

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลการวิจัยกรณีศึกษา การลดการสูญเสียจากกระบวนการทดสอบของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เฮชจีเอซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ นั้นในบทที่ 4 นี้ประกอบด้วยระยะที่ 1 ถึง 5 ของวิธีการ ลีน ซิกซ์ ซิกม่า นั่นคือ ระยะที่ 1) การระบุปัญหาและคุณค่าของผลิตภัณฑ์ ระยะที่ 2) การตรวจวัดและแสดงผังการไหลของคุณค่า ระยะที่ 3) การวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการไหลของระบบ ระยะที่ 4) การปรับปรุง และแก้ไขระบบการทำงานโดยระบบดึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ และระยะที่ 5) การควบคุมกระบวนการทำงาน โดยกำจัดการสูญเสียที่เกิดขึ้นและเพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่อง และการประเมินติดตามผล ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของการวิจัยการลดลงของการสูญเสียในการทำงานของโครงการ ลีน ซิกซ์ม่า ผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

4.1 ระยะการระบุปัญหาและคุณค่าของผลิตภัณฑ์

4.1.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของกระบวนการทำงานโดยเก็บรวบรวม

ข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการทดสอบของผลิตภัณฑ์

ข้อมูลสภาพการผลิตในตารางที่ 1.1 ช่วงเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 ผลิตภัณฑ์ เฮชจีเอ มีการพยากรณ์ความต้องการสูงถึง 100,756,000 ชิ้น ซึ่งมีความต้องการเครื่องทดสอบชิ้นงาน ถึง 509 เครื่อง แต่ปัจจุบันจำนวนเครื่องมือมีเพียง 488 เครื่องเท่านั้น ยังขาดอีก 21 เครื่อง จึงจะสามารถทดสอบงานที่ผลิตออกมา แล้วจัดส่งลูกค้าได้ทันความต้องการ ซึ่งถ้าไม่สามารถจัดส่งชิ้นงานได้ทันกับความต้องการลูกค้า ทางบริษัทจะสูญเสียยอดขายที่จะเกิดจากการจำหน่ายเฮชจีเอเป็นจำนวน 40,767,000 ชิ้น คิดเป็นเงินประมาณ 3,057,525,000 บาท (คำนวณจาก 75บาทต่อชิ้น x 40,767,000 ชิ้น) ไปให้กับบริษัทคู่แข่งอีกทั้งยังสูญเสียความน่าเชื่อถือในการติดต่อซื้อขายเนื่องจากจัดส่งได้ไม่ครบ และไม่ตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ประกอบกับความผันผวนทางเศรษฐกิจ ที่อาจทำให้ความต้องการของลูกค้าดังกล่าวเปลี่ยนแปลงได้เพราะนี้เป็นเพียงการพยากรณ์ในอนาคตเท่านั้น ทำให้สำหรับการสั่งซื้อเครื่องใหม่นั้นมีความเสี่ยงสูง นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านเวลาในการติดตั้งเครื่องทดสอบใหม่ และสถานที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดในโรงงานทั้งหมดนี้เกิดจากปัญหาคอขวด บริเวณเครื่องทดสอบเฮชจีเอ ในโรงงาน

4.1.2 พิจารณาความสามารถของกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์ รายการ ความสูญเสียเปล่าเนื่องจากการทำงานในปัจจุบัน ประเมินปัญหา ขนาด ผลกระทบ และสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา

จากตารางที่ 1.1 ความสามารถในการกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์ มีไม่เพียงพอต่อความต้องการลูกค้า ซึ่งผลกระทบจะทำให้บริษัทสูญเสียรายได้ และความน่าเชื่อถือในการติดต่อซื้อขายเนื่องจากจัดส่งได้ไม่ครบ รวมทั้งไม่ตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากระบวนการทดสอบอย่างหย่ายังมีโอกาสในการแก้ไข โดยไม่จำเป็นต้องซื้อเครื่องทดสอบใหม่นั้นคือ การลดความสูญเสียเปล่าเนื่องจากการทำงานเช่น การลดการทดสอบพารามิเตอร์ที่ไม่จำเป็นต่อลูกค้าหรือการทดสอบที่ซ้ำซ้อน การไหลของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการเกินความจำเป็นต่อลูกค้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะถูกนำมาพิจารณาเพื่อการปรับปรุงการทำงาน

4.1.3 กำหนดเป้าหมายที่จะลดความสูญเสียในการทำงาน

จากตารางที่ 1.1 เมื่อนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดเป้าหมายคือลดความสูญเสียเนื่องจากการทำงานในกระบวนการทดสอบเฮซจีเอเพื่อสนับสนุนให้สามารถจัดส่งเฮซจีเอได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ และหลีกเลี่ยงการสั่งซื้อเครื่องทดสอบเฮซจีเอ จำนวน 21 เครื่อง เพื่อลดผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตเฮซจีเอในระยะยาว ด้วยวิธีการลิน ชิกซ์ ชิกมาโดยการปรับปรุงกระบวนการนี้ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 9 เดือนคือ เดือนเมษายน – ธันวาคม

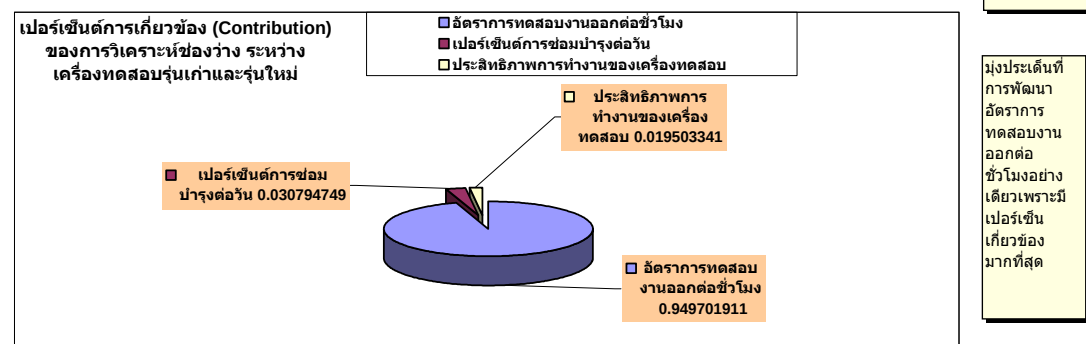
อย่างไรก็ตาม ได้มีการวิเคราะห์ช่วงว่างเพิ่มเติมเพื่อให้มองเห็นปัญหา และเป้าหมายในการปรับปรุงเพิ่มมากขึ้น โดยวิเคราะห์ระหว่างประสิทธิภาพเครื่องทดสอบรุ่นปัจจุบันที่ใช้อยู่ซึ่งเป็นรุ่นเก่าซึ่งรุ่นนี้ไม่มีการผลิตแล้ว เปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบรุ่นใหม่ของบริษัทผู้ผลิตขายอยู่ปัจจุบันซึ่งเป็นรุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าทั้งด้านความเร็วในการทดสอบเฮซจีเอและอัตราการซ่อมบำรุงที่น้อยลงมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมงมีส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมากที่ 94.97% เนื่องจากเครื่องรุ่นใหม่มีความเร็วสูงมากโดยเมื่อเทียบกับการซ่อมบำรุงเครื่องทดสอบต่อวันมีค่าเพียง 3.08% ซึ่งเกี่ยวข้องน้อยมากนั่นคือ ถึงแม้จะสามารถลดเวลาการซ่อมบำรุงเพียงไร ก็ไม่สามารถจะบรรลุเป้าหมายให้งานออกทันกำหนดเวลาลูกค้าได้ ดังนั้นจึงมุ่งประเด็นที่การพัฒนาอัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมงเพียงอย่างเดียวอย่างเดียว

การหาเป้าหมายการพัฒนาอัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมงนั้น วิเคราะห์โดยเมื่อเครื่องทดสอบรุ่นปัจจุบันคงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบที่ 80% และการซ่อมบำรุงที่ 4% เท่าเดิมจะเห็นได้ว่าต้องพัฒนาอัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมงจาก 36.24 ขึ้นต่อชั่วโมงเป็น 60.87 ขึ้นต่อชั่วโมง (การปรับปรุงคือ 67.95% จากของเดิม) จึงจะสามารถทดสอบงานได้ทั้งหมด ตามภาพที่ 4.1

ระยะเวลาการทำงาน	จำนวนวันการทำงาน	
กรกฎาคม	31	วัน
สิงหาคม	31	วัน
กันยายน	30	วัน
ตุลาคม	31	วัน
พฤศจิกายน	30	วัน
ธันวาคม	31	วัน
รวม	184	วัน

การวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างเครื่องทดสอบใหม่กับเครื่องทดสอบปัจจุบัน (GAP analysis between new and current tester)	ความสามารถเครื่องทดสอบในปัจจุบัน	ความสามารถเครื่องทดสอบใหม่โดย จำนวนงานออกต่อชั่วโมงน้อยที่สุดที่สามารถทดสอบงานออกได้หมด	ความสามารถเครื่องทดสอบในปัจจุบันโดย เปลี่ยนอัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมงแต่คงชั่วโมงการซ่อมบำรุงและประสิทธิภาพการทำงาน	หน่วย
	จำนวนเครื่องปัจจุบัน	จำนวนเครื่องใหม่ที่ต้องการ	จำนวนเครื่องปัจจุบัน	
อัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมง	36.24612	455.42890	60.87806	ต่อชั่วโมง
จำนวนเครื่อง	488	21	488	เครื่อง
จำนวนงานออกทั้งหมดต่อชั่วโมง	17,688.11	9,564.01	29,708.49	ชิ้นต่อชั่วโมง
24 ชั่วโมง เท่ากับ 1 วัน	24.000	24.000	24.000	ชั่วโมง
เปอร์เซ็นต์การซ่อมบำรุงต่อวัน	4.00%	2.50%	4.00%	เปอร์เซ็นต์
ชั่วโมงการซ่อมบำรุงต่อวัน	0.960	0.600	0.960	ชั่วโมง
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	23.040	23.400	23.040	ชั่วโมง
จำนวนงานออกทั้งหมดต่อวัน	407,533.97	223,797.76	684,483.70	ชิ้นต่อวัน
จำนวนวันการทำงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม	184	184	184	วัน
จำนวนงานออกตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม	74,986,250.00	41,178,788	125,945,000.00	ชิ้น
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบ	80.00%	99.00%	80.00%	เปอร์เซ็นต์
จำนวนงานออกตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคมโดยคิดรวมประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบ	59,989,000.00	40,767,000.00	100,756,000.00	ชิ้น
จำนวนงานที่ต้องการ	100,756,000.00	- 40,767,000.00	100,756,000.00	ชิ้น
จำนวนงานคงเหลือ	- 40,767,000.00	0.00	0.00	ชิ้น

เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเครื่องทดสอบปัจจุบัน			
อัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมง	1156.490%	67.957%	ดิ่งขึ้นต้องการ
เปอร์เซ็นต์การซ่อมบำรุงต่อวัน	37.50%	0.00%	อัตรางาน
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบ	23.75%	0.00%	ทดสอบงาน
เปอร์เซ็นต์รวม	1217.740%	67.957%	ออกต่อ
เปอร์เซ็นต์การเกี่ยวข้อง (Contribution)			ชั่วโมงอย่าง
อัตราการทดสอบงานออกต่อชั่วโมง	94.97%	100.00%	น้อย
เปอร์เซ็นต์การซ่อมบำรุงต่อวัน	3.08%	0.00%	67.957% ที่มี
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทดสอบ	1.95%	0.00%	อยู่ทั้ง



ภาพที่ 4.1

การวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างประสิทธิภาพเครื่องทดสอบรุ่นปัจจุบันที่ใช้อยู่ซึ่งเป็นรุ่นเก่าเปรียบเทียบกับเครื่องทดสอบรุ่นใหม่ที่ย้ายอยู่ปัจจุบัน

4.1.4 จัดตั้งคณะทำงานเพื่อช่วยสนับสนุนในการดำเนินการแก้ไขปัญหา

สมาชิกคณะทำงานของโครงการปรับปรุงการลดระยะเวลาในกระบวนการทดสอบเฮชจีเอประกอบด้วยหน่วยงานต่างๆ ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดังต่อไปนี้

1. ตำแหน่งของสมาชิก วิศวกรทดสอบผลิตภัณฑ์

- 1.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ
- 1.2 พิจารณา และปรับปรุงเครื่องทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบ เฮชจีเอ
- 1.3 ศึกษาการทำงานของผู้ปฏิบัติการทดสอบทั้งกระบวนการ
- 1.4 ศึกษาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทดสอบเพื่อการปรับปรุง
- 1.5 ควบคุมผลการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติวิศวกรรม
- 1.6 ฝ่ายจัดหาอุปกรณ์ของเครื่องทดสอบ ของแผนกทดสอบผลิตภัณฑ์ ต้อง

มีการเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อม กรณีต้องเปลี่ยนแปลงลักษณะเครื่องข้ามสายผลิตภัณฑ์ เพื่อความรวดเร็วในการ ติดตั้ง และเปลี่ยนแปลงเครื่องทดสอบ

2. ตำแหน่งของสมาชิก วิศวกรผลิตภัณฑ์

- 2.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ
- 2.2 ควบคุม และสั่งการไหลของเฮชจีเอที่เป็นลื่นไหลเดียวกัน โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันระหว่างก่อน และหลังการปรับปรุงไปที่ฝ่ายควบคุมและดูแลการทดสอบเฮชจีเอเพื่อการผลิต ซึ่งจะมีผู้ควบคุมและดูแลการผลิตรับช่วงต่อในการควบคุมการไหลของเฮชจีเอ วัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเฮชจีเอก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการ

2.3 ตรวจสอบอัตราผลผลิต และทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อน และหลังการปรับปรุงของอัตราผลผลิต ด้วยวิธีการทางสถิติวิศวกรรม

2.4 ประสานงานกับลูกค้าฝ่ายวิศวกรผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ในการส่งล๊อตเฮชจีเอ เพื่อให้ลูกค้านำไปเปรียบเทียบอัตราผลผลิตของล๊อตก่อนกระบวนการปรับปรุง และล๊อตหลังปรับปรุงกระบวนการ

2.5 จัดตั้งระบบการไหลของผลิตภัณฑ์ ในการทดสอบโดยเลือกกระบวนการทำงานที่ดีที่สุดซึ่งเป็นที่ยอมรับของลูกค้า

3. ตำแหน่งของสมาชิกผู้ควบคุม และดูแลการผลิต (Production supervisor) ซึ่งอยู่ภายในฝ่ายควบคุม และดูแลการทดสอบเฮชจีเอ เพื่อการผลิต

- 3.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ
- 3.2 สนับสนุนการทดลองเพื่อวิเคราะห์ และระบุสาเหตุของปัญหา

3.3 เก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุง

3.4 ประสานงานกับฝ่ายวิศวกรทดสอบผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรอุตสาหกรรม ฝ่ายผู้ฝึกหัด ในการไหลดเฮจซีเอเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเฮจซีเอที่เป็นล๊อตเดียวกันโดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการ

3.5 กำกับ และดูแลการทำงานของผู้ปฏิบัติการทดสอบ

3.6 ส่งข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ให้กับทางวิศวกรอุตสาหกรรม สำหรับลักษณะการจัดวางเครื่องทดสอบที่มีผลต่อการไหลของงาน และส่งข้อมูลป้อนกลับให้กับทางวิศวกรทดสอบผลิตภัณฑ์สำหรับประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.8 คอยสอดส่อง ดูแลพื้นที่การทำงาน และจัดทำ 5ส อย่างสม่ำเสมอ

4. ตำแหน่งของสมาชิก วิศวกรคุณภาพ (Quality engineer)

4.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ

4.2 ตรวจสอบคุณภาพเฮจซีเอร่วมกับ ทางวิศวกรผลิตภัณฑ์ในการยอมรับคุณภาพ และอัตราผลผลิตของล๊อตก่อน และหลังปรับปรุงด้วยวิธีการทางสถิติวิศวกรรม

4.3 ควบคุมผลการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติวิศวกรรม

4.4 ดูแลการตรวจสอบ และติดตามผลการดำเนินการแก้ไข และบันทึกผล

4.5 ตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณวัสดุ ผลิตภัณฑ์รวมทั้งประสิทธิภาพของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ขาเข้า และขาออก

5. ตำแหน่งของสมาชิก ผู้ฝึกหัด (Trainer) หน้าที่รับผิดชอบคือ

5.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ

5.2 ฝึกหัด อบรม และประเมินความสามารถของผู้ปฏิบัติการทดสอบ

6. ตำแหน่งของสมาชิก วิศวกรอุตสาหกรรม (Industrial engineer)

6.1 ร่วมระดมสมองเพื่อหาหนทางลดความสูญเสียในกระบวนการทดสอบ

6.2 สนับสนุนการทดลอง ในการจัดเตรียม และวางแผนเครื่องทดสอบ

6.3 จัดฝั้การวางเครื่องทดสอบเฮจซีเอเพื่อลดความซับซ้อนในการทำงาน

7. ตำแหน่งของสมาชิก การเงิน

7.1 คำนวณการเงินสำหรับก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการเพื่อแสดงตัวเลขด้านการเงินยืนยันความสำเร็จในโครงการนี้

8. ตำแหน่งของสมาชิก โปรแกรมเมอร์ และข้อมูลสารสนเทศ

8.1 สร้างโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงการไหลงานของผลิตภัณฑ์

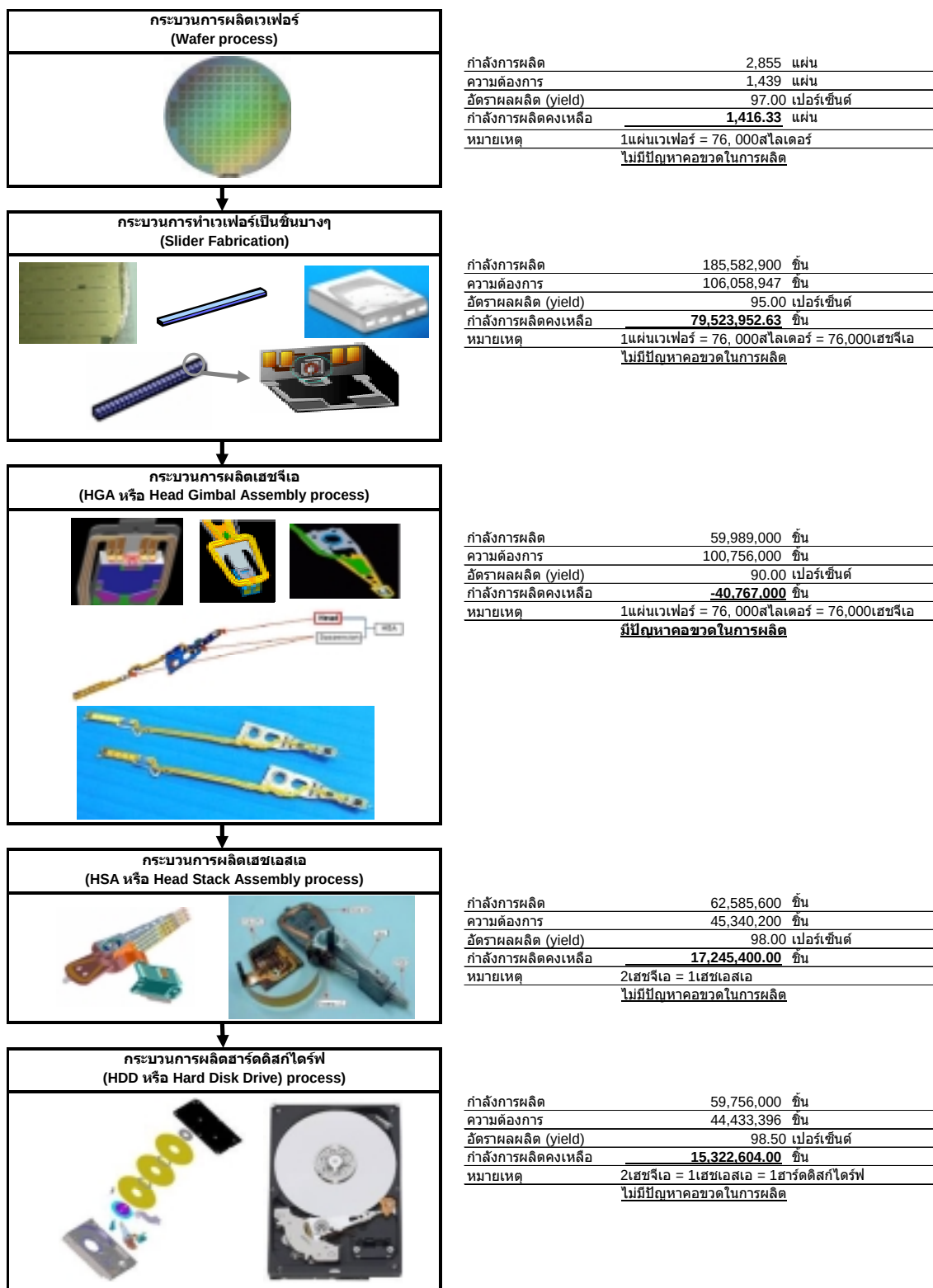
8.2 สร้างโปรแกรมในการดักจับ และหยุดเครื่องทดสอบหรือผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหา ทำงานล่าช้าหรือมีอัตราผลผลิตต่ำจนผิดปกติ ออกจากสายการทดสอบผลิตภัณฑ์ และแจ้งให้วิศวกรฝ่ายทดสอบผลิตภัณฑ์ รวมทั้งช่างเทคนิคทราบ และแก้ไขปัญหา ซึ่งจะทำให้ลดระยะเวลาในการทดสอบ และเพิ่มพูนอัตรางานออกมากขึ้น

8.3 เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลกับเครื่องทดสอบ รวมทั้งร่วมประสานงานระบบสารสนเทศ เพื่อความรวดเร็ว และลดความผิดพลาดจากการส่งข้อมูลของที่ทำทดสอบเข้าสู่ระบบควบคุมส่วนกลาง

4.2 ระยะเวลาการตรวจวัดและแสดงผังการไหลของคุณค่า

4.2.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของกระบวนการทำงาน รวมทั้งปัญหาที่มีผลต่อความสูญเสียในการทำงาน หาจุดบกพร่องของกระบวนการทำงาน โดยศึกษาการทำงานทั้งกระบวนการ เพื่อให้เห็นภาพรวมของปัญหาหรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

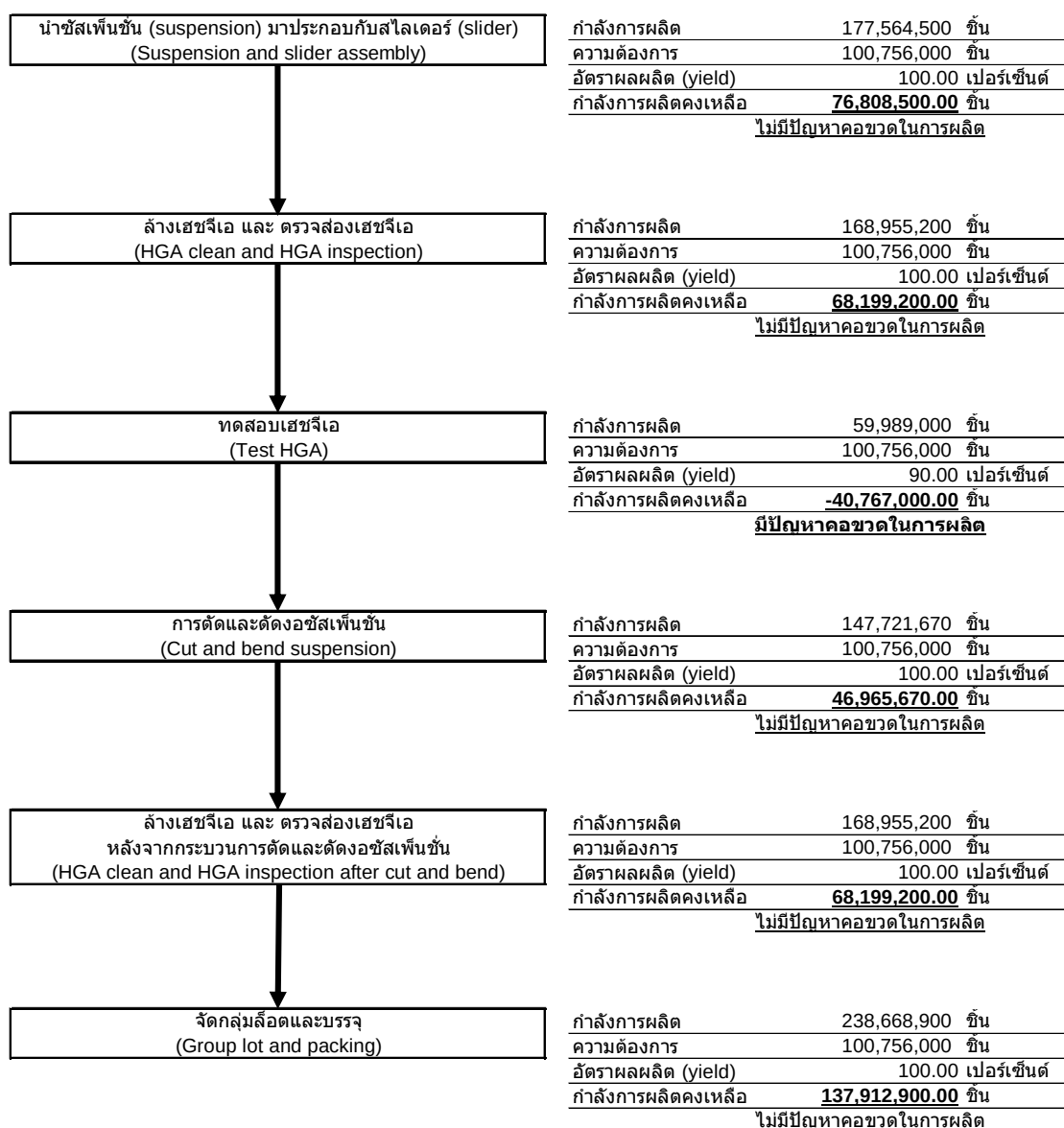
1. การวิเคราะห์การไหล ของกระบวนการผลิต ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และนำมาเปรียบเทียบกำลังการผลิต โดยวิเคราะห์จากกระบวนการทั้งหมด จากนั้นเมื่อเห็นปัญหาคอขวดที่เกิดขึ้นที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งจึงขอย่อยขั้นตอนนั้นลงมาพิจารณาตามลำดับ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์กำลังการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งหมดโดยภาพรวมก่อน ดังภาพที่ 4.2 เพื่อให้ทราบถึงความต้องการในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตั้งแต่ปลายทางแล้วสะท้อนมายังต้นทางโดยใช้หลัก การผลิตแบบดึง เนื่องจากจำนวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นั้น เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเรียงตั้งแต่ต้นทางการผลิตคือ 1) กระบวนการผลิตเวเฟอร์ (Wafer process) เป็นการผลิตแผ่นเวเฟอร์ซึ่งใช้สำหรับทำหัวอ่านหรือเฮดจีเอ จากนั้นคือ 2) กระบวนการทำเวเฟอร์เป็นชิ้นบางๆ (Slider Fabrication) เพื่อนำไปผลิตเฮดจีเอแต่ละชิ้น และ 3) กระบวนการผลิตเฮดจีเอเป็นการนำเวเฟอร์ที่เป็นชิ้นเล็กๆ มาประกอบกับชัสน้ำมัน (Suspension) และทำการทดสอบคุณลักษณะทางด้านแม่เหล็กไฟฟ้า ต่อมาคือ 4) กระบวนการผลิตเฮดสแตค (Head Stack Assembly process หรือ HSA) เป็นการนำเฮดจีเอมาซ้อนทับกัน และสุดท้ายคือ 5) กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยนำส่วนประกอบทุกอย่างมาประกอบเข้าด้วยกัน จากกระบวนการทั้ง 5 นี้พบว่าที่กระบวนการผลิตเฮดจีเอมีปัญหาคอขวด ดังนั้นจึงวิเคราะห์ย่อยลงมา ที่กระบวนการนี้ว่าภายในกระบวนการประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง และขั้นตอนใดที่กำลังการผลิตไม่เพียงพอ



