บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

สำหรับทฤษฎีที่กล่าวถึงในบทนี้ ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่ใช้ประกอบการศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ ได้แก่ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) แผนผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) แผนภาพต้นไม้ (Systematic or Tree Diagram) และ เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and effects Analysis, FMEA)

2.1 เครื่องมือ 7 อย่าง ของ QC.

2.1.1 แนวคิดและหลักการ

หลักการและกลวิธีในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ภายในหลักการ 2 ประการคือ

1) การทำให้ง่าย

2) สามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลายรูปแบบ

2.1.2 การประยุกต์ใช้เครื่องมือ 7 อย่าง

สามารถแบ่งหรือจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มการประยุกต์คือ

1)เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความเสถียรของข้อมูล

เพื่อเป็นการศึกษาแบบยกสิ่งตัวอย่าง เพื่อดูว่าประชากรหรือตัวอย่างที่กำลังพิจารณา ได้รับการทำให้เป็นมาตรฐานหรือไม่ (เสถียรหรือไม่)

2) เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความผันแปร

เพื่อเป็นการวิเคราะห์ความผันแปรของข้อมูล และคัดแยกสาเหตุที่เป็นปกติหรือไม่ปกติ

3) เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์สาเหตุและผล

ในลักษณะเชิงพรรณนา เช่น การกำหนดสมมติฐานของสาเหตุ การพิสูจน์สาเหตุและผล

2.1.3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลคือ แนวทางสู่การแก้ไขปัญหาและการปรับปรุง จากข้อมูลจะบอกปรากฏการณ์ พฤติกรรม หรือคุณสมบัติใดๆที่ต้องการจะทราบ

วัตถุประสงค์ของการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) เพื่อศึกษาสถานภาพปัจจุบันของกิจกรรมการผลิตหรือการทำงานว่า มีสิ่งผิดปกติ สิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือ ไม่เป็นไปตามความคาดหวัง หรือไม่

2) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดปกตินั้น

3) เพื่อตรวจสอบประเมินผลของการปรับปรุงหรือของแผนการปฏิบัติงานต่างๆ

การรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นกิจกรรมที่จำเป็นในเบื้องแรกที่จะช่วยทำให้ทราบว่ามีปัญหาหรือไม่ ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้สามารถตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ผลอย่างถูกต้องได้

2.1.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโตเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานที่ทำงานหรือโรงงาน เพื่อสังเกตดูว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดและรอง ๆ ลงมาตามลำดับ โดยนำปัญหา หรือสาเหตุเหล่านั้นมาจัดให้เป็นหมวดหมู่ และแบ่งแยกประเภท จากนั้นทำการเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปหาน้อย โดยการแสดงขนาดความมากน้อยด้วยกราฟแท่งและค่าสะสมด้วยกราฟเส้น ได้รับการคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 2897 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาเลียนท่านหนึ่งที่มีชื่อว่า วี.พาเรโต (V.Parato) ที่ได้ทำการแสดงผลการวิจัยชิ้นหนึ่งของเขา โดยการแสดงให้เห็นว่า การกระจายรายได้ของประชากรแตกต่างกัน โดยในการวิจัยได้สรุปว่า ความร่ำรวยหรือจำนวนรายได้ในปริมาณมากได้อยู่ในมือของประชาชนกลุ่มน้อย ขณะที่ประชาชน กลุ่มใหญ่กลับมีรายได้น้อย ซึ่งต่อมา ดร.จูราน ชาวอเมริกันก็ได้นำเอาหลักการดังกล่าวของพาเรโตมาใช้ในวิชาการควบคุมคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่าสาเหตุความบกพร่องเพียงไม่กี่สาเหตุกลับก่อให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เหลือ กลับมาจากสาเหตุจำนวนมาก และเรียกวิธีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับความสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้ว่า การวิเคราะห์แบบพาเรโต (Pareto analysis) และเรียกว่ารูปวาด หรือแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์นี้ว่า แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิพาเรโดมีดังนี้

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดใด เช่น ตัดสินใจว่าจะทำการศึกษาปัญหาชนิดใด ดังตัวอย่าง จำนวนชิ้นส่วนที่เสีย มูลค่าความสูญเสีย และจำนวนครั้ง ของการเกิดความสูญเสีย เป็นต้น ตัดสินใจว่าข้อมูลชนิดใดต้องรวบรวมและแยกประเภทดังตัวอย่าง ข้อมูลที่แยกตามความบกพร่อง ตำแหน่งที่ตรวจพบ สถานที่เกิด เครื่องจักรที่ก่อให้เกิดจุดบกพร่อง ประเภทชนิดของวัตถุดิบที่เกิดข้อบกพร่อง เป็นต้น กำหนดวิธีการเก็บข้อมูลและช่องเวลาที่ทำการจัดเก็บข้อมูล

2) แยกปัญหาเล็กที่สำคัญออกมาเป็นปัญหาใหญ่ ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลกระทบมาก (The Vital Few) และ ประเภทมากชนิดแต่มีผลกระทบน้อย (The Triveal Many)

3) ออกแบแผ่นบันทึกความบ่อยของข้อมูลที่ตรวจพบ (Data tally sheet) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแยกตามหัวข้อต่าง ๆ เช่น การใช้ตารางตรวจสอบ (Check Sheet)

4) เขียน ใบสรุปข้อมูลสำหรับแผนภูมิพาเรโต (Data Sheet for Pareto Diagram) เพื่อแสดงสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ หัวข้อของสาเหตุหรือปัญหา จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนสะสม เปอร์เซนต์สะสม

5) นำข้อมูลที่เก็บมาได้จากขั้นตอน 1-3 มาบรรจุลงในตาราง โดยเรียงลำดับข้อมูลจากรายการที่มีการตรวจพบจำนวนมากที่สุดก่อนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ยกเว้นรายการอื่น ๆ ให้เอาไว้ท้ายสุดเสมอ จากนั้นคำนวณจำนวนสะสมของข้อมูล

6) คำนวณเปอร์เซนต์ของข้อมูลแต่ละค่า (เทียบร้อยละจากข้อมูลทั้งหมด)

7) คำนวณเปอร์เซนต์สะสม (สะสมแล้วต้องได้ 100 %)

