บทที่ 8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 บทนำ

งานวิจัยได้นำเสนอการประยุกต์ใช้แนวทางการปรับปรุงคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า มาใช้ในการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยดำเนินการผ่าน 4 ขั้นตอนอย่างเป็นระบบคือ การวัดเพื่อกำหนดปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงกระบวนการ และการควบคุมกระบวนการ ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติเพื่อแก้ไขที่สาเหตุที่แท้จริงของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในแต่ละเครื่องจักร จนสามารถลดความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้

8.2 บทสรุปการวัดเพื่อกำหนดปัญหา

เนื่องจากข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นข้อมูลที่แตกต่างกัน จึงต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการหาว่าข้อมูลมีลักษณะการกระจายตัวใกล้เคียงกับการกระจายตัวแบบใดมากที่สุด โดยนำข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องมาทำการพล็อตการกระจายตัว (Probability Plot) แล้วดูแนวโน้มว่าข้อมูลรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรมีการกระจายตัวเป็นเป็นแบบใด

ซึ่งจะทำการเลือกการกระจายตัวที่มาเปรียบเทียบทั้งหมด 12 รูปแบบ คือ การกระจายตัวแบบ Normal, Lognormal, 3 Parameter Lognormal, Exponential, 3 Parameter Exponential, Weibull, 3 Parameter Weibull, Gamma, 3 Parameter Gamma, Logistic, Loglogistic, 3 Parameter Loglogistic เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า Anderson-Darling (AD) Statistics ตามที่ Stephen ได้เขียนไว้ แล้วทำการเลือกรูปแบบการกระจายที่มีค่า AD มากที่สุดในแต่ละเครื่องจักรเพื่อทำการนำไปหาโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมีค่าเกิน 4.5 วินาที

เมื่อนำโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่า 4.5 วินาทีของทุกเครื่องจักรมาทำการพล็อตด้วยแผนผังพาเรโต จะพบว่าเครื่องจักรที่มีโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่า 4.5 วินาทีมากที่สุดคือเครื่อง TCI โดยมีโอกาสที่ 23.50% รองลงมาคือเครื่อง BDL โดยมีโอกาสที่ 22.60% และเครื่อง CS3 โดยมีโอกาสที่ 19.60% ตามลำดับ

เมื่อรู้ว่าเครื่อง TCI เป็นเครื่องที่มีโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่า 4.5 วินาทีมากที่สุดจึงเลือกที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงเป็นเครื่องแรก ซึ่งเริ่มจากการทำ

ผังแสดงเหตุและผลซึ่งเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของเป้าหมายที่ต้องการทำการปรับปรุงคือ ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตกับปัจจัยต่าง ๆ ในการระบุหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งกระทำโดยวิธีการระดมสมองจากกลุ่มคนที่มีความเชี่ยวชาญหรือคุ้นเคยในกระบวนการผลิตนั้น ๆ เมื่อได้ระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องประกอบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการวิเคราะห์ว่าสาเหตุใดมีผลกระทบต่อรอบเวลาการผลิต มีโอกาสการเกิดข้อผิดพลาดขึ้น และมีระบบตรวจจับความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

จากการวิเคราะห์หาความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาจาก FMEA ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI BDL และ CS3 สามารถสรุปเป็นค่า RPN สูงสุดดังนี้

จากการวิเคราะห์ FMEA ของเครื่องจักร TCI ทำให้สามารถสรุปว่าปัจจัยที่อาจจะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร TCI 5 อันดับแรกคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด
2. อิทธิพลเนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน
4. อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด
5. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

จากการวิเคราะห์ FMEA ของเครื่องจักร BDL ทำให้สามารถสรุปว่าปัจจัยที่อาจจะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร BDL 6 อันดับแรกคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
2. อิทธิพลเนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน
4. อิทธิพลเนื่องมาจากการลำเลียง RFID
5. อิทธิพลเนื่องมาจากผู้ผลิตฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
6. อิทธิพลเนื่องมาจากระบบอ่านบาร์โค้ด

