



การเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของกระบวนการผลิต เส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น

Increasing Good Quality Production Rate of Synthetic Staple Fiber Process

เกวली วรนนท์* และ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์

Kewalee Voranan* and Jeerapat Ngaoprasertwong

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.พญาไท เขตปทุมวัน แขวงวังใหม่ กรุงเทพมหานคร 10330

Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Chulalongkorn University

Phayathai Road, Pathumwan, Wang Mai, Bangkok, 10330, Thailand

*E-mail: galekewalee@gmail.com, Tel.: 062-393-2351

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงอัตราคุณภาพของเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น โดยมุ่งเน้นในการลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 และแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วยกราฟพาเรโต แล้วทำการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราคุณภาพด้วยแผนผังเหตุและผล จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบปัญหาด้านคุณภาพเพื่อทำการประเมินความรุนแรงของการเกิดข้อบกพร่อง โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง เพื่อคำนวณหาความเสี่ยง โดยจะทำการเลือกปัญหาที่มีค่าความเสี่ยงมากที่สุดได้แก่ 1) ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ 2) การเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน

หลังจากทำการปรับปรุงปัญหาที่ส่งผลต่ออัตราคุณภาพ พบว่าอัตราคุณภาพสินค้าดีมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 92.97 เป็นร้อยละ 95.79 ในส่วนของอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีปริมาณลดลงจากเดิมรวมทั้งสิ้นร้อยละ 7.03 เป็นร้อยละ 4.21 ซึ่งคิดเป็นเงินจะมีกำไรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 130,892.63 บาท เมื่อทำการผลิตที่ 93 ต้นต่อวัน หลังจากนั้นทางบริษัทธนศึกษาจึงได้เริ่มทำการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเป็น 96 ต้นต่อวัน

คำสำคัญ: ลดของเสีย; การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ; ค่าความเสี่ยง; เส้นใยสังเคราะห์; อัตราคุณภาพสินค้าดี

ABSTRACT

The objective of this research is to improve quality of synthetic staple fiber production rate by focusing on a decrease in the amount of non-quality products such as waste generating in the process. The

included information from December 2019 to October 2020 and illustrated the frequency of problem using Pareto chart. The problem was, then, analyzed and justified into cause and effect diagram and evaluated through Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) that consist of Severity, Occurrence and Detection which were utilized in calculating Risk Priority Number (RPN). This RPN was meant to prioritize problems according to their significance and identify the most affected problem to quality production rate. RPN score shows the factor that has the highest score are 1) Quench Air is uneven and 2) unrelated movement of Tow can and Roller.

The result of improvement has resulted in an increase in quality rate from 92.97 percent to 95.79 percent. Moreover, non-quality rate and waste was reduced from 7.03 percent to 4.21 percent. Thus, the profit was increased to 130,892.63 baht per month when producing 93 ton per day. From this investigation, the company in this case study started to increase production capacity to be 96 ton per day.

Keywords: Reduce waste; Failure Mode and Effect Analysis; Risk Priority Number; Synthetic Fiber; Good product quality rate

1. บทนำ

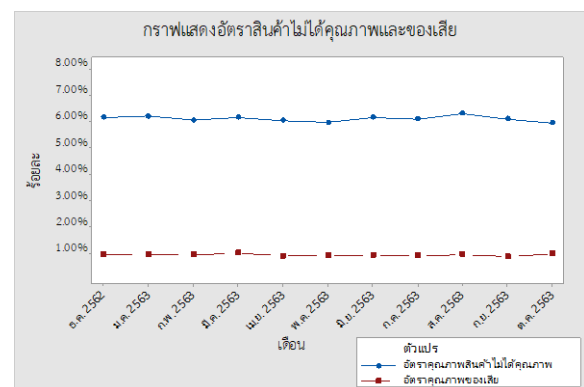
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นที่ต้องการในกลุ่มลูกค้ามากขึ้นทั้งในประเทศ และต่างประเทศโดยเฉพาะผ้าแบบไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven Fabric) ซึ่งถูกนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือที่เรียกว่าสินค้าไฮยีน เช่น ผ้าอนามัย ผ้าอ้อมเด็ก ทิชชูเปียก เป็นต้น สิ่งทอทางการแพทย์ เช่น ผ้าพันแผล ผ้าปิดจมูก เป็นต้น และสิ่งทอทางด้านยานยนต์ (Technical Textile) เช่น ผ้าบุหลังคาร์ล ผ้าบุกระโปรงรถ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในการสั่งซื้อสินค้าให้ได้มากที่สุด รวมถึงทำให้บริษัทสามารถอยู่รอดจากการมีส่วแบ่งด้านการตลาดมากขึ้น ทั้งที่โรงงานการศึกษาได้มีการเดินเครื่องจักรเต็มกำลังการผลิต (เดินเครื่อง 24 ชั่วโมง)

บริษัทจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงอัตราคุณภาพของสินค้า เพื่อนำไปสู่ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น โดยที่คุณภาพของสินค้ายังคงเดิม และปริมาณของของเสียหรือสินค้าไม่ได้คุณภาพตามที่ถูกค่าต้องการมีปริมาณลดลง รวมถึงต้นทุนในการผลิตลดลง จากการศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2563 พบว่าอัตราคุณภาพ

สินค้าดี (เกรดเอ) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 92.97 อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ (เกรดบี และเกรดซี) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 6.10 และอัตราคุณภาพของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.93 โดยเมื่อนำข้อมูลอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพและของเสียมาแสดงในรูปแบบกราฟเส้นจะได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งพบว่าอัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพในแต่ละเดือนมีปริมาณสูงกว่าอัตราของเสีย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้คือการเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น



รูปที่ 1 อัตราสินค้าไม่ได้คุณภาพ และอัตราของเสีย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis : FMEA)

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในบริษัทอุตสาหกรรม โดยจุดมุ่งหมายของเทคนิคนี้คือการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของระบบการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกัน [1] – [3] ซึ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้วยเทคนิคนี้ จะจัดลำดับความเสี่ยงภายใต้คะแนนความเสี่ยง (Risk Priority Number : RPN) [4] ที่ได้จากการประเมิน 3 เกณฑ์ คือ ความรุนแรงในการเกิดข้อบกพร่อง (Severity : S) โอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence : O) และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detect : D) โดยตัวเลขแสดงค่าความเสี่ยงมีการคำนวณมาจากผลคูณของความรุนแรง โอกาส และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง

2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ

ในงานวิจัยฉบับนี้มีการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหา และควบคุมคุณภาพทั้งหมด 4 อย่าง [5] – [6] ได้แก่

1. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยจัดลำดับสาเหตุที่มาจาก การวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล โดยการเรียงลำดับปัญหาตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหา ส่วนแกนตั้งเป็นร้อยละของปัญหาที่พบ

2. แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect diagram) ถูกคิดค้นโดยชาวญี่ปุ่นชื่อ Kaoru Ishikawa เพื่อใช้ค้นหาสาเหตุของปัญหา เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปัญหา และสาเหตุของปัญหา โดยอาศัยการระดมความคิดของคนในทีมเพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา

3. กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพที่ช่วยนำเสนอข้อมูลอย่างง่ายที่สามารถทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณา

ด้วยตาเปล่าได้โดยกราฟสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ กราฟแท่ง กราฟเส้น แผนภูมิวงกลม และกราฟเรดาร์ หรือกราฟแมงมุม

4. ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อสะดวกต่อการอ่านข้อมูล โดยที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก ซึ่งเป็นฟอร์มที่อยู่ในรูปตารางหรือรูปภาพ

2.3 การเพิ่มผลผลิตภาพ

ผลผลิตภาพการผลิตคือการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตรวมถึงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และได้ปริมาณตามต้องการ [7] สูตรการคำนวณคืออัตราส่วนระหว่างผลที่ได้จากกระบวนการผลิต (Output) ต่อการใช้ปัจจัยในการผลิตหรือสิ่งที่ป้อน (Input) โดยการเพิ่มผลผลิตภาพเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า [8] ได้แก่

1. ผลผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม
2. ผลผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจัยการผลิตลดลง
3. ผลผลิตเท่าเดิม ปัจจัยการผลิตลดลง
4. ผลผลิตลดลง ปัจจัยการผลิตลดลงมากกว่าเดิม
5. ผลผลิตคงที่ ปัจจัยการผลิตลดลง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ [9] ทำการศึกษาการลดของเสียประเภทจุดตำในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการค้นหาสาเหตุของปัญหา และปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต โดยงานวิจัยนี้ใช้ใบตรวจสอบในการรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดจากระบวนการผลิตและแจกแจงปัญหาด้วยแผนผังพาเรโตเพื่อแสดงความถี่ของปัญหา แล้วจึงเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด โดยนำมาวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

งานวิจัยของ [10] ทำการศึกษาแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยวิเคราะห์ปัญหาจากแผนผังก้างปลา และหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการปรับปรุงวิธีการผลิต เครื่องมือ วัสดุการผลิต และสภาพแวดล้อม

งานวิจัย [11] ได้ทำการศึกษาและหาแนวทางในการลดปริมาณของเสีย พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตรวมถึงพัฒนาคุณภาพของสินค้าเพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจ ซึ่งได้ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพสำหรับเก็บข้อมูลและแสดงในรูปแบบพาริตโต้แล้วจึงใช้แผนผังต้นไม้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

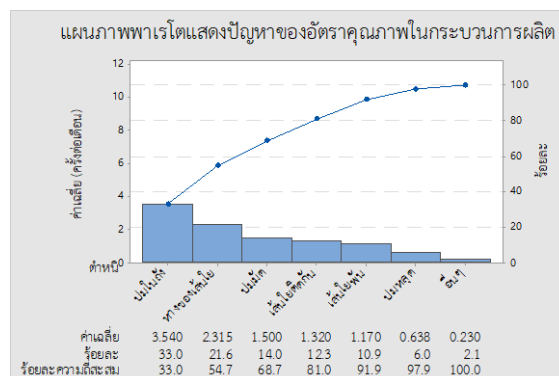
งานวิจัย [12] ทำการศึกษาลดของเสียในกระบวนการผลิตอีพอกซีในโรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นโดยเทคนิค ชิซึ ชิมา และทำการควบคุมสิ่งที่ปรับปรุงโดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การนิยามปัญหา

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาที่ส่งผลให้เกิดสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ หรือของเสียในกระบวนการผลิต

โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนตุลาคม 2563 รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 11 เดือน และนำมาแสดงในรูปแบบกราฟพาริตโต้จะได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพพาริตโต้แสดงปัญหาด้านคุณภาพในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 1 ลำดับปัญหาของอัตราคุณภาพในกระบวนการผลิต

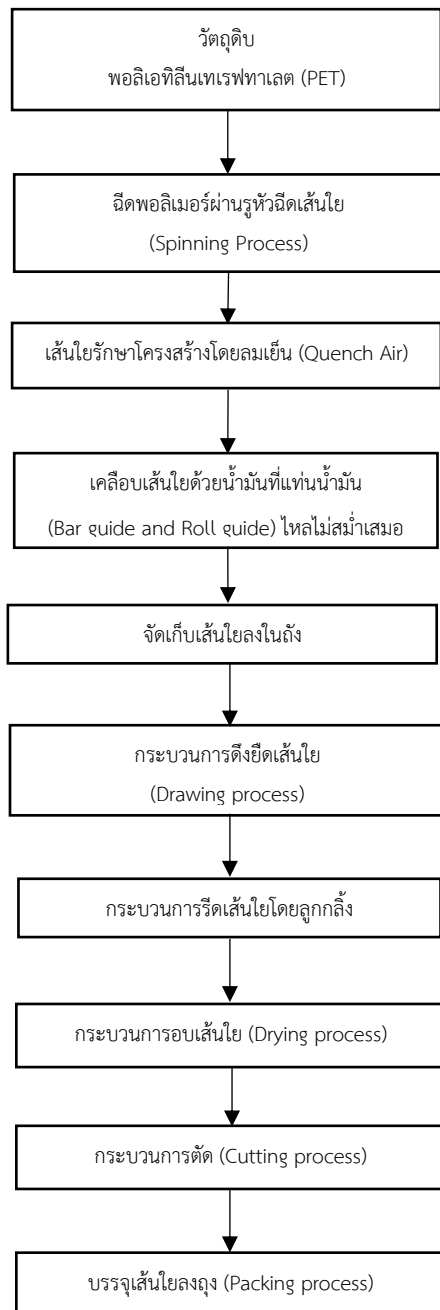
ปัญหา	ค่าเฉลี่ย (ครั้งต่อเดือน)	คำอธิบาย	ทำการแก้ไข หรือไม่ทำการแก้ไข
ปมในถัง	3.540	ปมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยเกิดจากการที่เส้นใยพันกันในถัง	ทำการแก้ไข
ทางของเส้นใย	2.315	เส้นใยที่มีลักษณะห้อยลงมาจากแพทของเส้นใย	ไม่สามารถทำการแก้ไขได้ในทันทีเนื่องจากเกิดขึ้นเมื่อทำการอุดรูหัวฉีดเส้นใย หรือทำความสะอาดหัวฉีดเส้นใยซึ่งใช้เงินทุนจำนวนมากในการแก้ไขรวมถึงใช้เวลานานในการอนุมัติจากผู้บริหาร
ปมมัด	1.500	ปมที่เกิดจากการตั้งใจมัดของพนักงานปฏิบัติการ	ไม่สามารถทำการแก้ไขได้เนื่องจากเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตมีปัญหา และเป็นความต้องการของลูกค้าเพราะมีผลต่อคุณภาพของสินค้าเมื่อนำไปทำเป็นผืนผ้าแบบไม่ล็อกไมโท
เส้นใยติดกัน	1.320	เส้นใยรวมหรือติดเป็นเส้นเดียวกันส่งผลให้เส้นใยบางส่วนไปติดที่ขอบด้านใดด้านหนึ่งของลูกกลิ้งทำให้เครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อน	ทำการแก้ไข
เส้นใยพัน	1.170	เส้นใยพันตามลูกกลิ้ง	ไม่สามารถทำการแก้ไขได้ในทันทีเนื่องจากเส้นใยพันกันบางส่วนอาจจะมียังปริมาณลดลงบางส่วน เมื่อทำการแก้ไขปมในถังและเส้นใยติดกัน
ปมหลุด	0.638	ปมธรรมชาติที่หลุดเอง	ไม่สามารถทำการแก้ไขได้เนื่องจากปมหลุด หรือคลายตัวเองเมื่อเข้าสู่กระบวนการดัดยัด