ภาพที่ 4.2

การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และเปรียบเทียบกับกำลังการผลิต

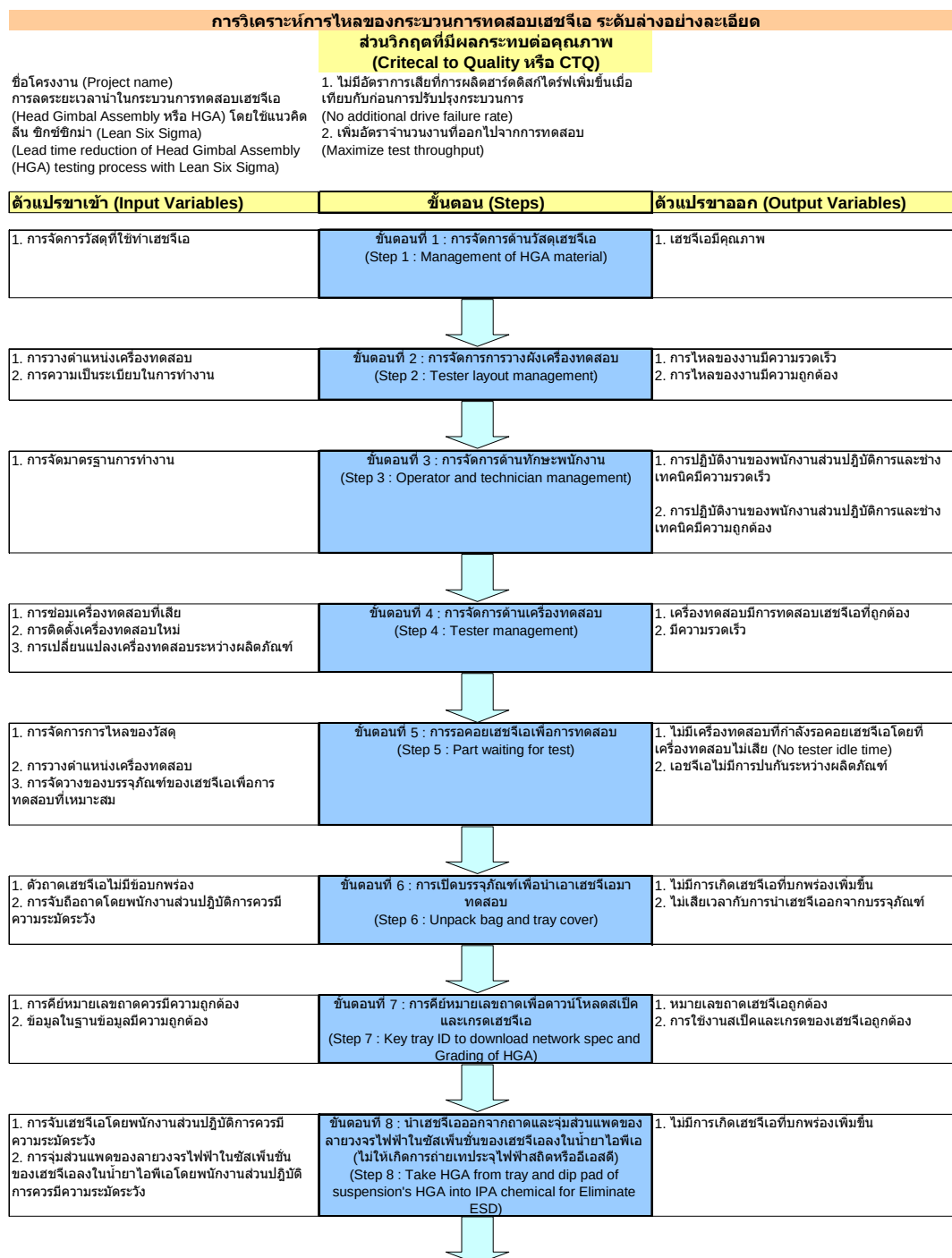
2. การวิเคราะห์ การไหลของกระบวนการผลิตเฮชจีเอ และเปรียบเทียบกำลังการผลิต จากภาพที่ 4.3 พบว่ากระบวนการทดสอบเฮชจีเอมีกำลังการผลิตเฮชจีเอไม่เพียงพอ ซึ่งต่อไปต้องลงรายละเอียดทั้งหมดของกระบวนการทดสอบเฮชจีเอ เพื่อการแก้ไขปัญหากำลังการผลิต โดยลดความสูญเสียเนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 4.3

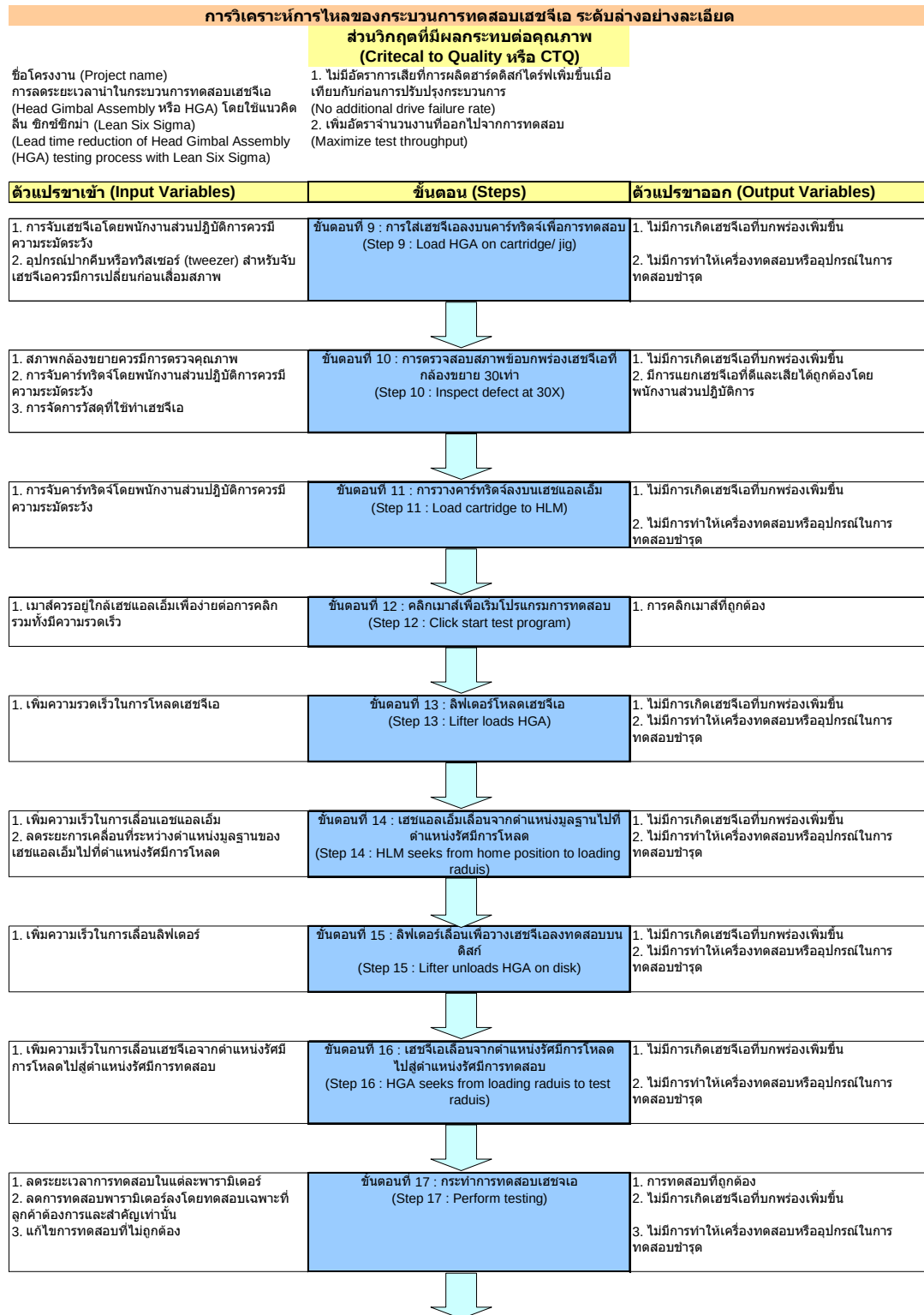
การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตเฮชจีเอ และเปรียบเทียบกับกำลังการผลิต

3. การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการทดสอบเฮดจีเออย่างละเอียดในภาพที่ 4.4 เพื่อการปรับปรุงกระบวนการโดยจะลดความสูญเสียที่ทำให้เกิดเป็นปัญหาข้อขัด



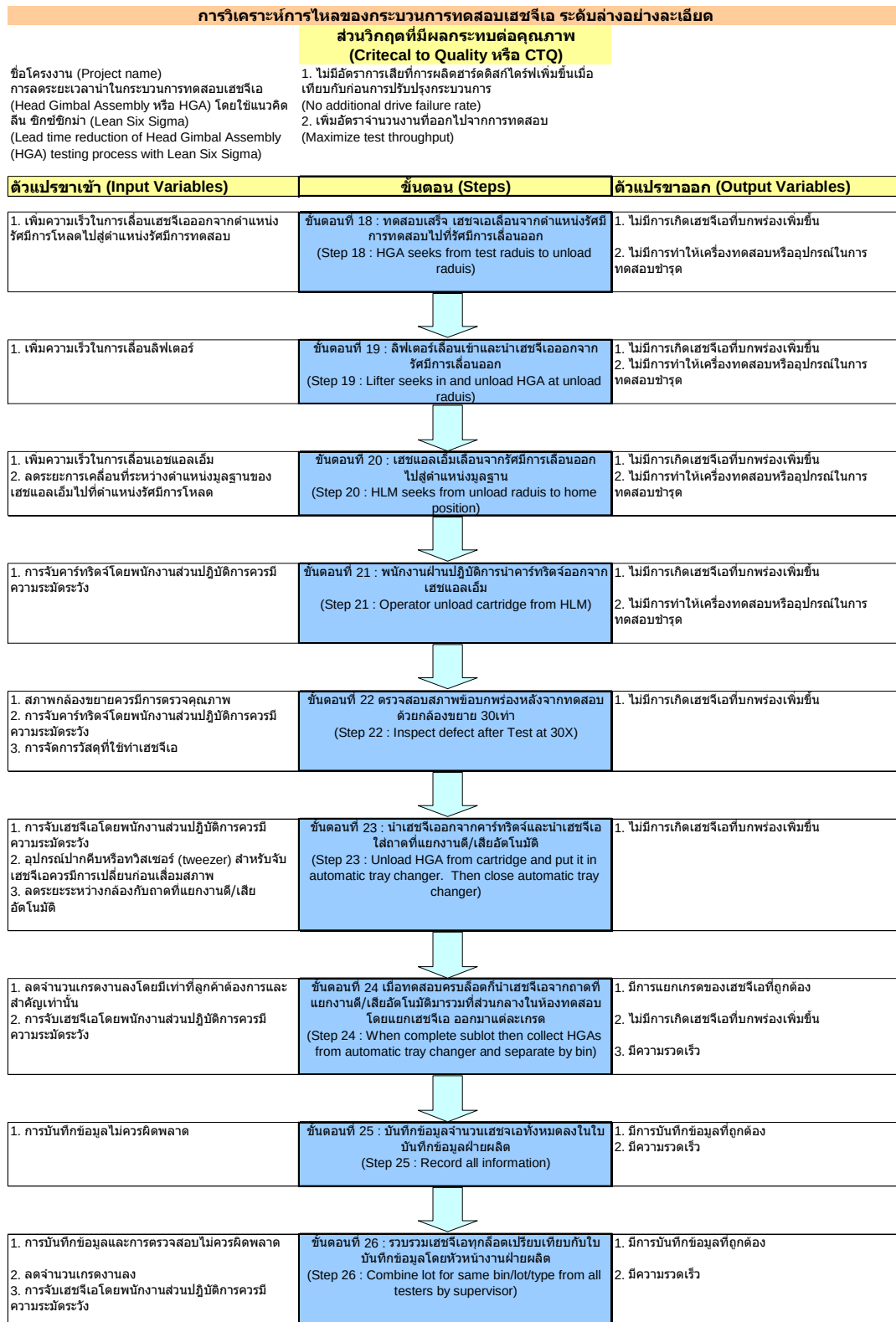
ภาพที่ 4.4

การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการทดสอบเฮดจีเออย่างละเอียด



ภาพที่ 4.4

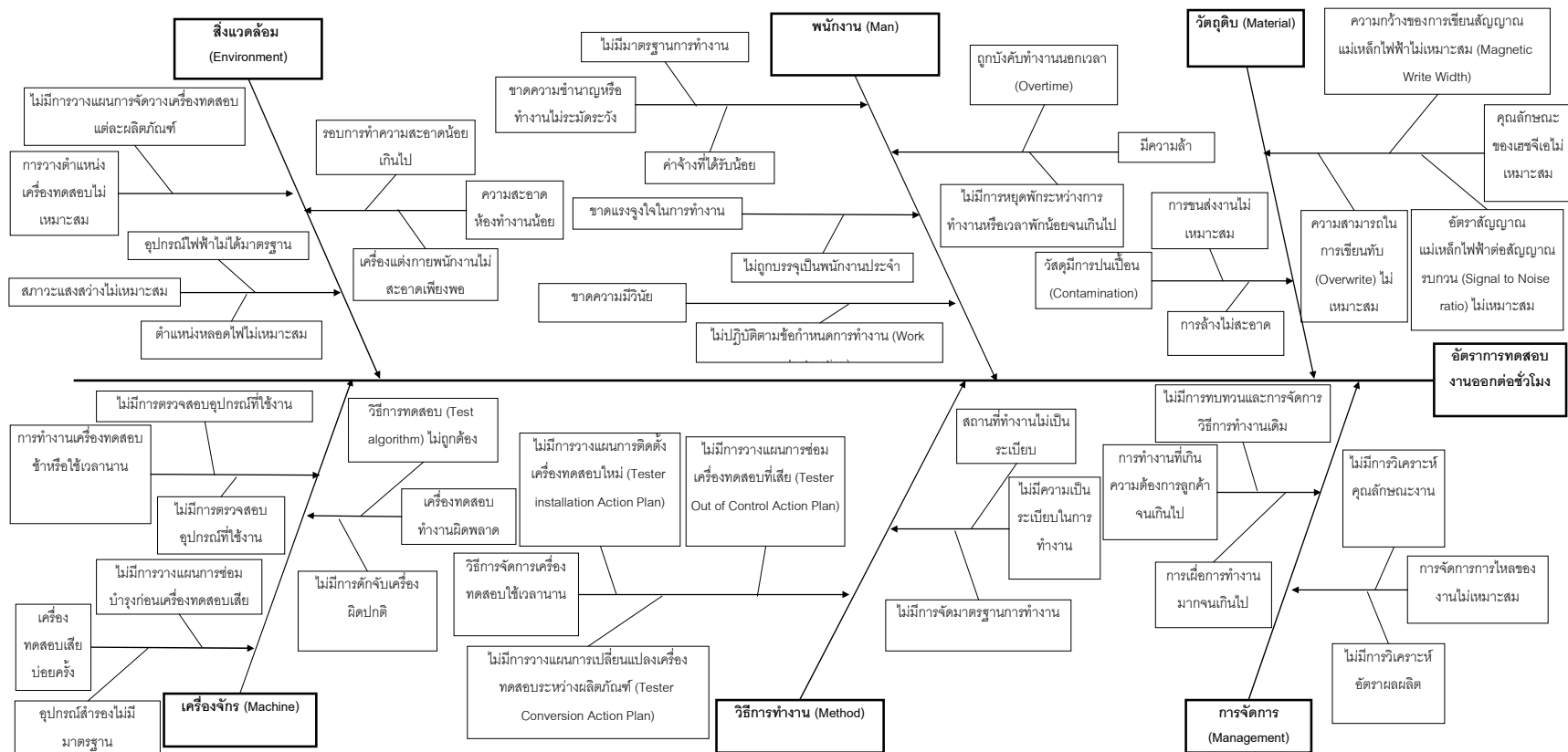
การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการทดสอบเฮดจีเออย่างละเอียด (ต่อ)



ภาพที่ 4.4

การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการทดสอบเฮซจีเออย่างละเอียด (ต่อ)

4.2.2 ประชุม ระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่อง



ภาพที่ 4.5

การแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่อง

4.2.3 วัดจากระบบปัจจุบันและจัดเรียงลำดับความสำคัญ

1. ทำการวัดระยะเวลา (ชั่วโมง) ของแต่ละหน้าที่การทำงานใน 24 ชั่วโมง (ใน 1 รอบวันทำงาน) ของกระบวนการทำงานทั้งหมด เพื่อชอยเวลาการทำงานตามขั้นตอนข้างต้นว่าใช้เวลาเท่าไรบ้างในแต่ละขั้นตอน และเทียบระยะเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนกับขั้นตอนทั้งหมดเป็นเปอร์เซ็นต์เพื่อวิเคราะห์ว่าขั้นตอนใดมีโอกาสลดระยะเวลาได้มากที่สุด และใช้เวลา นานที่สุด ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.1 ประกอบไปด้วย

1.1 การจัดการการไหลของเฮชจีเอ (วัสดุ) ประกอบไปด้วย ขั้นตอนที่ 5 : การจัดการการไหลของเฮชจีเอเพื่อการทดสอบ ขั้นตอนที่ 10 : การตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องเฮชจีเอที่กลิ้งขยาย 30 เท่า และขั้นตอนที่ 22 ตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องหลังจากทดสอบด้วยกลิ้งขยาย 30เท่า

1.2 การยกเลิกการจุ่มส่วนแพคของลายวงจรไฟฟ้าลงในน้ำยาไอพีเอ ของขั้นตอนที่ 8 : นำเฮชจีเอออกจากถาด และจุ่มส่วนแพคของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ

1.3 ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการ และ สำคัญเท่านั้นขั้น ของตอนที่ 17 : กระทำการทดสอบเฮชจีเอ

1.4 ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์ ของขั้นตอนที่ 17 : กระทำการทดสอบเฮชจีเอ

1.5 การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮชจีเอ และเฮชจีเอมีคุณภาพดีก่อน/ หลัง การทดสอบ ของขั้นตอนที่ 1 : การจัดการด้านวัสดุเฮชจีเอ

ตารางที่ 4.1

การจัดเรียงลำดับความสำคัญ

ตารางการจัดเรียงลำดับความสำคัญ (Prioritization Matrix)		ชื่อโครงการ (Project name) การลดระยะเวลานำในกระบวนการทดสอบเฮดซีจีเอ (Head Gimbal Assembly หรือ HGA) โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา (Lean Six Sigma)									
รายการที่ (Item No.)	ขั้นตอน (Steps)	หน้าที่การทำงาน (Function)	ตัวแปรเข้า (Input Variables)	ระยะเวลา (ชั่วโมง) ของแต่ละหน้าที่การทำงานใน 24 ชม. (1รอบวันทำงาน)	ระยะเวลาของส่วนประกอบที่ทำงาน (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)
8	ขั้นตอนที่ 5 : การจัดการการไหลของเฮดซีจีเอเพื่อการทดสอบ	1. การเคลื่อนที่ของหัวซีจีเอในการทดสอบระหว่างงานดีและงานเสีย	ขั้นตอนที่ 5. การจัดการการไหลของหัวซีจีเอ	2.66	11.06%	200.00%	5.31	29.55%	5.31	22.13%	
21	ขั้นตอนที่ 10 : การตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องเฮดซีจีเอที่กล้องขยาย 30 เท่า	3. การคัดแยกงานเฮดซีจีเอระหว่างงานดีและงานเสีย	ขั้นตอนที่ 10. การจัดการการไหลของหัวซีจีเอ	1.70	7.09%	200.00%	3.40	48.48%	8.71	36.31%	
39	ขั้นตอนที่ 22 ตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องหลังจากทดสอบด้วยกล้องขยาย 30เท่า	3. การคัดแยกงานเฮดซีจีเอระหว่างงานดีและงานเสีย	ขั้นตอนที่ 22. การจัดการการไหลของหัวซีจีเอ	1.70	7.09%	200.00%	3.40	67.42%	12.12	50.50%	
16	ขั้นตอนที่ 8 : นำเฮดซีจีเอออกจากถาดและจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในซีลเพนซ์ของเฮดซีจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	2. การจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในซีลเพนซ์ของเฮดซีจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	ขั้นตอนที่ 8. การจุ่มส่วนแพทลงในน้ำยาไอพีเอ	1.97	8.23%	100%	1.97	78.41%	14.09	58.72%	
30	ขั้นตอนที่ 17 : กระทำการทดสอบเฮดซีจีเอ	2. จำนวนการทดสอบพารามิเตอร์ทั้งหมด	ขั้นตอนที่ 17. ลดการทดสอบพารามิเตอร์	2.45	10.21%	80.00%	1.96	89.32%	16.05	66.89%	
29	ขั้นตอนที่ 17 : กระทำการทดสอบเฮดซีจีเอ	1. การทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์	ขั้นตอนที่ 17. ลดระยะเวลาการทดสอบลง	2.72	11.35%	50.00%	1.36	96.89%	17.42	72.57%	
1	ขั้นตอนที่ 1 : การจัดการด้านวัสดุเฮดซีจีเอ	1. การคัดแยกงานเฮดซีจีเอระหว่างงานดีและงานเสีย	ขั้นตอนที่ 1. การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮดซีจีเอ	2.18	9.08%	8.00%	0.17	97.86%	17.59	73.29%	
2	ขั้นตอนที่ 2 : การจัดการการวางผังเครื่องทดสอบ	1. การรวบรวมงานระหว่างเครื่องทดสอบ	ขั้นตอนที่ 2. การวางตำแหน่งเครื่องเหมาะสมกับการรวมงาน	2.38	9.93%	5.00%	0.12	98.53%	17.71	73.79%	
9	ขั้นตอนที่ 5 : การจัดการการไหลของเฮดซีจีเอเพื่อการทดสอบ	2. การออกจ่ายการทำงานและการจ่ายงานระหว่างเครื่องทดสอบ	ขั้นตอนที่ 5. การวางตำแหน่งเครื่องเหมาะสมกับการจ่ายงาน	2.38	9.93%	5.00%	0.12	99.19%	17.83	74.29%	
5	ขั้นตอนที่ 4 : การจัดการด้านเครื่องทดสอบ	1. การซ่อมเครื่องทดสอบที่เสีย	ขั้นตอนที่ 4. การซ่อมเครื่องทดสอบที่เสีย	0.95	3.97%	10.00%	0.10	99.72%	17.92	74.68%	
3	ขั้นตอนที่ 2 : การจัดการการวางผังเครื่องทดสอบ	2. การเสียเวลากับความไม่เป็นระเบียบในการทำงาน	ขั้นตอนที่ 2. การความเป็นระเบียบในการทำงาน	0.54	2.27%	2.00%	0.01	99.78%	17.93	74.73%	
6	ขั้นตอนที่ 4 : การจัดการด้านเครื่องทดสอบ	2. การติดตั้งเครื่องทดสอบใหม่	ขั้นตอนที่ 4. การติดตั้งเครื่องทดสอบใหม่	0.17	0.71%	5.00%	0.01	99.83%	17.94	74.76%	
7	ขั้นตอนที่ 4 : การจัดการด้านเครื่องทดสอบ	3. การเปลี่ยนแปลงเครื่องทดสอบระหว่างรุ่นผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 4. การเปลี่ยนแปลงเครื่องข้ามรุ่นผลิตภัณฑ์	0.17	0.71%	5.00%	0.01	99.88%	17.95	74.80%	
18	ขั้นตอนที่ 9 : การใส่เฮดซีจีเอลงบนคาร์ทีดจ์เพื่อการทดสอบ	2. การใช้อุปกรณ์ปากคีมหรือทวีตเซอร์ (tweezer) สำหรับจับเฮดซีจีเอ	ขั้นตอนที่ 9. อุปกรณ์ปากคีมควรมีการเปลี่ยนก่อนเลื่อน	0.20	0.85%	2.00%	0.00	99.90%	17.96	74.82%	
41	ขั้นตอนที่ 23 : นำเฮดซีจีเอออกจากตัวทวีตซ์และนำเฮดซีจีเอใส่ถาดที่แยกกันดี/เสียอัตโนมัติ	2. การใช้อุปกรณ์ปากคีมหรือทวีตเซอร์ (tweezer) สำหรับจับเฮดซีจีเอ	ขั้นตอนที่ 23. อุปกรณ์ปากคีมควรมีการเปลี่ยนก่อนเลื่อน	0.20	0.85%	2.00%	0.00	99.92%	17.96	74.83%	
10	ขั้นตอนที่ 5 : การจัดการการไหลของเฮดซีจีเอเพื่อการทดสอบ	3. การหยิบจับบรรจุภัณฑ์ของเฮดซีจีเอเพื่อการทดสอบ	ขั้นตอนที่ 5. การจัดการบรรจุภัณฑ์ของเฮดซีจีเอเพื่อการทดสอบ	0.24	0.99%	1.00%	0.00	99.93%	17.96	74.84%	
12	ขั้นตอนที่ 6 : การเปิดบรรจุภัณฑ์เพื่อนำเอาเฮดซีจีเอมาทดสอบ	2. การจับถือถาดโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 6. การจับถือถาดโดยพนักงาน	0.17	0.71%	1.00%	0.00	99.94%	17.96	74.85%	
11	ขั้นตอนที่ 6 : การเปิดบรรจุภัณฑ์เพื่อนำเอาเฮดซีจีเอมาทดสอบ	1. การตรวจสอบตัวถาดเฮดซีจีเอ	ขั้นตอนที่ 6. ตัวถาดเฮดซีจีเอไม่มีข้อบกพร่อง	0.14	0.57%	1.00%	0.00	99.95%	17.97	74.86%	
14	ขั้นตอนที่ 7 : การคีย์หมายเลขถาดเพื่อดาวนโหลดสปีดและเกรตเฮดซีจีเอ	2. การตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูล	ขั้นตอนที่ 7. ข้อมูลในฐานข้อมูลมีความถูกต้อง	0.14	0.57%	1.00%	0.00	99.96%	17.97	74.86%	
43	ขั้นตอนที่ 24 เมื่อทดสอบครบถนัดก็นำเฮดซีจีเอจากถาดที่แยกงานดี/เสียอัตโนมัติมารวมที่ส่วนกลางในห้องทดสอบโดยแยกเฮดซีจีเอ ออกมาแต่ละเกรต	1. การคัดแยกเกรตงาน	ขั้นตอนที่ 24. ลดจำนวนเกรตงานลง	0.14	0.57%	1.00%	0.00	99.97%	17.97	74.87%	
47	ขั้นตอนที่ 26 : รวบรวมเฮดซีจีเอทุกถาดเปรียบเทียบกับใบบันทึกข้อมูลโดยหัวหน้างานฝ่ายผลิต	2. การรวบรวมงานแต่ละเกรต	ขั้นตอนที่ 26. ลดจำนวนเกรตงานลง	0.10	0.43%	1.00%	0.00	99.97%	17.97	74.87%	
23	ขั้นตอนที่ 12 : คลิ๊กเมาส์เพื่อเริ่มโปรแกรมการทดสอบ	1. การจับเมาส์เพื่อคลิ๊กทำการทดสอบเฮดซีจีเอ	ขั้นตอนที่ 12. เมาส์ควรอยู่ใกล้เชลล์แอลเริ่ม	0.07	0.28%	1.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	
4	ขั้นตอนที่ 3 : การจัดการด้านทักษะพนักงาน	1. ความแตกต่างของการทำงานระหว่างพนักงาน	ขั้นตอนที่ 3. การจัดทำฐานการทำงาน	0.03	0.14%	2.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	
13	ขั้นตอนที่ 7 : การคีย์หมายเลขถาดเพื่อดาวนโหลดสปีดและเกรตเฮดซีจีเอ	1. การคีย์หมายเลขถาด	ขั้นตอนที่ 7. การคีย์หมายเลขถาดควรมีความถูกต้อง	0.03	0.14%	1.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	
15	ขั้นตอนที่ 8 : นำเฮดซีจีเอออกจากถาดและจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในซีลเพนซ์ของเฮดซีจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	1. การจับเฮดซีจีเอโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 8. การจับเฮดซีจีเอโดยพนักงาน	0.03	0.14%	1.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	