จากการวิเคราะห์ FMEA ของเครื่องจักร CS3 ทำให้สามารถสรุปว่าปัจจัยที่อาจจะมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร CS3 5 อันดับแรกคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร
2. อิทธิพลเนื่องมาจากผู้ผลิตสกรู
3. อิทธิพลเนื่องมาจากสกรู Recycle
4. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งแรงลมในการดูดสกรูที่เหมาะสม
5. อิทธิพลเนื่องมาจากการลำเลียงสกรูเกิดการผิดพลาด

8.3 บทสรุปการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตัดสินใจซึ่งปราศจากข้อมูลทางสถิติ จะทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหานี้จึงมีความสำคัญอย่างมากที่ต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน เพื่อให้ค้นพบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

โดยปัจจัยที่เลือกมาทำการทดสอบสมมติฐานว่ามีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จะได้มาจากการทำ FMEA ซึ่งจะเลือกปัจจัยที่มีค่า RPN สูงสุดอันดับแรก ๆ มาทำการทดสอบสมมติฐานในขั้นถัดไป เพื่อที่จะแยกปัจจัยที่มีอิทธิพลและไม่มีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรออกจากกัน โดยปัจจัยของเครื่อง TCI ที่ถูกเลือกมาทดสอบสมมติฐานคือ คุณภาพของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร การสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ใช้จับฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และการตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล ส่วนปัจจัยของเครื่อง BDL ที่ถูกเลือกมาทดสอบสมมติฐานคือ คุณภาพของตะกร้าใส่ฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ความชำนาญของพนักงานควบคุมเครื่องจักร การสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ระบบลำเลียงRFID เครื่องอ่านแถบบาร์โค้ด และผู้ผลิตฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่แตกต่างกัน ส่วนปัจจัยของเครื่อง CS3 ที่ถูกเลือกมาทดสอบสมมติฐานคือ การสั่นสะเทือนของเครื่องจักร อิทธิพลเนื่องมาจากผู้ผลิตสกรู อิทธิพลเนื่องมาจากสกรู Recycle การตั้งแรงลมในการดูดสกรูที่เหมาะสม และการลำเลียงสกรูเกิดการผิดพลาด

เนื่องจากรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI เครื่อง BDL และเครื่อง CS3 ไม่ได้เป็นการกระจายแบบปกติ จึงต้องใช้การทดสอบแบบ Levene's Test ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ซึ่งถ้าค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรเนื่องมาจากปัจจัยที่ได้ทำการทดลอง แต่ถ้าค่า P-Value

ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่า 0.05 จะสามารถสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรเนื่องมาจากปัจจัยที่ได้ทำการทดลอง

ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบสมมติฐานว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI BDL และ CS3 ได้ดังนี้

อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI มีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากตะกร้าใส่ฝาปิด
2. อิทธิพลเนื่องมาจากวัสดุที่จับยึดฝาปิด
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งค่าของแขนกลตัวที่ 1

อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง BDL มีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน
2. อิทธิพลเนื่องมาจากการลำเลียง RFID TAG
3. อิทธิพลเนื่องมาจากระบบการอ่านบาร์โคด

อิทธิพลที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง CS3 มีด้วยกัน 3 ปัจจัยคือ

1. อิทธิพลเนื่องมาจากการสั่นสะเทือน
2. อิทธิพลเนื่องมาจากการตั้งแรงลมในการดูดสกรูที่เหมาะสม
3. อิทธิพลเนื่องมาจากการลำเลียงสกรูเกิดการผิดพลาด

8.4 บทสรุปการปรับปรุงกระบวนการ

เมื่อทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อกระทบต่อความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ได้ทำการเลือกมาปรับปรุงแล้ว ขั้นต่อไปคือการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหานั้น ๆ ในการที่จะปรับปรุงจำเป็นต้องอาศัยการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพื่อเป็นการยืนยันว่าการปรับปรุงแก้ไขสามารถลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นกับรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้จริงหรือไม่ โดยสามารถสรุปวิธีการปรับปรุงและการทดสอบสมมติฐานดังนี้

