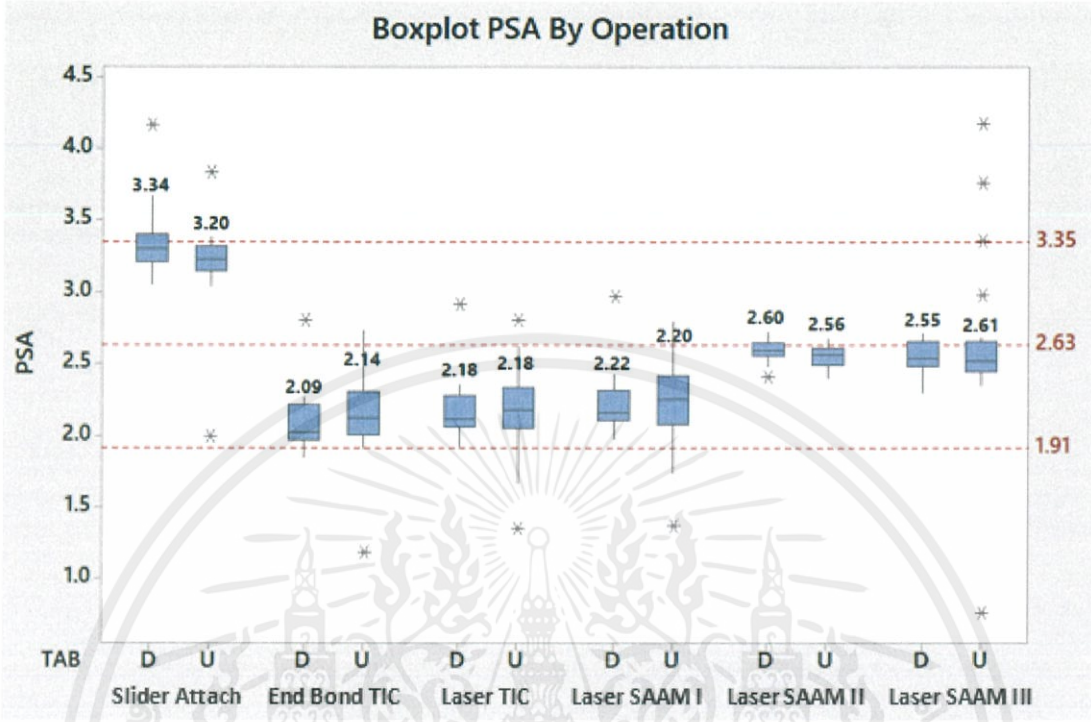
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561

กระบวนการ	ชนิด	จำนวน (ตัว)	ค่าเฉลี่ย (องศา)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (องศา)
Slider Attach	Down	20	0.1987	0.1028
	Up	20	0.2423	0.1142
End Bond TIC	Down	20	0.1541	0.1106
	Up	20	0.2111	0.1096
Laser TIC	Down	20	0.1714	0.1129
	Up	20	0.2148	0.0995
Laser SAAM I	Down	20	0.2154	0.1023
	Up	20	0.2873	0.1331
Laser SAAM II	Down	20	0.0523	0.0700
	Up	20	0.0489	0.0973
Laser SAAM III	Down	20	-0.0214	0.0808
	Up	20	0.1295	0.3452

จากตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของค่าการบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียนทั้ง Tab Down และ Tab Up ตั้งแต่กระบวนการ Slider Attach จนถึง กระบวนการ Laser SAAM I มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับ 0 องศา ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาวของหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR ดังนั้น ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวในแต่ละกระบวนการนี้จึงไม่สามารถระบุได้ว่ากระบวนการใดส่งผลให้ค่าดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการกระดกตัว



รูปที่ 4.2 กราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าการกระดกตัวในแต่ละกระบวนการ

จากรูปที่ 4.2 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก ระหว่างกระบวนการ Slider Attach และ กระบวนการ End Bond TIC เห็นได้จากที่กระบวนการ Slider Attach แผนภาพกล่องแสดงค่าการกระดกตัวเข้าใกล้ 3.35 องศา ซึ่งเป็น Upper limit ขณะที่กระบวนการ End Bond TIC แผนภาพกล่องแสดงการกระดกตัวมีค่าเข้าใกล้ 1.91 องศา ซึ่งเป็น Lower Limit ภายหลังจากกระบวนการ End Bond TIC เป็นต้นไป แผนภาพกล่องมีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน เมื่อถึงกระบวนการ Laser SAAM II หัวอ่านเขียนที่มีค่าการกระดกตัวออกนอกช่วงที่กำหนดจะถูกดัดให้ค่ากลับมาอยู่ในช่วงที่กำหนด ส่งผลให้ค่าการกระดกตัวที่กระบวนการ Laser SAAM II เป็นต้นไป มีค่าใกล้เคียง 2.63 องศา ซึ่งเป็นค่าเป้าหมายของค่าการกระดกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR ที่ผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561

กระบวนการ	ชนิด	จำนวน (ตัว)	ค่าเฉลี่ย (องศา)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (องศา)
Slider Attach	Down	20	3.3429	0.2378
	Up	20	3.2018	0.3080
End Bond TIC	Down	20	2.0889	0.2107
	Up	20	2.1382	0.2911
Laser TIC	Down	20	2.1815	0.2069
	Up	20	2.1755	0.3090
Laser SAAM I	Down	20	2.2204	0.2109
	Up	20	2.2043	0.3111
Laser SAAM II	Down	20	2.5973	0.0745
	Up	20	2.5559	0.0726
Laser SAAM III	Down	20	2.5471	0.1094
	Up	20	2.6140	0.6090

จากตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน ทั้ง Tab Down และ Tab Up มีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างชัดเจนจาก 3.3429 องศา และ 3.2018 องศา ในกระบวนการ Slider Attach ไปเป็น 2.0889 องศา และ 2.1382 องศา ในกระบวนการ End Bond TIC ในขณะที่กระบวนการอื่นๆ ค่าเฉลี่ยของการกระดกตัวมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน ดังนั้น ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าการกระดกตัวในแต่ละกระบวนการนี้จึงระบุได้ว่าระหว่างกระบวนการ Slider Attach และ End Bond TIC ส่งผลให้ค่าดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด

กระบวนการที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าการกระดกตัว ผู้จัดทำกำหนดให้ทำการวัดค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนภายหลังจากผ่านกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน ดังนั้นค่าเฉลี่ยการกระดกตัวที่กระบวนการ Slider Attach คือ ค่าเฉลี่ยการกระดกตัวหลังผ่านกระบวนการ Slider Attach หรือค่าเฉลี่ยการกระดกตัวก่อนเข้าสู่กระบวนการ End Bond TIC และ ค่าเฉลี่ยการกระดกตัวที่กระบวนการ End Bond TIC คือ ค่าเฉลี่ยการกระดกตัวหลังผ่านกระบวนการ End Bond TIC หรือ ค่าเฉลี่ยการกระดกตัวก่อนเข้าสู่กระบวนการ Laser TIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการกระดกตัวก่อนและหลังกระบวนการ End Bond TIC

ชนิดของหัวอ่านเขียน	ค่าเฉลี่ยการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน (องศา)		ค่าความแตกต่าง (องศา)
	ก่อนกระบวนการ End Bond TIC	หลังกระบวนการ End Bond TIC	
Tab Down	3.34	2.09	1.25
Tab Up	3.20	2.14	1.06

จากตารางที่ 4.3 หัวอ่านเขียน Tab Down และ Tab Up มีค่าความแตกต่างก่อนและหลังกระบวนการ End Bond TIC เท่ากับ 1.25 องศา และ 1.06 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงที่สูงมากสำหรับหัวอ่านเขียน จึงสรุปได้ว่ากระบวนการ End Bond TIC ส่งผลให้ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR เปลี่ยนแปลงมากที่สุด ผู้จัดทำจึงเลือกศึกษากระบวนการ End Bond TIC เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงที่กระบวนการดังกล่าว

เมื่อทราบสาเหตุว่า กระบวนการ End Bond TIC ทำให้เกิดปัญหาขึ้น ผู้จัดทำได้นำแนวคิดลีน (Lean) ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) และ การเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา เนื่องจากเมื่อหัวอ่านเขียนในกระบวนการผลิตมีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้ หัวอ่านเขียนดังกล่าวจะถูกนำไปเข้ากระบวนการดัดที่เครื่อง Laser SAAM ซึ่งถือเป็นการทำงานที่ไม่เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ (Non-Value added) และยังเป็นกระบวนการส่วนเกินที่สามารถตัดออกไปได้ (Over Processing) ถ้าหากกระบวนการผลิตสามารถผลิตหัวอ่านเขียนให้ได้คุณภาพดีตั้งแต่ต้น คือ มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวอยู่ในช่วงที่กำหนด หัวอ่านเขียนจะไม่ต้องเข้าสู่กระบวนการดัด ทำให้เครื่อง Laser SAAM มีชั่วโมงการทำงานสำหรับวัดชิ้นงานเพิ่มขึ้น ทำให้เครื่องจักรที่มีสามารถรองรับปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้โดยไม่ต้องจัดซื้อเครื่องจักรใหม่ สอดคล้องกับหลักการ Productivity ที่มีเครื่องจักร (Input) จำนวนเท่าเดิมแต่สามารถผลิตหัวอ่านเขียน (Output) เพิ่มมากขึ้น

จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญ จัดทำแผนผังสาเหตุและผลเพื่อเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหามากที่สุด หลังจากจัดทำแผนภูมิสาเหตุและผลแล้ว ผู้จัดทำได้เลือกปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรมาศึกษาเพื่อหาสาเหตุต้นตอที่ทำให้หัวอ่านเขียน ชนิด MHTHAMR มีค่าการกระดกตัวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การหาสาเหตุของปัญหาจากการวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบ

ผู้จัดทำนำปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรในกระบวนการ End Bond TIC จากแผนผังสาเหตุและผลมาวิเคราะห์ โดยใช้หลักการวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) เพื่อหาข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหามากที่สุด ผู้จัดทำได้ทำการระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญ รวมไปถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดังกล่าว เพื่อจัดทำตาราง FMEA กำหนดลักษณะของข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น วิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องนั้น ตลอดจนผลกระทบที่มีโอกาสเกิดขึ้น และประเมินค่าความเสี่ยง (Risk)

ในการประเมินค่าความเสี่ยง ผู้จัดทำให้ผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการ End Bond TIC เป็นผู้ประเมินความเสี่ยงของข้อบกพร่องต่างๆ สำหรับเกณฑ์ในการประเมินที่ใช้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

