

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการทำงานตามคู่มือและตาม Work instruction

จากการศึกษาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเปรียบเทียบการทำงานตามคู่มือ และตาม Work Instruction ทั้งสองวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง (Splice Machine) นั้นจะมีการทำความสะอาดทั้งตัวเครื่องและอุปกรณ์ภายในที่ใกล้เคียงกันแต่ตามคู่มือเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงจะอธิบายวิธีการปฏิบัติงานที่ละเอียดกว่าใน Work Instruction ที่ต้องปฏิบัติจากทางลูกค้า ส่วนการตรวจสอบจุดเชื่อมต่อของสายเส้นใยแก้วนำแสงนั้น ในคู่มือเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงก็ต้องตรวจสอบให้ได้ค่าที่ละเอียดกว่าใน Work Instruction เพราะต้องตรวจสอบทุกขั้นตอน คู่มือเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงนั้นจะมีการทำความสะอาดตัวหัวเชื่อม (Electrode) ซึ่งใน Work Instruction ไม่มี และทั้งสองวิธีการนี้มีการใช้สายเส้นใยแก้วนำแสงเพื่อทดลองเป็นชนิดเดียวกันคือ สายจีที (G3 fiber) ค่าสูญเสียในสายเส้นใยแก้วนำแสง (Loss) ที่ใช้เป็นเกณฑ์ใน Work Instruction จะมีค่าต่ำกว่าคือ น้อยกว่า 0.07 dB โดยที่ถ้าไม่ได้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องมีการปรับแต่งตัวเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงใหม่ แต่ในคู่มือเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงกำหนดไว้ที่ น้อยกว่า 0.08 dB ถึง 0.09 dB โดยการศึกษานี้จะไม่มีผลกระทบใดๆ ทั้งสิ้นที่เกี่ยวข้องกับค่าการเชื่อมสายภายใน (Recipe) ต่าง ๆ ในเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงทั้งหมด แต่จะมีการตรวจสอบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเท่านั้น โดยการเปรียบเทียบนั้นแสดงดังตารางที่ 4.1 โดยใช้ขั้นตอนที่แสดงในตารางเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบรายเดือน โดยปัญหาแต่ละชนิดเก็บค่ามาจากบทที่ 3 นั้นได้อธิบายไว้ดังนี้

1) ปัญหา High loss นั้นเกิดจากผลกระทบของการใช้งานตัวหัวเชื่อมที่มาก หรือไม่ได้มีการทำความสะอาดหัวเชื่อมสายทุก 15-20 ครั้ง หรือ เกิดจากการใช้หัวเชื่อมเกินอายุการใช้งานที่กำหนดไว้ โดยวิธีการแก้ไขในคู่มือที่แนะนำให้ทำความสะอาด หรือ ทำการปรับแต่งตัวหัวเชื่อมเปลี่ยนหัวเชื่อม หรือ การปรับและตรวจสอบตัวหัวเชื่อมว่าได้มาตรฐานกำหนด เกิดขึ้นสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง เท่ากับ 82.9%

8.6. Problem: Fiber Deformation – Rounded Endface

CAUSE	CORRECTION
8.6.1. High loss; cores that typically look like a “V” shape.	A. Run the clean electrode program {#, Yes, Fuse}. B. If that does not work, do a burn-in procedure. C. Refer to Section 6.2.1 or 6.4.1.
8.6.2. Rounded endface before splicing; typically deforms the cores when splicing.	A. Same as above.

8.11. Problem: Splice loss estimate high – Splice appearance OK

CAUSE	CORRECTION
8.11.1. Dirty, damaged or worn electrodes; regardless of Arc Power Setting.	A. Refer to Section 8.10
8.11.2. High Voltage Power Supply failing.	A. Replace with new unit and test. If no charge, replace old unit and return new unit to storeroom. Record actions in maintenance logbook.
8.11.3. Main board failing.	A. Return to Ericsson for repairs. Record actions in maintenance logbook, including Ericsson’s repairs.

ภาพที่ 4.1

รายละเอียดการแก้ไขปัญหา High Loss

2) ปัญหา **Bad view and Bad Splice** เป็นปัญหาที่เกิดสูงเป็นอันดับที่สองโดยการเกิดปัญหานี้ เกิดมาจากการวางสายเส้นใยแก้วนำแสง หรือ การทำความสะอาดสายเส้นใยแก้วนำแสงหรือจุดวางสายเส้นใยแก้วนำแสง เกิดขึ้นเท่ากับ 7.1%

8.14. Problem: Image of one fiber not in focus

CAUSE	CORRECTION
8.14.1. Fiber in next view not properly aligned.	A. Align fiber.
8.14.2. Dirt on primary coating, fiber or V-Grooves.	A. Clean fibers and V-Grooves.

ภาพที่ 4.2

รายละเอียดการแก้ไขปัญหา Bad view and Bad Splice

3) ปัญหา Fiber not splices เป็นปัญหารองลงมาอันดับที่สาม และ เป็นปัญหาที่แก้ไขได้จากการติดต่อทางช่าง service เข้ามาดูแลเครื่อง แต่ ณ ปัจจุบันนั้นทางช่างเทคนิคสามารถแก้ไขได้เองโดยใช้การปรับเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงให้เหมาะสมกับเครื่องมือตัดสายเส้นใยแก้วนำแสงและทำความสะอาด

8.12. Problem: No splice

CAUSE	CORRECTION
8.12.1. Splicer fault.	A. Perform service.

