

## การปรับปรุงกระบวนการทดสอบตัวรับส่งสัญญาณทางแสงในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อรวรรณ พัทฑะเกียรติกุล<sup>1)</sup> และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย<sup>2)</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทดสอบตัวรับส่งสัญญาณทางแสงในการป้องกันการเกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ โดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ การนิยามปัญหา (Define Phase), การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase), การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase), การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase) และการควบคุมกระบวนการทดสอบ (Control Phase) จากการศึกษากระบวนการทดสอบ ปัญหาที่พบคือ ผลผลิตการผลิตจากกระบวนการทดสอบ 3 models หลักมีค่าต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 88.9% คิดเป็นมูลค่าของของเสียเฉลี่ย 14,000 เหรียญสหรัฐต่อเดือน จึงได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษาโดยเลือก 1 ใน 3 models หลัก และคัดเลือกตัวแปรที่จะนำมาศึกษา โดยการใช้เทคนิคลักษณะบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จะได้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทดสอบล้มเหลว คือการเกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากวิธีการทำความสะอาดสายไฟเบอร์ และฝุ่นจากที่พักสายไฟเบอร์ (LC holder) ผลจากการปรับปรุงกระบวนการทดสอบพบว่า ผลผลิตการผลิตจากกระบวนการทดสอบของผลิตภัณฑ์ที่เลือกนำมาศึกษา มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 84.49% เป็น 93.06% คิดเป็นมูลค่าของของเสียที่ลดลงจากเฉลี่ย 17000 เหรียญสหรัฐต่อเดือนเหลือ 7500 เหรียญสหรัฐต่อเดือน หรือลดมูลค่าของของเสียได้ 55.88% ต่อเดือน

**คำสำคัญ :** ซิกซ์ ซิกม่า, การปรับปรุงกระบวนการทดสอบ, ตัวรับส่งสัญญาณทางแสง

<sup>1)</sup> นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: orawan\_pit@yahoo.com

<sup>2)</sup> รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Improvement of Optical Transceiver Testing Process in Electronics Industry

Orawan Pitukkiattikul<sup>\* 1)</sup> and Damrong Thawesaengskulthai<sup>2)</sup>

### ABSTRACT

The objective of this research is to improve testing process of optical transceiver in order to prevent dust and scratch on lens by applying six sigma approaches consisting of 5 phases - Define phase, Measure phase, Analysis phase, Improve phase and Control phase. Based on the result of studying, it was founded 3 main models have shown the low yield - average about 88.9%. There is equal to the cost of defects around 14,000 \$ per month. In this regard, one has been selected from 3 main models to study. Importantly, the methodologies to screen factors comprise Failure Mode and Effect Analysis, Cause and Effect Diagram techniques and Reliability Theory. Accordingly, the factors which affect significantly to the testing process are both dust and scratch on lens occurred from fiber cleaning method and dust from LC holder. Yield of testing process after implementation have been improved significantly from 84.49% to 93.06%, which is equivalence to the cost of defect reducing from 17,000\$ to 7,500\$ per month , approximately cost saving 55.88% per month.

**Keywords:** Six Sigma, Improvement of testing process, Optical transceiver

---

<sup>\*1)</sup> Graduate student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University  
E-mail: orawan\_pit@yahoo.com

<sup>2)</sup> Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย จุดแข็งที่สำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยคือเป็นฐานการผลิตเพื่อการส่งออกที่สำคัญของสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ โดยเฉพาะญี่ปุ่น ที่เข้ามาลงทุนจำนวนมากในไทย จุดอ่อนของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทย คือ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีในการผลิตซับซ้อน และต้องใช้งบลงทุนค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ดังนั้นผู้ประกอบการภายในประเทศจึงยังไม่มีเทคโนโลยีการผลิตเป็นของตนเอง ยังคงต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านทางบริษัทแม่ในต่างประเทศ ปัจจุบันไทยเริ่มสูญเสียความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับประเทศเพื่อนบ้าน อาทิ จีน และเวียดนาม จากการที่ค่าแรงงานเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้เกิดการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศเพื่อนบ้านมากขึ้น ทำให้การแข่งขันภายในอุตสาหกรรมนี้มีค่อนข้างสูง เครื่องมือหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขันได้ ก็คือการผลิตผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานหรือความต้องการของลูกค้า ภายใต้ต้นทุนที่ต่ำกว่า แนวคิดในการลดของเสียจากกระบวนการผลิต โดยการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการปรับปรุงจึงเกิดขึ้น

## 2. แนวทางการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่าเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ซิกซ์ ซิกม่าคือเครื่องมือและแนวคิดในการปรับปรุงคุณภาพในองค์กรเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ ให้เหลือน้อยที่สุดโดยใช้หลักการทางสถิติ และมุ่งเน้นลูกค้าเป็นหัวใจสำคัญในการแก้ไขปัญหาเพื่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการขั้นตอนการดำเนินการประกอบด้วย 5 ขั้นตอน รวมเรียกว่า DMAIC ได้แก่ D-Define การนิยามปัญหา, M-Measure การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา, A-Analyze การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา, I-Improve การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และ C-Control การควบคุมกระบวนการ

ปัจจุบันเทคนิคของซิกซ์ ซิกม่า ได้พัฒนารูปแบบและแนวทางไปอย่างมาก ซึ่งจากเดิมที่จำกัดขอบเขตของการปรับปรุงเฉพาะที่กระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ปัจจุบันเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ได้ถูกนำไปใช้ขยายผลกับกระบวนการทางธุรกิจอื่นๆ อีกมากมายทั้งกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อนไปจนถึงกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนสูงหรือไม่เว้นแม้แต่ในเรื่องของการเงิน การธนาคาร ระบบงานบริการต่างๆ รวมไปถึงระบบการศึกษาซึ่งไม่ว่าจะนำซิกซ์ ซิกม่าไปใช้กับกระบวนการธุรกิจใดก็ตาม ผลลัพธ์ของการดำเนินโครงการปรับปรุงก็เป็นที่น่าประจักษ์อย่างชัดเจนแล้วว่าสามารถลดต้นทุนขององค์กรและเพิ่มผลกำไรจากการดำเนินงานขององค์กรได้อย่างมหาศาล

## 3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 การนิยามปัญหา

การนิยามปัญหา คือ การกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและยุทธศาสตร์ขององค์กร โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณาผลิตภาพการผลิตจากกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์, ข้อมูลทางด้านการตลาด รวมไปถึงการวิเคราะห์ลักษณะบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) และการพิจารณาลำดับความสำคัญตามหลักการของพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์และตัวแปรที่จะทำการแก้ไขและปรับปรุง

### 3.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา

การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา คือ การวัดประเด็นหลักๆ ของกระบวนการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายและสาเหตุที่เป็นไปได้ นำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่แท้จริง รวมไปถึงการกำหนดขนาดตัวอย่างที่จะใช้ในงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ระบบการตรวจสอบเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นต่อข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย และใช้การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อนำไปสู่ปัจจัยที่เป็น

สาเหตุของปัญหา โดยที่ขนาดตัวอย่างที่ใช้จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่นในข้อมูลที่ทดสอบ ค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ จากการคำนวณโดยการกำหนดค่าความเชื่อถือได้และระดับความเชื่อมั่นโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ จะได้ขนาดตัวอย่าง 29 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงกำหนดให้ขนาดของชิ้นตัวอย่างเท่ากับ 30 ตัวอย่างทุกการทดลอง

**Demonstration Test Plans**

**Reliability Test Plan**  
**Distribution: Weibull, Shape = 3**  
**Reliability Goal = 0.9, Target Confidence Level = 95%**

| Failure Test | Testing Time | Sample Size | Actual Confidence Level |
|--------------|--------------|-------------|-------------------------|
| 0            | 1            | 29          | 95.2899                 |

รูปที่ 1 การคำนวณขนาดตัวอย่าง

**3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา**

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลที่เกิดขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีความน่าเชื่อถือได้ (Reliability Theory) มาใช้ โดยที่ความน่าเชื่อถือ (Reliability) เป็นคุณสมบัติหรือค่าความน่าจะเป็น (Probability) ที่ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมตามช่วงเวลาที่กำหนด ภายใต้สภาวะการใช้งานที่ปกติสามารถพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานก่อนความล้มเหลว (Mean time to failure; MTTF) ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ (1) ค่า MTTF เป็นค่าที่บอกระยะเวลาเฉลี่ยของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนนั้นๆว่ามีอายุการใช้งานเฉลี่ยเท่าใดจึงจะเกิดความเสียหายหรือชำรุด

$$MTTF = \frac{Total\ Time}{Number\ of\ tested\ units} \quad (1)$$

**3.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ**

การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ คือ การหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงาน คัดเลือกแนวทางที่ให้ประโยชน์สูงสุด โดยใช้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการใช้เทคนิคอย่างเหมาะสม กำหนดออกมาในรูปของแผนงาน ผลักดันไปสู่การปฏิบัติ วัดและประเมินผล

