การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

วุฒิภัทร สืบสินไชย

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี
และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

The study of factors affecting the production of printed circuit board

Wutthiphat Suebsinchai

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Engineering Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

เสนอโดย วุฒิภัทร สืบสินไชย

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 20 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์
ชื่อผู้เขียน	วุฒิภัทร สืบสินไชย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม (การจัดการการผลิตและเทคโนโลยี)
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งบริษัทที่ทำการศึกษาพบปัญหาที่ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ ซึ่งเกิดจากข้อจำกัดในการผลิต ทั้งต้นทุนการผลิต วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต ทำให้สูญเสียโอกาสและรายได้เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปัญหาดังกล่าว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่จะสามารถปรับเปลี่ยนให้สามารถผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้

จากการเก็บข้อมูล พบว่างานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) มีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ งานที่ไม่สามารถทำได้ (Reject) และงานที่สามารถทำได้เลย (Accept) ตามลำดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ทฤษฎี Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ พบว่าความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตลายวงจรมีประสิทธิภาพต่ำ จากนั้นทำการหาแนวทางการในการแก้ไขปัญหา โดยการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีความสามารถในการผลิตที่ดีกว่า เพื่อให้สามารถรับผลิตงานจากลูกค้าได้มากขึ้น อีกทั้งยังสามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้สามารถรับผลิตงานจากลูกค้าได้มากขึ้น ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยประเมินจากจำนวนงานที่ต้องขอแก้ไขลายวงจร (Circuit) เทียบกับจำนวนงานทั้งหมดที่ได้รับจากลูกค้า

Thesis Title	The reduction of mistakes in inspection process by machine of printed circuit board industry
Author	Wutthiphat Suebsinchai
Thesis Advisor	Asst.prof. Suparatchai Vorarat, Ph.D.
Department	Engineering Management (Production and Technology Management)
Academic Year	2018

ABSTRACT

This study aims to present the study of factors affecting the production of printed circuit board that company can't produce printed circuit board which customer design that caused by limited production such as production cost, material and production process. It effect to opportunity and income loss. So the researcher need to study of factors affecting to support the technological change that can be adjusted to be able to produce printed circuit board design from customer effectively. The objective of this research was to know the cause and guideline for solving this problem.

Accordingly, the design from customer that can be produce but must have a request to modify the printed circuit board (Condition) is the most of quantity, followed by the design from customer that can't be produce (Reject) and the design from customer that can produce directly, respectively. So that, the tool for analyze the cause of problem was Why-Why Analysis. Analysis revealed that the cause of problem was machine which low efficiency to produce circuit design. Then, guideline for solving this problem was buy the new machine which better capability in order to be able to receive more job from customers and can support new technologies.

As a result, it is possible to receive more than 50 percent of the work from customer by evaluating the number of jobs which must have a request to modify the circuit design against the total amount of job received from customers.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ ผู้จัดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษารายบุคคลฉบับนี้จะมีประโยชน์สำหรับผู้อ่าน หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดบกพร่องหรือผิดพลาด ผู้จัดทำขออภัยเป็นอย่างสูงและขอน้อมรับคำแนะนำอันเป็นประโยชน์เหล่านั้น

วุฒิภัทร สืบสินไชย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)	3
2.2 Why-Why Analysis	12
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
3. ระเบียบวิธีวิจัย	18
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	18
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	21
4. การดำเนินงานวิจัย	24
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล	24
4.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา	32
4.3 ผลการปรับปรุง	33
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผล	34
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ประวัติผู้เขียน	37

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างกราฟ..... 7

4.1 สาเหตุของปัญหาที่ไม่สามารถทำลายวงจรได้..... 26

4.2 Specification ของ Laminator machine รุ่น CSL-A25U..... 28

4.3 Specification ของ Exposure machine รุ่น E2100-5KAC..... 29

4.4 Specification ของ Exposure machine รุ่น Ledex-3500..... 33

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างแผนผังเหตุและผล…….	4
2.2	ตัวอย่างใบตรวจสอบ…….	6
2.3	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต……...……...	8
2.4	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม……..	9
2.5	ตัวอย่างฮิสโตแกรม……	10
2.6	แผนผังกระจาย……...	11
2.7	ผังแสดงการวิเคราะห์ด้วยคำถามทำไม……..	12
2.8	ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมโบลท์ไม่หมุน…….	13
2.9	ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมแท็งค์น้ำจึงบุบเข้าข้างในขณะปั๊มน้ำออก……	14
2.10	ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมแกนของสกรูคอนเวเยอร์จึงหัก…….	14
3.1	ตัวอย่างแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์……...	19
3.2	ตัวอย่างกระบวนการผลิตของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	21
3.3	check sheet ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22
3.4	กราฟแสดงผลการตรวจสอบแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์……...	22
4.1	ประเภทของแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องขอแก้ไข…….	25
4.2	ผังแสดงการวิเคราะห์ปัญหาทำไมทำลายวงจรไม่ได้.....	26
4.3	Laminator machine รุ่น CSL-A25U..……..……..……..……..	28
4.4	Exposure machine รุ่น E2100-5KAC…….	29
4.5	ประเภทของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถทำได้……...	30
4.6	ผังแสดงการวิเคราะห์ปัญหาทำไมไม่มีวัตถุดิบ (Material)……..……...	31
4.7	Exposure machine รุ่น Ledex-3500……...	32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้มีความต้องการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความหลากหลายมากขึ้น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมโทรคมนาคม อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ยังต้องใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการพัฒนาประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้บริโภค เป็นต้น ซึ่งแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญชิ้นหนึ่งในการผลิตสินค้าและอุปกรณ์ต่างๆที่ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น จึงทำให้มีวงจรไฟฟ้าที่มีความละเอียดซับซ้อนมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีขนาดของลายวงจรเล็กลงและซับซ้อน และมีจำนวนชั้น (Layer) ของแผ่นวงจรมากขึ้น ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค การผลิตที่ต้องการทักษะในการผลิตสูงเพื่อให้ได้ PCB คุณสมบัติพิเศษที่มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพตามต้องการ นอกจากนั้นยังอาจมีความหลากหลายของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่นการใช้ลามิเนตที่มีหลากหลายยี่ห้อและหลากหลายรุ่น ความต้องการวัตถุดิบที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของการใช้งานที่มีการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิที่สูงและอย่างรวดเร็ว หรือความต้องการใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์มีการใช้วัตถุดิบและกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการออกแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์และข้อกำหนดของลูกค้า ซึ่งบริษัทที่ทำการศึกษาพบปัญหาที่ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ ซึ่งเกิดจากข้อจำกัดในการผลิต ทั้งต้นทุนการผลิต วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต ทำให้สูญเสียโอกาสและรายได้เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปัญหาดังกล่าว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่จะสามารถปรับเปลี่ยนให้สามารถผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาบริษัทที่ผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลที่เก็บตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหา สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ ซึ่งอาจส่งผลให้มีรายได้มากขึ้น รักษาฐานลูกค้า และมีลูกค้าใหม่ๆเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

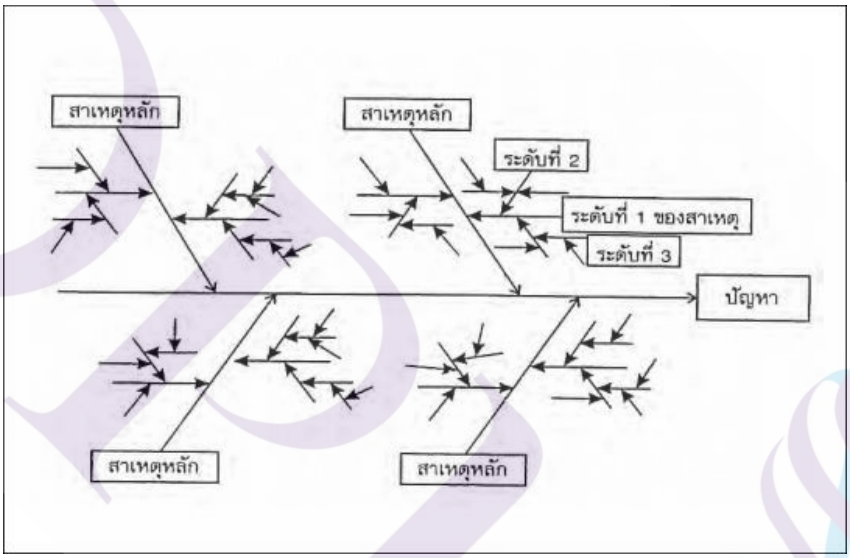
2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

ในปี ค.ศ. 1946 JUSE หรือ Union of Japanese Scientists and Engineers ได้ถูกก่อตั้งขึ้นพร้อม กับการจัดตั้งกลุ่ม Quality Control Research Group ขึ้น ต่อมาในปีค.ศ. 1954 Dr. J. M. Juran ได้ถูก เชิญมายังประเทศญี่ปุ่น เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่การค้นคว้า ให้การศึกษาและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งประเทศ โดยมีจุดหมายเพื่อลบภาพพจน์สินค้าคุณภาพต่ำราคาถูก ออกจากสินค้าที่ "Made in Japan" และเพิ่มพลังส่งออกไปพร้อมๆ กัน หลังจากนั้น มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งก็คือ Japanese Industrial Standards (JIS) marking system ได้ถูกกำหนดเป็นกฎหมายในปีค.ศ. 1950 พร้อม ๆ กับการเชื้อเชิญ Dr. W. E. Deming มาเปิดสัมมนาทาง QC ให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ นับเป็นการจุดประกายของการตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพ อันตามมาด้วยการก่อตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียง เพื่อมอบให้แก่โรงงานซึ่งมีความก้าวหน้าในการพัฒนาคุณภาพดีเด่นของประเทศ ผู้บริหารระดับสูงภายในองค์กรในการนำเทคนิคเหล่านั้นมาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจาก พนักงานทุก ๆ คน นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุม คุณภาพรวม 7 ชนิด ที่เรียกว่า QC 7 Tools มาใช้ เป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด สำหรับเครื่องมือทั้ง 7 ชนิด สามารถแจกแจงได้ ดังนี้

- แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)
- แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
- กราฟ (Graph)
- ผังพาเรโต (Pareto Diagram)
- แผนภูมิการควบคุม (Control Chart)