ภาพที่ 4.3

รายละเอียดการแก้ไขปัญหา Not Splice

4) Error Other ซึ่งก็จะเป็นปัญหาอื่นที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยครั้งมีค่าเท่ากับ 3.6% ของการเกิดทั้งหมดเท่านั้น ซึ่งมีปัญหาอีกหลายข้อที่สามารถเกิดขึ้นได้ประมาณ 16 ถึง 17 ปัญหา

จากการศึกษาทั้งหมดแล้วพบว่า เราจะระบุปัญหาหลักได้คือ High Loss จึงได้นำมาใช้ในการออกแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อแก้ปัญหา High Loss ขั้นตอนการปรับปรุงรายสัปดาห์ใหม่และจากวิธีการแก้ปัญหานั้น ได้นำ Work Instruction มาใช้

ตารางที่ 4.1

การเปรียบเทียบขั้นตอนการตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

หัวข้อ	ขั้นตอนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	คู่มือ	Work Instruction
1	ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่ายังปกติอยู่ไม่แตกหักเสียหาย	มี	มี
2	ทำความสะอาดเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ	บางส่วน	มี
3	ทำความสะอาดหัวเชื่อมสายด้วยโปรแกรม	ไม่มี	มี
4	ทำความสะอาดตัวกระจก และเลนส์	มี	มี
5	ตรวจสอบมอเตอร์และตำแหน่งมอเตอร์	มี	ไม่มี
6	ทดสอบการเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	มี	มี
7	ปรับตำแหน่งต่าง ๆ ของมอเตอร์และกระจก	มี	ไม่มี
8	ทำการปรับค่าการนับให้เป็น ศูนย์	ไม่มี	มี
9	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	มี	มี
10	ทดลองเชื่อมสายพร้อมทั้งเก็บค่าโดยใช้สาย SMF-SMF	มี	ไม่มี
11	ทดลองเชื่อมสายพร้อมทั้งเก็บค่าโดยใช้สาย G3-G3	มี	มี
12	เปลี่ยนหัวเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	ตรวจสอบ	ประมาณ 2500 ครั้ง
13	เก็บค่าสูญเสียของเครื่องเชื่อม	ไม่มี	มี
14	บันทึกใบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	มี	มี
15	รอบการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	ไม่กำหนด	1 เดือน

4.2 การคำนวณหาค่า MTBF

การคำนวณหาค่า MTBF ของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงโดยเมื่อนำเวลารวมคิดที่ เครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ซึ่งมีเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงที่ใช้ในสายการผลิตทั้งหมด 40 เครื่อง โดยเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงแต่ละเครื่องต่อไฟฟ้าพร้อมใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง และมีพนักงานเข้าปฏิบัติงาน 2 คน โดยสามารถคำนวณหาระยะเวลาปฏิบัติงานที่ 14 ชั่วโมงต่อวัน ระยะปฏิบัติงานทั้งหมดต่อเดือนที่ 26 วันทำงานในแต่ละเดือน หยุดทำงานเฉพาะวันอาทิตย์และเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงแต่ละเครื่องต้องทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนละครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมงต่อเครื่อง และมีการทำความสะอาดเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงประมาณวันละ 5 นาทีต่อวันโดยจะแสดงรายละเอียดไว้ที่ ตารางที่ 4.2 เวลาเดินเครื่องมาจาก เวลา 14 ชั่วโมงคูณด้วย 26 วันต่อเดือนคูณด้วย เครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้ว 40 เครื่อง จะได้ค่า 14,560 ชั่วโมงต่อเดือน เวลาในการทำความสะอาด 5 นาที คูณด้วย 26 วันต่อเดือนคูณด้วย 40 เครื่องจะได้ค่าเท่ากับ 86.32 ชั่วโมงต่อเดือน เวลาบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เท่ากับ 2 ชั่วโมงต่อเดือน โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมงคูณ 40 เครื่อง เท่ากับ 80 ชั่วโมงต่อเดือน โดยเมื่อต้องการหาระยะเวลาจริง โดยใช้เวลาเดินเครื่อง ลบด้วยเวลาที่สูญเสียทั้งหมดจะได้ระยะเวลาจริง ที่สามารถนำไปหาค่า MTBF ได้ โดยการนำระยะเวลาจริง มาหารด้วยจำนวนครั้งที่เสียจะได้ค่า MTBF เฉลี่ยเท่ากับ 154 ชั่วโมงต่อรอบการเกิดการซ่อมเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง จาก 154 ชั่วโมง เมื่อนำมาหารระยะเวลาให้เป็นต่อวันจะได้ เท่ากับ 6.41 วันต่อครั้งการเกิดความสูญเสีย และค่า MTTR โดยการนำค่าระยะเวลาสูญเสียเครื่องจักร มาหารด้วยจำนวนครั้งที่เสีย จะได้ค่าประมาณ 0.69 เมื่อคูณด้วย 60 จะได้ระยะเวลา เฉลี่ยต่อรอบการซ่อมบำรุงประมาณ 42 นาที

ตารางที่ 4.2

แสดงระยะเวลาก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม ถึง กันยายน พ.ศ.2550

เดือน	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งเสีย (ครั้ง)	เวลาในการทำ ความสะอาด 5 นาทีต่อวัน	เวลาบำรุงรักษา เชิงป้องกัน	ระยะเวลาสูญเสีย ซ่อมเครื่องจักร (ชั่วโมง)	ระยะเวลาจริง (ชั่วโมง)	MTBF (ชั่วโมง)	MTTR (ชั่วโมง)
มกราคม ๒๕๕๐	14560	225	86.32	80.00	108.43	14285.25	63.49	0.482
กุมภาพันธ์ ๒๕๕๐	14560	301	86.32	80.00	136.82	14256.86	47.36	0.455
มีนาคม ๒๕๕๐	14560	337	86.32	80.00	161.15	14232.53	42.23	0.478
เมษายน ๒๕๕๐	14560	24	86.32	80.00	12.35	14381.33	599.22	0.515
พฤษภาคม ๒๕๕๐	14560	40	86.32	80.00	19.15	14374.53	359.36	0.479
มิถุนายน ๒๕๕๐	14560	145	86.32	80.00	93.72	14299.96	98.62	0.646
กรกฎาคม ๒๕๕๐	14560	183	86.32	80.00	117.58	14276.10	78.01	0.643
สิงหาคม ๒๕๕๐	14560	254	86.32	80.00	210.42	14183.26	55.84	0.828
กันยายน ๒๕๕๐	14560	347	86.32	80.00	571.25	13822.43	39.83	1.646
ค่าเฉลี่ย		206.2	86	80	159.0	14235	154	0.69