8) เขียนกรอบของแผ่นกราฟโดยมีแกนตั้ง 2 แกน แกนนอน 1 แกน โดยให้แกนตั้งซ้ายมือ แบ่งสเกลเท่า ๆ กัน โดยให้สเกลสูงสุดคือ จำนวนข้อบกพร่องที่ตรวจพบ ส่วนแกนตั้งขวามือแบ่งสเกล 0 -100 เป็นเปอร์เซนต์ โดยเขียน 100 % ตรงกับจำนวนจุดบกพร่องสูงสุด และส่วนแกนนอน ให้แบ่งสเกลเท่า ๆ กัน จำนวนช่องจะเท่ากับจำนวนชนิดของจุดบกพร่องที่ทำการแยกตรวจโดยให้ความสูงของกราฟแต่ละแท่งแสดงจำนวน หรือเปอร์เซนต์ของข้อมูลแต่ละหัวข้อตามลำดับ (ยกเว้นอื่น ๆ ซึ่งจะต้องเอาไว้แท่งสุดท้ายเสมอ)

9) เขียนกราฟเส้นแสดงการสะสมของข้อมูล (ทั้งจำนวนและเปอร์เซนต์)

10) เพิ่มรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนภูมิพาเรโตเพื่ออธิบายข้อมูลที่จำเป็นจนครบ เช่น ข้อมูลแสดงที่มา ชื่อผู้สร้าง ชื่อแผนภูมิ ที่มาของข้อมูล จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเป็นต้น

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโตมีดังนี้

1) ใช้จัดลำดับความรุนแรงของปัญหา ซึ่งแสดงให้ทราบถึงปัญหาที่ส่งผลกระทบให้เกิดความรุนแรงและเสียหายสูงสุด และปัญหาที่ทำให้เกิดความรุนแรงและเสียหายลดหลั่นลงมาตามลำดับ

2) ช่วยในการตั้งเป้าหมายการแก้ปัญหา โดยตั้งเป้าหมายจากเปอร์เซนต์สะสมและทำการลดปัญหาที่เกิดขึ้น

ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโตมีดังนี้

1) ควรเขียนแผนผังพาเรโตหลาย ๆ แบบ จากปัญหาเดียวกัน โดยแยกชนิดต่าง ๆ ของข้อมูล เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่ซ่อนเร้นอยู่ให้มีความกระจ่างมากยิ่งขึ้น

2) ถ้าหากว่าพบว่าสาเหตุอื่น ๆ มีเปอร์เซนต์สูง แสดงว่า การแยกประเภทของปัญหายังไม่ดี เพราะอาจมีสาเหตุบางตัวนับรวมในกลุ่มสาเหตุอื่น ๆ มีผลทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ควรทำการจำแนกข้อมูลใหม่เพื่อให้เปอร์เซนต์ของกลุ่มอื่น ๆ ลดลง

3) หากปัญหาใดมีภาพชัดเจนว่ามาจากสาเหตุเพียงสาเหตุเดียว ก็ควรทำการแก้ไขสาเหตุนั้นไปเลย แม้ว่าผลของสาเหตุนั้นอาจไม่สำคัญมาก็ตาม การใช้ผังพาเรโตก็เพื่อจำแนกและชี้ให้เห็นชัดเจนขึ้นว่า สาเหตุหลัก ๆ ของปัญหาคืออะไร การแก้ปัญหาคืออะไร การแก้ไขปัญหาแต่ละสาเหตุที่เห็นแจ้งชัดเจนจะเป็นการเสริมทักษะในการเป็นนักแก้ปัญหาต่อไป

4) อย่าละเลยที่จะเขียนผังพาเรโตจากสาเหตุ หลังจากได้เขียนผังพาเรโตจากปรากฏการณ์แล้ว ทั้งนี้เพราะว่าการเขียนเช่นนี้จะช่วยให้มองเห็นภาพการเกิดความบกพร่องได้ชัดเจนว่า และ ผลคือ การนำไปสู่การแก้ไขความบกพร่องที่สาเหตุ ที่แท้จริงต่อไป

2.1.5 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิที่ใช้สำหรับเฝ้าติดตาม ค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่า เกิดความผันแปรเกินพิกัด หรือขีดจำกัดที่กำหนดไว้หรือไม่ และความผันแปรนั้นมีแนวโน้มอย่างไร

ลักษณะที่สำคัญของแผนภูมิควบคุม

มีลักษณะคล้าย กราฟเส้น แต่เนื่องมาจากมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเฝ้าติดตามดูความผันแปรของค่าของข้อมูล จึงมีองค์ประกอบเพิ่มเติมได้แก่

1) เส้นพิกัดด้านบน (Upper Control Limit: UCL)

2) เส้นพิกัดด้านล่าง (Lower Control Limit : LCL)

3) เส้นกลาง (Central Limit : CL)

ถ้าข้อมูลอยู่ภายใต้ความผันแปรตามธรรมชาติ ข้อมูลจะมีพฤติกรรมแบบสุ่มรอบๆเส้นกลางและมีขนาดของความผันแปรอยู่ภายในพิกัดด้านบนและพิกัดด้านล่าง

2.1.6 ในตรวจสอบ (Check Sheet)

แผ่นตรวจสอบสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ได้ง่าย โดยหน้าที่ของใบตรวจสอบมีดังนี้

1) ตรวจสอบการผลิต

2) ตรวจสอบข้อบกพร่อง

3) ตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง

4) ตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง

5) ตรวจสอบความเรียบร้อย

6) ตรวจสอบอื่น ๆ

2.1.7 กราฟรูปแบบต่างๆ (Graphs)

กราฟ คือ เครื่องมือใช้สำหรับแสดงข้อมูลที่เป็นตัวเลขออกมาให้เห็นเป็นภาพเพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ ข้อมูลที่เป็นตัวเลขทุกประเภทสามารถนำเสนอในรูปแบบกราฟได้

ข้อดีของกราฟ คือ เขียนง่าย อ่านง่าย เข้าใจง่าย ช่วยให้ตีความหมายของข้อมูลได้รวดเร็วสามารถเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ ชุดให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจน

กราฟที่นิยมใช้กันแพร่หลายและเป็นที่คุ้นเคยกันดี ได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม และกราฟเรดาร์

- **กราฟเส้น** - ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงหรือสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลตามช่วงเวลาต่าง ๆ ตามปกติจะให้แกนตั้งแสดงค่าของข้อมูล และแกนนอนแสดงลำดับค่าของเวลา เมื่อโยงค่าของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาด้วยเส้น (ตรงหรือโค้ง) จะได้กราฟเส้นที่ชี้ให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลอย่างต่อเนื่องได้

- **กราฟแท่ง** - ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลว่ามีขนาดใหญ่ – เล็กหรือปริมาณมาก – น้อย กว่ากัน โดยใช้ความสูงหรือความยาวของแท่งกราฟแทนขนาด หรือปริมาณเท่านั้น

● **กราฟสัดส่วนหรือกราฟวงกลม** - ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างค่าต่าง ๆ ของข้อมูลชุดหนึ่ง โดยการแบ่งพื้นที่ในวงกลมออกเป็นส่วน ๆ ตามรัศมีให้มีสัดส่วนของพื้นที่ตามสัดส่วนของค่าของข้อมูลแต่ละค่า

● **กราฟรูปแบบอื่น ๆ** - ได้แก่ กราฟรูปภาพ กราฟเรดาร์ กราฟพื้นที่ เป็นต้น

2.1.8 ฮีสโตแกรม

เป็นแผนภูมิที่แสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้นโดยแสดงเป็นกราฟแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างเท่ากันและมีด้านข้างติดกัน

ประโยชน์ของฮีสโตแกรม

1) เพื่อศึกษาว่าข้อมูลชุดหนึ่ง มีการกระจายตัวมากน้อยเพียงไร อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ มากน้อยเพียงไร

2) ใช้ในการคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูลชุดนั้น อาทิ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) จากค่าของเขตที่ยอมรับได้ และค่าทางสถิติที่คำนวณได้ ทำให้สามารถระบุค่า "ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ (Precess Capability Index : C_p) " ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการ "เทียบเคียง (Benchmarking)" และการปรับปรุงกระบวนการต่อไป

4) ใช้ตรวจสอบประสิทธิผลของการปรับปรุง

2.1.9 ผังกางปลา หรือผังเหตุผล (Fishbone Diagram or Causes and Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล หรืออาจเรียกว่า CE Diagram คือผังแสดงที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุต่าง ๆ (Cause) ที่มีผล (Effect) ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการ ได้รับการพัฒนาและคิดค้นขึ้นใช้เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1953 โดย ดร.อิชิกาวา แห่งมหาลัยโตเกียว ได้เขียนสรุปข้อคิดเห็นของบรรดาวิศวกรที่เข้าร่วมสนทนาเกี่ยวกับปัญหาทางด้านคุณภาพของโรงงานแห่งหนึ่ง ด้วยเหตุนี้ ผังแสดงเหตุและผลนี้มิได้จำกัดการใช้งานแต่เฉพาะในวงการควบคุมคุณภาพเท่านั้น แต่สามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาอื่น ๆ ได้อีกด้วย แต่ที่นิยมมากในวงการคิวซีก็เพราะว่า ผังก้างปลาสามารถใช้แสดงเพื่อสรุปรวมเอาสาเหตุหรือปัจจัยจำนวนมากมายที่มีผลต่อคุณลักษณะด้านคุณภาพ แล้ว

แสดงไว้ในแผนภาพหรือผังเพียงแผ่นเดียวได้อย่างเป็นระบบ ช่วยให้การวิเคราะห์สรุปสาเหตุของปัญหาทางคุณภาพเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิผลดียิ่ง

วิธีการสร้างแผนผังแสดงเหตุและผลมีดังนี้

1) กำหนดลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหา (อาจมากกว่า 1 ลักษณะก็ได้) ที่สนใจจะหาสาเหตุของผลนั้น เช่น ชิ้นส่วนฉีกขาด ขนาดของชิ้นงานไม่ได้คุณภาพ สีของชิ้นงานเพี้ยน ประกอบชิ้นส่วนไม่ครบ เป็นต้น

2) เลือกเอาคุณลักษณะที่เป็นปัญหามา 1 อย่าง แล้วเขียนลงบนทางขวามือของกระดาษพร้อมตีกรอบสี่เหลี่ยม (หัวปลา)

3) เขียนก้างปลาจากซ้ายไปขวาโดยเริ่มจากกระดูกสันหลังก่อน

4) เขียนสาเหตุหลัก (สาเหตุใหญ่) ของปัญหา เป็นก้างปลาหันเข้าหาแกนกลาง (กระดูกสันหลัง) ทั้งบนและล่างพร้อมกับใส่กรอบสี่เหลี่ยมด้วย ซึ่งสาเหตุหลักนี้อาจมีหลายสาเหตุสูงสุดแล้วแต่ลักษณะผลนั้น

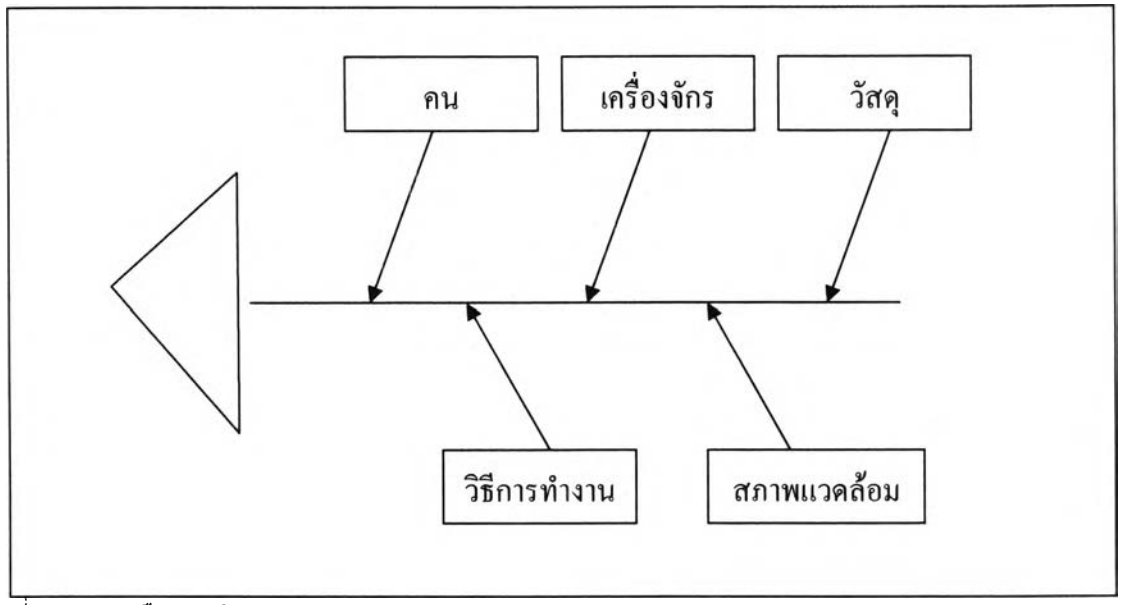
5) เขียนสาเหตุรอง(สาเหตุย่อย) ที่ทำให้เกิดสาเหตุหลัก โดยทำเป็นลูกศรรอง (ก้างรอง) หันเข้าหาสาเหตุหลัก (ก้างใหญ่)

6) ในแต่ละก้างรองที่เป็นสาเหตุรอง(สาเหตุย่อย) ให้เขียนก้างย่อย ที่เข้าใจว่าเป็นสาเหตุย่อย ๆ ของสาเหตุรองอันนั้น

7) พิจารณาว่าการใส่สาเหตุต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันถูกต้องแล้วหรือไม่ แล้วใส่ข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบถ้วน

ผังกางปลา หรือผังเหตุผล (Fishbone Diagram or Causes and Effect Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- คน (Man)
- เครื่องจักร (Machine)
- วัสดุ (Material)
- วิธีการทำงาน (Method)
- สภาพแวดล้อม (Environment)



ที่มา : หนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างผังก้างปลา

<u>ประโยชน์ของแผนผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลามีดังนี้</u>

1) เป็นเครื่องมือซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้มากมาย

2) ทำให้ทราบสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ได้นั้นจะละเอียด ลึกซึ้งและมีขั้นตอนตามเหตุและผล ซึ่งสะดวกที่จะนำสาเหตุนั้น ๆ ไปพิจารณาแก้ไข

3) ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมสมองจากสมาชิกของกลุ่ม

<u>ข้อควรระวังในการเขียนผังผังก้างปลามีดังนี้</u>

1) การเขียนข้อความสำหรับตัวปัญหาซึ่งอยู่หัวลูกศร (หัวปลา) จะต้องเขียนอย่างระมัดระวังถูกหลักภาษา ชัดเจน กระชับ และเจาะจงพอสมควร จึงจะสามารถนำไปสู่สาเหตุ ที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาได้

2) อย่าใช้คำพูดสับเปลี่ยนกันระหว่างสาเหตุของปัญหากับแนวทางการแก้ไข เพราะจะทำให้สรุปประเด็นได้ลำบาก

3) สาเหตุหลัก แต่ละอันจะต้องไม่ขึ้นแก่กัน

4) มีหัวลูกศรกำหนดทิศทางของก้างปลาให้ชัดเจน

5) มีสาเหตุรอง (สาเหตุย่อย) และสาเหตุย่อย ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะระดมความคิดได้โดยพยายามใช้คำถาม ทำไม ตลอดเวลา

6) ขณะที่เขียนก้างรอง และก้างย่อย ๆ นั้นจะต้องตรวจเช็คอยู่เสมอว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อน อะไรเป็นสาเหตุหลัง เช่น รถสตาร์ทไม่ติดเพราะน้ำมันหมด หรือน้ำมันหมดรถจึงสตาร์ทไม่ติด

7) การระดมความคิดด้วยก้างปลาไม่จำเป็นต้อง พูดเสมอไป อาจใช้วิธีการเขียนในเศษกระดาษบ้างก็ได้ในบางครั้ง

8) ควรแยกเขียนแผนผังก้างปลาตามปัญหาแต่ละข้อ เพราะการรวมทุก ๆ สาเหตุทำให้เสียเวลา และยากต่อการวิเคราะห์และสรุปผล

9) อย่าหมดกำลังใจเมื่อเขียนผังก้างปลาไม่ได้ในระยะแรก เพราะก้างปลานั้นดูแล้วเหมือนจะง่าย แต่จริง ๆ แล้วไม่ง่าย แต่ไม่ยากจนเกินความสามารถ

10) ลักษณะก้างปลาที่ไม่ดี คือ มีแต่ก้างใหญ่แต่ไม่สามารถรวมก้างใหญ่เหล่านั้นเข้าด้วยกันได้ และก้างใหญ่เหล่านั้นอาจมีความสัมพันธ์กันอยู่ (เป็นเหตุและผลซึ่งกันและกัน)

เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต กล่าวคือหลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนภูมิพาเรโตแล้ว ขั้นต่อไปคือการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนภูมิพาเรโต โดยแสดงผลของสาเหตุของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภูมิและระหว่างที่จะถึงปลายของแผนภูมิจะแสดงสาเหตุของปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น โดยมีหลักการเขียนคือกำหนดปัญหาที่ต้องแก้ไข และเขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็กๆ แตกแยกแขนงออกจากเส้นตามแนวนอน โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของปัญหา

2.1.10 ผังสหสัมพันธ์ (Scatter Diagram)

ผังสหสัมพันธ์ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการแสดงว่าข้อมูล 2 ชุด หรือตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่ และระดับความสัมพันธ์นี้มากหรือน้อยเพียงใด

ตัวแปรที่แสดงแทนข้อมูลทั้ง 2 ชุดนั้น อาจจะเป็น

1) ตัวแปรตาม(หรือ Outputs ของกระบวนการ) ทั้ง 2 ตัว

2) ตัวแปรอิสระ (หรือ Factors ภายในกระบวนการ) ทั้ง 2 ตัว

3) ตัวหนึ่งเป็นตัวแปรตามอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรอิสระ

ประโยชน์ของผังสหสัมพันธ์

1) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดหรือตัวแปร 2ตัว

2) เพื่อตรวจสอบว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตัวหนึ่ง มีผลต่ออีกตัวหนึ่งหรือไม่ และจะเปลี่ยนแปรไปในทิศทางใด (เพิ่มขึ้นตามกันหรือตัวหนึ่งเพิ่มอีกตัวหนึ่งลด)

รูปแบบของผังสหสัมพันธ์

1) ความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน (ความสัมพันธ์เชิงบวก) เช่น งบโฆษณายิ่งมาก ทำให้ยอดขายยิ่งมากขึ้นตามไปด้วย (ภายในขอบเขตจำกัดช่วงหนึ่ง)

2) ความสัมพันธ์แบบผกผัน (ความสัมพันธ์เชิงลบ) เช่น เปอร์เซนต์ของคาร์บอนในเนื้อเหล็กยิ่งมาก ความเหนียวของเหล็กยิ่งลดลง

3) ความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้น (Non linear) หมายถึงจุดทั้งหลายเรียงตัวเป็นแนวที่บ่งบอกว่าตัวแปรทั้งสอง มีความสัมพันธ์กันแต่ไม่เป็นแนวเส้นตรง

4) กรณีที่ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย หมายถึง กรณีที่จุดต่าง ๆ กระจัดกระจายอยู่บนกราฟโดยไม่แสดงความสัมพันธ์ในแนวใดแนวหนึ่ง

2.2 แผนภาพต้นไม้ (Systematic or Tree Diagram)

แผนภาพต้นไม้ หรือที่รู้จักกันในชื่อแผนภาพระบบ (Systematic Diagram) ใช้สำหรับสร้างกลยุทธ์ หรือค้นหาวิธีการที่ดีที่สุดอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ไขปัญหาให้บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ การเขียนแผนภาพจะเริ่มจาก การเขียนเป้าหมายสุดท้ายที่เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จากนั้นค้นหาแนววิธีทางที่จะนำไปสู่เป้าหมายนั้น ๆ จนถึงสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนและปฏิบัติได้ การเขียนแผนภาพ จะทำให้การแก้ไขปัญหาเป็นไปอย่างมีระบบ เพื่อเป็นทางในการบรรลุเป้าหมายที่ต้องการและถูกต้องและถูกต้องอย่างครบถ้วน รูปแผนภาพต้นไม้ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ขั้นตอนในการสร้างแผนภาพต้นไม้มีดังนี้

1) ทำการศึกษาสภาพของปัญหาพร้อมทั้งระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน โดยเริ่มจากพิจารณาขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด ศึกษาความต้องการลูกค้า พิจารณาชิ้นส่วนประกอบและชิ้นส่วนย่อยของผลิตภัณฑ์

2) จัดตั้งทีมงานในการศึกษาปัญหาต่าง ๆ โดยทีมงานควรเป็นผู้เข้าใจในขั้นตอนกระบวนการและปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นอย่างดี

3) ตั้งลำดับของปัญหาที่เป็นจุดที่ต้องการแก้ไข

4) ศึกษาขั้นตอน ทำการแตกปัญหาหลักออกเป็นปัญหารองโดยปัญหารองต้องสามารถอธิบายและครอบคลุมปัญหาหลักได้อย่างชัดเจน

5) พิจารณาเกณฑ์วัดผลที่ขั้นตอนสุดท้ายของปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแตกย่อยออกได้อีก

6) เมื่อได้แผนภาพ ทำการวิเคราะห์ปรับปรุงให้ถูกต้อง โดยแก้ไขในส่วนที่ยังไม่ถูกต้อง

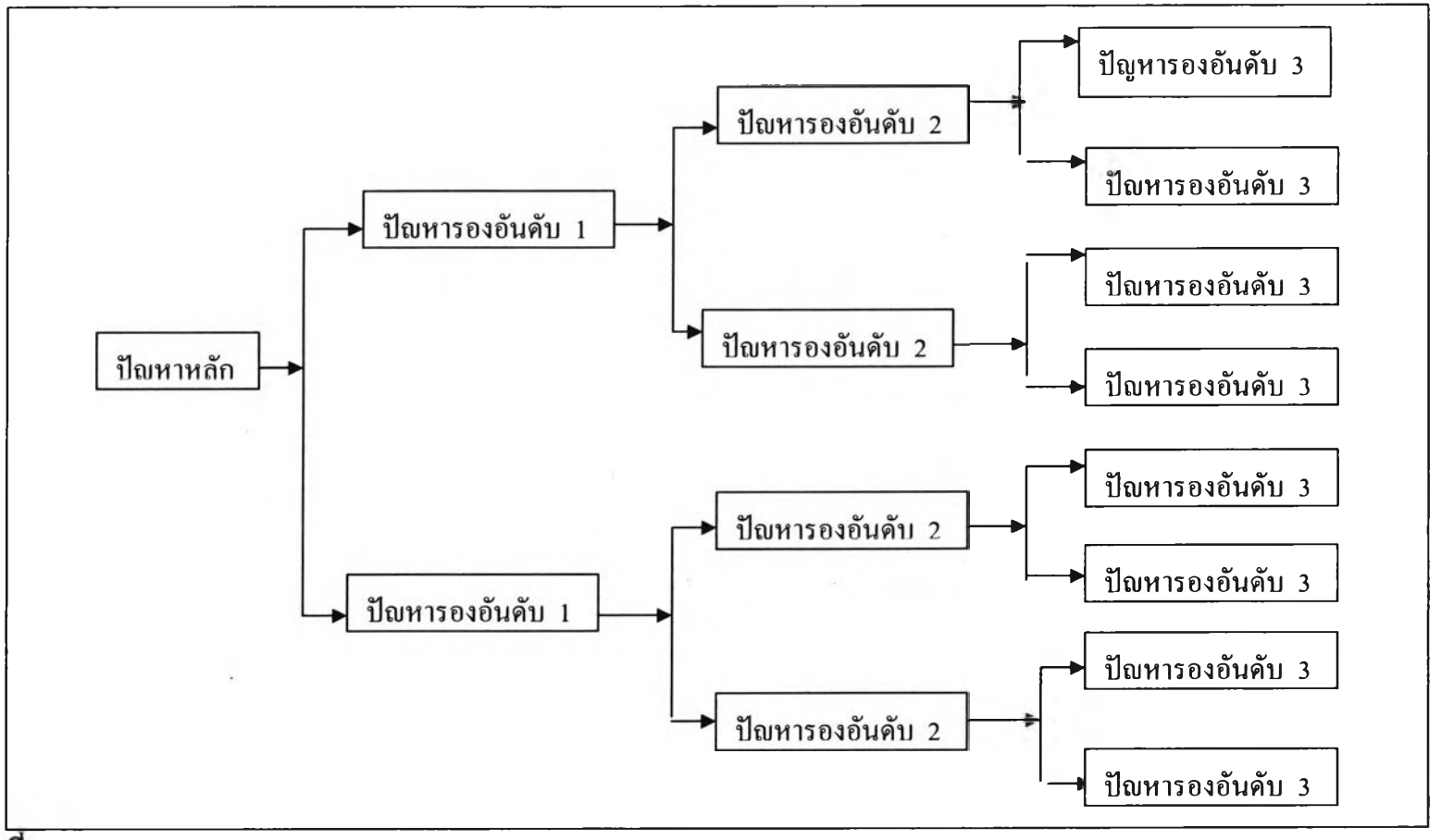
7) ใช้แผนภาพช่วยในการวิเคราะห์แก้ปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ระบุไว้

<u>ประโยชน์ของแผนภาพต้นไม้มีดังนี้</u>

1) ช่วยให้มีกลยุทธ์สำหรับแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือเป็นตัวกลางในการบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งถูกพัฒนาอย่างมีระบบและมีเหตุมีผล ทำให้รายการที่สำคัญรายการใดรายการหนึ่งไม่ตกหล่น

2) ช่วยให้การตกหล่นภายในกลุ่มสมาชิกสะดวกมากขึ้น

3) แผนผังนี้จะบ่งชี้และแสดงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ทำให้เกิดความมั่นใจในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมาก



ที่มา : A tool book for Quality Improvement and Problem Solving

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภาพต้นไม้

2.2 เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis,FMEA)

2.2.1 หลักการทั่วไป

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis,FMEA) เป็นวิธีการในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของระบบการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยเป็นแนวทางในการป้องกัน (Preventive approach) ที่ใช้สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการเกิดข้อบกพร่อง และทำการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต เพื่อค้นหาสาเหตุและผลกระทบจากข้อบกพร่องนั้นๆ หลังจากนั้นก็จะทำการกำหนดวิธีการตรวจสอบและบ่งชี้ข้อบกพร่องประเมินโอกาสการตรวจพบลักษณะบกพร่อง และทำการกำหนดวิธีการเกิดขึ้นอีกของข้อบกพร่องนั้นๆ ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่องของการออกแบบและกระบวนการนั้น จัดทำเป็นตาราง ที่มีคะแนนความเสี่ยงสูง เพื่อนำมาจัดลำดับว่าควรจะปรับปรุงการออกแบบหรือกระบวนการใดก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุง คือ ลดคะแนนความเสี่ยงของข้อบกพร่องแต่ละข้อลง

ลักษณะของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ หรือการทำ FMEA มีวัตถุประสงค์คือ การป้องกันข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการแยกแยะ และบ่งชี้ลักษณะความเสี่ยงของการออกแบบและกระบวนการผลิต มีการพยายามลดโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง ลดความรุนแรงของผลอันเกิดจากลักษณะบกพร่อง และนำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้นำไปใช้ในการปรับปรุงการออกแบบและกระบวนการผลิต ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการวิเคราะห์คือแผนปฏิบัติการ เพื่อกำจัดหรือลดข้อบกพร่องทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต โดยการคำนึงถึงลำดับก่อนหลังของความสำคัญของปัญหา เพื่อพิจารณาในการแก้ไขข้อบกพร่องของการออกแบบ และปรับปรุงกระบวนการผลิต การทำวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบมีลักษณะเป็นกระบวนการแบบเป็นระบบ หรือ Systematic Technique มีการทำงานเป็นทีมและใช้ความรู้จากบุคลากรที่มีประสบการณ์จากทุกฝ่ายขององค์กร ช่วยทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

<u>จุดมุ่งหมายของกิจกรรม FMEA</u>

- หยิบยกและพิจารณาปัญหา ที่เกิดขึ้นรวมทั้งสาเหตุที่เกี่ยวข้องในการผลิตสินค้า

- หาแนวทางในการขจัดหรือลดค่าความน่าจะเป็น หรือโอกาสที่จะเกิดปัญหาให้น้อยลง
- เป็นการบันทึกเอกสารในระบบการผลิตซึ่งเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

กิจกรรม FMEA เป็นกิจกรรมแบบกลุ่ม ซึ่งควรประกอบด้วยผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ เข้ามาประกอบกันเพื่อหาแนวทางป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดขึ้นได้ในอนาคต กลุ่มกิจกรรม FMEA อาจประกอบด้วย Design Engineer, Process Engineer, Test Engineer, Production, Maintenance, Quality Assurance และ /หรือ Operators ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหาที่หยิบยกมาดำเนินกิจกรรม การดำเนินกิจกรรม FMEA ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการดำเนินกิจกรรม ซึ่งเป็นเทคนิคของการป้องกันหรือ สัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าอย่างไรก็ตาม แม้ว่าปัญหาบางอย่างจะเกิดขึ้นและใน Process ก็ควรที่จะได้รับการพิจารณาและบันทึกลงในแบบฟอร์ม FMEA ควรมีการทบทวนและปรับปรุงเอกสาร ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการนำเครื่องจักรใหม่ ๆ เข้ามาใช้การเปลี่ยนแปลงสภาพการทำงาน หรือขั้นตอนการทำงานเป็นต้น เพื่อให้เป็นเอกสารอ้างอิงและมีการเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานต่อไป

ค่าความเสี่ยง (Risk priority Number)

ดัชนีที่บ่งชี้ถึงความเสี่ยง ถึงถ้ามีค่าสูงมากยิ่งมีระดับความรุนแรงมากเราควรให้ความสำคัญในการแก้ไขสิ่งนั้นเป็นอย่างแรก ๆ แต่ในบางกรณีถึงแม้ว่าค่า RPN มีค่าต่ำ แต่ระดับความรุนแรงของปัญหานั้นค่อนข้างมาก โอกาสเกิดสูงหรือการตรวจจับทำได้ยาก ในกรณีนี้เราก็ควรให้ความสำคัญเช่นกัน โดยค่า RPN ได้ จากการนำค่าความรุนแรงคูณด้วยความถี่ในการเกิดคูณด้วยการตรวจพบ (Severity X Occurance X Detection) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีค่าตั้งแต่ 1-100

การประยุกต์ใช้ FMEA

- Process ใช้วิเคราะห์กระบวนการผลิตและประกอบ
- Design วิเคราะห์สินค้าก่อนการผลิต
- Equipment วิเคราะห์การออกแบบเครื่องจักร, อุปกรณ์ก่อนทำการจัดซื้อ
- Service วิเคราะห์กระบวนการให้บริการ ก่อนที่มีผลกระทบต่อลูกค้า

ขั้นตอนการทำ FMEA โดยสรุป

1) กำหนดลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์

2) ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการหรือการออกแบบ

3) อธิบายลักษณะของงานหรือหน้าที่ของแต่ละขั้นตอน

4) ทบทวนหน้าที่หลักของแต่ละขั้นตอน

5) ระบุข้อผิดพลาดที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด

6) ระบุผลกระทบจากแต่ละข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

7) ระบุสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด

8) ระบุการควบคุมในปัจจุบัน

9) ให้คะแนนระดับความรุนแรง,ความถี่ในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับ

10) คำนวณค่า RPN พร้อมทั้งกำหนดค่า RPN ซึ่งต้องแก้ไข

11) ระบุวิธีการแก้ไขปรับปรุง โดยระบุผู้รับผิดชอบพร้อมทั้งวันกำหนดเสร็จ

12) ทบทวนค่า RPN ใหม่เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการแล้ว