- ฮิสโตแกรม (Histogram)
- แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

2.1.1 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) คือแผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุ (Causes) ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นั้น ๆ ปัญหาเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ อาจมีหลายสาเหตุจึงต้องมีการแจกแจงสาเหตุต่างๆ ออกมาให้ชัดเจน ทั้งนี้เพื่อการศึกษา วิเคราะห์ทำความเข้าใจและการหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงประเด็น แผนผังแสดงเหตุและผลเรียกอีกชื่อว่าผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือผังอิชิกาวา (Ishigawa Diagram) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังเหตุและผล

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

หากกล่าวถึงในส่วนของกระบวนการผลิต โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

- Man หมายถึง การตรวจสอบผู้ปฏิบัติทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ มีความรับผิดชอบหรือไม่ ผู้ปฏิบัติมีทักษะความชำนาญหรือไม่ ผู้ปฏิบัติได้รับมอบงานที่ตรงกับความสามารถหรือไม่
- Machine หมายถึง การตรวจสอบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสอดคล้องกับ

ความสามารถของขบวนการผลิตหรือไม่เครื่องจักรขัดข้องบ่อยหรือไม่ การจัดวางเหมาะสมหรือไม่ เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

- Material หมายถึง การตรวจสอบ 6 ข้อผิดพลาดในเรื่องคุณภาพการตรวจสอบระบบคงคลัง เพียงพอหรือไม่
- Method หมายถึง การตรวจสอบว่ามาตรฐานในการทำงานมีเพียงพอหรือไม่ ปลอดภัยหรือไม่ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพหรือไม่ ลำดับขั้นตอนการทำงานเหมาะสมหรือไม่
- E - Environment หมายถึง อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

ประโยชน์ของแผนผังสาเหตุและผล

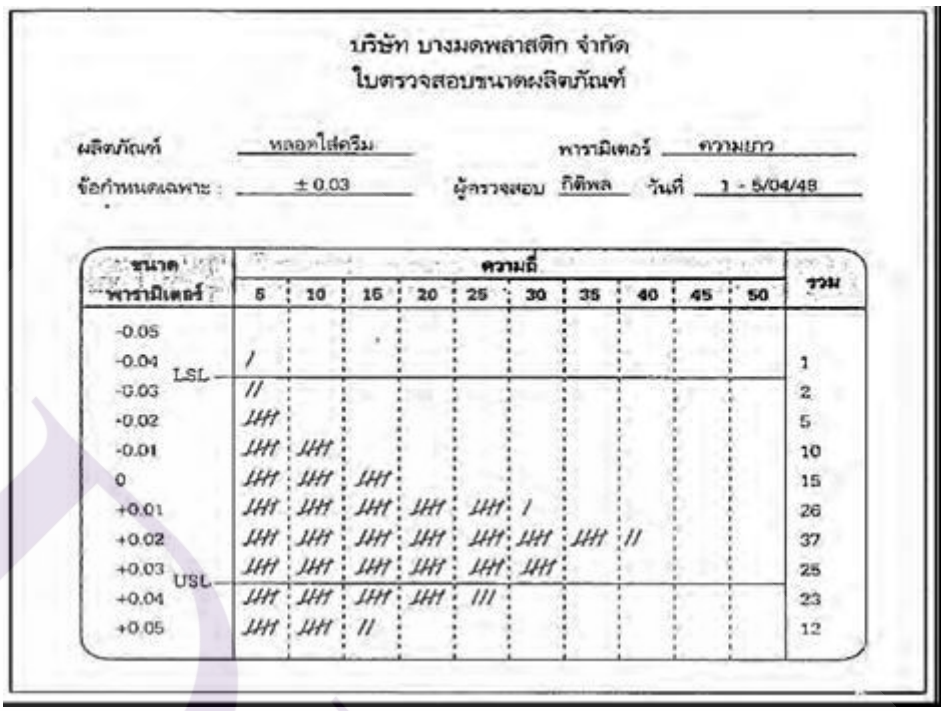
1. ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมความคิดจากสมองของทุกคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มคุณภาพอย่างเป็น หมวดหมู่ซึ่งได้ผลมากที่สุด

2. แสดงให้เห็นสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหาของผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่อง จนถึงปมสำคัญที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไข

3. แผนผังนี้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งในหน้าที่การงาน สังคม หรือแม้กระทั่งในชีวิตประจำวัน

2.1.2 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

แผนภูมิแจงนับ (Tally Chart) หรือ ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือ ตาราง แผนผัง หรือ รายการที่มีการออกแบบไว้ล่วงหน้าเพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูลหรือตัวเลข แต่เพื่อความสะดวก มักจะออกแบบเพื่อให้สามารถใช้การ “ขีด” (/) ลงในใบตรวจสอบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตที่มีต่อปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เป็นพื้นฐานสำคัญของการควบคุมกระบวนการและการแก้ไขปัญหา ดังภาพที่ 2.2



บริษัท บางมดพลาสติก จำกัด
ใบตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ หลอดไส้ครีม พารามิเตอร์ ความยาว
ข้อกำหนดเฉพาะ : ± 0.03 ผู้ตรวจสอบ กิตติพล วันที่ 1 - 5/04/48

ขนาดพารามิเตอร์		ความถี่ 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	รวม
-0.05												
-0.04	LSL	/										1
-0.03		//										2
-0.02		/////										5
-0.01		/////	/////									10
0		/////	/////	/////								15
+0.01		/////	/////	/////	/////	/////	/					26
+0.02		/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	//			37
+0.03		/////	/////	/////	/////	/////	/////					25
+0.04	USL	/////	/////	/////	/////	///						23
+0.05		/////	/////	//								12

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างใบตรวจสอบ

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

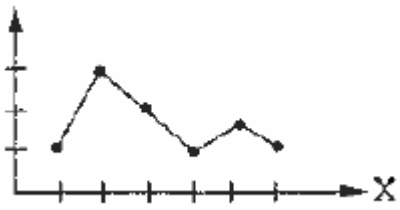
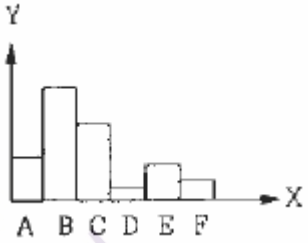
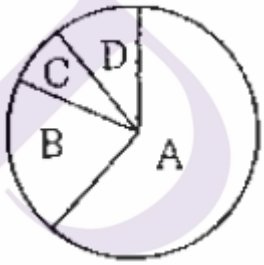
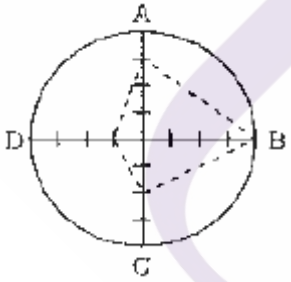
<u>วัตถุประสงค์ของการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล</u>

- เพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต
- เพื่อการตรวจสอบ
- เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

2.1.3 กราฟ (Graph)

เป็นแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ที่สามารถทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ใช้แสดงข้อมูลที่เป็นตัวเลข หรือสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับเวลาของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปเพื่อใช้เสนอสถานภาพของปัญหาและนำเสนอผลการปรับปรุงโดยการเปรียบเทียบปริมาณข้อมูลให้เห็นได้ง่ายและรวดเร็ว กราฟมีหลายชนิด ซึ่งได้สรุปกราฟตามจุดประสงค์ ในการใช้งาน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างกราฟ

ชื่อกราฟ	ลักษณะ	วัตถุประสงค์
กราฟเส้นตรง		แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลเชิงตัวเลขโดยมีสาเหตุสาคัญอยู่ที่แกน x จะเรียกกราฟนี้ว่ากราฟแนวโน้ม
กราฟแท่ง		แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณของประเภทข้อมูลตามแกน x
กราฟวงกลม		แสดงการเปรียบเทียบถึงสัดส่วนของข้อมูลแต่ละประเภท (แสดงในแต่ละส่วน)
กราฟเรดาร์		แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ ของข้อมูล ที่ต้องการแสดงผล มากกว่า 2 มิติ

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

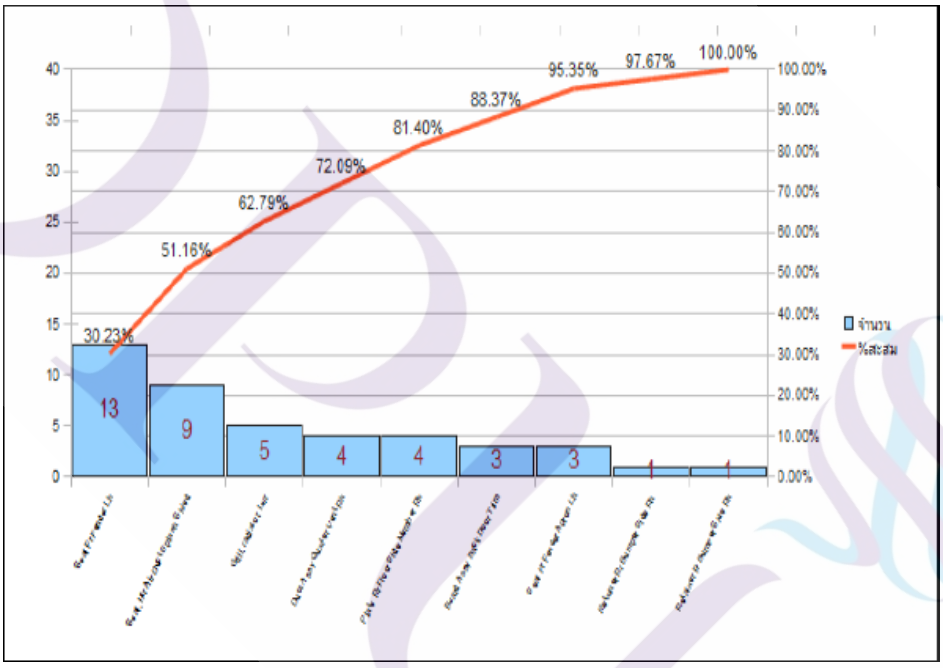
2.1.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) คือ แผนภูมิที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นใน องค์การ ว่าปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญที่สุดโดยการเรียงลำดับ จากนั้นนำปัญหาหรือสาเหตุเหล่านั้น มาจัดหมวดหมู่หรือแบ่งแยกประเภทแล้วเรียงลำดับความสำคัญจากน้อยไปหามาก เพื่อ

