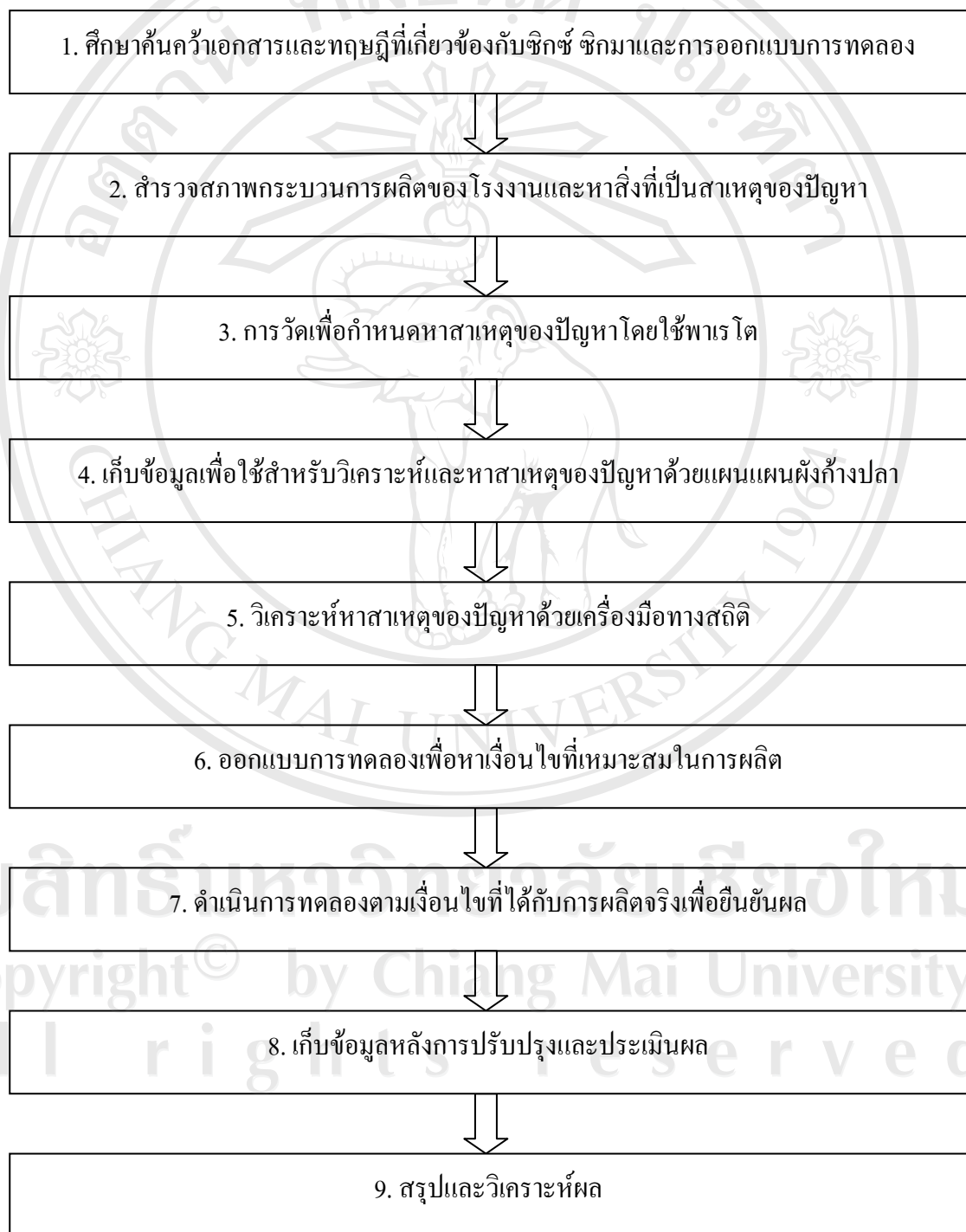


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงาน ดังรูป 3.2



รูป 3.2 ขั้นตอนการวิจัย

3.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับซิกซ์ ซิกมาและการออกแบบการทดลอง