หัวข้อ	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง (คะแนน)				
	10	8	5	3	1
ความรุนแรง (Severity)	เกิดอันตรายต่อความปลอดภัยของพนักงานโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) จะมีค่าการกระดกตัว ออกนอกช่วงที่ยอมรับได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วนจะมีค่าการกระดกตัว ออกนอกช่วงที่ยอมรับได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วนจะมีค่าการกระดกตัว ออกนอกช่วงที่ยอมรับได้	ไม่มีผลกระทบใดๆต่อผลิตภัณฑ์
โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence)	เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	เกิดข้อบกพร่องบ่อย	เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย
ความสามารถในการตรวจจับ (Detection)	ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ	มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้	มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	มีระบบควบคุมและมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบของเครื่อง End Bond TIC

กระบวนการ	ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	SEV	สาเหตุของข้อบกพร่อง	OCCUR	การป้องกันในปัจจุบัน	DETEC	RPN
ชิ้นส่วนของเครื่องจักร	มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสม	ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลง	8	Z Bar เกิดการสึกหรอ	3	ไม่มีการควบคุม	10	240
	ตัวรองรับยกขึ้นแบบผิดปกติ	ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไป	5	นอตยึดหลวม	3	การบำรุงรักษา	1	15
Bond Head	กำหนดลำดับในการเชื่อมไม่เหมาะสม	ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไป	8	กำหนดลำดับในการเชื่อมไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน	1	คู่มือมาตรฐานของชิ้นงาน	1	8
การผันแปรของพลังงานภายในเครื่องจักร	การผันแปรของพลังงานเลเซอร์	ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไป	5	เครื่องจักรปล่อยพลังงานเลเซอร์ไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง	8	การทดลองผลิตชิ้นงานก่อนเริ่มกระบวนการผลิต	5	200
	การผันแปรของความดัน	ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไป	5	ความดันตก	1	Regulator meter	1	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นที่มีค่า Risk Priority Number (RPN) สูงกว่าข้อบกพร่องอื่นๆ มี 2 ข้อบกพร่อง คือ มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสม และ การผันแปรของพลังงานเลเซอร์ ซึ่งมีค่า RPN เท่ากับ 240 และ 200 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดของ 2 ข้อบกพร่องดังกล่าวมีดังนี้

4.3.1 มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสม

จากที่ผู้จัดทำได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ว่า Z Bar เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่อง End Bond TIC ซึ่งถูกออกแบบให้มีความลาดเอียงเพื่อรองรับหัวอ่านเขียนให้เกิดมุมที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อม เมื่อมุมของ Z Bar ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ Z Bar มีมุมไม่เหมาะสม เนื่องจาก Z Bar สึกหรอจากการใช้งานเป็นเวลานาน โดยทางบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) กำหนดวิธีการบำรุงรักษาและอายุการใช้งานของ Z Bar ไว้ เมื่อใช้งานจนครบกำหนดจะทำการเปลี่ยนอันใหม่ แต่ในบางสายการผลิตไม่ได้มีการผลิตหัวอ่านเขียนตลอดเวลา (Mass Production) เช่น สายการผลิต MHT ทำให้ไม่สามารถทำนายอายุการใช้งานของ Z Bar ได้ เมื่อครบกำหนดจึงไม่ได้เปลี่ยนอันใหม่ บางครั้งฝ่ายซ่อมบำรุงจะทราบว่า Z Bar สึกหรอจากการใช้งานเป็นเวลานานก็ต่อเมื่อทำการผลิตหัวอ่านเขียนแล้วค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวผิดปกติ แต่โอกาสเกิดกรณีดังกล่าวมีค่อนข้างน้อย แม้ไม่มีการควบคุมก็ไม่ได้ส่งผลกับกระบวนการผลิตมากนัก