แสดงให้เห็นว่าแต่ละปัญหามีอัตราส่วนเท่าใดเมื่อเทียบกับปัญหาทั้งหมด โดยการแสดงด้วยกราฟแท่ง กราฟ แท่งที่สูงที่สุด คือ ปัญหาที่เกิดร่วมกันมากที่สุด (Most Common Problem) จำเป็นที่องค์กรต้องสนใจแก้ไข ดังภาพที่ 2.3

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

- สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด
- สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
- ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี
- ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้
- ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

2.1.5 แผนภูมิการควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิการควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่เขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนด ทางด้านเทคนิคที่ระบุถึงคุณสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ที่จะทำการผลิตแผนภูมิ

การควบคุม เป็นกราฟเส้น (Line Graph) ที่ใช้เพื่อติดตามดูแนวโน้มหรือผลการปฏิบัติงาน โดยใช้ข้อมูลจากการติดตามงานสร้างขอบเขตการควบคุม (Control Limits) ขอบเขตการควบคุมจะมีช่วง (Range) ที่ให้การปฏิบัติดำเนินการได้ ประกอบด้วยขอบเขตการควบคุมบน (Upper control limit: UCL) และ ขอบเขตการควบคุมล่าง (Lower control limit: LCL) การควบคุมจะคุมไม่ให้การปฏิบัติงานในแต่ละระยะเวลาออกนอกขอบเขต ดังภาพที่ 2.4

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

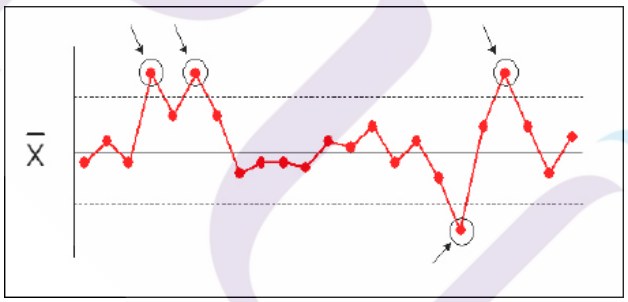
1. ใช้เฝ้าติดตามดูว่า ตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการทำงานมีค่าอยู่ในพิกัดที่ต้องการหรือไม่

2. ใช้เฝ้าติดตาม การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมว่า มีแนวโน้มอย่างไร ทำให้ทราบได้ล่วงหน้าว่ามีแนวโน้มจะเกิดปัญหาหรือไม่ และสามารถคิดหามาตรการและลงมือป้องกันแก้ไขได้อย่างทันท่วงทีก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น

3. ใช้เปรียบเทียบผลก่อน และหลังการแก้ไขปัญหา

ลักษณะที่สำคัญของแผนภูมิควบคุม

มีลักษณะคล้าย "กราฟเส้น" แต่เนื่องจากมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเฝ้าติดตามดูความผันแปรของค่าของข้อมูล จึงมีองค์ประกอบเพิ่มเติม ได้แก่ เส้นพิกัดด้านบน (Upper Control Limit: UCL) เส้นพิกัดด้านล่าง (Lower Control Limit: LCL) เส้นกลาง (Center Line: CL)



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

2.1.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งชนิดหนึ่งซึ่งแสดงถึงการกระจายความถี่ของข้อมูล (แสดงข้อมูลเป็นหมวดหมู่) ที่เก็บรวบรวมเรื่องใดเรื่องหนึ่งการจัดการคุณภาพ แสดงความถี่

ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ตามตัวแปรตัวหนึ่งใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้มีแนวโน้มสู่ศูนย์กลางที่เป็นค่าสูงสุดแล้วกระจายลดหลั่นลงตามลำดับ

ประโยชน์ของฮิสโตแกรม

1. เพื่อศึกษาว่าข้อมูลชุดหนึ่ง มีการกระจายตัวมากหรือน้อยเพียงใด อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ (ตามสเปก) มากหรือน้อยเพียงใด

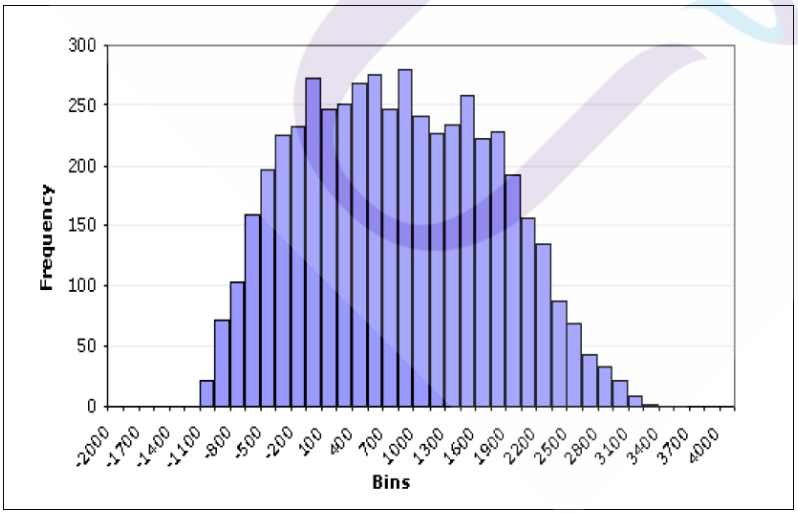
2. ใช้ในการคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูลชุดนั้น อาทิค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. จากค่าขอบเขตที่ยอมรับได้ (ตามสเปก) และ ค่าทางสถิติที่คำนวณได้ ทำให้สามารถระบุค่า "ดัชนี วัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index: Cp)" ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการ "เปรียบเทียบสมรรถนะ (benchmarking)" และ การปรับปรุงกระบวนการต่อไป

4. ใช้ตรวจสอบประสิทธิผลของการปรับปรุง

เมื่อไรจึงจะใช้แผนภาพฮิสโตแกรม

- เมื่อต้องการตรวจสอบความผิดปกติ โดยดูการกระจายของกระบวนการทำงาน
- เมื่อต้องการเปรียบเทียบข้อมูลกับเกณฑ์ที่กำหนด หรือค่าสูงสุด-ต่ำสุด
- เมื่อต้องการตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการทำงาน (Process Capability)
- เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Root Cause)
- เมื่อต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการในระยะยาว
- เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากๆ



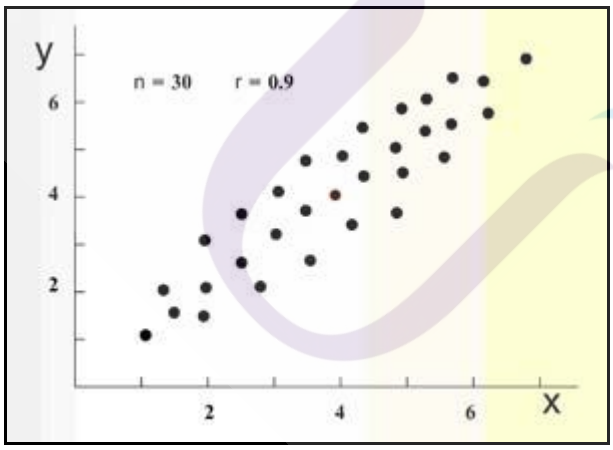
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างฮิสโตแกรม

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

2.1.7 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิต ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรในสถิติ ข้อมูลที่เกิดจะเป็นจุดของการกระจายตัวของข้อมูล 2ชุด ซึ่งอาจกระจายในลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่สัมพันธ์กันก็ได้ ความสัมพันธ์ยังอาจมีทิศทางและระดับที่แตกต่างกันออกไปก็ได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังการกระจาย

- เมื่อต้องการจะบ่งชี้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา
- เมื่อต้องการจะตัดสินใจ ว่าผลกระทบ 2 ตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ มีปัญหาที่เกิดจากสาเหตุเดียวกันหรือไม่
- เมื่อต้องการอธิบายความสัมพันธ์ก้างปลา (X) ที่ได้จากการระดมสมอง ว่ามีผลกระทบต่อหัวปลา (Y) หรือไม่ เช่น อัตราการขาดงานของคนงาน เป็นสาเหตุให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่บกพร่องมีจำนวนมากขึ้น
- เมื่อต้องการใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปร 2 ตัว ที่เราสนใจศึกษาว่าจะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เช่น ส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหรือไม่

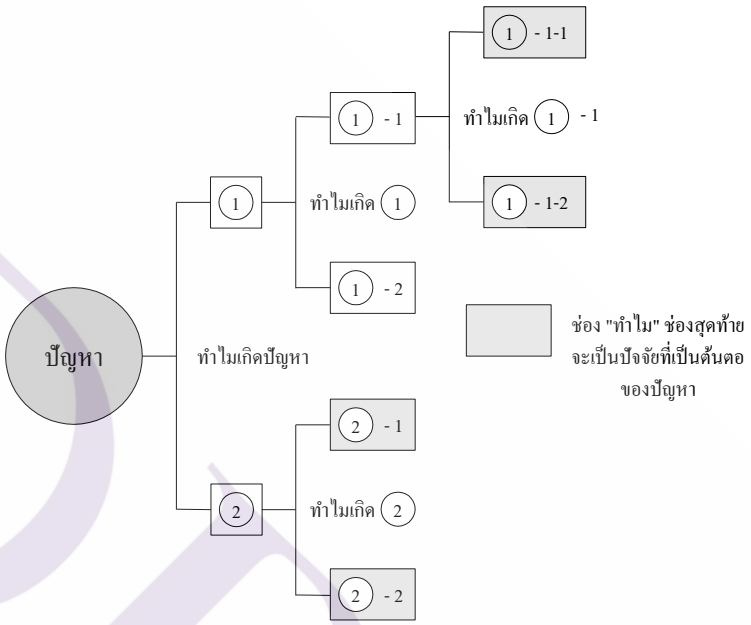


ภาพที่ 2.6 แผนผังกระจาย

ที่มา: กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

2.2 Why-Why Analysis

Why-Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดาหรือนั่งเทียน ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ผังแสดงการวิเคราะห์ด้วยคำถามทำไม