ทดลอง

ตัวอย่างของงานวิจัยที่ศึกษาเพื่อดูแนวทางในการทำวิจัย

อุตสาหกรรมการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพงมีการแข่งขันสูงมาก ทั้งในประเทศไทย จีน และเวียดนาม แต่รุนแรงมากในตลาดต่างประเทศ เพราะค่าแรงถูกกว่าประเทศไทยมาก อย่างไรก็ตามสินค้าชนิดนี้เน้นที่คุณภาพมากกว่าราคาจึงทำให้การผลิตในประเทศไทยยังสามารถอยู่ได้ แต่เราไม่สามารถอยู่นิ่งเฉยได้อีกต่อไป จำเป็นต้องใช้แนวคิดของซิกซ์ ซิกมามาใช้ เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพง โดยเริ่มจากการนิยามปัญหา ตามด้วยการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบของกระบวนการด้วยผังก้างปลา ตามด้วยการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและตัวแปรตอบสนองที่ต้องการ สุดท้ายเป็นขั้นตอนควบคุมการผลิต จากข้อมูลที่ผ่านมามีพบว่า กระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงคุณภาพมีของเสียเท่ากับ 19,615 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต ทำให้บริษัทสูญเสียเงินจำนวนมากต่อปี เมื่อทำตามขั้นตอนของซิกซ์ ซิกมา พบว่าระดับที่เหมาะสมจากผลการทดลองคือ ความหนืดของสารเคมีในการพ่นสีรองพื้น เท่ากับ 30 วินาที จำนวนรอบของการพ่นในการพ่นสีรองพื้นเท่ากับหกรอบ และ รูปแบบการพ่นในการพ่นสีรองพื้นแบบเดี่ยว ทำให้จำนวนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาเหลือเพียง 3,240 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต ซึ่งมีค่าลดลงจากเดิมร้อยละ 83 ซึ่งทำให้ระดับมาตรฐานของกระบวนการผลิตสูงขึ้น นอกจากนี้องค์ประกอบในด้านการทำงานของพนักงานและคุณภาพของวัตถุดิบมีความสำคัญ หากสามารถควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะเป็นการลดความผันแปร ทำให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจในคุณภาพของสินค้า จึงควรจัดอบรมให้มีการทำงานเป็นมาตรฐานและคัดเลือกผู้ส่งมอบ เพื่อส่งผลให้การผลิตมีประสิทธิภาพ (ปารเมศ ชูติมา, 2550)

อุตสาหกรรมหุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง ทำให้การควบคุมปริมาณของเสียจึงจำเป็น โรงงานนี้เกิดของเสียเฉลี่ยต่อเดือน 146,295 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำกลับไปทำใหม่ หรือจำหน่ายในราคาต่ำลง ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและปรับปรุงคุณภาพผิวงานหุบโครเมียม โดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกมา โดยมีเป้าหมายคือลดอัตราของเสียลงร้อยละ 70 เริ่มจากการกำหนดปัญหาพบว่ามีมาจากผิวชิ้นงานที่เกิดรอยตำหนิ และมีการแจกแจงลักษณะอาการของปัญหาโดยแผนภาพพาเรโต

และสามารถวิเคราะห์หาปัญหางานเสียได้ โดยพบว่าการดำเนินงานแก้ไขและปรับปรุงปัญหาสามารถแบ่งออกเป็นสองช่วง คือช่วงแรกจะเป็นการวิเคราะห์ระบบการวัดข้อมูลแบบนับ เพื่อลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากพนักงานตรวจสอบชิ้นงานก่อนหุบโครเมียม พบว่าค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงเหลือเพียง 66,050 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต และช่วงที่สองจะเป็นผลหลังจากการทำการควบคุมปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงเหลือเพียง 25,780 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต ซึ่งสามารถลดปัญหางานเสียที่เกิดขึ้นได้และยังเพิ่มความสามารถของกระบวนการอีกด้วย (วสันต์ พุกผาสุข, 2550)

ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์มีปัญหาของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเกิดขึ้นค่อนข้างสูง คือปัญหาการบริเวณกิมบอลของผลิตภัณฑ์รุ่นสไปกาส ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนซึ่งแปรผันตามกับจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ดังนั้นจึงได้ประยุกต์นำเทคนิคซิกซ์ ซิกมามาใช้ โดยเริ่มจากขั้นตอนการตรวจวัด เพื่อค้นหาตัวแปรที่อาจเกิดผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเนื่องจากอาการการบริเวณกิมบอลของผลิตภัณฑ์แชนจ์บ๊วฮาร์ดดิสก์รุ่นสไปกาส โดยการระดมสมองจากทีมงาน โดยใช้เครื่องมือพื้นฐานทางสถิติและกราฟ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์เช่น แผนภูมิแก๊งปลา (Cause and Effect Diagram) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) จากขั้นตอนการตรวจวัดสามารถสรุปตัวแปรที่อาจเกิดผลกระทบได้ดังนี้ ทิศทางการโก่งของแผงวงจร การลดความโค้งของแผงวงจร แผงวงจรบิดขนาดของหยดกาว เวลาที่ใช้พักกาว และระยะเวลาในการใช้กาว หลังจากได้ตัวแปรเหล่านี้แล้วต้องนำมาวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรหลักที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัดส่วนของเสียของแต่ละตัวแปรหลัก หลังการปรับปรุงสามารถลดอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องลดลงและส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเนื่องจากผลิตภัณฑ์บกพร่องต่อเดือนลดลง ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย (สมอุษา วรรณฤมล, 2547)

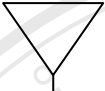
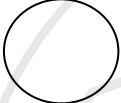
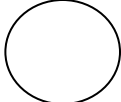
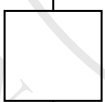
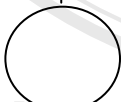
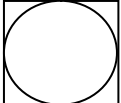
การพยายามที่จะลดเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาโดยใช้เทคนิคลีนซิกซ์ ซิกมา ตาม DMAIC ซึ่งมีเวลานำในการผลิต 1.58 วัน สาเหตุของเวลานำที่ยาวนานได้แก่ การส่งต่องานไม่เป็นระบบ การปล่อยงานไม่เหมาะสม รูปแบบการทำงานไม่ก่อให้เกิดคุณค่า แนวคิดนี้จึงพยายามที่จะแก้ปัญหาโดยควบคุมด้วยสายตา การฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน การจัดการกับคอขวดของกระบวนการ โดยทำการวัดเวลาจากกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ได้ค่าความสามารถของกระบวนการ ผลการปรับปรุงกระบวนการทำให้เวลานำในการผลิตเฉลี่ยลดลงเหลือ 1.29 วัน มีค่า C_{pk} เท่ากับ 1.09 ในการควบคุมกระบวนการได้จัดบอร์ดให้ทุกคนเห็นผลการทำงานและสภาพการผลิตปัจจุบันตลอดเวลา เพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (พิมพ์ชนก ไพศาลภาณุมาศ, 2550)