ตารางที่ 4.1
การจัดเรียงลำดับความสำคัญ (ต่อ)

ตารางการจัดเรียงลำดับความสำคัญ (Prioritization Matrix)		ชื่อโครงการ (Project name) การลดระยะเวลานำในกระบวนการทดสอบเฮดจิมบาล (Head Gimbal Assembly หรือ HGA) โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา (Lean Six Sigma)									
รายการที่ (Item No.)	ขั้นตอน (Steps)	หน้าที่การทำงาน (Function)	ตัวแปรขาเข้า (Input Variables)	ระยะเวลา (ชั่วโมง) ของแต่ละหน้าที่การทำงานใน 24 ชม. (รวม วันทำงาน)	ระยะเวลาของแต่ละหน้าที่การทำงาน (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) (%)	ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (ชั่วโมง) (ชั่วโมง)
20	ขั้นตอนที่ 10 : การตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องเฮดจิมบาลที่กลองขยาย 30 เท่า	2. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 10. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงาน	0.02	0.09%	1.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	
17	ขั้นตอนที่ 9 : การใส่เฮดจิมบอลบนคาร์ทริดจ์เพื่อการทดสอบ	1. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 9. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.98%	17.97	74.88%	
19	ขั้นตอนที่ 10 : การตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องเฮดจิมบาลที่กลองขยาย 30 เท่า	1. การใช้กลองขยาย	ขั้นตอนที่ 10. สภาพกลองขยายควรมีการตรวจคุณภาพ	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.88%	
22	ขั้นตอนที่ 11 : การวางคาร์ทริดจ์ลงบนเฮดจิมบอล	1. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 11. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.88%	
24	ขั้นตอนที่ 13 : ลิฟต์เคลื่อนเฮดจิมบอล	1. การโหลดเฮดจิมบอล	ขั้นตอนที่ 13. เพิ่มความเร็วในการโหลดเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.88%	
25	ขั้นตอนที่ 14 : เฮดจิมบอลเคลื่อนจากตำแหน่งฐานไปที่ตำแหน่งปริมาตรไหล	1. การเลือกเฮดจิมบอล	ขั้นตอนที่ 14. เพิ่มความเร็วในการเลือกเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.88%	
26	ขั้นตอนที่ 14 : เฮดจิมบอลเคลื่อนจากตำแหน่งฐานไปที่ตำแหน่งปริมาตรไหล	2. การเคลื่อนที่ระหว่างตำแหน่งฐานของเฮดจิมบอลไปที่ตำแหน่งปริมาตรไหล	ขั้นตอนที่ 14. ลดระยะการเคลื่อนที่ของเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
27	ขั้นตอนที่ 15 : ลิฟต์เคลื่อนเพื่อวางเฮดจิมบอลทดสอบ	1. การเคลื่อนลิฟต์	ขั้นตอนที่ 15. เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนลิฟต์	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
28	ขั้นตอนที่ 16 : เฮดจิมบอลเคลื่อนจากตำแหน่งปริมาตรไหลไปที่ตำแหน่งปริมาตรทดสอบ	1. การเลือกเฮดจิมบอลจากตำแหน่งปริมาตรไหลไปที่ตำแหน่งปริมาตรทดสอบ	ขั้นตอนที่ 16. เพิ่มความเร็วในการเลือกเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
32	ขั้นตอนที่ 18 : ทดสอบเสร็จ เฮดจิมบอลเคลื่อนจากตำแหน่งปริมาตรทดสอบไปที่ปริมาตรเคลื่อนออก	1. การเลือกเฮดจิมบอลออกจากตำแหน่งปริมาตรไหลไปที่ตำแหน่งปริมาตรทดสอบ	ขั้นตอนที่ 18. เพิ่มความเร็วในการเลือกเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
33	ขั้นตอนที่ 19 : ลิฟต์เคลื่อนเข้าและนำเฮดจิมบอลออกจากปริมาตรเคลื่อนออก	1. การเคลื่อนลิฟต์	ขั้นตอนที่ 19. เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนลิฟต์	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
34	ขั้นตอนที่ 20 : เฮดจิมบอลเคลื่อนจากปริมาตรเคลื่อนออกไปที่ตำแหน่งฐาน	1. การเลือกเฮดจิมบอล	ขั้นตอนที่ 20. เพิ่มความเร็วในการเลือกเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
35	ขั้นตอนที่ 20 : เฮดจิมบอลเคลื่อนจากปริมาตรเคลื่อนออกไปที่ตำแหน่งฐาน	2. การเคลื่อนที่ระหว่างตำแหน่งฐานของเฮดจิมบอลไปที่ตำแหน่งปริมาตรไหล	ขั้นตอนที่ 20. ลดระยะการเคลื่อนที่ของเฮดจิมบอล	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
36	ขั้นตอนที่ 21 : พนักงานผ่านปฏิบัติการนำคาร์ทริดจ์ออกจากเฮดจิมบอล	1. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 21. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
37	ขั้นตอนที่ 22 ตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องหลังจากทดสอบด้วยกลองขยาย 30 เท่า	1. การใช้กลองขยาย	ขั้นตอนที่ 22. สภาพกลองขยายควรมีการตรวจคุณภาพ	0.01	0.06%	1.00%	0.00	99.99%	17.97	74.89%	
38	ขั้นตอนที่ 22 ตรวจสอบสภาพข้อบกพร่องหลังจากทดสอบด้วยกลองขยาย 30 เท่า	2. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 22. การจับคาร์ทริดจ์โดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
40	ขั้นตอนที่ 23 : นำเฮดจิมบอลออกจากคาร์ทริดจ์และนำเฮดจิมบอลใส่ถาดที่แยกงานดี/เสียอัตโนมัติ	1. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 23. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
42	ขั้นตอนที่ 23 : นำเฮดจิมบอลออกจากคาร์ทริดจ์และนำเฮดจิมบอลใส่ถาดที่แยกงานดี/เสียอัตโนมัติ	3. การหยิบงานระหว่างกลองกับถาดที่แยกงานดี/เสียอัตโนมัติ	ขั้นตอนที่ 23. ลดระยะระหว่างกลองกับถาดแยกงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
44	ขั้นตอนที่ 24 เมื่อทดสอบครบล็อตก็นำเฮดจิมบอลจากถาดที่แยกงานดี/เสียอัตโนมัติมารวมที่ส่วนกลางในห้องทดสอบโดยแยกเฮดจิมบอลออกมาแต่ละเกรด	2. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 24. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
45	ขั้นตอนที่ 25 : บันทึกข้อมูลจำนวนเฮดจิมบอลทั้งหมดลงในบันทึกข้อมูลฝ่ายผลิต	1. การบันทึกข้อมูล	ขั้นตอนที่ 25. การบันทึกข้อมูลไม่ควรผิดพลาด	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
46	ขั้นตอนที่ 26 : รวบรวมเฮดจิมบอลล็อตเปรียบเทียบกับบันทึกข้อมูลโดยหัวหน้างานฝ่ายผลิต	1. การตรวจสอบข้อมูล	ขั้นตอนที่ 26. การบันทึกข้อมูลและการตรวจสอบ	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
48	ขั้นตอนที่ 26 : รวบรวมเฮดจิมบอลล็อตเปรียบเทียบกับบันทึกข้อมูลโดยหัวหน้างานฝ่ายผลิต	3. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงานส่วนปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 26. การจับเฮดจิมบอลโดยพนักงาน	0.01	0.06%	1.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	
31	ขั้นตอนที่ 17 : กระทำการทดสอบเฮดจิมบอล	3. การทดสอบที่ไม่ถูกต้อง	ขั้นตอนที่ 17. แก้ไขการทดสอบที่ไม่ถูกต้อง	0.20	0.85%	0.00%	0.00	100.00%	17.97	74.89%	

2. จากนั้นพิจารณา ค่าการถดถอยระยะเวลาที่จะสามารถปรับปรุงได้โดยดังนี้

2.1 ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์จะลดลง 50% (No Dynamic Electrical Test 50% หรือ No DET 50%) โดยวิธีการคัดเลือกเฮชจีเอที่มีคุณลักษณะดีเลิศมีอัตราการผลิต (Yield) มากกว่า 90% (งาน 90% เป็นงานดีเลิศส่วนอีก 10% เป็นงานบกพร่อง) จากการสุ่มทดสอบโดยเทียบกับอัตราของเสียที่จะเกิดขึ้น ซึ่งถ้าผ่านข้อกำหนดก็สามารถผ่านขั้นตอนการทดสอบนี้ได้ไม่ต้องทดสอบ (รายละเอียดจะกล่าวที่ระยะที่ 3 นั่นคือ การวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการไหลของระบบ) นอกจากนี้ยังส่งงานกลุ่มที่ไม่ได้ทดสอบนี้ไปทดสอบที่ลูกค้า (โรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์) เป็นตัวอย่างงานก่อน เพื่อทำให้เกิดความแน่ใจพบว่ามีผลกระทบต่อการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ การปรับปรุงขั้นตอนนี้ได้คิดระยะเวลาเป็น 200% ของขั้นตอนนี้ ($1/0.50 = 200\%$) ดังนั้นขั้นตอนที่เป็น ตัวแปรเข้าที่เกี่ยวกับการทดสอบจะได้เวลาเพิ่ม เพราะไม่ต้องเสียเวลาทำขั้นตอนนั้น (เปรียบได้กับทดสอบ 1 เฮชจีเอ แต่ได้งานออก 2 เฮชจีเอ) ส่วนอีก 50% ที่เหลือต้องทดสอบเต็ม (Full test)

2.2 ยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลง ในน้ำยาไอพีโอโดยเปลี่ยนวัสดุที่ทำคาทริคัล (ฟลักเจอร์จับชิ้นงาน) แทน ขั้นตอนนี้จะได้เวลาทั้งหมดมา 100% ของขั้นตอนนี้

2.3 ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลง โดยทดสอบเฉพาะที่ลูกค้าต้องการ และสำคัญคือ ลดการทดสอบพารามิเตอร์ประกอบด้วย 1) การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ (PW50 หรือ Pulse Width หรือ T50) 2) การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (None Linear Transition Shift หรือ NLTS) และลดการทดสอบที่ซ้ำซ้อนคือการทดสอบสควอช (Squash) ขั้นตอนนี้จะได้เวลาทั้งหมดมา 80% ของขั้นตอนนี้

2.4 ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์ ประกอบด้วยการลดขั้นตอนการทดสอบที่เล็กมากเกินไปของพารามิเตอร์การทดสอบการสัมผัสของผิวดิสก์ (Touch down) คิดระยะเวลาเป็น 50% ของขั้นตอนนี้

2.5 การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮชจีเอ และคัดเลือกเฮชจีเอที่มีคุณภาพดีก่อน/หลังการทดสอบ โดยวิธีการคัดเลือกกลุ่มเฮชจีเอที่มีคุณลักษณะก้ำกึ่งงานดีเลิศ และงานแย่ (Marginal) ซึ่งกลุ่มงานนี้ต้องนำมาทดสอบทั้งหมดเพราะเสี่ยงที่จะปล่อยงานที่มีข้อบกพร่องไปสู่ลูกค้า และกลุ่มงานแย่ กลุ่มเหล่านี้จะถูกส่งกลับไปต้นกระบวนการเพื่อคัดแยกส่วนประกอบ และถูกปรับปรุงชิ้นส่วนที่เสียหรือ ชิ้นส่วนที่มีข้อบกพร่องมาใช้งานใหม่ (Rework) เพราะไม่คุ้มค่าต่อการทดสอบจนจบ การปรับปรุงขั้นตอนนี้ได้คิดระยะเวลาเป็น 8% ของขั้นตอนนี้

3. นำระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงได้ (เปอร์เซ็นต์) ชำงต้นมาคูณกับ ระยะเวลาของแต่ละหน้าที่การทำงาน เพื่อหาจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ลดลง จากนั้นทำเป็น เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ทราบอัตราการปรับปรุงที่สามารถทำได้ใน 1 รอบวัน ซึ่งจะต้องปรับปรุงให้อัตรา งานออกเพิ่มขึ้นมากกว่า 67.957% (จากการวิเคราะห์ช่องว่างในภาพที่ 4.1) จึงจะสามารถทันส่ง เฮชเจตามเวลาที่กำหนด จากตารางที่ 4.1 พบว่า 7 รายการแรก ที่แสดงการจัดเรียงลำดับ ความสำคัญ (Prioritization matrix) ได้ระยะเวลาที่สามารถปรับปรุงสะสมเทียบกับ 24 ชั่วโมงมีค่า เท่ากับ 73.29% ซึ่งมากกว่า 67.957% ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยระยะเวลาที่สามารถปรับปรุง สะสมนี้เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงของทั้ง 7 รายการทำงานคิดเป็น 97.86% โดยมากกว่า 80% ของพาเรโตในภาพที่ 4.6

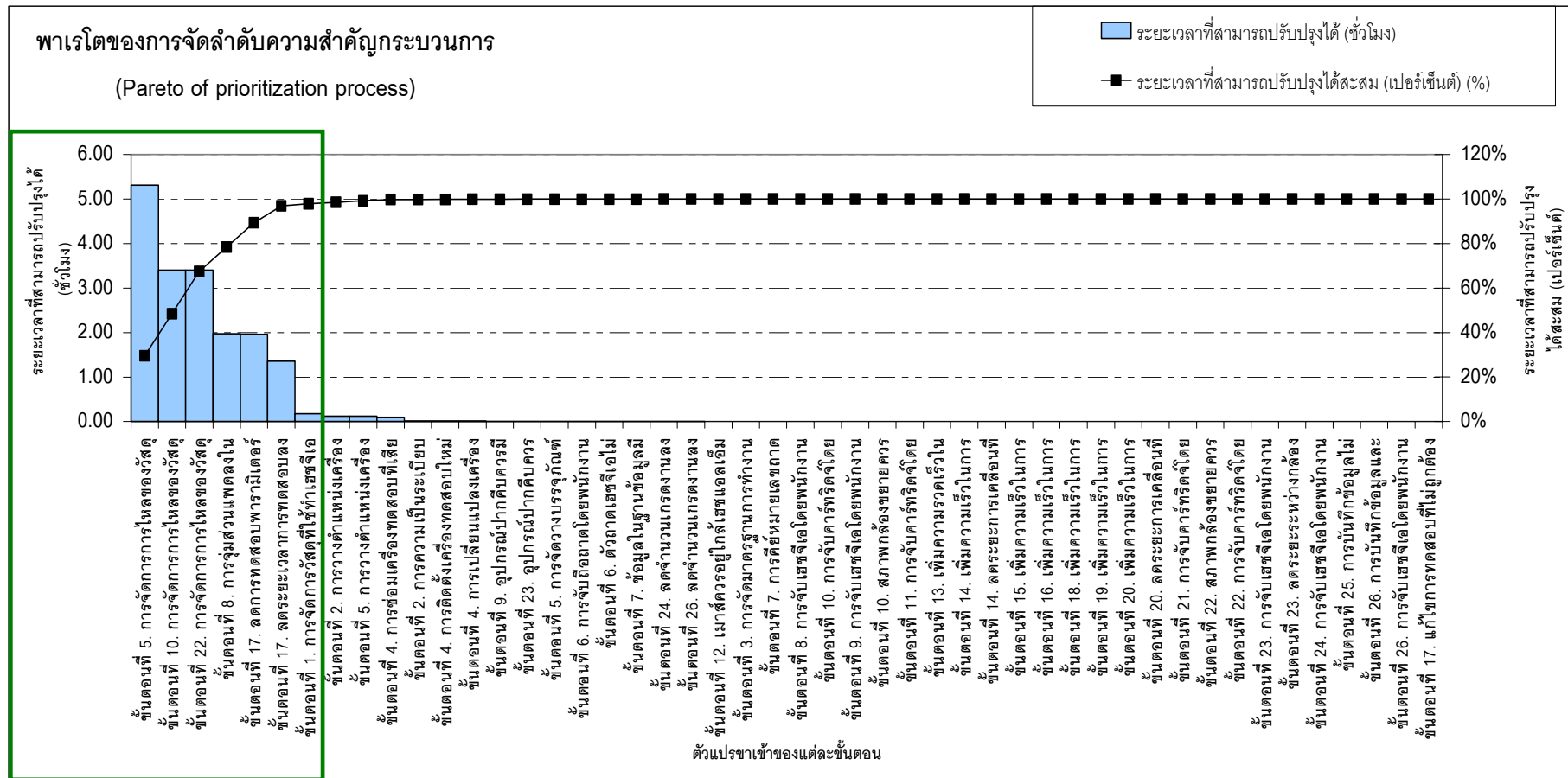
4.2.4 ประชุม ระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

นำหัวข้อข้างต้นมาวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบตามตารางที่ 4.2 ถึง ตารางที่ 4.6 คือ

1. การจัดการการไหลของเฮชจีเอ (วัสดุ)
2. การยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าลงในน้ำยาไอพีเอ
3. ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการ และสำคัญ
4. ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์
5. การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮชจีเอ และเฮชจีเอมีคุณภาพดีก่อน/ หลัง การ

เท่านั้น

ทดสอบ



ภาพที่ 4.6

พาเรโตของการจัดลำดับความสำคัญกระบวนการ

ตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อการจัดการการไหลของเฮชจีเอ

FMEA for Input Variable

การจัดการการไหลของเฮชจีเอ (วัสดุ)

analyzing								planning changes			after changes				
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2
ไม่มีการวิเคราะห์การจัดการจัดกลุ่มงานดีเลิศ (excellence performance HGA) งานทำทั้งดีและแย่ (marginal HGA) กับงานแย่ (poor performance HGA) เพื่อการไหลของงานเพื่อลดขั้นตอนการทดสอบ	อาจจะมีผลกระทบกับลูกค้าเพราะต้องส่งงานไปโดยไม่ผ่านการทดสอบและการทดสอบการไหลของงานอย่างรุนแรงโดยต้องเสียเวลาทดสอบงานทั้งหมดเพื่อคัดแยก	10	ไม่มีการทบทวนและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพงานเทียบกับการไหลของงานเมื่อมีผลิตภัณฑ์เข้ามาทดสอบ	9	ไม่มีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพงานในระบบการไหลงาน	10	900	จัดตั้งลำดับการไหลของงานโดยแยกการจัดกลุ่มงานดีเลิศกับงานแย่เพื่อให้การไหลดีขึ้น	วิศวกรผลิตภัณฑ์ วิศวกรทดสอบและ วิศวกรคุณภาพ	1 กรกฎาคม 2551	จัดตั้งลำดับการไหลของงานในระบบการทดสอบ (Testing HGA Flow) โดยแยกการจัดงานดีเลิศ (excellence performance HGA) งานทำทั้งดีและแย่ (marginal HGA) กับงานแย่ (poor performance HGA) เพื่อให้การไหลดีขึ้น	1	2	1	2

ตารางที่ 4.3

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อการยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ

FMEA for Input Variable

การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ

analyzing								planning changes			after changes				
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2
เสียเวลาการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ	อาจมีผลกระทบกับลูกค้าและกระทบต่อการไหลของงาน โดยต้องเสียเวลานำงานไปจุ่มในสารเคมี (น้ำยาไอพีเอ) เพื่อป้องกันการเกิดอีเอสดี (ESD หรือ Electro Static Discharge) และสารเคมีอาจกระเด็นสู่ผู้ปฏิบัติงาน	10	ไม่มีการทบทวนและวิเคราะห์การจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ เพื่อลดการเกิดอีเอสดี (ESD)	8	ไม่มีการทบทวนและวิเคราะห์การจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ	10	800	1. ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอโดยเปลี่ยนวัสดุรองรับเซมิคอนดักเตอร์เป็นตัวคายประจุแทน 2. สอนงานผู้ปฏิบัติงานว่าไม่ต้องจุ่มน้ำยาก่อนการทดสอบ	ผู้ฝึกหัด, วิศวกรฝ่ายทดสอบ, ผู้ควบคุมและดูแลการผลิต และวิศวกรผลิตภัณฑ์	15 กรกฎาคม 2551	1. ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอโดยเปลี่ยนวัสดุรองรับเซมิคอนดักเตอร์เป็นตัวคายประจุแทน 2. สอนงานผู้ปฏิบัติงานว่าไม่ต้องจุ่มน้ำยาก่อนการทดสอบ	1	1	1	1

ตารางที่ 4.4

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น

FMEA for Input Variable

ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะที่ลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น

analyzing								planning changes		after changes					
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2
เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน(None grading)	ไม่มีผลกระทบกับลูกค้า เพราะไม่ได้ต้องการคัดแยกงานดีเสียออกจากกัน แต่กระทบต่อการไหลของงานอย่างรุนแรง (การทดสอบพัลส์วิดท์และเอ็นแอลทีเอส)	7	การคัดลอกวิธีการทดสอบจากผลิตภัณฑ์เก่าเพื่อดูประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ใหม่เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงความต้องการลูกค้าของผลิตภัณฑ์ใหม่	10	วิศวกรฝ่ายทดสอบ, วิศวกรอุตสาหกรรมและวิศวกรผลิตภัณฑ์ ร่วมทบทวนรายการพารามิเตอร์ทดสอบ (parameter) รายเดือน	8	560	ปิดพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน	วิศวกรฝ่ายทดสอบ วิศวกรคุณภาพ และ วิศวกรผลิตภัณฑ์	1 สิงหาคม 2551	ปิดพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน	1	1	1	1
เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อนภายในทดสอบระดับเฮชจีเอ (Redundant test parameter in HGA level)	ไม่มีผลกระทบกับลูกค้า เพราะไม่ได้ต้องการคัดแยกงานดีเสียออกจากกัน แต่กระทบต่อการไหลของงานอย่างรุนแรง (การทดสอบสควอร์)	7	ไม่มีการทบทวนการทดสอบระหว่างพารามิเตอร์ในระดับเฮชจีเอ (Test parameter is not reviewed in HGA level).	10	มีการทบทวนรายการทดสอบเมื่อมีการโอนผลิตภัณฑ์จากฝ่ายดูแลผลิตภัณฑ์ใหม่ (New product introduction (NPI))	8	560	ปิดพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อน	วิศวกรฝ่ายทดสอบ วิศวกรคุณภาพ และ วิศวกรผลิตภัณฑ์	15 สิงหาคม 2551	ปิดพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อน	1	1	1	1
เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อนภายในทดสอบระหว่างระดับเฮชจีเอและสไลเดอร์ (Redundant test parameter between HGA level and Slider level)	ไม่มีผลกระทบกับลูกค้า เพราะไม่ได้ต้องการคัดแยกงานดีเสียออกจากกัน แต่กระทบต่อการไหลของงานเพียงเล็กน้อยเพราะเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่เสียเวลาทดสอบ (การทดสอบแอมปริจูด)	3	ไม่มีการทบทวนการทดสอบระหว่างพารามิเตอร์ในระดับเฮชจีเอ (Test parameter is not reviewed between HGA level and Slider level)	5	วิศวกรฝ่ายทดสอบ, วิศวกรอุตสาหกรรมและวิศวกรผลิตภัณฑ์ ร่วมทบทวนรายการพารามิเตอร์ทดสอบ (parameter) เมื่อมีผลิตภัณฑ์ใหม่	5	75	ปิดพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อน	วิศวกรฝ่ายทดสอบ วิศวกรคุณภาพ และ วิศวกรผลิตภัณฑ์	20 สิงหาคม 2551	ปิดพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อน	1	1	1	1

ตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์

FMEA for Input Variable

ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์

analyzing								planning changes			after changes				
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2
เสียเวลานานกับการทดสอบแอสเอ็นอาร์ (SNR หรือ Signal to Noise ratio)	อาจจะมีผลกระทบกับลูกค้า และกระทบต่อการไหลของงานอย่างรุนแรงโดยมีผลให้ต้องทดสอบโดยใช้เวลานาน	5	มีขั้นตอนทดสอบที่เล็กเกินไป (Too small step size)	5	ใช้ที่ 4 เมกะเฮิรซ์	4	100	ขยายขั้นตอนการทดสอบที่เล็กเกินไป	วิศวกรฝ่ายทดสอบ, วิศวกรคุณภาพและวิศวกรผลิตภัณฑ์	26 สิงหาคม 2551	ขยายขั้นตอนการทดสอบที่เล็กเกินไป	3	2	2	12
เสียเวลานานกับการทดสอบการสัมผัสกับผิวดีสก์ของเซมิเจ (Touch Down test)	อาจจะมีผลกระทบกับลูกค้า และกระทบต่อการไหลของงานอย่างรุนแรงโดยมีผลให้ต้องทดสอบโดยใช้เวลานาน	10	มีขั้นตอนทดสอบที่เล็กเกินไป (Too small step size) และแปรผันแรงดันไฟฟ้าทีละขั้นขึ้นลง 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ 2 โวลต์ ถึง 4 โวลต์ (Vary voltage) ทำให้การทดสอบซ้ำ	7	การทดสอบโดยการแปรผันแรงดันไฟฟ้าทีละขั้น 0.05 โวลต์ เพื่อให้การทดสอบละเอียด	7	490	เปลี่ยนการทดสอบเป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้าค่าเดียว	วิศวกรฝ่ายทดสอบ, วิศวกรคุณภาพและวิศวกรผลิตภัณฑ์	1 กันยายน 2551	เปลี่ยนการทดสอบเป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้าค่าเดียว	1	2	2	4

ตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์ (ต่อ)

FMEA for Input Variable

ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์

analyzing								planning changes			after changes					
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2	
เสียเวลานานกับความเร็วมอเตอร์ในการประมวลผล	ไม่มีผลกระทบกับลูกค้าและกระทบต่อการไหลของงานเพียงเล็กน้อยเพราะทำให้การประมวลผลการทดสอบช้าลงเพียงเล็กน้อย	4	ความเร็วของซีพียู (CPU speed)	3	ให้ความเร็วสัญญาณนาฬิกาอยู่ที่ 3กิกกะเฮิร์ซ (3.0GHz)	5	60	เปลี่ยนซีพียูของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ความเร็วสัญญาณนาฬิกาต่ำกว่า 3 กิกกะเฮิร์ซ เป็น3กิกกะเฮิร์ซ	โปรแกรมเมอร์และข้อมูลสารสนเทศและวิศวกรฝ่ายทดสอบ	9 กันยายน 2551	เปลี่ยนซีพียูของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ความเร็วสัญญาณนาฬิกาต่ำกว่า 3 กิกกะเฮิร์ซ เป็น3กิกกะเฮิร์ซ	1	1	2	2	
			ฮาร์ดแวร์หรือโมดูลที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	1	ไม่มี	5	20	กำจัดฮาร์ดแวร์หรือโมดูลที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	โปรแกรมเมอร์และข้อมูลสารสนเทศและวิศวกรฝ่ายทดสอบ	9 กันยายน 2551	กำจัดฮาร์ดแวร์หรือโมดูลที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	1	1	2	2	
			แรม (RAM)	3	ให้อยู่ที่ความเร็ว 1 กิกกะไบร์ท (1GB)	5	60	เปลี่ยนแรมที่ความเร็วต่ำกว่า 1 กิกกะไบร์ทเป็นความเร็ว 1กิกกะไบร์ท	โปรแกรมเมอร์และข้อมูลสารสนเทศและวิศวกรฝ่ายทดสอบ	9 กันยายน 2551	เปลี่ยนแรมที่ความเร็วต่ำกว่า 1 กิกกะไบร์ทเป็นความเร็ว 1กิกกะไบร์ท	1	1	2	2	
			มีไฟสวิตช์ที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	1	ไม่มี	5	20	กำจัดไฟสวิตช์ที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	โปรแกรมเมอร์และข้อมูลสารสนเทศและวิศวกรฝ่ายทดสอบ	9 กันยายน 2551	กำจัดไฟสวิตช์ที่ไม่จำเป็นมีอยู่ในคอมพิวเตอร์	1	1	2	2	

