

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ หรือ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการรวบรวมความคิดอย่างเป็นระบบในการนิยามการบ่งชี้ และกำจัดสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว (Actual Cause) และสาเหตุที่มีแนวโน้มว่าจะเกิด (Potential Cause)

Failure (ข้อบกพร่อง) หมายถึง ความไม่สามารถของระบบ การออกแบบ กระบวนการ หรือการบริการ ในอันที่จะดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนด โดยข้อกำหนดนี้เป็นผลมาจากการวิเคราะห์และประเมินผลความจำเป็น ความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า

Failure Mode (ลักษณะข้อบกพร่อง) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพ (Physical Description) ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น โดยลักษณะข้อบกพร่องนี้ควรระบุถึงสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายโดยประสาทสัมผัส เช่น เปราะ แตก โกงงอ ขนาดโตเกินไป หยาบ ผิด เป็นต้น

Effect (ผลกระทบ) คือ ผลของข้อบกพร่องที่มีต่อระบบ แบบ กระบวนการ หรือบริการ จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

1. ประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นและสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น ๆ
2. บ่งชี้ถึงการแก้ไขในอันที่จะกำจัดหรือลดโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง
3. เป็นการรวบรวมกิจกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการอย่างเป็นระบบ

FMEA ได้รับการพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกสำหรับโครงการอวกาศของ NASA ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ต่อมาได้มีการขยายไปยังอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยในปี ค.ศ. 1972 กลุ่มปฏิบัติงาน North American Automotive Operations ของบริษัท Ford Motor จำกัด ได้ผนวก FMEA เข้ากับโปรแกรมการฝึกอบรมเรื่องความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์สำหรับอบรมแก่พนักงานของบริษัทจากนั้นได้รับการเผยแพร่และนำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วสำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มอากาศยาน รถยนต์ และอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ FMEA กับกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ก่อน ตามความต้องการของบริษัท Ford Motor จำกัด

AIAG (2001) ได้ให้นิยามสำหรับ FMEA ไว้ดังนี้

FMEA คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่ง (A Systematic Group of Activities) ที่มีจุดมุ่งหมาย

1. รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (Potential Failure) ของผลิตภัณฑ์/กระบวนการหนึ่งและผลกระทบ (Effect) จากข้อบกพร่องดังกล่าว
2. การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง
3. การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่ในรูปเอกสาร

โดยทั่วไปแล้ว FMEA จะได้รับการจำแนกตามจุดประสงค์ในการใช้งาน AIAG (2001) ได้จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ FMEA สำหรับการออกแบบ และ FMEA สำหรับกระบวนการ ซึ่ง AIAG (2001) ได้นิยามไว้ว่า FMEA สำหรับการออกแบบและกระบวนการ หมายถึง เทคนิคเชิงวิเคราะห์ (Analytical Technique) หนึ่งที่ใช้โดยวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการออกแบบ (สำหรับ FMEA การออกแบบ) หรือวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการผลิต/สายการประกอบ (สำหรับ FMEA กระบวนการ) สำหรับเป็นวิธีการในการสร้างความมั่นใจว่าแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (Potential Failure Mode) ตลอดจนสาเหตุ และกลไกที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้รับการพิจารณาและระบุแล้ว

2.1.1 แนวความคิดของ FMEA

ในการดำเนินการ FMEA ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จะต้องมีการดำเนินการตามแนวความคิดพื้นฐาน 3 ประการคือ

1. การดำเนินการโดยคณะทำงาน (Team)
2. การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ
3. การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด

ซึ่งในแต่ละแนวคิดมีรายละเอียด ดังนี้

1. คณะทำงาน FMEA

การดำเนินงาน FMEA จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกลุ่มคณะทำงาน FMEA ที่ประกอบด้วยบุคลากรที่เกี่ยวข้อง โดยคณะทำงานที่ดีควรประกอบด้วยบุคลากรประมาณ 6 – 8 คน ที่อยู่ในระดับจัดการและมีความรู้เป็นอย่างดีในด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน โดยประธานคณะทำงานที่ดีควรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีกประการหนึ่ง คือ ความเข้าใจอย่างดีในกระบวนการแก้ปัญหา และคณะทำงานที่ดีควรมีสมาชิกในลักษณะแบบข้ามสายงาน (Cross-Function Team) ซึ่งควรประกอบด้วย ฝ่ายพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายผลิต ฝ่าย

ทดสอบ รวมถึง ฝ่ายตลาด (ถ้าจำเป็น) โดยการทำงานในรูปแบบคณะทำงานควรอยู่ในลักษณะ การทวิประโยชน์ร่วมกัน คือ ความพยายามให้สมาชิกคนหนึ่งเรียนรู้เทคนิค โนว์ฮาว และเทคโนโลยี เฉพาะด้านจากสมาชิกคนอื่น ๆ

2. การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

แนวความคิดสำคัญประการที่สองของ FMEA คือ การวิเคราะห์หน้าที่ของ ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยเริ่มจากการกำหนดกระบวนการที่ต้องการศึกษา แล้วทำการบ่งชี้ หน้าที่ (Function) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยให้วิเคราะห์ว่ามีอะไรที่จะทำให้หน้าที่ของ ผลิตภัณฑ์และกระบวนการดังกล่าวไม่ได้รับการตอบสนอง ซึ่งผลดังกล่าวจะหมายถึงข้อบกพร่อง (Failure) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และจะเรียกลักษณะของข้อบกพร่องนี้ว่า “ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode)” ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงแนวความคิดใน การทำงานของกระบวนการ (Process Concept) เพื่อกำหนดถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้ เกิดลักษณะของข้อบกพร่อง รวมถึงการบ่งชี้ถึงลูกค้ำของกระบวนการ โดยลูกค้ำในที่นี้จะหมายถึง กระบวนการทำynnน้ำ (Downstream Process) จนถึงผู้ใช้รายสุดท้าย และจากที่ลูกค้ำกำหนดเอง จะทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้ำเนื่องจากลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะ ข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้ วิเคราะห์จะต้องประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความ เสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) คือ

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

โดย S = ความรุนแรง (Severity) ที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้ำ

O = โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องที่การพิจารณา จากความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติ ด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

หลังจากวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้วจะ พิจารณาลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมาก ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก (Vital Few Failure Mode) มาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงต่อไป

3. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด

แนวความคิดที่สำคัญประการสุดท้ายของ FMEA คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด ดังนั้นเอกสารเกี่ยวกับ FMEA จะต้องได้รับการทบทวนอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้เอกสารอยู่ในลักษณะของเอกสารที่มีชีวิต คือ การปรับปรุงเพื่อให้ระบบเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ

อย่างไรก็ตาม ในการจัดทำ FMEA ครั้งแรกและการทบทวน FMEA อย่างต่อเนื่องนั้น มีความจำเป็นต้องเข้าใจถึงระบบของกระบวนการที่พิจารณา โดยเฉพาะความเข้าใจและความสนใจต่อสาเหตุความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ซึ่งสามารถจำแนกความผันแปรออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ สาเหตุความผันแปรจากธรรมชาติ (Common Causes) และสาเหตุความผันแปรจากความผิดพลาด (Special Causes) โดยความผันแปรที่มีสาเหตุจากธรรมชาตินั้นมีคุณสมบัติที่สามารถคาดการณ์ได้ จึงทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลหรือ Input ในการจัดทำ FMEA เพื่อการประเมินผลและวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ และจะเรียกกระบวนการลดความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาตินี้ว่า การปรับปรุงกระบวนการ ในขณะที่ความผันแปรที่มีสาเหตุจากความผิดพลาดจะไม่สามารถคาดการณ์ได้จึงมีความจำเป็นต้องทำการตรวจจับและควบคุมภายใต้ระบบ การควบคุมของกระบวนการ ดังนั้นในการจัดทำ FMEA ที่ดี จึงต้องอยู่บนพื้นฐานของแนวความคิดการวิเคราะห์ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติ แล้วทำการลดความผันแปรดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง

2.1.2 ขั้นตอนทั่วไปของการจัดทำ FMEA

ในการดำเนินงาน FMEA ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดจะต้องดำเนินการภายใต้รูปแบบคณะทำงานหรือทีมที่เวลาเริ่มต้นที่เร็วที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยมีขั้นตอนทั่วไปในการจัดทำ FMEA ดังนี้

1. การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ FMEA

เนื่องจากการจัดทำ FMEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ FMEA สำหรับทุกๆกระบวนการในการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จึงเกือบเป็นสิ่งที่จะเป็นไปไม่ได้เลย เพราะต้องใช้เวลาในการจัดทำค่อนข้างมาก จึงมีความจำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์ โดย FMEA ควรจะพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- (1) มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่
- (2) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก
- (3) มีปัญหากระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรัง
- (4) มีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยไม่ทราบว่ามีสาเหตุมาจากแหล่งใด

2. การทบทวนกระบวนการ

ในขั้นตอนนี้คณะทำงาน FMEA จะต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการที่ได้รับเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยการทำความเข้าใจนี้ควรเริ่มต้นจากการทำกระบวนการให้อยู่ในรูปของแผนภาพ หรือแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ และจากแผนภูมินี้เองจะทำให้เราทราบถึงกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนเข้า (Input) และผลผลิต (Output) ตลอดจนจุดวัดที่แต่ละกระบวนการ

ในการทบทวนกระบวนการนี้ สมาชิกในคณะทำงานทุกคนควรจะต้องศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ (Function) แนวความคิด (Concept) ในการทำงานของกระบวนการ ซึ่งการศึกษานี้มาจากการร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม และในกรณีนี้กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่มีการใช้งานอยู่แล้ว การศึกษาควรอยู่ภายใต้หลักการ 3 จริง คือ ไปยังสถานที่เกิดเหตุจริง (Genba) เพื่อสังเกตของจริง (Genbutsu) ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง (Genjitsu) เพื่อค้นหาสาเหตุผิดปกติ ทั้งนี้มีความจำเป็นที่ผู้สังเกตจะต้องเข้าใจถึงสถานะที่ควรจะเป็นของกระบวนการโดยอาศัยหลักการทางทฤษฎี (Genri) และกฎเกณฑ์ (Gensoku) ต่าง ๆ โดยอาจเรียกรวม ๆ หลักการนี้ว่า หลักการ 5G

โดยขั้นตอนนี้จะป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากต่อการจัดทำ FMEA แต่คณะทำงานของอุตสาหกรรมไทยมักจะมีปัญหาค่อนข้างมาก เพราะส่วนมากจะไม่สามารถนิยามถึงแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการได้ จึงอาจจะเพิ่มเติมโดยการใช้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกองค์กรมาช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Pure Science) ที่ใช้ประยุกต์กับแนวความคิดดังกล่าวได้

3. การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

ในการระดมสมองนี้ มีความจำเป็นจะต้องตรวจสอบถึงความเข้าใจก่อนว่าสมาชิกในกลุ่มคณะทำงานมีความเข้าใจในหน้าที่และแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการทำงานแล้วหรือยัง เพื่อกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องและในการระดมสมองควรจะเชิญบุคคลที่มีความรู้และผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างมากมาช่วยร่วมออกความคิดเห็นด้วย เช่น พนักงานปฏิบัติงานหน้างาน หรือหัวหน้างาน เป็นต้น

ในการระดมสมองนี้ นอกจากการรวบรวมความคิดเห็นด้านลักษณะของข้อบกพร่องที่สมาชิกคณะทำงานได้เสนอแล้ว ควรจะให้สมาชิกแต่ละคนพยายามเสริมต่อความคิด (Synergy) จากการอภิปรายกลุ่มร่วมกันด้วย โดยการเสริมต่อความคิดนี้จะเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้คณะทำงานสามารถบ่งชี้ปัญหาได้ครอบคลุมมากที่สุด

ในกรณีที่กระบวนการมีความสลับซับซ้อนของระบบการทำงานค่อนข้างมากจะทำให้จำนวน “ความคิดเกี่ยวกับลักษณะข้อบกพร่อง” ที่ระดมได้จากกลุ่มค่อนข้างมาก จึงควรจะทำการสรุปรวมเป็นลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญ ๆ โดยอาศัยเทคนิคการระดมสมองแบบ KJ (Kawakita Jiro หรือ Affinity) หรือแบบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน (IR-Interrelation)

ยังมีข้อสังเกตว่าในการกำหนดลักษณะข้อบกพร่องนี้ คณะทำงานโดยทั่วไปมักจะกำหนดในเทอมทางเทคนิคที่อาจจะไม่สามารถสังเกตได้ เช่น การผสมไม่เข้ากัน ฯลฯ จึงควรแก้ไขให้กำหนดเป็นลักษณะข้อบกพร่องที่สามารถสังเกตได้ เช่น ตกตะกอนหรือมีสีขุ่น (แทนที่จะระบุว่าผสมไม่เข้ากัน) เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

ในขั้นตอนนี้ ให้ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้าที่หมายถึงกระบวนการถัดไปจนกระทั่งถึงผู้ใช้สุดท้าย แล้วพิจารณาว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบประการใดต่อลูกค้า โดยลูกค้าที่เป็นกระบวนการถัดไปจะพิจารณาจากผลกระทบต่อความสามารถในการนำผลิตภัณฑ์จากกระบวนการที่พิจารณาไปทำการผลิตต่อ สำหรับลูกค้าที่เป็นผู้ใช้สุดท้ายจะพิจารณาจากผลกระทบต่อประโยชน์ใช้สอยที่ลดลงที่ลูกค้าพึงได้รับจากผลิตภัณฑ์ และความรุนแรง (Severity - S) จากผลกระทบที่พิจารณานี้จะได้รับการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลูกค้า หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้งานเท่านั้น

จากนั้นให้พิจารณาถึงสาเหตุการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณา โดยสาเหตุจะต้องมาจากการพิจารณาแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการ หรือในกรณีที่ เป็นลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้วอาจจะต้องพิจารณาจากหลักการ 3 จริง (3G) คือวิเคราะห์จากสถานที่เกิดเหตุการณ์จริงด้วยของจริงภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ทั้งนี้จำเป็นต้องวิเคราะห์ภายใต้หลักการ 2G คือ ทฤษฎี (Genri) และ ระเบียบปฏิบัติการ (Gensoku) และเมื่อทราบสาเหตุแล้ว จะพิจารณาความเสี่ยงโดยการประเมินถึงโอกาสการเกิด (Occurrence - O) จากความเป็นไปได้ (Likelihood) ที่สาเหตุดังกล่าวจะเกิดขึ้น ซึ่งอาจผ่านการวิเคราะห์ความผันแปรเชิงสถิติหรือการอาศัยประสบการณ์และความรู้สึก (Gut Feeling) จากผู้มีประสบการณ์

เมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบและสาเหตุแล้ว ในลำดับสุดท้ายของขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงระบบการควบคุมกระบวนการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (Current Control) เพื่อพิจารณาว่ากระบวนการทวนสอบทางวิศวกรรม (Engineering Verification) หรือระบบควบคุมที่ใช้ในปัจจุบันมีความสามารถในการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่องก่อนที่จะเกิดขึ้น หรือเมื่อเกิดขึ้นแล้วแต่มีความสามารถในการบ่งชี้ความบกพร่องก่อนส่งผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ดีเพียงไร และพิจารณาความ