8.4.1 การปรับปรุงกระบวนการของเครื่อง TCI

1. การปรับปรุงคุณภาพของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยการเปลี่ยนกระบวนการผลิตจากเดิมจะทำการใส่ฝาปิดในตะกร้า แล้วนำตะกร้าใส่ฝาปิดมาทำการล้างและอบที่เครื่องล้างชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ต่อจากนั้นก็นำตะกร้ามาเข้าเครื่อง TCI เพื่อให้เครื่องหยิบฝาปิดไปประกอบ และเมื่อฝาปิดถูกนำไปประกอบจนหมดตะกร้า ตะกร้าเปล่าก็จะถูกลำเลียงไปใส่ฝาปิดกลุ่มใหม่ต่อไป ตะกร้าใส่ฝาปิดเมื่อถูกใช้งานไปหลายรอบก็เกิดการเสียรูป ทำให้ขนาดไม่ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งส่งผมต่อการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่อง โดยกระบวนการผลิตใหม่ที่ออกแบบเพื่อลดโอกาสที่ตะกร้าไม่ได้มาตรฐานเข้าไปทำงานในเครื่อง TCI โดยจะคัดเลือกตะกร้าที่ได้มาตรฐานไว้ที่หน้าเครื่อง TCI และจะทำการเปลี่ยนฝาปิดจากตะกร้าที่ออกจากเครื่องล้างมายังตะกร้าที่คัดเลือกไว้ที่อยู่หน้าเครื่อง อีกทั้งยังออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดขนาดของตะกร้าให้ได้มาตรฐาน และระบบการซ่อมบำรุงตะกร้า

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ที่จับยึดฝาปิด โดยกำหนดอายุการใช้งานของที่จับยึดฝาปิดที่เหมาะสม เนื่องจากที่จับยึดฝาปิดทำจากพลาสติก ทำให้เมื่อทำงานไประยะหนึ่งจะเกิดการเสื่อมสภาพ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาด เนื่องจากระบบการหยิบฝาปิดจะใช้ระบบสุญญากาศระหว่างอุปกรณ์ที่จับยึดกับพื้นผิวของฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ การหาอายุการใช้งานที่เหมาะสมโดยทำการเก็บข้อมูลรอบเวลาการ ณ การทำงานของวัสดุที่จับยึดที่อายุต่างกันคือ 1 วัน 4 วัน 7 วัน 10 วัน 13 วัน และ 16วัน แล้วนำมาพล็อตกราฟ Time series analysis เพื่อดูว่าแนวโน้มความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออายุวัสดุที่จับยึดฝาปิดเปลี่ยนแปลงไปที่เวลาต่าง ๆ โดยกราฟที่ได้จากการพล็อต ซึ่งสามารถประมาณการได้ว่าความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตเริ่มมากขึ้นเมื่ออายุการใช้งานมากกว่า 7 วัน จึงสามารถประมาณการได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานของวัสดุจับยึดชิ้นงานน่าจะน้อยลงหลังจากวันที่ 7 และควรจะทำการเปลี่ยน

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการกำหนดอายุการใช้งานของที่จับยึดฝาปิด ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3. การปรับปรุงการตั้งค่าการเคลื่อนที่ของแขนกลตัวที่ 1 โดยแขนกลตัวที่ 1 ทำหน้าที่ในการหยิบฝาปิดจากตะกร้าใส่ฝาปิดมาวางบนตำแหน่งปรับระยะ การปรับตั้งระยะการ

เคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะไม่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อความผิดพลาดของการหยิบจับฝาปิด ปัจจุบันแขนกลถูกตั้งค่ามาหยิบฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ตำแหน่งแรกด้วยระยะ 46.500 เซนติเมตร โดยจะทดลองตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ระยะต่าง ๆ คือ 46.575, 46.550, 46.525, 46.500, 46.475, 46.450 และ 46.425 เซนติเมตร แล้วทำการทดลองเพื่อหาความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของการตั้งค่าดังกล่าวทั้ง 7 ค่า แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิต โดยใช้วิธี Regression เพื่อหาระยะที่ดีที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต ซึ่งระยะการเคลื่อนที่ 46.475 เซนติเมตรเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการตั้งค่าการเคลื่อนที่เหมาะสมของแขนกลตัวที่ 1 ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปร่วนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง TCI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