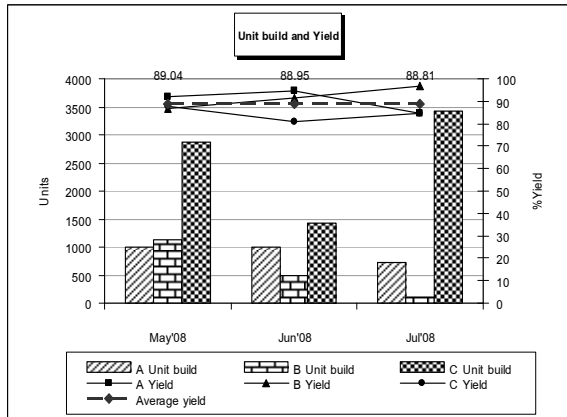
**3.5 การควบคุมกระบวนการ**

การควบคุมกระบวนการ คือ การควบคุมเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าการเบี่ยงเบนจากเป้าหมายได้ถูกแก้ไขเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะเกิดการสูญเสีย โดยการนำร่องจัดทำมาตรฐานของกระบวนการในระดับต่างๆ กำหนดกลไกการควบคุม และการติดตามกระบวนการเหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจรวมไปถึงการฝึกอบรมบุคลากร การทำข้อสรุปและกระจายผลไปสู่กลุ่มต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะสำหรับการวางแผนในอนาคต

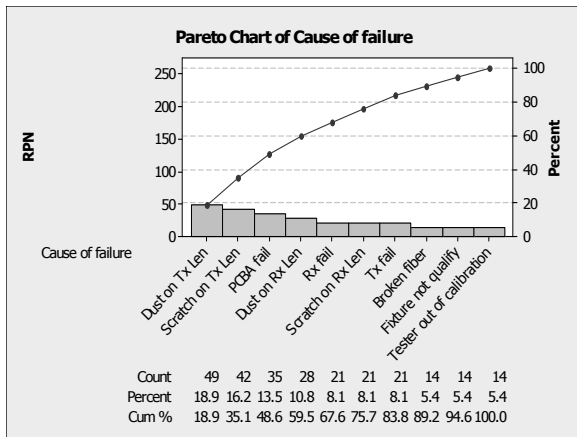
**4. ผลการดำเนินงานวิจัย**

**4.1 การนิยามปัญหา**

จากข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าผลิตภาพการผลิตจากกระบวนการทดสอบตัวรับส่งสัญญาณทางแสง ซึ่งมีการผลิตอยู่ 3 models หลัก มีค่าเฉลี่ยของผลิตภาพการผลิตอยู่ที่ 88.9% ซึ่งคิดเป็นมูลค่าของของเสียเฉลี่ย 14,000 เหรียญสหรัฐต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงได้มีการระดมความคิดโดยพิจารณาจากข้อมูลต่างๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการแก้ไขและปรับปรุง คือ Model C และตัวแปรที่จะทำการวิเคราะห์และแก้ไขได้แก่ ฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ทั้งทางด้านตัวส่งสัญญาณทางแสง (Transmitter : Tx) และตัวรับสัญญาณทางแสง (Receiver : Rx) ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งการทดสอบล้มเหลวที่เกิดจากปัจจัยทางด้านชิ้นงาน (Material) เอง และจากแผงวงจรไฟฟ้า (Print Circuit Board Assembly : PCBA) ละไม่ถูกนำมาพิจารณา เนื่องจากนอกเหนือความรับผิดชอบของผู้วิจัย