การนำค่าความสูญเสียมาคำนวณนั้น เราสนใจเฉพาะค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นหลักของปัญหาทั้งหมดคือปัญหา High Loss เท่านั้น เพื่อจะได้ทราบค่าที่แน่ชัดของการเกิดความสูญเสีย High Loss ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นถึง 82.9% และค่าที่ได้จากการแยกค่าต่าง ๆ ออกแล้วนำมาคำนวณโดยมีค่า เวลาเดินเครื่อง, จำนวนครั้งที่เสีย, เวลาทำความสะอาด, เวลาบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และระยะเวลาที่สูญเสียจากการซ่อมแซมเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงในปัญหา High Loss โดยเมื่อนำปัญหาต่าง ๆ และการแก้ไขตาม คู่มือและ Work Instruction มาปรับปรุงเพื่อสร้างวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ดังตารางที่ 4.3 นั้น เป็นการเปรียบเทียบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Work Instruction รายเดือนเทียบกับ รายสัปดาห์ที่ปรับปรุงแก้ไขใหม่

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า MTBF และ MTTR ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2550 ของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง เมื่อนำค่า MTBF (Mean times between failed) เฉลี่ยที่เท่ากับ 154 ชั่วโมง มาแปลงเป็นหน่วยของวันจะได้ว่าค่า MTBF (Mean times between failed) เท่ากับ 6.41 วันต่อรอบก่อนการเกิดความเสียหายต่อครั้ง จากการคำนวณหาค่า MTBF พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.41 วันต่อรอบ ดังนั้นจึงได้ออกแบบกระบวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อขึ้นเป็นแบบทุกสัปดาห์ (ทำงานประมาณ 6 วันต่อสัปดาห์) โดยกำหนดให้มีขั้นตอนการบำรุงรักษารายสัปดาห์ดังนี้

โดยจากตารางที่ 4.3 Work Instructions แบบรายเดือนที่มีการตรวจสอบและปฏิบัติงานอยู่ทั้งหมด 12 หัวข้อ เช่น การตรวจสอบ การทำความสะอาด การทดสอบการเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง การปรับค่า Counter ใหม่ให้เริ่มนับค่าที่ 0 ครั้ง และการบันทึกการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายเดือน ทั้งหมดได้จากการที่ลูกค้าเขียนขึ้นมาเพื่อให้สามารถใช้ในสายการผลิต และจากการที่ได้ศึกษาข้อมูล พบว่า ถ้าต้องการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เป็นรายสัปดาห์นั้นจะ ต้องปรับวิธีการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตาม ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นค่า เพิ่มจากของเดิมที่มีอยู่คือ

- 1) ตรวจสอบจอภาพเพิ่มเติมมีมม เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดกับการมองที่หน้าจอตีเทียบกับภาพจริงให้ตรงกัน
- 2) การทำความสะอาดหัวเชื่อมจะเพื่อที่ว่าเมื่อมีการใช้งานถึง 2,500 ครั้งแล้วต้องเปลี่ยนหัวเชื่อมสายเส้นใยแก้วใหม่ทันทีโดยไม่ต้องตรวจสอบว่าใช้งานได้หรือไม่
- 3) การทำความสะอาดกระจกและเลนส์ Work Instruction รายสัปดาห์จะทำความสะอาดทุกจุดภายในเครื่อง
- 4) การตรวจสอบตัวมอดเตอร์ต้องตรวจสอบทุกตัวรวมทั้งปรับตำแหน่งให้เป็น 0
- 5) การทดสอบเชื่อมสายนั้นจะเพื่อการเชื่อมสายชนิด SMF-SMF กับ G3-G3 เข้าไปด้วยทั้งสองชนิดนี้เป็นสายที่มีการใช้งานทั้งในคู่มือและใน Work Instruction แต่ยังปรับค่า สูญเสียในอยู่ในค่าต่ำที่สุดคือ 0.07 dB เพื่อให้การปรับแต่งเครื่องนั้นต้องเหมาะสมและให้ค่าที่ดี
- 6) มีการเพิ่มตัวปรับแสง LED เข้าไปเพื่อการปรับตั้งหาค่าระหว่างตัวกระจกและเลนส์ให้เหมาะสมกัน
- 7) เพิ่มเดิมการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ภายในให้แน่ใจว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในพารามิเตอร์ที่กำหนดการเชื่อมสายเส้นใยแก้วชนิดต่าง ๆ
- 8) บันทึกค่าเป็นรายสัปดาห์ด้วย เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบรายเดือนที่ได้ปฏิบัติงานเพื่อเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.3

เปรียบเทียบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Work Instruction รายเดือน และรายสัปดาห์