จากสี่หัวข้อในการทำวิจัยนี้ เห็นได้ว่าเป็นการประยุกต์เทคนิคซิกซ์ ซิกมาในการ
แก้ปัญหาและสามารถเพิ่มความสามารถของกระบวนการได้อีก ด้วยแนวทางแก้ปัญหาที่มี
ระบบเดียวกัน แม้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นต่างกันก็ตาม

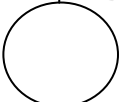
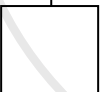
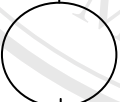


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.2 ตำราสภาพกระบวนการผลิตของโรงงานและหาสิ่งที่เป็นสาเหตุของปัญหา

ขั้นตอน	สัญลักษณ์	อธิบาย	ภาพในการผลิต
1		รับไม้ยางพาราจากผู้ขาย และเก็บที่คลังไม้	
2		ตัดทอนเหลือไม้ที่ต้องการ	
3		เข้าเครื่องตัดไม้บริเวณขอบ	
4		ตรวจสอบความเรียบบริเวณขอบ	
5		ตากแดดเพื่อประสานไม้	
6		ตากแห้ง 24 ชั่วโมง	
7		ตรวจสอบครบถ้วนและนำไม้ดี ไปอบด้วยระบบสุญญากาศ	

รูป 3.3 กระบวนการผลิตเชิงไม้ยางพารา

ขั้นตอน	สัญลักษณ์	อธิบาย	ภาพในการผลิต
8		ตัดหยาบ	
9		ตรวจขนาด	
10		ตัดละเอียด	
11		ตรวจสอบขนาด และความเรียบ	
12		ขัดเรียบ	
13		ทาแล็กเกอร์	
14		การบรรจุ	

รูป 3.3 กระบวนการผลิตเชิงไม้ยางพารา [ต่อ]

กรรมวิธีการผลิตเยี่ยงไม้ยางพารามีขบวนการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) รับไม้ยางพารามาเก็บไว้ที่จุดจัดเก็บ

ขนส่งโดยรถบรรทุก 1 ครั้งต่ออาทิตย์ (รถ 1 คันบรรทุก 500 ลูกบาศก์ฟุต)

2) ไม้ยางพาราถูกตัดทอนเพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ แต่ต้องตัดให้เกินขนาดที่ต้องการอย่างน้อยข้างละ 1 นิ้ว ไว้สำหรับเจียรที่เนื้อไม้ถูกเหี้ยนออก

ชนิดของเยี่ยงมี 2 รูปแบบ คือ

แบบกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว, 14 นิ้ว และ 18 นิ้ว ตามลำดับ

แบบเหลี่ยม ขนาด 8x8 นิ้ว, 10x8 นิ้ว และ 14x8 นิ้ว ตามลำดับ

3) นำเข้าเครื่องตัดไม้เพื่อเจียรบริเวณขอบ ดังรูป 3.4



รูป 3.4 การเจียรไม้บริเวณขอบ

นำเข้าเครื่องตัดอีกครั้ง เพื่อให้ผิวไม้เรียบง่ายขึ้น

4) ตรวจสอบความเรียบบริเวณขอบ

ตรวจสอบผิวให้เรียบและนำเส้นไม้ออกเพื่อเตรียมสู่กระบวนการถัดไป

5) ทากาวเพื่อประสานไม้

ในเมื่อไม้ยางพาราเป็นเศษไม้ ถ้าไม่ใช้กาวประสาน จะไม่ได้ขนาดของเยี่ยงดังลูกค้าต้องการ จำเป็นต้องใช้กาวเพื่อเป็นตัวประสานไม้ ประมาณ 100 – 200 กรัมต่อตารางเมตร เพื่อให้ได้ขนาดของไม้ตามต้องการ กาวที่ใช้คือโพลีไวนิลอะซิเตท ดังรูป 3.5



รูป 3.5 การตากาว

6) ตากแห้ง 24 ชั่วโมง ดังรูป 3.6



รูป 3.6 สถานที่บริเวณตากแห้งตามธรรมชาติ

หลังจากกระบวนการตากาว เยี่ยงไม้จำเป็นต้องถูกทำให้แห้ง เพื่อให้ไม้สามารถ
ประสานได้เป็นอย่างดี รวมถึงปริมาณกาวและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ปริมาณกาว อุณหภูมิ
ความชื้นในบรรยากาศทั่วไป เวลาที่ใช้ในการตากแห้งต้องเหมาะสม