ที่มา: บัญญัติ นิยมวาส

จากภาพที่ 2.7 เมื่อมีปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น จะระดมสมองเพื่อหาปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เป็นต้นเหตุโดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” โดยตั้งคำถามไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหาในช่องสุดท้าย ปัจจัยที่อยู่หลังสุด จะต้องเป็นปัจจัยที่สามารถพลิกกลับกลายเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพ (เป็นมาตรการป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำอีก)

2.2.1 สะสางปัญหาให้ชัดเจน ยึดกุมข้อเท็จจริงให้มั่น

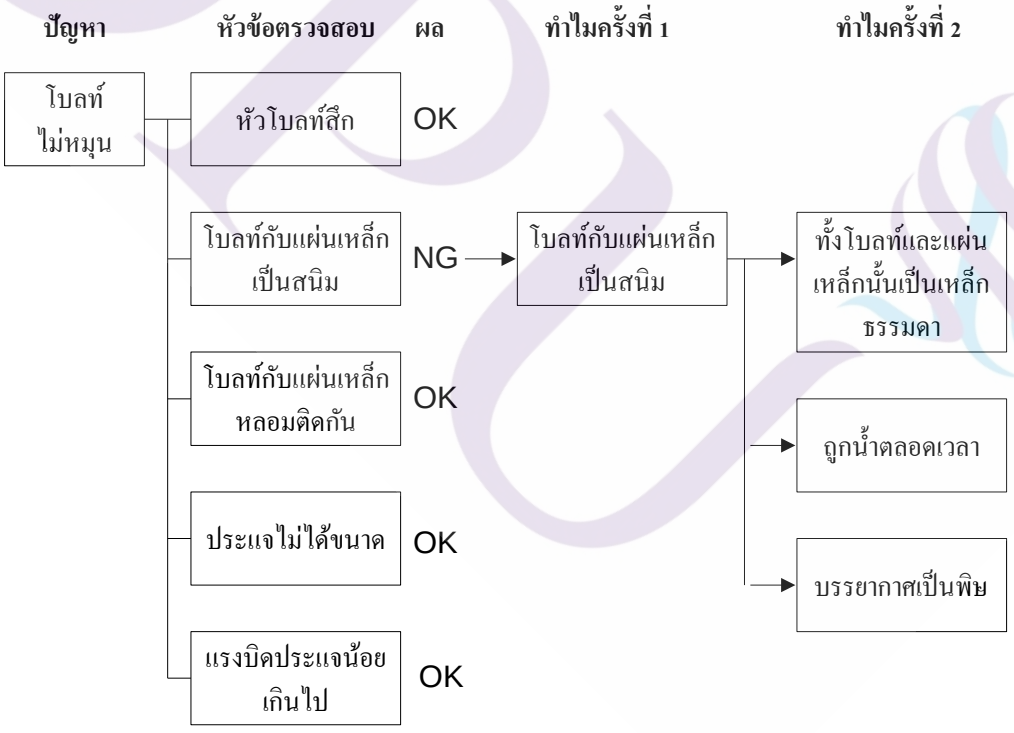
ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why Analysis จะต้องไปตรวจสอบสถานที่จริง และดูสภาพของจริง อันเป็นที่มาของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน ถ้าไม่สะสางให้ดี จะทำให้การวิเคราะห์กินวงกว้างเกินไป และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากเกินไป ถึงแม้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมาก็ตาม มาตรการที่ตามมาจะมีมากเกินกว่าที่จะนำมาปฏิบัติได้

2.2.2 ทำความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา

จะต้องทำการแจกแจงส่วนงานที่เป็นปัญหา ให้ออกมาเป็นไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน แสดงความสัมพันธ์ของหน้าที่ แสดงค่าที่ควรจะเป็นของชิ้นส่วนนั้นๆ กับสภาพที่ใช้งานจริง หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบ basic condition กับ working condition ฯลฯ ในกรณีของงานทั่วๆ ไป ให้เขียนภาพขั้นตอนหรือการไหลของงาน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของงานนั้นๆ

2.2.3 การมองปัญหาของ Why-Why Analysis

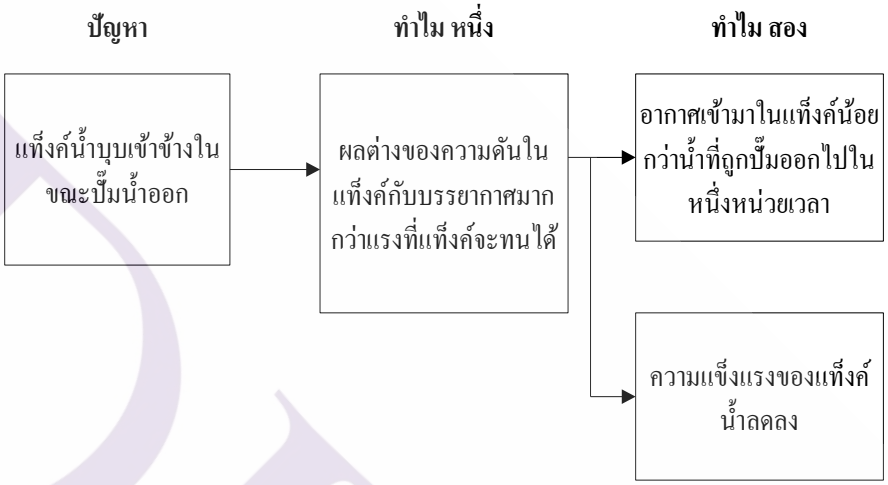
2.2.3.1 การมองจากสภาพที่ควรจะเป็น เป็นการค้นหาสาเหตุโดยการนึกภาพขึ้นมาในหัวว่าการจะทำให้ดีนั้น จะต้องมีรูปแบบ ลักษณะ และเงื่อนไขอย่างไร การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็นคือ การเปรียบเทียบวิธีการของตนเองกับสิ่งที่เป็นมาตรฐานหรือเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป “การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น” เป็นการกำหนดแนวทางในการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดกับสภาพที่ควรจะเป็น หลังจากกำหนดแนวทางได้แล้วก็จะตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ เพื่อค้นหาปัจจัยหรือสาเหตุออกมา ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมโบลท์ไม่หมุน

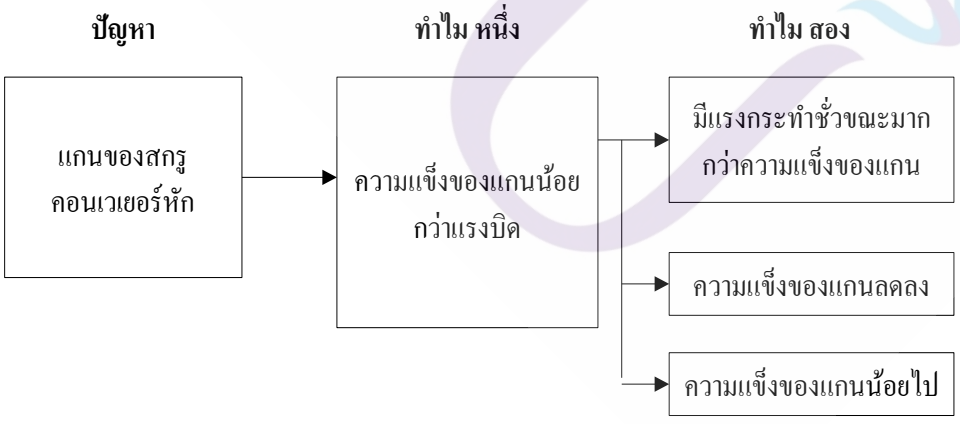
ที่มา: บัญญัติ นิยมวาส

2.2.3.2 การมองจากหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี เป็นการมองปัญหาจากการทำความเข้าใจกับหลักเกณฑ์หรือจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ ดังภาพที่ 2.9 และ 2.10



ภาพที่ 2.9 ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมแท็งค์น้ำจึงบุบเข้าข้างในขณะปั๊มน้ำออก

ที่มา: บัญญัติ นิยมวาส



ภาพที่ 2.10 ผังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมแกนของสกรูคอนเวเยอร์จึงหัก

ที่มา: บัญญัติ นิยมวาส

2.2.4 การมองปัญหาทั้งสองแบบมีข้อแตกต่างหรือข้อควรระมัดระวังดังนี้

2.2.4.1 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเข้าใจได้ไม่ยากนัก หรือมีต้นเหตุของปัญหาเพียง หนึ่งสาเหตุ ควรใช้วิธีการมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น

2.2.4.2 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่สนใจ เกี่ยวข้องกับกลไกที่ค่อนข้างเข้าใจยาก หรือมีต้นเหตุของปัญหาหลายสาเหตุ ควรเลือกใช้วิธีการมองปัญหาจากหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี หากมีความเข้าใจมากพอแล้วอาจจะใช้ทั้งสองวิธีพร้อมๆ กันก็ได้

2.2.5 ข้อควรระวังในการทำ Why-Why Analysis

2.2.5.1 ข้อความที่ใช้เขียนตรงช่อง “ปัญหา” และช่อง “ทำไม” ต้องให้สั้นและกระชับ

2.2.5.2 หลังจากที่ทำ Why-Why Analysis แล้ว จะต้องยืนยันความถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา โดยอ่านย้อนจาก “ทำไม” ช่องสุดท้ายกลับมายังช่อง “ปัญหา”

2.2.5.3 ให้ถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบปัจจัยหรือสาเหตุที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การวางมาตรการป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำอีก

2.2.5.4 ให้เขียนเฉพาะส่วนที่คิดว่าคลาดเคลื่อนไปจากสภาพปกติ (ผิดปกติ) เท่านั้น

2.2.5.5 ให้หลีกเลี่ยงการค้นหาสาเหตุที่มาจากสภาพจิตใจของคน พยายามวิเคราะห์ไปทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์หรือวิธีการจัดการมากว่า

2.2.5.6 อย่าใช้คำว่า “ไม่ดี” ในประโยคสำหรับช่อง “ทำไม”

2.2.6 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขด้วย Why-Why Analysis

2.2.6.1 กำหนดหัวข้อเรื่องที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.6.2 สำรวจความจริงของสภาพที่เป็นอยู่ของปัญหา ทั้งในด้านสถิติ และการไปสำรวจพื้นที่จริงที่เกิดปัญหา