Work Instruction แบบรายเดือน	Work Instruction แบบรายสัปดาห์
1) ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่ายังปกติอยู่ไม่แตกหัก เสียหาย	1) ตรวจสอบตัวเครื่องและอุปกรณ์ภายนอกทั้งหมดว่าอยู่ใน สภาพปกติ 2) ตรวจสอบหน้าจอไม่มีการแตกหรือรอยขีดข่วน
2) ทำความสะอาดเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ	3) ทำความสะอาดเครื่องภายนอก และ อุปกรณ์ต่าง ๆ
3) ทำความสะอาดหัวเชื่อมสาย ด้วยโปรแกรม	4) ทำความสะอาดหัวเชื่อมด้วย โปรแกรมทำความสะอาดใน เครื่อง และตรวจสอบจำนวนครั้งที่ทำการเชื่อมถ้าถึง 2,500 ครั้ง ให้เปลี่ยน หัวเชื่อมใหม่ พร้อมทั้งทำการ Reset ตัวนับให้มามีค่าเป็น 0 และจดบันทึกการเปลี่ยนหัวเชื่อม
4) ทำความสะอาดตัวกระจก และเลนส์	5) ตรวจสอบและทำความสะอาดตัวกระจกและ เลนส์ ทั้งหมด
5) ทดสอบการเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	รวมอยู่ในหัวข้อที่ 11 และ 12 ของรายสัปดาห์
6) ทำการปรับค่าการนับให้เป็น ศูนย์	รวมอยู่ในหัวข้อที่ 4
7) ตรวจสอบการทำงาน เครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	6) ตรวจสอบตัวมอเตอร์ ทั้งหมดว่าอยู่สภาพปกติและตำแหน่ง ของมอเตอร์ต้องอยู่ในตำแหน่ง 0 ถ้าไม่ให้ทำการปรับตั้ง 8) ตรวจสอบร่อง วี วางสายเส้นใยแก้วนำแสงว่าอยู่ในสภาพปกติ ไม่มีรอยไหม้ 10) ทดลองวางสายเส้นใยแก้วนำแสงและทดสอบการทำงานของ เครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง
8) ทดลองเชื่อมสายพร้อมทั้งเก็บ ค่าโดยใช้สาย G3-G3	12) ทดลองเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ชนิด G3-G3 ต้องได้ค่า สูญเสียไม่เกิน 0.07 dB ถ้าเกินให้ทำการแก้ไขปรับตั้งใหม่
9) เปลี่ยนหัวเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง	
10) เก็บค่าสูญเสียของเครื่องเชื่อม	13) บันทึกค่าสูญเสียและบันทึกใบรายการบำรุงรักษา พร้อมทั้งเปลี่ยน sticker PM
11) บันทึกใบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	
12) รอบการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	14) ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุกสัปดาห์ตาม Master plan PM
เพิ่มเติม	7) เปิดเครื่อง และ เปิดแสง LED เพื่อทำการปรับตั้งตัวกระจก และตัวเลนส์
เพิ่มเติม	9) เปิด โปรแกรมเพื่อตรวจดูค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ว่ามีการ เปลี่ยนแปลงหรือไม่
เพิ่มเติม	11) ทดลองเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ชนิด SMF-SMF ต้องได้ค่าสูญเสียไม่เกิน 0.07 dB ถ้าเกินให้ทำการแก้ไขปรับ ตั้งใหม่

4.3 Work Instruction ที่ปรับปรุงใหม่

การเปรียบเทียบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Work Instruction รายเดือน และรายสัปดาห์ ในตารางที่ 4.3 นั้นแสดงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์นี้ ทำในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 จะทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายเดือนในสัปดาห์ที่ 4 แบบปกติตาม Work Instruction จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า Work Instruction รายสัปดาห์มีความละเอียดกว่า Work Instruction รายเดือน และในขั้นตอนการทดลองเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ซึ่งใน Work Instruction รายเดือน จะทำโดยใช้สายเส้นใยแก้วนำแสงชนิด G3-G3 และกำหนดให้ค่าสูญเสียไม่เกิน 0.09 dB แต่ใน Work Instruction รายสัปดาห์จะใช้สายเส้นใยแก้วนำแสงชนิด SMF-SMF และ G3-G3 โดยกำหนดให้ค่าสูญเสียไม่เกิน 0.07dB ซึ่งค่าสูญเสียนี้จะมีผลต่อการเกิด High Loss โดยตรงเพื่อการปรับปรุงใหม่ จึงได้รวบรวมส่วนที่เหมาะสมต่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงใหม่และเก็บค่าเป็นรายสัปดาห์แทนรายเดือน

- 1) ตรวจสอบตัวเครื่องและอุปกรณ์ภายนอกทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพปกติ
- 2) ตรวจสอบหน้าจอไม่มีการแตกหรือรอยขีดข่วน
- 3) ทำความสะอาดเครื่องภายนอก และ อุปกรณ์ต่าง ๆ
- 4) ทำความสะอาดหัวเชื่อมด้วยโปรแกรมทำความสะอาดในเครื่อง และตรวจสอบจำนวนครั้งที่ทำการเชื่อมถ้าถึง 2500 ครั้ง ให้เปลี่ยน หัวเชื่อมใหม่ พร้อมทั้งทำการ Reset ตัวนับให้มีค่าเป็น 0 และจดบันทึกการเปลี่ยนหัวเชื่อม
- 5) ตรวจสอบและทำความสะอาดตัวกระจกและ เลนส์ ทั้งหมด ต้องให้แน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนน้ำยา IPA และ ผุ่นผงติดที่ตัวกระจกและ เลนส์
- 6) ตรวจสอบตัวมอเตอร์ ทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพปกติและตำแหน่งของมอเตอร์ต้องอยู่ในตำแหน่ง 0 ถ้าไม่ให้ทำการปรับตั้ง
- 7) เปิดเครื่อง และ เปิดแสง LED เพื่อทำการปรับตั้งตัวกระจกทั้งหมด และตัวเลนส์
- 8) ตรวจสอบร่อง วี วางสายเส้นใยแก้วนำแสงว่าอยู่ในสภาพปกติไม่มีรอยไหม้
- 9) เปิด โปรแกรมเพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่
- 10) ทดลองวางสายเส้นใยแก้วนำแสงและทดสอบการทำงานของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง
- 11) ทดลองเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ชนิด SMF-SMF ต้องได้ค่าสูญเสียไม่เกิน 0.07 dB ถ้าเกินให้ทำการแก้ไขปรับตั้งใหม่

12) ทดลองเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ชนิด G3-G3 ต้องได้ค่าสูญเสียไม่เกิน 0.07 dB ถ้าเกินให้ทำการแก้ไขปรับตั้งใหม่

13) บันทึกค่าสูญเสียและบันทึกใบรายการบำรุงรักษา พร้อมทั้งเปลี่ยน Sticker PM

14) ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุกสัปดาห์ตาม Master plan PM

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบใบบันทึกขั้นตอนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ใช้กับ Work