ตารางที่ 4.6

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หัวข้อการจัดการวัสดุที่ใช้ทำเซจซีเอ และเซจซีเอมีคุณภาพดีก่อน/ หลัง การทดสอบ

FMEA for Input Variable

การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเซจซีเอ และ เซจซีเอมีคุณภาพดีก่อน/ หลัง การทดสอบ

analyzing								planning changes			after changes				
Potential Failure Modes Associated with Input Variable	Effects Failure Mode Will Have on Customer, if They Occur	Severity	Potential Causes of Failure Modes	Occurrence	Current Process Controls	Detectability	RPN	Suggested Action	Person Responsible	Target Date	Actual Action	Severity2	Occurrence2	Detectability2	RPN2
ไม่มีการจัดการค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าในการเขียนเทียบอัตราผลผลิต (None analyze MWW (Magnetic Write Wide) compare with yield)	แทบไม่มีผลกระทบกับลูกค้าเพราะเป็นการทำงานก้ำกึ่ง (marginal) มาทดสอบทั้งหมดและนำงานแยกส่งกลับไปต้นกระบวนงานเพื่อแยกชิ้นส่วนเพื่อปรับปรุง (rework) แต่กระทบต่อการไหลของงานอย่างรุนแรงโดยต้องเสียเวลาทดสอบงานทั้งหมดเพื่อคัดแยก	6	ไม่มีหัวข้อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพงานเทียบกับอัตราผลผลิตเมื่อมีผลิตภัณฑ์เข้ามาทดสอบ	8	ไม่มีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพงานในระบบการไหลงาน	10	480	วิเคราะห์และหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบอัตราผลผลิตและส่งข้อมูลป้อนกลับการผลิตเพื่อปรับปรุงให้อัตราผลผลิต (yield) รวมทั้งการไหลดีขึ้น	วิศวกรผลิตภัณฑ์และวิศวกรคุณภาพ	15 กันยายน 2551	วิเคราะห์และหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบอัตราผลผลิตและส่งข้อมูลป้อนกลับการผลิตเพื่อปรับปรุงให้อัตราผลผลิต (yield) รวมทั้งการไหลดีขึ้น	3	3	1	9

4.2.5 จัดทำเครื่องมือวัดข้อบกพร่องของความสูญเสียในการทำงาน และ วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

ข้อบกพร่องที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในการทำงานตามข้างต้น ซึ่งจะใช้ตัววัด คือจำนวนงานทดสอบขาออก จะต้องเพิ่มขึ้นจากเดิม 73.29% ต่อ 1 รอบวัน โดยหลังจากที่นำ วิธีการข้างต้น เรียบร้อยแล้ว ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50% ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ 2) การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้า ใน ชัสพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ 3) ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลง โดยทดสอบเฉพาะลูกค้า ต้องการและสำคัญเท่านั้น 4) การลดระยะเวลาการทดสอบแต่ละพารามิเตอร์ 5) การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮกซีเอ และคัดเลือก เฮกซีเอมีคุณภาพดีก่อน/ หลังการทดสอบ โดยการหาค่าที่ดีที่สุดของค่า ความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดเพื่อ ให้แน่ใจว่าระบบเครื่องมือ ทดสอบด้านไฟฟ้าพลศาสตร์ มีความแม่นยำ และเที่ยงตรง ถูกต้อง โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบแอทริบิว (Attribute) และแบบวาริเอเบิล (Variable)

การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดแบบแอทริบิว จัดทำโดยการ เตรียมงานมาตรฐานจำนวน 100 ชิ้นแบ่งเป็นค่างานผ่านข้อกำหนดลูกค้า และงานไม่ผ่าน ข้อกำหนดลูกค้าอย่างละ 50 ชิ้น จากนั้นให้ผู้ปฏิบัติการทดสอบทั้ง 3 คนทดสอบงานทั้งหมด จำนวน 3 ครั้งต่อชิ้นที่เครื่องทดสอบเดียวกัน ผลการวิเคราะห์พบว่าผ่านข้อกำหนดลูกค้าที่ความ เชื่อมั่นที่ 95% (94.55% ถึง 99.97%) โดยผู้ปฏิบัติการทดสอบทั้ง 3 คนให้ผลการทดสอบตรงกัน กับค่ามาตรฐานถึง 99% และผลการวิเคราะห์ระหว่างผู้ปฏิบัติการทดสอบทั้ง 3 คนให้ผลการ ทดสอบตรงกันถึง 99% ส่วนรายละเอียดของผลการทดสอบดูได้จากภาคผนวก

การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดแบบแบบวาริเอเบิล แบ่งออกตาม พารามิเตอร์ที่ทดสอบได้ 12 พารามิเตอร์ดังนี้ 1) การทดสอบค่าความต้านทานของแม่เหล็กไฟฟ้า หรือเอ็มอาร์อาร์ 2) การทดสอบทัชดาวน์ 3) การทดสอบการวัดความกว้างของการเขียน แม่เหล็กไฟฟ้า 4) การทดสอบการวัดความกว้างของการอ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า 5) การ ทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ 6) การ ทดสอบแอมปริจูดอีมิเอฟความถี่สูง 7) การทดสอบแอมปริจูดอีมิเอฟความถี่ต่ำ 8) การ ทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ 9) การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมปริจูด หรือ ทีเอเอ อะซิมเมทรี 10) การทดสอบเอ็นแอลทีเอสหรือไม่มีการเลื่อนของสัญญาณเชิงเส้น 11) การทดสอบ เอสเอ็นอาร์ 12) การทดสอบสควอร์ช (ส่วนการทดสอบวิธีทีเอสเอ็นอาร์ เป็นเพียงการคำนวณจาก การทดสอบวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า และการทดสอบเอสเอ็นอาร์

ดังนั้นพารามิเตอร์นี้ จึงดูผลได้จากวิเคราะห์พารามิเตอร์พื้นฐานข้างต้น) การจัดทำโดยการเตรียมงานมาตรฐานจำนวน 20 ชิ้นที่ถูกค้ายอมรับค่าที่อ่านได้ โดยค่ามาตรฐานนี้เป็นตัวแทนค่าที่อ่านในการทดสอบจริงในกระบวนการทดสอบทั้งค่าความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย เปรียบเสมือนการทดสอบงานจริงโดยทดสอบทุกย่าน (Range) ของชิ้น เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องทดสอบมีความแม่นยำและเที่ยงตรง ถูกต้อง เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่ถูกค้ายอมรับทำให้สามารถเชื่อถือผลการวิเคราะห์นี้ได้ รวมทั้งมีความแปรปรวนจากระบบการวัดเข้าไปร่วมกับค่าที่อ่านออกมานั้นน้อยมาก และผ่านข้อกำหนดลูกค้าเมื่อเทียบกับความแปรปรวนที่เกิดจากชิ้นงานเอง การทดสอบเพื่อการวิเคราะห์ความแม่นยำระบบการวัดนี้ กำหนดให้ผู้ปฏิบัติการทดสอบ 3 คนทดสอบงานข้างต้นทั้งหมด จำนวน 3 ครั้งต่อชิ้นที่เครื่องทดสอบเดียวกัน ผลการวิเคราะห์พบว่าผ่านข้อกำหนด โดยผลรวมของความสามารถในการทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง (Total Gage R&R) ของการทดสอบทุกพารามิเตอร์ในส่วนเปอร์เซ็นต์การเกี่ยวข้อง (%Contribution) ของเครื่องทดสอบนี้ ผ่านข้อกำหนดคือ ต่ำกว่า 1% ส่วนรายละเอียดของผลการทดสอบดูได้จากภาคผนวก

4.3 ระยะเวลาวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการไหลของระบบ

ระยะนี้ จะนำผลของการวิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่ได้มาจากระยะที่ 1 นั่นคือ ระยะการระบุปัญหา และคุณค่าของผลิตภัณฑ์ และระยะที่ 2 นั่นคือ การตรวจวัด และแสดงผังการไหลของคุณค่า โดยได้มาจากการวิเคราะห์ และประเมินค่าความเสี่ยงตามวิธีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis หรือ FMEA) ซึ่งมีค่าค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number หรือ RPN) สูงมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง ในรายละเอียดของผลการวิจัยจะทำการศึกษาตัวแปรนำเข้าที่สำคัญ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรมเพื่อ

ยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ และปรับปรุง มีทั้งหมด 5 ตัวแปรดังต่อไปนี้

4.3.1 ตัวแปรที่ 1 ไม่มีวิเคราะห์การจัดกลุ่มงานดีเลิศ งานกำลังดีและแย่งและงานแย่ง เพื่อการไหลของงานที่ดีขึ้นโดยการลดขั้นตอนการทดสอบ (การจัดการการไหลของเฮซจีเอ (วัสดุ))

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

จากผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบใน ตารางที่ 4.2 การจัดการการไหลของเฮซจีเอมีตัวเลขลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number หรือ RPN) เท่ากับ 900 ซึ่งสูงมาก และในตารางที่ 4.7 พบว่าอัตราผลผลิตของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมากกว่า 90% ซึ่งแสดงให้เห็นการทดสอบที่เกินความจำเป็นเพราะงานที่ไม่ผ่านข้อกำหนดลูกค้ามีต่ำกว่าอยู่เพียง 10% เท่านั้น นั่นคือ งานดี 90% ไม่จำเป็นต้องทดสอบเนื่องจากเป็นงานผ่านข้อกำหนด ส่วนอีก 10% เป็นงานเสียที่ต้องตรวจจับให้ได้คือ โอกาสในการลดการทำงานที่สูญเปล่านี้

ตารางที่ 4.7

อัตราผลผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยเฉลี่ย

ชื่อผลิตภัณฑ์เฮซจีเอ (Product name)	ความต้องการเฮซจีเอ (HGA requirement) (หน่วย: กิโลกรัมหรือ kpcs)	อัตราผลผลิต (Yield)
80G	11,283	92.80
Aries	8,120	92.70
TD2 PMR	6,878	92.50
Sequoia PMR	17,859	91.50
McKinley	15,565	92.00
Denali	7,669	90.90
Pinnacle	5,075	92.80
Atlantis/ Danu	6,830	92.80
Yosemite	5,968	92.50
Hulk	5,283	92.50
Spider	9,550	92.00
Odyssey	676	90.70

ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของอัตราผลผลิต

(Yield by average weighted)

92.15

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน และ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%)
กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดจำนวนงานขาออก (Output) ต่อ ชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน (Same lot) ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่มเพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบแต่คัดเลือกโดยผ่านกระบวนการไหล (Flow) ของเฮซจีเอของด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.8

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 1

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	35.995
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 50%	69.001

Two-Sample T-Test and CI: DET100%, NoDET50%				
Two-sample T for DET100% vs NoDET50%				
	N	Mean	StDev	SE Mean
DET100%	12000	35.995	0.352	0.0032
NoDET50%	12000	69.001	0.212	0.0019
Difference = mu (DET100%) - mu (NoDET50%)				
Estimate for difference: -33.0054				
95% CI for difference: (-33.0128, -32.9981)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -8811.08 P-Value = 0.000 DF = 19676				

ภาพที่ 4.7

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 1 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญนั่นคือ การปรับปรุงโดยการจัดการ การไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50% สามารถทำให้จำนวนงานขาออกเพิ่มขึ้นจาก 35.995 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 69.001 ขึ้นต่อชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) กับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

การทดสอบนี้ต้องจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อทำการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อให้ทราบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าระหว่าง งานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 ผ่านกระบวนการไหลของเฮซจีเอของด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.9

ผลการทดสอบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 1

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	12,000	3	11,997
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 50%	12,000	5	11,995

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	3	12000	0.000250
2	5	12000	0.000417
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -0.000166667			
95% CI for difference: (-0.000628553, 0.000295219)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -0.71 P-Value = 0.479			
Fisher's exact test: P-Value = 0.727			

ภาพที่ 4.8

ผลการทดสอบสมมติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 1 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ไม่ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.479 ซึ่งมากกว่า 0.05) หมายความว่า วิธีการปรับปรุงโดยการลดการทดสอบลง 50% ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

จากตารางที่ 4.10 พบว่า วิธีการปรับปรุงโดยการลดการทดสอบลง 50% เป็นทางเลือกที่เหมาะสม และไม่เสี่ยงที่สุดในการเริ่มต้นครั้งแรกนี้ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานปกติแล้วไม่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนของเสียที่ถูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามในอนาคตสามารถลดการทดสอบได้ถึง 90% แต่ค่อนข้างเสี่ยงเพราะค่าพี (P-Value) ค่อนข้างน้อยเนื่องจากของเสียเพิ่มขึ้น และเสี่ยงต่อลูกค้าจะยกเลิกวิธีการปรับปรุงกระบวนการนี้

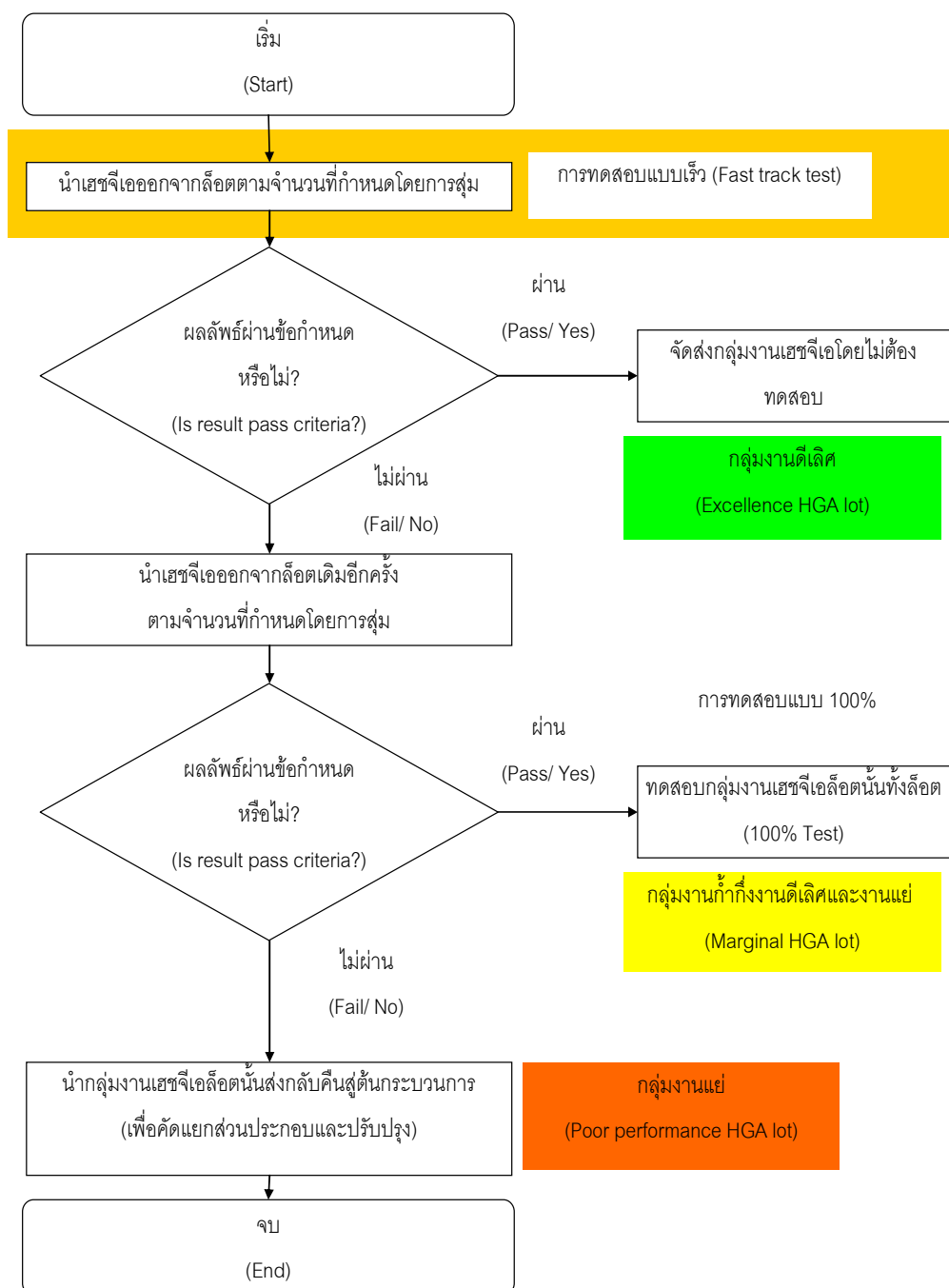
ตารางที่ 4.10

ตารางการประเมินทางเลือกการปรับปรุงเทียบกับสัดส่วนของเสียที่ถูกค้า

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)	ค่าพี (P-Value)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	12,000	3	11,997	1.000
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 10%	12,000	3	11,997	1.000
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 20%	12,000	3	11,997	1.000
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 30%	12,000	4	11,996	0.705
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 40%	12,000	4	11,996	0.705
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 50%	12,000	5	11,995	0.479
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 60%	12,000	7	11,993	0.206
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 70%	12,000	8	11,992	0.132
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 80%	12,000	9	11,991	0.083
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 90%	12,000	10	11,990	0.052
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 100%	12,000	15	11,985	0.005

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

จัดตั้งระบบการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50% ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9

ลดกระบวนการไหลของเฮชจีเอ ด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50%

กระบวนการไหลของเฮชจีเอของด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% นี้ เริ่มต้นจาก กระบวนการทดสอบแบบเร็ว (Fast track test) มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยก (Disposition) กลุ่มงานดีเลิศออกมาก่อนเพื่อลดการทดสอบลง โดยอ้างอิงจำนวนงานที่สุ่มจากล็อต และข้อกำหนดของผลลัพธ์จากมาตรฐานของสมาคมคุณภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society Quality หรือ ASQ) ซึ่งเป็นมาตรฐานทางการทหาร หมวด 105 ฉบับ อี (Military Standard หมวด 105 Revision E หรือ MIL-STD-105E) ประกอบกับใช้ข้อกำหนดของลูกค้าคือ ค่าเอซีเท่ากับศูนย์หรือต้องไม่เจอของเสียจากการสุ่ม ($AC = 0$) และระดับคุณภาพล็อตงานที่ยอมรับได้หรือเอคิวแอลเท่ากับ 0.65 (Acceptable Quality Lot หรือ AQL = 0.65) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นำเฮชจีเอออกจากล็อตตามจำนวนข้อกำหนดมาตรฐานโดยการสุ่ม
2. ทดสอบกลุ่มงานที่ถูกสุ่มออกมาจากล็อตงาน โดยผลลัพธ์แบ่งเป็น 2 กรณี กรณีที่แรก ถ้าผ่าน (Pass) ข้อกำหนดมาตรฐานก็จะสามารถจัดส่งให้ลูกค้าได้ (กลุ่มงานดีเลิศ หรือ Excellence HGA lot) งานกลุ่มนี้ไม่ต้องทดสอบทั้งล็อต (NO DET) กรณีที่สอง ถ้ากลุ่มงานที่ผ่านการสุ่มของล็อตนั้นไม่ผ่าน (Fail) ให้สุ่มเฮชจีเอออกจากล็อตเดิมตามจำนวนที่กำหนดอีกครั้ง
3. ผลลัพธ์การสุ่มตามจำนวนที่กำหนดครั้งที่สองแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีแรก ถ้าผ่านข้อกำหนด ให้นำไปทดสอบอย่างละเอียดทั้งล็อต (กลุ่มงานก้ำกึ่งงานดีเลิศ และงานแย่มาก หรือ Marginal HGA lot) เพราะเสี่ยงที่จะปล่อยงานที่มีข้อบกพร่องไปสู่ลูกค้า กรณีที่สอง ถ้ากลุ่มงานจากล็อตนี้ไม่ผ่านข้อกำหนด (กลุ่มงานแย่มาก หรือ Poor performance HGA lot) ให้ส่งกลับคืนสู่ต้นกระบวนการเพื่อคัดแยกส่วนประกอบ และปรับปรุงแต่ละส่วนประกอบใหม่เพื่อนำมาใช้งานอีกครั้งเนื่องจากไม่คุ้มค่า เสียเวลาต่อการทดสอบ

ตารางที่ 4.11

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 1

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทดสอบเฮชจีเอ 100%	จัดตั้งระบบการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50% และทดสอบเฮชจีเอ ด้วยวิธีการ กระบวนการลดการทดสอบลง 50%

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

การยืนยันผลหลังการปรับปรุงนี้คล้ายกับขั้นตอนที่ 2 เพียงแต่เป็นการวัดผลหลังจากการใช้งานจริง ดังนั้นจะมีจำนวนงานมากกว่า ส่วนข้อกำหนดเหมือนกัน นั่นคือ ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) ต้องไม่มีผลกระทบต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน และ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้วัดจากจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบ ว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบแต่คัดเลือกโดยผ่านกระบวนการไหลของเฮซจีเอของด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : วิธีการปรับปรุง (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : วิธีการปรับปรุง (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.12

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 1

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	36.700
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 50%	68.100

Two-Sample T-Test and CI: DET100%_Mass, NoDET_Mass				
Two-sample T for DET100%_Mass vs NoDET_Mass				
	N	Mean	StDev	SE Mean
DET100%_Mass	1200000	36.700	0.390	0.00036
NoDET_Mass	1200000	68.100	0.310	0.00028
Difference = mu (DET100%_Mass) - mu (NoDET_Mass)				
Estimate for difference: -31.4005				
95% CI for difference: (-31.4014, -31.3996)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -69049.37 P-Value = 0.000 DF = 2283433				

ภาพที่ 4.10

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขายออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 1 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่าตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) กับผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

การทดสอบนี้เป็นการจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อนำไปใช้งานจริง และวัดผลสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าระหว่างงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 ผ่านกระบวนการไหล ของเฮซจีเอของ ด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมติฐานที่ว่า

H_0 : วิธีการปรับปรุง (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

H_1 : วิธีการปรับปรุง (การจัดการการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%) มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.13

ผลการทดสอบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 1

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ(ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ(ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	1,200,000	28	1,199,972
งานดีเลิศที่ไม่มีการทดสอบโดยคัดเลือกจากกระบวนการไหลแบบลดการทดสอบ 50%	1,200,000	36	1,199,964

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	28	1200000	0.000023
2	36	1200000	0.000030
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -6.66667E-06			
95% CI for difference: (-1.97329E-05, 6.399583E-06)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -1.00 P-Value = 0.317			
Fisher's exact test: P-Value = 0.382			

ภาพที่ 4.11

ผลการทดสอบสมมุติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 1 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ไม่ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.317 ซึ่งมากกว่า 0.05) หมายความว่า วิธีการปรับปรุงโดยการลดการทดสอบลง 50% ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2 ตัวแปรที่ 2 เสียเวลาการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ)

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

จากภาพที่ 4.4 การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการทดสอบเฮกซีเออย่างละเอียดนั้นพบว่ามีขั้นตอนหนึ่งที่ไม่เกี่ยวกับกระบวนการทดสอบทางพลศาสตร์ไฟฟ้า แต่เป็นการเพิ่มการป้องกันการเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิต (Electro Static Discharge หรือ ESD) เนื่องจากจากการทดสอบทางพลศาสตร์ไฟฟ้านี้ยังไม่มีวิธีการป้องกันอื่น วิธีที่ใช้ปัจจุบันคือการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอก่อนการทดสอบ โดยในตารางที่ 4.1 การจัดเรียงลำดับความสำคัญ พบว่า ขั้นตอนนี้คิดเป็น 8.23% ของระยะเวลาในการทดสอบ และจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในตารางที่ 4.3 นั้นมีค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงเท่ากับ 800 ซึ่งถือว่ามีความสูงมาก เพราะอาจกระทบกับข้อบกพร่องผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้า และการไหลงาน รวมทั้งสารเคมีอาจกระเด็นสู่ผู้ปฏิบัติงานก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ นอกจากนี้ยังอาจทำให้ชิ้นงานเสียหายในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติงานตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด



ภาพที่ 4.12

การจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน และ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้า

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าใน ชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดจำนวนงานขาออก ต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% ผ่านการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.14

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 2

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	36.800
กลุ่มงานที่ไม่ผ่านการจุ่มส่วนแพดของลายวงจรไฟฟ้าในชัสเฟ้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	41.194

Two-Sample T-Test and CI: IPA, NoIPA

Two-sample T for IPA vs NoIPA

	N	Mean	StDev	SE Mean
IPA	12000	36.805	0.362	0.0033
NoIPA	12000	41.194	0.372	0.0034

Difference = mu (IPA) - mu (NoIPA)

Estimate for difference: -4.38890

95% CI for difference: (-4.39819, -4.37961)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -926.05 P-Value = 0.000 DF = 23979

ภาพที่ 4.13

ผลการทดสอบสมมุติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ) กับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

การทดสอบนี้ต้องจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อทำการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อให้ทราบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าระหว่าง งานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 งานยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเซมิคอนดักเตอร์ในน้ำยาไอพีเอ) ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.15

ผลการทดสอบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 2

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ(ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ(ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	12,000	0	12,000
กลุ่มงานที่ไม่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	12,000	1	11,999

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	0	12000	0.000000
2	1	12000	0.000083
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -8.33333E-05			
95% CI for difference: (-0.000246657, 0.0000799902)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -1.00 P-Value = 0.317			
Fisher's exact test: P-Value = 1.000			

ภาพที่ 4.14

ผลการทดสอบสมมติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ไม่ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.317 ซึ่งมากกว่า 0.05) หมายความว่า วิธีการปรับปรุงโดยการยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

3. การทดสอบความสัมพันธ์ (Correlation)

เพื่อยืนยันความสามารถของวัสดุใหม่ กับวัสดุเก่า จึงหาความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุปัจจุบัน และวัสดุใหม่ผลคือ สามารถยอมรับได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R Square) อยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 1 และค่าความชันอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.20 ดังภาพที่ 4.15 และ 4.16

Regression Analysis: วัสดุใหม่_EMF_HF versus วัสดุปัจจุบัน_EMF_HF The regression equation is วัสดุใหม่_EMF_HF = 0.0540 + 0.987 วัสดุปัจจุบัน_EMF_HF <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>0.05399</td><td>0.07154</td><td>0.75</td><td>0.455</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_EMF_HF</td><td>0.987145</td><td>0.009336</td><td>105.74</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.135035 R-Sq = 99.74 R-Sq(adj) = 99.74 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>203.87</td><td>203.87</td><td>11180.27</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>0.66</td><td>0.02</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>204.52</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.05399	0.07154	0.75	0.455	วัสดุปัจจุบัน_EMF_HF	0.987145	0.009336	105.74	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	203.87	203.87	11180.27	0.000	Residual Error	36	0.66	0.02			Total	37	204.52				Regression Analysis: วัสดุใหม่_EMF_LF versus วัสดุปัจจุบัน_EMF_LF The regression equation is วัสดุใหม่_EMF_LF = 0.0013 + 0.996 วัสดุปัจจุบัน_EMF_LF <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>0.00127</td><td>0.07569</td><td>0.02</td><td>0.987</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_EMF_LF</td><td>0.996742</td><td>0.008711</td><td>174.36</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.125045 R-Sq = 99.94 R-Sq(adj) = 99.94 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>481.47</td><td>481.47</td><td>30406.37</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>0.57</td><td>0.02</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>482.04</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.00127	0.07569	0.02	0.987	วัสดุปัจจุบัน_EMF_LF	0.996742	0.008711	174.36	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	481.47	481.47	30406.37	0.000	Residual Error	36	0.57	0.02			Total	37	482.04			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.05399	0.07154	0.75	0.455																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_EMF_HF	0.987145	0.009336	105.74	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	203.87	203.87	11180.27	0.000																																																																										
Residual Error	36	0.66	0.02																																																																												
Total	37	204.52																																																																													
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.00127	0.07569	0.02	0.987																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_EMF_LF	0.996742	0.008711	174.36	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	481.47	481.47	30406.37	0.000																																																																										
Residual Error	36	0.57	0.02																																																																												
Total	37	482.04																																																																													
Regression Analysis: วัสดุใหม่_MRR versus วัสดุปัจจุบัน_MRR The regression equation is วัสดุใหม่_MRR = - 0.60 + 1.00 วัสดุปัจจุบัน_MRR <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>-0.603</td><td>2.067</td><td>-0.29</td><td>0.772</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_MRR</td><td>1.00231</td><td>0.00497</td><td>201.63</td><td>0.000</td></tr></table> S = 1.52563 R-Sq = 99.94 R-Sq(adj) = 99.94 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>94630</td><td>94630</td><td>40656.40</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>84</td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>94714</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	-0.603	2.067	-0.29	0.772	วัสดุปัจจุบัน_MRR	1.00231	0.00497	201.63	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	94630	94630	40656.40	0.000	Residual Error	36	84	2			Total	37	94714				Regression Analysis: วัสดุใหม่_NLTS versus วัสดุปัจจุบัน_NLTS The regression equation is วัสดุใหม่_NLTS = 0.019 + 1.01 วัสดุปัจจุบัน_NLTS <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>0.0189</td><td>0.6973</td><td>0.03</td><td>0.979</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_NLTS</td><td>1.01004</td><td>0.04384</td><td>23.04</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.447110 R-Sq = 93.64 R-Sq(adj) = 93.34 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>104.11</td><td>104.11</td><td>830.80</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>7.20</td><td>0.20</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>111.31</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.0189	0.6973	0.03	0.979	วัสดุปัจจุบัน_NLTS	1.01004	0.04384	23.04	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	104.11	104.11	830.80	0.000	Residual Error	36	7.20	0.20			Total	37	111.31			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	-0.603	2.067	-0.29	0.772																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_MRR	1.00231	0.00497	201.63	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	94630	94630	40656.40	0.000																																																																										
Residual Error	36	84	2																																																																												
Total	37	94714																																																																													
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.0189	0.6973	0.03	0.979																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_NLTS	1.01004	0.04384	23.04	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	104.11	104.11	830.80	0.000																																																																										
Residual Error	36	7.20	0.20																																																																												
Total	37	111.31																																																																													
Regression Analysis: วัสดุใหม่_MRW versus วัสดุปัจจุบัน_MRW The regression equation is วัสดุใหม่_MRW = 0.135 + 0.955 วัสดุปัจจุบัน_MRW <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>0.1379</td><td>0.1511</td><td>0.91</td><td>0.368</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_MRW</td><td>0.95547</td><td>0.04425</td><td>21.66</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.0413762 R-Sq = 92.94 R-Sq(adj) = 92.74 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>0.80325</td><td>0.80325</td><td>469.19</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>0.06163</td><td>0.00171</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>0.86488</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.1379	0.1511	0.91	0.368	วัสดุปัจจุบัน_MRW	0.95547	0.04425	21.66	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	0.80325	0.80325	469.19	0.000	Residual Error	36	0.06163	0.00171			Total	37	0.86488				Regression Analysis: วัสดุใหม่_MWW versus วัสดุปัจจุบัน_MWW The regression equation is วัสดุใหม่_MWW = 0.335 + 0.937 วัสดุปัจจุบัน_MWW <table><tr><td>Predictor</td><td>Coef</td><td>SE Coef</td><td>T</td><td>P</td></tr><tr><td>Constant</td><td>0.3355</td><td>0.3427</td><td>0.98</td><td>0.334</td></tr><tr><td>วัสดุปัจจุบัน_MWW</td><td>0.93716</td><td>0.06600</td><td>14.20</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.151420 R-Sq = 94.94 R-Sq(adj) = 94.44 Analysis of Variance <table><tr><td>Source</td><td>DF</td><td>SS</td><td>MS</td><td>F</td><td>P</td></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>4.6231</td><td>4.6231</td><td>281.63</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>0.8254</td><td>0.0229</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>5.4485</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.3355	0.3427	0.98	0.334	วัสดุปัจจุบัน_MWW	0.93716	0.06600	14.20	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	4.6231	4.6231	281.63	0.000	Residual Error	36	0.8254	0.0229			Total	37	5.4485			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.1379	0.1511	0.91	0.368																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_MRW	0.95547	0.04425	21.66	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	0.80325	0.80325	469.19	0.000																																																																										
Residual Error	36	0.06163	0.00171																																																																												
Total	37	0.86488																																																																													
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.3355	0.3427	0.98	0.334																																																																											
วัสดุปัจจุบัน_MWW	0.93716	0.06600	14.20	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	4.6231	4.6231	281.63	0.000																																																																										
Residual Error	36	0.8254	0.0229																																																																												
Total	37	5.4485																																																																													

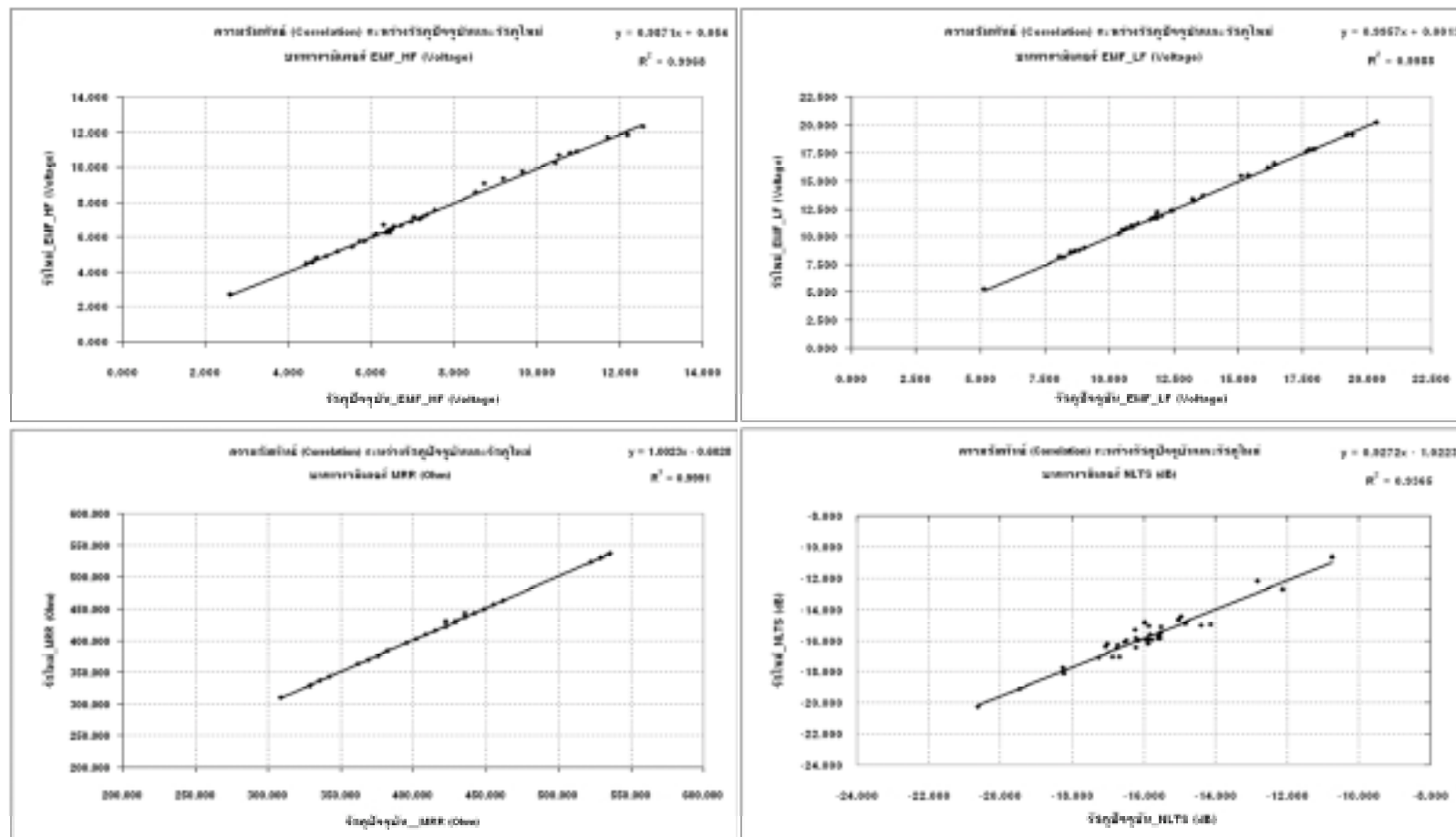
ภาพที่ 4.15

ผลการทดสอบความสัมพันธ์วัสดุใหม่และวัสดุเก่า โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

Regression Analysis: โดฤโหล_\$OW versus โดฤปิจจณัน_OW The regression equation is $\text{โดฤโหล_OW} = 0.77 + 0.977 \text{ โดฤปิจจณัน_OW}$ <table><tr><th>Predictor</th><th>Coef</th><th>SE Coef</th><th>T</th><th>P</th></tr><tr><td>Constant</td><td>0.770</td><td>1.599</td><td>0.48</td><td>0.633</td></tr><tr><td>โดฤปิจจณัน_OW</td><td>0.97727</td><td>0.04533</td><td>21.56</td><td>0.000</td></tr></table> S = 1.29232 R-Sq = 92.8% R-Sq(adj) = 92.6% Analysis of Variance <table><tr><th>Source</th><th>DF</th><th>SS</th><th>MS</th><th>F</th><th>P</th></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>776.11</td><td>776.11</td><td>464.71</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>60.12</td><td>1.67</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>836.24</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.770	1.599	0.48	0.633	โดฤปิจจณัน_OW	0.97727	0.04533	21.56	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	776.11	776.11	464.71	0.000	Residual Error	36	60.12	1.67			Total	37	836.24				Regression Analysis: โดฤโหล_Squash versus โดฤปิจจณัน_Squash The regression equation is $\text{โดฤโหล_Squash} = 0.100 + 0.860 \text{ โดฤปิจจณัน_Squash}$ <table><tr><th>Predictor</th><th>Coef</th><th>SE Coef</th><th>T</th><th>P</th></tr><tr><td>Constant</td><td>0.09995</td><td>0.03153</td><td>3.17</td><td>0.003</td></tr><tr><td>โดฤปิจจณัน_Squash</td><td>0.86048</td><td>0.04461</td><td>19.29</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.0283392 R-Sq = 91.2% R-Sq(adj) = 90.9% Analysis of Variance <table><tr><th>Source</th><th>DF</th><th>SS</th><th>MS</th><th>F</th><th>P</th></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>0.29882</td><td>0.29882</td><td>372.88</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>0.02891</td><td>0.00080</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>0.32773</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	0.09995	0.03153	3.17	0.003	โดฤปิจจณัน_Squash	0.86048	0.04461	19.29	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	0.29882	0.29882	372.88	0.000	Residual Error	36	0.02891	0.00080			Total	37	0.32773			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.770	1.599	0.48	0.633																																																																											
โดฤปิจจณัน_OW	0.97727	0.04533	21.56	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	776.11	776.11	464.71	0.000																																																																										
Residual Error	36	60.12	1.67																																																																												
Total	37	836.24																																																																													
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	0.09995	0.03153	3.17	0.003																																																																											
โดฤปิจจณัน_Squash	0.86048	0.04461	19.29	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	0.29882	0.29882	372.88	0.000																																																																										
Residual Error	36	0.02891	0.00080																																																																												
Total	37	0.32773																																																																													
Regression Analysis: โดฤโหล_TAAAsy versus โดฤปิจจณัน_TA The regression equation is $\text{โดฤโหล_TAAAsymetry} = -0.210 + 1.01 \text{ โดฤปิจจณัน_TAAAsymetry}$ <table><tr><th>Predictor</th><th>Coef</th><th>SE Coef</th><th>T</th><th>P</th></tr><tr><td>Constant</td><td>-0.2100</td><td>0.1370</td><td>-1.53</td><td>0.134</td></tr><tr><td>โดฤปิจจณัน_TAAAsymetry</td><td>1.00781</td><td>0.01764</td><td>57.14</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.844560 R-Sq = 98.9% R-Sq(adj) = 98.9% Analysis of Variance <table><tr><th>Source</th><th>DF</th><th>SS</th><th>MS</th><th>F</th><th>P</th></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>2328.9</td><td>2328.9</td><td>3265.20</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>25.7</td><td>0.7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>2354.6</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	-0.2100	0.1370	-1.53	0.134	โดฤปิจจณัน_TAAAsymetry	1.00781	0.01764	57.14	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	2328.9	2328.9	3265.20	0.000	Residual Error	36	25.7	0.7			Total	37	2354.6				Regression Analysis: โดฤโหล_SNR versus โดฤปิจจณัน_SNR The regression equation is $\text{โดฤโหล_SNR} = 1.06 + 0.922 \text{ โดฤปิจจณัน_SNR}$ <table><tr><th>Predictor</th><th>Coef</th><th>SE Coef</th><th>T</th><th>P</th></tr><tr><td>Constant</td><td>1.0550</td><td>0.5745</td><td>1.84</td><td>0.075</td></tr><tr><td>โดฤปิจจณัน_SNR</td><td>0.92246</td><td>0.03817</td><td>24.17</td><td>0.000</td></tr></table> S = 0.187563 R-Sq = 94.2% R-Sq(adj) = 94.0% Analysis of Variance <table><tr><th>Source</th><th>DF</th><th>SS</th><th>MS</th><th>F</th><th>P</th></tr><tr><td>Regression</td><td>1</td><td>20.611</td><td>20.611</td><td>584.00</td><td>0.000</td></tr><tr><td>Residual Error</td><td>36</td><td>1.271</td><td>0.035</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Total</td><td>37</td><td>21.881</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Predictor	Coef	SE Coef	T	P	Constant	1.0550	0.5745	1.84	0.075	โดฤปิจจณัน_SNR	0.92246	0.03817	24.17	0.000	Source	DF	SS	MS	F	P	Regression	1	20.611	20.611	584.00	0.000	Residual Error	36	1.271	0.035			Total	37	21.881			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	-0.2100	0.1370	-1.53	0.134																																																																											
โดฤปิจจณัน_TAAAsymetry	1.00781	0.01764	57.14	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	2328.9	2328.9	3265.20	0.000																																																																										
Residual Error	36	25.7	0.7																																																																												
Total	37	2354.6																																																																													
Predictor	Coef	SE Coef	T	P																																																																											
Constant	1.0550	0.5745	1.84	0.075																																																																											
โดฤปิจจณัน_SNR	0.92246	0.03817	24.17	0.000																																																																											
Source	DF	SS	MS	F	P																																																																										
Regression	1	20.611	20.611	584.00	0.000																																																																										
Residual Error	36	1.271	0.035																																																																												
Total	37	21.881																																																																													

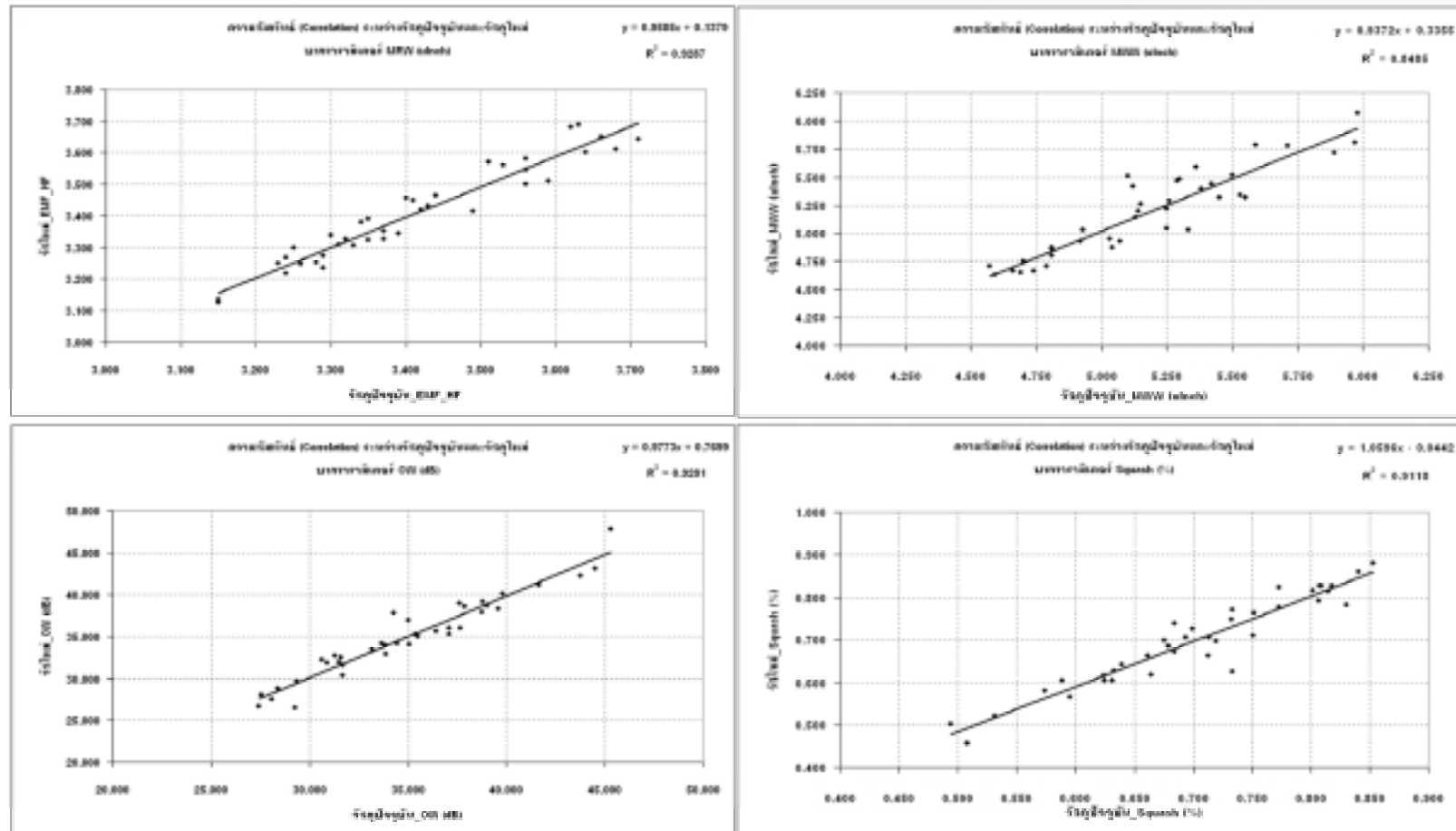
ภาพที่ 4.15

ผลการทดสอบความสัมพันธ์วัสดุใหม่และวัสดุเก่า โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (ต่อ)



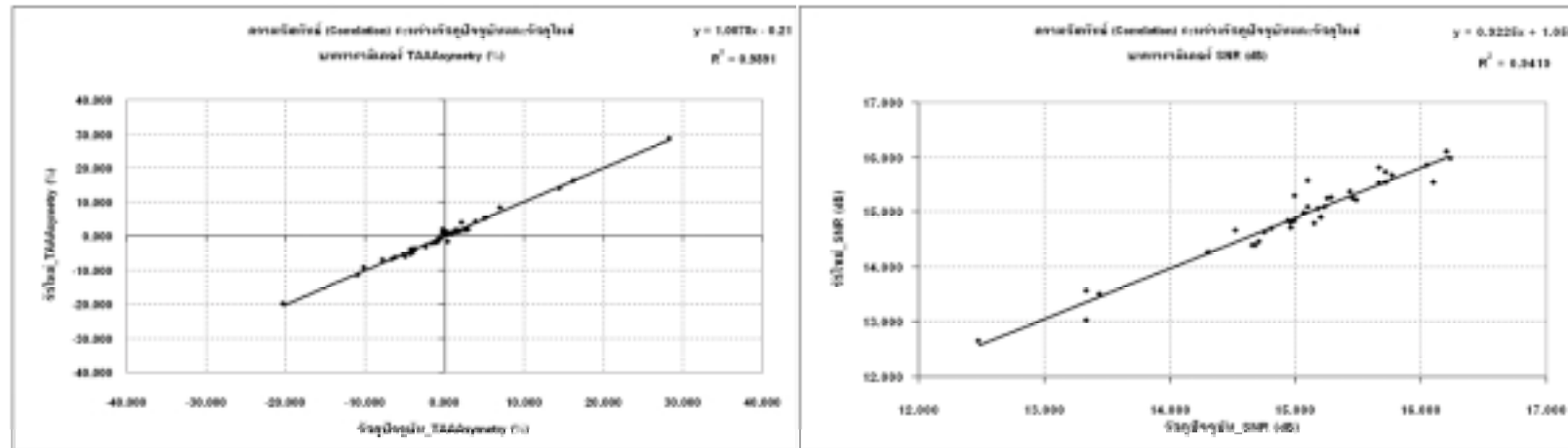
ภาพที่ 4.16

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุปัจจุบัน และวัสดุใหม่



ภาพที่ 4.16

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุปัจจุบัน และวัสดุใหม่ (ต่อ)



ภาพที่ 4.16

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุปัจจุบัน และวัสดุใหม่ (ต่อ)

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

วัสดุที่สามารถป้องกันการถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิตมี เซมิคอน รุ่น 225 และรุ่น 420 ซึ่งเซมิคอน รุ่น 225 มีค่าความต้านทานเชิงพื้นผิวคือ 5×10^9 โอห์มต่อตารางนิ้ว และเซมิคอน รุ่น 420 มีค่าความต้านทานเชิงพื้นผิวคือ 5×10^7 โอห์มต่อตารางนิ้ว โดยพบว่า เซมิคอน รุ่น 420 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ และค่าความชื้น โดยเทียบกับวัสดุปัจจุบันของแต่ละพารามิเตอร์ต่ำกว่าข้อกำหนด ส่วนเซมิคอน รุ่น 225 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์กับวัสดุเก่าอยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 1 และค่าความชื้น อยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 1.2 ดังนั้นจึงเลือก เซมิคอน รุ่น 225 ในการใช้งาน

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

ตารางที่ 4.16

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 2

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
กลุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในซัสเพนชัน ของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ ก่อนการทดสอบ	ยกเลิกการจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าใน ซัสเพนชันของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ ก่อนการทดสอบ

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

การยืนยันผลหลังการปรับปรุงนี้คล้ายกับขั้นตอนที่ 2 เพียงแต่เป็นการวัดผลหลังจากการใช้งานจริงคือ ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในซัสเพนชันของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) ต้องไม่กระทบต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน และ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค่า

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในซัสเพนชันของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้วัดจากจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบ ว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในซัสเพนชัน

ของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานที่ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.17

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 2

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ	35.900
กลุ่มงานที่ไม่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีแอลงในน้ำยาไอพีเอ	40.700

Two-Sample T-Test and CI: IPA_Mass, NoIPA_Mass

Two-sample T for IPA_Mass vs NoIPA_Mass

	N	Mean	StDev	SE Mean
IPA_Mass	1200000	35.900	0.380	0.00035
NoIPA_Mass	1200000	40.700	0.310	0.00028

Difference = μ (IPA_Mass) - μ (NoIPA_Mass)

Estimate for difference: -4.79991

95% CI for difference: (-4.80079, -4.79904)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -10719.47 P-Value = 0.000 DF = 2305963

ภาพที่ 4.17

ผลการทดสอบสมมุติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 2 โดยใช้โปรแกรม

สำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) กับผลกระทบต่อดัชนีของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

การทดสอบนี้เป็นการจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อนำไปใช้งานจริง และวัดผล ดัชนีของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าระหว่างงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงาน เป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอจำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 งานที่ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : วิธีการปรับปรุง (ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) ไม่มีผลต่อดัชนีของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

H_1 : วิธีการปรับปรุง (ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ) มีผลต่อดัชนีของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.18

ผลการทดสอบดัชนีของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 2

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	1,200,000	4	1,199,996
กลุ่มงานที่ไม่ผ่านการจุ่มส่วนแพทของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	1,200,000	5	1,199,995

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	4	1200000	0.000003
2	5	1200000	0.000004
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -8.33333E-07			
95% CI for difference: (-5.73323E-06, 4.066567E-06)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -0.33 P-Value = 0.739			
Fisher's exact test: P-Value = 1.000			

ภาพที่ 4.18

ผลการทดสอบสมมติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ไม่ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.739 ซึ่งมากกว่า 0.05) หมายความว่า การยกเลิกการจุ่มส่วนแพคของสายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮกซีเอลงในน้ำยาไอพีเอ ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.3 ตัวแปรที่ 3 เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน (ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น)

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

พบว่า การทดสอบพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50) และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS) หรือการทดสอบไม่มีการเลื่อนของสัญญาณเชิงเส้น (Non Linear Transition Shift) ไม่มีการคัดแยกเกรดงานดี และเสียดั่งนั้นสูญเสียจึงเท่ากับศูนย์ดังแสดงในตารางที่ 4.19 และค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงเท่ากับ 560 ซึ่งสูงระดับหนึ่งเพราะแม้จะไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าเนื่องจากลูกค้าไม่ต้องการคัดแยกงาน แต่กระทบต่อการไหลของงาน เพราะไม่มีความจำเป็นต้องเปิดการทดสอบนี้

ตารางที่ 4.19

เปอร์เซ็นต์การปรับปรุงการสูญเสียในแต่ละพารามิเตอร์

อัตราผลผลิต (%)	92.150
จำนวนเฮชจีเอ	2,833,656
พารามิเตอร์การทดสอบ (Test Parameter)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย
การทดสอบค่าความต้านทานของแม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์อาร์ (MRR หรือ Magnetoresistive Recording)	0.270
การทดสอบทัชดาวน์ (Touch down)	0.030
การทดสอบการวัดความกว้างของการเขียนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW)	1.880
การทดสอบการวัดความกว้างของการอ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Read Width หรือ MRW)	0.020
การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50 หรือ PW50 หรือ T50)	0.000
การทดสอบแอมพลิจูดความถี่สูง (Amplitude EMF_HF (Electro Motive Force_High Frequency))	0.210
การทดสอบแอมพลิจูดความถี่ต่ำ (Amplitude EMF_LF (Electro Motive Force_Low Frequency))	0.110
การทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ (OW หรือ Over Write)	2.440
การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมพลิจูด หรือ ทีเอเอ อะซิมเมทรี (TAAAsymetry)	0.380
การทดสอบเอ็นแอลทีเอสหรือไม่มีการเลื่อนของสัญญาณเชิงเส้น (NLTS หรือ Non Linear Transition Shift)	0.000
การทดสอบเอสเอ็นอาร์ (SNR หรือ Signal to Noise Ratio)	0.570
การทดสอบสควอช (Squash)	0.420
การทดสอบวีดีทีเอสเอ็นอาร์ (VDT_SNR)	1.520

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุง การสูญเสียในการทำงาน

ตัวแปรนำเข้าในที่นี่คือ ของการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสส์วิตช์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส

1. การวิเคราะห์เบื้องต้น จากตารางที่ 4.20 พบว่า เมื่อทำการปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสส์วิตช์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส ทำให้ ระยะเวลาการทดสอบลดลง 24.14%

