

## บทที่ 2

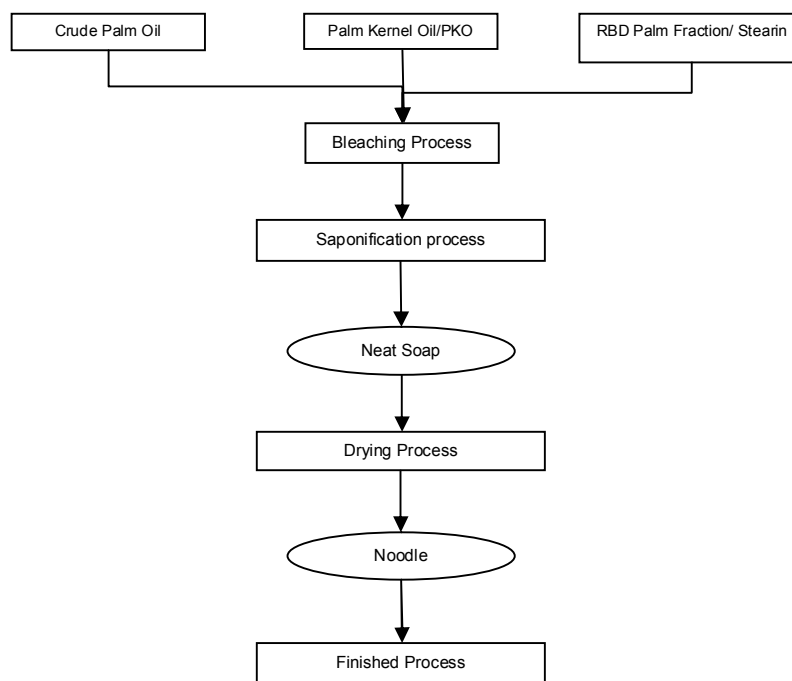
### วรรณกรรมและปริทรรศน์

ในกระบวนการแก้ไข และหาแนวทางลดปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน สิ่งจำเป็นที่ต้องทำคือ ต้องศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา เลือกรูปแบบ การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่องซึ่งในการดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ นั้นมีความจำเป็นที่ต้องทราบถึงแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) แต่ละขั้นตอน ต้องมีเครื่องมือที่มาช่วยในการคิด วิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องมือจาก QC 7 tool คือ แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ในการค้นหาสาเหตุหรือต้นตอของปัญหา ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) เพื่อวิเคราะห์ แนวโน้มที่จะเกิดสภาพความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ประเมินระดับความเสี่ยงของปัญหา หลังจากนั้นจึงใช้แผนผังพาเรโต (Pareto diagram) มาช่วยในการคัดเลือกปัญหาที่มีความจำเป็นต้องนำมาแก้ไขก่อน แล้วทำการหาและคัดเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือจาก New QC 7 tool คือ แผนผังต้นไม้ (Tree diagram) ร่วมกับแผนผังแมทริกซ์ (Matrix Diagram)

ในการศึกษานี้จะทำการศึกษาในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่ก้อน ซึ่งปกติในอุตสาหกรรม การผลิตสบู่จะประกอบไปด้วย 2 กระบวนการผลิตใหญ่ ๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตสบู่เกล็ด และ กระบวนการผลิตสบู่ก้อน

#### 2.1 กระบวนการผลิตสบู่เกล็ด (Soap process)

คือ การผลิตสบู่เกล็ดเพื่อเป็นเนื้อสบู่ หรือส่วนประกอบหลักของสบู่ เป็นกระบวนการแรก ในการผลิตสบู่ โดยเริ่มจากการนำน้ำมันปาล์ม (Crude Palm Oil) น้ำมันปาล์มพิเศษ (Palm Fraction Oil) และน้ำมันปาล์มเม็ดใน (Palm Kernel Oil) มาผ่านกระบวนการฟอกสี (Bleaching Process) ก่อน แล้วนำมาทำปฏิกิริยา Saponification กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในหม้อต้มสบู่เกิดเป็น สบู่เปียก (Neat Soap) และส่งไปทำแห้งให้ได้ความชื้นและข้อกำหนดต่างๆ ตามมาตรฐาน จน กลายเป็นสบู่เกล็ด (Noodle)

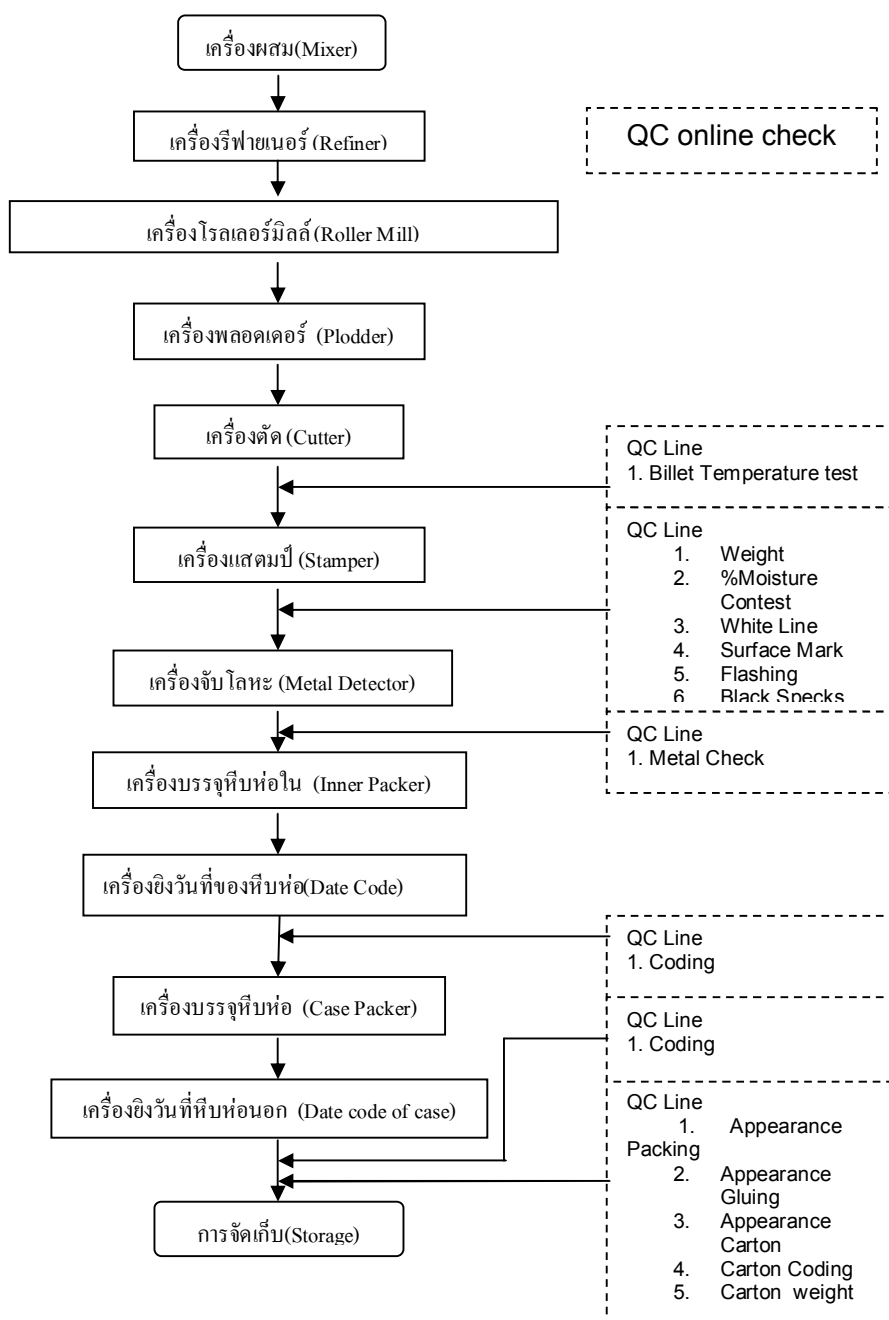


ภาพที่ 2.1

แผนผังกระบวนการผลิตสบู่เกล็ด

## 2.2 กระบวนการผลิตสบู่ก้อน (Soap Finishing)

เป็นส่วนที่สองของกระบวนการผลิตสบู่ โดยการผสม สบู่เกล็ด (Noodle) กับส่วนผสมอื่นๆ ในถังผสม บดผ่านเครื่องรีด กดอัดเป็นแท่ง แล้วขึ้นรูปเป็นสบู่ก้อนตามรูปร่างและขนาดที่ต้องการ บรรจุหีบห่อ ส่งเข้าคลังสินค้าสำเร็จรูป

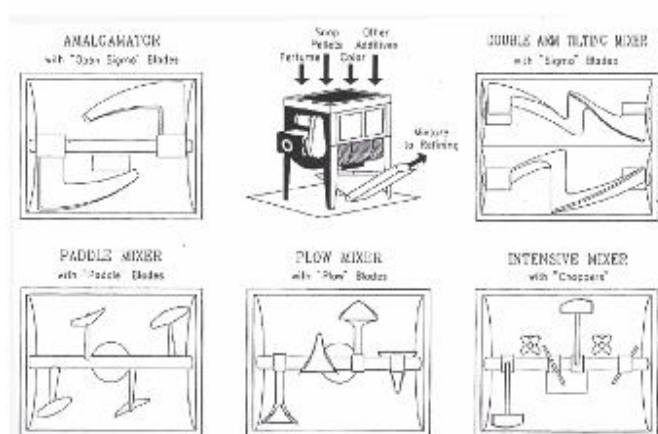


ภาพที่ 2.2

แผนผังกระบวนการผลิตสบู่อ่อน

### 2.2.1 การผสม (Mixing)

การผสม คือ การเติมส่วนผสมต่างๆ อย่างเช่น น้ำหอม สี และสารเติมแต่งอื่นๆ ลงในสบู่เกล็ดตามขั้นตอน แล้วผสมตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยมีเครื่องผสม (Mixer) ทำหน้าที่คลุกเคล้าสบู่เกล็ด กับส่วนผสมต่างๆ ให้กระจายทั่วถึงกัน ทั้งนี้เพื่อให้สีและกลิ่นของก้อนสบู่มีความสม่ำเสมอ



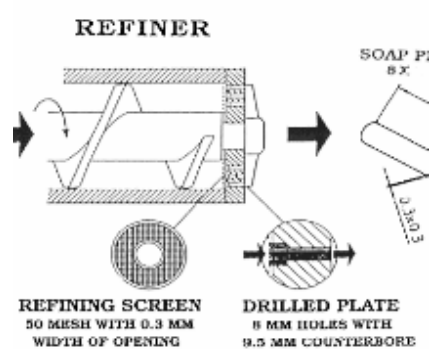
ภาพที่ 2.3

เครื่อง Mixer ชนิดต่างๆ

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.2 การย่อย (Refining)

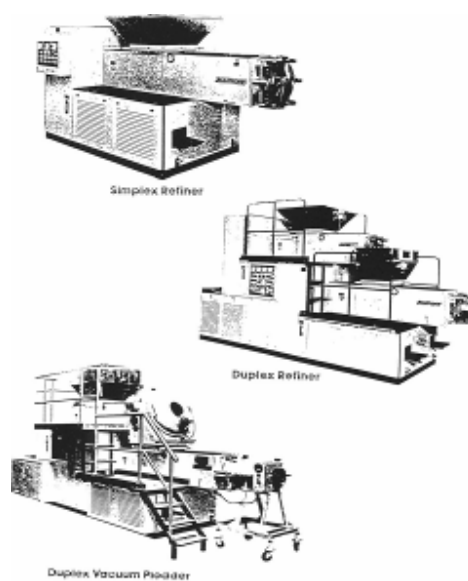
การย่อย คือ กระบวนการย่อยสบู่ที่ผสมกับส่วนผสมแล้วให้เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นโดยผ่านตะแกรงซึ่งจะทำให้เนื้อสบู่เข้ากันได้ง่ายขึ้นกว่าตอนที่ผสมกันในเครื่องผสม (Mixer) โดยเครื่องย่อย (Refiner) จะรับสบู่เกล็ดที่ผสมจากเครื่องผสม (Mixer) และทำการผสมอย่างละเอียดโดยใช้เกลียวหมุน (Screw) ดันออกผ่านตะแกรง (Screen) ก่อนส่งผ่านไปยังเครื่องบดรีด (Roll Mill) เครื่องย่อย (Refiner) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ Simplex refiners, Duplex refiners และ Duplex plodders



ภาพที่ 2.4

การทำงานของเครื่องย่อย (Refiner)

ที่มา : Soap Manual



ภาพที่ 2.5

เครื่องย่อย (Refiner) ชนิดต่างๆ

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.3 การบดรีด (Milling)

การบดรีด คือ การบดอนุภาคที่แห้งแข็งที่อาจติดมากับเนื้อสบู่ ซึ่งหากทิ้งไว้ จะทำให้รู้สึกได้ถึงความสกปรกของสบู่เวลาใช้ เครื่องบดรีด (Roll mill) จะรับสบู่จากเครื่องย่อย (Refiner) เพื่อทำการบดสบู่ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ลูกกลิ้ง 3 ลูก บดให้ละเอียดก่อนส่งไปยังเครื่องกดอัด (Plodder)

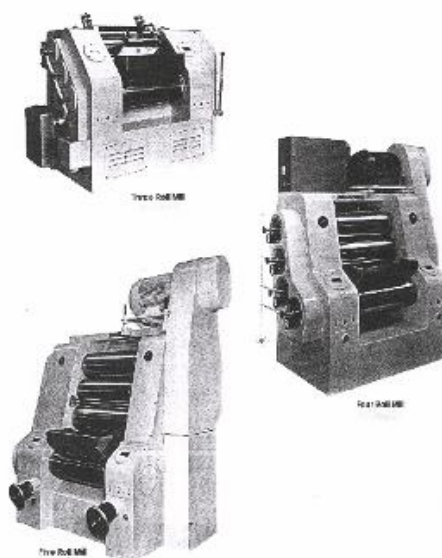


FIG 1

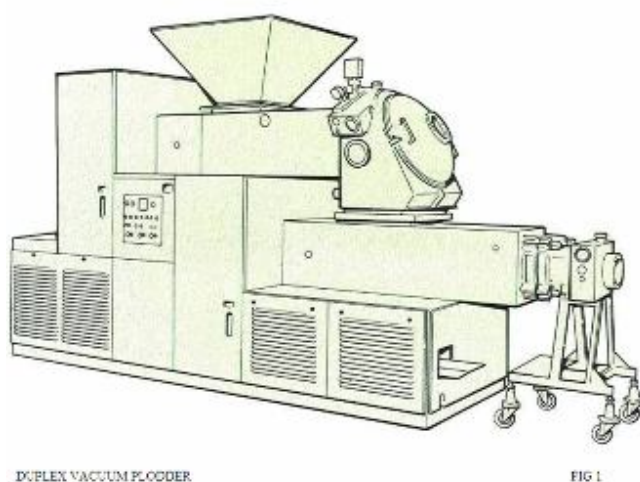
ภาพที่ 2.6

เครื่องบดรีด (Roller Mill) ชนิดต่างๆ

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.4 การกดอัด (Plodding)