จากรูปที่ 2 พบว่าปัญหา หรือตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุดได้แก่ ปมในถังอยู่ที่ร้อยละ 33 ทางของเส้นใยร้อยละ 21.6 และปมมัดซึ่งเกิดจากการตั้งใจมัดของพนักงานระดับปฏิบัติการร้อยละ 14 ตามลำดับแต่เนื่องด้วยทางของเส้นใย

และปมที่เกิดขึ้นจากการตั้งใจมัดเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากตามที่อธิบายไว้ในตารางที่ 1 ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นที่จะปรับปรุงปัญหาที่เกิดจากปมในถัง และเส้นใยติดกัน

3.2 กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น

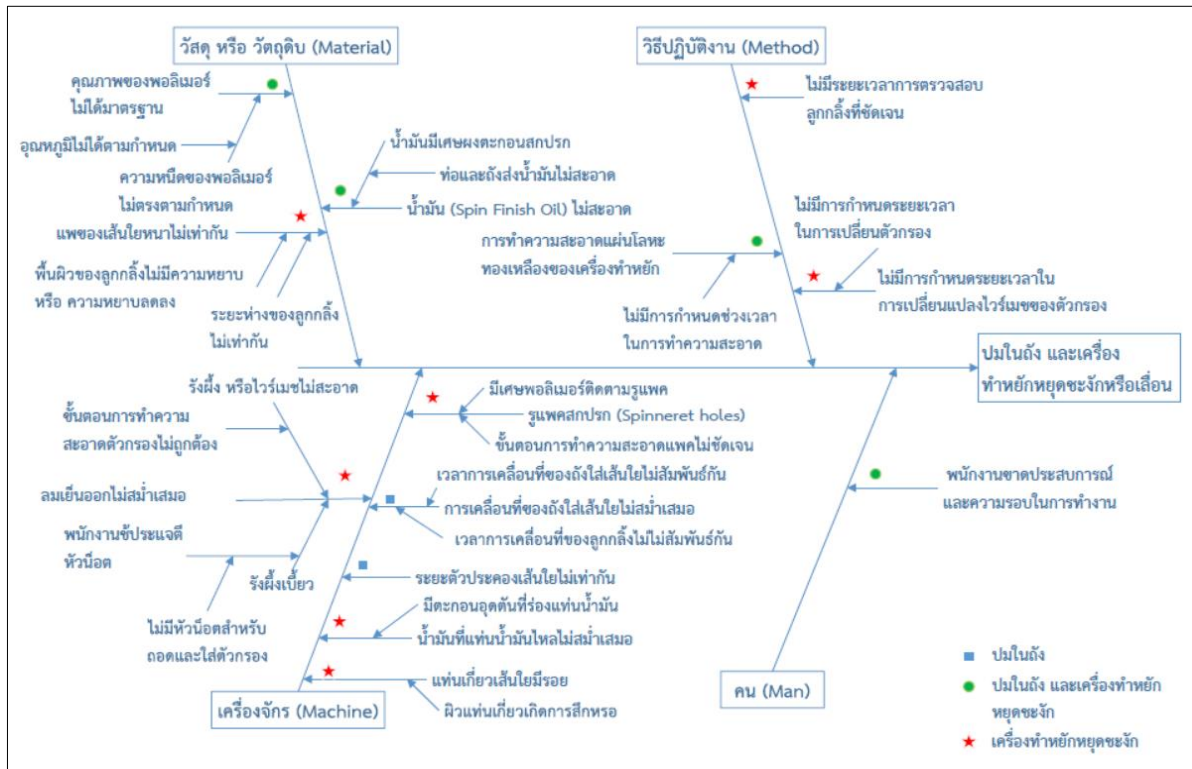
กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการปั่น และกระบวนการดัดยัด โดยสามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

หลังจากนำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟพาเรโตตามรูปที่ 2 เพื่อค้นหาปัญหาที่มีผลต่ออัตราคุณภาพ แล้วผู้วิจัยจึงทำการระดมความคิดร่วมกับผู้มีประสบการณ์ และมีความเชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตเพื่อทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุในการเกิดปมในถังหรือปมธรรมชาติ และเส้นใยติดกันด้วยแผ่นผ้งเหตุและผล ซึ่งการเกิดปมนั้นจะเกิดก่อนเข้ากระบวนการดัดยัดโดยเส้นใยจะพันกันเป็นก้อนแล้วไปติดที่เครื่องจักร หรือทำให้เส้นใยบางส่วนไปพันที่ลูกกลิ้งทำให้กระบวนการผลิตหยุดชะงัก หรือเครื่องจักรได้รับความเสียหายโดยแสดงปัญหาด้วยแผนภาพเหตุและผล ในส่วนของเส้นใยติดกันหรือหลอมเป็นเส้นเดียวกันจะเกิดที่กระบวนการปั่น แต่สามารถตรวจสอบได้ที่กระบวนการดัดยัดโดยลักษณะของเส้นใยที่ติดหรือหลอมเป็นเส้นเดียวกันจะมีลักษณะแข็งกว่าปกติแล้วเมื่อเข้าสู่กระบวนการดัดยัดเส้นใยที่มีลักษณะแข็งจะไปติดอยู่ที่แผ่นทองเหลืองด้านใดด้านหนึ่งของลูกกลิ้งของเครื่องทำหยักส่งผลให้เครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงัก หลังจากทำการระดมความคิดจะได้ผลดังรูปที่ 4 ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญจึงทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบเพื่อทำการประเมินความรุนแรงของการเกิดข้อบกพร่อง โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง แล้วจึงคำนวณค่าความเสี่ยงเพื่อเลือกปัญหาที่มีผลต่ออัตราคุณภาพมากที่สุด ดังที่แสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 โดยดูจากคะแนนค่าความเสี่ยงมากที่สุด 3 อันดับแรก โดยคะแนนในการประเมินความรุนแรงของการเกิดข้อบกพร่อง โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องของตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบได้อ้างอิงมาจากข้อกำหนดของลูกค้าของบริษัทกรณีศึกษา ดังที่แสดงในตารางที่ 2, 3 และ 4



รูปที่ 4 แผนภาพการวิเคราะห์เหตุ และผลของปมในถังและเครื่องทำหยักหยุดชะงัก หรือเลื่อน

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่อง

ผลกระทบ	ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อลูกค้า	ความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อกระบวนการ	คะแนน
ความเสียหาย --- กลาง --- สูง	ส่งผลให้การผลิตหยุดชะงัก หรือ ยุติการผลิตสินค้า	เกิดวิกฤตเมื่อการจัดส่ง หรือการผลิตหยุดชะงัก สินค้าไม่สามารถขายได้รวมถึงอุปกรณ์ได้รับความเสียหาย และใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรนาน (โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า)	10
	ข้อบกพร่อง หรือ ข้อบกพร่อง	การจัดส่ง กระบวนการผลิตหยุดชะงัก เนื่องจากอุปกรณ์ได้รับความเสียหายจำเป็นต้องซ่อมแซม หรือวัตถุดิบขาดแคลน	9
		การผลิตสินค้าหยุดชะงักครั้งใหญ่ และมีการลดอัตราการผลิตลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมีตำหนิ (ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนออกมาทั่วผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตสินค้า (100%) จึงจำเป็นต้องมีการสั่งทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต	8
		การผลิตสินค้าหยุดชะงักครั้งใหญ่ และมีการลดอัตราการผลิตลงอย่างรวดเร็ว เมื่อมีตำหนิ (ของเสีย) หรือสิ่งปนเปื้อนออกมาทั่วผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตสินค้า (น้อยกว่าร้อยละ 100) จึงจำเป็นต้องมีการสั่งทำความสะอาดหรือการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต	7
	ลูกค้าไม่พึงพอใจ	สามารถส่งผลกระทบต่อพนักงาน หรือตำหนิของสินค้าในระดับปานกลาง	6
		สามารถส่งผลกระทบต่อพนักงาน หรือตำหนิของสินค้าในระดับปานกลาง	5
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าส่วนมาก (ร้อยละ 75) สามารถสังเกตเห็นได้	4
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าประมาณ ร้อยละ 50 สามารถสังเกตเห็นได้	3
		สามารถรับรู้ถึงปัญหา หรือตำหนิที่มองเห็นได้เล็กน้อย ลูกค้าส่วนน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 25) สามารถสังเกตเห็นได้	2
		ไม่สามารถตรวจพบได้ หรือไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	1

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ

ลักษณะการตรวจจับ	ขอบเขตวิธีในการตรวจจับ	คะแนน
ความเสี่ยต่ำ กลาง สูง	ไม่มีระบบการตรวจจับ (ตรวจไม่พบก่อนสิ้นสุดกระบวนการ)	10
	ข้อผิดพลาดถูกตรวจจับโดยลูกค้า (ก่อนสิ้นสุดกระบวนการ)	9
	ข้อผิดพลาดถูกตรวจจับโดยผู้ประกันคุณภาพ (ภายในบริษัท)	8
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยพนักงาน (ควบคุมด้วยตาเปล่า)	7
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยพนักงาน (ควบคุมด้วยตาเปล่า โดยมีการตรวจซ้ำอีกรอบ)	6
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยเครื่องอัตโนมัติ (ใช้เครื่องมือก่อนออกจากกระบวนการ)	5
	ข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับโดยเครื่องอัตโนมัติ (ใช้เครื่องมือวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนการปรับตั้ง)	4
	สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับได้โดยพนักงานและระบบอัตโนมัติ (มีการตรวจจับข้อผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงาน)	3
	สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถถูกตรวจจับได้โดยพนักงานและระบบอัตโนมัติ (ชิ้นงานที่บกพร่องไม่สามารถหลุดไปได้)	2
	ระบบวงจรอัตโนมัติสามารถป้องกันข้อผิดพลาดได้ (สินค้าไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่อง)	1

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง

โอกาสในการเกิด	ความถี่ในการเกิด	คะแนน
ความเสี่ยต่ำ กลาง สูง	มากกว่า 1 ครั้งต่อชั่วโมง	10
	1 ครั้งต่อชั่วโมง	9
	1 ครั้งต่อกะ	8
	1 ครั้งต่อวัน	7
	1 ครั้งต่อสัปดาห์	6
	1 ครั้งต่อเดือน	5
	1 ครั้งต่อไตรมาส	4
	1 ครั้งต่อปี	3
	ทุกๆ 2 ปีพบ 1 ครั้ง	2
	ใน 2 ปีพบน้อยกว่า 1 ครั้ง	1

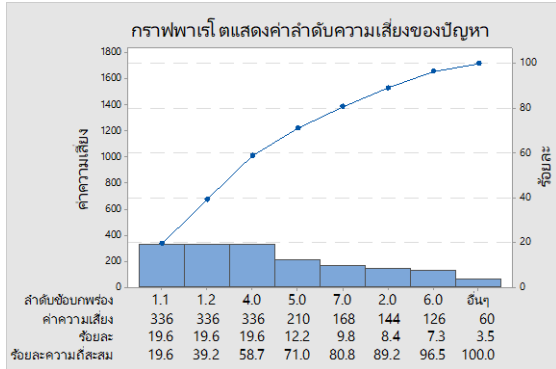
ตารางที่ 5 ตารางประเมินผลกระทบ และข้อบกพร่องของการเกิดปมในถัง หรือปมธรรมชาติ

กระบวนการ	ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN
กระบวนการปั่น	1	เส้นใยในถังล้ม	เส้นใยพันในถัง และก่อให้เกิดปม	8	เวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
					เวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
	2	ตัวประกอบเส้นใยมีระยะความกว้างไม่สม่ำเสมอ	เส้นใยไม่รวมตัวกัน	8	ระยะตัวประกอบเส้นใยแต่ละตัวไม่เท่ากัน	6	วัดความสูงก่อนเปลี่ยนผลิตภัณฑ์	3	144
	3	ความหนืดของพอลิเมอร์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน	ไม่สามารถผลิตเส้นใยหยุดกระบวนการผลิตและระบายออก	10	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	3	หยุดกระบวนการผลิตและระบายออก	2	60
	4	พื้นผิวของลูกกลิ้งไม่ลงตำแหน่งระหว่างหน้าและหลัง	เส้นใยเรียงตัวในถังไม่ดี (เอียง)	8	เส้นใยพันกันหรือแตกที่ลูกกลิ้งเป็นจำนวนมาก	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	336
	5	น้ำมันที่แท่นน้ำมันไหลไม่สม่ำเสมอ	เกิดไฟฟ้าสถิตระหว่างเส้นใยทำให้เส้นใยพันกัน	5	ตะกอนอุดตันที่ร่องแท่นน้ำมัน	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	210
กระบวนการดึงยืด	6	ลูกกลิ้งน้ำมันเป็นรอย	เส้นใยขาด หรือพันลูกกลิ้งระหว่างการดึงยืด	3	เส้นใยเสียดสี และใช้มีดกรีดเส้นใย	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	126
	7	ลูกกลิ้งขนาดใหญ่สกปรก	เส้นใยเกาะที่ลูกกลิ้ง	4	ทำความสะอาดไม่หมด	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	168