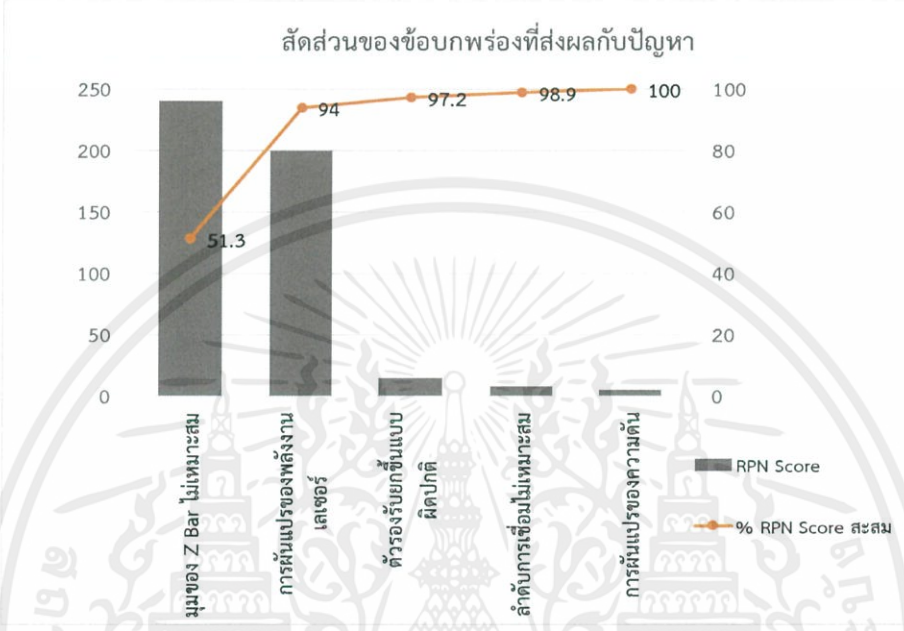
4.3.2 การผันแปรของพลังงานเลเซอร์

ในการผลิตหัวอ่านเขียนที่การกระบวนการ End Bond TIC พลังงานเลเซอร์จะถูกยิงไปที่ Bond Pad ซึ่งในการยิงแต่ละครั้ง เครื่องจะยิงพลังงานเลเซอร์ที่ไม่เท่ากันแต่อยู่ในช่วงความผันแปรที่กำหนดไว้ หากค่าพลังงานเลเซอร์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานถูกกำหนดค่าไว้สูง และเครื่องจักรยิงพลังงานเลเซอร์ในช่วงที่สูงติดต่อกันหลายๆครั้ง Bond Pad ของหัวอ่านเขียนจะเกิดการสะสมความร้อนและโก่งตัว ส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ในการป้องกันความผันแปรดังกล่าวก่อนเริ่มกระบวนการผลิตจึงต้องทำการทดลองผลิตชิ้นงานก่อน (Buyoff) เพื่อตรวจสอบการปล่อยพลังงานเลเซอร์ของเครื่องจักรว่าผิดปกติหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์สัดส่วนของข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหา

หลังจากวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบของเครื่อง End Bond TIC แล้ว ผู้จัดทำได้นำคะแนน RPN จากตารางดังกล่าวมาจัดทำแผนภูมิพาเรโต เพื่อหาว่าแต่ละข้อบกพร่องส่งผลกับปัญหาหลักเป็นสัดส่วนเท่าใด



รูปที่ 4.3 แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหา

จากรูปที่ 4.3 พบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องที่มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสมและการผันแปรของพลังงานเลเซอร์ ส่งผลกับปัญหาทำให้เปอร์เซ็นต์สะสมสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์จากสาเหตุข้อบกพร่องทั้งหมด เป็นไปตามหลักการ 80 – 20 ของพาเรโต ผู้จัดทำจึงเลือกสาเหตุข้อบกพร่องทั้งสองนี้มาศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตารางการทดลอง เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน ภายหลังกระบวนการ End Bond TIC

ภายหลังจากผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบของทั้ง 2 ข้อบกพร่องแล้ว ผู้จัดทำได้ทำการระดมสมองกับทีมผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เนื่องจากสาเหตุข้อบกพร่องที่เกิดจาก Z Bar สึกหรอทำให้มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสมมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย และการแก้ไขปัญหาเป็นเรื่องของการจัดทำระบบบำรุงรักษาให้รัดกุมซึ่งเป็นหน้าที่ของฝ่ายซ่อมบำรุง ผู้จัดทำจึงได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญว่า ควรศึกษาเพิ่มเติมเรื่องมุมของ Z Bar ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันว่าส่งผลอย่างไรกับค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียน โดยทำการศึกษาจากงานวิจัยในอดีตที่หลายๆฝ่ายเคยทำการวิจัยไว้ นำเอาความรู้ดังกล่าวมาออกแบบการทดลองกับผลิตภัณฑ์ MHTHAMR ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัท เพื่อเป็นแนวทางการทดลองปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่านเขียนต่อไป

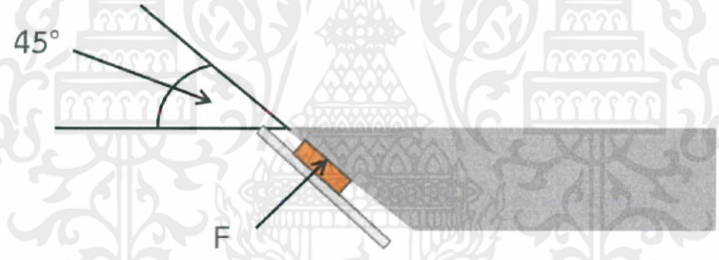
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาสาเหตุต้นตอของปัญหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบการทดลอง

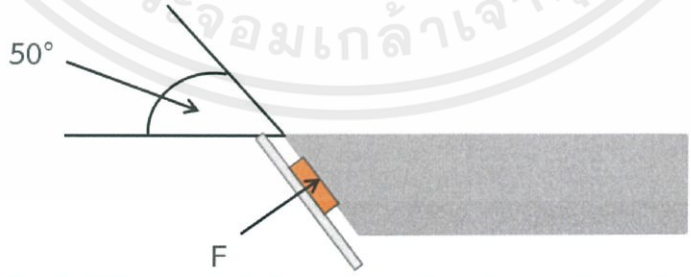
4.5.1 มุมของ Z Bar

ผู้จัดทำได้ศึกษางานวิจัยในอดีตของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) เกี่ยวกับการออกแบบมุมของ Z Bar ที่ใช้ในเครื่อง End Bond TIC พบว่าในอดีตเคยใช้ Z Bar ที่มีมุม 45 องศา และได้เปลี่ยนมาใช้มุม 50 องศา งานวิจัยดังกล่าวได้ทดลองผลิตหัวอ่านเขียนจำนวนหนึ่งกับ Z Bar ที่มีมุม 45 องศา และ 50 องศา ผลการทดลองพบว่ากลุ่มหัวอ่านเขียนที่ผลิตด้วย Z Bar ที่มีมุมขนาด 50 องศา มีค่าการกระดกตัวที่เปลี่ยนแปลงหลังกระบวนการ End Bond TICน้อยกว่ากลุ่มหัวอ่านเขียนที่ผลิตด้วย Z Bar ที่มีมุม 45 องศา ส่วนค่าการบิดตัวตามแนวยาวของทั้ง 2 ค่ามุม มีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน จากงานวิจัยดังกล่าวทำให้บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ได้เปลี่ยนมาใช้ Z Bar ที่มีมุมขนาด 50 องศา

หลังจากผู้จัดทำศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยข้างต้น สามารถสรุปว่า มุมของ Z Bar ที่มากขึ้นจะทำให้หัวอ่านเขียนมีค่าการกระดกตัวที่เปลี่ยนแปลงภายหลังกระบวนการ End Bond TIC ลดลง เนื่องจากมุมของ Z Bar ที่มากขึ้น ทำให้ Z Bar กดหัวอ่านเขียนระหว่างกระบวนการเชื่อมลดลง ทำให้การดีดตัวกลับหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเชื่อมของหัวอ่านเขียนมีค่าลดลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 Z Bar ขนาดมุม 45 องศาที่เคยใช้ในการผลิตในอดีต



รูปที่ 4.5 Z Bar ขนาดมุม 50 องศาที่ใช้ในการผลิตในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การผันแปรของพลังงานเลเซอร์

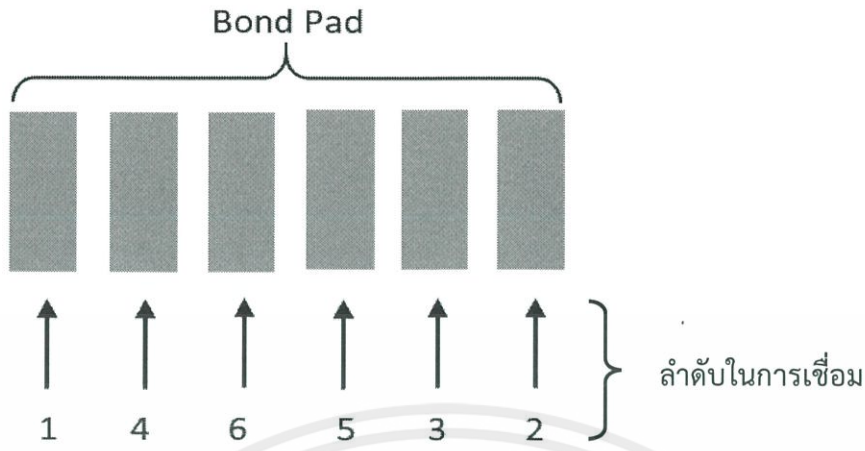
ในกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนที่กระบวนการเชื่อม จะมีข้อกำหนดของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการเชื่อมแตกต่างกันไปตามมาตรฐานของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยมีฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ปรับตั้งค่า และโปรแกรมที่ใช้ ตัวแปรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมของกระบวนการ End Bond TIC มีดังต่อไปนี้

1. Laser current
   คือ ปริมาณในการจ่ายกระแสของพลังงานเลเซอร์ มีหน่วยเป็น มิลลิแอมแปร์ (mA)
2. Laser energy
   คือ พลังงานเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม มีหน่วยเป็น มิลลิจูล (mJ)
3. Laser pulse width
   คือ เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการจ่ายกระแสของพลังงานเลเซอร์ มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที (ms)

ผู้จัดทำศึกษางานวิจัยในอดีตของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) เกี่ยวกับการผันแปรของพลังงานเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม พบว่าจากงานวิจัยได้มีการทดลองผลิตหัวอ่านเขียนแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง โดยแต่ละชุดจะปรับตั้งค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อมแตกต่างกันไป ผู้ทดลองคำนวณ Laser energy ที่ใช้ จากโปรแกรมคำนวณเฉพาะของทางบริษัท โปรแกรมดังกล่าวจะแสดงแผนภูมิช่วงของพลังงานเลเซอร์ซึ่งผู้ทดลองต้องทำการคำนวณหาจุดที่เหมาะสมของช่วงพลังงาน โดยการกำหนด Laser current และ Laser pulse width ทั้ง 2 ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่ผกผันกันหาก Laser current ที่ใช้มีค่าสูง Laser pulse width จะต้องมีค่าต่ำ ทั้งนี้การปรับตั้งตัวแปรทั้งสองต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

ตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ผู้ทดลองกำหนดคือ Ball Sequence โดยทั้ง 3 ชุดการทดลองใช้ Ball Sequence รูปแบบเดียวกัน คือ เชื่อม Bond Pad ตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายก่อน ส่วนลำดับถัดไปจะสลับกันไปจนครบ ดังแสดงในรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 Ball Sequence ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.6 การทดลองเกี่ยวกับการผันแปรของพลังจากเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อม