การกดอัด คือ การปล่อยสบู่จากเครื่องบดรีดเข้าเครื่องกดอัด (Plodder) ให้สบู่เป็นแท่ง ก่อนเข้าเครื่องตัด (Cutter) และเครื่องขึ้นรูปก้อน (Stamper) โดยเครื่องกดอัด (Plodder) จะรับสบู่ที่ส่งมาจากเครื่องบดรีด (Roll mill) ซึ่งสบู่ที่ส่งมาจะลงมาอยู่ที่ Hopper แล้วส่งต่อมาที่ Pre Plodder โดยที่ตัว Pre Plodder จะบดสบู่โดยใช้เกลียวหมุน (Screw) ผ่านตระแกรง (Screen) ลงมาที่ Final Plodder เพื่ออัดเนื้อสบู่ให้ผ่าน Plate ทำให้ได้สบู่เป็นแท่งยาวก่อนจะส่งมาเข้าเครื่องตัด (Cutter) เพื่อทำการตัด แล้วเครื่องขึ้นรูปก้อน (Stamper) ต่อไป



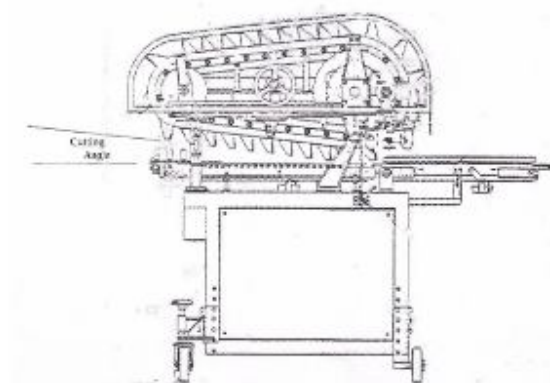
ภาพที่ 2.7

เครื่องกดอัด (Plodder)

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.5 การตัด (Cutting)

เริ่มจากปล่อยสบู่มัดเข้าเครื่องตัด (Cutter) เป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ เครื่อง Cutter ทำหน้าที่ตัดสบู่มัดที่ออกจากเครื่อง Plodder เพื่อส่งไปยังเครื่อง Stamper และเครื่อง Stamper ทำหน้าที่รับแท่งสบู่มัดจากเครื่อง Cutter เพื่อนำมาประทับตราเป็นรูปก้อนด้วย Die ที่ออกแบบไว้ตามผลิตภัณฑ์ที่ผลิต



ภาพที่ 2.8

เครื่องคัตเตอร์ (Cutter)

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.6 การขึ้นรูป (Stamping)

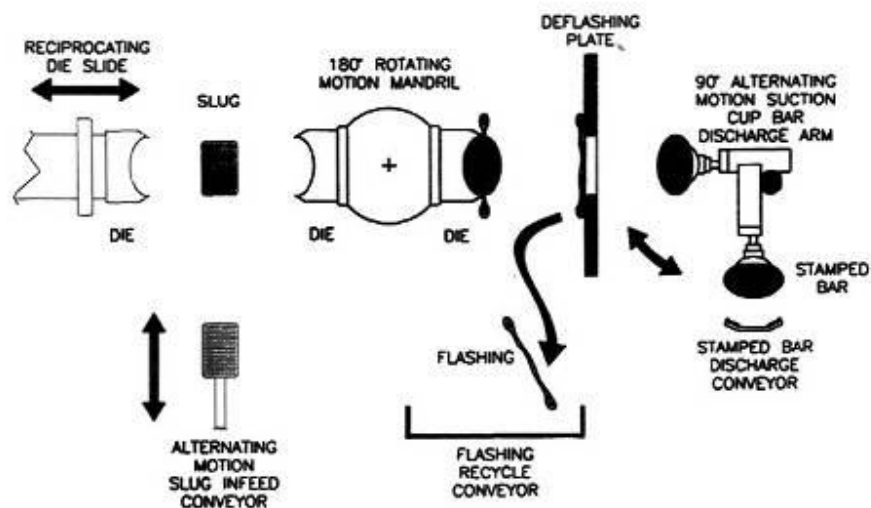
แท่งสบู่ที่ผ่านการตัดออกเป็นแท่งๆ จะเข้าเครื่องขึ้นรูปก้อน (Stamper) ให้เป็นก้อนสบู่ซึ่งเรากำหนดรูปทรงหรือขนาดและน้ำหนักของสบู่ โดยใช้แม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันออกไปตามที่เราต้องการ จากนั้นใช้สัญญาณทดสอบก้อนสบู่ที่ขึ้นรูปแล้วออกจากแม่พิมพ์ (Mold) และวางลงบนสายพานลำเลียงเข้าในเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal Detector) ต่อไป



ภาพที่ 2.9

เครื่องขึ้นรูป (Stamper)

Horizontal motion

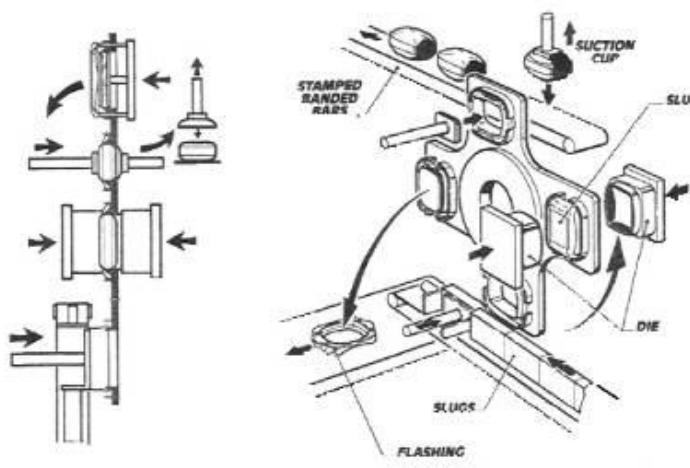


ภาพที่ 2.10

การทำงานของเครื่องขึ้นรูป (Stamper)

ที่มา : Soap Manual

Die Box System for Banded Soaps



ภาพที่ 2.11

การทำงานของระบบ die box เครื่องขึ้นรูป (Stamper)

ที่มา : Soap Manual

### 2.2.7 การตรวจสอบโลหะ (Metal Detector)

เครื่อง Metal Detector ทำหน้าที่รับตรวจจับโลหะที่อาจแปลกปลอมปะปนมากับก้อนสบู่ที่ออกมาจากเครื่อง Stamper โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หากมีการตรวจจับได้ว่ามีโลหะปนเปื้อนมากับก้อนสบู่ ในระดับ ความไว (Sensitivity) ของเครื่องที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับได้ จะส่งสัญญาณให้เครื่องทำการเป่าลมไปยังก้อนที่ถูกตรวจพบ สบู่ก้อนนั้นจะถูกเป่าลงถึงเพื่อ Reject และนำไปตรวจสอบเพื่อหาสาเหตุของการเกิดโลหะปนมาทันที

การตรวจสอบว่าเครื่อง Metal Detector ยังมีความสามารถในการตรวจจับโลหะดีหรือไม่ ทำโดยการตรวจสอบด้วยแท่งทดสอบ โดยทำการใส่แท่งตัวอย่าง ให้ใส่ด้านที่มี Stainless / Ferrous / Non Ferrous เข้าไปในก้อนสบู่ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12

เครื่อง Metal detector และการใส่แท่งทดสอบ

### 2.2.8 การติดสติ๊กเกอร์ (Labeling)

เครื่องติดสติ๊กเกอร์ (Labeling) ทำหน้าที่ รับสบู่จากเครื่อง Metal detector มาทำการติดสติ๊กเกอร์ตรายี่ห้อลงบนกลางของก้อนให้สนิทก่อนส่งไปยังเครื่องบรรจุห่อ (Packing) ต่อไป



ภาพที่ 2.13  
เครื่องติดสติ๊กเกอร์ (Labeling)



ภาพที่ 2.14  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการติดสติ๊กเกอร์โดยเครื่อง Labeling

### 2.2.9 การบรรจุ/ห่อ (Packing)

หลังจากผ่านการตรวจจับโลหะจากเครื่อง Metal detector แล้ว สายพานลำเลียงจะพาก้อนสับเข้าเครื่องบรรจุ ซึ่งจะแตกต่างกันตามรูปแบบการบรรจุของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีหลายชนิดต่างกัน ตามตราของแต่ละผลิตภัณฑ์ ได้แก่

#### 1. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงใน Inner box

ก้อนสับที่เข้ามาตามสายพานจะถูกดูด้วยชุด Pick & Plate เป็นจำนวนก้อนที่กำหนด (เช่น 5 ก้อน หรือ 6 ก้อน) โดยการจับก้อนสับวางซ้อนกันเป็นชั้น ทำการเปลี่ยนทิศการเรียงและดันบรรจุลงกล่องกระดาษ ที่เรียกว่า Inner Box ส่งเข้าสู่สายพานลำเลียงไปทำการพับและติดกาวก่อนการพิมพ์วันที่ผลิต



ภาพที่ 2.15  
เครื่องอินเนอร์ บ็อกซ์ (Inner box)



ภาพที่ 2.16  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่องอินเนอร์ บ็อกซ์ (Inner box)

## 2. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงใน Soft Wrap

เครื่อง Soft Wrapper ทำหน้าที่รับส่งก่อนจากเครื่อง Stamper มาทำการห่อด้วยกระดาษ 2 ชั้น เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์แต่ละก้อน ซึ่งอาจเป็นกระดาษห่อพร้อมตราสินค้าเลย หรือไม่มีตราสินค้า ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์หลังจากนั้นมีพิมพ์วันที่ผลิตก่อนส่งต่อไปยังเครื่อง Over Wrapper



ภาพที่ 2.17  
เครื่องซอฟท์แวร์ (Soft Wrap)



ภาพที่ 2.18  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่องซอฟท์แวร์ (Soft Wrap)

### 3. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงใน Inner Wrap

ในบางสายการผลิตเครื่อง Inner Wrap ทำหน้าที่ห่อก้อนสบู่ด้วย Film บรรจุชนิดฟิล์มใส และมีการพิมพ์ วันที่ผลิตลงบนก้อนสบู่ที่ถูกห่อด้วยฟิล์มใสแล้ว



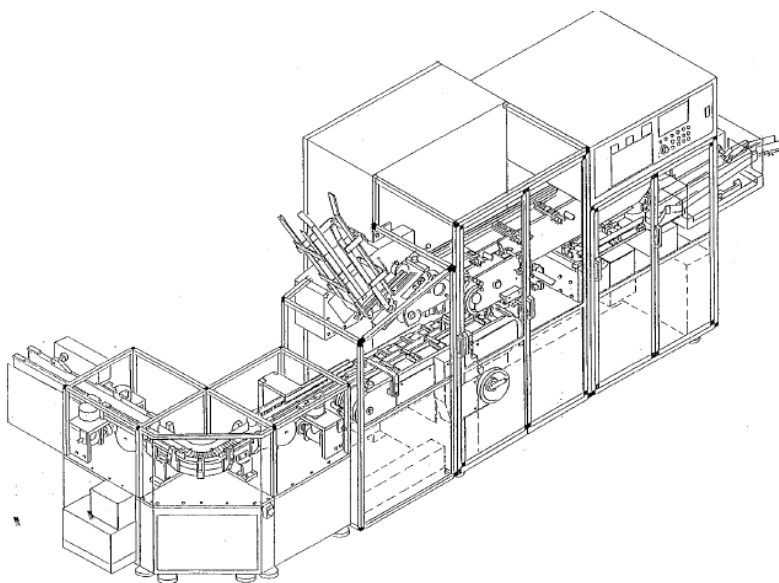
ภาพที่ 2.19  
เครื่องอินเนอร์ แร็ป (Inner Wrap)



ภาพที่ 2.20  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่องอินเนอร์ แร็ป (Inner Wrap)

#### 4. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงใน Skillet

เครื่อง Skillet ทำหน้าที่รับก้อนสบู่อันผ่านการห่อด้วยฟิล์มใสจากเครื่อง Inner Wrap มาทำการห่อกระดาษ ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดยใช้กาวเป็นตัวยึดให้ติดกัน แล้วส่งต่อไปยังเครื่อง Over Wrap เพื่อรวมหลาย ๆ ก้อนเข้าด้วยกันต่อไป



ภาพที่ 2.21  
เครื่องสกินเลต (Skillet)  
ที่มา : Soap Manual



ภาพที่ 2.22  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่องสกินเลต (Skillet)

### 5. เครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์ลงใน Over Wrap

เครื่อง Over Wrap ทำหน้าที่รับสบู่อีกชั้นจากการห่อด้วยกระดาษ 2 ชั้นจากเครื่อง Soft Wrap หรือผ่านการห่อด้วยฟิล์มใสจากเครื่อง Inner Wrap มาทำการห่อให้เป็นแพ็คตามขนาดที่ต้องการ เช่น แพ็คละ 4 ก้อน หรือ 6 ก้อน แล้วส่งไปบรรจุลงกล่องที่เครื่อง Case Packer



ภาพที่ 2.23

เครื่องโอเวอร์ แร็ป (Over wrap)



ภาพที่ 2.24

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่องโอเวอร์ แร็ป (Over wrap)

### 2.2.10 เครื่องบรรจุหีบห่อ (Case Packer)

เครื่อง Case Packer ทำหน้าที่คอยรับกล่องจากเครื่อง inner box หรือ แพ็คสับจากเครื่อง Over Wrap มาทำการบรรจุลงกล่องตามขนาดและมาตรฐานที่กำหนดเช่น 6 Pack ต่อกล่อง แล้วปิดฝากล่องด้วยการทากาวอัตโนมัติหรือปิดด้วยเทปใสอัตโนมัติ หลังจากนั้นพิมพ์วันที่ผลิตตามรูปแบบที่กำหนด



ภาพที่ 2.25  
เครื่อง Case Packer



ภาพที่ 2.26  
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุโดยเครื่อง Case Packer

### 2.2.11 เครื่องพิมพ์วันที่ผลิต (Date Coding)

เครื่องพิมพ์วันที่ผลิต (Date coding) ทำหน้าที่ยิงหมึกลงบนบรรจุภัณฑ์ โดยระบุวันที่ผลิตและข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการ



ภาพที่ 2.27

เครื่อง Date Coding



ภาพที่ 2.28

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพิมพ์วันที่ผลิตโดยเครื่อง Date Coding

## 2.3 การใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 tool และ New QC 7 tool

### 2.3.1 การใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 tool

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิด ประกอบด้วย

- 1) แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
- 2) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)
- 3) กราฟ (Graph)
- 4) แผนผังสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)
- 5) แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
- 6) แผนภูมิควบคุม (Control Chart)
- 7) ฮิสโตแกรม (Histogram)

ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 QC Tools 2 ชนิด ได้แก่ แผนผังพาเรโต และ แผนผังสาเหตุและผล

#### 1. แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

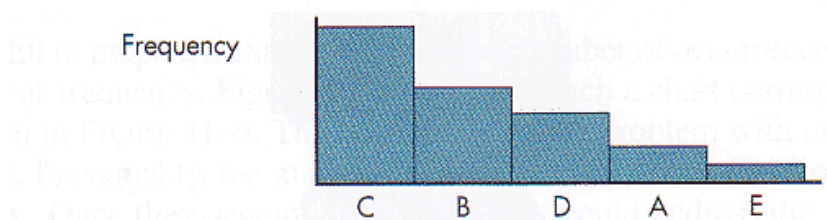
แผนผังพาเรโต (Pareto Chart) เป็นแผนผังที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย และแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ด้วยกราฟเส้น ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็น ประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นค่าร้อยละของปัญหาที่พบ

แผนผังพาเรโตใช้เลือกปัญหาที่จะลงมือทำเพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการ แต่สร้างข้อบกพร่องด้านคุณภาพจำนวนมาก ส่วนปัญหาปลีกย่อยมีอยู่มากมายแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้น จึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้านคุณภาพลงได้มาก

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

- สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด
- สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมียุทธศาสตร์เป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
- ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี
- ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้
- ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมายทั้งตัวเลขและปัญหา

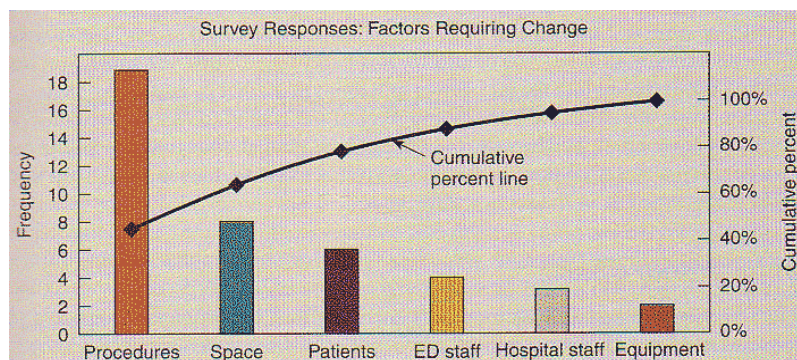
### Pareto chart



ภาพที่ 2.29

แผนผังพาเรโต (Pareto Chart)

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 479.



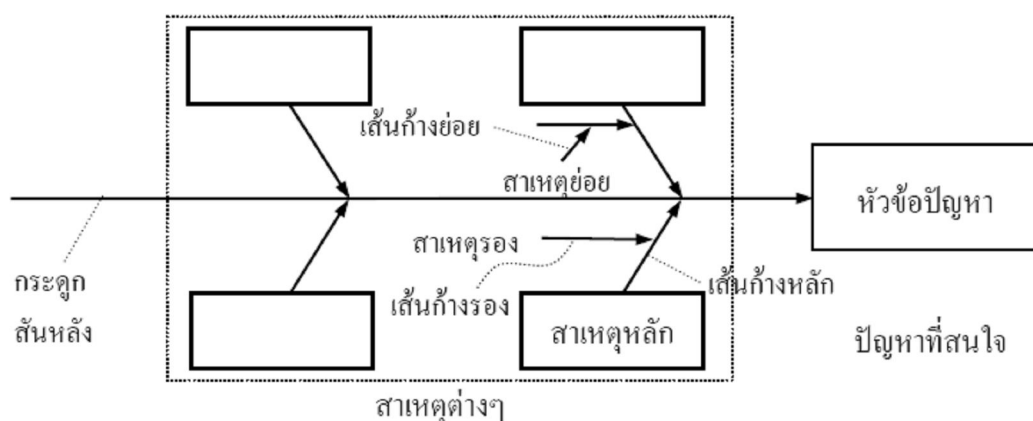
ภาพที่ 2.30

ตัวอย่างแผนผังพาเรโตของปัจจัยในห้องฉุกเฉิน

ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 251.

## 2. แผนผังสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือแผนภาพของอิชิคาว่า (Ishikawa Diagram) เป็น แผนภาพที่แสดงสาเหตุ (Cause) และผล (Effect) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของคุณภาพกับสาเหตุ โดยการดึงเอาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกมาเรียบเรียงสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพ มีประโยชน์ในการใช้เป็นเครื่องมือในการระดมสมองจากสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้เห็นปัญหาอย่างเป็นระบบและทราบสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ได้นั้นจะละเอียดลึกซึ้งและมีขั้นตอนตามเหตุตามผล สะดวกที่จะนำสาเหตุนั้นๆ ไปพิจารณาแก้ไข อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้มากมาย ช่วยชี้แนะหรือช่วยในการอภิปราย รวบรวมประเด็นในการอภิปรายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.31

แผนผังก้างปลา

ที่มา :จิรัตน์ สังข์แก้ว, การลงทุน, 2543.

การใช้แผนผังก้างปลาต้องอาศัยการระดมความคิดจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย ถือเป็นเทคนิคหนึ่งของการระดมความคิด (Brain Storming)

การระดมความคิดแบบใช้แผนผังก้างปลาถึงแม้จะให้ผลดี แต่ก็ทำได้ยากเพราะการเขียนก้างปลาให้ถูกต้องและครอบคลุมสาเหตุของปัญหาให้กว้างขวางนั้น จำเป็นต้องอาศัยผู้นำกลุ่มหรือ

ประธานในการระดมความคิดที่ดีมีความสามารถและมีประสบการณ์มากโดย ปกติแล้วเราจะนำแผนผังก้างปลามาใช้เมื่อ

- ก. ต้องการความคิดในวงกว้างว่าอะไรเป็นต้นตอของผลที่กำหนด
- ข. ได้ปัญหาที่ตั้งใจจะแก้ไขแล้วแต่ยังไม่เข้าใจว่าอะไรเป็นสาเหตุปลีกย่อยของปัญหาอย่างแท้จริงและ ควรที่จะแก้ไขประเด็นใดก่อน

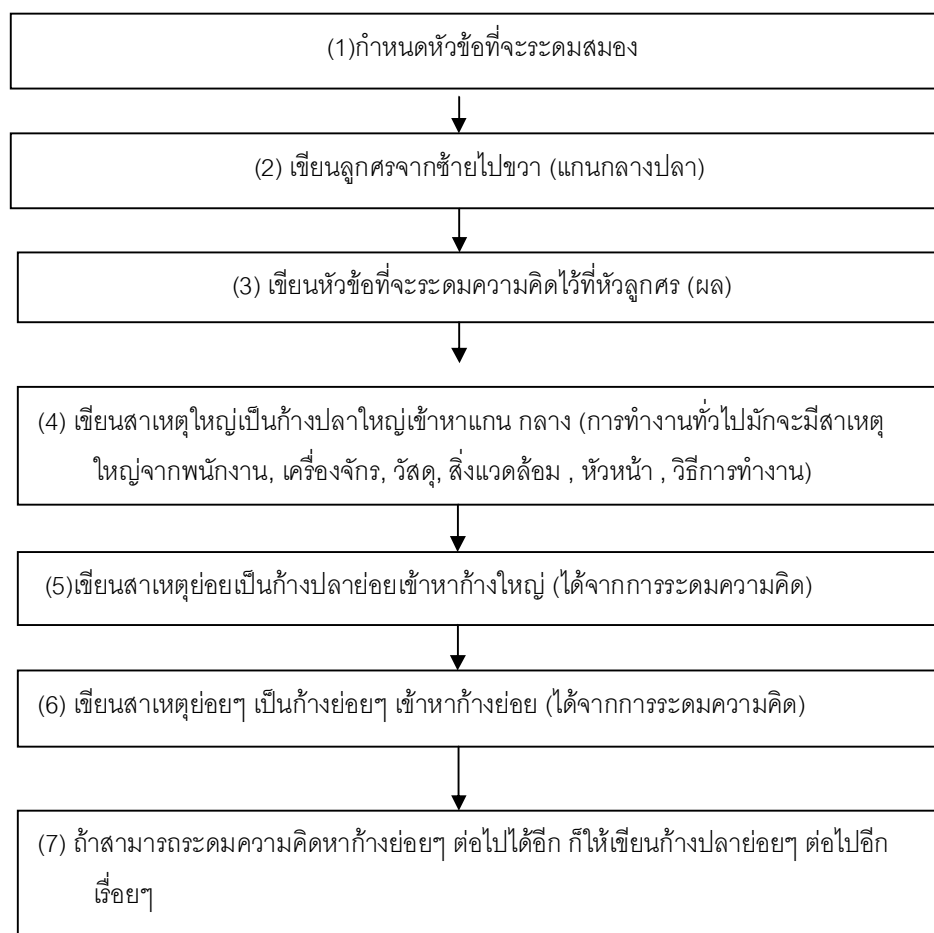
ข้อดี ของการระดมความคิดแบบก้างปลา

- ก. ไม่ต้องเสียเวลามาแยกความคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายเหมือนการระดมความคิดแบบธรรมดา เพราะก้างปลาจะเป็นตัวกำหนดช่วยแยกความคิดพวกเดียวกันไว้ด้วยกันให้เสร็จ
- ข. ได้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นที่ละเอียดลึกซึ้งกว่าการระดมความคิดแบบธรรมดา เพราะนอกจากทราบสาเหตุใหญ่แล้วยังทราบสาเหตุย่อย และสาเหตุย่อยๆ อีก ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหา มาก เพราะทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จึงทำให้ทราบวิธีการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

ข้อเสีย

- ก. ความคิดไม่ค่อยเป็นอิสระมากนัก เพราะมีก้างใหญ่เป็นตัวกำหนดให้ค่อยๆ คิดไปที่ละก้าง ซึ่งผิดกับการระดมความคิดแบบธรรมดาที่คิดอย่างอิสระจริงๆ
- ข. ต้องอาศัยความสามารถสูง จึงจะใช้ก้างปลา ระดมความคิดให้ได้ผลอย่างดี เช่น ต้องสามารถเขียนก้างใหญ่หรือสาเหตุใหญ่ของปัญหาได้ก่อนจึงจะสามารถคิดก้างย่อยได้

หลักเกณฑ์ทั่วไป เกี่ยวกับการระดมความคิดก็เหมือนกับการระดมความคิดแบบธรรมดา เช่น ห้ามการวิจารณ์ผู้อื่น สมาชิกทุกคนต้องช่วยกันแสดงออกความคิดเห็นให้มากที่สุด ฯลฯ



ภาพที่ 2.32

ขั้นตอนการระดมความคิดโดยใช้แผนผังก้างปลา

ข้อควรระวังในการเขียนก้างปลา

1. แสดงลูกศรทุกอันให้ชัดเจน
2. ผล (หัวปลา) ต้องมีความหมายชัดเจน
3. สาเหตุและผลต้องสัมพันธ์กัน
4. สาเหตุใหญ่ (ก้างใหญ่) แต่ละอันนั้นจะต้องเป็นอิสระไม่ขึ้นแก่กัน

5. จะต้องระดมความคิดจากก้างใหญ่ → ก้างย่อย → ก้างย่อยๆ → เรื่อยๆไป ให้ละเอียดที่สุด เพื่อจะได้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยให้ใช้หัวข้อต่างๆ เหล่านี้เป็นหัวข้อของก้างย่อย หรืออาจจะสร้างเพิ่มเติมขึ้นก็ได้โดยวิธีระดมสมองหัวข้อต่างๆ อาจมีดังต่อไปนี้

5.1 คน (Man)

5.2 เครื่องจักร (Machine)

5.3 วัสดุ (Material)

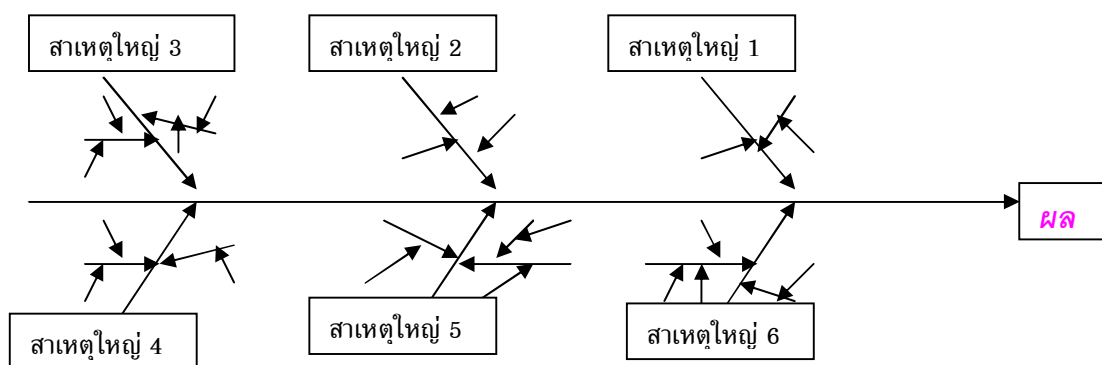
5.4 วิธีการ (Method)