ตารางที่ 4.20

รายละเอียดระยะเวลาการทดสอบเมื่อปิดพารามิเตอร์ฟลัสส์วิตช์และเอ็นแอลทีเอส

รายละเอียดการทดสอบ (Test description)	ระยะเวลาการทดสอบแบบเต็ม (Full test) (วินาที)	ระยะเวลาการทดสอบหลังการปิดพารามิเตอร์ (วินาที)
การทดสอบค่าความต้านทานของแม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์อาร์ (MRR หรือ Magnetoresistive Recording) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.47	0.47
การทดสอบทียูเอ็มอาร์ (TuMR หรือ Tunneling Magnetoresistive) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.25	0.25
การทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	5.91	5.91
เปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn on) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	0.06	0.06
การทดสอบการทำเซอร์โวเลย์เอาต์ (Servo Layout) สำหรับการวัดความกว้างของการเขียนและการอ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW และ Magnetic Read Width หรือ MRW) (หน่วย ไมโครอินซ์ หรือ uInch)	5.62	5.62
การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสส์วิตช์ (Pulse Width 50 หรือ PW50 หรือ T50) (หน่วย นาโนเซค หรือ nSec)	11.06	
การทดสอบแอมป์ริจูด (Amplitude EMF_HF (Electro Motive Force_High Frequency) และ Amplitude EMF_LF (Electro Motive Force_Low Frequency)) (mV)	0.73	0.73
การทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ (OW หรือ Over Write) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	3.07	3.07
การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมป์ริจูด หรือ ทีเอเอ อะซิมเมทรี (TAAAsymetry) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	1.33	1.33
การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS หรือ Non Linear Transition Shift) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	12.58	
การทดสอบเอสเอ็นอาร์ (SNR หรือ Signal to Noise Ratio) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	1.17	1.17
การทดสอบสควอช (Squash) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	55.46	55.46
การทดสอบวีดีทีเอสเอ็นอาร์ (VDT_SNR) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	0.06	0.06
ปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn off) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.06	0.06
การเก็บค่าติดตั้งต่างๆ (Restore Setting)	0.09	0.09
ผลรวมระยะเวลาการทดสอบ (Total operating time (sec))	97.93	74.29
เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง (Gain) เมื่อเทียบระหว่างก่อนปิดและหลังปิดพารามิเตอร์		24.14
จำนวนงานขาออก (ขึ้นต่อชั่วโมง)	36.76	48.46

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดระยะเวลาการทดสอบ ระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตรัทธ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตรัทธ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานยกเลิกการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตรัทธ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตรัทธ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.21

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 3

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
เปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50) และ การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS))	36.751
ปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50) และ การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS))	48.465

Two-Sample T-Test and CI: TurnON_PW50_NLTS, TurnOFF_PW50_NLTS

Two-sample T for TurnON_PW50_NLTS vs TurnOFF_PW50_NLTS

	N	Mean	StDev	SE Mean
TurnON_PW50_NLTS	12000	36.751	0.580	0.0053
TurnOFF_PW50_NLTS	12000	48.465	0.650	0.0059

Difference = μ (TurnON_PW50_NLTS) - μ (TurnOFF_PW50_NLTS)

Estimate for difference: -11.7144

95% CI for difference: (-11.7300, -11.6988)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1473.03 P-Value = 0.000 DF = 23688

ภาพที่ 4.19

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 3 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่าวิธีการปรับปรุงโดยการลดการปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสวิตช์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญนั่นคือ หลังการปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสวิตช์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.751 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 48.465 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลกระทบต่อดัชนีส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้านั้นไม่มีเนื่องจากการทดสอบที่เกินกว่าที่ลูกค้าต้องการ

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

ปัจจุบันมีการทดสอบทั้ง 2 พารามิเตอร์นี้ซึ่งไม่มีความจำเป็นต่อความต้องการของลูกค้า และทำให้เกิดการทำงานที่สูญเปล่าซึ่งกระทบจำนวนงานที่ต้องจัดส่ง ดังนั้นสามารถเลือกที่จะ ปิดการทดสอบทั้ง 2 พารามิเตอร์คือ 1) การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือฟลัสวิตช์ 2) การทดสอบเอ็นแอลทีเอสเพื่อลดระยะเวลาการทดสอบลง ทำให้จำนวนงานขาออกเพิ่มมากขึ้น ส่วนพารามิเตอร์อื่นยังมีความต้องการจากลูกค้าอยู่จึงยังไม่สามารถปิดการทดสอบ ได้

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

ตารางที่ 4.22

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 3

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทดสอบ 1) ระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ 2) เอ็นแอลทีเอส ในการทดสอบทางไฟฟ้า พลศาสตร์	ปิดการทดสอบ 1) ระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ 2) เอ็นแอลทีเอส ในการทดสอบทางไฟฟ้า พลศาสตร์

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้คล้ายกับการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 แต่เป็นการปิดการทำงาน โดยมีจำนวนงานปริมาณมาก เปรียบเทียบโดยการวัดระยะเวลาการทดสอบ ระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และเปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานที่ปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.23

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 3

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
เปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50) และ การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS))	36.750
ปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50) และ การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS))	48.530

Two-Sample T-Test and CI: TurnON_PW50_NLTS_Mass, TurnOFF_PW50_NLTS_Mass				
Two-sample T for TurnON_PW50_NLTS_Mass vs TurnOFF_PW50_NLTS_Mass				
	N	Mean	StDev	SE Mean
TurnON_PW50_NLTS_Mass	1200000	36.750	0.440	0.00040
TurnOFF_PW50_NLTS_Mass	1200000	48.530	0.471	0.00043
Difference = mu (TurnON_PW50_NLTS_Mass) - mu (TurnOFF_PW50_NLTS_Mass)				
Estimate for difference: -11.7800				
95% CI for difference: (-11.7812, -11.7789)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -20024.76 P-Value = 0.000 DF = 2389366				

ภาพที่ 4.20

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 3 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการ

ทำงานอย่างมีนัยสำคัญนั้นคือ หลังการปิดการทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือฟลัสวิตช์ และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.75 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 48.53 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค่านั้นไม่มี เนื่องจากการทดสอบที่เกินกว่าที่ถูกค้ำต้องการ

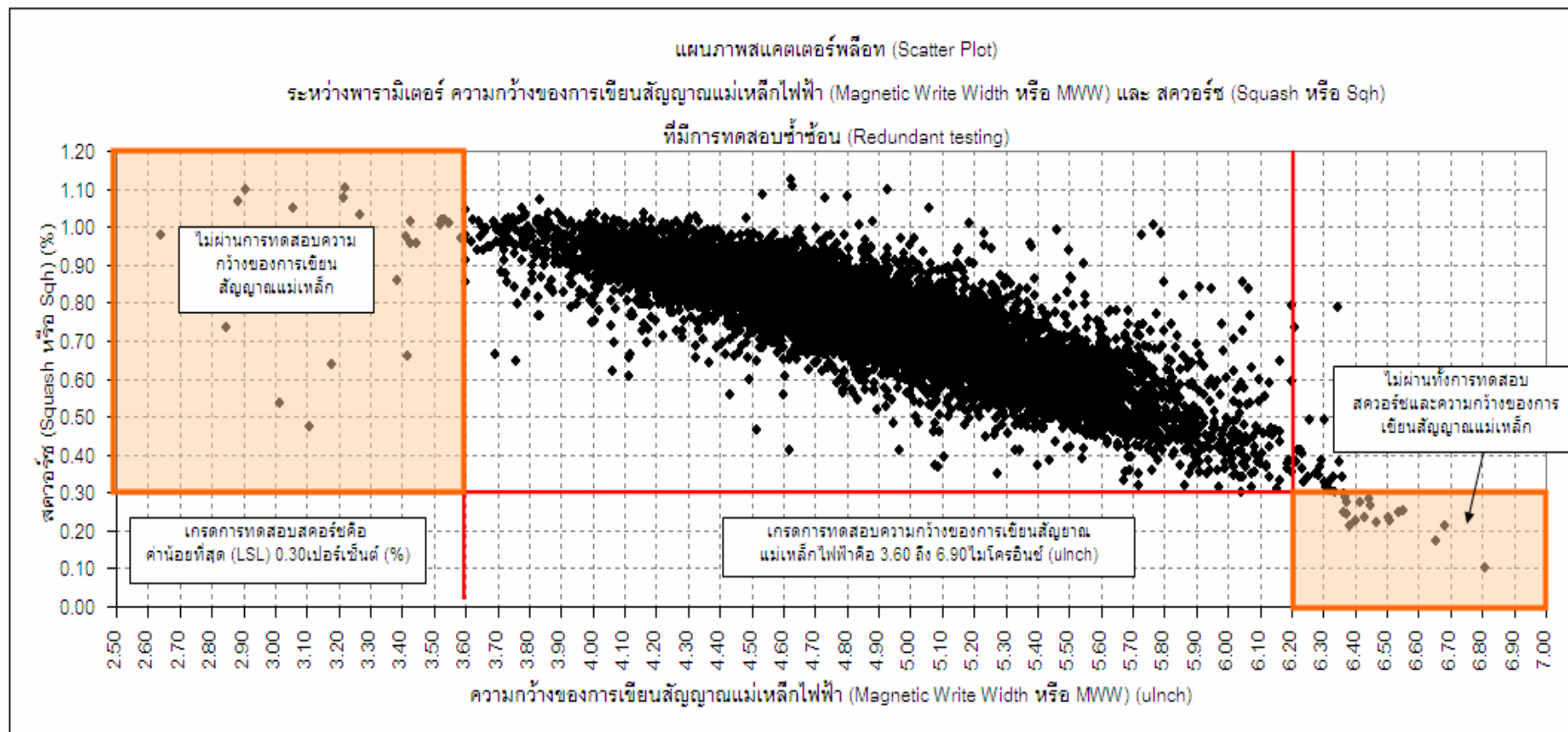
4.3.4 ตัวแปรที่ 4 เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์มีความซ้ำซ้อน ภายในการทดสอบระดับเฮชจีเอ (ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลง โดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น)

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

เริ่มจากการนำพารามิเตอร์ที่มีลักษณะการทดสอบที่ค่อนข้างความสัมพันธ์กันคือการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW) และสควอช (Squash หรือ Sqh) มาทำแผนภาพสแคตเตอร์พล็อต สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังภาพที่ 4.21

กรณีที่ 1 เฮชจีเอที่ไม่ผ่านการทดสอบสควอช โดยสควอชมีขีดจำกัดด้านต่ำคือ 0.30เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่ผ่านการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคือมากกว่า 6.20 ไมโครอินช์ (uInch) และกรณีที่ 2 เฮชจีเอที่ไม่ผ่านการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก ไฟฟ้า โดยมีค่าที่ต่ำกว่า 3.60 ไมโครอินช์ ผ่านการทดสอบสควอช

สรุปคือ การทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุม การทดสอบสควอช หรือ มีการทดสอบที่ซ้ำซ้อนกัน (Redundant testing) โดยการทดสอบสควอชเป็น สับเซต (Subset) ของการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในภาพที่ 4.5 พบว่าค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงคือ 560 ซึ่งมีค่าสูง เนื่องจากการทดสอบสควอชไม่มีความจำเป็นเพราะซ้ำซ้อนกับการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า และไม่มีส่วนกระทบกับสัดส่วนของเสียที่ถูกค้ำจึงเช่นกัน



ภาพที่ 4.21

การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในการเสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่มีความซ้ำซ้อนภายในการทดสอบระดับเซกจีเอ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในต่อทำงาน การวิเคราะห์เบื้องต้น จากตารางที่ 4.24 พบว่าเมื่อปิดการทดสอบสควอช (Squash) ระยะเวลาการทดสอบลดลง 56.63%

ตารางที่ 4.24

รายละเอียดระยะเวลาการทดสอบเมื่อปิดพารามิเตอร์สควอช

รายละเอียดการทดสอบ (Test description)	ระยะเวลาการทดสอบแบบเต็ม (Full test) (วินาที)	ระยะเวลาการทดสอบหลังการปิดพารามิเตอร์ (วินาที)
การทดสอบค่าความต้านทานของแม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์อาร์ (MRR หรือ Magnetoresistive Recording) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.47	0.47
การทดสอบทียูเอ็มอาร์ (TuMR หรือ Tunneling Magnetoresistive) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.25	0.25
การทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	5.91	5.91
เปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn on) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	0.06	0.06
การทดสอบการทำเซอร์โวเลย์เอาท์ (Servo Layout) สำหรับการวัดความกว้างของการเขียนและการอ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW และ Magnetic Read Width หรือ MRW) (หน่วย ไมโครอินซ์ หรือ ulnch)	5.62	5.62
การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50 หรือ PW50 หรือ T50) (หน่วย นาโนเซค หรือ nSec)	11.06	11.06
การทดสอบแอมป์ริจูด (Amplitude EMF_HF (Electro Motive Force_High Frequency) และ Amplitude EMF_LF (Electro Motive Force_Low Frequency)) (mV)	0.73	0.73
การทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ (OW หรือ Over Write) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	3.07	3.07
การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมป์ริจูด หรือ ทีเอเอ อะซิมเมทรี (TAAAsymetry) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	1.33	1.33
การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS หรือ Non Linear Transition Shift) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	12.58	12.58
การทดสอบเอสเอ็นอาร์ (SNR หรือ Signal to Noise Ratio) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	1.17	1.17
การทดสอบสควอช (Squash) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	55.46	
การทดสอบวีดีทีเอสเอ็นอาร์ (VDT_SNR) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	0.06	0.06
ปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn off) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.06	0.06
การเก็บค่าติดตั้งต่างๆ (Restore Setting)	0.09	0.09
ผลรวมระยะเวลาการทดสอบ (Total operating time (sec))	97.93	42.47
เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง (Gain) เมื่อเทียบระหว่างก่อนปิดและหลังปิดพารามิเตอร์		56.63
จำนวนงานขาออก (ขึ้นต่อชั่วโมง)	36.76	84.76

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดระยะเวลาการทดสอบ ระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งกลุ่มงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการทดสอบสควอร์ช จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตรัทช์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตรัทช์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานปิดการทดสอบสควอร์ช จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตรัทช์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตรัทช์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.25

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 4

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบปิดการทดสอบสควอร์ช	36.7730
กลุ่มงานที่ปิดการทดสอบสควอร์ช	84.879

Two-Sample T-Test and CI: TurnON_Squash, TurnOFF_Squash

Two-sample T for TurnON_Squash vs TurnOFF_Squash

	N	Mean	StDev	SE Mean
TurnON_Squash	12000	36.773	0.511	0.0047
TurnOFF_Squash	12000	84.879	0.517	0.0047

Difference = μ (TurnON_Squash) - μ (TurnOFF_Squash)

Estimate for difference: -48.1062

95% CI for difference: (-48.1192, -48.0932)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7253.95 P-Value = 0.000 DF = 23994

ภาพที่ 4.22

ผลการทดสอบสมมุติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 4 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า การปิดการทดสอบสควอร์ช มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ หลังการปิดการทดสอบสควอร์ช จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.773 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 84.879 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

ปัจจุบันมีการทดสอบสควอร์ชอยู่ ดังนั้นสามารถเลือกที่จะปิดการทดสอบการทดสอบสควอร์ชได้ โดยแจ้งกับลูกค้าว่าการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมการทดสอบสควอร์ช ซึ่งผลิตภัณฑ์บกพร่องยังคงถูกดักจับได้เหมือนเดิม

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

ตารางที่ 4.26

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 4

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทดสอบสควอร์ช ในการทดสอบทางไฟฟ้า พลศาสตร์	ปิดทดสอบสควอร์ช ในการทดสอบทางไฟฟ้า พลศาสตร์

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้คล้ายกับการทดสอบในขั้นตอนที่ 2 แต่เป็นการปิดการทำงาน โดยมีจำนวนงานปริมาณมาก เปรียบเทียบโดยการวัดระยะเวลาการทดสอบ ระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และเปิดการทดสอบสควอร์ช จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานที่ปิดการทดสอบสควอร์ช จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ $\times$ 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การปิดการทดสอบสควอร์ช) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.27

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 4

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบปิด การทดสอบสควอร์ช	36.7900
กลุ่มงานที่ปิดการทดสอบสควอร์ช	84.7600

Two-Sample T-Test and CI: TurnON_Squash_Mass, TurnOFF_Squash_Mass				
Two-sample T for TurnON_Squash_Mass vs TurnOFF_Squash_Mass				
	N	Mean	StDev	SE Mean
TurnON_Squash_Mass	1200000	36.790	0.480	0.00044
TurnOFF_Squash_Mass	1200000	84.760	0.420	0.00038
Difference = mu (TurnON_Squash_Mass) - mu (TurnOFF_Squash_Mass)				
Estimate for difference: -47.9705				
95% CI for difference: (-47.9716, -47.9693)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -82420.10 P-Value = 0.000 DF = 2358505				

ภาพที่ 4.23

ผลการทดสอบสมมุติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 4 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า การปิดการทดสอบสควอร์ช มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ หลังการปิดการทดสอบสควอร์ช จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.79 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 84.76 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

4.3.5 ตัวแปรที่ 5 เสียเวลานานกับการทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) (ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์)

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

ปัจจุบันการทดสอบทัชดาวน์ มีขั้นตอนการทดสอบที่เล็กเกินไป (Too small step size) และแปรผันแรงดันไฟฟ้าที่ละขั้น ขั้นละ 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ 2 โวลต์ ถึง 4 โวลต์ (Vary voltage) ทำให้การทดสอบเชิงซ้ำ ดังนั้น จากการการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในภาพที่ 4.6 พบว่าค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงคือ 490 ซึ่งมีค่าสูงเพราะการเปลี่ยนแปลงระบบการทดสอบนี้อาจมีส่วนกระทบกับลูกค้าได้เพราะอาจส่งงานที่มีข้อบกพร่องไปยังลูกค้า และยังเสี่ยงต่ออัตราผลผลิตตกลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการทดสอบที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งกระทบต่อการไหลงาน เพราะต้องเปลี่ยนให้ระยะเวลาทดสอบน้อยลงกว่าเดิม

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานและ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

จากตารางที่ 4.28 พบว่าเมื่อเปลี่ยนทดสอบจากการแปรผันแรงดันไฟฟ้าที่ละขั้น ขั้นละ 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ 2 โวลต์ ถึง 4 โวลต์ (Vary voltage) เป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 3 โวลต์ ซึ่งให้ค่าอัตราผลผลิตที่เท่ากับปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 4.32 และระยะเวลาการทดสอบลดลง จาก 97.93 วินาที เป็น 92.65 วินาที (ระยะเวลาการทดสอบลดลง 5.39%)

ตารางที่ 4.28

รายละเอียดระยะเวลาการทดสอบเมื่อคงค่าแรงดันไฟฟ้า

รายละเอียดการทดสอบ (Test description)	ระยะเวลาการทดสอบแบบเต็ม (Full test) (วินาที)	ระยะเวลาการทดสอบเมื่อคงค่าแรงดันไฟฟ้า (วินาที)
การทดสอบค่าความต้านทานของแม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์อาร์ (MRR หรือ Magnetoresistive Recording) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.47	0.47
การทดสอบทียูเอ็มอาร์ (TuMR หรือ Tunneling Magnetoresistive) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.25	0.25
การทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	5.91	0.63
เปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn on) (หน่วย โวลต์ หรือ Volt)	0.06	0.06
การทดสอบการท่าเซอโวเลย์เอาท์ (Servo Layout) สำหรับการวัดความกว้างของการเขียนและการอ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW และ Magnetic Read Width หรือ MRW) (หน่วย ไมโครอินซ์ หรือ uInch)	5.62	5.62
การทดสอบระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กหรือพัลส์วิดท์ (Pulse Width 50 หรือ PW50 หรือ T50) (หน่วย นาโนเซค หรือ nSec)	11.06	11.06
การทดสอบแอมป์ริจูด (Amplitude EMF_HF (Electro Motive Force_High Frequency) และ Amplitude EMF_LF (Electro Motive Force_Low Frequency)) (mV)	0.73	0.73
การทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ (OW หรือ Over Write) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	3.07	3.07
การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมป์ริจูด หรือ ทีเอเอ ออซีเมเทรี (TAAAsymetry) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	1.33	1.33
การทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS หรือ Non Linear Transition Shift) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	12.58	12.58
การทดสอบเอสเอ็นอาร์ (SNR หรือ Signal to Noise Ratio) (หน่วย เดซิเบล หรือ dB)	1.17	1.17
การทดสอบสควอช (Squash) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	55.46	55.46
การทดสอบวีดีทีเอสเอ็นอาร์ (VDT_SNR) (หน่วย เปอร์เซนต์ หรือ %)	0.06	0.06
ปิดการทดสอบฮีตเตอร์ (Heater turn off) (หน่วย โอห์ม หรือ Ohm)	0.06	0.06
การเก็บค่าที่ตั้งต่างๆ (Restore Setting)	0.09	0.09
ผลรวมระยะเวลาการทดสอบ (Total operating time (sec))	97.93	92.65
เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง (Gain) เมื่อเทียบระหว่างก่อนปิดและหลังปิดพารามิเตอร์		5.39
จำนวนงานขาออก (ขึ้นต่อชั่วโมง)	36.76	38.86

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทฤษฎีบท โดยการใช้ค่าแรงดันไฟฟ้า)กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดจำนวนงานขาออก ต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านทดสอบทฤษฎีบทแบบแปรผันแรงดันไฟฟ้า จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ผ่านการทดสอบงานทดสอบทฤษฎีบทแบบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 3 โวลต์ จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทฤษฎีบท โดยการใช้ค่าแรงดันไฟฟ้า) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทฤษฎีบท โดยการใช้ค่าแรงดันไฟฟ้า) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.29

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 5

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทฤษฎีบทปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า	36.740
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทฤษฎีบท โดยการใช้ค่าแรงดันไฟฟ้า	38.841

Two-Sample T-Test and CI: TouchDown_Vary, TouchDown_Fix				
Two-sample T for TouchDown_Vary vs TouchDown_Fix				
	N	Mean	StDev	SE Mean
TouchDown_Vary	12000	36.740	0.509	0.0046
TouchDown_Fix	12000	38.841	0.431	0.0039
Difference = mu (TouchDown_Vary) - mu (TouchDown_Fix)				
Estimate for difference: -2.10105				
95% CI for difference: (-2.11297, -2.08912)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -345.32 P-Value = 0.000 DF = 23367				

ภาพที่ 4.24

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 5 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า การทดสอบทซ์ดาร์วิน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญนั่นคือ หลังการเปลี่ยนแปลงการทดสอบทซ์ดาร์วินจากแบบแปรผันแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้า จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.74 ขึ้นต่อชั่วโมงเป็น 38.841 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทซ์ดาร์วิน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) กับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้า

การทดสอบนี้ต้องจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อทำการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อให้ทราบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าระหว่าง งานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1 คือ งานที่มีการทดสอบทซ์ดาร์วินปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ งานที่มีการทดสอบทซ์ดาร์วิน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบหัตถ์ดาวณ์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้า

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบหัตถ์ดาวณ์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.30

ผลการทดสอบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 5

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ (ชิ้น)
กลุ่มงานที่มีการทดสอบหัตถ์ดาวณ์ปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า	12,000	1	11,999
กลุ่มงานที่มีการทดสอบหัตถ์ดาวณ์โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า	12,000	3	11,997

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	1	12000	0.000083
2	3	12000	0.000250
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -0.000166667			
95% CI for difference: (-0.000493293, 0.000159960)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -1.00 P-Value = 0.317			
Fisher's exact test: P-Value = 0.625			

ภาพที่ 4.25

ผลการทดสอบสมมุติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 5 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.317 ซึ่งมากกว่า 0.05)

หมายความว่า การทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

ปัจจุบันมีการทดสอบทซ์ดาวน ซึ่งเป็นแบบแปรผันแรงดันไฟฟ้าที่ละขั้น ขั้นละ (Step size) 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ (Start) 2 โวลต์ ถึง (End) 4 โวลต์ (Vary voltage) ดังนั้นวิธีการหาอัตราผลผลิตที่แรงดันไฟฟ้าต่างกัน มีวิธีการคือนำเฮชจีเอจำนวน 4,800 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และเป็นงานล็อตเดียวกัน มาทำการทดลองจ่ายแรงดันไฟฟ้าเพื่อหาอัตราผลผลิต แบ่งเฮชจีเอเป็น 1,200 ชิ้นต่อขั้นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งทั้งหมดมี 40 ขั้น ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.31

เมื่อพิจารณาค่าอัตราผลผลิตเทียบกับแรงดันไฟฟ้าขั้นต่างๆ ในตารางที่ 4.31 จึงสรุปเลือกที่จะเปลี่ยนเป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 3 โวลต์ เนื่องจากรวดเร็วกว่าแบบแปรผัน และค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 3 โวลต์ เป็นค่ากลาง (Mean) ระหว่าง 2 ถึง 4 โวลต์โดยให้อัตราผลผลิตเท่ากับปัจจุบัน เนื่องจากกรณีที่ให้แรงดันไฟฟ้าที่มากจนเกินไปอาจทำให้อัตราผลผลิตดีเกินความเป็นจริงในปัจจุบัน (Over accept) แต่อาจส่งผลกระทบต่อให้มีอัตราของเสียที่ถูกค้าเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งอาจทำให้งานเสียหายในการใช้งานระยะยาว เพราะรับแรงดันไฟฟ้ามากจนเกินความเป็นจริง ส่วนกรณีที่ให้แรงดันไฟฟ้าน้อยจนเกินไปก็จะได้ไม่ได้อัตราผลผลิตเท่ากับในปัจจุบัน (Over reject) นั่นคือ ทั้งผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ออกไปเนื่องจากป้อนแรงดันน้อยเกินไปนั่นเอง

ตารางที่ 4.31
ระดับแรงดันไฟฟ้าเมื่อเทียบกับอัตราผลผลิต

ระดับชั้นแรงดันไฟฟ้าชั้นละ 0.050 โวลต์			
จำนวนชั้นการจ่ายแรงดันไฟฟ้า	ระดับชั้นการจ่ายแรงดันไฟฟ้า	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายขณะทดสอบ	เปอร์เซ็นต์อัตราผลผลิต (yield)
0	0.000	2.000	56.82
1	0.050	2.050	56.82
2	0.100	2.100	57.05
3	0.150	2.150	54.54
4	0.200	2.200	58.46
5	0.250	2.250	59.42
6	0.300	2.300	60.19
7	0.350	2.350	61.42
8	0.400	2.400	62.17
9	0.450	2.450	60.05
10	0.500	2.500	63.45
11	0.550	2.550	61.15
12	0.600	2.600	75.65
13	0.650	2.650	80.02
14	0.700	2.700	81.21
15	0.750	2.750	86.16
16	0.800	2.800	87.16
17	0.850	2.850	89.62
18	0.900	2.900	88.47
19	0.950	2.950	89.93
20	1.000	3.000	92.18
21	1.050	3.050	95.65
22	1.100	3.100	94.45
23	1.150	3.150	95.65
24	1.200	3.200	96.12
25	1.250	3.250	97.54
26	1.300	3.300	98.86
27	1.350	3.350	98.05
28	1.400	3.400	98.65
29	1.450	3.450	98.84
30	1.500	3.500	99.15
31	1.550	3.550	99.35
32	1.600	3.600	99.58
33	1.650	3.650	99.68
34	1.700	3.700	99.76
35	1.750	3.750	99.82
36	1.800	3.800	99.93
37	1.850	3.850	99.95
38	1.900	3.900	99.92
39	1.950	3.950	99.96
40	2.000	4.000	99.99

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง

ตารางที่ 4.32

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 5

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) โดยวิธีการแปรผันแรงดันไฟฟ้าทีละขั้น ขั้นละ 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ 2 โวลต์ ถึง 4 โวลต์ (Vary voltage) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์	ทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) โดยวิธีการคงค่าแรงดันไฟฟ้าค่าเดียว (Fix voltage) ที่ 3 โวลต์ ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

การยืนยันผลหลังการปรับปรุงนี้คล้ายกับขั้นตอนที่ 2 เพียงแต่เป็นการวัดผลหลังจากการใช้งานจริงนั่นคือ ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) ต้องไม่มีผลกระทบต่อ 1) การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน และ 2) สัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

1. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้วัดจากจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบ ว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการการทดสอบทัชดาวน์ปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้าจำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มงานที่การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.33

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 5

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทัชดาวน์ปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า	36.760
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า	38.860

Two-Sample T-Test and CI: TouchDown_Vary_Mass, TouchDown_Fix_Mass				
Two-sample T for TouchDown_Vary_Mass vs TouchDown_Fix_Mass				
	N	Mean	StDev	SE Mean
TouchDown_Vary_Mass	1200000	36.760	0.430	0.00039
TouchDown_Fix_Mass	1200000	38.860	0.400	0.00037
Difference = mu (TouchDown_Vary_Mass) - mu (TouchDown_Fix_Mass)				
Estimate for difference: -2.10057				
95% CI for difference: (-2.10163, -2.09952)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3915.56 P-Value = 0.000 DF = 2387308				

ภาพที่ 4.26

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 5 โดยใช้โปรแกรม

สำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทัชดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญนั่นคือ หลังการเปลี่ยนแปลงการทดสอบทัชดาวน์จากแบบแปรผัน

แรงดันไฟฟ้าเป็นแบบคงค่าแรงดันไฟฟ้า จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 36.76 ขึ้นต่อชั่วโมง เป็น 38.86 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

2. วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า)

กับผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

การทดสอบนี้เป็นการจัดส่งงานไปให้ลูกค้าเพื่อนำไปใช้งานจริง และวัดผลสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าระหว่างงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม แบ่งเป็น งานกลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% และผ่านการทดสอบทซ์ดาวนปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า จำนวน 1,200,000 ขึ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ขึ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 งานที่การทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้าจำนวน 1,200,000 ขึ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ขึ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : วิธีการปรับปรุง (การทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

H_1 : วิธีการปรับปรุง (การทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า) มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.34

ผลการทดสอบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 5

ผลการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ขึ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับ(ขึ้น)	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับ(ขึ้น)
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทซ์ดาวนปกติแปรผันแรงดันไฟฟ้า	1,200,000	19	1,199,981
กลุ่มงานที่มีการทดสอบทซ์ดาวน โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า	1,200,000	24	1,199,976

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	19	1200000	0.000016
2	24	1200000	0.000020
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -4.16667E-06			
95% CI for difference: (-1.48769E-05, 6.54352E-06)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -0.76 P-Value = 0.446			
Fisher's exact test: P-Value = 0.542			

ภาพที่ 4.27

ผลการทดสอบสมมติฐานสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าในชั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 5 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ไม่ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0.446 ซึ่งมากกว่า 0.05)

หมายความว่า การทดสอบทศดาวน์ โดยการคงค่าแรงดันไฟฟ้า ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.6 ตัวแปรที่ 6 ไม่มีการจัดการหาค่าที่ดีที่สุด ของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต (การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮซจีเอ)

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยแวดล้อมของปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในตารางที่ 4.6 มีค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงเท่ากับ 480 ซึ่งถือว่ามีความสูง เนื่องจากใน ตารางที่ 4.35 การวิเคราะห์จัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต นั้นพบว่ามียุ้งงานที่มีค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนที่มีค่าน้อยกว่า 3.30 ไมโครอินซ์ และสูงกว่า 6.20 ไมโครอินซ์ นั้นให้ค่าอัตราผลผลิตที่ต่ำกว่า 20% ซึ่งต่ำมาก และไม่คุ้มค่าต่อการดำเนินการกระบวนการผลิตต่อ (เสียเวลาการทำงานโดยได้อัตราผลผลิตที่น้อยมาก)

ตารางที่ 4.35

การวิเคราะห์หาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับ

อัตราผลผลิต

ความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW) (หน่วย ไมโครอินช)	อัตราผลผลิต (%) (Yield) ปัจจุบัน	ปริมาณเฮกซ์ไอ (กิโลกรัม) ปัจจุบัน	อัตราผลผลิต (%) (Yield) หลังการปรับปรุง	ปริมาณเฮกซ์ไอ (กิโลกรัม) หลังการปรับปรุง
2.50	1.89	11	ส่วนนี้ไม่ต้องทดสอบเพราะ อัตราผลผลิตต่ำมาก (เสียเวลากับการทดสอบ) นำงานกลับไปต้นกระบวนการ เพื่อการปรับปรุง	
2.60	2.35	18		
2.70	1.58	46		
2.80	5.66	35		
2.90	8.49	36		
3.00	5.45	66		
3.10	18.15	74		
3.20	8.10	89		
3.30	17.06	98		
3.40	70.90	65	70.90	65
3.50	87.35	185	87.35	185
3.60	88.12	335	88.12	335
3.70	92.19	654	92.19	654
3.80	97.80	811	97.80	811
3.90	95.90	966	95.90	966
4.00	96.41	859	96.41	859
4.10	94.99	877	94.99	877
4.20	97.57	993	97.57	993
4.30	91.80	991	91.80	991
4.40	96.90	1083	96.90	1083
4.50	97.22	996	97.22	996
4.60	98.60	1013	98.60	1013
4.70	99.21	1143	99.21	1143
4.80	98.16	1059	98.16	1059
4.90	99.15	1153	99.15	1153
5.00	99.06	1065	99.06	1065
5.10	93.09	1043	93.09	1043
5.20	98.29	975	98.29	975
5.30	96.90	1043	96.90	1043
5.40	97.07	993	97.07	993
5.50	96.45	965	96.45	965
5.60	97.16	868	97.16	868
5.70	95.12	941	95.12	941
5.80	94.26	826	94.26	826
5.90	95.11	768	95.11	768
6.00	92.26	625	92.26	625
6.10	78.21	515	78.21	515
6.20	12.95	218	ส่วนนี้ไม่ต้องทดสอบเพราะ อัตราผลผลิตต่ำมาก (เสียเวลากับการทดสอบ) นำงานกลับไปต้นกระบวนการ เพื่อการปรับปรุง	
6.30	10.12	155		
6.40	3.21	30.5		
6.50	8.33	65		
6.60	5.28	68		
6.70	1.56	25		
6.80	6.35	15		
6.90	7.84	8		
7.00	1.65	2		
อัตราผลผลิตปัจจุบัน (%)	92.15	ปริมาณเฮกซ์ไอก่อน การปรับปรุง	24,869.50	กิโลกรัม
อัตราผลผลิตหลังการปรับปรุง (%)	95.82	ปริมาณเฮกซ์ไอหลัง การปรับปรุง	23,810.00	กิโลกรัม
อัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุง (%)	3.67			
ปริมาณงานที่จะต้องจัดส่ง	100756000.00	จำนวนงานที่ต้องทดสอบลดลง (%)		4.26%
ปริมาณงานที่จะต้องทดสอบที่อัตราอัตรา ผลผลิตปัจจุบัน (%) ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1093349.76	จำนวนงานที่ลดลงไม่ต้องทดสอบเนื่องจากอัตรา ผลผลิตเพิ่มขึ้น		3.83%
ปริมาณงานที่จะต้องทดสอบที่อัตราผลผลิตหลัง การปรับปรุง (%) ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1051507.88	เปอร์เซ็นต์จำนวนงานที่ลดลงไม่ต้องทดสอบ (4.26%+3.83%)		8.09%

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าที่สำคัญโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรม เพื่อยืนยันแนวโน้มสาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

วิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) กับการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน แต่ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ถูกค้าเพราะงานเหล่านี้ต้องถูกคัดออกอยู่แล้วเพียงแต่มีอัตราผลผลิตต่ำ

การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยการวัดจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% โดยไม่ต้องที่ผ่านกระบวนการ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มงานที่ผ่านกระบวนการ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต จำนวน 12,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 1,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.36

ผลการทดสอบจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 6

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	35.994
งานที่ผ่านกระบวนการ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต	38.991

Two-Sample T-Test and CI: MWW_Normal, MWW_Sorting

Two-sample T for MWW_Normal vs MWW_Sorting

	N	Mean	StDev	SE Mean
MWW_Normal	12000	35.994	0.566	0.0052
MWW_Sorting	12000	38.991	0.626	0.0057

Difference = μ (MWW_Normal) - μ (MWW_Sorting)

Estimate for difference: -2.99645

95% CI for difference: (-3.01155, -2.98135)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -388.96 P-Value = 0.000 DF = 23762

ภาพที่ 4.28

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขาออกในขั้นตอนที่ 2 ของตัวแปรที่ 6 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

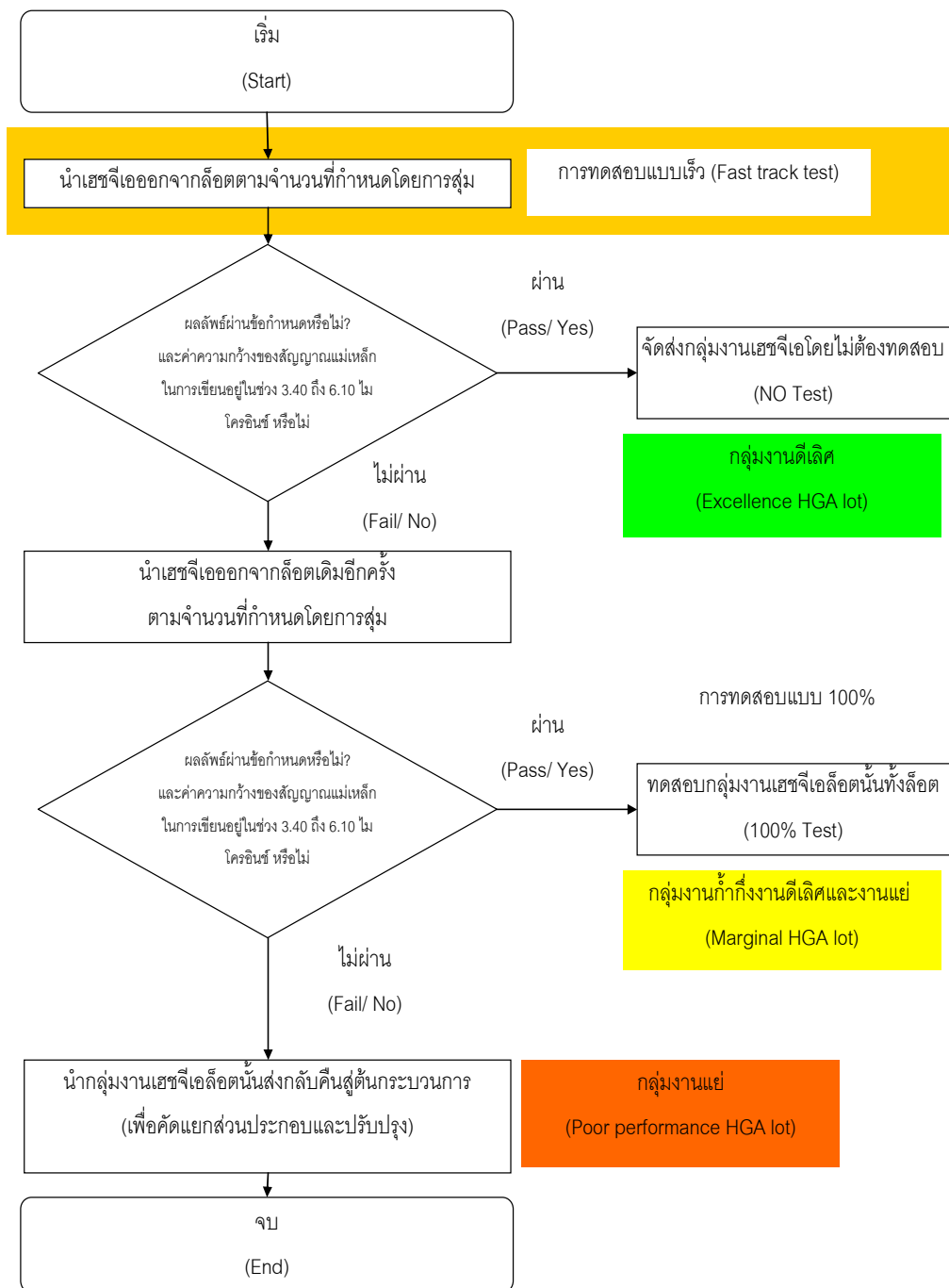
สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน เทียบกับอัตราผลผลิต สามารถเพิ่มจำนวนงานขาออกจาก 35.994 ขึ้นต่อชั่วโมงเป็น 38.991 ขึ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นที่ 3 ประเมินทางเลือกที่จะทำการปรับปรุง

จากตารางที่ 4.35 พบว่า ค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน ที่ดีที่สุดที่สามารถให้อัตราผลผลิตมากกว่า 70% ขึ้นไปคือ 3.40 ไมโครอินซ์ ถึง 6.10 ไมโครอินซ์ ส่วนนอกเหนือจากนี้ ให้อัตราผลผลิตน้อยกว่า 20% ซึ่งไม่คุ้มค่าต่อการดำเนินการกระบวนการผลิตต่อซึ่งต้องส่งส่งเวเฟอร์กลับกระบวนการก่อนหน้านี้ ค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนนี้สามารถทราบก่อนได้จากการทดสอบตามกระบวนการไหล ด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% โดยเพิ่มข้อกำหนดคือ ค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนของเฮชจีเอทุกตัว ที่สุ่มทดสอบต้องอยู่ในช่วง 3.40 ไมโครอินซ์ ถึง 6.10 ไมโครอินซ์ เท่านั้น กรณีถ้ามีเฮชจีเอที่มีค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนออกนอกช่วงนี้ให้ถือว่า เฮชจีเอตัวนั้นไม่ผ่านการทดสอบด้วย ดังในภาพที่ 4.29

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติในการปรับปรุง



ภาพที่ 4.29

ลดกระบวนการไหลของเฮซจีเอ ด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% และเพิ่มข้อกำหนดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน

ตารางที่ 4.37

วิธีการปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการของตัวแปรที่ 6

ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ทดสอบเฮชจีเอ 100% ทุกเวเฟอร์	ส่งเวเฟอร์กลับกระบวนการก่อนหน้าเมื่อทราบขนาดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนกรณีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.30 ไมโครอินซ์ หรือ มากกว่าหรือเท่ากับ 6.20 ไมโครอินซ์ ในกระบวนการไหลของเฮชจีเอด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% โดยเพิ่มข้อกำหนดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน

ขั้นที่ 5 ยืนยันผลหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนนี้คล้ายกับขั้นตอนที่ 2 เพียงแต่เป็นการวัดผลหลังจากการใช้งานจริง นั่นคือ ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) ต้องไม่มีผลกระทบต่อปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

การวิเคราะห์นี้วัดจากจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงระหว่างการทำงาน 2 ระบบว่ามีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานหรือไม่ ซึ่งงานที่นำมาทดสอบนี้เป็นงานล็อตเดียวกัน ประสิทธิภาพเหมือนกัน แยกงานเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเข้าทดสอบ 2 ระบบ แบ่งเป็น กลุ่มที่ 1 คือ งานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100% แต่ไม่ผ่านการจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มงานผ่านการจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต จำนวน 1,200,000 ชิ้น (12 ผลิตภัณฑ์ x 100,000 ชิ้นต่อผลิตภัณฑ์)

การทดสอบนี้อยู่บนสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) ไม่มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

H_1 : ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน

ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 4.38

ผลการทดสอบจำนวนงานขายออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 6

ผลการทดสอบ	จำนวนงานขายออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย (ชิ้น)
กลุ่มงานปกติที่ผ่านการทดสอบ 100%	35.980
งานที่ผ่านกระบวนการ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต	38.880

Two-Sample T-Test and CI: MWW_Normal_Mass, MWW_Sorting_Mass					
Two-sample T for MWW_Normal_Mass vs MWW_Sorting_Mass					
	N	Mean	StDev	SE Mean	
MWW_Normal_Mass	1200000	35.980	0.490	0.00045	
MWW_Sorting_Mass	1200000	38.980	0.510	0.00047	
Difference = mu (MWW_Normal_Mass) - mu (MWW_Sorting_Mass)					
Estimate for difference: -2.99974					
95% CI for difference: (-3.00100, -2.99847)					
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -4645.33 P-Value = 0.000 DF = 2396315					

ภาพที่ 4.30

ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนงานขายออกในขั้นตอนที่ 5 ของตัวแปรที่ 6 โดยใช้โปรแกรม

สำเร็จรูปทางสถิติ

สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบคือ ปฏิเสธ H_0 (P-Value = 0 ซึ่งน้อยกว่า 0.05) หมายความว่า ตัวแปรนำเข้า (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) มีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต สามารถเพิ่มจำนวนงานขายออกจาก 35.98 ชิ้นต่อชั่วโมงเป็น 38.98 ชิ้นต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ

4.4.2 สรุปตัวแปรนำเข้าที่สำคัญ วิธีการและผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน

ตารางที่ 4.40

สรุปตัวแปรนำเข้าที่สำคัญ วิธีการ และผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน

ตัวแปรที่	รายละเอียดของตัวแปร	เปรียบเทียบวิธีการทำงาน ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง		ผลการปรับปรุง		ค่าการปรับปรุงโดยเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง (%)	
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน	ผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า	ค่าการปรับปรุงจริง (Actual improvement)	แผนการปรับปรุง (Improvement plan)
1	ไม่มีวิวัฒนาการการจัดกาจัดกลุ่มงานดีเลิศ (Excellence performance HGA) งานก้ำกึ่งดีและแย่ (Marginal performance HGA) และงานแย่ (poor performance HGA) เพื่อการไหลของงานที่ดีขึ้นโดยการลดขั้นตอนการทดสอบ (การจัดการการไหลของเฮชจีเอ (วัสดุ))	ทดสอบเฮชจีเอ 100%	จัดตั้งระบบการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50% และ ทดสอบเฮชจีเอ ด้วยวิธีการ กระบวนการลดการทดสอบลง 50%	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 36.7 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 68.1 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับจากกลุ่มที่ 1 จำนวน 28 ขึ้นและกลุ่มที่ 2 จำนวน 36 ขึ้น ซึ่งไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ	85.56	50.50
2	เสียเวลาการจุ่มส่วนแพทของลายวงจไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ (การยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ)	จุ่มส่วนแพทของลายวงจไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	ยกเลิกการจุ่มส่วนแพทของลายวงจไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเฮชจีเอลงในน้ำยาไอพีเอ	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 35.9 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 40.7 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับจากกลุ่มที่ 1 จำนวน 4 ขึ้นและกลุ่มที่ 2 จำนวน 5 ขึ้น ซึ่งไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ	13.37	8.23

ตารางที่ 4.40

สรุปตัวแปรนำเข้าที่สำคัญ วิธีการ และผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน (ต่อ)

ตัวแปรที่	รายละเอียดของตัวแปร	เปรียบเทียบวิธีการทำงาน ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง		ผลการปรับปรุง		ค่าการปรับปรุงโดยเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง (%)	
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน	ผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า	ค่าการปรับปรุงจริง (Actual improvement)	แผนการปรับปรุง (Improvement plan)
3	เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน (ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น) วิเคราะห์การทดสอบพัลส์วิดท์ (PW50) และการทดสอบเอ็นแอลทีเอส (NLTS) หรือการทดสอบไม่มีการเลื่อนของสัญญาณเชิงเส้น (Non Linear Transition Shift)	ทดสอบ 1) ระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ 2) เอ็นแอลทีเอส (None Linear Transition Shift หรือ NLTS) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	ปิดการทดสอบ 1) ระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์ 2) เอ็นแอลทีเอส (None Linear Transition Shift หรือ NLTS) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	จำนวนงานซากอกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 36.75 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 48.53 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าเนื่องจากเป็นการทดสอบที่เกินกว่าที่ลูกค้าต้องการ	32.05	8.17
4	เสียเวลาการทดสอบพารามิเตอร์ที่ไม่มีการคัดแยกเกรดงาน (ลดการทดสอบพารามิเตอร์ลงโดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญเท่านั้น) วิเคราะห์การทดสอบสควอช (Squash)	ทดสอบสควอช (Squash) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	ปิดทดสอบสควอช (Squash) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	จำนวนงานซากอกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 36.79 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 84.76 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าเนื่องจากเป็นการทดสอบที่เข้าช้อนกับการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Write Width หรือ MWW)	130.39	ไม่มีในแผนผลการทดสอบนี้เพียงตัวแปรที่ 3 รายการเดียว ซึ่งรายการนี้ได้รับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ตารางที่ 4.40

สรุปตัวแปรนำเข้าที่สำคัญ วิธีการ และผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน (ต่อ)

ตัวแปรที่	รายละเอียดของตัวแปร	เปรียบเทียบวิธีการทำงาน ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง		ผลการปรับปรุง		ค่าการปรับปรุงโดยเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง (%)	
		ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	การปรับปรุงการสูญเสียในการทำงาน	ผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า	ค่าการปรับปรุงจริง (Actual improvement)	แผนการปรับปรุง (Improvement plan)
5	เสียเวลานานกับการทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) (ลดระยะเวลาการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์)	ทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) โดยวิธีการแปรผันแรงดันไฟฟ้าทีละขั้น ขึ้นละ 0.05 โวลต์ โดยเริ่มที่ 2 โวลต์ ถึง 4 โวลต์ (Vary voltage) ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	ทดสอบทัชดาวน์ (Touch down) โดยวิธีการคงค่าแรงดันไฟฟ้าค่าเดียว (Fix voltage) ที่ 3 โวลต์ ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์ (Dynamic Electrical Test)	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 36.76 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 38.86 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการยอมรับจากกลุ่มที่ 1 จำนวน 19 ชิ้นและกลุ่มที่ 2 จำนวน 24 ชิ้น ซึ่งไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าอย่างมีนัยสำคัญ	5.71	5.67
6	ไม่มีการจัดการค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต (การจัดการวัสดุที่ใช้ทำเฮซจีเอ)	ทดสอบเฮซจีเอ 100% ทุกเวเฟอร์	ส่งเวเฟอร์กลับกระบวนการก่อนหน้านี้เมื่อทราบขนาดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน กรณีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.30 ไมโครอินชหรือ กรณีมากกว่าหรือเท่ากับ 6.20 ไมโครอินช ในกระบวนการไหลของเฮซจีเอด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% โดยเพิ่มข้อกำหนดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน	จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย จากกลุ่มที่ 1 คือ 35.98 ขึ้น ต่อชั่วโมง และ กลุ่มที่ 2 คือ 38.88 ขึ้น ต่อชั่วโมง ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้าเนื่องจากงานเหล่านี้ต้องถูกคัดออกอยู่แล้วเพียงแต่มีอัตราผลผลิตต่ำเสียเวลาการทดสอบ	8.06	0.73
สรุป						275.14	73.29

4.4.3 วิเคราะห์ผลการปรับปรุงเทียบกับแผนการปรับปรุง

จากตารางที่ 4.40 ผลการปรับปรุงจริง (Actual) มีค่าถึง 275.14% ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแผน (Plan) การปรับปรุงคือ 73.29% สาเหตุหลักประกอบด้วย

1. สำหรับตัวแปรที่ 1 (ไม่มีวิเคราะห์การจัดการกลุ่มงานดีเลิศ งานกำลังดี และแย และงานแย) ค่าการปรับปรุงจริงคือ 85.56% ค่าแผนการปรับปรุงคือ 50.50% เพราะอัตราผลผลิตมีค่าถึง 92.15% ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะพบผลิตภัณฑ์คุณภาพดีรวมกลุ่มกัน และงานเสียรวมกันเนื่องจากกระบวนการผลิต ทำให้เมื่อส่งงานออกมาจึงมีแต่งงานคุณภาพดี โดยกลุ่มงานเสียไม่กระจายตัวเข้าไปด้วย ทำให้อัตรางานขาออกมีค่าการปรับปรุงที่สูง แต่ไม่ควรเกิน 92.15%

2. สำหรับตัวแปรที่ 2 (การจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นของเอชจีแอลในน้ำไอพีเอ) ค่าการปรับปรุงจริงคือ 13.37% และค่าแผนการปรับปรุงคือ 8.23% ตัวแปรที่ 5 (เสียเวลากับการทดสอบทัชดาวน์) ค่าการปรับปรุงจริงคือ 5.71% และค่าแผนการปรับปรุงคือ 5.67% และตัวแปรที่ 3 การลดการทดสอบพารามิเตอร์ลง โดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการและสำคัญนั้น (ลดการทดสอบพัลส์วิดท์ และเอ็นแอลทีเอส) ค่าการปรับปรุงจริงคือ 32.05% และค่าแผนการปรับปรุงคือ 8.17% ซึ่งค่าการปรับปรุงจริงมากกว่าค่าแผนการปรับปรุงเนื่องจากการวางแผนในขั้นต้น ได้ประเมินเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงไว้ต่ำกว่าความเป็นจริง โดยเผื่อระยะความปลอดภัย (Safety factor) ไว้เพื่อเป็นการรับรอง (Guarantee) ว่าโครงการนี้จะสามารถปรับปรุงวิธีการทำงาน จนสามารถจัดส่งงานได้ครบตามที่ลูกค้าต้องการ และหลีกเลี่ยงการสั่งซื้อเครื่องทดสอบที่มีราคาแพงจนกระทบต้นทุนในระยะยาว แม้จะต้องวิเคราะห์ และปรับปรุงหลายรายการก็ตาม โดยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันก็จะเห็นได้ว่า ค่าการปรับปรุงจริงมากกว่าแผนการปรับปรุงทุกรายการ

3. การวางแผนการลดการทดสอบพารามิเตอร์ลง โดยทดสอบเฉพาะลูกค้าต้องการ และสำคัญนั้น ได้วางแผนเพียงรายการเดียวนั้นคือ ตัวแปรที่ 3 (วิเคราะห์การทดสอบพัลส์วิดท์ และเอ็นแอลทีเอส) แต่หลังจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในตารางที่ 4.4 ทำให้เกิดการขยายผลถึงพารามิเตอร์ทดสอบที่ซ้ำซ้อนกันด้วยนั้นคือ ตัวแปรที่ 4 (การวิเคราะห์การทดสอบสคอรัช) ซึ่งมีระยะเวลาการทดสอบมาก เมื่อนำออกสามารถปรับปรุงการสูญเสียในการทำงานได้ถึง 130.39% ของการทำงานปัจจุบัน

4. สำหรับตัวแปรที่ 6 (การจัดการหาค่าที่ดีที่สุดของค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนเทียบกับอัตราผลผลิต) ค่าการปรับปรุงจริงคือ 8.06% ค่าแผนการปรับปรุงคือ 0.73% เนื่องจากค่าแผนการปรับปรุงโดยการประเมินเริ่มต้นคือ 8% เช่นกัน เพราะ

อัตราผลผลิตมีค่า 92.15% เพียงแต่ระยะเวลาในการคัดแยกในปัจจุบัน คัดแยกจากลักษณะข้อบกพร่องทางกลศาสตร์ (Mechanical defect) ของผลิตภัณฑ์ทำให้ความละเอียดในการคัดแยกงานต่ำ จึงใช้ระยะเวลาในการคัดแยกน้อยเมื่อนำระยะเวลามาเทียบกับการทำงานทั้งวัน ดังนั้นจึงมีค่าการปรับปรุงที่น้อยมาก เมื่อเปลี่ยนเป็นคัดข้อบกพร่องจากค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียนซึ่งความละเอียดคัดแยกงานดีกว่า และมีความสัมพันธ์กับอัตราผลผลิตดีกว่า

อย่างไรก็ตามการมีอัตรางานขาออกสูงหรือต่ำจนเกินไป สำหรับทุกตัวแปรนั้น อาจส่งผลถึงคุณภาพหรือความผิดปกติในกระบวนการผลิตได้ และอาจกระทบต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า ดังนั้นจึงมีการควบคุมอัตรางานขาออกไม่ให้มีค่าสูงหรือต่ำจนผิดปกติด้วยแผนภูมิควบคุมในหัวข้อ 4.5 (ระยะการควบคุมกระบวนการทำงาน) แสดงในภาพที่ 4.31 แผนภูมิควบคุม ไอ ในการควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยแต่ละวัน และภาพที่ 4.32 แผนภูมิ พี ในการควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าในแต่ละวัน ซึ่งทั้ง 2 แผนภูมียังคงอยู่ภายใต้เส้นควบคุม