2.2.6.3 ตั้งเป้าหมายที่จะลดปัญหาที่เกิดขึ้นให้กลายเป็นศูนย์

2.2.6.4. กำหนดแผนของกิจกรรม

(1) สำรวจความจริง

(2) วิเคราะห์ด้วย Why-Why

(3) เสนอแนวทางแก้ไข

(4) ทำการแก้ไขตามแนวทางที่ได้เสนอไว้

(5) ตรวจสอบผลลัพธ์ พร้อมเขียน OPL หากจำเป็น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรชัย น้ำผึ้ง (2555) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้แนวทางที่จะพัฒนา ปรับปรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ และวิธีการ โดยใช้เทคนิคและทฤษฎีต่างๆ มาใช้ได้แก่ ทฤษฎีการวิเคราะห์ภาวะล้มเหลวและผลกระทบ FMEA (Failure Mode and Effected Analysis) ทฤษฎีวิเคราะห์สาเหตุผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อหาสาเหตุ และทฤษฎีการตั้งคำถามทำไม ทำไม (Why-Why Analysis) เพื่อระบุถึงปัญหา หลังจากที่ทราบสาเหตุของปัญหาแล้ววิศวกรผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคต่างๆ มาแก้ไขปัญหาได้แก่ เทคนิคการขึ้นรูปขางานแบบเอียง 45 องศา (Incline Form) และเทคนิคการเคลือบผิวแบบ DF Coating ผลของการพัฒนาทำให้บริษัทสามารถผลิตงานได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานของลูกค้าทำให้มีใบสั่งซื้องานประเภท PPF มาตั้งแต่เดือน พฤษภาตม 2554 เพิ่มขึ้น 20% หรือคิดเป็น 10 ล้านชิ้นต่อเดือน โดยมีการติดตามผลและควบคุมการผลิตด้วยทฤษฎีทางสถิติ SPC (Statistical Process Control) มีการติดตามผลอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจนถึงปัจจุบัน

นายโสภณ เกิดสมบัติ นายณัฐกิตติ์ ทั่งทอง นายณัฐพงษ์ เชยชม (2560) ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการบรรจุน้ำดื่ม ซึ่งอาศัยการประยุกต์ใช้แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง KAIZEN ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาในกระบวนการบรรจุน้ำดื่ม ผู้วิจัยได้นำเทคนิค 7 QC Tools มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา จากนั้นนำเทคนิค Why-Why Analysis มาวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหา เมื่อทราบสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงแล้วจึงทำการวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ไข และนำหลักการ 5W1H มาใช้ในการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดซ้ำ ผลจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้ของเสียลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง KAIZEN นั้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการผลิต เพื่อช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตจึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อบริษัทเป็นอีกทั้งสถานประกอบการอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงได้เช่นกัน

ณัฐนนท์ จิวะไพศาลพงศ์ (2555) ได้ศึกษาการลดต้นทุนของสินค้าที่เกิดจากปัญหาของระบบการจัดเก็บสินค้าที่ไม่เหมาะสมและความเสียหายของสินค้าจำนวนมากอันเกิดจากกระบวนการผลิต โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อแก้ไขของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตสินค้า ด้วยการใช้ใบตรวจสอบ (Check sheet) สำรวจและเก็บข้อมูล นำมาแจกแจงด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) จากนั้นใช้ (Brainstorming, Fish-Bone diagram) เพื่อหาและวางมาตรการแก้ไขลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งเกิดจากเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานานขาดการบำรุงรักษาที่ดี อีกทั้งรวมไปถึงการตั้งเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ส่วนปัญหาการจัดเก็บสินค้าไม่มีระบบการจัดการที่ดี เสียเวลาในการค้นหาสินค้าและบางครั้ง

ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนผังคลังสินค้า การกำหนด Location code และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Microsoft Excel จัดทำข้อมูลสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้าและการเบิกจ่ายสินค้าคงคลัง หลังจากการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่างๆ พบว่าสามารถลดของเสียจากการผลิตคิดเป็นมูลค่า 1.07 ล้านบาทต่อปี และสามารถลดเวลาในการหาสินค้าคงคลังลงร้อยละ 43.17

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นจะต้องศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัทที่ทำการศึกษา และเครื่องที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่ทำการศึกษา โดยสังเขป

โรงงานที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานั้น เป็นโรงงานที่ประกอบธุรกิจผลิตและจำหน่ายแผ่นพิมพ์วงจรไฟฟ้าหรือแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Printed Circuit Board หรือ PCB) ซึ่งเป็นวงจรไฟฟ้าที่อยู่บนแผ่นฉนวนเคลือบทองแดง (Copper Clad Laminate) ขนาดเล็ก ทำหน้าที่เป็นฐานสำหรับยึดชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเชื่อมโยงวงจรไฟฟ้าระหว่างส่วนประกอบต่างๆ และเป็นส่วนประกอบขั้นพื้นฐานที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เครื่องเสียงติดรถยนต์ มอเตอร์เครื่องมือสื่อสารโทรคมนาคมเกือบทุกชนิด และแผงหน้าปัดรถยนต์

3.1.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์

โรงงานที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานั้น เป็นโรงงานผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะตัวอย่างแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต มีดังนี้

3.1.2.1 Single-sided PCB เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีแผ่นทองแดงเคลือบเพียงด้านเดียว มีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วๆไป เช่น Sub board ในโทรทัศน์ จอคอมพิวเตอร์ รีโมทคอนโทรล Inverter เป็นต้น

3.1.2.2 Double-sided PCB ชนิด Non Plate Through Hole เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีวงจรไฟฟ้าสองด้านแต่ไม่มีตัวนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะนำมาใช้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์บางประเภท เช่น มอเตอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศ มอเตอร์สำหรับตู้เย็น เป็นต้น

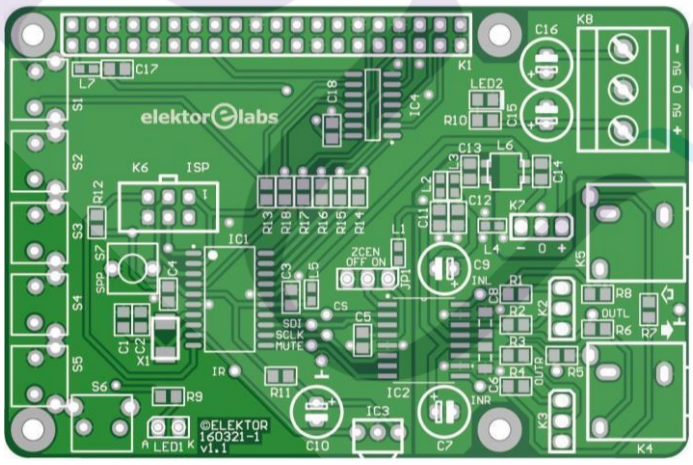
3.1.2.3 Double-sided PCB ชนิด Silver Paste Through Hole เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีวงจรไฟฟ้าสองด้านและมีตัวนำกระแสไฟฟ้าคือเงิน (Silver paste) นำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์บางประเภท เช่น โทรทัศน์ LCD LED คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ DVD แผงหน้าปัด

รถยนต์ เครื่องเสียงติดรถยนต์ ตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็ก Power supply ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ และเครื่องมือสื่อสาร (โทรศัพท์บ้านแบบไร้สาย) ซึ่งจำเป็นจะต้องมีเนื้อที่จำกัด และต้องการความเที่ยงตรงสูง

3.1.2.4 Double-sided PCB ชนิด Copper Paste Through Hole เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีวงจรไฟฟ้าสองด้านและมีตัวนำกระแสไฟฟ้าคือทองแดง (Copper paste) นำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์บางประเภท มีลักษณะใกล้เคียงกับ Double-sided PCB ชนิด Silver Paste Through Hole เหมาะสำหรับการผลิตเครื่องเสียงติดรถยนต์ ซึ่งให้คุณภาพของเสียงดีกว่า และมีราคายอมเยากว่า

3.1.2.5 Double-sided PCB ชนิด Plate-through-hole เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีวงจรไฟฟ้าสองด้านและมีตัวนำกระแสไฟฟ้าคือทองแดง โดยวิธีการ plate ด้วยกระแสไฟฟ้าและสารเคมี ซึ่งนำมาใช้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสลับซับซ้อนของลายวงจรและมีอุปกรณ์ชิ้นส่วนประกอบที่มีความหนาแน่นมาก เช่น ระบบนำทางรถยนต์ แผงควบคุมระบบไฟฟ้าในรถยนต์ เป็นต้น

3.1.2.6 Multilayer PCB เป็นแผ่นพิมพ์วงจรที่มีทองแดงหลายชั้น มีเส้นลายวงจรเพื่อเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าระหว่างชั้นใน (Inner Layer) และชั้นนอก (Outer Layer) โดยประเภทนี้จะมีความซับซ้อนมาก และใช้เทคโนโลยีสูงกว่าการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรที่มีวงจรไฟฟ้าสองด้าน



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

3.1.3.1 แผ่นเคลือบทองแดง (Copper Clad Laminate : CCL) มี 4 ชนิด ได้แก่

1) FR-1 ทำจากฟีนอลิก (Paper phenolic)

2) CEM-1 เป็นชนิดที่ใช้เซลลูโลสเป็นแกนกลาง มีใยแก้วตราสานทอเป็นผิวสองด้านยึดติดกันด้วยอีพอกซี่เรซิน (Epoxy resin)

3) CEM-3 เป็นชนิดที่ใยแก้วตราสานที่ไม่ทอเป็นแกนกลาง มีใยแก้วตราสานทอเป็นผิวสองด้านยึดติดกันด้วยอีพอกซี่เรซิน (Epoxy resin)

4) FR-4 ทำจากใยแก้วผ้าทอ (Glass Cloth) ยึดด้วยอีพอกซี่เรซิน (Epoxy resin) สามารถใช้ได้กับงานหลายประเภท ทนต่อความชื้นและอุณหภูมิสูง

3.1.3.2 Prepreg : PP

Prepreg คือ เส้นใย (fiber) ที่ถูกทำให้อิ่มตัว(impregnated) ไปด้วยเมตริกซ์เรซิน (matrix resin) ในขณะที่ยังไม่ทำให้เกิดการเชื่อมโยง (cure) อย่างสมบูรณ์ โดยเส้นใยที่ใช้อาจเป็นเส้นใยที่ยาวต่อเนื่อง (continuous fiber) หรือเส้นใยที่ถูกตัดให้สั้น (chopped fiber) โดย ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อให้นำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงาน โดยการนำไปวางที่แบบเป็นชั้นๆหรือนำมาขึ้นรูปในแม่พิมพ์