7) ตรวจสอบคราบกาวด้วยสายตาและนำไม้ไปอบด้วยระบบสุญญากาศ

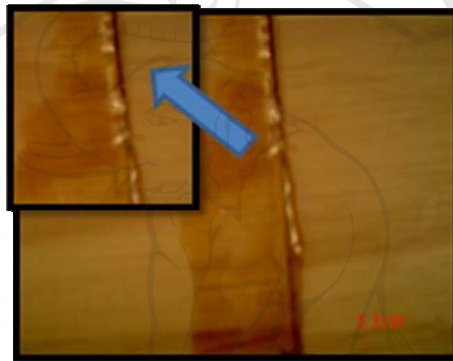
ตรวจสอบคราบกาว ถ้าได้ไม่ดีจึงนำไม้เข้าอบในตู้อบสุญญากาศ ซึ่งควบคุมแรงดันด้วยปั๊ม
การตรวจด้วยสายตา (Visual Inspection) คือ นำชิ้นงานที่ได้มาผ่านการตรวจเช็ค
ด้วยสายตา

ถ้าพบเจองานดี ให้ไหลสู่กระบวนการถัดไป โดยงานดีคืองานที่ไม่มีคราบกาวที่
สามารถมองเห็นบริเวณรอยต่อ ผิวไม้จะต้องเรียบเนียน

ถ้าพบเจองานเสีย คัดทิ้งเพื่อขายเป็นของเสียต่อไป โดยงานเสียคืองานที่มองเห็น
คราบกาวได้ง่ายจากบริเวณรอยต่อ ผิวไม้จะไม่เรียบ มีรอยขรุขระของคราบกาวที่เี่ยม



รูป 3.7 ตัวอย่างงานดี



รูป 3.8 ตัวอย่างงานเสีย

8) ตัดไม้ให้ได้ขนาดตามต้องการ (หยาบ)

หลังจากออกมาจากตู้อบสุญญากาศแล้วตัดไม้ตามขนาดที่ต้องการ โดยเทียบจากขนาดมาตรฐาน แต่ถ้าไม้เปลี่ยน สามารถส่งให้กระบวนการถัดไปได้

9) วัดขนาดเตรียมการผลิต

วัดขนาดอย่างละเอียด ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการถัดไป ซึ่งจะเป็นการตัดขั้นสุดท้าย

10) ตัดไม้ให้ได้ขนาดตามต้องการ (ละเอียด)

เมื่อผ่านการวัดละเอียดมาแล้ว ผู้ขึ้นตอนการตัดและเจียรไม้ให้ได้ขนาดตามต้องการ และผิวไม้เรียบเนียน

11) ตรวจสอบขนาดและความเรียบ

นำชิ้นงานที่ได้มาผ่านการตรวจเช็คด้วยสายตา

ถ้าพบเจองานดี ให้ไหลสู่กระบวนการถัดไป โดยงานดีจะต้องมีขนาดตามที่ลูกค้าต้องการและผิวเรียบเนียน

ถ้าพบเจองานเสีย ควรแยกออก โดยงานเสียจะมีขนาดไม่ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ ยิ่งไปกว่านั้นผิวไม้ขรุขระ งานเสียชิ้นนี้อาจต้องถูกนำไปขัดผิวอีกครั้ง

12) ขัดเรียบ

นำผิวของเจียงมาขัดเรียบด้วยกระดาษทรายเพื่อให้ผิวเรียบมัน

13) เคลือบด้วยแล็คเกอร์

ทาแล็คเกอร์เพื่อเคลือบผิวให้มีความสวยงามพร้อมกับทิ้งให้แห้ง

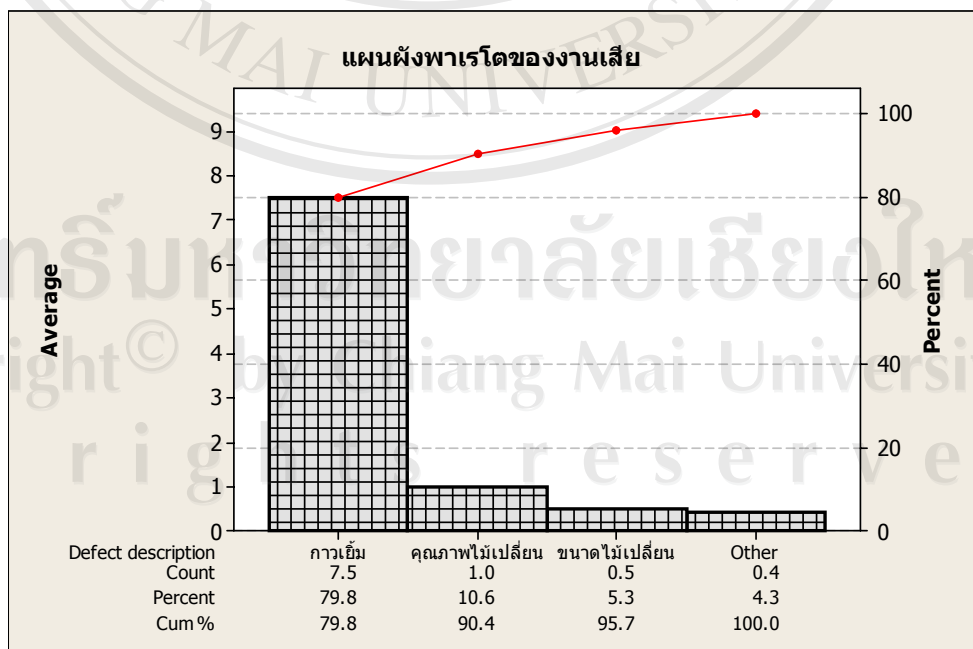
14) บรรจุชิ้นงานเตรียมส่งให้ลูกค้า

บรรจุชิ้นงานด้วยผ้าคลุมพลาสติกและคลุมด้วยพลาสติก ดังรูป 3.9



รูป 3.9 ผลิตภัณฑ์

3.1.3 การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้พาเรโต ดังรูป 3.10