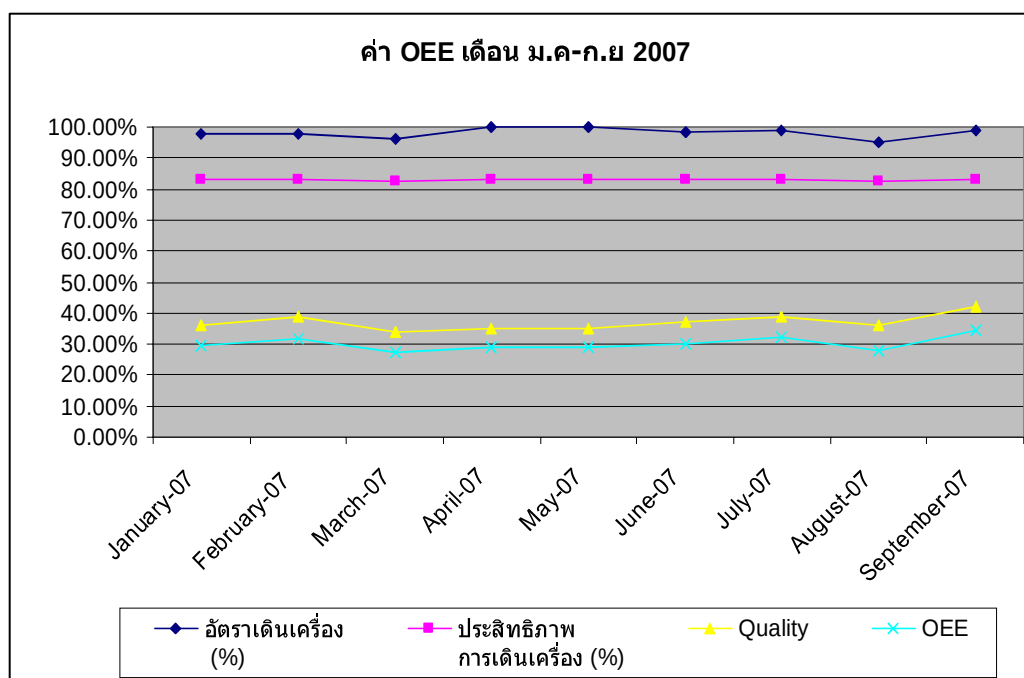
Instruction รายสัปดาห์และเป็นไปตามขั้นตอนการทำงานโดยที่ปรับปรุงใหม่ของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ใบบันทึกการบำรุงรักษาที่ปรับปรุงใหม่

Weekly Preventive Maintenance Splice Machine Checklist													
Tooling Name : Ericsson Splicer		Location : _____		Tooling ID : _____		Rev.1							
Period : Weekly Maintenance		CIR : _____		Serial No. : N/A									
Item	Description	PM Work Weeks											
1	check case and splice M/C is good condition												
2	Check monitor screen for damage, leak fluid												
3	Clean Splicer and case												
4	Clean electrode by program and check counter not over 2500 time. If more than 2500 time change electrode, Reset counter and verify splicer												
5	Record counter splicer												
6	Clean all mirror and len by cotton swap with IPA and make sure no IPA On mirror and len. If mirror or len damage need to change new one												
7	Check motor and motor position is zero if no need to adjust motor												
8	On splicer and LED for alignment mirror and len												
9	Check V-groove is not burn												
10	open program and check parameter inside program is correct place fiber and check function of splicer is good condition												
11	Splice SMF-GJF fiber and check estimate loss is not over 0.07dB												
12	Splice G3-G3 fiber and check estimate loss is not over 0.07dB												
13	record check sheet data estimate loss and change sticker PM weekly												
14	Preventive maintenance weekly follow master plan PM												
Status		Pass (/)		Fail (X)									
PM Date : _____		Due Date : _____		PM By : _____		Approve By : _____							

เครื่อง MCA05352 เป็นเครื่องที่เป็นเป้าหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพตามระยะเวลา MTBF ที่คำนวณได้ค่า 6.41 วันก่อนรอบการเกิดความเสียหายความของเครื่องเชื่อมเส้นใยแก้วนำแสง จากตารางที่ 4.2 หรือประมาณเท่ากับ 1 สัปดาห์ต่อการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 1 ครั้ง พบว่า ค่าคุณภาพมีค่าต่ำทำให้ผลของค่า OEE ที่ได้มีค่าต่ำลงตามค่าคุณภาพดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4

ค่า OEE ที่เกิดขึ้นของเครื่อง MCA05352 เดือนมกราคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2550

4.4 ภาพแบบการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันใหม่

จากการคำนวณจะได้ค่า MTBF ที่ได้จากตารางที่ 4.2 เท่ากับ 6.41 วันต่อรอบการบำรุงรักษา และจากหัวข้อ 4.3 สรุปว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะทำการเป็นรายสัปดาห์ ได้กำหนดการทดลองและทำการทดลองที่เครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง (Splice machine MCA05352) จำนวน 1 เครื่องหลังจากที่ได้ทดลองใช้เป็นระยะเวลา 3 เดือนพบว่าการเกิดเครื่องจักรเสียหายก่อนกำหนดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลดลง ผลการใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันใหม่แสดงในใบบันทึกผลการบำรุงรักษารายสัปดาห์ (Weekly check-sheet) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.5

ตารางการทำการบำรุงรักษาแบบปกติ

Item	Splicer Assembly 1 MCA05352																																						
1																																							
WW	Work week																																						
	Σ	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	Day
Monthly Pm	Pass	9-Nov-07				7-Dec-07				4-Jan-08				1-Feb-08				29-Feb-08				28-Mar-08				24-Apr-08				23-May-08				20-Jun-08				18-Jul-08	FRIDAY
Status	Pass					Pass				Pass				Pass																									

ตารางที่ 4.6

ตารางการทำการบำรุงรักษาที่เพิ่มการบำรุงรักษารายสัปดาห์

Item	Splicer Assembly 1 MCA05352																																						
1																																							
WW	Work week																																						
Σ	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	Day	
Monthly Pm																																							
Weekly Pm	9-Nov-07	16-Nov-07	23-Nov-07	30-Nov-07	7-Dec-07	14-Dec-07	21-Dec-07	28-Dec-07	4-Jan-08	11-Jan-08	18-Jan-08	25-Jan-08	1-Feb-08	8-Feb-08	15-Feb-08	22-Feb-08	29-Feb-08	7-Mar-08	14-Mar-08	21-Mar-08	28-Mar-08	4-Apr-08	11-Apr-08	18-Apr-08	24-Apr-08	2-May-08	9-May-08	16-May-08	23-May-08	30-May-08	6-Jun-08	13-Jun-08	20-Jun-08	27-Jun-08	1-Jul-08	8-Jul-08	15-Jul-08	FRIDAY	FRIDAY
Status	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass																									