3.1.3.3 Solder mask ink

3.1.3.4 Marking ink

3.1.3.5 Peelable ink

3.1.3.6 Carbon ink

3.1.3.7 Silver paste through hole ink

3.1.3.8 Copper paste through hole ink

3.1.4 การเคลือบปิดผิว (Surface finishing)

เป็นการเคลือบปิดผิวของทองแดง ป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นบนทองแดง ทำให้บัดกรีติดได้ยากและทำให้แผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่มีเสถียรภาพเนื่องจากจุดเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์ และการกัดกร่อนของทองแดงจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับอากาศ ซึ่งบริษัทที่ทำการศึกษา มีการเคลือบปิดผิวอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

3.1.4.1 Organic Surface Preservation (OSP)

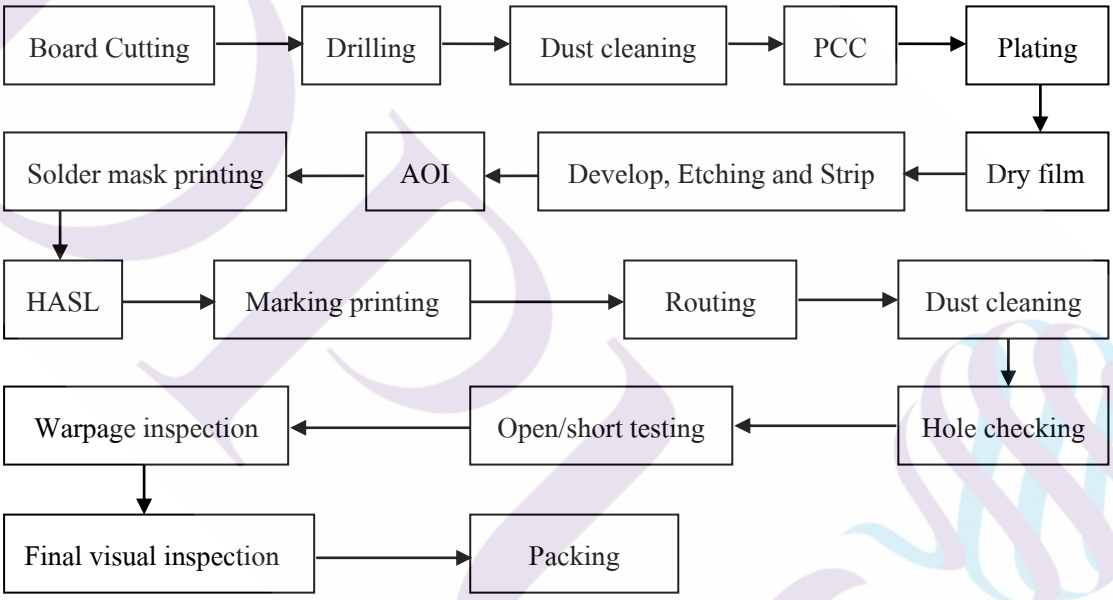
เป็นการปิดเคลือบผิวทองแดงด้วยสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปแบบของเหลวโดยมีน้ำเป็นส่วนประกอบ (organic water base compound) โดยจะเป็นการเคลือบผิวทองแดงไว้ด้วยฟิล์มบางๆ เพื่อไม่ให้ทองแดงสัมผัสกับอากาศโดยตรง การทำ Surface finish ด้วย OSP เป็นกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

3.1.4.2 Hot Air Solder Leveling (HASL)

เป็นการจุ่ม PCB ลงไปในบ่อโลหะอัลลอยด์ที่หลอมเหลว (Tin/Lead Solder Alloy สำหรับ HASL ถ้าเป็น HASL Lead Free จะไม่ใช้ Lead โดยจะเปลี่ยนเป็น Solder alloy ที่เป็น Lead Free เมื่อชุบ PCB แล้วจะทำการเป่าลมร้อนเพื่อไล่ Solder ส่วนเกินออกจาก PAD โดยใช้ Air Knives เนื่องการวิธีการนี้ต้องใช้ความร้อนสูงในการผลิต (265-270°C) ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหา Delamination (การบวม การแยกชั้นของ Layer ของแผ่น PCB)

3.1.5 กระบวนการผลิต

เนื่องจากแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์มีหลายประเภท โดยแต่ละประเภทมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างกระบวนการผลิตของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสังเขปดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างกระบวนการผลิตของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้ check sheet เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการบันทึกข้อมูลและทำการตรวจสอบแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากลูกค้าว่าสามารถทำได้หรือไม่ ในรูปแบบของไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ดังภาพที่ 3.3 โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

Check sheet Input 2018

No.	Date	Customer	Part number	Revision	Can produce?		TQ	TQ type				
					YES	NO		CC	SM	MK	HOLE	OL
1	01/01/2018	KAGA	FK4-5542-000	-		✓						
2	03/01/2018	CALCOMP THAILAND	6.633-031.0	1.7		✓						
3	03/01/2018	CALCOMP THAILAND	6.683-652.0	1.6		✓						
4	03/01/2018	CALCOMP THAILAND	6.683-614.0	2		✓						
5	03/01/2018	JVC KENWOOD	J7J-425-E1	-		✓						
6	03/01/2018	TSE	DE41-00838B	0.2	✓		✓		✓			
7	04/01/2018	TAKACOM	PCB901T	-		✓						
8	04/01/2018	TAKACOM	PCB931T	-		✓						
9	04/01/2018	CALCOMP THAILAND	6.683-652.0 (CPC)	1.6		✓						
10	04/01/2018	CALCOMP THAILAND	6.683-614.0 (CPC)	2		✓						
11	04/01/2018	HI-LINK	1BC-0380B (CRB29C)	4.23	✓		✓	✓	✓			
12	05/01/2018	AVI	KORA_PWB	-		✓						

ภาพที่ 3.3 check sheet ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการพลอตกราฟแสดงผลการตรวจสอบแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 กราฟแสดงผลการตรวจสอบแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากกราฟดังภาพที่ 3.4 จะเห็นได้ว่า งานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) มีจำนวนมากที่สุด คือ 840 งาน คิดเป็น 53.61

เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ งานที่ไม่สามารถทำได้ (Reject) จำนวน 642 งาน คิดเป็น 40.97 เปอร์เซ็นต์ และงานที่สามารถทำได้เลย (Accept) จำนวน 85 งาน คิดเป็น 5.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

บทที่ 4
การดำเนินงานวิจัย

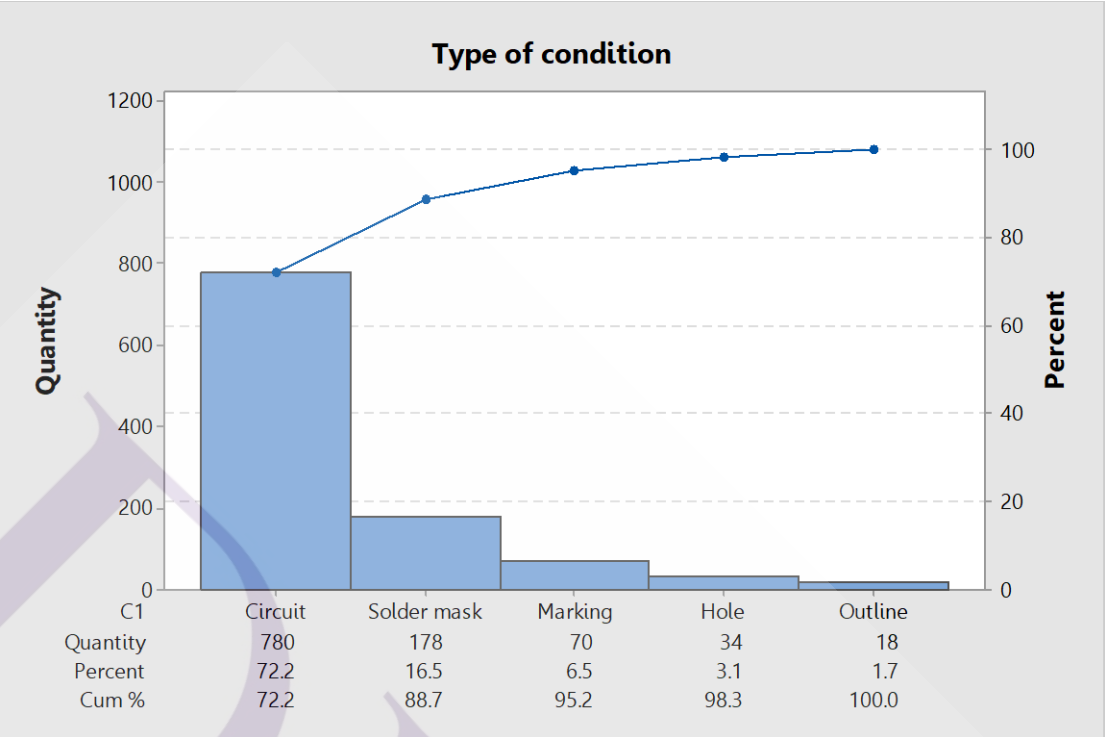
งานวิจัยเรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ โดยใช้เทคนิคทางวิศวกรรม เทคนิคการควบคุมคุณภาพ ในการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และวิธีการที่เหมาะสมที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผลจากการศึกษาจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา ดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลงานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) และงานที่ไม่สามารถทำได้ (Reject) ดังนี้

4.1.1 งานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition)