เสี่ยงโดยประเมินถึงความสามารถในการตรวจจับ (Detection – D) ของระบบ โดยผลการประเมินนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อได้รับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทวนสอบทางวิศวกรรมหรือระบบควบคุมกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

5. การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการแล้ว ให้ทำการประเมินความเสี่ยงโดยพิจารณาจากองค์ประกอบทั้งสามประการคือ ความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง (S) โอกาสในการเกิดสาเหตุ (O) และความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (D) ดังนี้

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

โดย RPN หมายถึง ตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number)

เนื่องจากการให้คะแนน RPN จะเป็นการให้คะแนนจากการประเมินที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จึงจำเป็นจะต้องมีการทวนสอบผลการให้คะแนน RPN ดังกล่าวโดยอาศัยหลักการพาเรโต (Pareto Principle) ที่กำหนดให้ลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย (Vital Few Failure Modes) และลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญเล็กน้อยจะมีจำนวนมาก (Trivial Many Failure Modes) ซึ่งถ้าผลการทวนสอบโดยแผนภาพพาเรโตมิได้เป็นไปตามหลักการดังกล่าวนี้ ก็มีความจำเป็นต้องทำการทบทวนการให้คะแนนประเมินความเสี่ยงใหม่

6. การกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้ว ให้ทำการเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงหรือความเสี่ยงมากขึ้นมาพิจารณากำหนดมาตรการตอบโต้ โดยการกำหนดมาตรการตอบโต้นี้ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) และเมื่อกำหนดมาตรการตอบโต้แล้วให้ดำเนินการปฏิบัติการ (Action) โดยดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการ สำหรับในกรณีที่มีความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องสูงมาก อาจจะทำหนดมาตรการเบื้องต้นโดยลดความรุนแรงลง (Mitigation) ก่อนจะดำเนินงานกับสาเหตุรากเหง้าต่อไปก็ได้

7. การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้

หลังจากมีการใช้มาตรการตอบโต้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูป RPN โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่ และถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดแต่แรก ให้พิจารณาว่ามีสาเหตุมาจากประเด็นใดเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

8. การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน

ในขั้นตอนสุดท้ายของการจัดทำ FMEA ในรอบแรกจะได้จากการติดตามผล เพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และถ้ามีประสิทธิภาพดีแล้วก็ควรดำเนินการจัดทำเป็นมาตรฐานต่อไป

เมื่อมีการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้แล้วและควบคุมอย่างได้ผลดีแล้ว ก็ควรจะดำเนินการวิเคราะห์ FMEA อีกเพื่อความพยายามในการลดค่าความเสี่ยงลงอย่างต่อเนื่อง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วถึงแนวความคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด

2.1.3 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ

การนำ FMEA ไปใช้ในขั้นตอนกระบวนการผลิตซึ่งรวมทั้งการประกอบและการทดสอบ ทั้งวัสดุ ชิ้นส่วนและงานจากผู้รับเหมาย่อย การศึกษาอาจรวมถึงการประเมินวัตถุดิบ อุปกรณ์การผลิตและกระบวนการ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เชื่อมั่นได้ว่า ชิ้นส่วนถูกผลิตได้ถูกต้องตามความต้องการในการออกแบบ ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการจะดำเนินการตามลำดับ ดังภาพที่ 2.1

FMEA สำหรับกระบวนการ

หมายเลข FMEA _____

หน้าที่ _____ ในจำนวนทั้งหมด _____ หน้า

ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ _____ ผู้รับผิดชอบการออกแบบ _____ ผู้จัดทำ _____

ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ _____ วัน-เดือน-ปีที่ครบกำหนดเสร็จ _____ วันเริ่มต้น _____ วันทบทวนล่าสุด _____

คณะทำงาน _____

หน้าที่ของ กระบวนการ ความต้องการ	แนวโน้มของ ลักษณะ ข้อบกพร่อง	แนวโน้มของ ผลจาก ข้อบกพร่อง	S	จำแนก ประเภท	แนวโน้ม ของ สาเหตุ/ กลไก	O	การควบคุมการ ออกแบบในปัจจุบัน		D	RPN	วิธีการ แก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/ วันสิ้นสุด	ผลการแก้ไข				
							การ ป้องกัน	การ ตรวจจับ					การ แก้ไข	S	O	D	RPN

ภาพที่ 2.1

ตัวอย่างแบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ

1. หมายเลข FMEA ให้ใส่หมายเลขเอกสารสำหรับ FMEA ลงไปเพื่อประโยชน์ในการสอบกลับได้
2. ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ให้ใส่ชื่อและจำนวนของระบบ ระบบย่อย หรือ ชิ้นส่วนประกอบสำหรับกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์
3. ผู้รับผิดชอบกระบวนการ ให้ใส่ชื่อผู้ผลิต ฝ่ายงานและกลุ่มงานลงไปทั้งนี้ อาจจะรวมถึงชื่อของผู้ส่งมอบ (ถ้าทราบ)
4. ผู้จัดทำ ให้ใส่ชื่อของผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเตรียม FMEA
5. ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ ให้ใส่ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้และ/หรือได้รับผลกระทบจากการออกแบบและกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์
6. วันสำคัญ (Key Date) ให้ใส่วัน เดือน ปี ที่ควรกำหนดเสร็จสิ้น
7. วัน เดือน ปี สำหรับ FMEA ให้ใส่วัน เดือน ปีที่เริ่มต้นจัดทำ FMEA และวัน เดือน ปี ที่ทบทวน FMEA ครั้งล่าสุด
8. คณะทำงาน ให้ใส่ชื่อบุคคลที่รับผิดชอบ รวมถึงฝ่ายงานที่มีอำนาจในการ บังคับและ/หรือดำเนินงาน
9. หน้าที่/ความต้องการของกระบวนการ ให้ใช้คำอธิบายง่าย ๆ เกี่ยวกับ กระบวนการ หรือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ได้รับการวิเคราะห์ และให้ใส่หมายเลขของกระบวนการ หรือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานลงไปด้วย ในกรณีนี้คณะทำงาน FMEA ควรมีการทบทวนถึงสมรรถนะ วัตถุประสงค์ กระบวนการ สิ่งแวดล้อม และมาตรฐานด้านความปลอดภัย โดยทั่วไปแล้ว ควรจะอธิบาย อย่างกระชับที่สุดเท่าที่จะทำได้รับการวิเคราะห์รวมถึงสารสนเทศเกี่ยวกับแบบของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนประกอบ และในกรณีที่กระบวนการประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานจำนวนมากที่มีแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องที่แตกต่างกันแล้ว ก็อาจจะแยกพิจารณากันได้
10. แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง หมายถึง ลักษณะทางกายภาพที่ กระบวนการจะไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้หรือกำหนดความต้องการไว้ สำหรับหน้าที่ หรือความต้องการแต่ละอย่างของกระบวนการที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อที่ 9 อาจจะมีลักษณะ ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 รายการก็ได้ จึงควรกำหนดลักษณะข้อบกพร่องสำหรับ ขั้นตอนการปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่เจาะจงในเทอมของคุณลักษณะของชิ้นส่วนประกอบ ระบบย่อย ระบบของกระบวนการโดยข้อบกพร่องที่พิจารณานี้ถือว่าเกิดขึ้นได้ แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเสมอไป ในการระบุถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องจะต้องระบุถึงสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย เช่น ปนเปื้อน ตกตะกอน วงจรปิด แตกร้าว รูไม่กลม เป็นต้น โดยคำที่ใช้ไม่ควรจะเป็นคำที่อยู่ในภาษา