โดยเมื่อทำการปรับปรุงการทดลองดัง ตารางที่ 4.6 จะต้องทำให้ลดจำนวนครั้งและระยะเวลาการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเสียหาย (Corrective Maintenance) ของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง (Splice machine MCA05352) ในระยะเวลา 3 เดือนของการทดลอง

ตารางที่ 4.7

ค่า Check sheet ที่ได้ทดลอง ใน 3 เดือน

Weekly Preventive Maintenance Splice Machine Checksheet													
Tooling Name : Ericsson Splicer		Location : EDFA		Tooling ID : MCA05352		Rev.1							
Period : Weekly Maintenance		C/R : CR#4		Serial No. : N/A									

Item	Description	P.M. Work Weeks												
		WW15	WW16	WW17	WW18	WW19	WW20	WW21	WW22					
1	check case and splice M/C is good condition	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
2	Check monitor screen for damage, leak fluid	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
3	Clean Splicer and case	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
4	Clean electrode by program and check counter not over 2500 time. If more than 2500 time change electrode. Reset counter and verify splicer	456 no	1572 no	303 change	1934 no	946 change	2170 no	396 change	1478 verify					
5	Record counter splicer													
6	Clean all mirror and len by cotton swap with IPA and make sure no IPA On mirror and len. If mirror or len damage need to change new one	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
7	Check motor and motor position is zero if no need to adjust motor	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
8	On splicer and LED for alignment mirror and len	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
9	Check V-groove is not burn	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
10	open program and check parameter inside program is correct place fiber and check function of splicer is good condition	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
11	Splice SMF-SMF fiber and check estimate loss is not over 0.07dB	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
12	Splice G3-G3 fiber and check estimate loss is not over 0.07dB	0.05	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	
13	record check sheet data estimate loss and change sticker PM weekly	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
14	Preventive maintenance weekly follow master plan PM	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Status		Pass (/)	Fail (X)		Action		Action		Action		Action		Action	
		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	

P.M. Date : 10/12/2007	10/19/2007	10/26/2007	11/2/2007	11/9/2007	11/16/2007	11/23/2007	11/30/2007
Due Date : 10/19/2007	10/26/2007	11/2/2007	11/9/2007	11/16/2007	11/23/2007	11/30/2007	12/7/2007
PM By : Khunawut S	Khunawut S	Weechayan M	Weechayan M	Khunawut S	Khunawut S	Weechayan M	Weechayan M
Approve By : somchart Y	somchart Y	somchart Y	somchart Y	somchart Y	somchart Y	somchart Y	somchart Y

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ค่า Check sheet ที่ได้ทดลอง ใน 3 เดือน

Weekly Preventive Maintenance Splice Machine Checksheet									
Tooling Name : Ericsson Splicer		Location : EDFA line		Tooling ID : MCA05352		Rev.1			
Period : Weekly Maintenance		C/R : 4		Serial No. : W/A					
Item	Description	WW 23	WW 24	WW 25	WW 26				
1	check case and splice M/C is good condition	/	/	/	/				
2	Check monitor screen for damage , leak fluid	/	/	/	/				
3	Clean Splicer and case	/	/	/	/				
4	Clean electrode by program and check counter not over 2500 time. If more than 2500 time change electrode. Reset counter and verify splicer	1130	2476	971	2012				
5	Record counter splicer	no	change	no	no				
6	Clean all mirror and len by cotton swab with IPA and make sure no IPA	/	/	/	/				
7	On mirror and len. If mirror or len damage need to change new one	/	/	/	/				
8	Check motor and motor position is zero. If no need to adjust motor	/	/	/	/				
9	On splicer and LED for alignment mirror and len	/	/	/	/				
10	Check V-groove is not burn	/	/	/	/				
11	open program and check parameter inside program is correct	/	/	/	/				
12	place fiber and check function of splicer is good condition	0.01	0.04	0.03	0.02				
13	Splice SMF-G3 fiber and check estimate loss is not over 0.07dB	0.06	0.07	0.06	0.06				
14	Splice G3-G3 fiber and check estimate loss is not over 0.07dB	/	/	/	/				
15	record check sheet data estimate loss and change sticker PM weekly	/	/	/	/				
16	Preventive maintenance weekly follow master plan PM	/	/	/	/				
Status	Pass (/) Fail (X)	Action	Action	Action	Action				
		P	P	P	P				
PM Date : 12/27/2007 12/14/2007 12/21/2007 12/28/2007 Due Date : 12/14/2007 12/21/2007 12/28/2007 1/4/2008 PM By : Khunawut S Khunawut S Weechayan M Weechayan M Approve By : somchart Y somchart Y somchart Y somchart Y									

4.5 การวิเคราะห์ผลที่ได้รับหลังการใช้ Work Instruction ใหม่

ตารางที่ 4.8

แสดงการเก็บค่าสูญเสีย (Down time record) 5 เครื่องที่เกิดปัญหามากที่สุด

Count												
Down Times	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
MCA01761	1	16	11	1	2	3	9	12	10	18	16	18
MCA01773	5	1	0	0	3	0	10	7	15	16	9	5
MCA02905	8	11	14	0	4	7	10	3	0	6	20	15
MCA03827	9	6	17	1	2	2	2	14	6	4	1	11
MCA05352	9	8	16	3	0	4	6	19	3	6	5	1
Times												
Down Times	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
MCA01761	0.4	9.23	4.35	1.05	3	2.04	7	7.11	14.17	13.29	17.39	18.01
MCA01773	4.09	0.12	0	0	0.45	0	10.39	5.5	13.45	10.2	13.15	10.45
MCA02905	2.35	3.36	5.29	1.2	1.2	4.52	2.59	3.12	0	2.42	17.42	13.18
MCA03827	5.48	2.5	10.5	0	1.24	0.45	1.2	11.46	9.4	2.58	1.15	22.17
MCA05352	5.47	6.44	10.37	1.04	0	5.15	2.47	14.48	3.4	2.01	2.18	0.3