รูป 3.10 กราฟพาเรโตปัญหางานเสีย

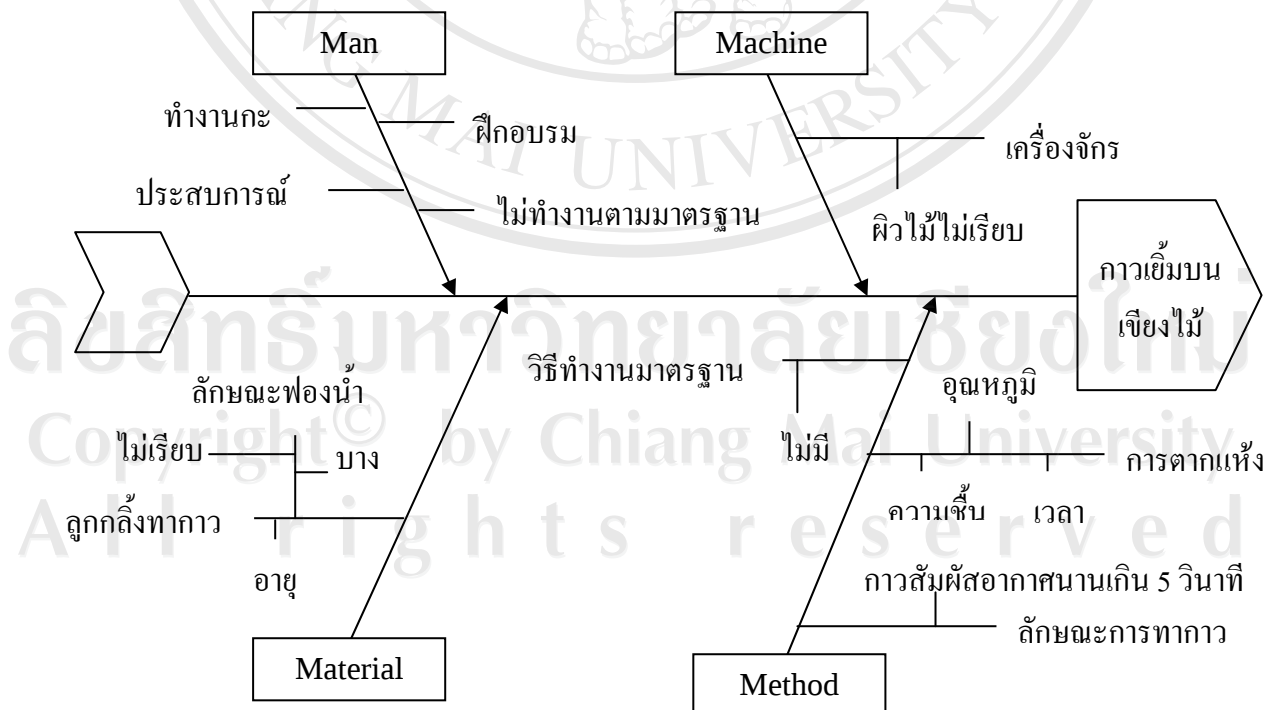
จากข้อมูลในอดีตที่เก็บได้ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2550 – พฤศจิกายน 2550 พบว่างานเสียที่โรงงานสนใจ มีปัญหาทั้งหมด 5 สาเหตุเรียงตามเปอร์เซ็นต์งานเสียได้ดังนี้

- 1) ปัญหาการเย็บร้อยละ 7.50
- 2) ปัญหาคุณภาพของไม้ยางพาราจากผู้จำหน่ายไม้เปลี่ยนไปร้อยละ 1.00
โดยไม้เปลี่ยนไป เมื่อไม้โดนความชื้นอาจยืดหรือหดไปจากเดิม
- 3) ปัญหาขนาดของไม้จากผู้จำหน่ายไม้ได้ตามที่ต้องการร้อยละ 0.50
- 4) ปัญหาผิวไม้จากเครื่องเจียรไม้เรียบร้อยละ 0.30
- 5) ปัญหาขนาดของไม้แต่ละชั้นตอนไม้ได้ตามที่ต้องการร้อยละ 0.10
โดยไม้แต่ละชั้นตอนตัดหรือเจียรไม้ได้ตามขนาด

พบว่าปัญหาการเย็บเป็นปัญหาที่มีเปอร์เซ็นต์งานเสียสูงที่สุดและทำให้ผลผลิตต่ำที่สุดโดยคิดเป็นเงินสูญเสียไปประมาณ 4.15 ล้านบาท ดังนั้นปัญหานี้จึงถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลา

3.1.4 เก็บข้อมูลเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์และหาสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลา

ทำการสอบถามจากพนักงานถึงสาเหตุความเป็นไปได้ของงานเสียการเย็บและบันทึกเป็นแผนผังก้างปลา



รูป 3.11 แผนผังก้างปลาของปัญหาการเย็บไม้

จากรูป 3.11 พบว่ามีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเฝ้าบนเชิงไม้ โดยอธิบายรายละเอียดดังนี้

1.1 คน (Man)

- ทำงานกะ

พนักงานพักผ่อนไม่เพียงพอ อาจเหนื่อยล้าและง่วงนอน ทำให้ความตั้งใจ

ในการทำงานลดลงไป

- ประสบการณ์

พนักงานเข้าทำงานใหม่มีประสบการณ์น้อย

- ฝึกอบรม

งานเร่งด่วน ทำให้พนักงานใหม่ไม่ได้รับการฝึกอบรมเท่าที่ควร

- ไม่ทำงานตามมาตรฐาน

จากประสบการณ์คนงานปัจจุบันจะทราบดีว่าลูกกลิ้งควรจะเปลี่ยนเมื่อไหร่ แต่อาจไม่ได้ทำตามมาตรฐาน

1.2 เครื่องจักร (Machine)

- เครื่องเจียร

ผิวไม้ไม่เรียบเพราะประสิทธิภาพของเครื่องเจียรลดลง

1.3 วัสดุ (Material)

- ลูกกลิ้งทาขาว

ลักษณะผิวฟองน้ำไม่เรียบหรือบางเกินไป มีผลทำให้ขณะทาขาวบน

ไม้ ทำให้เนื้อขาวไม่เรียบติดกับเนื้อไม้

1.4 วิธีการ (Method)

- วิธีการมาตรฐาน

กรรมวิธีขั้นตอนการทาขาวไม่ได้ถูกระบุชัดเจน

- การตากแห้ง

เงื่อนไขในการตากแห้งมีผลต่อการเฝ้าของขาวบนเชิงไม้ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ เวลาและความชื้น

- ลักษณะการทาขาว

ถ้าทิ้งให้สัมผัสอากาศนานเกินไป มีผลทำให้ขาวเฝ้าบนเชิง

ไม้ได้เนื่องจากอาจมี บางส่วนแห้งติดทำให้บางส่วนมีฟองอากาศ เนื้อขาว

ไม่ซึมติดกับเนื้อไม้

3.1.5 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือทางสถิติ

จากการศึกษากระบวนการผลิตเชิงเพื่อลดงานเสียจากกาวเฝ้ม พบว่ามีความยุ่งยากและเสียเวลา เนื่องจากพนักงานมีความรู้ไม่เพียงพอและการทดลองกระบวนการผลิตจริง จึงกำหนดระดับปัจจัยในการทดลองให้มีเพียง 2 ระดับ และเลือกปัจจัยที่สนใจมาทำการออกแบบการทดลองแบบเศษส่วนของแฟคทอเรียล คือเงื่อนไขในการตากแห้ง ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นในการตากแห้ง ไม่สามารถควบคุมด้วยสภาวะทางธรรมชาติ ดังนั้นการทดลองจะถูกทำในตู้อบ ลักษณะการตากแห้งที่ต่างกันโดยให้กาวจากการจุ่มลูกกลิ้งถูกสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานก่อนถูกทาบนเจียงไม้ยางพารา และสุดท้ายคือการตากแวกมากเกินไป ทำให้กาวเฝ้ม

1) ขั้นตอนการทดลอง แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้น1 เตรียมตัวอย่างชิ้นไม้ 10 คู่/การทดลอง ดังรูป 3.12



รูป 3.12 ภาพเศษไม้ที่ใช้ในการทดลอง

สุ่มไม้จากคลังเก็บไม้ โดยตัดไม้ให้ได้ขนาดของไม้ที่ใช้ในการทดลอง

เท่ากับ $3 \times 9 \times 0.5$ นิ้ว รวมทั้งสิ้น 160 อัน โดยคนเตรียมตัวอย่างชิ้นไม้คือพนักงานคนเดียวกันและตัดด้วยเลื่อยไฟฟ้าพร้อมกับเจียรบริเวณขอบไม้ให้เรียบ

ขั้น2 นำชิ้นไม้มาตากแวกเพื่อประสานไม้

ด้วยกาวโพลีไวโนลอะซิเตทที่ใช้ในการผลิตจริง

ขั้นตอนของการทดลองนี้ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ปัจจัย

1. ปริมาตรกาวที่ใช้ (V) เทลงในภาชนะสเตนเลสโดยกำหนดเส้นชัดเจน

ด้วยปริมาตร 100 มิลลิลิตร(-) หรือ 200 มิลลิลิตร (+) ซึ่งถูกกำหนด
จากกระบอกตวง

2. เวลาที่ทิ้งกาวในอากาศ (G) ก่อนตากาวบนชิ้นไม้

ด้วยเวลาที่ทิ้งไว้ 1 วินาที(-) ทันทีทันใด หรือ 5 วินาที(+) ด้วยการนับ 1-5
สรุปการทดลองขั้นที่ 2...