ตารางที่ 6 ตารางประเมินผลกระทบและข้อบกพร่องของเส้นใยติดกัน

กระบวนการ	ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN
กระบวนการปั่น	1	รูฉีดยเส้นใย หรือรูแพคสกปรก	เส้นใยติดกัน หรือ ร่องออกมามีสิ่งสกปรก	6	มีเศษพอลิเมอร์เก่าติดตามรูฉีดยเส้นใย	7	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
	2	ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ	เกิดเส้นใยขาด เนื่องจากเส้นใยแข็งตัวไม่ดี หรือเส้นใยติดกัน	7	ตัวกรองลมไม่สะอาด	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
					ติดตั้งโคนที่ขอบตัวกรองลมไม่ดี	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	294
					เวลาใส่ และถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับใช้ประแจขันออก	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
					พอลิเมอร์ติดบนไวร์เมช	6	ไม่มีการตรวจสอบ	10	420
	3	ลูกกลิ้งเป็นรอย	เส้นใยขาด หรือพันลูกกลิ้งระหว่างการดึงยืด	3	เส้นใยเสียดสี และใช้มีดกรีดเส้นใย	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	126
กระบวนการดึงยืด	4	ความหนืดของพอลิเมอร์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน	ไม่สามารถผลิตเส้นใยได้หยุดกระบวนการผลิต และระบายออก	10	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	3	หยุดกระบวนการผลิตและระบายออก	2	60
	5	ลูกกลิ้ง (Big roller) สกปรก	เส้นใยเก่าที่ลูกกลิ้ง	4	ทำความสะอาดไม่หมด	6	ตรวจสอบด้วยตา	7	168
	6	เครื่องทำหยักเส้นใย หรือหยุดชะงัก	รอยหยักของเส้นใยไม่ตรงตามมาตรฐาน หรือรอยหยักที่เส้นใยหายไป	7	ระยะลูกกลิ้งของเครื่องทำหยักบนและล่างไม่เท่ากัน (เอียง)	7	ทำการตรวจสอบก่อนเริ่มกระบวนการผลิต	5	245
					ผิวของลูกกลิ้งไม่มีความหยาบหรือมีความหยาบน้อย	7	ตรวจสอบด้วยตา	7	343
	7	พื้นผิวของลูกกลิ้งเป็นรอยลึก	เส้นใยพันกันที่ลูกกลิ้ง	6	มีการใช้มีดกรีดเส้นใยค้ำที่ลูกกลิ้งที่หนีบเส้นใย	6	ทำการตรวจสอบหลังจบกระบวนการผลิต	3	108
	8	แท่นเกี่ยวเส้นใยเป็นรอย	เส้นใยขาด	8	ผิวของแท่นเกี่ยวเส้นใยที่ขูดฮาร์ดโครมเกิดการสึกหรอ	7	ตรวจสอบด้วยตา	7	392

จากการประเมินค่าความเสี่ยงของปมในถังที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และเส้นใยติดกันแล้วนำคะแนนมาจัดเรียงเป็นกราฟพาราเรโตจะได้ดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6

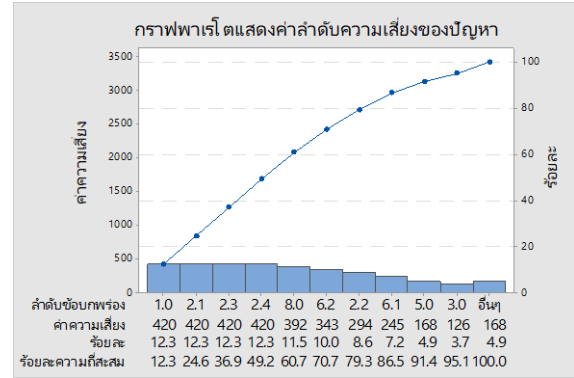


รูปที่ 5 กราฟพาราเรโตแสดงค่าลำดับความเสี่ยงของปัญหาการเกิดปม

จากรูปที่ 5 พบว่าปัญหาที่มีค่าความเสี่ยงมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือเส้นใยในถังลัม ฟันเฟืองของลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน และน้ำมันที่แท่นน้ำมันไหลไม่สม่ำเสมอ

โดยเส้นใยในถังลัมประกอบไปด้วย 2 สาเหตุที่มีคะแนนสูงสุดได้แก่เวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน และการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน ซึ่งจากกราฟพาราเรโตรูปที่ 5 ผู้วิจัยได้เลือกทำการวิเคราะห์ และปรับปรุงปัญหาที่เกิดจากเส้นใยในถัง ในส่วนของฟันเฟืองของลูกกลิ้งไม่ลงตำแหน่งหน้าหลังไม่สามารถทำการปรับปรุงได้ในทันทีเนื่องจากเครื่องจักรมีการทำงาน 24 ชั่วโมง จะทำการหยุดก็ต่อเมื่อเครื่องจักรมีปัญหา นอกจากนี้ไม่มีการจดบันทึกระยะห่างของลูกกลิ้งมาก่อน สำหรับกรณีน้ำมันที่แท่นน้ำมันไหลไม่สม่ำเสมอไม่สามารถปรับปรุงได้ในทันทีเนื่องจากต้องส่งแท่นน้ำมันออกไปทำข้างนอกจึงใช้ระยะเวลานานในการอนุมัติจากผู้บริหาร

จากรูปที่ 6 พบว่าปัญหาที่มีค่าความเสี่ยงมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือรูแปดสกปรก ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ และแท่นเกี่ยวเส้นใยเป็นรอย



รูปที่ 6 กราฟพาราเรโตแสดงค่าลำดับความเสี่ยงของปัญหาการเส้นใยติดกัน

จากผลการจัดค่าลำดับความเสี่ยงของปัญหาเส้นใยติดกันผู้วิจัยและทีมงานได้เลือกทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งประกอบด้วยตัวกรองลมไม่สะอาด เวลาใส่หรือถอดตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต และพอลิเมอร์ติดตรงไวร์เมช ในส่วนของรูฉีดยเส้นใยสกปรกไม่สามารถทำการแก้ไขได้ในทันทีเนื่องจากใช้เงินลงทุนในปริมาณที่มาก และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารระดับสูงก่อน และกรณีแท่นเกี่ยวเส้นใยเป็นรอยทางแผนกต้องทำการส่งออกไปให้ผู้แทนจำหน่ายทำการปรับปรุงซึ่งใช้ระยะเวลานานในการอนุมัติจากผู้บริหาร และไม่สามารถส่งชิ้นส่วนโลหะออกไปทำทั้งหมดภายในครั้งเดียว เนื่องจากต้องมีการใช้งานในกระบวนการผลิตด้วยจึงใช้ระยะเวลานานในการซ่อมแซม

3.4 ผลการวิเคราะห์

เมื่อใช้เครื่องมือทางสถิติ [13] ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลที่ก่อให้เกิดปมในถัง และเส้นใยติดกันสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยเทียบกับจำนวนปมธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตแล้วทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ของเวลาการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งกับปริมาณปมธรรมชาติที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของจำนวนปมธรรมชาติ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	30.516	10.1718	104.75	0.000
ลูกกลิ้ง (X_2)	1	14.168	14.1681	145.9	0.000
ถังใส่เส้นใย (X_1)	1	10.857	10.8574	111.81	0.000
ลูกกลิ้ง*ถังใส่เส้นใย ($X_2 \times X_1$)	1	11.547	11.5469	118.91	0.000
Error	36	3.496	0.0971		
Total	39	34.011			

ตารางที่ 8 สรุปผลการรวมการวิเคราะห์

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.311618	89.72%	88.87%	87.33%

จากผลการวิเคราะห์ตารางที่ 7 และตารางที่ 8 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปมธรรมชาติ ได้แก่เวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยนั้นมีความสำคัญมากกว่า 0.000 ซึ่งค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 บ่งบอกว่าเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยมีผลต่อการเกิดปมธรรมชาติ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยร่วมอันตรกิริยา (Interaction Effect) พบว่าลูกกลิ้งและถังใส่เส้นใยมีความสำคัญมากกว่า 0.000 จึงสรุปว่าการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถังใส่เส้นใยมีความสัมพันธ์กันและมีผลต่อการเกิดปมธรรมชาติเนื่องจากค่า p-value น้อยกว่า 0.05 โดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 89.72% และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2 Adjust) มีค่าเท่ากับ 88.87%

2. ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ

จากการตรวจสอบหน้างานพบว่าลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอสามารถจำแนกได้ 2 สาเหตุ คือ ตัวกรองลม หรือแผ่นกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับถอดหรือใส่ประกอบหน้าช่องฉีดเส้นใย (Spin Beam) และตัวกรองลมไม่สะอาด

2.1. ตัวกรองลม หรือแผ่นกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับถอดหรือใส่ประกอบ

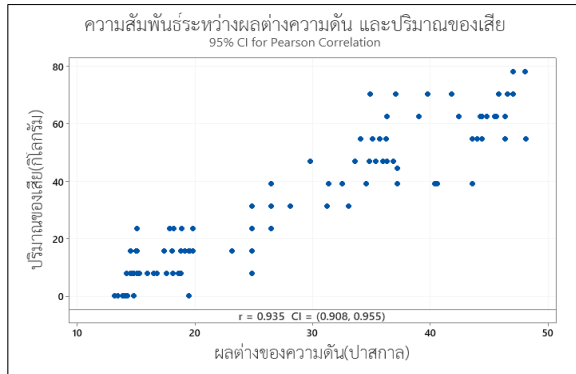
จากการศึกษาตัวกรองลม หรือแผ่นกรองลมไม่มีหัวน็อตสำหรับถอดหรือใส่ประกอบหน้าช่องฉีดเส้นใยพบว่า

เมื่อมีการเปลี่ยนตัวกรองลมพนักงานจะใช้ประแจเป็นตัวขันน็อตเพื่อนำตัวกรองออกจากช่องฉีดเส้นใย แต่ในกรณีที่ตัวกรองไม่มีหัวน็อตพนักงานจะใช้ประแจตีเพื่อคลายน็อตและถอดตัวกรองออกเป็นสาเหตุทำให้รังผึ้งข้างในตัวกรองลมมีลักษณะบิดเบี้ยวหรือบุบเป็นผลให้ทิศทางลมมีลักษณะเปลี่ยนไป โดยปกติลมที่ออกมาจากด้านหลังช่องฉีดเส้นใยและผ่านรังผึ้งจะมีทิศทางออกมาในลักษณะตั้งฉากกับรังผึ้ง 90 องศา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เครื่องทำหยักเลื่อน หรือหยุดชะงักเพราะเส้นใยที่ปล่อยลงมาจากหัวฉีดเส้นใยจะถูกปล่อยลงมาด้วยอุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส และมีลมเย็นเป็นตัวพาทำให้เส้นใยรักษาโครงสร้าง ดังนั้นเมื่อลมมีทิศทางเปลี่ยนไปเส้นใยสามารถบิดแล้วติดกับเส้นข้างเคียงจนเป็นเส้นเดียวกัน ซึ่งเส้นใยจะมีลักษณะใหญ่และแข็งกว่าเดิม ดังนั้นเมื่อหลุดเข้าไปในเครื่องทำหยักเป็นผลให้เส้นใยเข้าไปติดที่ด้านใดด้านหนึ่งของแผ่นทองเหลืองของเครื่องทำหยัก ซึ่งทำให้เส้นใยที่ผ่านเข้าเครื่องทำหยักมีลักษณะเลื่อนหรือเป็นแพที่ไม่เท่ากัน

2.2) ตัวกรองลมไม่สะอาด

จากการที่ทีมงานได้ทำการสำรวจวิธีการล้างตัวกรองลมพบว่าปัจจัยที่ทำให้ตัวกรองลมไม่สะอาด สามารถจำแนกได้ 2 สาเหตุ ได้แก่ พอลิเมอร์ติดที่ตัวกรองลมเมื่อถูกใช้งานเป็นระยะเวลานาน และล้างตัวกรองลมไม่สะอาด

จากการศึกษาและสำรวจปัญหาพอลิเมอร์ติดที่ตัวกรองลมเมื่อถูกใช้งานเป็นระยะเวลานานพบว่าเมื่อมีการใช้งานไประยะหนึ่งจะมีพอลิเมอร์ขาวติด หรืออุดตันอยู่ที่บริเวณด้านหน้าตัวกรองลม (ไวร์เมช) ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของผลต่างของความดัน เทียบกับจำนวนของเสียและแสดงเป็นกราฟสหสัมพันธ์อย่างง่ายจะได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียกับผลต่างความดัน

จากกราฟพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.935 แสดงว่าผลต่างของความดันมีความสัมพันธ์กับจำนวนของเสียในเชิงเส้นเชิงบวก กล่าวคือเมื่อผลต่างของความดันมีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้จำนวนของเสียมีจำนวนมากขึ้นเช่นกัน แสดงว่าผลต่างของความดันมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นทางผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของความดันเทียบกับจำนวนปมธรรมชาติด้วยการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$\text{สมมติฐานหลัก } (H_0) : \beta_1 = 0$$

$$\text{สมมติฐานรอง } (H_1) : \beta_1 \neq 0$$

โดยกำหนดให้

β_1 แทนผลต่างของความดัน

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของผลต่างความดันกับปริมาณของเสีย

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	64299.1	64299.1	1385.41	0.000
ผลต่างความดัน (ปาสกาล)	1	64299.1	64299.1	1385.41	0.000
Error	117	5430.2	46.4		
Total	118	69729.3			

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของผลต่างความดัน

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-28.11	1.59	-17.71	0.000	
ผลต่างความดัน (ปาสกาล)	2.0724	0.0557	37.22	0.000	1.00

ตารางที่ 11 สรุปผลภาพรวมการวิเคราะห์

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
6.81262	92.21%	92.15%	91.89%

และได้สมการถดถอยของผลต่างความดัน ดังสมการที่ 1 ของเสีย (กก./วัน) = $-28.11 + 2.0724 \text{ ผลต่างความดัน}$ (1)

จากผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นสามารถสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยในส่วนของความชันมีค่าเท่ากับ 2.0724 ซึ่งมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นอกจากนี้ค่า P-value ของผลต่างความดันมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และยอมรับสมมติฐานรองกล่าวคือผลต่างของความดันมีผลต่อจำนวนของเสีย (เส้นใยติดกัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับร้อยละ 92.21 สำหรับสาเหตุที่เกิดจากการล้างตัวกรองลมไม่สะอาดผู้วิจัยได้ทำการไปตรวจสอบหน้างาน (Gemba Walks) [14] แล้วพบว่าอ่างล้างตัวกรองมีเศษตะกอนของสิ่งสกปรกอยู่ด้านล่างของอ่าง ซึ่งหลังจากสังเกตกระบวนการล้างตัวกรองลมพบว่าเมื่อพนักงานทำการใส่ตัวกรองลมลงในอ่าง และเติมน้ำให้เดือดเพื่อทำการล้างพอลิเมอร์ออกจากตัวกรองลมสิ่งสกปรกจะลอยขึ้นมาและไหลลงท่อระบายของอ่าง แต่เนื่องด้วยทีมผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่าพนักงานจะรอให้น้ำเย็นตัวลงก่อนถึงจะยกตัวกรองขึ้นมา จึงพบว่าเศษพอลิเมอร์บางส่วนได้ตกลงไปติดที่ไวรเมซตามเดิม จึงเป็นผลทำให้ตัวกรองไม่สะอาดเนื่องจากสิ่งสกปรกไปตันที่รูของไวรเมซ

4. การปรับปรุงแก้ไข

ผลการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขคือกำหนดช่วงเวลาในการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งรวมถึงกำหนดช่วงเวลาในการเปลี่ยนตัวกรองลมและขั้นตอนหรือวิธีการในการล้างตัวกรองลม เพื่อทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตน้อยที่สุดโดยสามารถปรับปรุงได้ดังนี้

กรณีปัญหาลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอสามารถปรับปรุงได้ดังนี้

1) ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อต และล้างตัวกรองลมไม่สะอาด

กรณีตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตผู้วิจัยและทีมงานได้ทำการตรวจสอบหัวน็อตทุกครั้งหลังจากทำการล้างตัวกรองลม ซึ่งพนักงานจะทำการตรวจสอบก่อนทำการจัดเก็บว่าตัวกรองลมทุกตัวมีหัวน็อตครบ 4 ด้านหรือไม่ และทำการจดบันทึกลงในใบตรวจสอบ (Check sheet) ในกรณีที่ตัวกรองลมไม่มีหัวน็อตพนักงานจะทำการแยกตัวกรองออกเพื่อทำการซ่อมแซมก่อนนำไปใช้งาน นอกจากนี้ได้มีการปรับปรุงคู่มือปฏิบัติงาน (Work Instruction) และทำการจัดอบรมเพื่อให้พนักงานทุกคนเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการล้างตัวกรองลม และตรวจเช็คหัวน็อต [17]

สำหรับกรณีการล้างตัวกรองลมได้ทำการปรับเปลี่ยนวิธีการล้างในข้อ 6.6 และ 6.10 ดังที่แสดงในรูปที่ 8 โดยเมื่อล้างตัวกรองลมครบ 2 ชั่วโมงแล้วให้ทำการพักตัวกรองลมเพียง 10 นาที แล้วยกขึ้นมาทันทีเพื่อป้องกันพอลิเมอร์ตกลงไปท่อน้ำไวร์เมช และเกิดการแข็งตัวเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำนั้นเย็นตัวลง ส่งผลทำให้ไวร์เมชนั้นอุดตัน และหลังการใช้งานอ่างล้างตัวกรองลมทุกครั้ง พนักงานทุกคนต้องทำการล้างอ่างให้สะอาดทุกครั้ง

6. วิธีปฏิบัติงาน (Procedure)

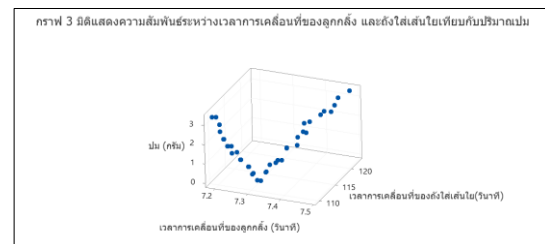
- 6.1 นำตัวกรองที่ถอดออกของฮีดไลน์ (Spin Beam) หลังจากใช้งานแล้วลงไปล้างเพื่อเตรียมทำความสะอาดและพอลิเมอร์ออก
- 6.2 เติมน้ำเข้าอ่างตามให้ระดับน้ำตามที่กำหนด
- 6.3 หลังจากเติมน้ำเรียบร้อยแล้วให้ทำการยกตัวกรองลงอ่างด้วยหางค้อนหน้าตัวกรองขึ้น (ด้านที่มีหัวน็อต) ดังรูปที่แสดงข้างล่างโดยแต่ละอ่างจะได้ตัวกรองลงได้ 4 ตัว
- 6.4 ทำการเปิดโอโซนและรอให้น้ำเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของน้ำได้ตามกำหนดให้ทำการจับเวลาเพื่อทำการล้างตัวกรองลงไปอีก 2 ชั่วโมง
- 6.5 เมื่อล้างตัวกรองครบตามกำหนดแล้วให้เปิดโอโซน
- 6.6 ทำการพักตัวกรองไว้ประมาณ 10 นาที เพื่อให้ตัวกรองเย็นตัวแล้วยกขึ้นมาเพื่อนำไปฝั่งได้แห้งแล้วจึงระบายน้ำทิ้ง
- 6.7 เมื่อตัวกรองแห้งแล้วให้นำไปแปะเพื่อใส่ฮีดไลน์และถังสปีน
- 6.8 ทำการตรวจสอบการหมุนของหัวน็อตของตัวกรองลมต้องไม่ติดขัด และหัวน็อตอยู่ครบ
- 6.9 ทำการหุ้มตัวกรองลมด้วยพลาสติกใส และทำการจัดเก็บ
- 6.10 ทำการล้างอ่างล้างตัวกรองลมทุกครั้งหลังจากใช้งาน

รูปที่ 8 คู่มือปฏิบัติงานวิธีการล้างและตรวจสอบตัวกรองลม

2) ตัวกรองลมมีพอลิเมอร์ขาวติดเนื่องจากถูกใช้งานเป็นระยะเวลานาน

จากผลการวิเคราะห์พบว่าผลต่างความดันมีผลต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กล่าวคือเมื่อผลต่างความดันมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณของเสียเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยและทีมผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตจึงใช้สมการถดถอยที่ได้จากผลการวิเคราะห์ของผลต่างความดันที่ได้ตามสมการที่ 1 เป็นตัวบ่งบอกระยะเวลาในการเปลี่ยนตัวกรองลม ซึ่งค่าผลต่างความดันต้องมีค่าน้อยกว่า 25 ปาสกาล เนื่องจากเป็นจำนวนของเสียที่ผู้เชี่ยวชาญในแผนกสามารถรับได้คือมีของเสียอยู่ที่ 23.7 กิโลกรัมต่อวัน และมีค่าเริ่มต้นสำหรับเปลี่ยนตัวกรองลมอยู่ที่ 13.5-15 ปาสกาลโดยคิดจากสมการที่ 1 เช่นกันแต่กำหนดให้จำนวนของเสียเป็นศูนย์ [15]

กรณีเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถึงใส่เส้นใยไม่สัมพันธ์กัน



รูปที่ 9 กราฟ 3 มิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถึงใส่เส้นใย