8.4.2 การปรับปรุงกระบวนการของเครื่อง BDL

1. การปรับปรุงการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นกับเครื่อง BDL โดยมีค่าความสั่นสะเทือนที่วัดได้คือ ที่บริเวณจุดใส่ตะกร้ามีค่าเท่ากับ1.05 mm/sec และที่บริเวณจุดวางฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีค่าเท่ากับ 1.12 mm/sec ถือว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรขนาดเล็กด้วยกัน การสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นส่งผลต่อการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องจักรและความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักร จากการระดมความคิดและปรึกษาแผนกออกแบบเครื่องจักร ทางทีมงานได้ออกแบบอุปกรณ์ในการยึดขาตั้งเครื่องจักรเพื่อยึดเครื่องจักรให้ติดกับพื้น และได้ออกแบบคานที่ทำจากโลหะ เพื่อยึดตัวเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดความสั่นสะเทือนที่จะเกิดขึ้นกับเครื่อง BDL โดยหลังจากปรับปรุง สามารถวัดความสั่นสะเทือนบนเครื่อง BDL ที่ตำแหน่งจุดใส่ตะกร้าและจุดวางฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเท่ากับ 0.85 และ 0.90 mm/sec ตามลำดับ

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง BDL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการลำเลียง RFID ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทุกชนิดของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวนั้น ซึ่งจะถูกติดเข้ากับฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เครื่องจักรแรกคือ BDL และจะถูกส่งข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูลก่อนจะถูกถอดออกที่เครื่องจักร

สุดท้าย การลำเลียง RFID อาจจะเกิดการติดขัดไม่สามารถลำเลียงไปจนถึงจุดที่จะติดตั้งได้ ทำให้เกิดความล่าช้าในการติดตั้ง RFID บนฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งจะส่งผลต่อรอบเวลาการผลิต โดยการติดขัดที่เกิดขึ้นอันอาจจะเนื่องมาจาก เศษวัสดุที่อยู่บนรางลำเลียง ขนาดของ RFID ที่อาจจะมีความไม่สม่ำเสมอ เพื่อลดโอกาสในการติดขัดของการลำเลียง RFID ที่อาจจะเกิดขึ้นบนรางลำเลียง ทางทีมงานได้ระดมสมองและหาแนวทางแก้ไขโดยได้ติดตั้งท่อเป่าลม โดยลมจากท่อจะช่วยเป่าเศษวัสดุที่เป็นสิ่งกีดขวางต่อการลำเลียง RFID และแรงลมจะช่วยลดการติดขัดของ RFID กับรางให้น้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรซึ่งบางจังหวะจะต้องรอ RFID ถ้ายังลำเลียงมาไม่ถึงจุดที่จะติดตั้ง โดยระบบเป่าลมถูกได้ออกแบบและทำการติดตั้งเข้าไปในเครื่อง BDL

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการลำเลียง RFID ของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง BDL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการอ่านบาร์โคด กระบวนการหนึ่งของการทำงานของเครื่อง BDL ก็คือการอ่านบาร์โคดที่ถูกติดกับฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อที่จะระบุเลขลำดับและการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวนี้ เมื่อแถบบาร์โคดถูกติดกับฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแล้ว ก็จะต้องทำการอ่านแถบบาร์โคดด้วยเครื่องแสกน ซึ่งพบปัญหาว่า ความผิดพลาดหรือเวลาในการอ่านแถบบาร์โคดมีความแปรปรวน จากการปรึกษากับผู้ผลิตเครื่องอ่านบาร์โคดก็ได้ทำการเลือกเครื่องอ่านบาร์โคดอีกรุ่นหนึ่งมาทำการทดลองใช้กับเครื่อง BDL เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โคดรุ่นเก่าและใหม่ ซึ่งประสิทธิภาพการทำงาของเครื่องรุ่นใหม่ส่งผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง BDL ที่ลดลง

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบการอ่านบาร์โคดของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง BDL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