ตารางที่ 4.9

ผลการทำงานจากเครื่อง MCA05352 ช่วงเวลา 3 เดือนหลังปรับปรุง

SKU	Splice per unit	Build Plan	Good Splice	Total splice	Failed splice	Yield
320	24	54	1296	2541	1245	0.51
321	48	91	4368	5686	1318	0.77
371	19	20	380	560	180	0.68
375	19	6	114	146	32	0.78
376	11	13	143	259	116	0.55
366	19	3	57	338	281	0.17
765	42	17	714	1021	307	0.70
866	18	15	270	770	500	0.35
867	32	12	384	590	206	0.65
869	36	13	467	1101	634	0.42
Average		244	8193	13012	4819	0.63

จากตารางที่ 4.8 เป็นการเก็บข้อมูลค่าสูญเสียตามตารางการตรวจสอบโดยการนำเอาเครื่องเชื่อมเส้นใยแก้วนำแสงที่มีปัญหาการเสียมากที่สุด 5 อันดับ มาแสดงระยะเวลารวมทั้งหมดที่จะใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง (OEE) ของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง MCA05352 ที่เป็นเครื่องเป้าหมายในการเปรียบเทียบ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการใช้ Work Instruction ใหม่ได้จำนวนครั้งที่เกิดความสูญเสียในเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เท่ากับ 6, 5 และ 1 ครั้ง ซึ่งมีเวลาสูญเสียเท่ากับ 2.01, 2.18 และ 0.3 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการใช้ Work Instruction รายสัปดาห์ มีจำนวนครั้งในการสูญเสียเฉลี่ยต่อเดือนเป็น 7.5 ครั้งในขณะที่หลังการใช้งาน Work Instruction ใหม่รายสัปดาห์นั้น มีความสูญเสียเฉลี่ยต่อเดือนเป็น 4 ครั้ง สำหรับเวลาสูญเสียก่อนการใช้เฉลี่ย 5.42 ชั่วโมง และหลังการใช้งาน Work Instruction ใหม่ เวลาเฉลี่ยลดลง 1.42 ชั่วโมง คิดเป็นความสูญเสียที่ลดลงเท่ากับ 3.53 ชั่วโมง หรือ ลดลงเท่ากับ 68% และจากตารางที่ 4.8 จะพบว่าเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง MCA05352 มีความสูญเสียเป็นอันดับ 5 ซึ่งแต่เดิมมีความสูญเสียเป็นอันดับ 1 จึงสรุปได้ว่าการใช้ Work Instruction รายสัปดาห์ทำให้เกิดความสูญเสียลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.10

ตัวอย่างใบงาน Build Sheet สำหรับใช้ในงานผลิตตัว EDFA 327

Module Serial Number		Module Number		06-0327-00-02									
Splice#	Color Code	Components	Recept Program	Splice / Wrap Instructions	Max. Loss	Data		Pass	Hold		Notes		
						Loss	Trails	Initial	Date	Initial	Date		
Kitting													
RED													
folder will be used to kit the module.													
Pump & Diode													
Solder pump and Diodes according to the Manufacturing spec													
Pump and Diode Verification (verify with checklist located on SBTS)													
Assembly													
OUTPUT Stage Assembly													
1	1 Blue	Tap 6 (Black) / Output Monitor Pigtail (Black)	SMF - SMF										
2	2 Blue	Tap 2 (Clear) / Tap 3 (Red)	SMF - SMF										
3	3 Blue	Tap 2 (Black) / Output Pigtail (Red)	SMF - SMF										
4	4 Blue	ISO 2 (Green) / Tap 2 (Red)	SMF - SMF										
MCA_OUTPUT @ 1550nm		ISO 2 (Clear) / Output Pigtail (Red)	SMF - SMF										
OUTPUT Stage Assembly Inspection													
INPUT Stage Assembly													
5	5 Blue	ISC 1 (Green) / WDM 1 (Clear)	LUC - SMF										
6	1 Red	GFF (Out) / ISO 1 (Clear)	SMF - SMF										
7	2 Red	Tap 1 (Black) / GFF (Clear)	SMF - SMF										
8	3 Red	Input Pigtail (Blue) / Tap 1 (Red)	SMF - SMF										
MCA_INPUT @ 1539nm		Input Pigtail (Blue) / WDM 1 (Red)	SMF - SMF										
Input Stage Assembly Inspection													
Gain Stage Assembly													
9	4 Red	Pump 1 / WDM 1 (Black)	LUC - FLEX										
10	6 Red	Coil 1 (Green) / ISC 2 (Clear)	SMF - SMF										
11	1 Black	WDM 1 (Red) / Coil 1 (Clear)	LUC - LUC 2										
12	2 Black	Tap 3 (Clear) / PD 2 (Clear)	SMF - SMF										
13	3 Black	Tap 1 (Clear) / PD 1 (Black)	SMF - SMF										

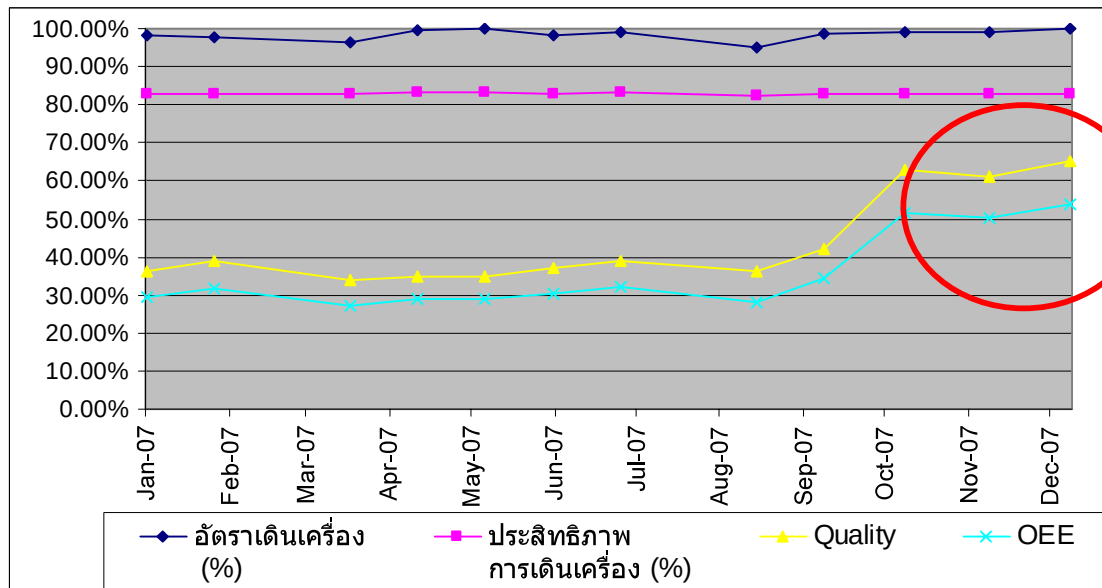
การคำนวณค่า OEE สามารถหาได้โดยการคูณ อัตราเดินเครื่อง กับประสิทธิภาพ และ อัตราคุณภาพ โดยใช้สูตร $OEE = \text{อัตราเดินเครื่อง} \times \text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} \times \text{อัตราคุณภาพ}$ พบว่าความสูญเสียอันเนื่องมาจากของเสีย (สูญเสียคุณภาพ) ถูกวัดเป็นว่าจำนวนหน่วยผลิตของเสียของการเชื่อมสายที่ออกมาทั้งหมดกับค่าสูญเสียที่เป็นไปตามลูกค้ำกำหนด (Build sheet) สามารถทำให้ลดลงได้หลังจากการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันใหม่

ตารางที่ 4.11

ค่าประสิทธิผลของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง MCA05352 ระยะเวลา 1 ปี

MCA05352	OEE MCA05352			
	อัตราเดินเครื่อง (%)	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (%)	คุณภาพ (%)	OEE (%)
ม.ค. 07	98.09%	82.89%	36.00%	29.27%
ก.พ. 07	97.75%	82.83%	39.00%	31.58%
มี.ค. 07	96.37%	82.59%	34.00%	27.06%
เม.ย. 07	99.73%	83.16%	35.00%	29.03%
พ.ค. 07	100.00%	83.22%	35.00%	29.13%
มิ.ย. 07	98.20%	82.91%	37.00%	30.12%
ก.ค. 07	99.14%	83.07%	39.00%	32.12%
ส.ค. 07	94.94%	82.32%	36.00%	28.14%
ก.ย. 07	98.81%	83.01%	42.00%	34.45%
ต.ค. 07	99.28%	82.73%	63.00%	51.75%
พ.ย. 07	99.22%	82.72%	61.00%	50.07%
ธ.ค. 07	99.89%	82.84%	65.00%	53.79%

จากตารางที่ 4.11 เป็นตารางที่แสดงผลการเก็บค่าภายใน 1 ปีของเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง MCA05352 โดยจะนำค่าทั้งหมดมาบันทึกในกราฟเพื่อแสดงความแตกต่างระยะก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง



ภาพที่ 4.5

แสดงกราฟประสิทธิผลของเครื่อง MCA05352

จากภาพที่ 4.5 จะแสดงให้เห็นระหว่างค่าต่าง ๆ ที่นำมาคำนวณค่าประสิทธิผล (OEE) หลังการทดลองปรับปรุง ในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2550 นั้นพบว่า ค่าเฉลี่ย อัตราเดินเครื่องจักรได้ค่าที่ 99.47% ประสิทธิภาพการเดินเครื่องได้ค่าที่ 82.76% อัตราคุณภาพเครื่องจักร ได้ค่าที่ 63.0% ค่า OEE ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้ค่าที่ 51.87% ซึ่งค่า อัตราคุณภาพเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสงนั้นเพิ่มสูงขึ้นถึง 26.0% และส่งผลให้ OEE ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้ค่าที่ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 21.77% การประหยัดเนื่องจากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันตาม Work Instruction รายสัปดาห์ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันตาม Work Instruction รายสัปดาห์

จำนวนชั่วโมงการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อครั้ง = 2 ชั่วโมง

เงินเดือนของพนักงานซ่อมบำรุง = 8000 บาท ต่อเดือน

ซึ่งคิดเป็นระยะเวลาต่อชั่วโมง = 43.95 บาท ต่อชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายต่อเดือนพนักงานซ่อมบำรุงในการบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง 1 เครื่อง

= 43.95 บาท X 2 ชั่วโมง X 3 ครั้ง

= 351.16 บาทต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ โดยประมาณ

= 300 บาทต่อครั้ง

ค่าใช้จ่ายรวมต่อเดือน 3 ครั้งเท่า $= 900$ บาทต่อเดือน
 รวมค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อครั้ง $= 1251.16$ บาทต่อครั้ง
 การประหยัดอันเกิดจากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
 OEE ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ $= 21.77\%$
 จำนวนครั้งในการเชื่อมสายต่อเดือนเฉลี่ย $= 4000$ ครั้ง ต่อเดือน
 โดยการสูญเสียแต่ละครั้งจะต้องหักสายเส้นใยแก้วนำแสงทั้ง 15 เซนติเมตร
 โดยสายเส้นใยแก้วนำแสง ราคาเมตรละ \$2 คิดเป็นเงินบาทที่ 34 บาท จะเท่ากับ เมตรละ 68 บาท
 ค่าความสูญเสียเมื่อเกิดครั้งที่เสีย $= 10.2$ บาท ต่อครั้ง
 ค่าการประหยัดจากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน $= 4000 \times 21.77\% \times 10.2$ บาท ต่อเดือน
 $= 8882.16$ บาท ต่อเดือน
 ความแตกต่างระหว่างรายจ่ายค่าซ่อมบำรุงรักษาต่อเดือนที่เพิ่มขึ้นเทียบกับเงินที่ประหยัดได้
 $= 7630.56$ บาทต่อเดือน
 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันตาม Work Instruction รายสัปดาห์จะทำให้เกิด
 การประหยัดถึง 8882.16 บาท ต่อเดือน ในงานวิจัยพิจารณาเพียงแค่เครื่อง MCA05352 ซึ่งใน
 บริษัทมีเครื่องประเภทเดียวกันอยู่ทั้งหมด 40 เครื่อง ดังนั้นถ้าทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตาม
 Work Instruction รายสัปดาห์ จะทำให้สามารถประหยัดได้ถึง 293,222.24 บาท ต่อเดือน