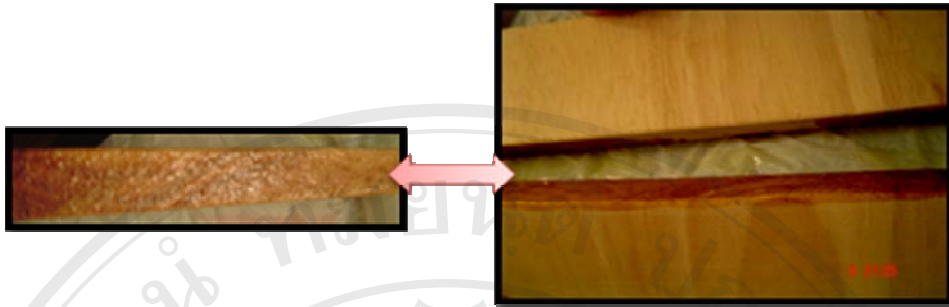
ลำดับการทดลองแบ่งย่อยเป็น 3 ลำดับ

- ลำดับที่ 1 กำหนดปริมาตรกาวในภาชนะสเตนเลส
- ลำดับที่ 2 จุ่มลูกกลิ้งลงในภาชนะสเตนเลสและทิ้งกาวในอากาศ
- ลำดับที่ 3 ทากาวบนชิ้นไม้ตัวอย่าง เป็นทางเดียวกัน ทำซ้ำขั้นตอน
ที่ 2-3 อีกครั้ง

ทำการทดลองด้วยพนักงานเพียง 1 คน และต้องเป็นคนเดียวกับคนที่ตั้ง
เงื่อนไขคู่อบในขั้น 3



รูป 3.13 กาวใช้สำหรับทาเพื่อประสานไม้



รูป 3.14 ไม้ที่ถูกทากาวเรียบร้อยแล้ว

ขั้น 3 นำชิ้นไม้ที่ผ่านการทากาวเข้าคู่อบตามเงื่อนไขในการออกแบบการทดลอง

ดังรูป 3.15

เงื่อนไขทั้งอุณหภูมิในการอบ ความชื้นในการอบ รวมถึงเวลาในการอบ จะถูกตั้งจากโปรแกรมและทำการทดลอง



รูป 3.15 ภาพตู้อบที่ควบคุมได้ทั้งความชื้นและอุณหภูมิ

ขั้น 4 ตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตาและคัดแยกงานดีและงานเสียจากกาวเฝือก

2) การทดสอบสมมติฐาน

ก่อนที่จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANOVA จะต้องตรวจสอบข้อมูลดังนี้

1. การตรวจสอบการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) เป็นการตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลว่ามีการกระจายแบบแจกแจงปกติหรือไม่

2. การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) แล้วดูลักษณะการกระจายของจุดว่ากระจายแบบอิสระหรือไม่
3. การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยใช้ตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ว่าผลของการทดลองมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั้งทางด้านบวกและด้านลบหรือไม่

3.1.6 การประยุกต์เทคนิคการออกแบบการทดลองเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสม

การออกแบบการทดลองนั้น แต่ละปัจจัยถูกกำหนดค่าระดับสูงและระดับต่ำ โดยมีปัจจัยที่ต้องการทำการศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) อุณหภูมิในการอบ 60°C และ 80°C
- 2) ความชื้นในการอบ 50%RH และ 60%RH
- 3) เวลาในการอบ 8 ชั่วโมง และ 15 ชั่วโมง
- 4) การทิ้งกาวยให้สัมผัสอากาศ 1 วินาที และ 5 วินาที
- 5) ปริมาณกาวยที่ใช้ 100 มิลลิลิตร และ 200 มิลลิลิตร

ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง	สัญลักษณ์	ระดับในการทดลอง	
		ต่ำ (-)	สูง (+)
1. อุณหภูมิในการอบ	Tp	60°C	80°C
2. ความชื้นในการอบ	H	50%RH	60%RH
3. เวลาในการอบ	Ti	8 ชั่วโมง	15 ชั่วโมง
4. การทิ้งกาวยให้สัมผัสอากาศ	G	1 วินาที	5 วินาที
5. ปริมาณกาวยที่ใช้	V	100 มิลลิลิตร	200 มิลลิลิตร

%RH - %Relative Humidity

ตาราง 3.4 ปัจจัยและระดับที่ใช้ในการทดลอง

ระดับในการทดลองได้มาจากการระดมสมองของกลุ่มสมาชิกด้วยประสบการณ์การทำงาน ประกอบด้วย กรรมการผู้จัดการ หัวหน้างานและพนักงานทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้

อุณหภูมิในการอบ -> พิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดตามธรรมชาติในฤดูร้อนคือ

40 องศาเซลเซียส

ความชื้นในการอบ -> พิจารณาจากความชื้นสัมพัทธ์ตามธรรมชาติในฤดูฝนคือ 60%RH

เวลาในการอบ -> พิจารณาจากเวลาเดิมคือ 24 ชั่วโมงที่ตากตามธรรมชาติ และ
พิจารณาจากการใช้ตู้อบร่วมด้วย จึงพบว่าในกรณีตู้อบร้อนที่
40 องศาเซลเซียส งานสามารถแห้งภายใน 12 ชั่วโมง ดังนั้นในตู้อบ
ควรใช้เวลาน้อยลงไป