จากรูปที่ 9 จะเห็นว่าปมธรรมชาติที่มีปริมาณน้อยสุดเมื่อเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งและถึงใส่เส้นใยอยู่ที่ 7.3 วินาที และ 112 วินาที ซึ่งในส่วนของปริมาณตำหนิหรือปมที่ผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตสามารถรับได้คือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กรัม ดังนั้นผู้วิจัย และทีมงานจึงทำการกำหนดค่าเวลาในการควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งอยู่ที่ 7.3 ± 0.05 วินาที และการเคลื่อนที่ของถึงใส่เส้นใยอยู่ที่ 112.00 ± 2 วินาที (อ้างอิงจากกราฟรูปที่ 9) โดยพนักงานจะทำหน้าที่ในการจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถึงใส่เส้นใยทุกวันในตอนเช้า ถ้าเวลาในการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้ง และถึงใส่เส้นใยอยู่นอกช่วงที่กำหนดให้พนักงานแจ้งหัวหน้างานเพื่อทำการแจ้งแผนกไฟฟ้าให้ทำการแก้ไขในทันที

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์ในการเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น โดยทำการลดอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียให้มีปริมาณลดลง ซึ่งจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาก็ทำให้เกิดสินค้าที่ได้คุณภาพ และของเสีย พบว่าหลังกระบวนการปรับปรุงอัตราคุณภาพสินค้ามีค่าสูงขึ้นโดยเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ร้อยละ 95.79 ในส่วนของอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ร้อยละ 3.79 และร้อยละ 0.42 โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนมิถุนายน 2564 และเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มกระบวนการปรับปรุง พบว่าอัตราคุณภาพสินค้ามีค่ามากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.82 ในส่วนของอัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียมีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.31 และร้อยละ 0.51 ดังที่แสดงในตารางที่ 12 และรูปที่ 10 เป็นกราฟแสดงอัตราสินค้าคุณภาพดีก่อนและหลังกระบวนการปรับปรุงซึ่งพบว่าหลังการปรับปรุงอัตราคุณภาพสินค้ามีค่ามาก

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบอัตราคุณภาพก่อนและหลังกระบวนการปรับปรุง

หัวข้อ	อัตราคุณภาพสินค้าดี	อัตราคุณภาพสินค้าไม่ได้คุณภาพ	อัตราของเสีย
อัตราคุณภาพก่อนการปรับปรุง (ร้อยละ)	92.97	6.1	0.93
อัตราคุณภาพหลังการปรับปรุง (ร้อยละ)	95.79	3.79	0.42



รูปที่ 10 อัตราคุณภาพสินค้าดีก่อนและหลังปรับปรุง

เมื่อนำมาคำนวณเป็นราคาก่อนและหลังปรับปรุงเฉลี่ยต่อเดือนจะได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ราคาสินค้าคุณภาพดี สินค้าไม่ได้คุณภาพ และของเสียก่อนและหลังกระบวนการปรับปรุง

หัวข้อ	สินค้าคุณภาพดี	สินค้าไม่ได้คุณภาพ	ของเสีย
ราคาก่อน-หลังปรับปรุง (เฉลี่ยบาทต่อเดือน)	130,892.63	(32,015.55)	(2,883.46)
ราคาก่อน-หลังปรับปรุง (เฉลี่ยบาทต่อปี)	1,570,711.50	(384,186.65)	(34,601.54)

จากตารางที่ 13 สรุปได้ว่าเมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่ามีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 130,892.63 บาทหรือปีละ 1.47 ล้านบาท โดยที่ กำลังการผลิตเท่าเดิมคืออยู่ที่ 93 ตันต่อวัน และทางบริษัทสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยเปลี่ยนจาก 93 ตันต่อวัน เป็น 96 ตันต่อวันโดยเริ่มทำการเพิ่มกำลังการผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคม 2564 เป็นต้นไป

6. ข้อเสนอแนะ

1. เปลี่ยนวิธีการจัดบันทึกข้อมูล จากบันทึกลงกระดาษเป็นบันทึกข้อมูลในคอมพิวเตอร์แทน
2. จากการปรับปรุงตัวกรองลม ได้ทำการวัดผลต่างของความดันลม ซึ่งเป็นตัวบอกว่าควรเปลี่ยนตัวกรองลมเมื่อใด โดยในอนาคตควรทำการวัดอัตราเร็วลมที่หน้าตัวกรองลมเพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งว่าอัตราเร็วลมเท่าใดตัวกรองลมจึงควรเปลี่ยน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโรงงานกรณีศึกษา หัวหน้างาน และพนักงานฝ่ายผลิตทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการค้นคว้าทดลองจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] วราธร ปัญญางาม, “การจัดทำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA กรณีศึกษา กระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ตัวอย่าง,” วิศวกรรมลาดกระบัง., ปีที่ 33, ฉบับที่ 4, ธันวาคม, หน้า. 24-31, 2559.
- [2] รัฐกร อุดมสุข, “การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ”, วิทยานิพนธ์ วศ.บ., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2553.
- [3] อติศักดิ์ ไสวอมร, ระพีกาญจนะ, และกิตติพงษ์ กิมะพงศ์, “การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของเครื่องเกี่ยวมัดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค Failure Mode and Effect Analysis (FMEA),” ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1, 2559, หน้า. 81-95.
- [4] J. Wu, J. Tian, and T. Zhao, “Failure mode prioritization by improved RPN calculation method,” in 2014 Reliability and Maintainability Symposium, 2014, pp. 1-6.
- [5] B. R. Krishnan, and K. A. Prasath, “Six Sigma concept and DMAIC implementation,” International Journal of Business, Management & Research (IJBMR),, vol. 3, pp. 111-114, Jun. 2013.
- [6] V. M. Magar, and V. B. Shinde, “Application of 7 quality control (7 QC) tools for continuous improvement of manufacturing processes,” International Journal of Engineering Research and General Science., vol. 2, no. 4, pp. 364-371, 2014.
- [7] M. Rogers, The definition and measurement of productivity. Victoria: The University of Melbourne, 1998.
- [8] รัชนิกร ด่านศิริชัยสวัสดิ์, การเพิ่มผลผลิต. อุดรธานี: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2558.
- [9] ธนกฤษ ชื่นเซ่ง, “การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา : ของเสียประเภทจุดสีดำ,” วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 2557.
- [10] ศุภวัชร เมฆบุรณ และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่, “การลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์โซลิด คาปาซิเตอร์,” วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า 105-123, 2560.
- [11] ยุทธณรงค์ จงจันทร์, “การลดของเสียในการนึ่งยางรถยนต์,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, ปีที่ 8, ฉบับที่ 15, หน้า 49-57, 2557.
- [12] วรณภา สาระดำ, “การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้ โดยเทคนิคซิกซ์ซิกม่า”, วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 2558.
- [13] D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control. 6th edition, USA: John Wiley & Sons, 2009.
- [14] นายฐรรศ สีหะนันท์, “การใช้เทคนิคโคเชนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ในส่วนงานกองช่าง องค์การบริหารส่วนตำบลไพบูลย์ อำเภอน้ำขุ่น”, วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, อุบลราชธานี, 2560.
- [15] อาภาพร จันทะมาศ, “การเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยในการผลิตสีย้อมผ้า”, วิทยานิพนธ์ วศ.บ., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2554.