รูปที่ 2 ผลผลิตภาพการผลิตและปริมาณการผลิตของตัวรับส่งสัญญาณทางแสง



รูปที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การทดสอบล้มเหลว

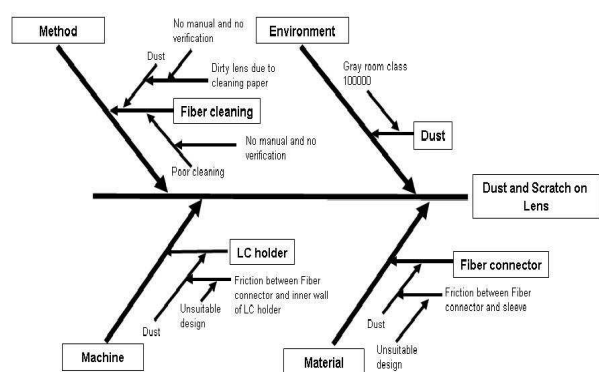
#### 4.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา

จากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด โดยการพิจารณาจากเกณฑ์การตัดสินใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการตรวจสอบฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ พบว่า พนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ได้อย่างถูกต้องโดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์ Cohen's kappa : K อยู่ในช่วง 0.81 – 1.00 (Landis J.R. and Koch G.G,1977)ทั้งในส่วน ของ Within Appraisers (Repeatability), Between Appraisers (Reproducibility) และ Appraiser vs Standard (Accuracy) ดังแสดงในตารางที่ 1 นั่นคือ ข้อมูลที่ได้จากระบบการวัดนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่างๆได้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัด

|                                       | Operator | K      | %Assessment Agreement |
|---------------------------------------|----------|--------|-----------------------|
| Within Appraisers (Repeatability)     | A        | 1      | 100                   |
|                                       | B        | 1      | 100                   |
|                                       | C        | 1      | 100                   |
| Each Appraiser vs Standard (Accuracy) | A        | 1      | 100                   |
|                                       | B        | 1      | 100                   |
|                                       | C        | 0.9333 | 96.67                 |
|                                       | Overall  | 0.9778 | 96.67                 |
| Between Appraisers (Reproducibility)  |          | 0.9644 | 96.67                 |

จากการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จะได้ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ 3 ปัจจัย ได้แก่ การทำความสะอาดสายไฟเบอร์ (Fiber Cleaning), ฝุ่นจากที่พักสายไฟเบอร์ (LC Holder) และฝุ่นจากหัวเสียบสายไฟเบอร์ (Fiber connector) ดังแสดงในรูปที่ 4 ปัจจัยเรื่องฝุ่นจากสิ่งแวดล้อมได้ตัดออกจากการพิจารณา เนื่องจากไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้



รูปที่ 4 แผนผังแสดงเหตุและผลที่ทำให้เกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์

#### 4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

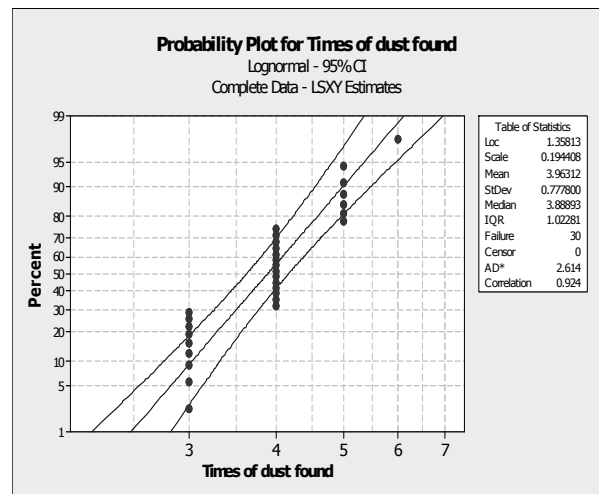
จากขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา จะได้ปัจจัยนำเข้าทั้งหมด 3 ปัจจัย ทำการทดสอบแต่ละปัจจัยดังนี้