8.4.3 การปรับปรุงกระบวนการของเครื่อง CS3

1. จากการระดมความคิดและปรึกษาแผนกออกแบบเครื่องจักร ทางทีมงานได้ออกแบบอุปกรณ์ในการยึดขาตั้งเครื่องจักรเพื่อยึดเครื่องจักรให้ติดกับพื้น ซึ่งจะทำให้แรงสั่นสะเทือนของต่อเครื่อง CS3 ลดลง และได้ออกแบบคานที่ทำจากแสตนเลสสตีล เพื่อยึดตัวเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดความสั่นสะเทือนที่จะเกิดขึ้นกับ

เครื่อง CS3 โดยก่อนทำการปรับปรุงสามารถวัดความสั่นสะเทือนบนเครื่อง CS3 ที่ตำแหน่งจุดหยิบสกรูมีค่าเท่ากับ 0.81 mm/sec และที่บริเวณจุดไขสกรูมีค่าเท่ากับ 0.89 mm/sec ตามลำดับ และหลังจากปรับปรุง สามารถวัดความสั่นสะเทือนบนเครื่อง CS3 ที่ตำแหน่งจุดหยิบสกรูมีค่าเท่ากับ 0.71 mm/sec และที่บริเวณจุดไขสกรูมีค่าเท่ากับ 0.81 mm/sec ตามลำดับ

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง CS3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

2. แรงลมที่ใช้ในการดูดสกรูและปล่อยสกรูเพื่อทำการไข ก็เป็นส่วนสำคัญของการทำงานที่ผิดพลาดหรือ ได้รอบเวลาการผลิตตามค่าเป้าหมายหรือไม่ การที่ลมน้อยไปก็จะเกิดการตกของสกรูทำให้ต้องเสียเวลากลับมาหยิบสกรูตัวใหม่ ส่วนแรงลมที่แรงเกินไปก็จะทำให้ไขสกรูเวลานานขึ้น ดังนั้นการตั้งค่าแรงลมที่เหมาะสมก็จะช่วยให้การทำงานของเครื่องจักรเป็นไปตามค่าเป้าหมายที่กำหนด

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงการตั้งค่าแรงลมของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง CS3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3. สกรูที่ใช้ในการประกอบจะถูกเทใส่ในชุดลำเลียงสกรู แล้วสกรูจะถูกลำเลียงไปตามรางโดย แรงสั่นสะเทือน ในบางจังหวะการลำเลียงของสกรูเกิดการติดขัดในสายลำเลียงเป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรต้องเกิดการรอ ทำให้รอบเวลาการผลิตมากกว่าปกติ การออกแบบระบบเป่าลมเพื่อช่วยในการลำเลียงสกรู หรือลดเหตุการณ์ที่สกรูเกิดการติดขัดในสายลำเลียง ซึ่งย่อมส่งผลต่อการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง CS3

โดยผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Levene's Test ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงการลำเลียงสกรูของเครื่องจักร ด้วยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถสรุปได้ว่า ความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่อง CS3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

8.5 บทสรุปการควบคุมกระบวนการ

เมื่อสามารถระบุปัญหา หาสาเหตุของปัญหา หาแนวทางแก้ไขปัญหาและได้ถูกนำไปปฏิบัติแล้ว ขั้นตอนที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การป้องกันและควบคุมกระบวนการเพื่อไม่ให้

เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมา นั่นก็คือแนวทางในการป้องกันหรือควบคุมกระบวนการ เพื่อไม่ให้เกิดความแปรปรวนของรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ได้ทำการปรับปรุงไปแล้ว

โดยกำหนดการตรวจสอบเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการซ่อมบำรุงเชิงรักษา (Preventive Maintenance) ซึ่งทำ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เช่น การวัดขนาดของตะกร้าใส่ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเพื่อให้ได้มาตรฐาน การเปลี่ยนอุปกรณ์จับฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟทุก 7 วัน การวัดค่าความสั่นสะเทือนของเครื่อง BDL ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือไม่ การตรวจสอบระบบเป่าลมเข้าที่ราง RFID เป็นต้น