ประโยชน์ของ FMEA อาจกล่าวได้ดังนี้

- เป็นการประกันว่าได้มีการพิจารณาปัญหาและข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับการดำเนินงาน
- เป็นการแยกแยะและลำดับความสำคัญของข้อผิดพลาดรวมทั้งผลกระทบที่เกี่ยวข้อง
- เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขล่วงหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นหรือลดปัญหาลง
- เป็นการเก็บหลักฐานเชิงประวัติศาสตร์ สำหรับอ้างอิงในอนาคตเมื่อมีความต้องการที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตหรือผลิตภัณฑ์
- สร้างความมั่นใจให้ทีมงานที่มีส่วนร่วมในการหาวิธีป้องกันปัญหาและของเสียต่างๆ
- เป็นระบบป้องกันที่สร้างขึ้นเพื่อการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า
- เป็นการเสนอผลงานที่มีระบบระเบียบและขั้นตอนที่ดีให้ฝ่ายบริหารได้รับทราบและพิจารณาแนวทางในการดำเนินการต่อไป

- นำปัญหาข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องหรือเกิดขึ้นในอดีตมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตหรือออกแบบ
- ใช้แสดงสาเหตุหรือกลไกของปัญหา,ข้อบกพร่อง ที่มีโอกาสเกิดขึ้น
- พัฒนาคุณภาพ,ความปลอดภัย,กระบวนการ
- ลดเวลาในการพัฒนาสินค้า,ค่าใช้จ่าย

2.2.2 ลักษณะของแบบฟอร์มที่ใช้ประกอบการทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการจัดทำเอกสารในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลที่ได้ แบบฟอร์มกระบวนการ FMEA จึงได้พัฒนาขึ้น ดังรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) หมายเลข FMEA

ระบุหมายเลขเอกสาร FMEA ซึ่งอาจนำไปใช้ในการติดตามต่อไปภายหลัง

2) ชื่อและหมายเลข ระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบ

กรอกหมายเลขและชื่อของระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบ ที่ทำการวิเคราะห์

3) ความรับผิดชอบด้านกระบวนการ

ใส่ชื่อของฝ่ายและกลุ่มที่รับผิดชอบ

4) จัดทำโดย

ใส่ชื่อผู้รับผิดชอบการจัดทำออกแบบ FMEA

5) วันที่ศึกษา

ระบุวันที่เริ่มต้นการทำการวิเคราะห์ FMEA ไม่ควรช้ากว่าวันที่เริ่มต้นการผลิตตามกำหนดการ

7) วันที่ของ FMEA

ระบุวันที่จัดทำต้นฉบับ FMEA รวมทั้งวันที่ได้รับการทบทวนครั้งล่าสุด

8) คณะผู้ทำงานหลัก

9) ลักษณะขอบกพร่อง

เป็นรายละเอียดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงานที่เจาะจงไว้ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานอันดับก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ดีในการจัดทำ FMEA ควรมีการตั้งสมมติฐานว่า ชิ้นส่วน/วัตถุดิบที่เข้ามาในกระบวนการผลิต มีความถูกต้องโดยทั่วไป ข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นมีดังนี้ เช่น การเสียรูป การโค้งงอ แตก แยก เป็นต้น

10) ผลกระทบของข้อบกพร่องด้านศักยภาพ

ทีมงานต้องทำการวิเคราะห์ว่าจะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้างหากจุดบกพร่องที่ทีมงานได้ระบุไว้ ได้เกิดขึ้น โดยจุดบกพร่องหรือลักษณะบกพร่องอย่างหนึ่งอาจเกิดผลกระทบได้หลายรูปแบบ สิ่งที่สำคัญคือ ทีมงานจะต้องพยายามใช้จินตนาการหรือความคิดในการค้นหารูปแบบของผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพให้ได้มากและครอบคลุมทั้งหมด เช่น ชิ้นส่วนเกิดรอยแยก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการสั่นสะเทือนขณะประกอบ จึงทำให้การทำงานของระบบติดขัดเป็นครั้งคราว ส่งผลให้สมรรถภาพและทำให้ลูกค้าไม่พอใจในที่สุดซึ่งผลกระทบของข้อบกพร่อง

11) ภาวะความรุนแรง (s)

ภาวะความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of Effect) ทีมงานจะต้องการทำการวิเคราะห์และประเมินความรุนแรงของผลที่เกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง ที่มีต่อส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือ ลูกค้า ภาวะรุนแรงที่กล่าวถึงนี้ควรได้รับการประมาณไว้เป็นสเกลตั้งแต่ 1 ถึง 10 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1

12) สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำ FMEA เนื่องจากการหาสาเหตุได้อย่างถูกต้อง จะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในขั้นตอนนี้จะต้อง

มีการระมัดระวังไม่ให้เกิดความสับสนระหว่างสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง โดยทีมงานจะต้องทำการเขียนสาเหตุทุกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องอย่างละเอียดออกมาแต่ละข้อ ซึ่งสาเหตุจากคน เครื่องจักร วัตถุดิบ หรือ ขั้นตอนวิธีการทำงาน ในการวิเคราะห์ ถือว่าการผลิตชิ้นส่วนจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่ถูกระบุอยู่ในรูปแบบสาเหตุของข้อบกพร่องโดยทั่วไปอาจมีสาเหตุมาจาก คัดเลือกวัตถุดิบไม่ถูกต้อง คำนวณอายุการใช้งานของชิ้นส่วนในการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง เกิดความเค้นมากเกินไป ขีดความสามารถในการหล่อลื่นไม่เพียงพอ คำแนะนำในการซ่อมบำรุงรักษาน้อยเกินไป การป้องกันสภาพแวดล้อมไม่ดี ข้อบกพร่องโดยทั่วไปอาจมีสาเหตุมาจาก การล้า การสึกหรอ ความไม่มีเสถียรภาพด้านวัตถุดิบ และการกัดกร่อน เป็นต้น

13) โอกาสที่ข้อบกพร่องเกิดขึ้น (O)

โอกาสที่ข้อบกพร่องเกิดขึ้น คือการคาดการณ์ถึงโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง ในขั้นตอนนี้ทีมงานจะต้องจัดทำสเกลขึ้นมาเพื่อจัดระดับความเสี่ยง โดยปกติแล้วการกำหนดสเกลที่จะใช้ แบบ สเกล 1-10 ในกรณีที่สามารถทำได้ ให้ใช้ข้อมูลเชิงสถิติจากกระบวนการในลักษณะเดียวกัน เพื่อตัดสินการจัดอันดับการเกิดขึ้น ในกรณีอื่นๆทั้งหมด อาจใช้ตารางดังแสดงรายละเอียดให้เห็นในตารางที่ 2.2

14) การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน

การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน เป็นการระบุรายละเอียดที่ต้องการควบคุม เพื่อป้องกันมิให้ข้อบกพร่องเกิดเพิ่มขึ้นหรือตรวจว่าข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่

15) การตรวจพบ (D)

การตรวจพบ (Detection) คือการประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันที่ได้เสนอไว้ โดยการนำตัวเลข 1 – 10 มาใช้ตั้งสมมติฐานที่เกิดขึ้น อาจใช้ตารางดังแสดงรายละเอียดให้เห็นในตารางที่ 2.3

16) ค่าดัชนีความเสี่ยงนำ (RPN)

ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ เป็นผลของการจัดอันดับ ความรุนแรง (S) , การเกิดขึ้น (O) และการตรวจพบ (D) ค่า RPN จะมีค่า 1 – 1000

โดย ค่า RPN = (S) * (O) * (D)

17) ปฏิบัติการเสนอแนะ

เมื่อข้อบกพร่องได้รับการจัดลำดับโดยค่า RPN การแก้ไขควรพิจารณาจากสาเหตุของข้อบกพร่องที่มีค่า RPN อันดับสูงสุดก่อน โดยมุ่งหมายที่จะลด ภาวะความรุนแรงที่จะเกิดขึ้น และการตรวจพบของข้อบกพร่อง

18) ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ

หลังจากแก้ไขสาเหตุของข้อบกพร่องแล้ว ให้ระบุรายละเอียดโดยย่อของปฏิบัติการที่ดำเนินการแก้ไขจริง

19) ผลด้าน RPN

หลังการปฏิบัติการเชิงแก้ไขได้รับการดำเนินการแล้วให้ประเมินผลด้านภาวะรุนแรง การเกิดขึ้น และการตรวจพบ อีกครั้ง หลังจากนั้นคำนวณและบันทึกผลของค่า RPN ใหม่

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN

ที่มา : Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual.

รูปที่ 2.3 แบบฟอร์มที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาใน FMEA

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA

ผลกระทบ	เกณฑ์ ความรุนแรงของผลกระทบ การจัดระดับนี้จะใช้เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องต่อลูกค้า หรือในการผลิตประกอบของลูกค้า	การจัดอันดับ
สูงมาก	จัดให้เป็นอันดับภาวะรุนแรงมาก เมื่อข้อบกพร่องนั้นให้อิทธิพลต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้	10 9
สูง	ได้แก่ กรณีที่ลูกค้าไม่พอใจมาก เนื่องจากธรรมชาติของข้อบกพร่องนั้นๆเอง อาทิเช่น ยานยนต์ที่ใช้งานไม่ได้ โดยไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้	8 7
ปานกลาง	จัดให้เป็นอันดับปานกลาง เนื่องจากข้อบกพร่องนั้นทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจบางประการ ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกสบาย หรือได้รับการรบกวนจากข้อบกพร่องนั้น	6 5 4
ต่ำ	จัดให้เป็นอันดับต่ำ เนื่องจากธรรมชาติของข้อบกพร่องสร้างความรำคาญให้กับลูกค้าเพียงเล็กน้อย เช่นต้องปฏิบัติการแก้ไขเล็กๆน้อยๆ	3 2
น้อย	ไม่มีเหตุผลที่คาดว่าส่วนเล็กน้อยในธรรมชาติ ของข้อบกพร่องนั้น จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบอย่างจริงจัง ลูกค้าส่วนใหญ่อาจไม่สักเกตเห็นข้อบกพร่องนี้ก็ได้	1

ที่มา : Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manaul , TS-16949

ตาราง ที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินโอกาสการเกิดขึ้น (O) สำหรับ PFMEA

ผลกระทบ	ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	การจัดอันดับ
สูงมาก	เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	10 9
สูง	เกิดความล้มเหลวถี่	8 7
ปานกลาง	เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	6 5 4
ต่ำ	เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	3
ต่ำมาก	ความล้มเหลวไม่น่าจะเกิดขึ้นได้	2
ห่างไกล	ไม่มีแนวโน้มของข้อบกพร่อง	1

ที่มา : Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manaul , TS-16949

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับPFMEA

การตรวจพบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจพบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
สูงมาก	ไม่สามารถตรวจพบได้			X	ไม่สามารถตรวจพบหรือไม่มีการตรวจ	10
สูงมาก	เป็นไปได้ยากมากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบทางอ้อมหรือ การสุ่มตรวจสอบเท่านั้น	9
สูง	เป็นไปได้ยากมากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น	8
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	เป็นไปได้ยากมากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตา 2 ครั้งเท่านั้น	7
ปานกลาง	การควบคุมจะตรวจพบได้		X	X	การควบคุมมีการใช้ผังควบคุม เช่น SPX (การควบคุมกระบวนการด้วยกลวิธีทางสถิติ)	6
ต่ำ	การควบคุมจะตรวจพบได้		X		มีการใช้เกจต่าง ๆ ตรวจสอบหลังจากชิ้นงานออกจากหน่วยผลิต หรือมีการใช้ GO/No Go เกจตรวจสอบ 100 % สำหรับชิ้นงานที่ออกจากหน่วยผลิต	5

ตาราง 2.3 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (D) สำหรับPFMEA (ต่อ)

การตรวจพบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจพบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
ต่ำมาก	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจสอบความบกพร่องในกระบวนการย่อยต่าง ๆ ได หรือใช้เกจตรวจสอบการตั้งเครื่องและชิ้นงานแรก (สำหรับการตั้งเครื่องเท่านั้น)	4
เป็นไปได้ยาก	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงานหรือตรวจพบในกระบวนการย่อยต่างได้ โดยมีการกรองเพื่อยอมรับในหลายๆระดับ	3
เป็นไปได้ยากมาก	การควบคุมมีโอกาสค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน (มีการใช้เกจอัตโนมัติร่วมกับการหยุดอัตโนมัติ) ไม่สามารถที่จะส่งต่อชิ้นงานเสียได้	2
แทบเป็นไปไม่ได้	การควบคุมมีแน่นอนที่จะตรวจพบ	X			ไม่สามารถเกิดชิ้นงานบกพร่องได้ เนื่องจากมีการป้องกันความผิดพลาดโดยกระบวนการและการออกแบบผลิตภัณฑ์	1

ชนิดของการตรวจสอบ

A= ตัวป้องกันความผิดพลาด B = ใช้เครื่องมือตรวจสอบ C=การตรวจสอบโดยผู้ปฏิบัติงาน

ที่มา : Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manaul , TS-16949