เทคนิคหรือลักษณะทางกายภาพที่สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัสมากกว่าอาการที่สังเกตได้โดยลูกค้า เช่น ไม่ทำงาน ไม่มีสัญญาณ เป็นต้น

11. แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง ให้แสดงแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องที่มีความหมายว่า ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่กระทบกับลูกค้า โดยผลกระทบดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของสิ่งที่ลูกค้าสังเกตเห็นหรือสิ่งที่ลูกค้าเคยมีประสบการณ์มาก่อนก็ได้

โดยทั่วไปแล้ว อาจจะจำแนกแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องตามระดับที่เกิดขึ้นออกเป็น 3 ระดับด้วยกัน ดังนี้

(1) ผลกระทบที่จุดเกิดเหตุ (Local Effects) หมายถึง ผลกระทบที่มีต่อชิ้นส่วนประกอบหรือกระบวนการย่อยของกระบวนการที่กำลังพิจารณา

(2) ผลกระทบที่กระบวนการถัดไป (Next Higher Level Effects) หมายถึง ผลกระทบที่มีต่อกระบวนการทำน้ำที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างรายการการใช้วัสดุ (Bill of Material : BOM)

(3) ผลกระทบต่อผู้ใช้ (End User Effects) หมายถึง ผลกระทบที่ผู้ใช้สามารถสังเกตเห็นได้หรือได้รับ

12. ความรุนแรงของผลกระทบ (Severity : S) ในช่องนี้จะวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของแนวโน้มของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่กำหนดในช่องที่ 11 โดยความรุนแรงจะหมายถึงขนาดของความรุนแรงของผลกระทบและความรุนแรงนี้ จะเป็นลักษณะเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEA ในการลดขนาดความรุนแรงของผลกระทบนี้จะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น ในการประเมินความรุนแรง คณะทำงาน FMEA ควรจะกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับการประเมินผลก่อนเสมอ โดยทั่วไปอาจใช้สเกล 1-10 (อาจใช้สเกล 1-4, 1-25 หรือ 1-100 ก็ได้ โดยสนใจถึงความสามารถในการแยกแยะความแตกต่างของสเกลที่ใช้ได้) และควรกำหนดให้ความรุนแรงที่สูงที่สุดได้คะแนนสูงที่สุด และให้คะแนนความรุนแรงที่ต่ำที่สุดได้คะแนนต่ำที่สุด ตารางที่ 2.1 แสดงถึงเกณฑ์ของการให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบ โดยเกณฑ์ดังกล่าวจะพิจารณาลูกค้าภายนอกที่เป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ก่อนเป็นลำดับแรก จากนั้นจึงพิจารณาถึงกระบวนการภายใน

ตารางที่ 2.1

เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ

ผลกระทบจาก ข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อ ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อ กระบวนการภายใน	คะแนน
เกิดอันตรายโดยไม่ มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดย ไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตราย ต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดย ไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมี การเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมี การเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตราย ต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดย มีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ (เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก)	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจจะต้องถูกทำลาย หรือส่งเข้า ซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงโดยใช้ เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้แต่ระดับ สมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่ พอใจมาก	อาจจะมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ แบบคัดเลือก (Sorting) และ ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจจะถูกทำลาย หรือส่ง เข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุง ระหว่างครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมง	7
ผลกระทบปาน กลาง	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้ แต่ขาด ความสะดวกสบายและทำให้ ลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายและไม่ต้อง ตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) หรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อม บำรุงโดยใช้เวลาดำกว่าครึ่งชั่วโมง	6

ตารางที่ 2.1

เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (ต่อ)

ผลกระทบจาก ข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อ ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อ กระบวนการภายใน	คะแนน
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้ ด้วย ความสะดวกสบายแต่ละระดับ สมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจจะต้องได้รับการรีเวิร์ก หรือ ได้รับการซ่อมแซมนอก สายการผลิตที่ฝ่ายผลิต	5
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี นัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วน ใหญ่ (มากกว่า 75%) สามารถ สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบ แบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มี ผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลายแต่ บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจ ได้รับการรีเวิร์ก	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี นัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้า ประมาณครึ่งหนึ่งสามารถ สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการรีเวิร์กใน สายการผลิต แต่นอกจุด ปฏิบัติงานที่ต้องถูกทำลาย	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี นัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วน น้อย (ต่ำกว่า 25%) สามารถ สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการรีเวิร์กใน สายการผลิตที่จุดปฏิบัติงาน โดย ไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบาย เล็กน้อยต่อการปฏิบัติงานหรือตัว พนักงานหรือไม่มีผลกระทบใดๆ	1

13. การจำแนกประเภท ช่องนี้อาจจะได้รับการใช้ในการจำแนก (Classify) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพิเศษ (เช่น คุณลักษณะวิกฤต สำคัญมาก สำคัญ มีนัยสำคัญ) สำหรับชิ้นส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบ ที่อาจต้องการการควบคุมกระบวนการเพิ่มเติม นอกจากนี้ก็อาจจะใช้ช่องนี้ในการกำหนดถึงลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญมากจากการประเมินผลด้านวิศวกรรม ในการกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการนี้ จะใช้สัญลักษณ์ที่กำหนดโดยแต่ละบริษัท และมีได้กำหนดเป็นมาตรฐานทั่วไป

14. แนวโน้มของสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่อง ในช่องนี้ผู้วิเคราะห์ FMEA จะต้องค้นหาสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องมาใส่ลงไป ในการค้นหาสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องต้องพยายามค้นหาให้ทราบถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยสาเหตุบางสาเหตุจะมีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องโดยตรง (ถ้าหากควบคุมสาเหตุดังกล่าวได้ ก็จะไม่เกิดลักษณะข้อบกพร่องอีก) ก็จะทำให้ FMEA สมบูรณ์มาก อย่างไรก็ตาม สาเหตุจำนวนมากมักเป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นพร้อมกันได้ การอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุ ต้องใช้คำพูดที่แสดงถึงกลไกการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง เช่น เครื่องมือสึกหรอ ใส่ชิ้นงานผิด โปรแกรมไม่ถูกต้อง กระบวนการทางความร้อน (เวลา, อุณหภูมิ) ไม่ถูกต้อง เป็นต้น โดยพยายามหลีกเลี่ยงคำพูดที่คลุมเครือ เช่น ความผิดพลาดของพนักงาน วัตถุดิบไม่ดี และพยายามหลีกเลี่ยงการใช้มาตรการตอบโต้มาเป็นสาเหตุ เช่น บำรุงรักษาไม่ดี ขาดการฝึกอบรม เป็นต้น

15. โอกาสเกิดขึ้น (Occurrence – O) โอกาสการเกิดขึ้น หมายถึง ความเป็นไปได้ของสาเหตุหรือกลไกเฉพาะหนึ่งจะเกิดขึ้น ดังนั้นอันดับของความเป็นไปได้ในการเกิด (Likelihood of Occurrence) จึงมีความหมายเชิงสัมพัทธ์มากกว่าตัวเลขสมบูรณ์ และการลดโอกาสการเกิดขึ้นนี้จะต้องได้มาจากการป้องกันหรือการควบคุมสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการเท่านั้น การกำหนดคะแนนให้กับโอกาสการเกิด จะอาศัยอัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (Possible Failure Rates) ที่จะขึ้นอยู่กับจำนวนของข้อบกพร่องที่มีการคาดหมายในระหว่างการปฏิบัติกับกระบวนการ หรืออาจจะได้มาจากข้อมูลเชิงสถิติ Ppk (ดัชนีความสามารถเชิงกระบวนการ) สำหรับกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน ตารางที่ 2.2 แสดงถึงเกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง

ตารางที่ 2.2
เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้	คะแนน
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	มากกว่า 100 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	10
	50 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	20 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	8
	10 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	6
	2 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	5
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	1 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	4
	0.5 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	3
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย	0.1 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	2
	น้อยกว่า 0.01 ขึ้น ต่อ 1000 ขึ้น	1

16. การควบคุมในปัจจุบัน ในขณะนี้แสดงถึงระบบการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน โดยการควบคุมกระบวนการ คือ ลักษณะของการควบคุมที่อาจจะอยู่ในรูปการป้องกันสิ่งที่เป็นไปได้ของลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้นหรือตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง หรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้เกิดขึ้นระบบการควบคุมดังกล่าวนี้จะแบ่งออกเป็น

(1) การป้องกัน (Prevention) หมายถึง การป้องกันสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้น หรือลดอัตราการเกิดขึ้นของสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องดังกล่าว

(2) การตรวจจับ (Detection) หมายถึง การตรวจจับสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการแก้ไขต่อไป

เมื่อมีการบ่งชี้ถึงประเภทของการควบคุมกระบวนการแล้ว ให้ทำการทบทวนการควบคุมโดยการป้องกันทั้งหมดเพื่อพิจารณาว่าควรมีการปรับแก้ไขคะแนนของแนวโน้มของสาเหตุหรือกลไกของการเกิดขึ้นหรือไม่

17. การตรวจจับ (Detection – D) ในช่องนี้จะใส่คะแนนที่ประเมินผลถึงความสามารถในการควบคุมในปัจจุบัน (ที่ระบุใน 16) ในการพิจารณาคะแนนประเมินผลการตรวจจับนี้ จะต้องพิจารณาความสามารถของระบบการควบคุมในปัจจุบันที่จะป้องกันการส่งมอบข้อบกพร่องถึงลูกค้าเท่านั้น โดยต้องไม่คำนึงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดขึ้นของลักษณะข้อบกพร่อง นอกจากนี้แล้วจะต้องมีความเข้าใจว่าวิธีการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Techniques) จะเป็นวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงตรวจจับมากกว่าจะเป็นวิธีการควบคุมที่จะป้องกันการข้อบกพร่องจากการส่งมอบให้กับลูกค้า ดังนั้นการชักสิ่งตัวอย่างจึงไม่ควรจะมีผลใด ๆ ต่ออันดับคะแนนของการตรวจจับ (D) ดังตารางที่ 2.3 แสดงถึงกฎเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการตรวจจับของระบบการควบคุมกระบวนการ

ตารางที่ 2.3

เกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการตรวจจับของระบบการควบคุมกระบวนการ

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใด ๆ			X	ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้	10
ห่างไกลมาก	มีระบบควบคุม แต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้โดยทางอ้อมหรือเป็นเพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เท่านั้น	8
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		X	X	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ SPC	7

ตารางที่ 2.3

กฎเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการตรวจจับของระบบการควบคุมกระบวนการ (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
ต่ำมาก	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าสองครั้ง (Double Visual Inspection) เท่านั้น	7
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		X		มีการควบคุมโดยใช้เครื่องมือวัด วัดชิ้นงานก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน หรือใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับงานทั้งหมดก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน	5
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไป หรือมีการใช้เครื่องมือวัด วัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนงานการปรับตั้ง (Set Up)	4

ตารางที่ 2.3

กฎเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการตรวจจับของระบบการควบคุมกระบวนการ (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการ ตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
สูง	มีระบบควบคุมและมี โอกาสสูงที่จะตรวจจับ ข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจจับความ ผิดพลาดที่จุด ปฏิบัติงานหรือมีการ การตรวจจับความ ผิดพลาดใน กระบวนการถัดไปโดย การตรวจสอบเพื่อการ ยอมรับ	3
สูงมาก	มีระบบควบคุมและ เกือบจะมั่นใจได้ว่า สามารถตรวจจับ ข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจจับความ ผิดพลาดที่จุด ปฏิบัติงานด้วยเครื่อง อัตโนมัติ ทำให้ชิ้นงาน บกพร่องไม่สามารถ หลุดผ่านไปได้	2
สูงมาก ๆ	มีระบบควบคุมและ มั่นใจได้ที่สามารถ ตรวจจับข้อบกพร่องได้	X			ไม่มีโอกาสเกิด ผลิตภัณฑ์บกพร่อง เพราะใช้ระบบป้องกัน ความผิดพลาด (Poka-Yoke) ใน ขั้นตอนการออกแบบ ผลิตภัณฑ์/ กระบวนการ	1

18. ตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (RPN – Risk Priority Number) ในช่องนี้ ให้ใส่ตัวเลขที่แสดงถึงลำดับของความเสี่ยงที่พิจารณาได้จากองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ความรุนแรง โอกาสการเกิดขึ้นและการตรวจจับ

$$\text{ดังนั้น} \quad \text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

โดยทั่วไปแล้ว ตัวเลข RPN จะไม่มีความหมายใด ๆ นอกจากใช้สื่อถึงลำดับในการกำหนดความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องจากกระบวนการเท่านั้น และเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ผู้วิเคราะห์สามารถให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แนะนำให้ผู้วิเคราะห์ FMEA ทำการวิเคราะห์คะแนน RPN ที่ได้ด้วยแผนภาพพาเรโต ถ้าหากการให้คะแนนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจริง จะพบว่าลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนน้อย และข้อบกพร่องที่มีความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมากตามหลักการพาเรโต มิฉะนั้นควรจะทบทวนเกณฑ์การให้คะแนนใหม่

19. วิธีการปฏิบัติการแก้ไข ในช่องนี้ของแบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการให้ทำการระบุวิธีการปฏิบัติเพื่อตอบโต้เชิงป้องกัน/แก้ไขกับลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมากที่สุดก่อน (ในกรณีที่ S มีคะแนน 9 หรือ 10 ให้กำหนดมาตรการตอบโต้ทันที โดยไม่สนว่า RPN จะมีค่าเท่าไร) และจากนั้นให้ทำการพิจารณามาตรการตอบโต้กับลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนน RPN สูงในลำดับแรก ๆ

แนวทางการกำหนดมาตรการตอบโต้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการป้องกันลักษณะข้อบกพร่องมากกว่าการตรวจจับ ดังนั้น มาตรการลดโอกาสการเกิดขึ้นและการลดความรุนแรงจึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับการพิจารณาก่อนมาตรการการปรับปรุงระบบการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง นอกจากนี้แล้วการปรับปรุงระบบการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องนี้จะถือเป็นการปรับปรุงคุณภาพที่ไม่มีประสิทธิผลและใช้ต้นทุนค่อนข้างสูง หลังจากทีคณะทำงาน FMEA ดำเนินการกับลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนนความรุนแรงเท่ากับ 9 หรือ 10 แล้ว คณะทำงานควรจะให้ความสนใจต่อลักษณะข้อบกพร่องอื่น ๆ โดยมีความประสงค์ในการลดความเสี่ยงเนื่องจากความรุนแรง โอกาสที่เกิดขึ้น และการตรวจจับ โดยลำดับ

20. ผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการแก้ไขและวันเสร็จสิ้น ในช่องนี้ให้ระบุชื่อบุคคลที่รับผิดชอบ รวมทั้งระบุวันเสร็จสิ้นที่เป็นเป้าหมายด้วย

21. การแก้ไข ในช่องนี้ให้ทำการสรุปสั้น ๆ ถึงรายละเอียดของการปฏิบัติการแก้ไขที่ได้กระทำไปแล้ว รวมถึงวันที่เสร็จสิ้นด้วย