การทำทำความสะอาดสายไฟเบอร์ (Fiber Cleaning) โดยปกติกระบวนการทดสอบจะมีการเสียบสายไฟเบอร์เข้ากับตัวรับส่งสัญญาณทางแสง ก่อนที่จะทำการทดสอบ จะต้องทำความสะอาดหน้าเลนส์ของหัวเสียบ โดยใช้กระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์ (Wiper Paper) อย่างไรก็ตาม การทำความสะอาดหน้าเลนส์ของหัวเสียบนี้ ยังไม่มีวิธีการยืนยัน (Verification) ถึงความสะอาดของหน้าเลนส์หัวเสียบว่าสะอาดหรือไม่ เพียงใด ดังนั้นหากหน้าเลนส์ของหัวเสียบนี้ไม่สะอาด และเมื่อหัวเสียบถูกเสียบเข้ากับชิ้นงาน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่นที่บริเวณหน้าเลนส์ของตัวชิ้นงานได้ จึงทำการทดสอบปัจจัยโดยใช้เทคนิค SEM/EDX ซึ่งสามารถตรวจพบคาร์บอน (Carbon : C) และออกซิเจน (Oxygen : O) ได้ในปริมาณสูงบนพื้นผิวของกระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์ ในขณะที่บริเวณที่มีฝุ่นบนหน้าเลนส์ของตัวรับส่งสัญญาณทางแสงนั้น จะตรวจพบคาร์บอน (Carbon : C) , ออกซิเจน (Oxygen : O) , ซิลิคอน (Silicon : Si) และเซอร์โคเนียม (Zirconium : Zr) โดยที่ปริมาณของคาร์บอนและออกซิเจนที่ตรวจพบนั้น จะมีปริมาณน้อยกว่าที่ตรวจพบบนกระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์ ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่าการทำความสะอาดหน้าเลนส์หัวเสียบโดยใช้กระดาษ แต่ไม่มีวิธีการยืนยัน (Verification) ถึงความสะอาดของหน้าเลนส์หัวเสียบว่าสะอาดหรือไม่ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ของตัวรับส่งสัญญาณทางแสงได้

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค SEM/EDX บนกระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์ (Wiper paper) และฝุ่นบนหน้าเลนส์ของตัวรับส่งสัญญาณทางแสง ผลการวิเคราะห์ระบบการวัด

| Element | Wiper paper |         | Dust on Tx Len |         |
|---------|-------------|---------|----------------|---------|
|         | Weight%     | Atomic% | Weight%        | Atomic% |
| C       | 51.51       | 58.59   | 27.12          | 39.47   |
| O       | 48.49       | 41.41   | 40.72          | 44.49   |
| Si      | -           | -       | 22.90          | 14.26   |
| Zr      | -           | -       | 9.26           | 1.77    |

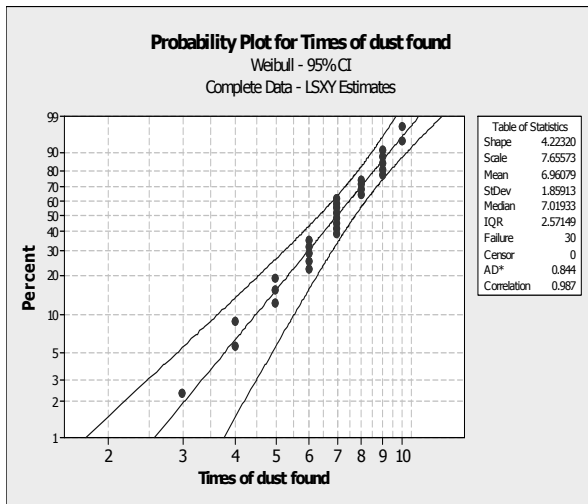
ที่พักสายไฟเบอร์ (LC Holder) มีผลต่อการเกิดฝุ่นบนหน้าเลนส์หัวเสียบ ทำการทดลองโดยนำหัวเสียบสายไฟเบอร์เสียบเข้ากับที่พักสายไฟเบอร์และทำการตรวจสอบดูว่าเกิดฝุ่นบนหน้าเลนส์หัวเสียบหรือไม่ โดยปัจจัยที่ต้องทำการควบคุมได้แก่ สายไฟเบอร์ที่ใช้ในการทดลองจะต้องเป็นสายใหม่ทุกสาย และจะต้องทำความสะอาดเครื่องที่ใช้ในการตรวจสอบหน้าเลนส์ทุกครั้ง ก่อนการเข้าตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าฝุ่นที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากที่พักสายไฟเบอร์เท่านั้น ไม่ได้เกิดจากเครื่องตรวจสอบ จากการทดลองพบว่าการเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในที่พักสายสามารถทำให้เกิดฝุ่นขึ้นที่หัวเสียบได้ โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 3.9631 หรืออาจสรุปได้ว่าการเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในที่พักสายประมาณ 4 ครั้งจึงจะทำให้เกิดฝุ่นขึ้นที่หัวเสียบ ดังแสดงในรูปที่ 5