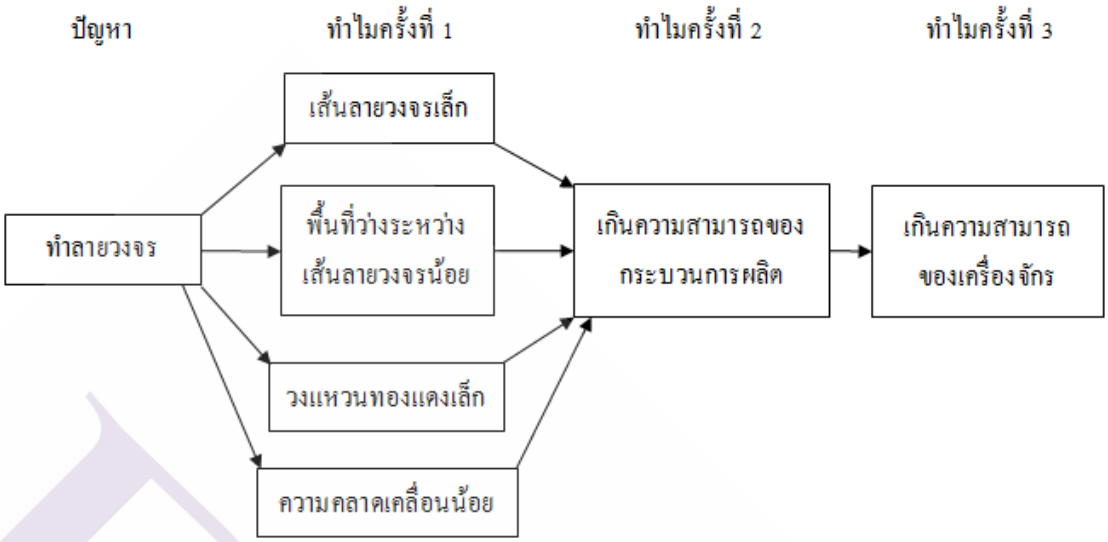
จากการวิเคราะห์ พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ ลายวงจร (Circuit) โซลเดอร์มาร์ส (Solder mask) มาร์คกิ้ง (Marking) รู (Hole) และกรอบงาน (Outline) ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ประเภทของแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องขอแก้ไข

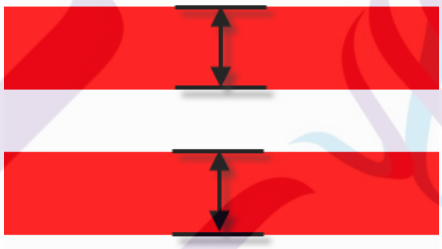
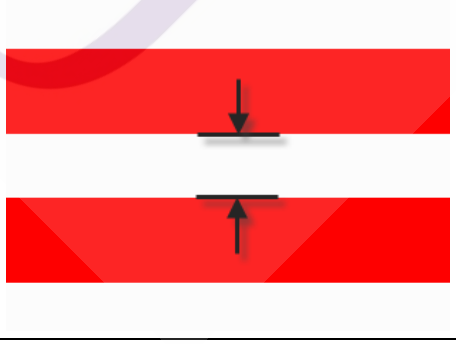
ภาพที่ 4.1 แผนภูมิพาเรโต แสดงให้เห็นว่าประเภทของแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องขอแก้ไขมีจำนวนมากที่สุด คือ ลายวงจร (Circuit) จำนวน 780 งาน คิดเป็น 72.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Solder mask จำนวน 178 งาน คิดเป็น 16.5 เปอร์เซ็นต์ Marking จำนวน 70 งาน คิดเป็น 6.5 เปอร์เซ็นต์ รู (Hole) จำนวน 34 งาน คิดเป็น 3.1 เปอร์เซ็นต์ และกรอบงาน (Outline) จำนวน 18 งาน คิดเป็น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากงาน 1 งานอาจจะต้องขอแก้ไขมากกว่า 1 ประเภท ทำให้จำนวนผลรวมของประเภทแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องขอแก้ไขที่จะต้องแก้ปัญหามากกว่าจำนวนงานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition)

จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาสาเหตุที่ทำให้ต้องขอแก้ไขแบบลายวงจร (Circuit) ของลูกค้า โดยใช้ทฤษฎี Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง ดังภาพที่ 4.2

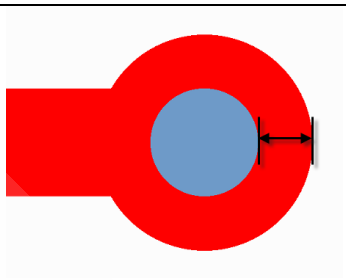
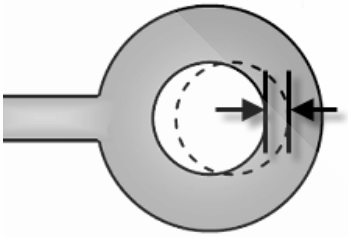


ภาพที่ 4.2 ผังแสดงการวิเคราะห์ปัญหาทำไมทำลายวงจรไม่ได้

ตารางที่ 4.1 สาเหตุของปัญหาที่ไม่สามารถทำลายวงจรได้

ลำดับที่	สาเหตุ	ภาพประกอบ
1	เส้นลายวงจรเล็ก	
2	พื้นที่ว่างระหว่าง เส้นลายวงจรน้อย	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับที่	สาเหตุ	ภาพประกอบ
3	วงแหวนทองแดงเล็ก	
4	ความคลาดเคลื่อนน้อย	

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า สาเหตุของปัญหาที่ไม่สามารถทำลายวงจรได้ คือ เส้นลายวงจรเล็ก พื้นที่ว่างระหว่างเส้นลายวงจรน้อย วงแหวนทองแดงเล็ก และความคลาดเคลื่อนน้อย ดังตารางที่ 4.1 แต่สาเหตุที่แท้จริงที่ได้จากการทำ Why-Why Analysis เกิดจากความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตลายวงจรมีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาข้อมูลของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตลายวงจร (Circuit) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังนี้

1) Laminator machine

เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดฟิล์มและติดฟิล์มบนแผ่น CCL ตามขนาดที่กำหนดให้อัตโนมัติ ดังภาพที่ 4.3 และมี specification ของเครื่องจักรดังตารางที่ 4.2

ภาพที่ 4.3 Laminator machine รุ่น CSL-A25U

ตารางที่ 4.2 Specification ของ Laminator machine รุ่น CSL-A25U

Item	**Specification**
Panel size	Length and Width : 250 - 640 mm (10” - 25”)
Dry film size	Width : 250 - 610 mm (10” - 24”) Thickness : 15 - 76 µm (0.6 - 3.0 mil) Supply roll diameter : Ø160 - 250 mm
Laminatable dimension against base board	front-end spacing from leading edge : 1 - 32 mm (0.04” - 1.26”) Rear-end spacing from trailing edge : 1 – 28 mm (0.04” - 1.10”) Side edge tolerance : ±1 mm (0.04”)
Accuracy	+/- 1mm

ที่มา: https://www.csun.com.tw/en/product/auto-cut-sheet-laminator-4/

2) Exposure machine

เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการฉายแสงตามลายวงจรบนฟิล์มที่ถูกตั้งค่าไว้บนเครื่องจักรไปที่ฟิล์มที่อยู่บน CCL ดังภาพที่ 4.4 และมี specification ของเครื่องจักรดังตารางที่ 4.3

ภาพที่ 4.4 Exposure machine รุ่น E2100-5KAC

ตารางที่ 4.3 Specification ของ Exposure machine รุ่น E2100-5KAC

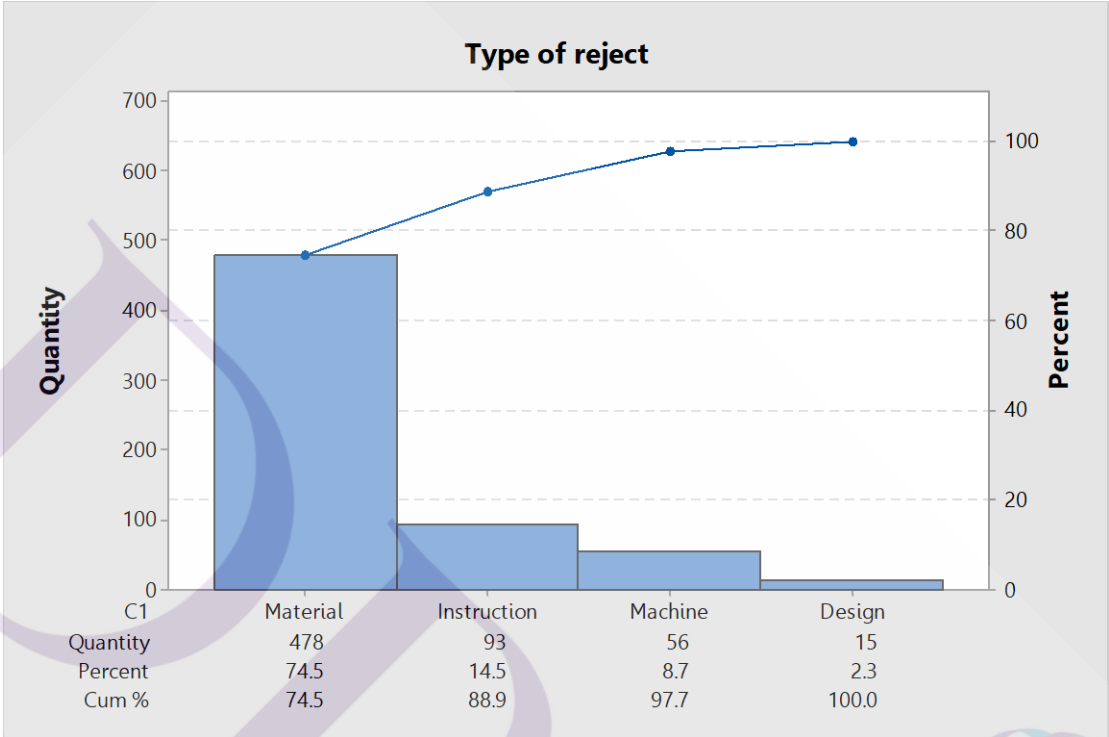
Item	**Specification**
Throughput	2~2.5 panels/min
Panel size	254mm×305mm~534mm×610mm/610×712mm(Increase)
Thickness	0.1mm~3.2mm
Warp and Twist	Max 5mm
Thickness tolerance	+/- 3 mil
Panel size tolerance	+/- 1mm
Alignment Precision	≤ 20 μm
Resolution line/space	62.5 μm / 62.5 μm

ที่มา: http://www.cbtech.com.tw/en/product.php?id=117

หลังจากที่ได้ศึกษารายละเอียดของเครื่องจักร พบว่า เครื่องจักร Laminator ไม่มีผลต่อการทำลายวงจร แต่เครื่องจักร exposure มีผลต่อการทำลายวงจร ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถทำลายวงจรได้