การนำแนวความคิดของ Real Time Monitoring System เพื่อช่วยในการควบคุมรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ได้นำถูกมาประยุกต์ใช้เพื่อให้พนักงานที่ดูแลเครื่องจักรและพนักงานฝ่ายผลิต ได้ใช้ข้อมูลในการเฝ้าระวังความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรได้ ซึ่งข้อมูลรอบเวลาการผลิตจะถูกแสดงผลผ่านระบบฐานข้อมูลของบริษัท โดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถดูข้อมูลได้แบบ Real Time จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

8.6 ประสิทธิภาพกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น

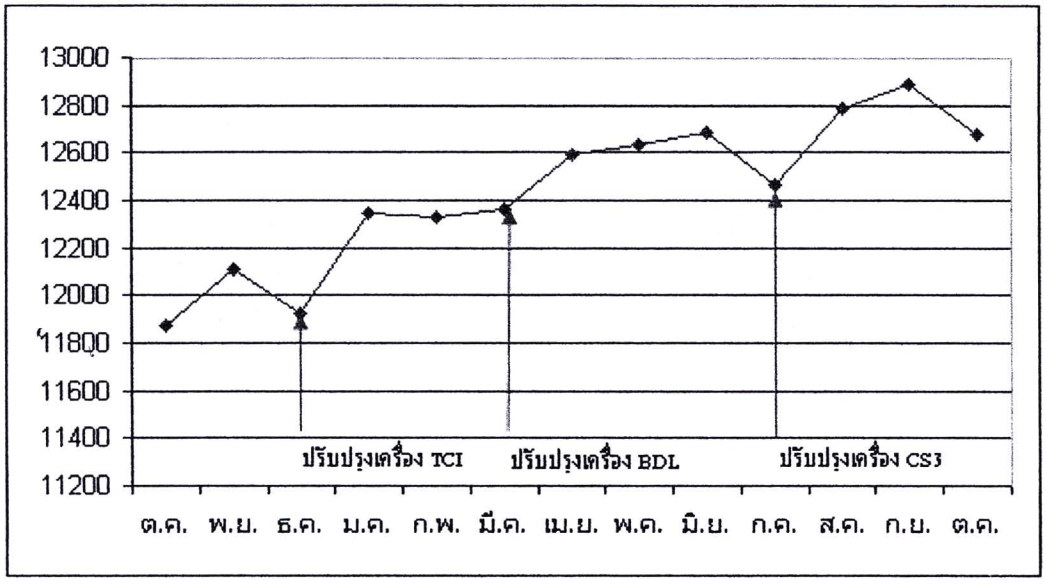
ผลจากการปรับปรุงกระบวนการของเครื่องจักรทั้งสามพบว่า เครื่อง TCI ก่อนปรับปรุงมีความแปรปรวนที่ 6.6952 ซึ่งหลังการปรับปรุงลดลงมาที่ 4.9482 สามารถปรับปรุงได้ 26.09% และเครื่อง BDL ก่อนปรับปรุงมีความแปรปรวนที่ 9.8641 ซึ่งหลังการปรับปรุงลดลงมาที่ 6.6792 สามารถปรับปรุงได้ 32.28% และเครื่อง CS3 การลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรทั้งสามเครื่อง สามารถเพิ่มจำนวนชิ้นงานที่ทำได้จากสายการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 6.78% ดังแสดงข้อมูลในรูปที่ 8.1 ซึ่งสามารถเปรียบเทียบเป็นต้นทุนที่ลดต่ำลงเป็นเงิน 67,800 เหรียญสหรัฐต่อปีต่อสายการประกอบที่ทำการปรับปรุง

2552			2553									
ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
11878	12112	11930	12349	12329	12369	12597	12637	12689	12465	12785	12892	12678

ปรับปรุงเครื่อง TCI

ปรับปรุงเครื่อง BDL

ปรับปรุงเครื่อง CS3



รูปที่ 8.1 แสดงแนวโน้มกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุง

8.7 ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. การเก็บข้อมูลจะต้องใช้เวลานานและจำนวนมาก และต้องพยายามควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้สามารถได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด

2. การปรับปรุงเครื่องจักรจะต้องใช้เวลานานเพราะต้องผ่านกระบวนการที่ออกแบบไว้ของบริษัท เช่น การแก้ไขแบบเครื่องจักร การจัดซื้อ เป็นต้น