**รูปที่ 5** ผลการทดสอบปัจจัยที่พักสายไฟเบอร์

หัวเสียบสายไฟเบอร์ (Fiber Connector) มีผลต่อการเกิดฝุ่นบนหน้าเลนส์ตัวงาน ทำการทดลองและควบคุมปัจจัยเช่นเดียวกับการทดสอบที่พักสายไฟเบอร์ (LC Holder) มีผลต่อการเกิดฝุ่นบนหน้าเลนส์หัวเสียบ แต่เปลี่ยนจากการเสียบหัวเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในที่พักสายไฟเบอร์มาเป็นเสียบเข้าไปในตัวงานแทน พบว่าการเสียบหัวเสียบเข้าไปในตัวงานไม่สามารถทำให้เกิดฝุ่นขึ้นที่หน้าเลนส์ของตัวงานได้ โดยมีค่า MTTF เท่ากับ 6.9608 หรืออาจสรุปได้ว่าการเสียบหัวเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในตัวงานประมาณ 7 ครั้งจึงจะทำให้เกิดฝุ่นขึ้นที่หน้าเลนส์

ตัวงาน ดังแสดงในรูปที่ 6 แต่โดยปกติแล้วการทดสอบจะอนุญาตให้มีการเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในตัวงานได้เพียง 2 ครั้ง ซึ่งมีค่าต่ำกว่า MTTF จึงสามารถสรุปได้ว่าการเสียบหัวเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในตัวงานไม่ส่งผลต่อการเกิดฝุ่นบนหน้าเลนส์ตัวงาน

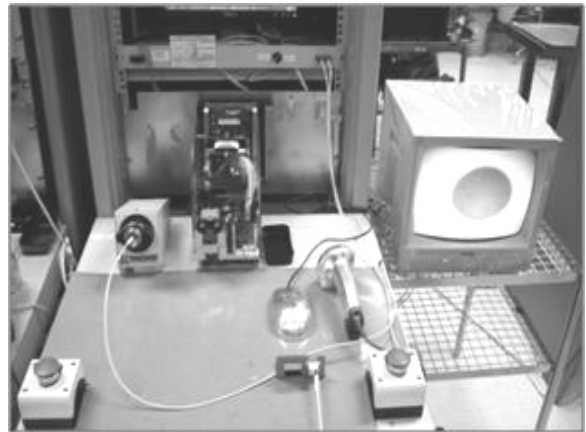


รูปที่ 6 ผลการทดสอบปัจจัยหัวเสียบสายไฟเบอร์

ผลการทดสอบปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย พบว่าเหลือเพียง 2 ปัจจัยนำเข้าไปที่ลำดับที่ส่งผลต่อการเกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ คือ การทำความสะอาดสายไฟเบอร์ (Fiber Cleaning) และฝุ่นจากที่ปักสายไฟเบอร์ (LC Holder)

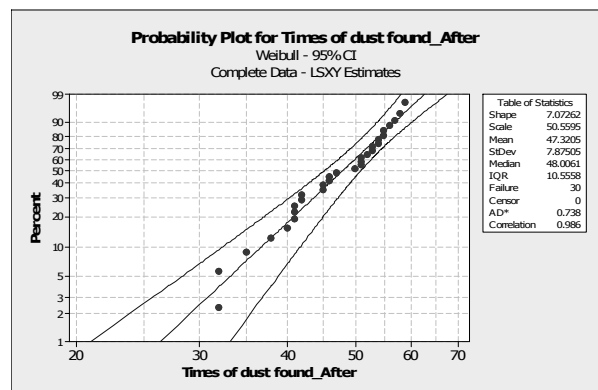
#### 4.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

ดำเนินการแก้ไข 2 ปัจจัยดังกล่าว โดยปัจจัยแรก เรื่องการทำความสะอาดหัวเสียบสายไฟเบอร์ที่ยังไม่มีวิธีการยืนยันความสะอาดของหน้าเลนส์นั้น ได้ดำเนินการแก้ไขโดยเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบความสะอาดของหน้าเลนส์หัวเสียบหลังจากทำความสะอาดด้วยกระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์แล้ว โดยใช้เครื่องส่องสายไฟเบอร์ (Fiber Microscope) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 เครื่องส่องสายไฟเบอร์ เพื่อตรวจสอบความสะอาดของหน้าเลนส์หัวเสียบสายไฟเบอร์