22. ผลการแก้ไข ภายหลังจากมีการบ่งชี้มาตรการแก้ไข/ป้องกันแล้ว ให้ทำการประมาณค่าและบันทึกผลการประเมินความรุนแรง โอกาสที่เกิดขึ้นและการตรวจจับ พร้อมคำนวณค่า RPN อีกครั้ง แต่ถ้ามิได้มีการกำหนดมาตรการใด ๆ เลย ให้ปล่อยช่อง 22 นี้ให้ว่างไว้

นอกจากนี้แล้วควรจะมีการทบทวนคะแนนประเมินเหล่านี้อีกครั้ง และถ้ามีการแก้ไขใด ๆ แล้ว ให้ดำเนินการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอน 19 ถึง 22 โดยการดำเนินการควรอยู่บนแนวความคิดของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ FMEA คือเอกสารที่มีชีวิตตลอดไป

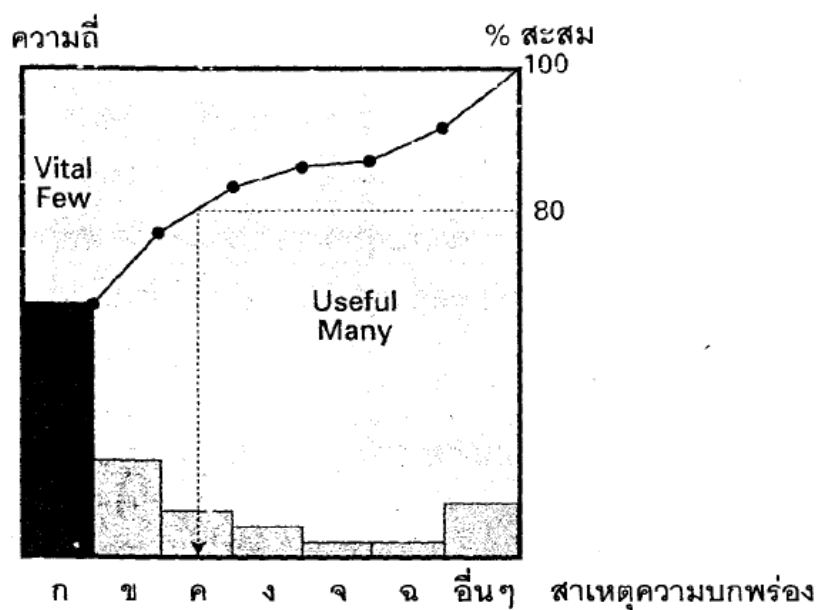
2.2 ทฤษฎีแผนผังพาเรโต

ในช่วงปี 1848 – 1923 พาเรโต นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีเลียน ผู้ค้นพบหลักการ 80 – 20 ได้กล่าวไว้ว่า “80% ของรายได้ประชาชาติของประเทศในยุโรป มาจากกลุ่มคนเพียง 20% และกลุ่มคนที่เหลือ 80% ของประเทศมีรายได้รวมกันเพียง 20% เท่านั้น”

ด้วยหลักการนี้เอง หากเราศึกษาและทำการสังเกต เราจะพบว่า หลักการนี้จะใช้ได้กับในทุกพื้นที่ เช่น 80% ของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในประเทศไทย มาจากเพียง 20% ของถนนทั่วประเทศ, 80% ของราคาอะไหล่ในสินค้าคงคลัง เกิดจากเพียง 20% ของจำนวนอะไหล่ทั้งหมดเท่านั้น หรือในด้านการบริการเราอาจจะพบว่า 80% ของลูกค้าที่ไม่พอใจในการไม่เอาใจใส่ในการรับโทรศัพท์มาจากพนักงานรับโทรศัพท์เพียง 20% ของกลุ่มเท่านั้น ซึ่งจากหลักการดังกล่าวนี้ หากเราสามารถที่จะแก้ไขกลุ่มพนักงาน 20% นี้ได้ เราก็จะสามารถแก้ปัญหาลูกค้าไม่พอใจจากการบริการรับโทรศัพท์ไปได้ถึง 80% ที่เดียว

แผนผังพาเรโตคืออะไร

ในปี 1925 ดร.โจเซฟ จูราน ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมคุณภาพชาวอเมริกันได้สังเกตและทำการวิจัยพบว่า หากข้อมูลที่เก็บมาได้นั้นมีเสถียรภาพ (Stability) แล้ว “ข้อมูลที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย และข้อมูลที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยจะมีจำนวนมาก” (Vital Few, Trivial Many) และเขาได้ทราบว่า พาเรโต ได้ค้นพบหลักการนี้มาก่อนหน้านี้แล้ว จึงได้ตั้งชื่อหลักการนี้ว่า “หลักการพาเรโต” และได้เรียกการแยกแยะของข้อมูลในกราฟแท่งโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยว่า แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)



ภาพที่ 2.2

ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

แผนผังพาเรโต ประกอบด้วย กราฟแท่งและกราฟเส้นในแผนผังเดียวกัน โดยจะใช้
เพื่อการเปรียบเทียบความสำคัญของข้อมูล

เมื่อไรจึงใช้แผนผังพาเรโต

1. เมื่อต้องการกำหนดสาเหตุสำคัญ (Critical Factor) ของปัญหา เพื่อแยกออกมา
จากสาเหตุอื่นๆ (Possible Causes)
2. เมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา โดยเปรียบเทียบระหว่าง
“ก่อนทำ” กับ “หลังทำ”
3. เมื่อต้องการค้นหาปัญหาและหาคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา

2.2.1 โครงสร้างของแผนผังพาเรโต

ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้น

1. นอกจากแกนในแนวตั้ง (แกน Y) และแกนแนวนอน (แกน X) แล้ว กราฟ
พาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละ หรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผัง
ด้วย

2. ความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่มข้อมูลที่เป็น “ข้อมูลอื่นๆ” จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ

2.2.2 วิธีการสร้างแผนผังพาเรโต

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล
2. ขั้นตอนการวาดแผนผัง

มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล

ในการจัดเตรียมข้อมูลจะแบ่งการเตรียมตัวข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน ส่วนแรก คือ การเตรียมแผนการบันทึกข้อมูล และเมื่อได้ข้อมูลมาเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลดังกล่าวมาแปลงเป็นสารสนเทศโดยสร้างแผนผังพาเรโตจากข้อมูลดังกล่าว

การจัดเตรียมแผนบันทึกข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) จากปัญหาที่มีอยู่ ให้กำหนดและแบ่งประเภทของข้อมูลที่จะเก็บบันทึก
- (2) บันทึกข้อมูลโดยกำหนดระยะเวลาการบันทึกให้แน่ชัด
- (3) เรียงข้อมูลจากค่ามากไปหาน้อย และคำนวณค่าความถี่สะสมของ

ข้อมูลแต่ละชั้น พร้อมทั้งคำนวณค่าร้อยละสะสม (Percent Cumulative) ของข้อมูล

มีรายละเอียดขั้นตอนการทำ คือ

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดและแบ่งประเภทของข้อมูลที่จะเก็บบันทึก

ในขั้นตอนแรกนี้ เราต้องรู้ว่าเราต้องการข้อมูลอะไร เพื่อทำการวิเคราะห์อะไร เราจะต้องแบ่งประเภทหรือแบ่งชนิดของข้อมูลออกมาทั้งหมดก่อน

ขั้นตอนที่ 2 บันทึกข้อมูลโดยกำหนดระยะเวลาการบันทึกให้แน่ชัด

กำหนดระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลให้เหมาะสม เพื่อให้ได้จำนวนข้อมูลที่เพียงพอในการวิเคราะห์และเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น เก็บข้อมูล 1 วัน 1 สัปดาห์ หรือ 1 เดือนแล้วแต่กรณี