การทดลอง	Laser energy (mJ)	Laser current (mA)	Laser pulse width (ms)	Ball Sequence
ชุดที่ 1	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	1-4-6-5-3-2
ชุดที่ 2	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	
ชุดที่ 3	ต่ำ	ต่ำ	สูง	

หมายเหตุ ค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดลองดังกล่าวเป็นข้อมูลที่เป็นความลับของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ผู้จัดทำจึงระบุค่าตัวแปรต่างๆได้เป็นช่วง สูง ปานกลาง และต่ำ เท่านั้น

จากตารางที่ 4.6 ผู้ทดลองกำหนด Laser energy ที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 3 ช่วง คือ ชุดการทดลองที่ 1 ใช้ช่วงของ Laser energy ที่อยู่ในระดับปานกลาง ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ใช้ช่วงของ Laser energy ที่ต่ำ แต่ทั้งสองชุดการทดลองแตกต่างกันที่การเลือกใช้ค่า Laser current และค่า Laser pulse width โดยผลการทดลองผลิตหัวอ่านเขียนทั้ง 3 ชุดการทดลองนี้สรุปว่า ชุดการทดลองที่ 3 ให้ผลการเปลี่ยนแปลงค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวที่น้อยกว่า ชุดการทดลองที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองดังกล่าว ผู้จัดทำสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่า ชุดการทดลองที่ 3 ที่ใช้ช่วงของ Laser energy ต่ำ จากการกำหนดค่า Laser current ที่ต่ำ และค่า Laser pulse width ที่สูง ทำให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนเปลี่ยนแปลงไปน้อยกว่าการใช้ช่วงของ Laser energy สูง ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการกำหนดค่า Laser current ที่ต่ำ และค่า Laser pulse width ที่สูง ทำให้ระหว่างการเชื่อมพลังงานเลเซอร์ที่ถูกปล่อยออกมามีพลังงานและความร้อนที่เหมาะสม อีกทั้งยังมีระยะเวลาในการปล่อยพลังงานที่นานมากขึ้น ทำให้ไม่เกิดการสะสมความร้อนของ Bond Pad ระหว่างการเชื่อม หัวอ่านเขียนจึงไม่เกิดการโก่งตัวค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวนั้นจึงเปลี่ยนแปลงน้อยภายหลังกระบวนการ End Bond TIC

ผู้จัดทำได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหามากที่สุด 2 ข้อบกพร่อง คือ มุมของ Z Bar ไม่เหมาะสมและการผันแปรของพลังงานเลเซอร์ สามารถสรุปได้ว่าการออกแบบมุมของ Z Bar ให้มีมุมมากขึ้น และการใช้ช่วงของพลังงานเลเซอร์ที่ต่ำ จะส่งผลให้ค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงไปน้อย ผู้จัดทำจึงออกแบบตารางการทดลองสำหรับหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR โดยการกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการ End Bond TIC ซึ่งตารางการทดลองแสดงในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ภายหลังจากผู้จัดทำได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมากแล้วนั้น ผู้จัดทำสามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานศึกษาหาสาเหตุต้นตอของปัญหา หัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR มีค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก ผู้จัดทำได้เก็บข้อมูลหัวอ่านเขียนที่ผลิตตามกระบวนการที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวที่ผู้จัดทำออกแบบไว้ พบว่า กระบวนการ End Bond TIC เป็นกระบวนการที่ส่งผลให้เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญจัดทำแผนผังสาเหตุและผล เพื่อเลือกปัจจัยที่ส่งผลกับปัญหามากที่สุด จากการวิเคราะห์แผนผังสาเหตุและผล ได้ว่าปัจจัยเกี่ยวกับเครื่องจักรเป็นปัจจัยที่ส่งผลกับการเปลี่ยนแปลงไปของค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนมากกว่าปัจจัยอื่น

ผู้จัดทำจึงทำการศึกษากระบวนการ End Bond TIC อย่างละเอียด ทั้งส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักร และขั้นตอนการทำงานภายในกระบวนการ นำรายละเอียดที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยหลักการวิเคราะห์อาการบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และวิเคราะห์สัดส่วนของข้อบกพร่องที่ส่งผลกับปัญหาตามหลักของพาเรโต พบว่าการที่มุมของ Z Bar ที่ใช้มีค่าไม่เหมาะสม และการที่พลังงานเลเซอร์ที่ใช้ในการเชื่อมมีค่าสูง เป็นข้อบกพร่องของกระบวนการที่มีเปอร์เซ็นต์สะสมให้เกิดปัญหาสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์จากสาเหตุข้อบกพร่องทั้งหมด ผู้จัดทำจึงศึกษาจากงานวิจัยในอดีตของ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) เกี่ยวกับ 2 ข้อบกพร่องดังกล่าว เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบการทดลองในอนาคต

หลังจากศึกษางานวิจัย พบว่าหากมุมของ Z Bar ที่ใช้มีขนาดมุมที่มากขึ้นจะทำให้ค่าการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้ Z Bar ที่มีขนาดมุมน้อย และการใช้ช่วงของพลังงานเลเซอร์ในการเชื่อมที่ต่ำจะทำให้ค่าการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการใช้ช่วงของพลังงานเลเซอร์ที่สูง ผู้จัดทำนำเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยมาออกแบบการทดลอง ดังตารางที่ 5.1 เป็นแบบแผนไว้ให้บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ทำการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาในอนาคต โดยนำค่าตัวแปรจากตารางดังกล่าวมาปรับตั้งตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อมให้เหมาะสมกับหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR เพื่อแก้ไขปัญหาค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวออกนอกช่วงที่ยอมรับได้เป็นจำนวนมาก และเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่านเขียนให้สอดคล้องกับแนวความคิดลีน และความสูญเปล่าที่บริษัทกำลังดำเนินการอยู่ อีกทั้งสามารถเพิ่ม Productivity ของเครื่องจักร เพื่อรองรับปริมาณความต้องการหัวอ่านเขียนที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 แนวทางการปรับปรุงในอนาคต

1. แนวทางการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาที่กระบวนการ End Bond TIC

ผู้จัดทำได้ออกแบบตารางการทดลองโดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ คำนวณค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากตัวแปรแต่ละตัวจะส่งผลกับลักษณะทางกายภาพ ค่าทางไฟฟ้าและค่าความน่าเชื่อถือของหัวอ่านเขียน จึงต้องใช้โปรแกรมเฉพาะของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ในการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ สำหรับตารางการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาที่กระบวนการ End Bond TIC

การทดลอง	มุมของ Z Bar (องศา)	พลังงานเลเซอร์ (mJ)	Laser current (mA)	Pulse width (mS)	ผลการทดลองที่คาดหวัง	ผลการทดลอง
ชุดควบคุม	50°	3.XX	1,7XX	1.XX	-	-
ชุดที่ 1	50°	ต่ำกว่า 3.XX	1,7XX	ต่ำกว่า 1.XX	ค่าการกระดกตัวผิดพลาดจากค่าเป้าหมายลดลง	อยู่ระหว่างดำเนินการ
ชุดที่ 2	50°	ต่ำกว่า 3.XX	1,3XX	สูงกว่า 1.XX	ค่าการกระดกตัวผิดพลาดจากค่าเป้าหมายลดลง	อยู่ระหว่างดำเนินการ
ชุดที่ 3	50°	สูงกว่า 3.XX	2,2XX	ต่ำกว่า 1.XX	ค่าการกระดกตัวผิดพลาดจากค่าเป้าหมายเพิ่มขึ้น	อยู่ระหว่างดำเนินการ
ชุดที่ 4	50°	สูงกว่า 3.XX	1,7XX	สูงกว่า 1.XX	ค่าการกระดกตัวผิดพลาดจากค่าเป้าหมายเพิ่มขึ้น	อยู่ระหว่างดำเนินการ

หมายเหตุ ค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดลองดังกล่าวเป็นข้อมูลที่เป็นความลับของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) ผู้จัดทำจึงไม่สามารถระบุตัวเลขทั้งหมดลงในตารางได้

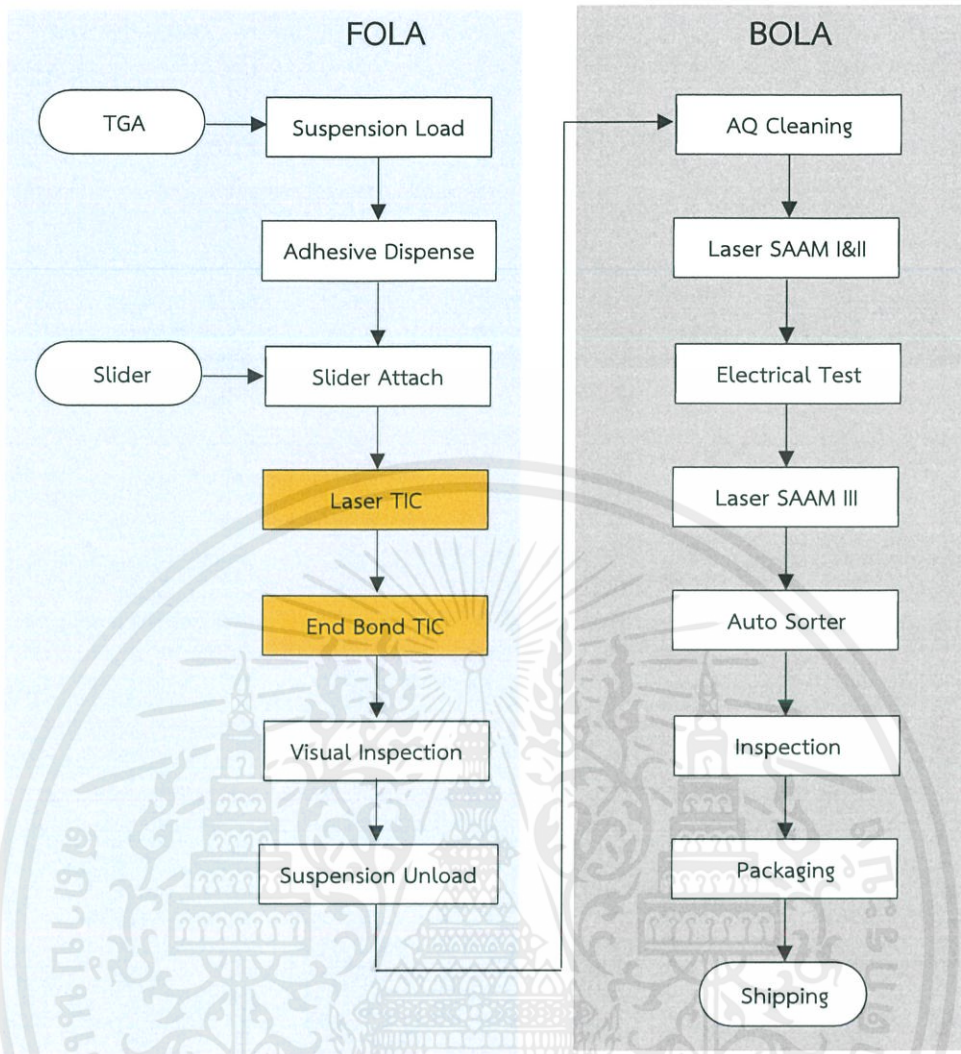
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.1 ผู้จัดทำได้กำหนดผลการทดลองที่คาดหวังจากความรู้ที่ได้รับในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงคาดหวังว่าผลการทดลองชุดที่ 1 และ 2 จะทำให้ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนผิดพลาดจากค่าเป้าหมายน้อยกว่าการทดลองชุดควบคุม (ชุดที่ใช้ในการผลิตปัจจุบัน) เนื่องจากทั้ง 2 ชุดการทดลองใช้ช่วงของ Laser energy ที่ต่ำกว่าชุดควบคุม และผู้จัดทำคาดหวังว่าผลการทดลองชุดที่ 3 และ 4 จะทำให้ค่าการกระดกตัวของหัวอ่านเขียนผิดพลาดจากค่าเป้าหมายมากกว่าการทดลองชุดควบคุม เนื่องจากทั้ง 2 ชุดการทดลอง ใช้ช่วงของ Laser energy ที่สูงกว่า สาเหตุที่ผู้จัดทำไม่สามารถดำเนินการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลองได้ เนื่องจากการทดลองดังกล่าวต้องปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อมของเครื่อง End Bond TIC ซึ่งอาจกระทบต่อกระบวนการผลิตปกติ อีกทั้งช่วงเวลาที่ผู้จัดทำดำเนินการศึกษา เป็นเดือนพฤศจิกายน 2561 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่บริษัทมีปริมาณการผลิตหัวอ่านเขียนในปริมาณมาก การทดลองดังกล่าวจึงไม่สามารถดำเนินการทดลองได้