4.1.2 งานที่ไม่สามารถทำได้ (Reject)

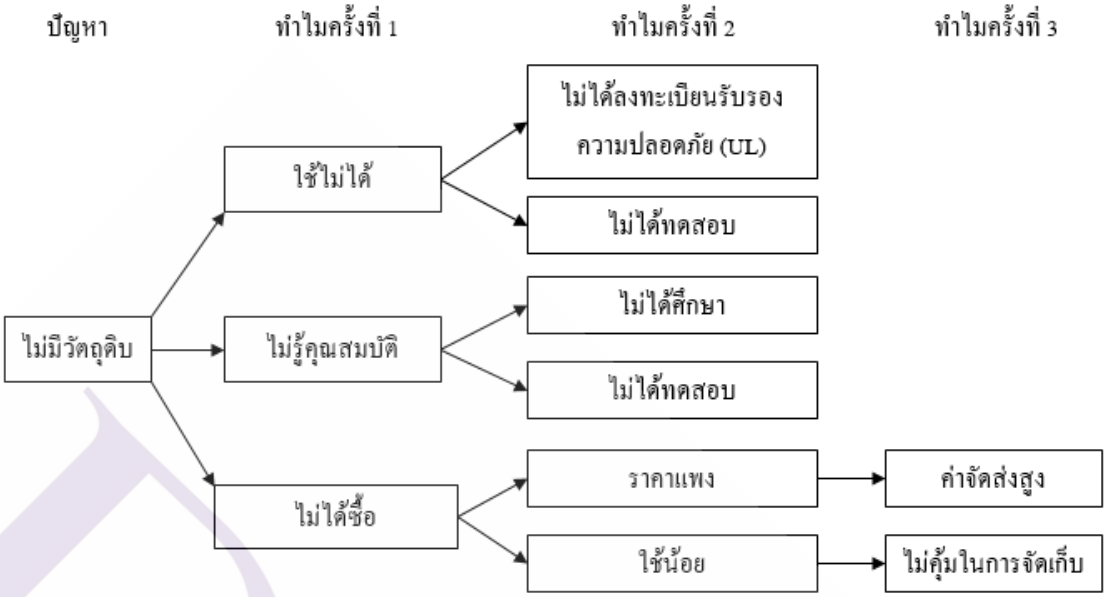
จากการวิเคราะห์ พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ วัตถุดิบ (Material) วิธีการทำงาน (Instruction) เครื่องจักร (Machine) และการออกแบบ (Design) ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ประเภทของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถทำได้

ภาพที่ 4.5 แผนภูมิพาเรโต แสดงให้เห็นว่าประเภทของแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถทำได้ที่จะต้องแก้ปัญหาและมีจำนวนมากที่สุด คือ วัตถุดิบ (Material) จำนวน 478 งาน คิดเป็น 74.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วิธีการทำงาน (Instruction) จำนวน 93 งาน คิดเป็น 14.5 เปอร์เซ็นต์ เครื่องจักร (Machine) จำนวน 56 งาน คิดเป็น 8.7 เปอร์เซ็นต์ และการออกแบบ (Design) จำนวน 15 งาน คิดเป็น 2.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาสาเหตุที่ทำไม่ได้ โดยใช้ทฤษฎี Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผังแสดงการวิเคราะห์ปัญหาทำไมไม่มีวัตถุดิบ (Material)

จากภาพที่ 4.6 สามารถสรุปข้อมูลของปัญหาได้ดังนี้

1) ไม่ได้ลงทะเบียนรับรองความปลอดภัย (Underwriters Laboratories : UL)

วัตถุดิบที่จะนำมาใช้งานต้องมีการลงทะเบียนการรับรองความปลอดภัย (Underwriters Laboratories : UL) ก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้ได้ อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียนด้วย

2) ไม่ได้ทดสอบ

เนื่องจากยังไม่มีการนำวัตถุดิบมาทดสอบ ทำให้ไม่สามารถรู้ผลดีและเสียของวัตถุดิบ ซึ่งถ้าหากจะทดสอบวัตถุดิบ จะต้องใช้เวลาในการทดสอบนาน

3) ไม่ได้ศึกษาวัตถุดิบ

เนื่องจากยังไม่มีการนำวัตถุดิบมาทดสอบ ทำให้ไม่ทราบคุณสมบัติที่แน่ชัดว่ามีผลเป็นอย่างไรบ้าง เพราะผลจากการทดสอบ อาจจะไม่ตรงกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ผู้ผลิตได้ให้รายละเอียดไว้

4) ค่าจัดส่งสูง

โรงงานของผู้ผลิตบางรายอยู่ไกลจากบริษัท ทำให้ต้นทุนในการขนส่งสูงและใช้เวลาในการจัดส่งนาน

5) ไม่คุ้มค่าในการจัดเก็บ

การสั่งซื้อวัตถุดิบในปริมาณมากๆ จะทำให้ต้นทุนของวัตถุดิบต่ำ ซึ่งผู้ผลิตบางรายมีข้อกำหนดในการสั่งซื้อ คือมียอดการสั่งซื้อขั้นต่ำตามที่กำหนด ถ้าไม่ซื้อในปริมาณที่กำหนดก็จะไม่ขายให้ ซึ่งถ้าหากซื้อมาในปริมาณมาก จะต้องมีการคำนวณปริมาณการใช้งาน ว่าสามารถใช้ทันก่อนที่วัตถุดิบจะหมดอายุหรือไม่ และการเก็บวัตถุดิบไว้เป็นเวลานาน จะทำให้ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังสูง

4.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้ทำการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาทำไมทำลายวงจรไม่ได้ พบว่าปัญหาคือ เครื่องจักรกระบวนการ dry film มีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งกระบวนการนี้มีเครื่องจักรอยู่ที่ใช้งานอยู่หลายประเภท แต่มีเพียง 1 ประเภทที่มีผลกับแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ Exposure machine ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีความสามารถในการผลิตที่ดีกว่า และสามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ ดังภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.4

ภาพที่ 4.7 Exposure machine รุ่น Ledex-3500

ตารางที่ 4.4 Specification ของ Exposure machine รุ่น Ledex-3500

Item	**Specification**
Throughput	2.5 - 3 panels/min
Panel size	254mm×305mm - 558mm×635mm (Standard) / 610×712mm (Increase)
Thickness	0.1mm - 2.0mm
Warp and Twist	Max 5 mm
Alignment Precision	≤ 12.5μm
Resolution line/space	50 μm / 50 μm

ที่มา: http://www.cbtech.com.tw/en/product.php?id=97

4.3 ผลการปรับปรุง

การปรับปรุงงานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) โดยการเปลี่ยนเครื่องจักร exposure ที่ใช้ในการผลิตลายวงจร ทำให้สามารถรับผลิตงานจากลูกค้าได้มากขึ้น ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยประเมินจากจำนวนงานที่ต้องขอแก้ไขลายวงจร (Circuit) เทียบกับจำนวนงานทั้งหมดที่ได้รับจากลูกค้า

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัย เรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นงานวิจัยที่ต้องหาสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถทำการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบของลูกค้าได้ ซึ่งเกิดจากข้อจำกัดในการผลิต ทั้งต้นทุนการผลิต วัตถุดิบ และกระบวนการผลิต ทำให้สูญเสียโอกาสและรายได้เป็นจำนวนมาก จากการหาสาเหตุของปัญหาโดยการใช้ Why-Why Analysis พบว่าความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตลายวงจรมีประสิทธิภาพต่ำ จากนั้นผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางการแก้ไข นำไปสู่ผลสรุป ดังนี้

5.1 สรุปผล

หลังจากการปรับปรุง โดยการซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีความสามารถในการผลิตที่ดีกว่าเพื่อแก้ปัญหางานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) ทำให้สามารถรับผลิตงานจากลูกค้าได้มากขึ้น ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยประเมินจากจำนวนงานที่ต้องขอแก้ไขลายวงจร (Circuit) เทียบกับจำนวนงานทั้งหมดที่ได้รับจากลูกค้า ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงที่ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุง ทำให้สามารถรับผลิตงานจากลูกค้าได้มากขึ้น อีกทั้งยังสามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยพบว่าปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่ต้องแก้ไข คืองานที่ไม่สามารถทำได้ (Reject) ซึ่งมีจำนวน 642 งาน คิดเป็น 40.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาจากงานที่สามารถทำได้ แต่ต้องมีการขอแก้ไขแบบแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้า (Condition) โดยสามารถแก้ไขได้ทั้งวัตถุดิบ (Material) วิธีการทำงาน (Instruction) เครื่องจักร (Machine) และการออกแบบ (Design)

ผู้วิจัยจึงขอแนะนำว่าให้แก้ไขที่ปัญหาของวัตถุดิบ มีจำนวน 478 งาน คิดเป็น 74.5 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้การแก้ไขปัญหาบางประเภทมีผลต่อต้นทุนการผลิต ควรจะคำนึงถึงราคาขายและยอดขาย (Forecast) ด้วย ว่างานแต่ละงานต้องมีค่าต้นทุนการผลิตเท่าไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *หลักการการควบคุมคุณภาพ.* สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- ญี่ปุ่น). กรุงเทพ ฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บัญญัติ นิยมวาส. Why-Why Analysis. สืบค้น 13 มกราคม 2562, จาก http://www.isothai.com/forums/index.php?app=core&module=attach&section=attach&attach_id=3354

จักรชัย น้ำผึ้ง. (2555*). การปรับปรุงกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมชนิด PPF (Pre -plated frame)* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

นายโสภณ เกิดสมบัติ นายณัฐกิตติ์ ทั่งทอง และนายณัฐพงษ์ เชยชม. (2560*). การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางการลดต้นทุนในกระบวนการบรรจุน้ำดื่ม โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง KAIZEN* .(ปริญญานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี.

ณัฐนนท์ จิวะไพศาลพงศ์. (2555). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินการด้านห่วงโซ่อุปทานของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	วุฒิภัทร สืบสินไชย
ประวัติการศึกษา	วุฒิการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ปีการศึกษา 2558
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วางแผนและออกแบบกระบวนการผลิต แผนกวิศวกรรม บริษัทผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

DPU