ปัจจัยเรื่องที่ปักสายไฟเบอร์ ดำเนินการแก้ไข โดยให้ช่างเทคนิคทำการขยายโพรงด้านในของที่ปักสาย เพื่อให้มีช่องว่างระหว่างหัวเสียบและผนังด้านในที่ปักสาย หลังจากนั้นทำการทดสอบผลหลังการปรับปรุง พบว่าค่า MTTF เพิ่มจาก 3.9631 เป็น 47.3205 หรืออาจสรุปได้ว่าการเสียบสายไฟเบอร์เข้าไปในที่ปักสายประมาณ 47 ครั้ง จึงจะทำให้เกิดฝุ่นขึ้นที่หัวเสียบ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลการทดสอบปัจจัยที่ปักสายไฟเบอร์หลังปรับปรุง

#### 4.5 การควบคุมกระบวนการทดสอบ

จากการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขดังกล่าว จึงได้ทำการควบคุมกระบวนการ โดยทุกสถานีการทดสอบจะมีการเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบความสะอาดบนหน้าเลนส์หัวเสียบสายไฟเบอร์หลังจากทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทำความสะอาดหน้าเลนส์ และสร้างมาตรฐานการทำงาน (Work Instruction) สำหรับวิธีการทำความสะอาดและการตรวจสอบความสะอาดของหน้าเลนส์

หัวเสียบสายไฟเบอร์ ส่วนตัวแปรต่างๆ เช่น คุณหมุมิ ความชื้นและจำนวนอนุภาคในสายการผลิตนั้น จะถูกควบคุมตามมาตรฐานของห้องคลีนรูม โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ ดังนั้นตัวแปรเหล่านี้จึงไม่ส่งผลต่อการทดลอง ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

## 5. สรุปงานวิจัย

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า เพื่อปรับปรุงกระบวนการทดสอบตัวรับส่งสัญญาณทางแสง พบว่าปัญหาที่ทำให้ผลิตภาพการผลิตจากกระบวนการทดสอบตัวเกิดจากการเกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนบนหน้าเลนส์ของตัวงาน ซึ่งการเกิดฝุ่นและรอยขีดข่วนดังกล่าวนี้เกิดจากวิธีการทำความสะอาดสายไฟเบอร์ที่ไม่เหมาะสม และฝุ่นจากที่ฟักสายไฟเบอร์เอง จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไข 2 ปัจจัยดังกล่าว ผลหลังการปรับปรุงพบว่า ผลิตภาพการผลิตจากกระบวนการทดสอบของ Model C เพิ่มสูงขึ้นจาก 84.49% เป็น 93.06% คิดเป็นมูลค่าของของเสียที่ลดลงจากเฉลี่ย 17000 เหรียญสหรัฐต่อเดือนเหลือ 7500 เหรียญสหรัฐต่อเดือน หรือลดมูลค่าของของเสียได้ 55.88% ต่อเดือน

## เอกสารอ้างอิง

กันยรัตน์ คมวัชระ. 2547. “การนำ Six Sigma มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา” **วารสารประกันคุณภาพมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน: 20-34.**

กฤษมา จีรวงศ์สวัสดิ์, รศ.สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร และ ดร. วิชัย รุ่งเรืองอนันต์. 2550. “การประยุกต์ใช้ FMEA และ AHP เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตพริต กรณีศึกษา : โรงงานผลิตสารเคลือบเซรามิกส์” **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2007; 24-26 ตุลาคม 2550; ภูเก็ต: 963-969.**

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ และ สมจิตร ลาภโนนเขวา. 2550. “การลดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยเทคนิค ซิกซ์ซิกม่า” **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2007; 24-26 ตุลาคม 2550 ; ภูเก็ต : 1033-1038.**

ภัทรา आयวัฒน์. 2546. การลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกซ์ ซิกม่า [วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วสันต์ พุกผาสุก และอรรถกร เก่งพล. 2550. “การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษา : บริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมียม” **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2007; 24-26 ตุลาคม 2550; ภูเก็ต: 957-962.**

สุพัฒตรา เกษราพงศ์, สิทธา จงรักษ์, ธนัท เพ็ชรขาว และ เสริมศักดิ์ ศักดิ์สุริยา. 2550. “การประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ซิกมา เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดจากระบบเดิมหมึก” **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2007; 24-26 ตุลาคม 2550; ภูเก็ต: 990-994.**

เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิตธาพองกุล, ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2550. **เทคนิคการควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อีโตชิ คูเมะ. 2546. **วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).