การทิ้งกาวในอากาศ -> พิจารณาจากความเป็นไปได้ในการทำงานจริง

ปริมาณกาวที่ใช้ -> พิจารณาจากการทำงานจริง กาวเย็นในกรณีใช้กาวมากเกินไป
จึงพิจารณาร่วมกับชนิดของแปรงร่วมด้วย

หลังจากนั้นนำตัวแปรที่ใช้สำหรับทดลองแบบ 2 ระดับ จำนวน 5 ปัจจัย คือ ระดับต่ำ (-)
และระดับสูง (+) มาทำการกำหนดเงื่อนไขการทดลองแบบเศษส่วนของแฟคทอเรียล หรือมีจำนวน
ทั้งสิ้น 2⁵⁻² เท่ากับ 8 การทดลอง แต่มีการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง จึงได้การทดลองทั้งสิ้น 16 การทดลอง ดัง
แสดงในตาราง 3.7 หัวข้อ 3.1.7

3.1.7 ดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขที่ได้เพื่อยืนยันผล

การทดลองถูกทำซ้ำ 2 ครั้ง ด้วยการทดลอง 2 ระดับ แบบ 5 ปัจจัย

A คือ อุณหภูมิในการอบ	แทนด้วยสัญลักษณ์ Tp
B คือ ความชื้นในการอบ	แทนด้วยสัญลักษณ์ H
C คือ เวลาในการอบ	แทนด้วยสัญลักษณ์ Ti
D คือ การทิ้งกาวให้สัมผัสอากาศ	แทนด้วยสัญลักษณ์ G
E คือ ปริมาณกาวที่ใช้	แทนด้วยสัญลักษณ์ V

RunOrder	อุณหภูมิในการอบ (Tp)	ความชื้นในการอบ (H)	เวลาในการอบ (Ti)	กาวสัมผัสอากาศ (G)	ปริมาตรกาวที่ใช้ (V)
1	-1	-1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1	-1	-1
3	-1	+1	-1	-1	-1
4	+1	+1	-1	+1	-1
5	-1	-1	+1	+1	-1
6	+1	-1	+1	+1	+1
7	-1	+1	+1	-1	+1
8	+1	+1	+1	-1	+1
9	-1	-1	-1	+1	-1
10	+1	-1	-1	+1	+1
11	-1	+1	-1	+1	+1
12	+1	+1	-1	-1	+1
13	-1	-1	+1	-1	-1
14	+1	-1	+1	+1	-1
15	-1	+1	+1	+1	+1
16	+1	+1	+1	-1	+1

ตาราง 3.5 การทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบเศษส่วนของแฟกทอเรียลแบบ 2^{5-2} , ทำซ้ำ 2 ครั้ง

3.1.8 การเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงและประเมินผล

หลังจากทำการอบแข็ง ตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำเจียงออกจากเตาอบและนำมาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้เย็นตัวลง หลังจากนั้นผ่านการตรวจสอบเพื่อคุณลักษณะของกาวและบันทึกเปอร์เซ็นต์งานเสีย ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง เก็บผลการทดลองที่ได้ไว้เป็นผลการทดลอง

RunOrder	อุณหภูมิ ในการอบ (Tp)	ความชื้น ในการอบ (H)	เวลาใน การอบ (Ti)	กาวสัมผัส อากาศ (G)	ปริมาตร กาวที่ใช้ (V)	ผลตอบ: เปอร์เซ็นต์งานเสีย
1	-1	-1	-1	-1	-1	
2	+1	-1	-1	-1	-1	
3	-1	+1	-1	-1	-1	
4	+1	+1	-1	+1	-1	
5	-1	-1	+1	+1	-1	
6	+1	-1	+1	+1	+1	
7	-1	+1	+1	-1	+1	
8	+1	+1	+1	-1	+1	
9	-1	-1	-1	+1	-1	
10	+1	-1	-1	+1	+1	
11	-1	+1	-1	+1	+1	
12	+1	+1	-1	-1	+1	
13	-1	-1	+1	-1	-1	
14	+1	-1	+1	+1	-1	
15	-1	+1	+1	+1	+1	
16	+1	+1	+1	-1	+1	

ตาราง 3.6 การบันทึกค่าเปอร์เซ็นต์งานเสียจากกาวเชื่อมในการทดลองแบบ 2^{5-2}

3.1.9 สรุปและวิเคราะห์ผล

- นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab Release14 เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์งานเสียจากกาวเชื่อม
- ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการ Response Optimizer เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีความเหมาะสมต่อการลดงานเสียจากกาวเชื่อม และได้ผลการตอบสำหรับการประเมินค่าของปัจจัยที่เหมาะสมต่อการลดงานเสียจากกาวเชื่อม
- ทำการประเมินความแม่นยำของผลการทดลองด้วยวิธีการวาดกราฟและเปรียบเทียบค่างานเสียจากกาวเชื่อม

- 4) นำค่าของปัจจัยที่ได้จากการคำนวณมาทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลวัดค่าเปอร์เซ็นต์งานเสียจากกาวเชื่อม
- 6) สรุปผลการทดลองว่าผลที่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved