

การลดข้อบกพร่องบนผืนงานในกระบวนการผลิตลวดตาข่ายโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า

เยาวนาฏ ศรีวิชัย¹⁾ และ รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว^{*2)}

บทคัดย่อ

ในการผลิตลวดตาข่าย เกิดข้อบกพร่องบนผืนงานหลากหลายชนิดและเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีต้นทุนในการซ่อมชิ้นงานมากขึ้น หรือในบางครั้งชิ้นงานเสียหายจนไม่สามารถแก้ไขได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า วิธีการวิจัยเริ่มจากการกำหนดปัญหา (Define Phase) โดยได้ทำการศึกษาแผนภาพกระบวนการผลิต เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพปัญหา กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการปรับปรุง โดยจากการวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยแผนภาพพาเรโตและการประเมินความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่องพบว่า ข้อบกพร่องหลักที่เกิดบนผืนงานได้แก่ ตาของผืนงานในแนวขวางกว้างกว่าค่าที่กำหนดไว้ ต่อมาในขั้นตอนการวัดผลและรวบรวมข้อมูล (Measure Phase) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบการวัดของกระบวนการและวัดจำนวนจุดบกพร่องที่เกิดบนผืนงาน จากนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Phase) ได้ทำการระดมสมองร่วมกันระหว่างผู้วิจัย ฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดข้อบกพร่องดังกล่าว โดยใช้แผนผังก้างปลา ต่อมาในขั้นตอนการปรับปรุงเพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ (Improve Phase) ได้ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานและปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยใช้เทคนิคการป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน (Poka Yoke) จากนั้นทำการเปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผืนงานด้วยวิธีการทำงานและอุปกรณ์เดิมกับจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดจากวิธีการทำงานและเครื่องจักรอุปกรณ์แบบที่เสนอด้วยการทดสอบสมมติฐานแบบ Mann-Whitney ซึ่งพบว่าวิธีการทำงานและเครื่องจักรอุปกรณ์แบบที่เสนอสามารถลดจำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานได้จริง และสุดท้ายในขั้นตอนการควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบ (Control Phase) ได้กำหนดมาตรฐานในการทำงาน โดยหลังจากดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถลดข้อบกพร่องบนผืนงานได้ คือ จากเดิมก่อนปรับปรุงมีข้อบกพร่องบนผืนงานเฉลี่ย 18.68 จุด/1,000 ตารางเมตร หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 7.81 จุด/1,000 ตารางเมตร นั่นคือ ข้อบกพร่องลดลง 58.19%

คำสำคัญ: ข้อบกพร่อง ซิกซ์ ซิกม่า ลวดตาข่าย

¹⁾ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่ 50200 อีเมลล์: yaowakwan@hotmail.com

²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่ 50200 อีเมลล์: rungchatc@hotmail.com

* Corresponding Author.

Reduction of Non-conformities during the Wire Mesh Production Process Using the Six Sigma Technique

Yaowanard Sriwichai¹⁾ and Rungchat Chompu-inwai²⁾

Abstract

During the wire mesh production process; there occur different types of non-conformities ranging from a part or product that needs reworking to a defect that cannot be repaired. The objective of this research project was to use the Six Sigma Technique to reduce the large number of non-conformities found during the wire mesh production process. A define phase was first initiated in order to learn more about the current production process using process maps, after which problems for improvement were identified. Using a Pareto diagram and risk assessment, the study found that the major defect is that the horizontal mesh widths exceed specifications. The measure phase involved analyzing of the measurement system and determining the number of non-conformities found in the products. A brain storming exercise was held during the analyze phase between the researcher and the production and quality assurance teams, during which time a fishbone diagram was used to verify those factors causing the aforementioned problem. The improve phase then looked at altering work procedures and upgrading equipment, applying 'Poka Yoke' to prevent work errors. Then, numbers of non-conformities were compared between the original work procedures and equipment, and the proposed work procedures and upgrading equipment using a Mann-Whitney test. It was found that the proposed work procedures and upgrading equipment do reduce the number of non-conformities. During the control phase, work standards were determined. After carrying out these changes, non-conformities dropped from an average of 18.68 defects per 1,000 square meters to 7.81 per 1,000 square meters; an improvement of 58.19%.

Keywords: Non-conformities, six sigma, wire mesh

¹⁾ Graduate Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, E-mail: yaowakwan@hotmail.com

²⁾ Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, E-mail: rungchatc@hotmail.com

* Corresponding Author.

1. บทนำ

ในสถานการณ์ของการแข่งขันที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตอื่นได้ ผู้ประกอบการจำเป็นต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ต้นทุนต่ำ ในขณะที่ราคาขายต้องไม่สูงเกินไปตามไปด้วย การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องหรือมีตำหนิให้น้อยลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเพิ่มจำนวนและปรับปรุงคุณภาพการผลิต เพื่อเพิ่มผลกำไรได้

อุตสาหกรรมการทอลวดตาข่ายเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้เป็นอย่างมากหากมีการจัดการที่ดี บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตลวดตาข่าย โดยมีผลิตภัณฑ์จากลวดตาข่าย อาทิเช่น ใต้กรองน้ำมัน ตะแกรงกรองแป้ง สายพานลำเลียง เป็นต้น กลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่อยู่ที่ประเทศ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สวิสเซอร์แลนด์ และ สหรัฐอเมริกา วัตถุประสงค์หลักที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตคือ ลดต้นทุน และเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่มีต้นทุนสูง โรงงานจึงจำเป็นต้องหาเครื่องมือและวิธีการเพื่อลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องให้ได้มากที่สุด โดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม

เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma Technique) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพในองค์กรทั้งภาคการผลิตและบริการอย่างต่อเนื่อง รวดเร็วและชัดเจน โดยนำเอาเครื่องมือคุณภาพต่างๆ และวิธีทางสถิติมาใช้ และวัดค่าการวัดในรูปแบบทางสถิติ (Robert, 1992) และเป้าหมายอีกด้านหนึ่งคือ การลดการผันแปร (Variation) โดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆ Antony and Banuelas (2001) ได้กล่าวสนับสนุนว่าซิกซ์ ซิกม่าเป็นกลยุทธ์ในการปรับปรุงทางธุรกิจ โดยปรับปรุงความสามารถในการเพิ่มผลกำไร กำจัดสิ่งที่ไร้ประโยชน์ ลดต้นทุนที่ไม่สร้างคุณภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพในทุกหน่วยงาน ให้ตรงหรือมากกว่าความต้องการของลูกค้า โดยมุ่งเน้นให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อให้องค์กรมีต้นทุนการผลิตต่ำสุดและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ หลักการสำคัญของการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า คือ กระบวนการดีเอ็มเอไอซี (DMAIC) ซึ่ง

มาจากขั้นตอนการนิยามหรือกำหนดปัญหา (Define, D) การวัดผลจากปัญหาที่กำหนด (Measure, M) การวิเคราะห์ข้อมูลที่วัดมาได้ (Analyze, A) การปรับปรุงเพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ (Improve, I) และการควบคุมให้กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ (Control, C)

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า มีการนำเทคนิคซิกซ์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดข้อเสียในอุตสาหกรรมการผลิตที่หลากหลาย ดังเช่นในงานวิจัยของ Wichian (2007) นำเอาเครื่องมือคุณภาพและวงจร DMAIC ของเทคนิคซิกซ์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้ในการลดข้อเสียในอุตสาหกรรมทอลวดตาข่าย และสามารถลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ไม่ก่อมูลค่าได้ 0.46% และลดผลิตภัณฑ์ลวดทอที่ไม่ได้ขนาดมาตรฐานของลูกค้าได้ 0.81% ส่วน Tarek and Aziz (2008) ได้นำเทคนิคซิกซ์ ซิกม่ามาใช้ในการลดข้อเสียในโรงงานฉีดขึ้นรูปพลาสติก โดยใช้เครื่องมือเบื้องต้นคือ เครื่องมือในการวิเคราะห์กลุ่มผู้รับบริการ (SIPOC), การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA), การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA), แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-control Chart) และการทดสอบสมมติฐาน พบว่าค่าเฉลี่ยของของเสียก่อนและหลังศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในขณะเดียวกันนี้ มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาด้านต้นทุน คือเมื่อข้อบกพร่องลดลง จะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ ดังเห็นได้จากงานวิจัยของ Thaniya Limchoochua (2545) สามารถลดความสูญเสียได้เป็นจำนวนเงิน 1,108,250 บาท จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตครีบบะบายความร้อน เช่นเดียวกับ Chao-Ton Su et al. (2008) ที่สามารถลดผลิตภัณฑ์มีตำหนิและของเสียในกระบวนการผลิตเซมิคอนดักเตอร์ อีกทั้งยังเพิ่มกำลังการผลิตและอัตราผลผลิตด้วย ซึ่งเมื่อปริมาณของผลิตภัณฑ์มีตำหนิต่อหน่วยลดลง ช่วยประหยัดต้นทุนได้ 3.60 ล้านดอลลาร์ นอกจากนี้ Sameer Kumar et al. (2008) ยังนำหลักการซิกซ์ ซิกม่ามาใช้ในการลดต้นทุนและ

ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการผลิตเครื่องจักร ทำให้บริษัทมีกำไรเพิ่มขึ้น 2% ของรายได้ต่อปี

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำหลักการซิกมา ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานในกระบวนการผลิตลวดตาข่าย

2. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการวิจัยตามแนวความคิด DMAIC ของเทคนิคซิกมา ซิกมา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา (Define Phase)

ขั้นตอนนี้เริ่มตั้งแต่การระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกับหัวหน้างาน พนักงานฝ่ายผลิตและพนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตปัจจุบัน

ศึกษากระบวนการผลิตปัจจุบันในรูปของแผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map) เพื่อให้เข้าใจในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทำงานโดยละเอียด

2.1.2 เก็บและรวบรวมข้อมูลข้อบกพร่องบนผืนงาน

แสดงข้อมูลข้อบกพร่องในรูปแผนผังพาเรโต (Pareto Chart) และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

2.1.3 ประเมินค่าความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่องหลัก

เพื่อคัดเลือกข้อบกพร่องหลักที่มีค่าความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นบนผืนงานมากที่สุดทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2.2 การวัดผลและรวบรวมข้อมูล (Measure Phase)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัดและศึกษาความสามารถของกระบวนการในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับข้อมูลนับ (Measurement System Analysis)

เป็นการสร้างความน่าเชื่อถือของค่าวัดที่อ่านได้ และเป็นการลดความผันแปรของค่าที่วัดได้ ซึ่งจะช่วยลดความแปรปรวนของการวิจัยในขั้นตอนต่อไป งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถของการวัด (Gauge Repeatability and Reproducibility, Gauge R&R) แบบข้อมูลนับ (Attribute) ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของพนักงานในการตรวจสอบและแยกลักษณะข้อบกพร่องบนผืนงาน โดยมีผลลัพธ์จากการประเมินเป็นผ่าน (Pass)/ไม่ผ่าน (Fail) หรือ ดี (Good)/เสีย (Not Good) (Kitisak, 2003) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) สุ่มผืนงานจากกระบวนการผลิตจำนวน 20 ตัวอย่างที่ผ่านการตรวจวัดและได้ผลลัพธ์เรียบร้อยแล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอย่างที่คุณภาพดี 11 ตัวอย่างและตัวอย่างที่คุณภาพไม่ดี 9 ตัวอย่าง

2) คัดเลือกพนักงานที่ผ่านการฝึกฝนมาอย่างดีแล้วจำนวน 2 คน

3) ให้พนักงานตรวจสอบผืนงานที่สุ่มมา ว่าผืนงานมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่ โดยประเมินผืนงานแต่ละผืนว่าให้ผ่าน หรือไม่ผ่าน และทำซ้ำจำนวน 2 ซ้ำ

4) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความสามารถในการวัดซ้ำ โดยรวมของผู้วัด และความสามารถในการทำซ้ำ เพื่อนำมาหาค่าความผันแปรจากการวัด

2.2.2 ศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต

เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของสิ่งที่ศึกษาและปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยวัดจากจำนวนจุดบกพร่องบนผืนงานหน่วยเป็นจุดต่อตารางเมตร

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Phase)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง โดยทำการระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

2.4 การปรับปรุงเพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ (Improve Phase)

เมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องแล้ว ได้ทำการเลือกสาเหตุหลักมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรม อาทิเช่น การป้องกันการผิดพลาดในการทำงาน (POKA YOKE) และการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน

2.5 การควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบ (Control Phase)

ทำการตรวจสอบประเมินผลการดำเนินการที่ได้ทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอนการผลิต ควบคุมและติดตามผลการดำเนินการโดยมาตรฐานการทำงาน

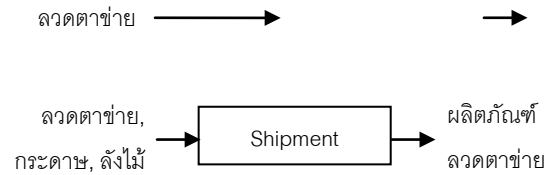
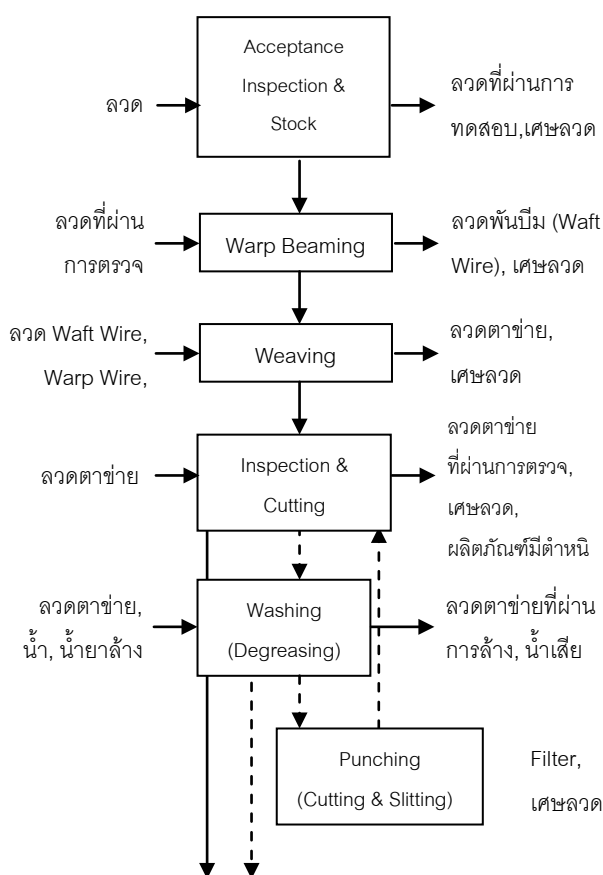
3. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามที่ได้อธิบายไปแล้ว มีผลการวิจัยดังนี้

3.1 กระบวนการผลิต การกำหนดปัญหาและขอบเขตการวิจัย

3.1.1 กระบวนการผลิตลวดตาข่าย

จากการศึกษากระบวนการผลิตลวดตาข่ายของบริษัทกรณีศึกษา สามารถเขียนเป็นแผนภาพกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงปัจจัยนำเข้า (Input) และปัจจัยส่งออก (Output) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการด้วย



รูปที่ 1 แผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map)

จากรูปที่ 1 กระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบเส้นลวดที่รับเข้าก่อนนำไปจัดเก็บ (Acceptance Inspection & Stock) เมื่อจะทำการผลิต ลวดที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกนำไปเรียงเข้าแกน (Beam) ขนาดใหญ่ในกระบวนการเรียงลวด (Warp Beaming) เพื่อนำไปใช้เป็นลวดตาข่ายในกระบวนการทอ (Weaving) เมื่อทอลวดออกมาเป็นผืนงานแล้วก็จะทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและตัด (Inspection & Cutting) ตามข้อกำหนดของลูกค้า บางผลิตภัณฑ์จะต้องเข้าสู่กระบวนการล้าง (Washing) เพื่อล้างคราบน้ำมันบนผืนงาน บางผลิตภัณฑ์ต้องนำไปทำการปั๊มเจาะ (Punching) จากนั้นจึงนำกลับมาตรวจสอบอีกครั้งก่อนส่งสินค้าไปยังลูกค้า (Shipment)

จากนั้นทำการระดมสมองเพื่อศึกษารายละเอียดแต่ละกระบวนการที่ทำให้เกิดเศษลวดและข้อบกพร่อง โดยแบ่งเป็นสัญลักษณ์ดังนี้ (Wichian, 2007)

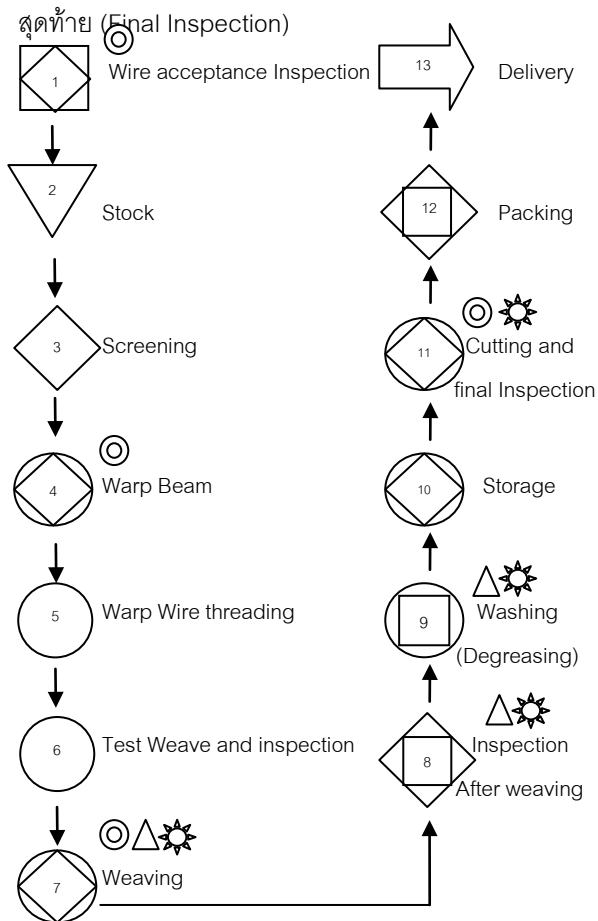
◎ มีเศษลวดที่เป็นของเสียจากการผลิตเกิดขึ้นในกระบวนการ

△ กระบวนการที่ก่อให้เกิดจุดบกพร่องบนผืนงาน

☀ กระบวนการที่ตรวจพบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

จากรายละเอียดของกระบวนการที่ทำให้เกิดเศษลวดและข้อบกพร่องในรูปที่ 2 พบว่า มีเศษลวดเกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการตรวจรับลวด (Wire acceptance Inspection), กระบวนการเรียงลวดเข้าบีม (Warp Beam), กระบวนการทอลวด (Weaving) และกระบวนการตัดและตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Cutting & Final Inspection) ในขณะที่กระบวนการหลักที่ก่อให้เกิดจุดบกพร่องบนผืนงาน ได้แก่ กระบวนการทอ (Weaving), กระบวนการตรวจสอบหลัง

การทอ (Inspection after weaving) และกระบวนการล้าง
ฝืนงานลวดตาข่าย (Washing) โดยที่กระบวนการที่อาจ
ตรวจพบข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์มีตำหนิ ก็คือ
กระบวนการทอลวด (Weaving), กระบวนการตรวจสอบ
หลังการทอ (Inspection after weaving), กระบวนการ
ล้างฝืนงาน (Washing) และกระบวนการตรวจสอบครั้ง



รูปที่ 2 แผนผังรายละเอียดกระบวนการที่ทำให้เกิดเศษ
ลวดและข้อบกพร่อง

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า เศษลวดที่เกิดขึ้นใน
กระบวนการ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

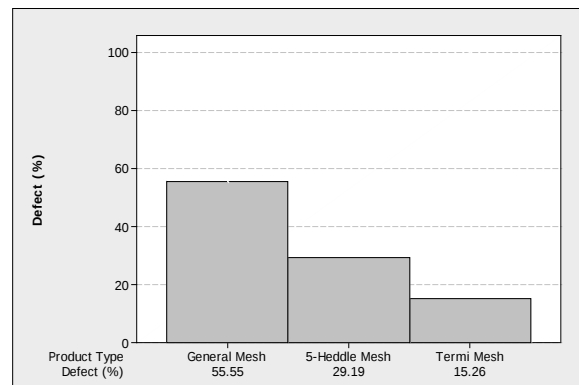
1) เศษลวดที่จำเป็นต้องมี (Necessary Scrap)
เป็นเศษลวดที่ต้องเกิดขึ้นในกระบวนการอย่างหลีกเลี่ยง
ไม่ได้ เกิดจากการทดลองทอตอนตั้งเครื่อง, ลวดเหลือ
หลังจากการเรียงลวดเข้าแกน, การตัดลวดด้านข้างขณะ
ทอ, ลวดที่ดึงมาทดสอบ และลวดตาข่ายที่นำมาทดสอบ
หลังจากการทอม้วนแรก

2) เศษลวดที่ไม่จำเป็นต้องมี (Unnecessary Scrap)
เป็นเศษลวดที่สามารถควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นของ
เสียที่เกิดจากการตรวจสอบ และการเกิดข้อบกพร่องต่าง
ๆ บนฝืนงาน

ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยว่าจะ
ทำการศึกษาและลดจำนวนข้อบกพร่องซึ่งเป็นปัญหาหนึ่ง
ที่อยู่ในกลุ่มของเศษลวดที่ไม่จำเป็นต้องมีก่อนเป็นอันดับ
แรก

3.1.2 ข้อมูลข้อบกพร่องที่เกิดบนฝืนงาน

ลวดตาข่ายแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ งานทอทั่วไป
(General Mesh), งานทอลายเส้นแบบพิเศษ (5-Heddle
Mesh) และงานทอกันปลวก (Termi Mesh) จากการ
วิเคราะห์ตามกราฟดังรูปที่ 3 พบว่างานทอทั่วไปมี
เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องบนฝืนงานมาก
ที่สุด รองลงมาคือ งานทอลายเส้นแบบพิเศษและงานทอ
กันปลวก ตามลำดับ



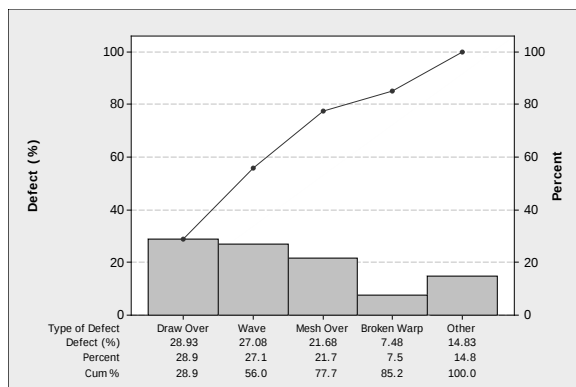
รูปที่ 3 กราฟแสดงปริมาณของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่อง
บนฝืนงานในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยจึงได้เลือกงานที่เกิดขึ้นเป็นหนึ่งในกลุ่มงานทอ
แบบทั่วไปมาทำการศึกษา เนื่องจากมีปริมาณการผลิตสูง
ถึง 25% ของงานในกลุ่มงานทอแบบทั่วไป วัตถุดิบมี
มูลค่าสูง และวัตถุดิบที่ใช้มีเพียงชนิดเดียว และรับ
วัตถุดิบจากผู้ผลิตเพียงรายเดียว ทำให้สามารถควบคุม
ความผันแปรในงานวิจัยได้

นอกจากนี้จากการศึกษาในรูปที่ 2 อย่างละเอียด
พบว่า กระบวนการทอเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดเศษ
ลวดที่จำเป็นต้องเกิดขึ้น เช่น การตัดด้านข้างของฝืนงาน

การทดลองทอ เป็นต้น และก่อให้เกิดจุดบกพร่องบนผืนงาน จึงได้ทำการศึกษาที่กระบวนการทอเป็นลำดับแรก

จากนั้นเมื่อนำจำนวนข้อบกพร่อง มาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโตดังรูปที่ 4 พบว่าข้อบกพร่อง 3 อันดับแรกที่เกิดขึ้นมากที่สุดในกระบวนการทอ ได้แก่ ตาของผืนงานในแนวขวางกว้างกว่าค่าที่กำหนดไว้ (Draw Over, DO) 28.93%, ผืนงานเป็นคลื่น (Wave, WE) 27.28% และตาของผืนงานในแนวขวางแคบกว่าค่าที่กำหนดไว้ (Mesh Over, MO) 21.68%



รูปที่ 4 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนข้อบกพร่อง 5 อันดับแรกที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอ (เฉพาะผลิตภัณฑ์นี้เกิด)

3.1.3 ผลประเมินค่าความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่องหลัก

จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่อง 3 ชนิดดังกล่าว โดยพนักงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ประเมินตามเกณฑ์การประเมินที่ได้ร่วมกันกำหนดในตารางที่ 1 และได้ผลการประเมินดังตารางที่ 2

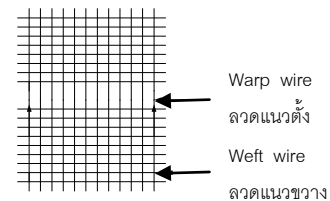
ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องบนผืนงาน

เกณฑ์คะแนน	ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น	โอกาสที่จะเกิด	ความสามารถในการตรวจพบ
1	ไม่เกิน 5,000 บาท	< 5 ครั้ง/เดือน	ง่ายที่สุด
2	5,001-10,000 บาท	5-10 ครั้ง/เดือน	ง่าย
3	10,001-50,000 บาท	10-15 ครั้ง/เดือน	ปานกลาง
4	50,001-100,000 บาท	16-20 ครั้ง/เดือน	ยาก
5	> 100,000 บาท	> 20 ครั้ง/เดือน	ยากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงในการเกิดข้อบกพร่องบนผืนงาน

ชนิดของข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น	โอกาสที่จะเกิด	ความสามารถในการตรวจพบ	ผลคูณความเสี่ยง	ลำดับความเสี่ยง
Draw Over	5	4	5	100	1
Wave	5	2	3	30	3
Mesh Over	5	4	4	80	2

จากผลการประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงในตารางที่ 2 พบว่า ข้อบกพร่องชนิดตาของผืนงานในแนวขวางกว้างกว่าค่าที่กำหนดไว้ (Draw Over) ดังรูปที่ 5 มีค่าผลคูณของค่าคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุด รองลงมาคือ ตาของผืนงานในแนวขวางแคบกว่าค่าที่กำหนดไว้ (Mesh Over) และผืนงานเป็นคลื่น (Wave) ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกข้อบกพร่องชนิดตาของผืนงานในแนวขวางกว้างกว่าค่าที่กำหนดไว้ (Draw Over) มาทำการศึกษานองานวิจัยนี้