โดยปกติตัวประกอบเหล่านี้จะเรียกว่า ทรัพยากร (Resources) ซึ่งประกอบด้วย 4M หากต้องการเพิ่มเติมหัวข้อก็อาจเพิ่ม

5.5 การวัด (Measurement)

5.6 สภาพแวดล้อม เช่น วัฒนธรรม โครงสร้างองค์กรและเทคโนโลยี

ลักษณะก้างปลาที่ดี คือ มีก้างใหญ่และก้างย่อยๆ มากมาย



ภาพที่ 2.33

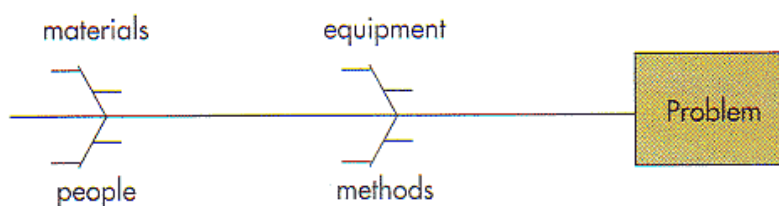
แผนผังก้างปลาที่ดี

ที่มา : <http://www.phraehospital.go.th>, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2552

6. ชี้บ่งต้นตอหลักของปัญหา อาจวงกลมด้วยหมึกสีแดง เพื่อแบ่งแยกให้ชัดเจนว่าเป็นปัญหาที่สำคัญจริงๆ เมื่อมาถึงตรงนี้ต้องระวังว่าเมื่อพบสาเหตุ หรือต้นตอแล้วจะไม่สามารถไปต่อได้อีก เพราะถ้ายังหาต่อไปเรื่อยๆ ก็จะเริ่มมั่ว เช่น พนักงานชื้อเกียจ ตรงนี้เป็นตัวต้นตอแล้ว ไม่ต้องคำถามต่อว่าทำไมถึงชื้อเกียจ

7. เก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทบทวนสาเหตุของปัญหา เพราะสิ่งที่ออกมาเป็นแผนภาพก้างปลาก็เป็นสิ่งที่ออกมาจากความคิดเห็นที่ระดมสมองกัน โดยที่ยังไม่มีข้อมูลที่สนับสนุน ดังนั้นหากจะให้แน่นอนควรเก็บข้อมูลในแต่ละหัวข้ออีกครั้ง จุดที่ยากที่สุดในการประชุมแผนภาพนี้คือการตัดสินใจว่าจะเขียนตัวปัญหาไว้ข้างไหน ดังนั้นผู้ประสานงานหรือผู้ฝึกสอนควรจะถามความเห็นของกลุ่มเพื่อจะได้ช่วยให้ทีมใช้ความคิดมากขึ้น

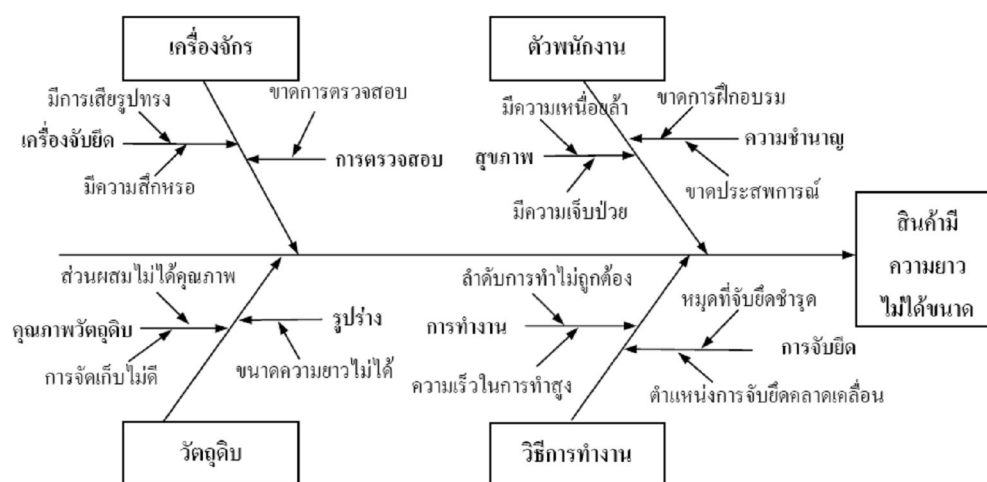
### Cause-and-effect diagram



ภาพที่ 2.34

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 479.

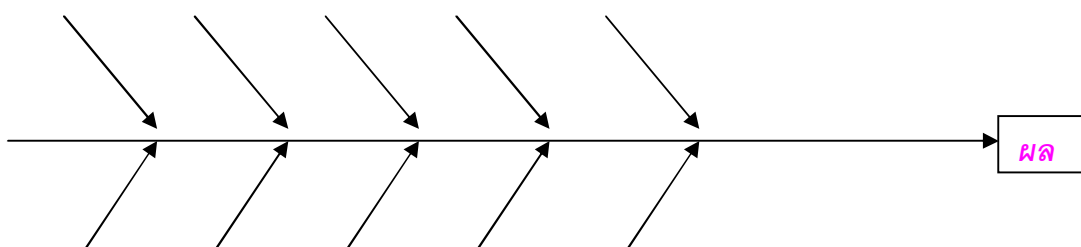


ภาพที่ 2.35

ตัวอย่างแผนผังสาเหตุและผล

ที่มา :จิรัตน์ สังข์แก้ว, การลงทุน, 2543.

ลักษณะก้างปลาที่ไม่ดี คือมีแต่สาเหตุใหญ่ ไม่มีสาเหตุย่อย



ภาพที่ 2.36

แผนผังก้างปลาที่ไม่ดี

ที่มา : <http://www.phraehospital.go.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2552

### 2.3.2 เครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 ชนิด ( New 7 QC Tools)

เครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 อย่าง (The 7 New QC Tools) หรือเครื่องมือสำหรับการบริหาร 7 อย่าง (The 7 Management Tools) เป็นเครื่องมือที่ทางประเทศญี่ปุ่นพัฒนาเพิ่มเติมมาจากเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (The 7 QC Tools) ให้มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหารระดับหัวหน้า/ผู้จัดการแผนก/ฝ่ายขึ้นไป ใช้ช่วยในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นคำพูด ความรู้สึกจากผู้บริหาร เพื่อวางแผนกลยุทธ์ แผนปฏิบัติการ ในเชิงป้องกันหรือเชิงรุก โดยการระดมความคิดและข้อเท็จจริงในอดีต รวมถึงการมองภาพความต้องการในอนาคตของลูกค้าและคู่แข่งมาใช้เพื่อกำหนดแผนงาน/โครงการในการรักษาสถานลูกค้าเดิม ขยายฐานลูกค้าใหม่ เพิ่มยอดขาย และลดต้นทุนขององค์กรได้อย่างเป็นระบบ

เครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 อย่างประกอบด้วย

- 1) แผนผังกลุ่มเครือญาติ (Affinity Diagram)
- 2) แผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram)
- 3) แผนผังต้นไม้ (Tree Diagram)
- 4) แผนผังเมตริกซ์ (Matrix Diagram)
- 5) แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูล (Matrix Data Analysis Chart)
- 6) แผนผังขั้นตอนการตัดสินใจ (Process Decision Program)
- 7) แผนผังลูกศร (Arrow Diagram)

ข้อพิจารณาในการปรับใช้

การนำเครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 ประการไปใช้ในการวางแผนงาน/โครงการ หรือกำหนดมาตรการเชิงรุกนั้น ควรต้องศึกษาวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของเครื่องมือแต่ละตัวให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะนำเครื่องมือแต่ละตัวไปใช้อย่างถูกต้องตามลำดับ และตามสถานการณ์ในงานศึกษา นี้จะเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพใหม่ New 7 QC Tools 2 ชนิดได้แก่ แผนผังต้นไม้และ แผนผังเมตริกซ์

## 1. แผนผังต้นไม้ (Tree Diagrams)

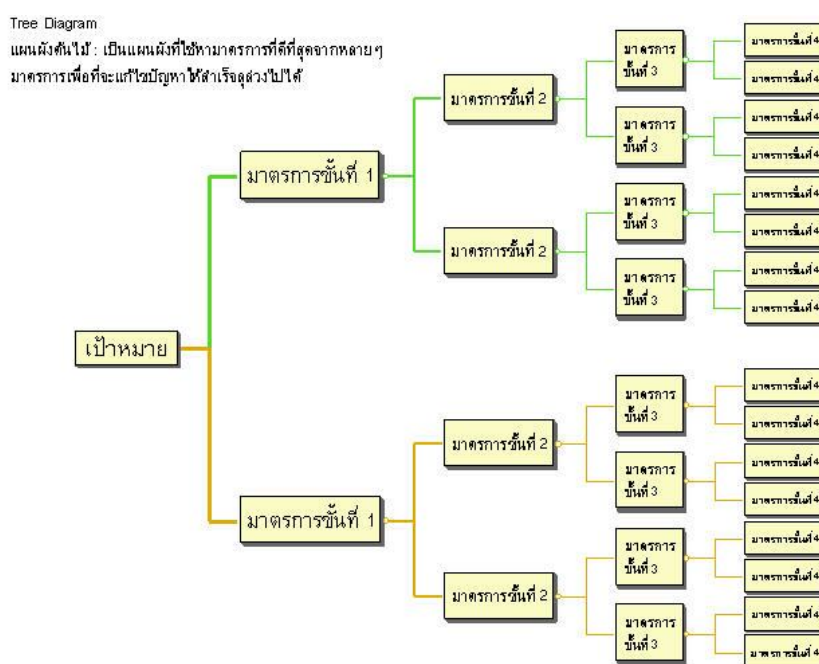
เป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นแนวทางหรือกลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยจะเริ่มจากการตั้งวัตถุประสงค์ขึ้นมาก่อน แล้วดำเนินการพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและนำกลยุทธ์ดังกล่าวมาตั้งเป็นวัตถุประสงค์ต่อไป เพื่อหากลยุทธ์ใหม่ต่อไปเรื่อยๆ จนได้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

แผนผังต้นไม้จะมีการนำมาใช้ในกรณีดังต่อไปนี้

ก. เมื่อต้องการแก้ปัญหาโดยมีการกำหนดมาตรการไว้อย่างเป็นระบบ (System approach)

ข. เมื่อต้องการให้สมาชิกกลุ่มมีมติที่มีความสอดคล้องกัน (Compromise)

ค. เมื่อต้องการแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับมาตรการแก้ไขในรูปของแผนผังซึ่งทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ



ภาพที่ 2.37

แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)

ที่มา : <http://www.prachasan.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2552

## 1.1 วิธีการสร้างแผนผังต้นไม้

### 1.1.1 ตั้งเป้าหมาย

การตั้งเป้าหมายนั้นอาจจะตั้งจากปัญหาที่ถูกตั้งไว้ในแผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) หรือ แผนผังความสัมพันธ์ (Relation Diagram) หรือ ปัญหาที่ได้มาจากที่ใด ๆ ก็ได้ที่จะแก้ไข จากนั้นให้เขียนเป้าหมายนี้ลงในบัตร (Card) แล้ววางบัตรนี้เอาไว้ที่ซ้ายมือสุด ตรงกลางของกระดานแผ่นใหญ่

เป้าหมายที่ตั้งขึ้นนั้นหากมีข้อกำหนดเงื่อนไขใดๆ ให้เขียนข้อความเหล่านั้นลงในบัตรด้วยเช่นกัน ในการตั้งเป้าหมายนั้น ประโยคจะต้องสั้น ง่าย และกระชับ เพื่อให้ทุกๆ คน เข้าใจง่าย และจะต้องให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจด้วยว่า เหตุใดจึงตั้งเป้าหมายนี้ขึ้นมา เพราะอะไร

### 1.1.2 สร้างชุดมาตรการการแก้ไขปัญหา

1.1.2.1 สมาชิกร่วมกันปรึกษาหารือกันว่ามาตรการใดเป็นมาตรการสำคัญที่จะทำให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายนั้นได้บ้างซึ่งในขั้นตอนนี้เราจะได้ มาตรการขั้นที่ 1

1.1.2.2 นำมาตรการขั้นที่ 1 ที่ถูกเลือกมาเขียนลงในบัตร แล้วนำไปเรียงไว้ที่ด้านขวาของบัตรเป้าหมายที่ได้จากขั้นที่ 1

1.1.2.3 บัตรที่ได้จากข้อ 2.2 แต่ละบัตร กลายเป็นเป้าหมาย และให้หาต่อไปว่ามาตรการที่จะแก้ไขบัตรมาตรการที่หนึ่งนั้น จะต้องมีการทำอะไรต่อไปบ้างกลายเป็นบัตรขั้นที่ 2, 3 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง เจอมาตรการที่พอจะแก้ไขได้ หรือปฏิบัติได้จริง

### 1.1.3 ตรวจสอบมาตรการ และความหมายของความสัมพันธ์

ให้ตรวจสอบดูบัตรมาตรการทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และตรวจสอบว่ามีอะไรตกหล่นบ้างหรือไม่ และมีความขัดแย้งใดเกิดขึ้นหรือไม่ โดยในการตรวจสอบนั้น ให้ทำการตรวจสอบ 2 มุมดังต่อไปนี้

1.1. 3.1 มาตรการนี้สามารถแก้ปัญหาให้บรรลุผลสำเร็จได้จริงหรือไม่

1.1.3.2 มีทางเป็นไปได้หรือไม่ที่จะบรรลุเป้าหมายได้โดยใช้มาตรการนี้ เรียกว่า เป็นการทดลองตรวจสอบ จากซ้ายไปขวา และจากขวาเป็นซ้าย

1. ถ้ามองจากซ้ายไปขวาเช่น การจะสนับสนุนนักกีฬาให้ติดทีมชาติไทยนั้น ต้องมีเทคนิคด้านกีฬาใหม่ๆ การมีเทคนิคกีฬาใหม่ๆ ได้เมื่อจัดจ้างโค้ชจากต่างชาติ การจะได้โค้ชต่างชาติมาต้อง..(ถาม ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้มาตรการสุดท้าย Why-Why analysis)