4.4.4 จัดทำมาตรฐานของการดำเนินการหลังจากการปรับแก้ไข

จากการปรับปรุงในตารางที่ 4.40 นำมาจัดทำมาตรฐานของการดำเนินการทำงาน โดยจัดทำในรูปแบบเอกสาร (Document) ระเบียบการทำงาน (Working procedure) และแจกจ่าย (Distribute) ให้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด สิ่งที่เพิ่มเติมเข้าไปในเอกสารนั้นประกอบด้วย

1. จัดตั้งระบบการไหลงานแบบไม่มีการทดสอบ 50%
2. ยกเลิกการจุ่มส่วนแพตของลายวงจรไฟฟ้าในชั้นพื้นชั้นลงในน้ำยาไอพีเอ
3. ปิดการทดสอบ ระยะเวลาของการวัดความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก และเอ็นแอลทีเอส ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์
4. ปิดทดสอบสควอร์ชในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์
5. ทดสอบทัชดาวน์ โดยวิธีการคงค่าแรงดันไฟฟ้าค่าเดียวที่ 3 โวลต์ ในการทดสอบทางไฟฟ้าพลศาสตร์
6. ส่งเวเฟอร์กลับกระบวนการก่อนหน้านี้ เมื่อทราบขนาดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน กรณีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.30 ไมโครอินช์หรือ กรณีมากกว่าหรือเท่ากับ 6.20 ไมโครอินช์ในกระบวนการไหลของเฮกซ์ไอต์ด้วยวิธีการลดการทดสอบลง 50% โดยเพิ่มข้อกำหนดค่าความกว้างของสัญญาณแม่เหล็กในการเขียน

4.5 ระยะเวลาควบคุมกระบวนการทำงาน โดยกำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้นและเพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่อง

เมื่อนำวิธีการปรับปรุง และขั้นตอนต่างๆ ตามกระบวนการในหัวข้อที่ 4.3 และ 4.4 ข้างต้นมาเป็นมาตรฐานในการทำงานแล้ว ถัดมาเป็นการประยุกต์ใช้สถิติเพื่อการติดตามผล และเฝ้าระวังเมื่อเกิดปัญหา

4.5.1 พิจารณาเลือก แผนภูมิควบคุมที่เหมาะสม โดยใช้การควบคุมกระบวนการทางสถิติมาใช้ควบคุมกระบวนการผลิต

แผนภูมิควบคุมกระบวนการทางสถิติในที่นี้คือ แผนภูมิควบคุมกระบวนการ (Control Chart) ซึ่งในโครงงานนี้แบ่งการควบคุมออกเป็น 2 อย่างนั่นคือ การควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย และการควบคุมสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

1. การควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย

ข้อมูลชุดนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยในแต่ละวัน (Variable data) ที่มีลักษณะเชิงเดี่ยว (Individual) และต่อเนื่อง (Continuous) ดังนั้นแผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับการควบคุมข้อมูลลักษณะนี้คือ

1.1 แผนภูมิ ไอ เอ็มอาร์ (Individual and Moving Range Chart หรือ I-MR Chart) เป็นการควบคุมข้อมูลเชิงเดี่ยวแต่ละจุด และการเคลื่อนที่ของข้อมูลระหว่างจุดต่อจุด

1.2 แผนภูมิ แซด (Z Chart) เป็นการควบคุมข้อมูลเชิงเดี่ยวที่เป็นค่ามาตรฐานโดยถูกแปลงมาจากข้อมูลดิบ (Raw data) และพร้อมทั้งควบคุมการเคลื่อนที่ของข้อมูลระหว่างจุดต่อจุด

1.3 แผนภูมิ ข้อมูลเชิงเดี่ยว หรือ แผนภูมิ ไอ (Individual Chart หรือ I Chart) เป็นการควบคุมข้อมูลเชิงเดี่ยวแต่ละจุด

1.4 แผนภูมิ เอ็มอาร์ (Moving Range Chart หรือ MR Chart) เป็นการควบคุมข้อมูลเชิงเดี่ยวของการเคลื่อนที่ของข้อมูลระหว่างจุดต่อจุด

ในที่นี้เลือก แผนภูมิ ข้อมูลเชิงเดี่ยว หรือ แผนภูมิ ไอ เพื่อใช้ในการควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ในแต่ละวัน

2. การควบคุมสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute data) ซึ่งแผนภูมิควบคุมที่สำคัญสำหรับการควบคุมข้อมูลลักษณะนี้ได้แก่

2.1 แผนภูมิ พี (P Chart) เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย

2.2 แผนภูมิ เอ็นพี (NP Chart) เพื่อควบคุมจำนวนของเสีย

2.3 แผนภูมิ ซี (C Chart) เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย

2.4 แผนภูมิ ยู (U Chart) เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุต่อหน่วยที่ทำให้เกิด

ของเสีย

ในที่นี้เลือก แผนภูมิ พี หรือ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ในการควบคุม สัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ถูกค้าในแต่ละวัน

4.5.2 การกำหนดวิธีการวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่างและความถี่ในการวัด

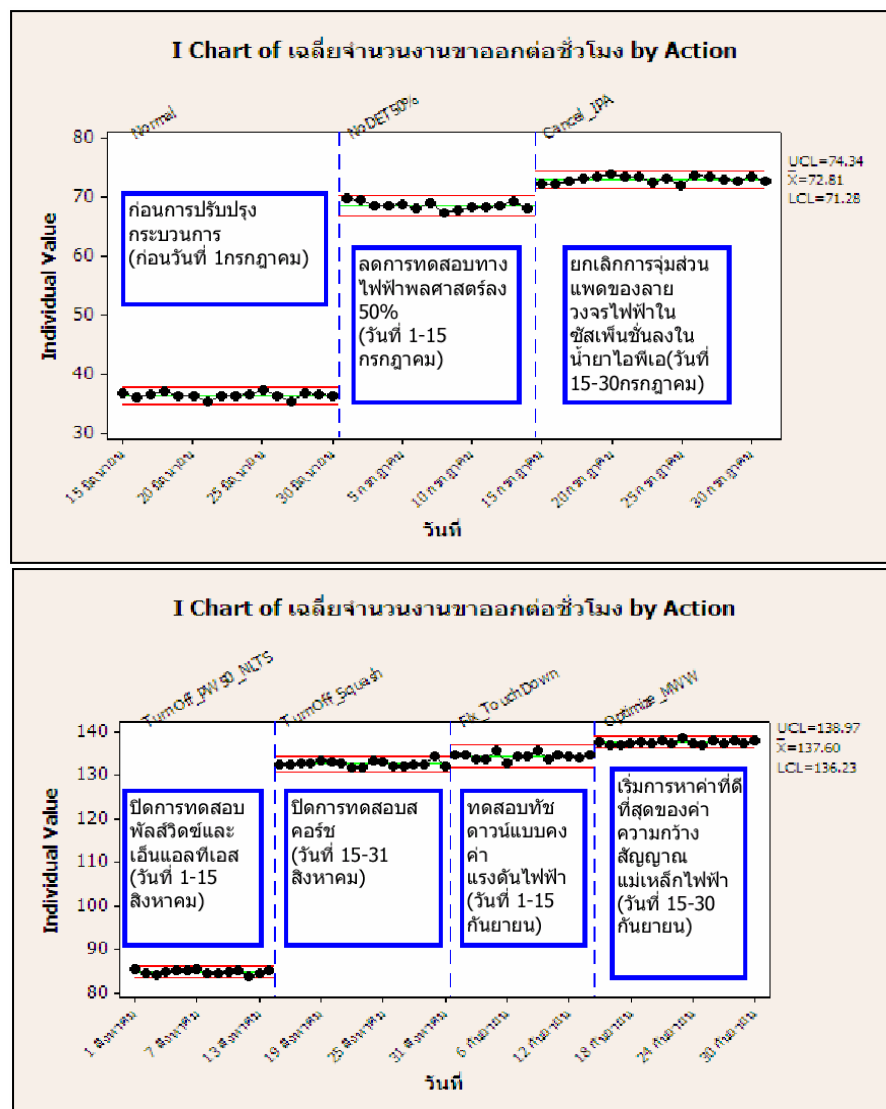
ตารางที่ 4.41

กำหนดวิธีการวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่าง และความถี่ในการวัด

กระบวนการ	วิธีการวัด	จำนวนตัวอย่าง	ความถี่ในการวัด	การเขียนแผนภูมิ
การทดสอบเฮชจีเอ ด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า พัลสาศาสตร์ ใน ส่วนงานเฮชจีเอ	วัดจำนวนงานขาออกโดยขึ้นงานผ่านเครื่องมือวัดจำนวนงานขาออกในแต่ละวันในส่วนงานเฮชจีเอ	500,000 ขึ้นต่อวัน	ทุกชั่วโมง ทุกวัน	นำข้อมูลทุกชั่วโมงใน 1 วัน มาเฉลี่ยเป็น 1 จุด และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
การทดสอบเฮชจีเอ ด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า พัลสาศาสตร์ ใน ส่วนงาน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าพัลสาศาสตร์ ในส่วนงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	500 ขึ้นต่อวัน	ทุกวัน	ข้อมูล 1 วันคือ 1 จุด และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

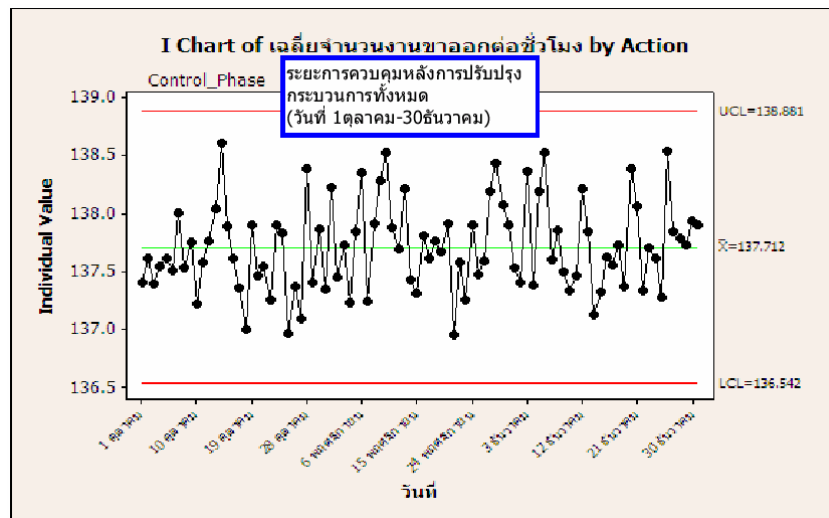
4.5.3 การเก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุง

1. การควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยแต่ละวัน โดยมีการแบ่งขั้นตอน (Stage) เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการ และพบว่าทุกจุดอยู่ในเส้นควบคุม



ภาพที่ 4.31

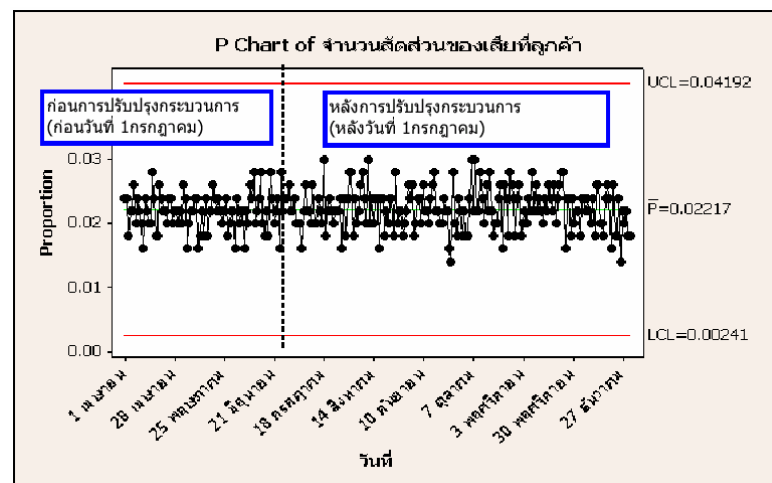
แผนภูมิควบคุม ไอ ในการควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยในแต่ละวัน



ภาพที่ 4.31

แผนภูมิควบคุม ไอ ในการควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยแต่ละวัน (ต่อ)

2. การควบคุมสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า โดยพบว่าทุกจุดอยู่ในเส้นควบคุม ทั้งข้อมูลก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการ (ก่อน และหลังวันที่ 1 กรกฎาคม)

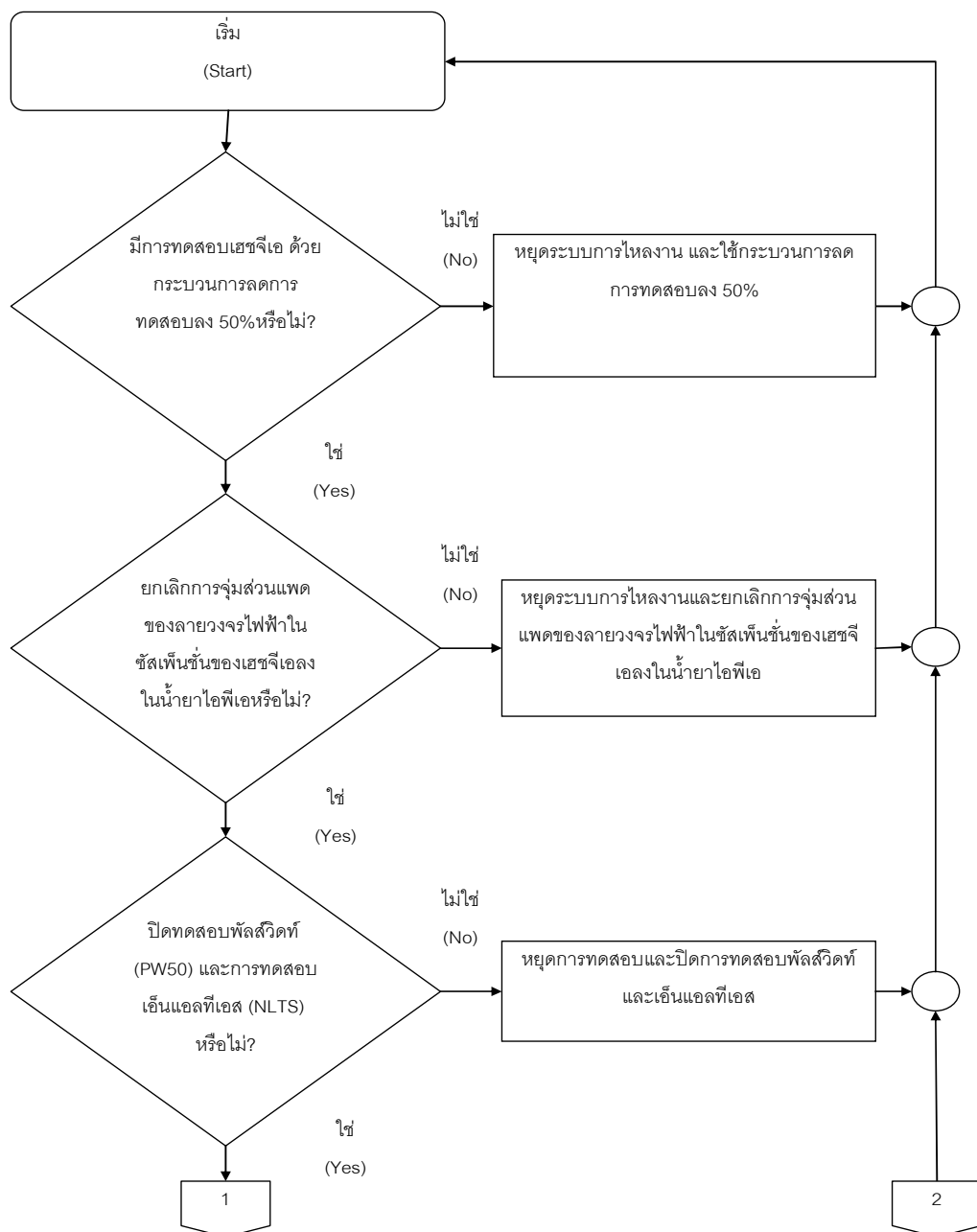


ภาพที่ 4.32

แผนภูมิ พี ในการควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าในแต่ละวัน

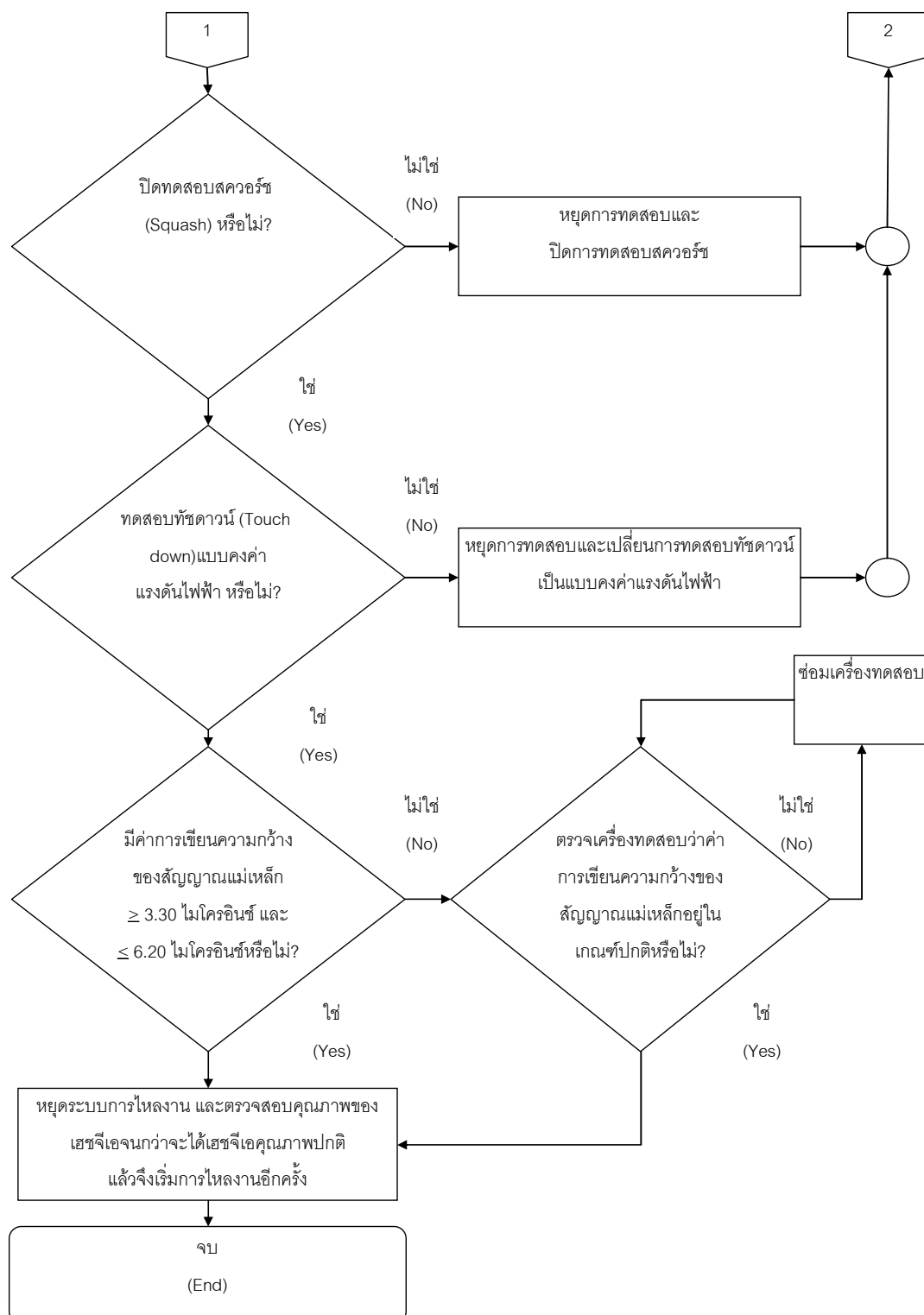
4.5.4 แผนการแก้ไขเมื่อข้อมูลออกนอกเส้นควบคุมกระบวนการ ของจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยแต่ละวันและสัดส่วนของเสียที่ถูกค้า

1. จำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย เกินพิกัดควบคุมด้านล่าง แผนการแก้ไขดังภาพที่ 4.33 ผู้รับผิดชอบคือ วิศวกรทดสอบ วิศวกรผลิตภัณฑ์ วิศวกรคุณภาพ



ภาพที่ 4.33

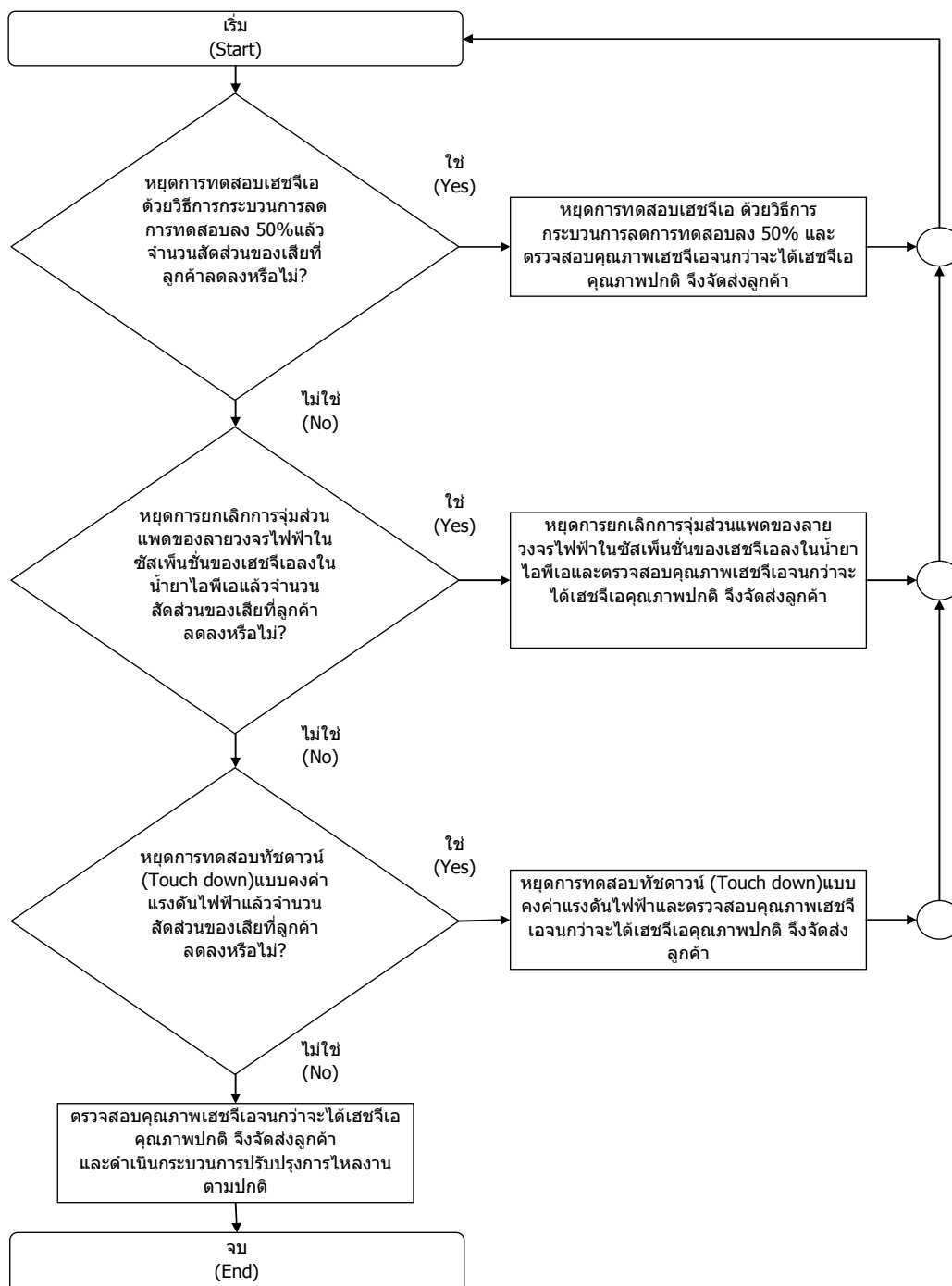
แผนการแก้ไขเมื่อข้อมูลของจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงเกินเส้นพิกัดควบคุมกระบวนการ



ภาพที่ 4.33

แผนการแก้ไขเมื่อข้อมูลของจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงเกินเส้นพิกัดควบคุมกระบวนการ (ต่อ)

2. กรณีที่เกิดพบสัดส่วนของเสียที่ลูกค้าเกินพิกัดควบคุมด้านบนโดยแผนการแก้ไขดังภาพที่ 4.34 โดยผู้รับผิดชอบคือ วิศวกรทดสอบ วิศวกรผลิตภัณฑ์ วิศวกรคุณภาพ



ภาพที่ 4.34

แผนการแก้ไขเมื่อเกิดพบข้อมูลของสัดส่วนของเสียที่ลูกค้าเกินเส้นพิกัดควบคุมกระบวนการ

4.5.5 สรุปผลการปรับปรุงที่ได้โดยพิจารณาจากระดับของการสูญเสีย

การปรับปรุงนี้สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 1) สามารถลดปริมาณความสูญเสียเนื่องจากการทำงานในกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์เฮชจีเอ 2) กำหนดแนวทางในการป้องกันความสูญเสียในอนาคต 3) เพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าที่จะได้รับผลิตภัณฑ์ ที่มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจ 4) สอดคล้องกับนโยบายบริษัทในเรื่องการลดต้นทุนโดยรวม 5) เพื่อหลีกเลี่ยงการสั่งซื้อเครื่องทดสอบชิ้นงานเฮชจีเอ จำนวน 21 เครื่องในเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า คิดเป็นเงิน 183,750,000 บาท (คำนวณจาก 21 เครื่อง x 8,750,000 บาทต่อเครื่อง) 6) บริษัทไม่สูญเสียยอดขายเฮชจีเอเป็นจำนวน 40,767,000 ชิ้น คิดเป็นเงินประมาณ 3,057,525,000 บาท (คำนวณจาก 75 บาทต่อชิ้น x 40,767,000 ชิ้น)

4.6 การประเมินติดตามผลการลดลงของการสูญเสียในการทำงาน

4.6.1 ผลการลดลงของการสูญเสียในการทำงาน

จากการปรับปรุงกระบวนการตามขั้นตอนข้างต้นทำให้ การสูญเสียในการทำงานลดลงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามต้องมีการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วคือ การใช้แผนภูมิควบคุมกระบวนการ ซึ่งต้องมอบหมายให้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องคอยดูแลแผนภูมิควบคุมนี้ ประกอบไปด้วยการควบคุมจำนวนงานขาออกต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ยแต่ละวัน และการควบคุมสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ลูกค้า

4.6.2 ประโยชน์จากการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้

การนำแผนภูมิควบคุม ตามข้างต้นนั้นคือช่วยในการควบคุม และติดตามผลในกระบวนการดำเนินงาน โดยให้คำนึงถึงเรื่องคุณภาพ และความสูญเสียในการดำเนินงานที่เกิดขึ้น รวมทั้งให้ความสำคัญกับลูกค้าเป็นหลัก ทำให้คณะทำงานมีส่วนร่วมกันรับผิดชอบ และตระหนักถึงสถานะการดำเนินงาน ความสามารถในการจัดส่งงาน คุณภาพที่กระทบกับลูกค้า และยังส่งผลให้เกิดแรงจูงใจ ที่จะปรับปรุงคุณภาพ และความสามารถในการจัดส่งงานยิ่งขึ้นตลอดเวลา