รูปที่ 5 ข้อบกพร่องชนิด Draw Over

3.2 การวิเคราะห์ระบบการวัดและความสามารถของกระบวนการ

3.2.1 การวิเคราะห์ระบบการวัด

จากการศึกษาความสามารถของการวัดในการแยกแยะลักษณะข้อบกพร่องบนผืนงานของพนักงานที่ผ่านการฝึกอบรม 2 คน จำนวน 2 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ Gauge R&R แบบจำนวนนับ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ Cohen's kappa: K มีค่ามากกว่า 0.75 และในส่วนของการวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานตรวจสอบแต่ละคนดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งผลที่ได้สรุปได้ว่าพนักงานทั้ง 2 คนมีความสามารถในการตรวจสอบผืนงานได้ถูกต้องและแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Kitisak, 2003) ดังนั้น

ข้อมูลจากระบบการวัดนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัด

ค่าจากการวัด	พนักงาน1	พนักงาน2
Repeatability (Within appraiser)	100%	95%
Reproducibility (Between appraiser)	95%	95%
ความมีประสิทธิภาพ (O_E)	100%	95%
อัตราการปฏิเสธที่ผิดพลาด (I_{FA})	0%	5%
อัตราการยอมรับที่ผิดพลาด (I_{MISS})	0%	0%
Kappa (K)	1	0.950

3.2.2 ความสามารถของกระบวนการ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตและจำนวนข้อบกพร่อง Draw Over บนผืนงาน ในเดือนกันยายน ถึง ธันวาคม ของปีงบประมาณ 2553 แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนจุดบกพร่อง Draw Over ที่เกิดบนผืนงานในเดือนกันยายน ถึงธันวาคม

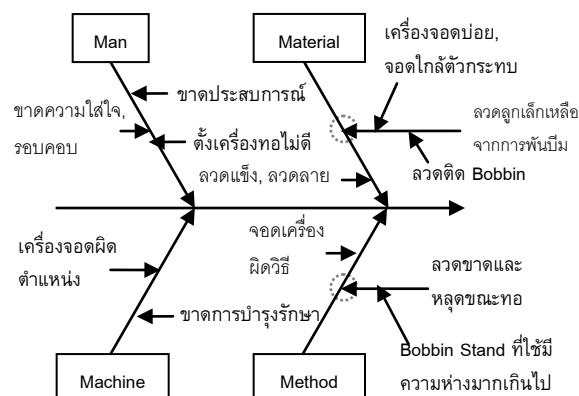
เดือน	ปริมาณการผลิต (ตารางเมตร)	Draw Over (จุด)
กันยายน	2,749.50	52
ตุลาคม	2,188.68	40
พฤศจิกายน	2,052.70	59
ธันวาคม	3,235.70	60
รวม	10,226.58	191
จำนวนจุดบกพร่องเฉลี่ยต่อตารางเมตร		0.019
จำนวนจุดบกพร่องเฉลี่ย / 1,000 ตารางเมตร		18.68

จากตาราง 4 พบว่าในระยะเวลา 4 เดือนมีการผลิตลวดตาข่ายจำนวน 10,226.58 ตารางเมตร เกิดจุดบกพร่องชนิด Draw Over บนผืนงานทั้งหมด 191 หรือเฉลี่ย 18.68 จุด/1,000 ตารางเมตร

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง Draw Over โดยใช้แผนภูมิก้างปลา ดังแสดงในรูปที่ 6 พนักงานฝ่ายผลิตทำการประเมินความสำคัญของปัญหาและความเป็นไปได้ในการแก้ไข เพื่อสรุป

สาเหตุหลักของปัญหา และกำหนดวิธีการปรับปรุงและเครื่องมือที่ใช้ดังตารางที่ 5



รูปที่ 6 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิด Draw Over

ตารางที่ 5 อาการสาเหตุ วิธีการปรับปรุงและเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาจุดต่อในผืนงาน ลวดหลุด และเครื่องจอตัดตำแหน่ง

อาการสาเหตุ	วิธีการปรับปรุงและเครื่องมือที่ใช้
วัสดุ (Material) ใช้ลวดลูกเหล็กที่เหลือจากการเข้า Beam จึงทำให้การขึ้นลวดในการทอไม่ดี ลวดติด Bobbin และต้องจอตเครื่องบ่อย เพื่อทำการเปลี่ยนลวด	ปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยเปลี่ยนจากการใช้ลวดลูกเหล็กทอลวดทั้งผืนงาน เป็นการกระจายการใช้ลวดลูกเหล็กสลับกับลูกใหญ่ เพื่อลดจุดต่อของลวดบนผืนงาน โดยคิดตามอัตราส่วนการรับเข้าของลวดลูกเหล็กและลูกใหญ่
วิธีการ (Method) ลวดขาดและหลุดขณะทอ เนื่องจาก Bobbin Stand ใหม่ให้สอดคล้องกับการทำงาน และใช้เทคนิคการป้องกันการผิดพลาดในการทำงาน (POKA YOKE) โดยติด Sensor เป็นสัญญาณติดตามเมื่อลวดใกล้หมดม้วน ซึ่งช่วยป้องกันการลืมนของพนักงานในการหยุดเครื่องก่อนที่ลวดใกล้จะหมดม้วน	ปรับเปลี่ยนลักษณะของ Bobbin Stand ใหม่ให้สอดคล้องกับการทำงาน และใช้เทคนิคการป้องกันการผิดพลาดในการทำงาน (POKA YOKE) โดยติด Sensor เป็นสัญญาณติดตามเมื่อลวดใกล้หมดม้วน ซึ่งช่วยป้องกันการลืมนของพนักงานในการหยุดเครื่องก่อนที่ลวดใกล้จะหมดม้วน

3.4 แนวทางการปรับปรุงและผลการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ ทำให้ทราบว่า การใช้ลวดลูกเหล็กที่เหลือจากการพันบีมหลอดใหญ่ ทำให้เกิดจุด

ต่อในผืนงานหลายจุด และช่วงจุดต่อเนื่องที่เป็นสาเหตุให้เกิด Draw Over และอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากแท่นสำหรับใส่หลอดลวด (Bobbin Stand) แบบเดิมไม่สามารถติดตามได้ว่าลวดจะหมดม้วนเมื่อใด ทำให้พนักงานไม่ได้ทำการจอดเครื่องเพื่อเปลี่ยนลวดก่อนที่ลวดจะหมด เป็นสาเหตุทำให้ลวดหลุดและเครื่องจอดผิดตำแหน่ง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องขึ้นได้ ดังนั้นจึงดำเนินการปรับปรุง โดยใช้วิธีการปรับปรุงแก้ไขและเครื่องมือที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5 ดังนี้

3.4.1 การเปลี่ยนวิธีการใช้ลวดในการทอ

จากการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการเปลี่ยนจากการใช้ลวดลูกเล็กทอต่อกันทั้งผืนงาน มาเป็นการ กระจายการใช้ลวดลูกเล็กสลับกับลวดลูกใหญ่ในการทอลวด ตามสัดส่วนการรับเข้าของห้องทอแต่ละล็อตการผลิต ช่วยลดจุดต่อของลวดแต่ละผืนงาน ทำให้ลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น และลดระยะเวลาในการต่อลวดเมื่อลวดหมดม้วนอีกด้วย เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานแบบ Mann-Whitney Test เปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานก่อนและหลังปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานได้ผลดังรูปที่ 7

Mann-Whitney Test and CI: Before, After		
	N	Median
Before	10	2.500
After	10	0.500
Point estimate for ETA1-ETA2 is 2.000		
95.5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (1.000, 3.000)		
W = 145.0		
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.0028		

รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนและหลังปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน

จะเห็นได้ว่าค่า $p\text{-value} = 0.0028$ ซึ่งสรุปได้ว่าวิธีการทำงานแบบใหม่ทำให้จำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

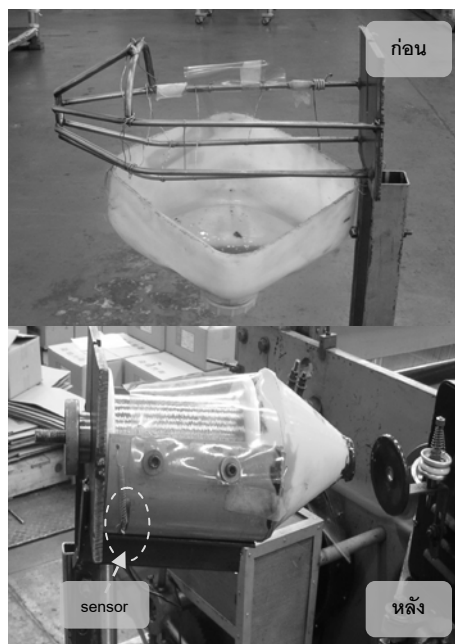
3.4.2 การปรับปรุงแท่นสำหรับใส่หลอดลวด

แท่นสำหรับใส่หลอดลวดแบบใหม่ได้ออกแบบตามหลักการป้องกันความผิดพลาดในการทำงานเพื่อช่วย

ควบคุมและป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ซึ่งช่วยควบคุมการเกิดข้อบกพร่องในการผลิตได้ดังรูปที่ 8

จากรูปจะเห็นว่าแท่นสำหรับใส่หลอดลวดหลังปรับปรุง มีส่วนฐานที่รองรับหลอดลวดไม่ให้มีรู เพื่อป้องกันไม่ให้ลวดไปตะหวัดโดนแท่นขณะทำการทอ ซึ่งจะทำให้ลวดขาด และติดเซนเซอร์ไว้ด้านล่าง เพื่อเป็นสัญญาณเตือนพนักงานเมื่อลวดใกล้จะหมดม้วน คือเมื่อลวดใกล้หมดม้วนสปริงจะดึงตัวเซนเซอร์ให้แตะกับแกนหลอดตรงส่วนที่เป็นพลาสติกดันม้วน ทำให้สัญญาณไฟที่อยู่ติดกับตัวเครื่องแสดงเตือนเป็นสีเขียว เพื่อป้องกันไม่ให้ลวดหลุด พนักงานประจำเครื่องจะต้องเตรียมพร้อมที่จะจอดเครื่องอย่างถูกวิธีก่อนทำการเปลี่ยนลวดหลอดใหม่ เพราะหากลวดหมดม้วนก่อนสัญญาณเตือน เครื่องทอจะจอดอัตโนมัติทำให้ลวดหลุด และเกิดระยะห่างในการต่อลวดใหม่ ทำให้กลายเป็นข้อบกพร่อง