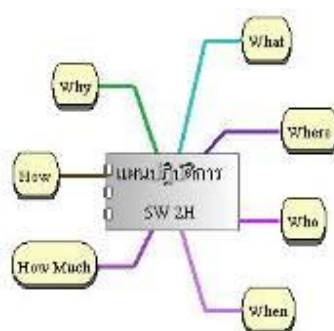
2.ถามกลับจากชาวไปซ้ายเช่น การจัดจ้างโค้ชจากต่างชาติมา ทำให้เราได้เทคนิคกีฬาใหม่ๆ (จริงหรือไม่) เมื่อได้เทคนิคใหม่ๆ มา จะช่วยให้ นักกีฬาติดทีมชาติไทยได้ (จริงหรือไม่)

#### 1.1.4 กำหนดโครงสร้างต้นไม้

เมื่อตรวจสอบแล้วว่าไม่ขัดแย้งกัน ให้นำบัตรมาตรการไปติดไว้ที่กระดานในตำแหน่งที่เหมาะสม (ด้านขวามือของเป้าหมายของแต่ละอัน) จากนั้นก็ลากเส้นเชื่อมโยง ระหว่างเป้าหมายกับมาตรการ เพื่อทำการสร้างแผนผังต้นไม้

#### 1.1.5 กำหนดแผนปฏิบัติการ

สุดท้าย ทำการกำหนดแผนปฏิบัติการโดยกำหนดตามลักษณะของ "5W 2H" (What, Why, Who, When, Where, How and How much)



ภาพที่ 2.38

ลักษณะของ 5W 2H

ที่มา : <http://www.prachasan.com> สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2552

## 1.2 ชนิดของแผนผังต้นไม้

โดยทั่วไปหน้าตาของแผนผังต้นไม้อาจเป็นไปได้ในหลายรูปแบบด้วยกันบางรูปแบบอาจใช้สำหรับเพียงภาพ เพื่ออธิบายโครงสร้างขององค์กร แต่สำหรับแผนผังต้นไม้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. ประเภทการวิเคราะห์แบบ Why - Why Tree
2. ประเภทการวิเคราะห์แบบ How - How Tree

ความแตกต่างของ Why - Why Analysis กับ How - How Analysis คือ Why - Why จะใช้เมื่อเราต้องการจะวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root Cause) ของปัญหา เพื่อสร้างแผนปฏิบัติการที่จุดนั้นโดยที่ยอดของแผนผังต้นไม้จะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น

ส่วน How - How Tree จะใช้เมื่อต้องการหามาตรการแก้ไข เพื่อจะไปให้ถึงเป้าหมายที่ต้องการโดยที่ยอดของแผนผังต้นไม้จะเป็นเป้าหมายที่ต้องการจะไปถึง

## 2. แผนผังเมตริกซ์ (Matrix Diagrams)

เป็นการนำเอากลยุทธ์ที่ดีที่สุดจากแผนผังต้นไม้มาเขียนเป็นแกนนอนของเมตริกซ์ และสร้างแกนตั้งของเมตริกซ์โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มการประเมิน อันได้แก่ ความสามารถอำนาจ ผลได้ ความสามารถนำไปสู่การปฏิบัติ ลำดับตำแหน่ง ฯลฯ และกลุ่มความรับผิดชอบอันได้แก่ ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการผลิตระดับต่างๆ แล้วพิจารณาจุดตัดกันระหว่างแนวตั้งและแนวนอนเพื่อใช้เป็นแนวคิดสำคัญสำหรับการแก้ไขปัญหาต่อไป

### แผนผังเมตริกซ์รูปตัว L แบบทั่วไป

| L \ R | R     | $R_1$ | $R_2$ | .... | $R_i$ | .... | $R_n$ |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
|       | $L_1$ |       |       |      |       |      |       |
| $L_2$ |       |       |       |      |       |      |       |
| ....  |       |       |       |      |       |      |       |
| $L_i$ |       |       |       |      |       |      |       |
| ....  |       |       |       |      |       |      |       |
| $L_m$ |       |       |       |      |       |      |       |

ภาพที่ 2.39

แผนผังเมตริกซ์รูปตัว L แบบทั่วไป

ที่มา : <http://www.tjs.co.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2552

รูปแบบของแผนผังเมตริกซ์หลัก ๆ อยู่ 4 แบบ มีชื่อตามรูปร่างของมัน คือ เมตริกซ์รูปตัว L เมตริกซ์รูปตัว T เมตริกซ์รูปตัว X เมตริกซ์รูปตัว Y

ข้อดีของแผนผังเมตริกซ์

1. ช่วยให้สามารถนำข้อมูลจากความคิดเห็นที่มีฐานประสบการณ์อย่างกว้างขวาง (ข้อมูลที่เป็นคำพูด) ออกมาได้อย่างรวดเร็วและเต็มที่ ข้อมูลนี้มีบางครั้งสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อมูลที่เป็นตัวเลข
2. ทำให้ความสัมพันธ์ในหมู่ปัจจัยที่แตกต่างของสถานการณ์กระจ่างชัดเจน และทำให้โครงสร้างของปัญหาโดยรวมปรากฏชัดขึ้นมาอย่างทันทีทันใด
3. จากการผสมผสานแผนผังที่แตกต่างกัน 2-4 แบบ แผนผังนี้จะช่วยกำหนดตำแหน่งของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น

### วิธีสร้างแผนผังเมตริกซ์

1.เลือกรูปแบบของตารางผูกสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับความต้องการนำมาใช้งานจากรูปแบบทั้ง 4 เช่นถ้าต้องการคิดค้นมาตรการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เลือกตารางผูกสัมพันธ์รูปตัว L ซึ่งมี 2 แกน ให้ “แถวตั้ง” แสดงการแจกแจงคุณลักษณะ (หรือโครงสร้าง) ของค่าใช้จ่าย “แนวนอน” แสดงการแจกแจงของโครงสร้างมาตรการการลดค่าใช้จ่าย

2.เขียนคุณลักษณะโดยเรียงเรียงให้เป็นโครงสร้างแบบ “ฝังต้นไม้” ลงในแกนทั้งสอง

3.ระบุความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในแถวกับที่อยู่ในแนวดังลงในช่องที่เป็นจุดตัดกันระหว่างแนวนอนและแถวตั้ง ถ้าเป็นไปได้ให้ระบุปริมาณมากน้อยของความสัมพันธ์คู่นั้น เช่น การวางแผนจัดส่งให้ทันเวลา สามารถลดค่าปรับได้เป็นเงิน 3,000 บาทต่อเดือน หรือระบุความสัมพันธ์มากน้อยเป็น 4 ระดับโดยใช้สัญลักษณ์ ดังนี้



เกี่ยวข้องกันมาก



เกี่ยวข้องกันปานกลาง

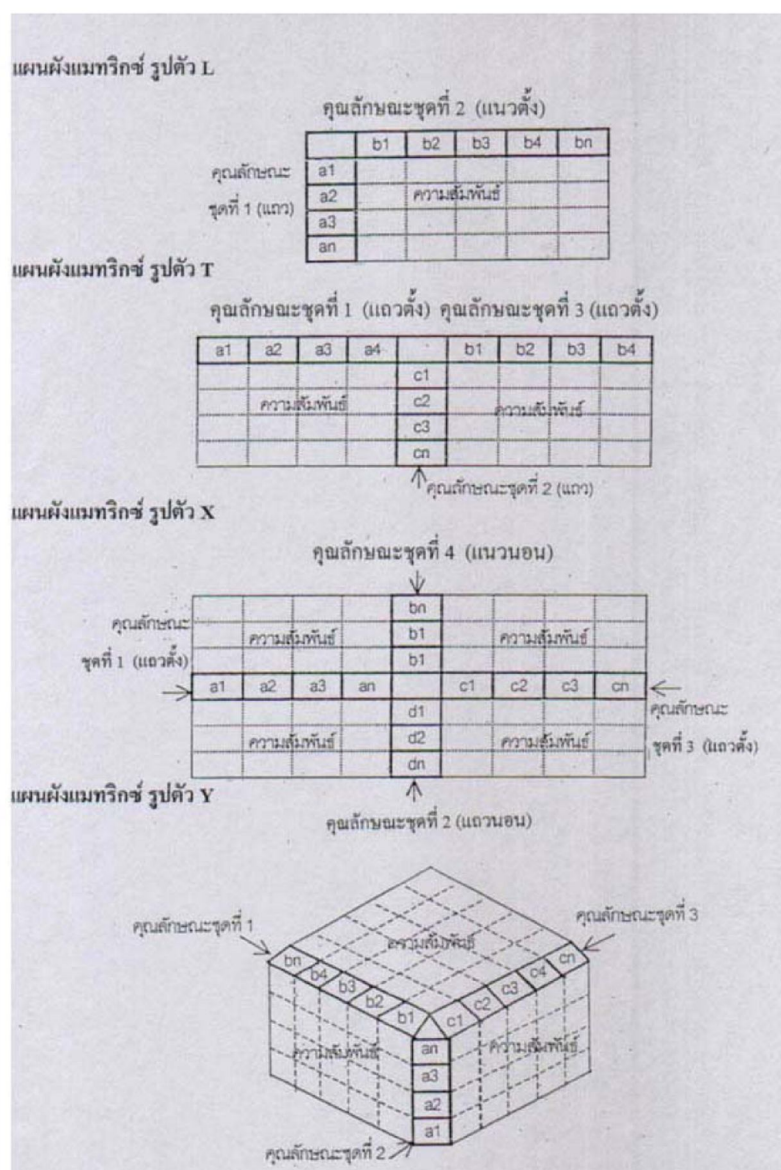


เกี่ยวข้องกันน้อย

(ว่าง)

ไม่เกี่ยวข้องกัน

หรือระบุเพียงว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ด้วยสัญลักษณ์ “ก” “ก็พอ” ทั้งนี้ห้ามมิให้ระบุความสัมพันธ์กันเลย เพราะเท่ากับไม่ได้สร้าง “แผนผังเมตริกซ์” นั่นเอง



ภาพที่ 2.40

ลักษณะโครงสร้างของแผนผังเมทริกซ์

ที่มา : <http://www.tjs.co.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2552

| ลักษณะของค่า ใช้จ่าย<br><br>มาตรการแก้ไข    |   | โครงสร้างค่า ใช้จ่ายในการขาย และขนส่ง |          |                       |                    |                        |                    |                        |                        |                  |           |             |              |               |                   |
|---------------------------------------------|---|---------------------------------------|----------|-----------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------|-------------|--------------|---------------|-------------------|
|                                             |   | ค่า ใช้จ่าย ในการขาย                  |          |                       |                    |                        |                    |                        | ค่า ใช้จ่าย ในการขนส่ง |                  |           |             |              |               |                   |
|                                             |   | ค่าส่งเสริมการขาย                     | ค่าโฆษณา | ค่าลดราคาควบคุมคุณภาพ | ค่ารับรองของลูกค้า | ค่าโทรศัพท์ และส่ง Fax | ค่าปรับ ไม่ตรงเวลา | ค่า ใช้จ่าย ในสำนักงาน | เงินเดือนพนักงานขนส่ง  | เงินเดือนคนขับรถ | ค่าเช่ารถ | ค่าน้ำมันรถ | ค่าซ่อมบำรุง | ค่า Over time | ค่าประกันการขนส่ง |
| วางแผนการจัดส่งให้ตรงเวลา                   | ○ | △                                     | △        |                       |                    | ●                      |                    |                        |                        | △                | △         |             | △            | △             |                   |
| ส่งเสริมการขายขายให้เหมาะสมกับภาวะตลาด      | ● | ○                                     |          |                       |                    |                        |                    |                        |                        |                  |           |             |              |               |                   |
| โฆษณาผ่าน E-Commerce                        | ○ | ●                                     |          | ○                     |                    |                        |                    |                        |                        |                  |           |             |              |               |                   |
| ปรับปรุงระบบประกันคุณภาพ                    | ○ | ○                                     | ●        |                       |                    |                        |                    |                        |                        |                  |           |             |              |               |                   |
| ลดขั้นตอนการจัดทำเอกสารการขาย               |   |                                       |          | △                     | ○                  |                        | ●                  |                        |                        |                  |           |             |              |               |                   |
| จัดทำข้อตกลงการซื้อขายที่ชัดเจน             |   |                                       |          |                       | ○                  |                        | ○                  |                        |                        | △                | △         |             | △            | △             |                   |
| หาที่ตั้งโกดังที่เหมาะสมค่าเช่าอู่          |   |                                       |          |                       |                    | ○                      | △                  |                        |                        | ●                | ○         | △           |              |               |                   |
| หาผู้รับเหมาที่น่าเชื่อถือและ ราคา          |   |                                       |          |                       |                    |                        |                    | ●                      | ○                      |                  |           |             |              |               |                   |
| ควบคุมการใช้น้ำมันรถ                        |   |                                       |          |                       |                    |                        | △                  |                        |                        |                  |           | ●           |              |               |                   |
| จัดทำมาตรฐานค่า ใช้จ่าย ในการซ่อมบำรุงรถ    |   |                                       |          |                       |                    |                        | △                  |                        |                        |                  | △         | ●           |              |               |                   |
| ว่าจ้างผู้รับเหมาช่างในการขนตู้             |   |                                       |          |                       |                    |                        |                    |                        | ●                      |                  |           |             | ○            |               |                   |
| จัดวางพื้นที่ในตู้ Container ให้เต็มพื้นที่ |   |                                       |          |                       | △                  | ○                      |                    |                        |                        | △                | △         |             |              | ●             |                   |

ความหมายของสัญลักษณ์

● = เกี่ยวข้องกันอย่างมาก

○ = เกี่ยวข้องกัน

△ = อาจจะเกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.41

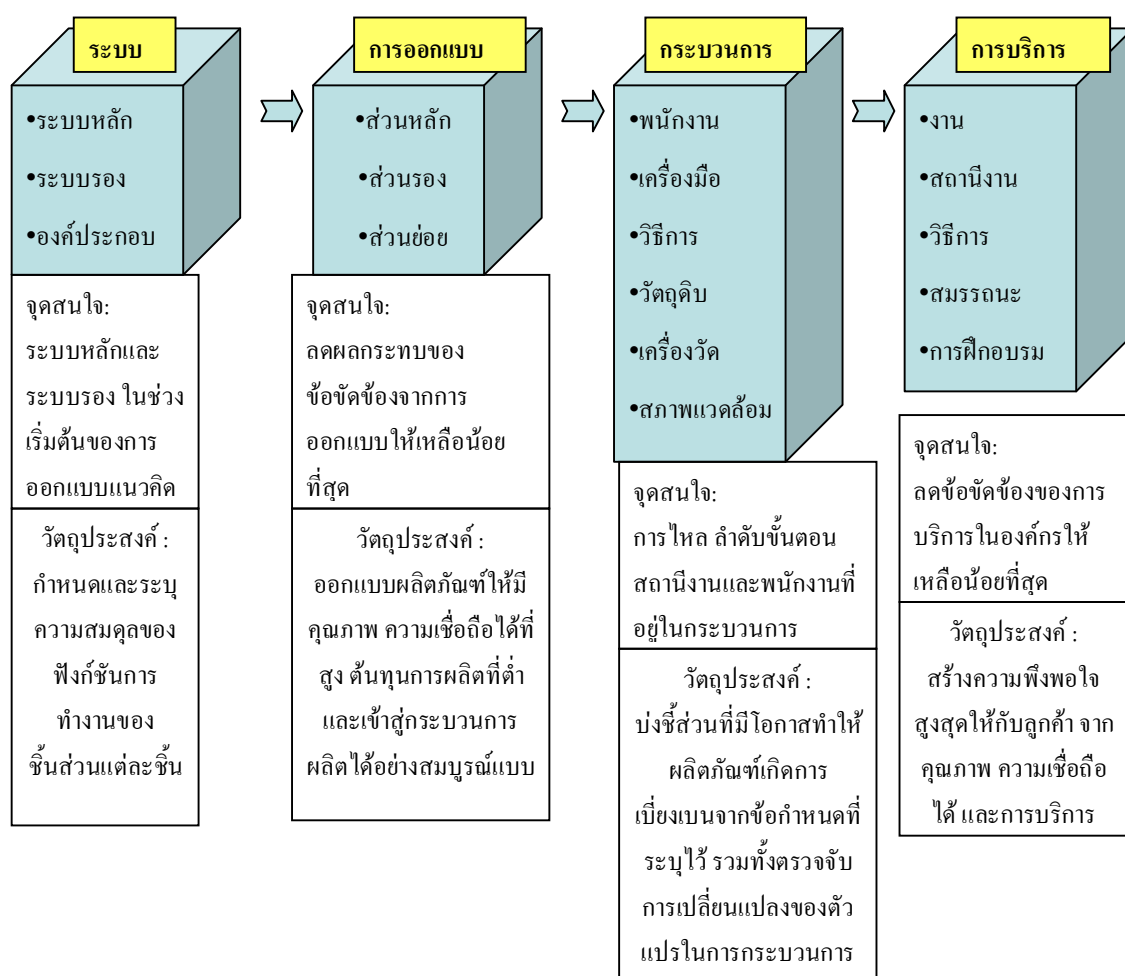
ตัวอย่างแผนผังเมตริกซ์รูปตัว L เรื่องมาตรการลดค่า ใช้จ่ายขายและขนส่ง

ที่มา : <http://www.tjs.co.th> สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2552

### 2.3.3 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) เป็นเทคนิคในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิตวิธีหนึ่ง ซึ่งใช้วิเคราะห์ระบบและบ่งชี้โอกาสของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการ เพื่อเตรียมหาวิธีป้องกันปัญหาดังกล่าวไม่ให้เกิดขึ้น หรือเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเกิดความรุนแรงและผลกระทบที่ตามมาน้อยที่สุด

ชนิดของ FMEA ที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีด้วยกัน 4 ชนิดได้แก่ การวิเคราะห์ตัวระบบ (System FMEA), วิเคราะห์การออกแบบ (Design FMEA), วิเคราะห์ตัวกระบวนการ (Process FMEA) และวิเคราะห์การบริการ (Service FMEA) ตามภาพที่ 2.42 โดยองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Failure Mode) การวิเคราะห์ผลกระทบ (Effect) และการวิเคราะห์สาเหตุ (Cause)



ภาพที่ 2.42

ความเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ของ FMEA

ที่มา : ศรีสวัสดิ์ เจริญบุตร, การนำเทคนิค FMEA มาปรับปรุงกระบวนการฝึกงาน, 2550

1. ขั้นตอนทั่วไปของการดำเนินการ FMEA ในการทำ FMEA มีขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - 1.1 จัดทำแผนผังการไหลในกระบวนการ (Flow process chart) ของกระบวนการที่จะประเมิน เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต ระบุขอบเขตการวิเคราะห์ และสามารถเชื่อมั่นได้ว่าการวิเคราะห์ได้ถูกปฏิบัติครอบคลุมทั้งกระบวนการ

1.2 ทีมงานที่วิเคราะห์กระบวนการ ต้องประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในกระบวนการนั้น ๆ ตัวแทนแต่ละแผนกเพื่อ ดูให้ครอบคลุมการวิเคราะห์ในแต่ละมุมมอง ว่าแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ข้อบกพร่อง ข้อสังเกต หรือจุดที่ทำให้เกิดปัญหาอย่างไรบ้าง

1.3 ระบุกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์ในแผนผังการไหลในกระบวนการ โดยเริ่มจากการระบุหน้าที่กระบวนการหรือข้อกำหนด (Process Function or Requirement) ว่ากระบวนการนี้ทำอะไร มีวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายเพื่ออะไร

1.4 ระบุแนวโน้มข้อบกพร่อง (Potential Failure Mode) หากกระบวนการนั้นไม่สามารถเป็นไปตามหน้าที่กระบวนการหรือข้อกำหนด หรืออาจจะบรรยายการแนวโน้มของข้อบกพร่องสำหรับกระบวนการ ซึ่งอาจสมมติว่าข้อบกพร่องนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ โดยตั้งคำถามว่า จะเกิดข้อบกพร่องอย่างไรในกระบวนการได้บ้าง

1.5 ระบุแนวโน้มผลกระทบที่เกิดขึ้นจากข้อบกพร่อง (Potential Effect of Failure) ซึ่งหมายถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อลูกค้าทางคุณภาพ อาจส่งผลในด้านความปลอดภัยหรือขัดกับกฎข้อบังคับต่าง ๆ ลูกค้าอาจหมายถึงความครอบคลุมถึง ลูกค้าในกระบวนการถัดไป หรือ End User ก็ได้

1.6 ระบุความรุนแรง (Severity : S) เป็นการประเมินและจัดลำดับความเลวร้ายของผลกระทบของข้อบกพร่องที่มีต่อลูกค้า ซึ่งได้รับการประมาณไว้เป็นระดับตั้งแต่ 1 ถึง 10 ในการให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลเกิดกับกระบวนการภายใน หรือ ลูกค้าสุดท้าย ดังตารางที่ 2.1

## ตารางที่ 2.1

## เกณฑ์การประเมินหัวข้อความรุนแรงของผลกระทบ

| ผลกระทบ<br>จาก<br>ข้อบกพร่อง       | เกณฑ์การประเมินความรุนแรง<br>ของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า                            | เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของ<br>ผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน                                                                                                          | คะแนน |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| อันตรายมาก<br>โดยไม่มีการ<br>เตือน | มีผลกระทบต่อความปลอดภัย<br>ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดย<br>ไม่มีการเตือนล่วงหน้า | มีผลกระทบต่อ การเกิดอันตรายต่อ<br>พนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยไม่มีการ<br>เตือนล่วงหน้า                                                                               | 10    |
| อันตรายมาก<br>โดยมีการ<br>เตือน    | มีผลกระทบต่อความปลอดภัย<br>ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมี<br>การเตือนล่วงหน้า    | มีผลกระทบต่อ การเกิดอันตรายต่อ<br>พนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยมีการ<br>เตือนล่วงหน้า                                                                                  | 9     |
| ผลกระทบสูง<br>มาก                  | ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้<br>เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก                       | ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูก<br>ทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมในแผนก<br>ซ่อมบำรุงโดยใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง                                                            | 8     |
| ผลกระทบสูง                         | ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งาน<br>ได้ แต่ระดับสมรรถนะลดลงจน<br>ทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก  | อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบ<br>คัดเลือก (Sorting) และผลิตภัณฑ์<br>บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูก<br>ทำลายหรือถูกซ่อมแซมที่แผนกซ่อม<br>บำรุงระหว่างครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมง | 7     |
| ผลกระทบ<br>ปานกลาง                 | ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งาน<br>ได้ แต่ขาดความสะดวกรบาย<br>และทำให้ลูกค้าไม่พอใจ    | ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%)<br>อาจถูกทำลายหรือถูกซ่อมแซมที่แผนก<br>ซ่อมบำรุงต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง                                                                   | 6     |

| ผลกระทบ<br>จาก<br>ข้อบกพร่อง | เกณฑ์การประเมินความรุนแรง<br>ของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า                                  | เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของ<br>ผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน                                                                        | คะแนน |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ผลกระทบต่ำ                   | ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ระดับสมรรถนะลดลง                       | ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจได้รับการ rework หรือได้รับการซ่อมแซมนอกสายการผลิตที่ฝ่ายผลิต                                             | 5     |
| ผลกระทบต่ำมาก                | ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>75 %) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง | ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย แต่มีผลิตภัณฑ์(ต่ำกว่า 100%) อาจจะได้มีการ rework | 4     |
| ผลกระทบเล็กน้อย              | ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าครึ่งหนึ่ง สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง       | มีผลิตภัณฑ์บางส่วน ที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการ rework ในสายการผลิต แต่ต้องทำนอกบริเวณจุดปฏิบัติงานที่ต้องถูกทำลาย            | 3     |
| เกือบไม่มีผลกระทบ            | ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่มากนัก ลูกค้าส่วนน้อย (<25 %) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง   | มีผลิตภัณฑ์บางส่วน ที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการ rework ในสายการผลิต ที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่ถูกทำลาย                            | 2     |
| ไม่มีผลกระทบ                 | ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้                                                           | อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการปฏิบัติงาน หรือตัวพนักงาน หรือไม่มีผลกระทบใดๆ                                                     | 1     |

ที่มา :กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ, 2547.

1.7 ระบุสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่อง (Potential Cause / Mechanism of Failure) ต้องระบุสาเหตุของข้อบกพร่อง (หาสาเหตุที่แท้จริงไม่ใช่แค่อาการ) ที่เกิดขึ้นให้ได้ชัดเจน ซึ่งจะต้องเป็นสาเหตุที่สามารถแก้ไขและควบคุมได้ ลำดับรายการสาเหตุทุกประการของข้อบกพร่องทางศักยภาพไว้อย่างสั้น ๆ และได้ใจความ เพื่อแก้ไขหรือควบคุมสาเหตุนั้น ๆ

1.8 ระบุโอกาสการเกิดขึ้น (Occurrence : O) ซึ่งเป็นการคาดการณ์ว่าสาเหตุของข้อบกพร่องแต่ละสาเหตุจะเกิดขึ้นถี่มากน้อยเพียงใด อัตราข้อบกพร่องที่จะเป็นไปได้จะอยู่บนพื้นฐานของจำนวนข้อบกพร่องที่คาดการณ์ได้หรือข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

## ตารางที่ 2.2

เกณฑ์การประเมินหัวข้อโอกาสในการเกิดขึ้น

| โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่ง ๆ         | อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (PPM) | Ppk         | คะแนน |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------|
| สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ           | $\geq 100,000$ (หรือ 10%)         | $< 0.55$    | 10    |
|                                            | 50,000 (หรือ 5%)                  | $\geq 0.55$ | 9     |
| สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย                   | 20,000 (หรือ 2%)                  | $\geq 0.78$ | 8     |
|                                            | 10,000 (หรือ 1%)                  | $\geq 0.86$ | 7     |
| ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว      | 5,000 (หรือ 0.5%)                 | $\geq 0.94$ | 6     |
|                                            | 2,000 (หรือ 0.2%)                 | $\geq 1.00$ | 5     |
|                                            | 1,000 (หรือ 0.1%)                 | $\geq 1.10$ | 4     |
| ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย           | 500                               | $\geq 1.20$ | 3     |
|                                            | 100                               | $\geq 1.30$ | 2     |
| ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย | $\leq 10$                         | $\geq 1.67$ | 1     |

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์อาการข้อบกพร่องและผลกระทบ, 2547.

1.9 ระบุการควบคุมกระบวนการปัจจุบัน (Current Process Control) โดยอธิบายรายละเอียดการควบคุมกระบวนการปัจจุบันที่ใช้ป้องกัน (Prevention) หรือ การตรวจจับ (Detection) ข้อบกพร่อง (Failure Mode) หรือสาเหตุของข้อบกพร่อง (Cause of Failure) ที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการที่วิเคราะห์นั้น ๆ ตัวอย่างระบบการควบคุมกระบวนการเช่น ระบบป้องกันข้อผิดพลาด (Poka – Yoke), การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ(SPC)

1.10 ระบุการตรวจจับ (Detection : D) เป็นการจัดลำดับที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับรายการของการตรวจจับที่ดีที่สุดที่ระบุการควบคุมปัจจุบันและแยกจากกันโดยขอบเขตของแต่ละ FMEA เพื่อให้ลำดับของการตรวจจับที่มีค่าต่ำ โดยทั่วไปทีมงานต้องมั่นใจว่าการควบคุมกระบวนการต้องมีการปรับปรุงไม่ควรประเมินค่าการตรวจจับที่ต่ำทั้ง ๆ ที่โอกาสเกิดต่ำ แต่ควรประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการด้วยการตรวจจับข้อบกพร่องที่มีความถี่ต่ำว่ามีความสามารถเพียงใดหรือความสามารถในการป้องกันข้อบกพร่องไม่ให้เกิดขึ้นในกระบวนการได้

### ตารางที่ 2.3

เกณฑ์การประเมินหัวข้อลักษณะการตรวจจับ

| ลักษณะการตรวจจับ  | เกณฑ์                                                  | ประเภทการตรวจจับ |   |   | ขอบเขตวิธีการตรวจจับ                               | คะแนน |
|-------------------|--------------------------------------------------------|------------------|---|---|----------------------------------------------------|-------|
|                   |                                                        | A                | B | C |                                                    |       |
| เกือบเป็นไปไม่ได้ | ไม่มีระบบการตรวจจับใด ๆ                                |                  |   | X | ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้                     | 10    |
| ห่างไกลมาก        | มีระบบควบคุมแต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้           |                  |   | X | การควบคุมกระทำได้เพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น          | 9     |
| ห่างไกล           | มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้ |                  |   | X | การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าเท่านั้น | 8     |

| ลักษณะการ<br>ตรวจจับ   | เกณฑ์                                                          | ประเภทการ<br>ตรวจจับ |   |   | ขอบเขตวิธีการตรวจจับ                                                                                                           | คะแนน |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                        |                                                                | A                    | B | C |                                                                                                                                |       |
| น้อยมาก                | มีระบบควบคุมแต่มี<br>โอกาสน้อยมากที่จะ<br>ตรวจจับข้อบกพร่องได้ |                      |   | X | การควบคุมกระทำได้<br>ด้วยการตรวจสอบด้วย<br>ตาเปล่าสองครั้งเท่านั้น                                                             | 7     |
| น้อย                   | มีระบบควบคุมและ<br>อาจจะตรวจจับ<br>ข้อบกพร่องได้               |                      | X | X | การควบคุมกระทำได้<br>ด้วยแผนภูมิ SPC                                                                                           | 6     |
| ปานกลาง                | มีระบบควบคุมและ<br>อาจจะตรวจจับ<br>ข้อบกพร่องได้               |                      | X |   | มีการควบคุมโดยใช้<br>เครื่องมือวัด วัดชิ้นงาน<br>ก่อนออกจากจุด<br>ปฏิบัติงาน หรืออาจใช้<br>เกจแบบ Go/No Go                     | 5     |
| ปานกลาง<br>ค่อนข้างสูง | มีระบบควบคุมและมี<br>โอกาสสูงที่จะตรวจจับ<br>ข้อบกพร่องได้     | X                    | X |   | มีการตรวจสอบจับ<br>ความผิดพลาดใน<br>กระบวนการถัดไปหรือมี<br>การใช้เครื่องมือวัดงาน<br>ชิ้นแรกในขั้นตอนการ<br>ปรับตั้ง (Set up) | 4     |
| ค่อนข้างสูง            | มีระบบควบคุมและมี<br>โอกาสสูงที่จะตรวจจับ<br>ข้อบกพร่องได้     | X                    | X |   | มีการตรวจสอบจับ<br>ความผิดพลาดที่จุด<br>ปฏิบัติงานหรือมีการ<br>ตรวจจับความผิดพลาด<br>โดยการตรวจสอบเพื่อ<br>การยอมรับ           | 3     |

| ลักษณะการตรวจจับ | เกณฑ์                                                     | ประเภทการตรวจจับ |   |   | ขอบเขตวิธีการตรวจจับ                                                                                   | คะแนน |
|------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                  |                                                           | A                | B | C |                                                                                                        |       |
| สูง              | มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง | X                | X |   | มีการตรวจสอบจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ชิ้นงานบกพร่องไม่สามารถผ่านไปได้ | 2     |
| สูงมาก           | มีระบบควบคุมและมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง        | X                |   |   | ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง เพราะใช้ Poka Yoke ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ              | 1     |

ที่มา :กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ, 2547.

ประเภทการตรวจจับ A : ป้องกันข้อผิดพลาดหลังลิ้ม

B : ใช้เกจ

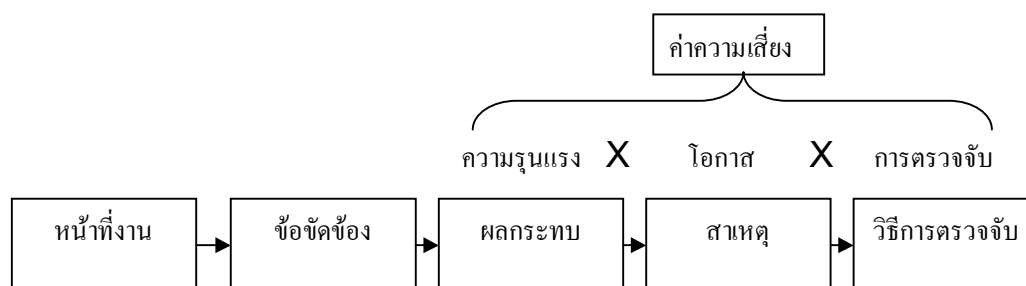
C : ตรวจสอบด้วยมือ (Manual)

1.11 ระบุหมายเลขลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number , RPN) เป็นผลที่ได้จากค่าความรุนแรง (S), โอกาสการเกิด(O),และการตรวจจับ (D) ตามสูตร

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

ค่า RPN จะมีค่าระหว่าง 1 ถึง 1,000 สามารถจัดลำดับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหลังจากได้ค่า RPN ในแต่ละสาเหตุของข้อบกพร่องแล้วควรมีการจัดลำดับจากค่าสูงสุดมาสู่ค่าต่ำสุด บางครั้งอาจใช้แผนผังพาเรโตมาแสดงผลได้ ควรกำหนดเกณฑ์ค่าความเสี่ยงโดยทั่วไปมักใช้ค่า > 100 จึงจะมีการแก้ไขปรับปรุงเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า RPN จะยังไม่เกินเกณฑ์ค่าความเสี่ยงที่

กำหนด แต่หากพบว่าค่าโอกาสการเกิดและการตรวจจับสูง ก็ควรจะมีการแก้ไขปรับปรุงเพื่อหาทางลดโอกาสการเกิดและเพิ่มโอกาสการตรวจจับตามความเหมาะสม



ภาพที่ 2.43

ความสัมพันธ์ของเลขลำดับค่าความเสี่ยง

ที่มา : ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร, การนำเทคนิค FMEA มาปรับปรุงกระบวนการฝึกงาน, 2550

1.12 ระบุคำแนะนำสำหรับการแก้ไข (Recommended action) การประเมินทางด้านวิศวกรรมสำหรับการแก้ไขหรือป้องกันจะต้องมุ่งไปสู่การดำเนินการสำหรับรายการที่มีค่า RPN สูงหรือรายการใด ๆ ที่ทีมงานสรุปและระบุว่าควรจะดำเนินการก่อน จุดมุ่งหมายของการดำเนินการในขั้นตอนนี้ก็เพื่อที่จะลดค่าเหล่านี้ตามลำดับ

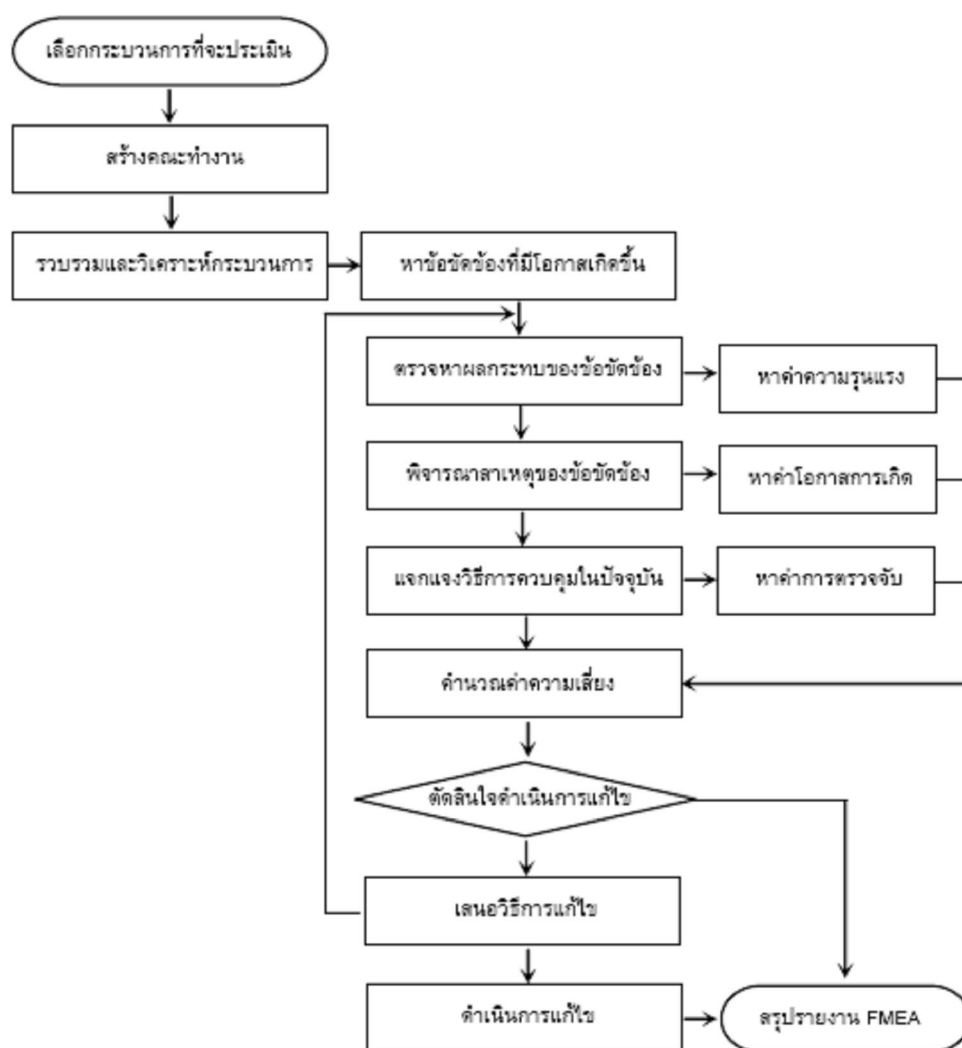
ความรุนแรง => โอกาสการเกิด => การตรวจจับ

ข้อเสนอแนะการลดค่าความรุนแรง (Severity) ในทางปฏิบัติหากค่าความรุนแรงมีค่าสูง (9 – 10) ต้องมุ่งเน้นไปจัดการที่การควบคุมกระบวนการทั้งการป้องกันและตรวจจับ โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงค่า RPN สำหรับทุกกรณีที่มีการระบุผลของแนวโน้มข้อบกพร่องซึ่งสามารถทำให้เกิดอันตรายได้ต่อการผลิตหรือพนักงาน ทีมงานต้องมั่นใจว่าได้มีการดำเนินการป้องกันและแก้ไขโดยวิธีการกำจัดหรือควบคุมที่สาเหตุ ตลอดจนกำหนดวิธีป้องกันตัวของพนักงานอย่างเหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องดังกล่าว อย่างไรก็ตามการลดค่าความรุนแรงที่ได้ผลดีที่สุดที่สุดคือการปรับเปลี่ยนการออกแบบใหม่หรือการปรับเปลี่ยนกระบวนการใหม่

ข้อเสนอแนะการลดค่าโอกาสการเกิด (Occurrence) ต้องมุ่งไปที่การปรับปรุงกระบวนการหรือปรับปรุงการออกแบบ หากเป็นการปรับปรุงกระบวนการควรใช้เทคนิคด้านสถิติมาช่วยประกอบ

ข้อเสนอแนะการลดค่าโอกาสการตรวจจับ (Detection) วิธีที่ดีที่สุดคือ การใช้เทคนิคการป้องกันการผิดพลาด (Poka Yoke) โดยทั่วไปการปรับปรุงวิธีการตรวจจับเป็นกระบวนการที่เป็นต้นทุน และมักไม่มีประสิทธิผลสำหรับการปรับปรุงคุณภาพ ยิ่งถ้าเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบทางคุณภาพยิ่งไม่มีประสิทธิผลสำหรับการป้องกันและแก้ไข ควรนำมาใช้เป็นมาตรการชั่วคราวเท่านั้น และริหาแนวทางป้องกันและแก้ไขที่แท้จริงมาประยุกต์ใช้

1. ระบุผู้รับผิดชอบสำหรับข้อเสนอแนะการแก้ไข (Responsibility for Recommended Action) ควรระบุชื่อผู้รับผิดชอบสำหรับการแนะนำแก้ไขทุกคนพร้อมทั้งกำหนดการที่จะเสร็จ
2. ระบุสิ่งที่ได้ดำเนินการ (Action Taken) ระบุสิ่งที่ได้ปฏิบัติ และสรุปผลของสิ่งที่เกิดขึ้นจริงและบันทึกผล
3. ระบุผลของการดำเนินการ (Action Result) ให้ลำดับว่าความรุนแรง, โอกาสการเกิดและการตรวจจับ พร้อมทั้งคำนวณค่า RPN สำหรับการดำเนินการที่ได้ปรับปรุงนั้น เมื่อได้ค่า RPN ใหม่แล้ว จะต้องทบทวนผลและหากมีการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ทำการวิเคราะห์ซ้ำ และต้องอยู่พื้นฐานการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 2.44

ขั้นตอนการทำ FMEA

ที่มา : ศรีสัทธ์ เจียรบุตร, การนำเทคนิค FMEA มาปรับปรุงกระบวนการฝึกงาน, 2550

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตสี อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ งานบริการต่าง ๆ โดยมีการนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือ หรือ เทคนิคอื่น ๆ อย่างเช่น ชิกซ์ ซิกมา, QC tool, New QC tool เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขระบบที่มีปัญหา ปรับปรุงด้านคุณภาพ ลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ยกมา เป็นงานที่ได้ใช้แนวทาง วิธีการที่คล้ายกัน มีการนำเครื่องมือหรือเทคนิคอื่น ๆ มาใช้ร่วมด้วย โดยมีวัตถุประสงค์คือการปรับปรุงคุณภาพ ลดต้นทุน นอกจากนี้ยังการประเมินผลในแนวทางเดียวกันอีกด้วย

### เฉลิมพล ลีลาผาติกุล (2540)

ศึกษาการกำหนดและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของยางรถยนต์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) มาใช้วิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตยางรถยนต์ โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตและค้นหาปัจจัย ที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องทุกขั้นตอนการผลิต โดยอาศัยแผนภาพแสดงเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์และแผนภาพต้นไม้ เป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องเหล่านั้น จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนั้นมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง การเกิดข้อบกพร่อง และการควบคุมกระบวนการ เพื่อดำหนดค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้น (Risk Priority Number หรือ RPN) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่อง โดยค่า RPN ยิ่งมีค่ามากหมายถึง มีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องสูง โดยทั่วไปค่า RPN จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 1,000 คะแนน ในการวิจัยจะเน้นการแก้ไขข้อบกพร่องที่มีค่าดัชนีความเสี่ยง ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของยางรถยนต์นี้ จะเริ่มจากการพิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การผสมยางจนเป็นยางรถยนต์สำเร็จรูป โดยอาศัยการระดมสมองแล้วหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น ซึ่งผลการแก้ไขมีทั้งการจัดทำแผนภูมิการตรวจสอบ การจัดทำรายละเอียดและการตั้งค่ามาตรฐานในการทำงานของเครื่องจักร ฯลฯ ซึ่งผลการดำเนินการแก้ไขทำให้จำนวนของยาง

เสีย ในยางรถยนต์นี้เรเดียลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 1.009% เหลือ 0.392% ส่วนยางรถบรรทุกไบแอส ลดลงจาก 0.025% จนไม่มียางเสียเลย หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความรุนแรงของข้อบกพร่อง การเกิดขึ้นของข้อบกพร่องและการควบคุมกระบวนการอีกครั้งหนึ่ง เพื่อกำหนดค่า RPN ใหม่ หลังจากการควบคุมข้อบกพร่องแล้ว พบว่า ค่า RPN ใหม่ลดลงจากค่า RPN เดิม 50%-90% ซึ่งหลังจากการแก้ไขจนลดข้อบกพร่องลงได้แล้ว ก็จัดทำแผนการควบคุม (Control Plan) เพื่อควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ และป้องกันข้อบกพร่องนั้นมิให้เกิดขึ้นซ้ำอีก โดยแผนการควบคุมนี้จะประกอบไปด้วย รายละเอียดของการทำงาน เครื่องมือหรือเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง จุดที่ต้องควบคุม ข้อกำหนดหรือค่าเผื่อต่าง ๆ การประเมินผล จำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจสอบ กระบวนการควบคุม และผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบ ตลอดจนแผนการแก้ไขหากเกิดข้อบกพร่องนั้นขึ้น

#### ปิยวัฒน์ รัตนสุภา (2545)

ศึกษาการจัดทำมาตรฐานในกระบวนการแต่งตั้งในโรงงานผลิตสีโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) บริษัทตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายสีที่ใช้ในงานเคลือบผิว ขอบข่ายของการวิจัยได้เน้นถึงผลิตภัณฑ์สีอัลคีด ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การผสมสี การเตรียมแผ่นเชดสีตัวอย่าง จนกระทั่งขั้นตอนการวัดความแตกต่างของสีกับสีมาตรฐาน ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และแผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Diagram) มาใช้ในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องในผลิตภัณฑ์สีอัลคีด จากการศึกษาพบว่าบริษัทมีปัญหาหลัก ๆ เกี่ยวกับการผลิตอยู่ห้าประการ อันประกอบไปด้วย 1) คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 2) ความแม่นยำของสูตรที่ใช้ในการผลิต 3) ความไม่เที่ยงตรงของเครื่องหยดแม่สี 4) ความไม่มีประสิทธิภาพของวิธีการทำงาน 5) ความผิดพลาดที่เกิดจากคน ผลของปัญหาเหล่านี้ได้นำไปสู่การปรับแต่งเชดสี 2-3 ครั้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในสายการผลิต จากผลของการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ได้นำไปสู่การจัดทำระบบประกันคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์สีอัลคีดซึ่งได้แก่ วิธีการทำงานมาตรฐาน, เอกสารตรวจสอบระหว่างขั้นตอนการทำงาน, แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ผลจากการทำระบบประกันคุณภาพนี้ พบว่า ระยะเวลาในการแต่งตั้งลดลงจาก 233 นาที ไปเป็น 147 นาที ในส่วนของค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้น (Risk Priority Number : RPN) หลังจากการนำ

ระบบประกันคุณภาพไปใช้ ทำให้ค่า RPN ลดลง 73 ถึง 95 เปอร์เซนต์ในขบวนการหลักเทียบกับก่อนการนำระบบประกันคุณภาพไปใช้

ธัญญารักษ์ ธนบุญสมบัติ (2546)

ศึกษาการวิเคราะห์และลดของเสียของกระบวนการผลิตกระจกนิรภัย ด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis. FMEA) มาใช้ในการวิเคราะห์และลดของเสียของโรงงานตัวอย่าง จากการศึกษากระบวนการผลิตตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหลอม ขึ้นรูป ตัด และบรรจุ โดยของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ ฟองอากาศสีดำ สิ่งเจือปน รอยโรลเลอร์ ผิดความหนา ชีตข่วน คราบน้ำ และกระจกแตกในลังงานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบเกรดไพรเวซีและค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่อง โดยอาศัยการระดมสมองด้วยการใช้แผนผังแสดงเหตุผล และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นให้ทีมผู้ชำนาญการที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง ค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและค่าโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อกำหนดค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้นนำ (RPN) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป โดยทางทีมผู้ชำนาญการได้ดำเนินการปรับปรุง 2 ครั้ง ผลประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนจากการปรับปรุงคือ โรงงานตัวอย่างได้รูปแบบผลิตภัณฑ์โฟลทแผ่นเรียบเกรดไพรเวซี ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และเพื่อให้มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพมิให้เกิดซ้ำอีก ผลการดำเนินการแก้ไข พบว่า

1. % ของเสียของกระบวนการหลอมลดลงจาก 1.28% เหลือ 0.65% และ 0.30% ตามลำดับ
2. % ของเสีย ของกระบวนการขึ้นรูปลดลงจาก 1.43% เหลือ 0.60% และ 0.36% ตามลำดับ
3. % ของเสีย ของกระบวนการตัดลดลงจาก 2.16% เหลือ 0.62% และ 0.36% ตามลำดับ
4. % ของเสีย ของกระบวนการบรรจุลดลงจาก 0.46% เหลือ 0.16% และ 0.10% ตามลำดับ
5. % ของเสียเทียบยอดการผลิตลดลงจาก 6.19% เหลือ 2.24% และ 1.22% ตามลำดับ
6. % ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้าลดลงจาก 4.43% เหลือ 1.82% และ 0.98% ตามลำดับ

ภัทรวุฒิ พลอาสา (2548)

ใช้วิธีการทางซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการศึกษาต้นทุนคุณภาพในการลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดฮาร์ดดิสไดรฟ์ โดยพิจารณาต้นทุนคุณภาพทั้งสามส่วน คือ ต้นทุนความบกพร่อง ต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนการป้องกัน มีการวัดผลจากเป้าหมายที่ตั้งไว้คือมีปริมาณของเสียต่ำกว่า 10,000 หน่วยต่อล้านชิ้น ในการวิจัยได้ใช้ขั้นตอนตามวิธีการทางซิกซ์ ซิกมา เริ่มจากการระบุปัญหาโดยใช้แผนผังเหตุและผลในขั้นตอนการวัด มีการจัดลำดับความเสี่ยงของแนวโน้มสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิควิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุต่างๆว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ แล้วจึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนของเสียที่พบ โดยใช้หลักสถิติมายืนยัน ผลการวิจัยพบว่า ช่วงเริ่มทำการปรับปรุง ช่วงการปรับปรุงคุณภาพแบบก้าวกระโดด จะมีต้นทุนความบกพร่องลดลงอย่างมาก แต่ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนการป้องกันเพิ่มขึ้น เนื่องจากกิจกรรมปรับปรุงที่เพิ่มขึ้น และช่วงการปรับปรุงคุณภาพแบบต่อเนื่อง ต้นทุนทั้งสามส่วนลดลง เนื่องจากเกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

กุสุมา จีรวงศ์สวัสดิ์ (2550)

ศึกษาปัญหาคุณภาพพริตในโรงงานผลิตสารเคลือบเซรามิกส์ เนื่องจากพริตมีส่วนผสมไม่ตรงสูตรเกิดจำนวนของเสียประมาณ 6.6 ล้านบาท โดยศึกษากระบวนการผลิต วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภาพหาสาเหตุและผล จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ พร้อมประเมินความสำเร็จหลังการปรับปรุง โดยอาศัยหลักการกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ ทำการแก้ไขข้อบกพร่องโดยการพัฒนาแบบฟอร์มตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันและเอกสารวิธีการปฏิบัติงานฝึกอบรมพนักงาน ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2k จากผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้ของเสียลดลงประมาณ 314656.2 บาทต่อปี

สุพัฒตรา เกษราพงศ์, กฤษฎิยา เสงี่ยม (2550)

ทำการวิเคราะห์และควบคุมสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของกระบวนการผลิตถุงเท้า โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) งานวิจัยเริ่มจากศึกษากระบวนการผลิตโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow process chart) เพื่อวิเคราะห์ปัญหา เมื่อพบปัญหาแล้วใช้เทคนิคแผนผังก้างปลา (Fish bone

diagram) วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดผล กระทบต่อคุณภาพ ต่อมาทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิค Process Mode and Effect Analysis, PFMEA ผลการวิเคราะห์พบว่าเกิดปัญหาของเสียในกระบวนการย้อมเส้นด้าย, กรอเส้นด้าย, ถักถุงเท้า, เย็บปิดปลาย, และอบ หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญการผลิตวิเคราะห์เพื่อประเมินความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity :S) การเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence : O) และการควบคุมกระบวนการ (Detection : D) เพื่อกำหนดดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number, RPN) ซึ่งค่า RPN ที่มีปัญหามากที่สุด คือ ปัญหาเส้นด้ายขาดของแผนกรอเส้นด้ายมีค่า RPM เท่ากับ 400 ภายหลังการปรับปรุงในด้านการตรวจสอบคุณภาพเส้นด้าย, ด้านการตั้งค่าความเร็วรอบของเครื่องจักร และด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร ทำให้ค่า RPN ลดลงเหลือ 280

มัลลิกา จาเลิศ (2551)

ประยุกต์ใช้เทคนิคข้อบกพร่องและผลกระทบ ในการศึกษาเพื่อลดจำนวนคนที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิตในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยใช้เทคนิคนี้มาศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบัน เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา และวางแผนปรับปรุงออกแบบ มีการเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อยืนยันว่ารอบเวลาการทำงานไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดปัญหาข้อผิดพลาดจากการทำงานโดยใช้คนได้และสามารถลดจำนวนคนในสายการผลิต ซึ่งแก้ไขโดยติดตั้งอุปกรณ์คัดแยกอัตโนมัติในขั้นตอนการป้อนงานระหว่างเครื่องสกรูลำและออโต้แก๊งก์บาลานซ์และขั้นตอนการยิงสัญญาณขึ้นงานที่เครื่องเอ็กซ์เคลลิเบอร์

อรวรรณ สวัสดิ์วิเชียร (2551)

ประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกมา และเทคนิควิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการหาแนวทางลดของเสียในกระบวนการเชื่อมมิกซ์อลูมิเนียมหล่อของอินเตอร์คูลเลอร์ โดยเริ่มต้นด้วยการทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพเหตุและผล จากนั้นจัดลำดับความเสี่ยงของแนวโน้มสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิควิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ พบว่ามี 2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเกิดปัญหาอย่างมีนัยสำคัญคือข้อบกพร่องของแท่งคัลลูมิเนียมหล่อ และค่าของกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม ที่ทีมงานได้ดำเนินการปรับปรุงการแก้ปัญหาพร้อมกับผู้ส่งมอบ โดยนำหลักการทางสถิติมาใช้เพื่อยืนยันผล จากการศึกษาพบว่าปัญหาของเสียในกระบวนการเชื่อมมิกซ์อลูมิเนียมหล่อลดลงเหลือ 24 %

สามารถลดเวลาในการซ่อมชิ้นงานเสีย และลดข้อร้องเรียนจากลูกค้าเรื่องแนวเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์จากการซ่อมได้

วสันต์ พุกผาสุข (2551)

ศึกษาการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและปรับปรุงคุณภาพผิวงานชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกมา โดยมีเป้าหมาย คือ การลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลง 70% การวิจัยเริ่มจากกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น ระบุขอบเขตปัญหาที่จะทำการแก้ไข และกำหนดตัวชี้วัดการปรับปรุงกระบวนการ โดยอาศัยการวัดความสามารถกระบวนการ พบว่าการเกิดเม็ดหรือตามดบนผิวชิ้นงานเป็นเหตุทำให้เกิดของเสียมากที่สุด ขั้นตอนที่สองจะเป็นการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาโดยการสร้างแผนที่กระบวนการ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละงานในกระบวนการ จากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยสร้างแผนภาพเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ซึ่งจะนำมาเชื่อมโยงกับค่าระดับความเสี่ยง ที่ได้จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) เพื่อค้นหาสาเหตุที่น่าจะมีผลกระทบต่อปัญหามากที่สุด จากนั้นจะศึกษาระบบการวัดของพนักงานตรวจสอบชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม เพื่อเพิ่มความแม่นยำและถูกต้องในระบบการตรวจสอบ ขั้นตอนที่สามเป็นขั้นตอนวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีผลกระทบกับค่าความหยาบผิวชิ้นงานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และนำมาหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ โดยเทคนิคการออกแบบการทดลองและการหาพื้นที่ตอบสนอง ขั้นตอนสุดท้ายจะดำเนินการควบคุมตัวแปรต่างๆ โดยอาศัยคู่มือการปฏิบัติงาน และเทคนิคการควบคุมกระบวนการทางสถิติ ผลการปรับปรุง พบว่า ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงจาก 146,295 PPM เหลือเพียง 25,780 PPM และทำให้ลดมูลค่าความสูญเสียจาก 774,714 เหลือ 128,648 บาทต่อเดือน โดยสามารถลดระดับการเกิดของเสียลง 82%

ชลธิชา เมืองโคตร (2551)

ได้ศึกษาการลดอัตราการเกิดปัญหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เริ่มด้วยการเลือกกระบวนการที่จะศึกษา นำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบมาใช้ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องและประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงเริ่มต้น โดยใช้แผนผังพาเรโตมาช่วยในการตัดสินใจเลือกข้อบกพร่องที่มีดัชนีความเสี่ยงสูงมาทำการแก้ไขปรับปรุง หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนผัง

ก้างปลา เมื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแล้ว ได้มีการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงซ้ำ พบว่าอัตราความเสี่ยง  
การเกิดปัญหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 42.06