ขั้นตอนที่ 3 เรียงเรียงข้อมูลความถี่จากมากไปหาน้อย และคำนวณค่าความถี่สะสมของข้อมูลแต่ละชั้น พร้อมทั้งคำนวณค่าร้อยละสะสม (Percent Cumulative) ของข้อมูล โดยหลังจากคำนวณความถี่สะสมของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการคำนวณหาร้อย

ละสะสมของข้อมูล สำหรับนำไปแสดงในกราฟเส้นของแผนผังพาเรโต โดยร้อยละของความถี่สะสมหาได้จากการทำความถี่สะสมของข้อมูลแต่ละประเภทหารด้วยจำนวนข้อมูลความถี่ทั้งหมด

หากเก็บข้อมูลตามประเภทของข้อมูลแล้วพบว่า ข้อมูลแต่ละประเภทมีความถี่เกิดขึ้นน้อยมาก ๆ ก็ให้รวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเก็บไว้ในกลุ่มเดียวกัน แล้วตั้งชื่อว่า “อื่น ๆ” แทน ซึ่งการรวมข้อมูล “อื่น ๆ” นี้ ไม่ควรเกิน 20% หรือร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด หากความถี่ของแท่ง “อื่น ๆ” มีมากเกินไป ควรจะแยกข้อมูลในกลุ่มนี้ออกมาต่างหาก

2. ขั้นตอนการวาดแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

หลังจากที่เราได้เตรียมข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเรามาทำการสร้างแผนผังพาเรโต โดยใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) วาดแกนแนวนอน (แกน X) และแกนแนวตั้ง (แกน Y)
- (2) วาดกราฟแท่ง
- (3) วาดร้อยละสะสมของข้อมูล
- (4) กำหนดจุดของร้อยละสะสม และลากเส้นเชื่อมต่อ เรียงลำดับตาม

ข้อมูล

- (5) ทำการวิเคราะห์ได้จากแผนผังที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

มีรายละเอียดการทำ คือ

ขั้นตอนที่ 1 วาดแกนแนวนอน และแกนแนวตั้ง (แกน X และ แกน Y)

ในขั้นตอนแรกนี้เหมือนการสร้างกราฟแท่งโดยทั่วไป คือให้แกนในแนวนอนหรือแกน X แทนปัจจัย และให้แกนในแนวตั้งหรือแกน Y แทนความถี่ของข้อมูล ซึ่งควรจะเริ่มจากค่า 0 และให้ความกว้างของแต่ละช่องที่แบ่งมีขนาดเท่ากัน และจะต้องมีความสูงของแกนอย่างน้อยเท่ากับจำนวนข้อมูลความถี่ทั้งหมด เช่น มีจำนวนข้อมูล ความถี่ทั้งหมด 566 ข้อมูล ดังนั้นความสูงของแกนในแนวตั้งควรจะมีค่าเท่ากับ 566

ขั้นตอนที่ 2 วาดกราฟ

เริ่มวาดแท่งกราฟลงในพื้นที่ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการนำข้อมูลจากแผ่นบันทึกข้อมูลของความถี่ ซึ่งในการวาดกราฟแท่งแบบพาเรโตนี้ มีจุดที่จะต้องดำเนินการ 3 จุดด้วยกันคือ

1. เริ่มจากปัจจัยที่มีความถี่มากที่สุด ไล่ซ้ายมือสุด และเรียงลำดับชั้นลงมาในลำดับถัด ๆ ไป

2. การวาดกราฟจะต้องไม่มีช่องว่างระหว่างแท่งกราฟ

3. “อื่น ๆ” จะต้องอยู่ทางด้านขวาสุดเสมอแม้ว่าความถี่ของกลุ่มนี้จะมากกว่าความถี่ในกลุ่มอื่น ๆ ก็ตาม

ขั้นตอนที่ 3 วาดแกนร้อยละสะสมของข้อมูล

วาดแกนในแนวตั้งเพิ่มอีกแกนทางด้านขวามือ โดยให้ขนานกับแกน X เป็นแกนร้อยละสะสม สิ่งที่สำคัญของแกนนี้คือ ที่ตำแหน่ง 100% จะต้องมีความเท่ากับจำนวนข้อมูลความถี่ทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดจุดของร้อยละสะสม และลากเส้นเชื่อมต่อเรียงลำดับตามข้อมูล

(1) จากจุด (0, 0) ให้ลากเส้นตรงไปบรรจบที่ด้านบนสุดของแท่งกราฟแท่งแรก

(2) ตรวจสอบค่าสะสมของแท่งกราฟแท่งถัดไป กำหนดจุดที่ตำแหน่งตรงกับมุมบนด้านขวาของแท่งกราฟแท่งที่ 2 (ในขั้นตอนนี้ต้องระมัดระวัง เพราะส่วนใหญ่มักจะวาดกราฟเส้นที่จุดกึ่งกลางของแท่งกราฟ ซึ่งหากวาดอย่างนั้นแล้ว ภายหลังจะไม่สามารถตีความได้) แล้วจากนั้นลากเส้นเชื่อมต่อจากปลายของเส้นกราฟแท่งแรก มายังจุดที่ทำเครื่องหมายไว้ของแท่งกราฟที่ 2 นั่นคือ เส้นความถี่สะสมของข้อมูล

(3) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 4.2 ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบถึงแท่งกราฟสุดท้าย ซึ่งที่สุดท้ายจะไปเจอตำแหน่งที่ 100% พอดี

เมื่อเราสร้างแผนผังพาเรโตเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราจะสามารถตรวจสอบได้ว่า แผนผังนี้ใช้สเกลถูกต้องหรือไม่ โดยการตรวจสอบกับร้อยละสะสมที่ได้ทำมาแล้วในแผ่นบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 ทำการวิเคราะห์จากแผนผังที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

หลังจากที่เราสร้างแผนผังพาเรโตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคนมักจะให้ความสำคัญกับอะไรที่ปรากฏเป็นอันดับแรกของกราฟแท่ง ก็ถือว่าสำคัญที่สุดต้องปรับปรุงแล้วแก้ไขที่จุดนั้น โดยขาดการวิเคราะห์เส้นกราฟสะสมไป ทั้ง ๆ ที่จุดนี้เองที่เป็นจุดเด่นของแผนผังพาเรโต เพื่อใช้ในการตั้งเป้าหมายในการดำเนินงานกิจกรรม

2.3 ทฤษฎีแผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับ สาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Cause)

เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “มังง่าปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลาย ๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

แผนผังสาเหตุและผลคืออะไร

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของมังง่าปลานี้ว่า “เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา”

เมื่อไรจึงใช้แผนผังสาเหตุและผล

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
2. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความเข้าใจกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเองเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำแผนผังมังง่าปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุก ๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

2.3.1 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือมังง่าปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

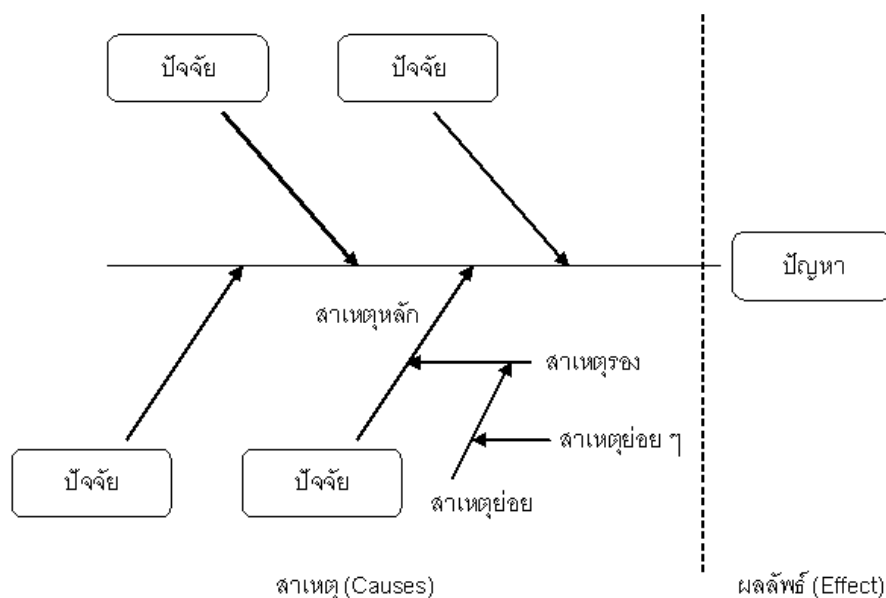
1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.3.2 ส่วนประกอบของผังก้างปลา