นำแท่นสำหรับใส่หลอดลวดแบบใหม่ไปทดลองใช้กับเครื่องทอหมายเลข 20 และ 21 ซึ่งเป็นเครื่องทอหลักในการผลิต แต่เนื่องจากทั้งสองเครื่องตั้งค่าแรงดึงในการทอต่างกัน จึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการใช้อุปกรณ์แบบเดิมและแบบใหม่แยกกัน ผลการทดสอบสมมติฐานแบบ Mann-Whitney Test ของเครื่องทอหมายเลข 20 ดังแสดงในรูปที่ 9 และเครื่องทอหมายเลข 21 ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 8 ลักษณะ Bobbin ก่อนและหลังปรับปรุง

Mann-Whitney Test and CI: Defect (unmodified), Defect (modified), MC# 20

	N	Median
Defect (unmodified)	10	15.000
Defect (modified)	10	3.000

Point estimate for ETA1-ETA2 is 11.000
95.5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (10.000, 13.001)

W = 155.0

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.0002

รูปที่ 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องทอหมายเลข 20

Mann-Whitney Test and CI: Defect (unmodified), Defect (modified), MC# 21

	N	Median
Defect (unmodified)	10	3.500
Defect (modified)	10	1.500

Point estimate for ETA1-ETA2 is 2.000
95.5 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0.000, 3.000)

W = 137.0

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.0173

รูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องทอหมายเลข 21

จะเห็นว่าเครื่องทอหมายเลข 20 ได้ค่า p-value = 0.0002 และเครื่องทอหมายเลข 21 ได้ค่า p-value = 0.0173 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้แท่นใส่หลอดลวดแบบใหม่มีผลทำให้จำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.5 การควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบ

จากแนวทางการปรับปรุงแก้ไขดังกล่าว จึงได้ทำการควบคุมกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดมาตรฐานในการทำงานซึ่งเป็นเอกสารที่ระบุถึงขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน ประกอบกับการใช้แผ่นตรวจสอบ (Check sheet) บันทึกการใช้ลวดเพื่อติดตามการเปลี่ยนลวดของพนักงาน ส่วนแท่นสำหรับใส่หลอดลวดแบบใหม่นั้น เพื่อการป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน จึงกำหนดมาตรฐานในการใช้งานอย่างละเอียด เพิ่มการตรวจประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคุณภาพและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลการผลิตและจำนวนข้อบกพร่อง Draw Over บนผืนงานหลังการปรับปรุงในเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ปีงบประมาณ 2553 แสดงในตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าในระยะเวลา 4 เดือนมีการผลิตลวดตาข่ายจำนวน 17,798.04 ตารางเมตรเกิดจุดบกพร่องชนิด Draw Over บนผืนงานทั้งหมด 139 จุด หรือเฉลี่ย 7.81 จุด/1,000 ตารางเมตร

ตารางที่ 6 จำนวนจุดบกพร่อง Draw Over ที่เกิดบนผืนงานในเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม

เดือน	ปริมาณการผลิต (ตารางเมตร)	Draw Over (จุด)
กุมภาพันธ์	5,266.30	40
มีนาคม	6,560.45	51
เมษายน	4,772.04	39
พฤษภาคม	1,199.25	9
รวม	17,798.04	139
จำนวนจุดบกพร่องเฉลี่ยต่อตารางเมตร		0.00781
จำนวนจุดบกพร่องเฉลี่ย / 1,000 ตร.ม.		7.81

4. สรุป

งานวิจัยนี้นำเอาเทคนิคซิกซ์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้ในการลดจำนวนข้อบกพร่องบนผืนงานในกระบวนการผลิตลวดตาข่าย ซึ่งแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอนตามหลักการของซิกซ์ ซิกม่า จากการดำเนินงานโดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานและปรับปรุงอุปกรณ์ประกอบการทำงานให้สามารถป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้น สามารถลดข้อบกพร่องที่เกิดจากตาข่ายของผืนงานในแนวขวางกว้างกว่าค่าที่กำหนดไว้ได้ จากเดิมก่อนปรับปรุงมีจุดบกพร่อง 18.68 จุด/1,000 ตารางเมตร หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 7.81 จุด/1,000 ตารางเมตร คิดเป็น 58.19%

5.เอกสารอ้างอิง

- Kitisak P. (2003). Measurement System Analysis. Chapter 7. 6th ed., Technology Promotion Association (Thailand-Japan) (In Thai).
- Thaniya Limchoochua. (2002). Defect Reduction in Tower Production Process by Applying Six Sigma Approach (Abstract). Faculty of Engineering, Chulalongkorn University (In Thai).

- Wichian Kaewnasri. (2007). Defect Reduction in Wire Mesh Industry Using Quality Tools and DMAIC Circle of Six Sigma Techniques. (Independence Study). Faculty of Engineering, Chiang Mai University (In Thai).
- Antony J. and Banuelas R. (2001). A Strategy for Survival. *Manufacturing Engineering*. Vol.80, No.3, 119-121.
- Chao-Ton Su *et al.* (2008). Application of Six Sigma Methodology to Optimize the Performance of the Inter-Metal Dielectric Process. *IEEE Transactionson Semiconductor Manufacturing*. Vol.22, No.2(May 2009), 297-304.
- Robert V.White. (1992). An Introduction to Six Sigma with a Design Example. *IEEE*, 28-35.
- Sameer Kumar and Michael Sosnoski. (2009). Reflective Practice Using DMAIC Six Sigma to Systematically Improve Shopfloor Production Quality and Costs. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol.58, No.3, 254-273.
- Tarek Safwat and Aziz Ezzat. (2008). Applying Six Sigma Techniques in Plastic Injection Molding Industry. *IEEM*, 2041 - 2045.