2. เปลี่ยนลำดับการผลิตหัวอ่านเขียนชนิด MHTHAMR

จากเดิมกระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนเป็นดังรูปที่ 3.3 ในบทที่ 3 ผู้จัดทำมีแนวความคิดว่า หากเปลี่ยนลำดับการผลิต โดยให้หัวอ่านเขียนเข้าสู่กระบวนการ Laser TIC ก่อน จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการ End Bond TIC อาจทำให้ค่าการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงลดลง เนื่องจาก 2 กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการเชื่อมที่แตกต่างกันเพียงตำแหน่งในการเชื่อมเท่านั้น และจากการระดมสมองกับผู้เชี่ยวชาญพบว่าการเปลี่ยนลำดับการผลิตตามกระบวนการผลิตดังรูปที่ 5.1 จะไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ ค่าทางไฟฟ้าและค่าความน่าเชื่อถือของหัวอ่านเขียน กระบวนการนี้จึงเป็นกระบวนการผลิตที่สามารถดำเนินการได้ ทั้งนี้ต้องนำมาศึกษาถึงผลกระทบในด้านอื่นๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 กระบวนการผลิตหัวอ่านเขียนที่เปลี่ยนลำดับกระบวนการเชื่อม

3. การออกแบบมุมของ Z Bar ใหม่

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตผู้จัดทำพบว่า มุมของ Z Bar ที่ใช้ถ้ามีขนาดมุมที่มากขึ้นจะทำให้ค่าการกระดกตัวเปลี่ยนแปลงน้อย จึงควรออกแบบขนาดมุมของ Z Bar ที่ใช้ให้มีขนาดมุมมากกว่าที่ใช้อยู่เดิม (50 องศา) และมุมดังกล่าวต้องเป็นมุมที่เหมาะสม ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเชื่อมของหัวอ่านเขียน

4. การปรับค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของ TGA

ทำการปรับข้อกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาวและการกระดกตัวของแกนหัวอ่านเขียน (TGA) ใหม่จากเดิมที่มีข้อกำหนดค่าการบิดตัวตามแนวยาวเท่ากับ 0 องศา และค่าการกระดกตัว เท่ากับ 2.76 องศา โดยข้อกำหนดของ TGA แบบใหม่นี้ ต้องถูกออกแบบโดยมีการชดเชยความผันแปรในกระบวนการผลิตของบริษัทไว้แล้ว แนวทางการปรับปรุงนี้เป็นการแก้ไขปัญหาที่ผู้ผลิต TGA ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ควรเกิดขึ้นเมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตของบริษัทได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ท้อป, 2552.

[2] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. หลักการควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.

[3] สิทธิพร พิมพ์สกุล. การจัดการการปฏิบัติการและโซ่อุปทาน. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย, 2560.

[4] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยาและพงศน์ชนัน เหลืองไพบูลย์. สถิติวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ท้อป, 2559.

[5] ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร. สถิติสำหรับวิศวกร. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2559.

[6] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

[7] Seagate Technology LLC. Driven to Innovative.,2561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้