3. การหาเวลาในการทดลองจะต้องมีผลกระทบกับยอดการผลิตซึ่งต้องรอให้กำลังการผลิตเหลือ ถึงจะสามารถทดลองได้

8.8 ข้อเสนอแนะ

1. สามารถลดความแปรปรวนของเครื่องจักรที่มีความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตมากกว่าค่าเป้าหมายในลำดับถัดไปเรื่อย ซึ่งจะส่งผลต่อกำลังการผลิตของสายการประกอบที่เพิ่มมากขึ้น

2. การออกแบบสายการประกอบควรคำนึงถึงความแปรปรวนของสายการประกอบที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้จำนวนงานที่ผลิตได้ลดลง ซึ่งสามารถลดความแปรปรวนนี้ได้โดยการใส่พื้นที่ว่างระหว่างเครื่องจักรเพื่อให้เก็บงานรอระหว่างกระบวนการ

3. จากงานวิจัยของตัวอย่างกรณีศึกษาที่สายประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ สามารถออกแบบแนวทางในการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตโดยแนวทางซิกซ์ ซิกม่า ได้ดังแสดงในรูปที่ 8.2

1. เก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตของทุกเครื่องจักรในสายการประกอบ

⇩

2. ทดสอบว่าข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมามีคุณสมบัติเป็นตัวแปรแบบสุ่ม (Random Sample) หรือไม่ โดยการคุณสมบัติที่ไม่ขึ้นอยู่ด้วยกันและที่มีการกระจายเหมือนกัน (IID)

⇩

3. ทดสอบว่าจำนวนข้อมูลสุ่มมาเป็นตัวอย่างเพียงพอที่ความน่าเชื่อถือ 95%หรือไม่

⇩

4. ทดสอบว่าแต่ละเครื่องมีข้อมูลรอบเวลาการผลิตเหมือนการกระจาย (Distribution) ตัวแบบใดมากที่สุด

⇩

5. นำข้อมูลมาหาค่าทางสถิติซึ่งขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลรอบเวลาการผลิตของแต่ละเครื่องจักรเหมือนการกระจายแบบใดในข้อที่ 4

⇩

6. หาโอกาสที่รอบเวลาการผลิตของแต่ละเครื่องจักรว่ามากกว่า 4.5 วินาที ว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

⇩

รูปที่ 8.2 แนวทางในการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบ

7. เปรียบเทียบว่าเครื่องจักรทั้งหมดเครื่องใดมีโอกาสที่รอบเวลาการผลิตมากกว่าค่าเป้าหมายมากที่สุด และเลือกมาทำการปรับปรุง

⇩

8. ศึกษารายละเอียดกระบวนการผลิตของเครื่องที่เลือกมาปรับปรุง เพื่อที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุได้ครบถ้วนมากขึ้น

⇩

9. Brainstorm หาสาเหตุของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องที่จะปรับปรุงโดยใช้ Cause and Effect diagram

⇩

10. นำทุกสาเหตุที่ได้จากข้อ 9 มาทำFMEA เพื่อจัดลำดับความสำคัญสาเหตุของความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

⇩

11. เลือกสาเหตุที่มีค่า RPN สูงสุดใน 60% แรก เพื่อจะทำการปรับปรุงสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนต่อไป

⇩

12. ออกแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานว่าสาเหตุใดมีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรจริง

⇩

รูปที่ 8.2 แนวทางในการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบ (ต่อ)

13. ทำการปรับปรุงสาเหตุที่มีผลต่อความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตที่ได้จากข้อ 12 เพื่อลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิต

⇩

14. ทดสอบสมมติฐานก่อนและหลังการปรับปรุงว่าความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตลดลงหลังการปรับปรุงหรือไม่

⇩

15. หาโอกาสที่รอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรที่ทำการปรับปรุงไปแล้วว่ามากกว่า 4.5 วินาทีกี่เปอร์เซ็นต์

⇩

16. กลับไปยังขั้นตอนที่ 7

รูปที่ 8.2 แนวทางในการลดความแปรปรวนรอบเวลาการผลิตของเครื่องจักรในสายการประกอบ (ต่อ)