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
2. ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
 - ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
 - สาเหตุหลัก
 - สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น



ภาพที่ 2.3

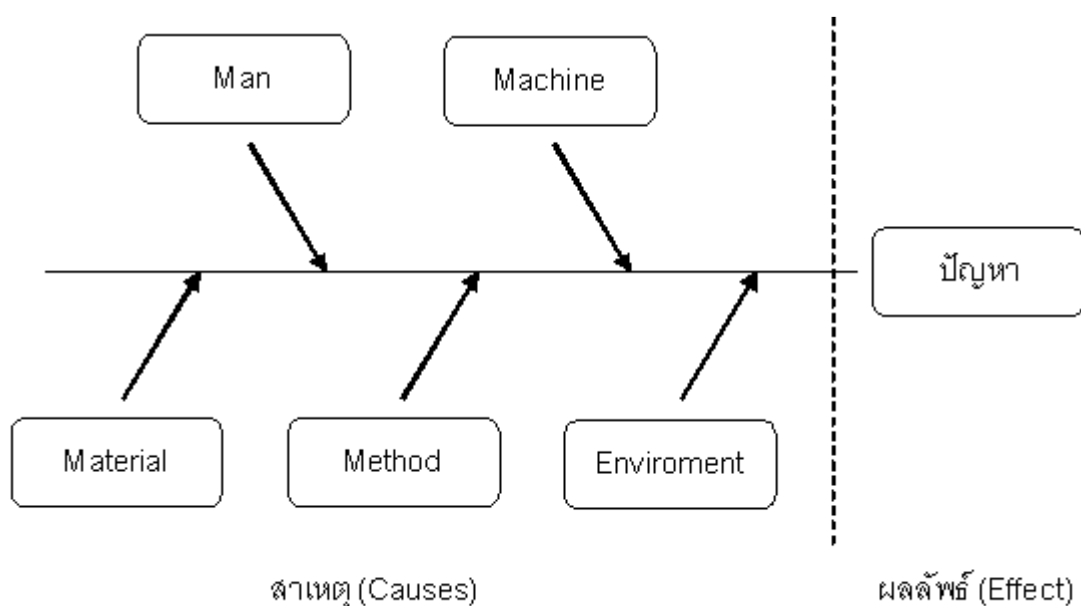
โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล หรือผังก้างปลา

2.3.3 การกำหนดปัจจัยของก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุผล

โดยส่วนมากจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัยเพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M Man	คนงานหรือพนักงานปฏิบัติการ
M Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M Method	กระบวนการทำงาน
E Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศในการทำงาน



ภาพที่ 2.4

แผนผังสาเหตุและผลที่ใช้ 4M 1E

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากเราไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยการนำเข้า (Input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place, Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ นอกจากนี้ หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลาไม่ประสบการณในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารภที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาดังแต่แรกเลยก็ได้เช่นกัน

2.3.4 การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หวัปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หวัปลา เช่นอัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

เทคนิคการระดมความคิดเพื่อที่จะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงามคือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชลธิชา เมืองโคตร (2551) นำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบมาใช้ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องและประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงเริ่มต้น โดยการใช้แผนผังพาเรโตมาช่วยในการตัดสินใจเลือกข้อบกพร่องที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงสูงมาทำการแก้ไขปรับปรุง โดยเป้าหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ต้องการลดอัตราความเสี่ยงในการเกิดปัญหาลดลงร้อยละ 50 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนผังก้างปลา เมื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแล้ว ได้มีการประเมินผลค่าดัชนีความเสี่ยงซ้ำหลังจากที่มีการเริ่มผลิตภักณ์ใหม่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า อัตราความเสี่ยงการเกิดปัญหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 42.06 ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถบรรลุเป้าหมาย แต่ก็สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาได้ในระดับหนึ่ง

เจษฎา นันทนาท (2551) ทำการศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคุณภาพในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ของการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพสามด้าน อันประกอบไปด้วยต้นทุนการป้องกัน, ต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนความบกพร่อง โดยพบว่าตลอดเวลาระยะการดำเนินงานในระยะแรกนั้น ต้นทุนคุณภาพประเภทต้นทุนในการป้องกันมีไม่มาก ในขณะที่ต้นทุนข้อบกพร่องกลับมีค่าค่อนข้างสูง หลังจากเริ่มนำวิธีการ FMEA มาใช้ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง พบว่า ต้นทุนข้อบกพร่องลดลงอย่างมากและต่อเนื่องในขณะที่ต้นทุนในการป้องกันเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยกว่าการลดลงของต้นทุนข้อบกพร่อง ในส่วนของต้นทุนในการประเมินนั้นลดลงได้ไม่มากซึ่งเป็นต้นทุนในการประเมินลดลงได้ไม่มากซึ่งเป็นเพราะมีต้นทุน

คงที่ไม่สามารถลดได้เป็นองค์ประกอบอยู่ในต้นทุนการประเมิน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการ FMEA จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการลดต้นทุนคุณภาพในสายการผลิต

อรรวรรณ สวัสดิ์วิเชียร (2551) การนำชิกชิชิกมา มาประยุกต์ใช้เพื่อลดของเสียในกระบวนการเชื่อมมิกซ์อลูมิเนียมหล่อของอินเตอร์คูลเลอร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นคอขวดในสายการผลิต และมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ที่ 52% โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผลในขั้นตอนการวัด และจัดลำดับความเสี่ยงของแนวโน้มของสาเหตุและปัญหาด้วยวิธีการ FMEA และนำหลักการทางสถิติมาใช้เพื่อยืนยันผลขั้นต้นสุดท้าย ผลการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นลดลงเหลือ 24% สามารถลดเวลาในการซ่อมชิ้นงานเสียจากเดิมใช้เวลา 2 คน/วัน เหลือเพียง 1 คน/วัน และลดข้อร้องเรียนจากลูกค้าเรื่องแนวเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์จากการซ่อมได้

สุพัฒตรา เกษราพงศ์ (2550) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และแจกแจงลักษณะการเกิดของเสีย ผลกระทบที่เกิดจากของเสีย และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย โดยประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ รวมไปถึงปรับปรุงแก้ไขสาเหตุต่าง ๆ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ ผลจากการวิเคราะห์โดยใช้ FMEA สามารถแจกแจงลักษณะการเกิดของเสียได้เป็น 5 ประเภท คือ Dimension, Appearance, Miss Process, Wrong Part และ Function ซึ่งสาเหตุส่วนมากเกิดจากพนักงาน, วิธีปฏิบัติงาน, การตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร, ความไม่พร้อมของเครื่องจักร และการชำรุดของแม่พิมพ์ ได้ทำการปรับปรุงโดยจัดทำระบบ Poka-Yoke, เอกสารวิธีการปฏิบัติงาน, เอกสาร Q-Point, อบรมพนักงาน, ออกแบบการทดลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และจัดทำระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน จากการปรับปรุงพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีจำนวนลดลงประมาณ 50% ของของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด