Potential Failure Mode and Effects Analysis

FMEA

Fourth Edition

ฉบับแปลภาษาไทย

Consultancy & Training

Q&A

เราเป็นหนึ่งในเมืองไทย

ใคร ๆ เขาก็รู้

Q&A Quality and Calibration Co., Ltd.

50/46,52 Moo 2 T. Bangkaew A. Bangplee Samutparn 10540

Tel.02-710 2138, 02-710 2896 Fax. 02-753 7452

www.qaquality.co.th E-mail : qa@qaquality.co.th

คำนำจากผู้แปล

การใช้คู่มือ FMEA ฉบับภาษาอังกฤษ อาจเป็นอุปสรรคและสร้างความลำบากในการประยุกต์ใช้และการทำความเข้าใจความหมายของคู่มือ ดังนั้นทางทีมงานจึงได้แปลคู่มือ FMEA ฉบับที่ 4 ออกมาเป็นภาษาไทย โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ ใช้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรม เพื่อช่วยให้ผู้อ่านได้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรใช้คู่มือฉบับภาษาอังกฤษในการอ่านประกอบควบคู่กันไป เพื่อจะได้ใจความที่ครบถ้วนสมบูรณ์

หากท่านผู้อ่านมีความคิดเห็นประการใด สามารถแจ้งกลับมาได้ที่ e mail : qaquality@hotmail.com

ขอแสดงความนับถือ

ทีมงาน Q&A

21 กรกฎาคม 2551

บทนำ

ฉบับที่ 4

FMEA ฉบับที่ 4 เป็นคู่มืออ้างอิงที่จะใช้บังคับต่อผู้ขายที่ส่งมอบสินค้าให้แก่ ไครสเลอร์ ฟอร์ดมอเตอร์ และเยเนรัลมอเตอร์ เพื่อช่วยในการพัฒนาทั้ง FMEA ในงานออกแบบและในกระบวนการผลิต คู่มือนี้ไม่ได้ให้ข้อกำหนดไว้ แต่มุ่งจะอธิบายปัญหาเกี่ยวกับพัฒนาการทางเทคนิคของ FMEA คู่มือฉบับนี้ตรงกับมาตรฐาน SAE 11739

สรุปรายการเปลี่ยนแปลงในคู่มืออ้างอิง FMEA ฉบับที่ 4

วิธีการ DFMEA และ PFMEA ในคู่มืออ้างอิง FMEA ฉบับที่ 4 จะรวมรายการในการออกแบบระดับระบบ ระบบย่อย ส่วนเชื่อมต่อ (อินเตอร์เฟส) และระดับองค์ประกอบ กับกระบวนการในการผลิตและการประกอบส่วน

รายการเปลี่ยนแปลงทั่วไป

- รูปแบบที่ใช้ในฉบับที่ 4 มุ่งจะให้ง่ายต่อการอ่าน
    - มีดัชนี
    - ใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงย่อหน้าสำคัญ และใช้นัยความหมายที่มองเห็น
- มีตัวอย่างและคำอธิบายเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มระดับการใช้คู่มือ และให้ความเกี่ยวข้องมากขึ้นกับกระบวนการ FMEA ที่ได้พัฒนาขึ้น
- เสริมความจำเป็นของการสนับสนุน ความสนใจ และการทบทวนของผู้บริหารต่อกระบวนการและผลของ FMEA
- กำหนดและเสริมความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงระหว่าง DFMEA กับ PFMEA และกำหนดความเชื่อมโยงกับเครื่องมืออื่นๆ
- ปรับปรุงตารางกำหนดระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ เพื่อให้มีความหมายในการวิเคราะห์และการใช้ในความเป็นจริงมากขึ้น
- ใช้วิธีการทางเลือกที่ใช้กันในวงการอุตสาหกรรมอยู่แล้ว
    - ภาคผนวกเพิ่มเติมมีตัวอย่างแบบฟอร์มและการใช้ FMEA ในกรณีพิเศษ
    - การเน้นใช้แบบฟอร์มมาตรฐานถูกแทนที่ด้วยตัวเลือกจำนวนมากที่แสดงการใช้ FMEA ในวงการอุตสาหกรรมในตอนนี้
- แนะนำว่าจะไม่ใช้ RPN เป็นเครื่องมือหลักในการประเมินความเสี่ยง ได้ทบทวนความจำเป็นที่จะปรับปรุงเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มเติมอีกด้วย และไม่แนะนำให้ใช้ค่าจำกัด (Threshold) ของ RPN ในทางปฏิบัติ

บทที่ 1 ให้ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ FMEA ความจำเป็นของการสนับสนุนของผู้บริหาร และการมีกระบวนการที่ชัดเจนในการพัฒนาและคงไว้ซึ่ง FMEA กับความจำเป็นของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 2 อธิบายการใช้งานทั่วไปของวิธีการ FMEA ที่ร่วมกันระหว่าง DFMEA กับ PFMEA รวมถึงการวางแผน กลยุทธ์ แผนปฏิบัติ และความจำเป็นของการสนับสนุนและความรับผิดชอบของของผู้บริหารต่อ FMEA

บทที่ 3 เน้นต่อ DFMEA (Design Failure Mode Effects and Analysis) ที่กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ การใช้แผนภูมิแท่ง DFMEA แบบต่างๆ การสร้างทีมงาน ขั้นตอนเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ แผนปฏิบัติการติดตาม ทางเลือกนอกจาก RPN ความเชื่อมโยงกับ PFMEA และแผนการยืนยันความสมบูรณ์

บทที่ 4 เน้นต่อ PFMEA (Process Failure Mode Effects and Analysis) โดยกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ การใช้แผนภูมิบล็อค การสร้างทีมงาน ขั้นตอนเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ แผนปฏิบัติ ความเชื่อมโยงกับ DFMEAs และการพัฒนาแผนควบคุม

ภาคผนวกมีตัวอย่างมากมายเกี่ยวกับ DFMEA และ PFMEA และกล่าวถึงการใช้งานที่ต่างกันและขั้นตอนเพื่อประเมินความเสี่ยงในการออกแบบและในกระบวนการ

ทีมงานจัดทำข้อกำหนดคุณภาพของผู้ผลิตใคร่จะขอขอบคุณบุคคลและบริษัทดังต่อไปนี้ ที่ได้เสียสละเวลาและความพยายามในการพัฒนาคู่มืออ้างอิง FMEA ฉบับนี้ คือ

Micahel Down, General Motors Corporation

Lawrence Brozowski, General Motors Corporation

Hisham Younis, Ford Motor Company

David Benedict, Chrysler LLC

John Feghali, Chrysler LLC

Michael Schubert, Delphi

Rhonda Brender, Delphi

Gregory Gruska, Ornex

Glen Vallance, Control Planning Initiatives

Milena Krasich, Bose

William Haughey, ReliaTrain

คู่มือฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของไครสเลอร์ ฟอร์ดมอเตอร์ และเยเนรัลมอเตอร์ ซึ่งสงวนสิทธิ์ทุกประการ อาจขอรับสำเนาเพิ่มเติมได้จาก AIAG @ www.aiag.org องค์การห่วงโซ่อุปทานของไครสเลอร์ ฟอร์ดมอเตอร์ และเยเนรัลมอเตอร์ ได้อนุญาตให้ทำสำเนาแบบฟอร์มในคู่มือฉบับนี้แล้ว

สารบัญ

รายการเปลี่ยนแปลงทั่วไป i

บทที่ 1 1

คำแนะนำทั่วไปเกี่ยวกับ FMEA 1

คำนำ 2

กระบวนการ FMEA 2

วัตถุประสงค์ของคู่มือ 3

ขอบเขตของคู่มือ 4

ผลกระทบต่อองค์กร และผู้บริหาร 4

คำอธิบายเกี่ยวกับ FMEA 5

การติดตามและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 6

บทที่ 2 7

กลยุทธ์ การวางแผนและการนำไปใช้ 7

คำนำ 8

โครงสร้างเบื้องต้น 8

วิธีการ 8

ระบุทีมงาน 9

กำหนดขอบเขต 10

กำหนดลูกค้า 11

ระบุหน้าที่ ข้อกำหนด และสเปค 11

ระบุความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น 12

ระบุผลที่อาจเกิดขึ้น 12

ระบุสาเหตุที่อาจเกิดขึ้น 12

ระบุการควบคุม 13

การระบุและการประเมินความเสี่ยง 13

มาตรการที่เสนอแนะและผลที่ได้ 13

ความรับผิดชอบของผู้บริหาร 14

บทที่ 3 15

การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลว และการวิเคราะห์ในงานออกแบบ 15

คำนำ 16

ลูกค้าที่ระบุ 16

การใช้วิธีทีมงาน 17

ข้อพิจารณาในการผลิต ประกอบส่วนและการบริการ 17

การพัฒนา FMEA ในการออกแบบ 18

ความต้องการเบื้องต้น 18

แผนภูมิบล็อค (ขอบเขต) 18

แผนภูมิพารามิเตอร์ (P) 21

ข้อกำหนดทางด้านหน้าที่ 22

เครื่องมือและทรัพยากรข้อมูลอื่น 22

ตัวอย่าง DFMEA 25

ส่วนหัวของแบบฟอร์ม FMEA ในงานออกแบบฟอร์ม FMEA ในงานออกแบบ (ช่อง A-H) 25

เนื้อหาของแบบฟอร์ม DFMEA (ช่อง a-n) 29

การคงไว้ซึ่ง DFMEAs 64
การขยายผล DFMEAs 65
ความเชื่อมโยง 65
แผนและรายงานยืนยันการออกแบบ (DVP&R) 66
PFMEA 66
บทที่ 4 67
การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลในกระบวนการ 67
คำนำ 68
ลูกค้าที่กำหนด 69
วิธีการทีมงาน 69
ข้อพิจารณาการออกแบบ 69
การพัฒนา FMEA ของกระบวนการ 70
ความต้องการเบื้องต้น 70
แผนภูมิกระบวนการ และความเชื่อมโยงกับ PFMEA 70
เครื่องมือและทรัพยากรข้อมูลอื่น 73
ข้อมูลการวิจัย 73
ตัวอย่างแบบฟอร์ม PFMEA 75
ส่วนหัวของแบบฟอร์ม FMEA ของกระบวนการ (ช่อง A-H) 75
เนื้อหาของแบบฟอร์ม DFMEA (ช่อง a-n) 77
การคงไว้ซึ่ง DFMEAs 110
การขยายผล DFMEAs 110
ความเชื่อมโยง 111
ความเกี่ยวข้องกับ DFMEA 111
ความเกี่ยวข้องกับแผนการควบคุม 112
ภาคผนวก 113
ภาคผนวก A : ตัวอย่างแบบฟอร์ม 114

ตารางและรูปภาพ

รูปที่ 3.1 ก ตัวอย่างแผนภูมิบล็อค (ขอบเขต).....19
รูปที่ 3.1 ข, ค ตัวอย่างแผนภูมิบล็อค (ขอบเขต) 20
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแผนภูมิพารามิเตอร์ (P) ของคาตาไลติกคอนเวอร์เตอร์แบบมาตรฐาน 21
ตาราง 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก 24
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น 32
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างของผลที่อาจเกิดขึ้น 35
ตาราง Cr1 เกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงที่แนะนำของ DFMEA 37
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างของสาเหตุที่อาจจะเกิด 42
ตารางที่ Cr2 เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดที่แนะนำของ DFMEA 46
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการควบคุมการออกแบบเชิงป้องกันและโดยการตรวจหา 51
ตารางที่ Cr3 เกณฑ์การประเมินโดยป้องกัน/ตรวจหาของ DFMEA/DFMEA 54
ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างของสาเหตุ การควบคุมและมาตรการที่เสนอแนะ 64
รูปที่ 3.7 ลำดับของปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลใน DFMEA 65
รูปที่ 4.1 แผนผังกระบวนการในระดับสูง 71
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการ 72
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุด และตัวอย่างรายการที่กรอก 74
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างของสดมภ์ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่/ข้อกำหนดในแบบฟอร์ม PFMEA รวมทั้งลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น 81
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างของผลที่ได้ 85
ตารางที่ Cr1 เกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงที่แนะนำของ PFMEA 88
ตารางที่ Cr2 แนะนำ PFMEA เกณฑ์การประเมินโอกาส 93
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างของสาเหตุและการควบคุม 96
ตารางที่ Cr3 เกณฑ์การประเมินโดยตรวจหา FMEA ของกระบวนการที่เสนอแนะ 100
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างของสาเหตุ การควบคุมและมาตรการ 110
รูปที่ 4.5 ลำดับของปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลใน PFMEA 111
DFMEA Form A 115
DFMEA Form B 116
DFMEA Form C 117
DFMEA Form D 118
DFMEA Form E 119
DFMEA Form F 120
PFMEA Form A 122
PFMEA Form B 123
PFMEA Form C 124
PFMEA Form D 125
PFMEA Form E 126
PFMEA Form F 127
PFMEA Form G 128
PFMEA Form H.....129

บทที่ 1
คำแนะนำทั่วไปเกี่ยวกับ FMEA

คำนำ

คู่มือฉบับนี้แนะนำประเด็นเกี่ยวกับแนวโน้มของลักษณะ และการวิเคราะห์ผลของการล้มเหลว (FMEA) และให้คำแนะนำทั่วไปในการใช้เทคนิคนี้

กระบวนการ FMEA

FMEA เป็นวิธีการวิเคราะห์เพื่อให้แน่ใจว่า ได้พิจารณาและนำเสนอปัญหาที่อาจจะเกิดในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการ (APQP: Advanced Product Quality Planning) ผลที่มองได้เห็นมากที่สุดเป็นการจัดทำเอกสารขององค์ความรู้จากทีมงานต่างบทบาทหน้าที่

ในส่วนของการรวิเคราะห์เป็นการประเมินความเสี่ยง หลักสำคัญคือมีการหารือในเรื่องการออกแบบ (ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ) การทบทวนหน้าที่และการเปลี่ยนแปลงใดๆ และความเสี่ยงที่จะเกิดความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น

FMEA แต่ละรายควรทำให้แน่ใจว่า ได้ให้ความเอาใจใส่ต่อองค์ประกอบทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ประกอบ องค์ประกอบหรือกระบวนการเกี่ยวกับความปลอดภัยและภาวะวิกฤติควรมีความสำคัญก่อนอื่น

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการใช้แผนงาน FMEA ให้ประสบความสำเร็จคือจังหวะจะโคน คือว่ามาตรการมีก่อนเกิดเหตุการณ์ ไม่ใช่มาตรการหลังจากเกิดเหตุการณ์ เพื่อให้มีคุณค่ามากที่สุด FMEA ต้องมีมาก่อนการใช้ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่มีแนวโน้มของลักษณะความล้มเหลวที่น่าจะมี เมื่อทุ่มเทเวลาล่วงหน้ามากพอจะได้ FMEA ที่สำเร็จ หากใช้ข้อเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์/กระบวนการได้โดยง่ายและประหยัดแล้ว ก็จะทำให้วิกฤติจากการเปลี่ยนแปลงที่ล่าช้าเกิดน้อยที่สุด มาตรการที่ได้จาก FMEA อาจลดหรือกำจัดโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงที่ทำให้กังวลในเวลานานได้

หากเป็นไปได้แล้ว ควรเริ่มใช้กระบวนการ FMEA ในการออกแบบในขั้นแรกของงานออกแบบ และใช้ FMEA ของกระบวนการก่อนพัฒนาและซื้อเครื่องมือหรืออุปกรณ์การผลิต FMEA จะคืบหน้าไปในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิต และอาจใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อีกด้วย

ยังอาจใช้ FMEA ในงานนอกการผลิตได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น อาจใช้ FMEA เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงในกระบวนการบริหาร หรือประเมินระบบความปลอดภัย โดยทั่วไปแล้ว FMEA จะใช้กับแนวโน้มความล้มเหลวในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพราะมีประโยชน์ที่ชัดเจนและมีศักยภาพที่เด่นชัด

วัตถุประสงค์ของคู่มือ

คู่มือฉบับนี้อธิบายหลักการเบื้องต้นและการใช้กระบวนการ FMEA[1] และวิธีการประสานเข้ากับวงจรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการ รวมทั้งการจัดทำเอกสารของกระบวนการ และการใช้การวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงที่จำเป็นตรงตามเวลาของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ ในขั้นตอนการพัฒนาขั้นต้นและในระดับพัฒนาเต็มที่

คู่มือฉบับนี้ยังอธิบายและให้ตัวอย่างของวิธีการทางเลือกและวิธีสนับสนุนในการวิเคราะห์เหล่านั้น ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดเฉพาะด้าน แนะนำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงให้ได้ความน่าเชื่อถือสูงสุด หรือการเลี่ยงความเสี่ยงต่อความปลอดภัยที่อาจจะมี คู่มือฉบับนี้ให้แนวทางในการนำเสนอ วัดและจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง เพื่อเลี่ยงผลจากความล้มเหลวได้อย่างคุ้มค่าต่อค่าใช้จ่าย

ในฐานะของเครื่องมือประเมินความเสี่ยง ถือว่า FMEA เป็นวิธีระบุระดับความรุนแรงของผลที่อาจจะมีจากความล้มเหลว และให้ปัจจัยของมาตรการเลี่ยงที่จะลดความเสี่ยง ในการใช้งานหลายอย่าง FMEA ยังประมาณความน่าจะเกิดสาเหตุของความล้มเหลว และลักษณะของความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้กว้างขวางขึ้นโดยให้ตัววัดความคล้ายคลึงของลักษณะของความล้มเหลว เพื่อให้เกิดความเสี่ยงน้อยที่สุด จะลดโอกาสที่จะเกิดความล้มเหลว ทำให้เพิ่มความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ FMEA เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปรับปรุงความน่าเชื่อถือ

มีกรณีพื้นฐาน 3 กรณีที่จะใช้ FMEA ซึ่งต่างมีขอบข่ายที่ต่างกัน คือ

กรณีที่1 งานออกแบบใหม่ เทคโนโลยีใหม่ หรือกระบวนการใหม่
ขอบเขตของ FMEA อยู่ที่งานออกแบบ เทคโนโลยี หรือกระบวนการทั้งหมด

กรณีที่2 การดัดแปลงงานออกแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว
ขอบเขตของ FMEA ควรเน้นการดัดแปลงต่องานออกแบบหรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการดัดแปลง และประวัติในสถานที่ใช้งาน ซึ่งอาจรวมการเปลี่ยนแปลงตามข้อกำหนดของกฎระเบียบอีกด้วย

กรณีที่3 การใช้งานออกแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อม ตำแหน่ง การใช้งาน หรือลักษณะการใช้ใหม่ (รวมทั้งวงจรภาระ(duty cycle) ข้อกำหนดตามกฎระเบียบ เป็นต้น)
ขอบเขตของ FMEA ควรเน้นถึงผลกระทบของสภาพแวดล้อม ตำแหน่ง การใช้งาน หรือลักษณะการใช้ใหม่ต่องานออกแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว

[1] FMEA ที่อธิบายในที่นี้ยังเรียกได้อีกว่าการวิเคราะห์ผลของลักษณะความล้มเหลวและระดับวิกฤติ (FMECA) เพราะว่ามีการหาความเสี่ยงในเชิงปริมาณ

ขอบเขตของคู่มือ

วิธีการวิเคราะห์ในคู่มือฉบับนี้จะใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใดๆ ก็ได้ อย่างไรก็ตาม คู่มือฉบับนี้จะเน้นต่อการใช้งานที่พบมากในอุตสาหกรรมและผู้ขายเกี่ยวกับยานยนต์

ผลกระทบต่อองค์กรและผู้บริหาร

FMEA เป็นกิจกรรมสำคัญในบริษัท เนื่องจากการพัฒนา FMEA เป็นกิจกรรมสหสาขาวิชาที่มีผลกระทบต่อกระบวนการทำให้ผลิตภัณฑ์ปรากฏทั้งหมด การใช้งานจึงต้องวางแผนเพื่อให้มีประสิทธิผลอย่างเต็มที่เสียก่อน กระบวนการนี้อาจใช้เวลานานและต้องมุ่งมั่นที่จะใช้ทรัพยากรที่ต้องการ สิ่งสำคัญในการพัฒนา FMEA คือความมุ่งมั่นของเจ้าของกระบวนการและผู้บริหารอาวุโส

วิธีการเอาไปใช้จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดและโครงสร้างของบริษัทที่พิจารณา แม้ว่าหลักการจะเหมือนกันก็ตาม คือ

- ขอบข่ายจะครอบคลุมถึง FMEA ในกิจการและเกิดจากผู้ขายหลายระดับชั้น
- กล่าวถึง FMEA ของการออกแบบและกระบวนการ หากกระทำได้
- บรรลุผลโดยให้กระบวนการ FMEA เป็นส่วนที่ขาดไม่ได้ของกระบวนการ APQP
- เป็นส่วนหนึ่งของการทบทวนเทคนิคและวิศวกรรม
- เป็นส่วนหนึ่งของการเริ่มต้นและอนุมัติผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการตามปกติ

FMEA ได้รับการพัฒนาจากทีมงานสหสาขาวิชา (หรือทีมงานไขว้บทบาท) ขนาดของทีมงานจะขึ้นกับทั้งความซับซ้อนของการออกแบบ และขนาดกับองค์กรของบริษัท ลูกทีมต้องมีความชำนาญที่เกี่ยวข้อง มีเวลาพอ และมีอำนาจที่ได้รับมอบจากผู้บริหาร

ควรใช้แผนงานฝึกอบรมแบบเบ็ดเสร็จ รวมทั้ง

- ทัศนะของผู้บริหาร
- ฝึกอบรมผู้ใช้งาน
- ฝึกอบรมผู้ขาย
- ฝึกอบรมผู้อำนวยการ

ประการสำคัญที่สุด ผู้บริหารมีความรับผิดชอบและเป็นเจ้าของในการพัฒนาและคงไว้ซึ่ง FMEA

คำอธิบายเกี่ยวกับ FMEA

FMEAs เป็นส่วนที่ขาดไม่ได้ในการบริหารความเสี่ยง และสนับสนุนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น FMEA จึงกลายเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาการออกแบบและกระบวนการ กระบวนการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP) กล่าวถึงขอบเขตการใช้งานทั่วไปที่เน้นในกระบวนการพัฒนาเช่นนี้ คือ

- แผนงานและการกำหนดโปรแกรม
- การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
- การออกแบบและพัฒนากระบวนการ
- การรับรองผลิตภัณฑ์และกระบวนการ
- การป้อนกลับ ประเมิน และใช้มาตรการแก้ไข

คู่มืออ้างอิง APQP แสดงว่า DFMEAs เป็นกิจกรรมในส่วนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตารางเวลา และ PFMEAs เป็นกิจกรรมในส่วนการวางแผนและพัฒนากระบวนการ การพัฒนา DFMEA หรือ PFMEA เป็นกระบวนการที่ช่วยนำทีมงานในการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่ตอบสนองความคาดหมายได้

ไม่ควรถือว่าการวิเคราะห์ FMEA เป็นงานเดี่ยว แต่เป็นพันธกิจในระยะยาวที่เสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการ เพื่อให้แน่ใจว่า ได้ประเมินความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และได้ใช้มาตรการเพื่อลดความเสี่ยงไว้แล้ว

ทัศนะที่สำคัญอย่างหนึ่งของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นการรักษาองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในระยะก่อน ซึ่งมักได้จาก FMEAs องค์กรควรจะใช้ประโยชน์ให้เต็มที่จากการวิเคราะห์ล่วงหน้าของผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่คล้ายคลึง เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นในแผนงานและ/หรือการใช้งานในระยะต่อไป

ภาษาที่ใช้ใน FMEA ควรเป็นภาษาเฉพาะ เมื่อกล่าวถึงรายการต่างๆ (เช่น ลักษณะความล้มเหลว หรือสาเหตุ) และไม่ขยายหรือต่อแนวโน้มออกไปเกินระดับความเข้าใจของทีมงานที่มีต่อผลของความล้มเหลว

ข้อความที่กระชับ ศัพท์ที่สั้นๆ และการเน้นต่อผลที่แท้จริงเป็นหัวใจสำคัญต่อการระบุความเสี่ยง และการบรรเทาประเด็นความเสี่ยงให้ได้ผล

การติดตามและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ความจำเป็นในการใช้มาตรการแก้ไข/ปรับปรุงที่มีประสิทธิผล ร่วมกับการติดตามมาตรการเหล่านี้อย่างเหมาะสม ไม่ได้เป็นเรื่องเกินความจำเป็น ควรสื่อสารเกี่ยวกับมาตรการไปยังทุกกิจกรรมที่มีผลกระทบ FMEA ที่ไตร่ตรองดีและพัฒนาดีจะมีคุณค่าที่จำกัด หากไม่ใช้มาตรการแก้ไข/ป้องกันที่มีประสิทธิผลและมองในแง่ดี

ความเป็นผู้นำทีม (มักเป็นหัวหน้าทีม/หัวหน้าวิศวกร) ที่รับผิดชอบทำให้แน่ใจได้ว่า ได้ใช้ หรือพิจารณามาตรการที่เสนอแนะแล้วทั้งหมดหรืออย่างเพียงพอ FMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิต และควรสะท้อนถึงระดับล่าสุด กับมาตรการล่าสุดและเกี่ยวข้อง รวมทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากเริ่มผลิต

หัวหน้าทีม/หัวหน้าวิศวกรมีเครื่องมือหลายประการที่ทำให้แน่ใจได้ว่า มีการใช้มาตรการที่เสนอแนะไปแล้ว ซึ่งควร แต่ไม่จำกัดเฉพาะสิ่งต่างๆ ดังนี้คือ

- การทบทวนการออกแบบ กระบวนการ และบันทึกที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้แน่ใจว่า ได้ใช้มาตรการที่เสนอแนะไปแล้ว
- การยืนยันการเปลี่ยนแปลงในการจัดทำเอกสารออกแบบ/ประกบส่วน/ผลิต และ
- การทบทวน FMEA ของการออกแบบ/กระบวนการ การใช้ FMEAs พิเศษ และแผนการควบคุม (Control plan)

บทที่ 2
กลยุทธ์ การวางแผน และ การนำไปใช้

คำนำ

การพัฒนา FMEA ไม่ว่าในการออกแบบหรือกระบวนการ จะใช้วิธีการร่วมกันในการพิจารณา คือ

- ความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการต่อการตอบสนองความคาดหมาย
- ผลสืบเนื่องที่อาจเกิดขึ้น
- สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของลักษณะความล้มเหลว
- การใช้การควบคุมที่มีอยู่
- ระดับความเสี่ยง
- การลดความเสี่ยง

ก่อนจะเริ่มทำเอกสาร FMEA นั้น ทีมงานจะต้องกำหนดขอบเขตของโครงการ และรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ที่จำเป็นเพื่อกระบวนการพัฒนา FMEA ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเสียก่อน

โครงสร้างเบื้องต้น

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ FMEA ที่แนะนำในคู่มือฉบับนี้เป็นการจัดระบบการรวบรวมและแสดงข้อมูล FMEA ที่เกี่ยวข้อง รูปแบบเฉพาะอาจเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการขององค์กรและข้อกำหนดของลูกค้า

โดยพื้นฐานแล้ว รูปแบบที่ใช้ควรกล่าวถึง

- หน้าที่ ข้อกำหนด และสิ่งที่ส่งมอบหรือกระบวนการที่วิเคราะห์
- ลักษณะความล้มเหลวเมื่อไม่ตอบสนองความต้องการของหน้าที่
- ผลและผลสืบเนื่องของลักษณะความล้มเหลว
- การปฏิบัติและการควบคุมเพื่อกล่าวถึงสาเหตุของลักษณะความล้มเหลว และ
- การปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดลักษณะความล้มเหลวขึ้นอีก

วิธีการ

ไม่มีกระบวนการเดียวหรือเฉพาะในการพัฒนา FMEA อย่างไรก็ตาม จะมีองค์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้

ระบุทีมงาน

เราได้กล่าวมาแล้วว่า การพัฒนา FMEA เป็นความรับผิดชอบของทีมงานสหสาขาวิชา (หรือทีมงานไขว้หน้าที่) เมื่อสมาชิกมีองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อประเด็นนั้น ซึ่งควรมีความรู้และความชำนาญด้านการอำนวยการใช้กระบวนการ FMEA ควรใช้วิธีการในรูปแบบของทีมงานเพื่อใช้ประโยชน์จากกระบวนการพัฒนา FMEA และทำให้มั่นใจว่า ได้รับข้อมูลและความร่วมมือจากบทบาททั้งหมดที่ได้รับผลกระทบ

หัวหน้าทีมงาน FMEA ควรเลือกลูกทีมที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องและมีอำนาจที่จำเป็น นอกจากวิศวกรออกแบบและวิศวกรกระบวนการแล้ว ต่อไปนี้จะเป็นทรัพยากรเพิ่มเติมคือ

ประเด็นการพัฒนา FMEA	ทรัพยากรหรือความชำนาญที่เกี่ยวข้อง
ขอบเขต	ผู้บริหารโครงการ ลูกค้า พนักงานด้านประสานระบบ
หน้าที่ ข้อกำหนดและความคาดหมาย	ลูกค้า ผู้บริหารโครงการ พนักงานด้านประสานระบบ พนักงานบริการ พนักงานความปลอดภัย พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ
ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น— วิธีการที่กระบวนการหรือผลิตภัณฑ์อาจล้มเหลว	ลูกค้า ผู้บริหารโครงการ พนักงานด้านประสานระบบ พนักงานบริการ พนักงานความปลอดภัย พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ
ผลและผลสืบเนื่องของความล้มเหลว — ทั้งต่อกระบวนการขององค์กร หรือต่อลูกค้าด้านปลายน้ำ	ลูกค้า ผู้บริหารโครงการ พนักงานด้านประสานระบบ พนักงานบริการ พนักงานความปลอดภัย พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ
สาเหตุของความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ลูกค้า พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ พนักงานความน่าเชื่อถือ พนักงานวิเคราะห์ทางวิศวกรรม ผู้ผลิตอุปกรณ์ พนักงานบำรุงรักษา
ความถี่ในการเกิดความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ลูกค้า พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ พนักงานความน่าเชื่อถือ พนักงานวิเคราะห์ทางวิศวกรรม พนักงานวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้ผลิตอุปกรณ์ พนักงานบำรุงรักษา
การใช้วิธีควบคุมเชิงป้องกันที่มีอยู่	พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ ผู้ผลิตอุปกรณ์ พนักงานบำรุงรักษา
การใช้วิธีควบคุมโดยการตรวจหาที่มีอยู่	ลูกค้า พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ พนักงานบำรุงรักษา
มาตรการเสนอแนะที่ต้องการ	ลูกค้า ผู้บริหารโครงการ พนักงานด้านประสานระบบ พนักงานผลิตและประกอบส่วน พนักงานหีบห่อ พนักงานโลจิสติกส์ พนักงานวัสดุ พนักงานคุณภาพ พนักงานความน่าเชื่อถือ พนักงานวิเคราะห์ทางวิศวกรรม พนักงานวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้ผลิตอุปกรณ์ พนักงานบำรุงรักษา

กำหนดขอบเขต

ขอบเขตจะกำหนดขอบข่ายของการวิเคราะห์ FMEA กำหนดว่าจะรวมและไม่รวมอะไร กำหนดตามประเภทของ FMEA ที่ได้พัฒนา เช่นระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบ (component) ก่อนจะเริ่ม FMEA นั้น จะต้องกำหนดให้เข้าใจชัดเจนว่าจะประเมินอะไร สิ่งที่ไม่รวมอาจสำคัญเท่ากับสิ่งที่รวมในการวิเคราะห์ ต้องกำหนดขอบเขตเมื่อเริ่มต้นกระบวนการ เพื่อประกันว่ามีทิศทางและเป้าหมายที่สอดคล้องกัน

สิ่งต่อไปนี้อาจช่วยให้ทีมงานกำหนดขอบเขตของ FMEA ได้ คือ

- โมเดลของหน้าที่
- แผนภูมิบล็อค (ขอบเขต)
- แผนภูมิพารามิเตอร์ (P)
- แผนภูมิอินเตอร์เฟส
- แผนภูมิการไหลของกระบวนการ
- ตารางปฏิสัมพันธ์
- แผนผัง
- รายการวัสดุ (BOM)

FMEA ของระบบ

FMEA ของระบบประกอบด้วยระบบย่อยจำนวนมาก ตัวอย่างของระบบจะมี ระบบช่วงล่าง ระบบเพาเวอร์เทรน หรือระบบในห้องโดยสาร เป้าหมายของ FMEA ของระบบเป็นการพิจารณาอินเตอร์เฟสและปฏิสัมพันธ์ทั้งหมดระหว่างระบบ ระบบย่อย สภาพแวดล้อมและลูกค้า

FMEA ของระบบย่อย

FMEA ของระบบย่อยเป็นเซ็ทย่อยของ FMEA ของระบบ ตัวอย่างของระบบย่อยคือระบบย่อยของช่วงล่างล้อหน้า ที่เป็นเซ็ทย่อยของระบบช่วงล่าง เป้าหมายของ FMEA ของระบบย่อยเป็นการพิจารณาอินเตอร์เฟสและปฏิสัมพันธ์ทั้งหมดของระบบย่อย ส่วนประกอบ และปฏิสัมพันธ์กับระบบหรือระบบย่อยอื่นๆ

FMEA ของส่วนประกอบ

FMEA ของส่วนประกอบเป็นเซ็ทย่อยของ FMEA ของระบบย่อย ตัวอย่างเช่น ผ้าเบรคเป็นส่วนประกอบของชุดเบรค ซึ่งเป็นระบบย่อยของระบบช่วงล่าง

หมายเหตุ: การแก้ไขขอบเขตในระยะต่อมาอาจทำให้ต้องแก้ไขโครงสร้างและสมาชิกของทีมงาน

กำหนดลูกค้า

มีลูกค้าสำคัญ 4 กลุ่มที่ต้องพิจารณาในกระบวนการ FMEA ซึ่งต่างต้องคำนึงถึงเมื่อวิเคราะห์ FMEA คือ

- ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย : คนหรือองค์กรที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ FMEA ที่มีผลกระทบต่อผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายควรรวมเอาความทนทานไว้ เป็นต้น
- ผู้ประกอบส่วน OEM และศูนย์การผลิต (โรงงาน) : ตำแหน่ง OEM ที่ทำการผลิต (เช่น สแตมปิ้งและเพาเวอร์เทรน) และประกอบส่วนยานยนต์ การระบุถึงอินเตอร์เฟสระหว่างผลิตภัณฑ์กับกระบวนการประกอบส่วนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการวิเคราะห์ FMEA อย่างมีประสิทธิผล
- การผลิตของห่วงโซ่อุปทาน : ตำแหน่งผู้ขายที่ผลิต ประกอบหรือสร้างวัสดุที่ผลิตหรือชิ้นส่วน จะรวมถึงชิ้นส่วนผลิตและบริการเพื่อสร้าง และประกอบ และกระบวนการ เช่น การชุบความร้อน การเชื่อม การทำสี การชุบผิว หรือบริการตกแต่งอื่นๆ ส่วนนี้อาจเป็นงานในลำดับต่อมาหรืองานปลายน้ำ หรือกระบวนการผลิตในระดับชั้นต่อไป
- ผู้กำกับ : หน่วยราชการที่วางข้อกำหนด และติดตามการปฏิบัติตามด้านความปลอดภัยและข้อกำหนดด้านสภาพแวดล้อม ที่อาจมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

องค์ความรู้เกี่ยวกับลูกค้าเหล่านี้จะช่วยกำหนดหน้าที่ ข้อกำหนดและ สเปคให้แข็งแกร่งขึ้น และช่วยกำหนดผลของลักษณะความล้มเหลวที่เกี่ยวข้อง

ระบุหน้าที่ ข้อกำหนด และ สเปค

ระบุและเข้าใจหน้าที่ ข้อกำหนด และ สเปคที่เกี่ยวกับขอบเขตที่กำหนดไว้ เป้าหมายของกิจกรรมนี้เป็นการทำให้ความมุ่งมั่นในการออกแบบหรือกระบวนการของทีมงานมีความชัดเจน ช่วยในการกำหนดลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นของคุณสมบัติหรือจุดเด่นของหน้าที่แต่ละอย่าง

ระบุลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น

กำหนดว่าลักษณะความล้มเหลวเป็นวิธีการหรือลักษณะที่ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการอาจล้มเหลวที่จะตอบสนองความมุ่งมั่นในการออกแบบ หรือข้อกำหนดของกระบวนการ มีสมมุติฐานว่า ถ้าควรเกิดลักษณะความล้มเหลว แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้น คำจำกัดความที่กระชับและเข้าใจได้ของลักษณะความล้มเหลวเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะว่าเน้นเพื่อวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง ควรกล่าวถึงลักษณะความล้มเหลวเป็นภาษาทางเทคนิค และไม่ใช่อาการที่ลูกค้าต้องสังเกตเห็น ลักษณะความล้มเหลวจำนวนมากที่ระบุต่อข้อกำหนดเพียงรายการเดียวอาจแสดงว่า ข้อกำหนดที่ให้ไว้นั้นยังไม่กระชับพอ

ระบุผลที่อาจเกิดขึ้น

กำหนดว่า ผลที่อาจเกิดขึ้นของความล้มเหลวเป็นผลของลักษณะความล้มเหลวที่ลูกค้ารับรู้ ผลหรือผลกระทบของความล้มเหลว จะถูกอธิบายว่าเป็นสิ่งที่ลูกค้าอาจสังเกตเห็นหรือประสบ ลูกค้าอาจเป็นลูกค้าในบริษัท หรือผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายก็ได้

การกำหนดผลที่อาจเกิดขึ้นจะรวมถึงการวิเคราะห์ผลสืบเนื่องของความล้มเหลว และความรุนแรงหรือความร้ายแรงของผลสืบเนื่องนั้นๆ

ระบุสาเหตุที่อาจเกิดขึ้น

กำหนดสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของความล้มเหลวว่าเป็นตัวชี้ว่าเกิดความล้มเหลวขึ้นได้อย่างไร แสดงในรูปของอะไรที่อาจแก้ไขหรือควบคุมได้ สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของความล้มเหลวอาจเป็นตัวชี้ถึงความอ่อนแอในการออกแบบ และเป็นผลสืบเนื่องที่เป็นลักษณะความล้มเหลว

มีความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างสาเหตุและลักษณะความล้มเหลวที่เป็นผล (เช่น ถ้าเกิดสาเหตุก็จะเกิดลักษณะความล้มเหลว) ที่ระบุถึงสาเหตุเบื้องต้นของลักษณะความล้มเหลวที่ให้รายละเอียดพอทำให้สามารถระบุถึงการควบคุมและแผนการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง มีการวิเคราะห์สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นแยกไว้สำหรับสาเหตุแต่ละตัว ถ้ามีสาเหตุหลายอย่าง

ระบุการควบคุม

การควบคุมเป็นกิจกรรมที่ป้องกันหรือตรวจหาสาเหตุของความล้มเหลวหรือลักษณะความล้มเหลว ในการพัฒนาการควบคุมนั้น เรื่องสำคัญก็คือการระบุว่าอะไรผิดพลาด ทำไม และจะป้องกันหรือตรวจหาได้อย่างไร เราใช้การควบคุมกับการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต การควบคุมที่เน้นต่อ การป้องกันจะให้ผลตอบแทนมากที่สุด

การระบุและการประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการ FMEA เป็นการประเมินความเสี่ยง ซึ่งจะประเมินได้ 3 วิธี คือระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และการตรวจหา

ความรุนแรง เป็นการประเมินระดับของผลกระทบของความล้มเหลวต่อลูกค้า

โอกาสที่จะเกิด เป็นความบ่อยที่อาจเกิดสาเหตุของความล้มเหลวขึ้นมา

การตรวจหา เป็นการประเมินว่า การควบคุมการออกแบบหรือกระบวนการจะตรวจหาสาเหตุหรือลักษณะความล้มเหลวได้อย่างไร

องค์กรจะต้องเข้าใจข้อกำหนดของลูกค้าที่มีต่อการประเมินความเสี่ยง

มาตรการที่เสนอแนะและผลที่ได้

ความมุ่งมั่นของมาตรการที่เสนอแนะเป็นการลดความเสี่ยงโดยภาพรวม และโอกาสที่จะเกิดลักษณะความล้มเหลว มาตรการที่เสนอแนะกล่าวถึงการลดความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และการตรวจหา

เราอาจใช้สิ่งต่อไปนี้เพื่อประกันว่า มีการใช้มาตรการที่เหมาะสม รวมทั้ง แต่ไม่จำกัดเฉพาะ:

- การทำให้แน่ใจได้ว่า บรรลุผลตามข้อกำหนดในการออกแบบและความน่าเชื่อถือ
- การทบทวนแบบแปลนทางวิศวกรรม และ สเปค
- การยืนยันการเอาไปใช้ในกระบวนการประกอบส่วน/ผลิต และ
- การทบทวน FMEA ที่เกี่ยวข้อง แผนงาน และคำสั่งเพื่อปฏิบัติ

ควรบันทึกความรับผิดชอบและจังหวะเวลาที่สิ้นสุดมาตรการที่เสนอแนะเอาไว้

เมื่อสิ้นสุดมาตรการและรับรู้ผลได้แล้ว ยังควรบันทึกระดับที่ปรับปรุงใหม่ของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และการตรวจหาเอาไว้ด้วย

ความรับผิดชอบของผู้บริหาร

ผู้บริหารเป็นเจ้าของกระบวนการ FMEA ผู้บริหารมีความรับผิดชอบสูงสุดในการเลือกและใช้ทรัพยากร และทำให้แน่ใจได้ว่า กระบวนการบริหารความเสี่ยงที่มีประสิทธิผลนั้นรวมจังหวะเวลาไว้แล้ว

ความรับผิดชอบของผู้บริหารยังรวมเอาการสนับสนุนโดยตรงต่อทีมงาน ผ่านทางการทบทวนที่ต่อเนื่อง การกำจัดอุปสรรคและการเอาบทเรียนที่ได้ไปใช้งาน

บทที่ 3
การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลว และการวิเคราะห์ผลในงานออกแบบ

คำนำ

การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลในงานออกแบบที่เรียกว่า DFMEA จะสนับสนุนกระบวนการออกแบบในการลดความเสี่ยงของความล้มเหลว โดย

- การช่วยเหลือในการประเมินวัตถุประสงค์ในการออกแบบ รวมทั้งข้อกำหนดด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ
- การประเมินการออกแบบเริ่มแรกเพื่อข้อกำหนดในการผลิต ประกอบส่วน บริการ และรีไซเกิ้ล
- การเพิ่มความน่าจะเป็นที่ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นและผลต่อระบบและการใช้ยานพาหนะได้รับการพิจารณาในกระบวนการออกแบบ/พัฒนา
- การให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการวางแผนการออกแบบ การพัฒนา และแผนงานรับรองที่รอบคอบและมีประสิทธิภาพ
- การพัฒนารายการที่มีขอบเขตของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นตามผลที่มีต่อลูกค้า ซึ่งกำหนดระบบลำดับความสำคัญเพื่อปรับปรุงการออกแบบ พัฒนา และทดสอบ/วิเคราะห์การรับรอง
- การให้รูปแบบเปิดในการเสนอแนะ และติดตามมาตรการลดความเสี่ยง และ
- การให้ข้ออ้างอิงในอนาคต (เช่น บทเรียนที่ได้) เพื่อช่วยระบุประเด็นที่กังวล ประเมินการออกแบบเปลี่ยนแปลง และการพัฒนาการออกแบบขั้นสูง

DFMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิต และควรจะ

- เริ่มต้นก่อนสรุปแนวความคิดในการออกแบบ
- ปรับปรุงเมื่อเปลี่ยนแปลงหรือได้ข้อมูลเพิ่มเติมผ่านเฟสการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- โดยหลักเบื้องต้นแล้ว ควรสิ้นสุดก่อนส่งมอบงานออกแบบเพื่อผลิต และ
- เป็นแหล่งของบทเรียนที่ได้เพื่อใช้ซ้ำในการออกแบบในอนาคต

ลูกค้าที่ระบุ

คำจำกัดความของคำว่าลูกค้าในบทที่ 2 จะใช้กับ DFMEA เรื่องสำคัญคือต้องระบุลูกค้าอย่างถูกต้อง เพราะความรู้เหล่านั้นจะกำกับแนวทางการพัฒนา DFMEA รวมทั้งผลกระทบของหน้าที่ของการออกแบบ

การใช้วิธีทีมงาน

DFMEA ได้รับการพัฒนาและคงไว้โดยทีมงานสหสาขาวิชา (หรือทีมงานไขว้บทบาท) ที่มักนำโดยวิศวกรออกแบบที่รับผิดชอบจากแหล่งออกแบบ (เช่น OEM ผู้ขายชั้นที่ 1 หรือผู้ขายชั้นที่ 2 และต่ำกว่า)

หวังว่า วิศวกรที่รับผิดชอบจะเกี่ยวข้องโดยตรงและเป็นตัวตั้งตัวตีที่เป็นตัวแทนจากทุกด้านที่ได้รับผลกระทบ อาจมีด้านที่ชำนาญและรับผิดชอบอยู่ แต่ไม่จำกัดแค่ในทางด้าน การประกอบส่วน การผลิต การออกแบบ การวิเคราะห์/ทดสอบ ความเชื่อถือ วัสดุ คุณภาพ การบริการ และผู้ขาย ร่วมกับงานออกแบบที่รับผิดชอบต่อการประกอบส่วนหรือระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบในขั้นที่สูงหรือต่ำกว่า

ข้อพิจารณาในการผลิต ประกอบส่วนและการบริการ

DFMEA ควรรวมเอาลักษณะความล้มเหลวและสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นใดๆ ที่อาจเกิดในกระบวนการผลิตหรือประกอบส่วนที่เป็นผลจากการออกแบบลักษณะความล้มเหลวเช่นนั้นอาจเลี่ยงได้โดยการออกแบบเปลี่ยนแปลง (เช่น ลักษณะการออกแบบที่ป้องกันชิ้นส่วนไม่ให้ถูกประกอบในทิศทางที่ผิด หรือป้องกันความผิดพลาด) หากไม่ได้เลี่ยงในการวิเคราะห์ DFMEA แล้ว (ที่ได้กล่าวไว้ในแผนปฏิบัติของรายการนั้น) ควรถ่ายทอดการระบุ ผลกระทบ และการควบคุมไปที่ PFMEA และครอบคลุมโดย PFMEA

DFMEA ไม่ได้ขึ้นกับการควบคุมกระบวนการเพื่อเอาชนะความอ่อนแอในการออกแบบที่อาจจะมี แต่ใช้ข้อจำกัดทางเทคนิคและกายภาพในกระบวนการผลิตและประกอบส่วนมาพิจารณา เช่น

- การหดตัวที่จำเป็นของแม่พิมพ์
- ขีดความสามารถจำกัดในการตกแต่งผิว
- เนื้อที่ประกอบส่วน (เช่น การเข้าถึงเครื่องมือ)
- ข้อจำกัดในการทำให้เหล็กเพิ่มความแข็ง
- ความคลาดเคลื่อนที่ยินยอม (Tolerances)/ขีดความสามารถของกระบวนการ/สมรรถนะ

DFMEA ยังอาจพิจารณาข้อจำกัดทางเทคนิคและข้อจำกัดกายภาพในการใช้งานผลิตภัณฑ์ และการรีไซเกิ้ลเมื่อเอาผลิตภัณฑ์ไปใช้งานแล้ว เช่น

- การเข้าถึงเครื่องมือ
- ขีดความสามารถเชิงวินิจฉัย
- สัญลักษณ์จัดกลุ่มวัสดุ (เพื่อรีไซเกิ้ล)
- วัสดุ/สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

การพัฒนา FMEA ในการออกแบบ

DFMEA เน้นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่จะส่งมอบไปยังลูกค้าขั้นสุดท้าย (ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย) งานเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิผลจะประกอบด้วย การสร้างทีมงาน การกำหนดขอบเขต การสร้างแผนภูมิแท่งหรือแผนภูมิ P ที่แสดงหน้าที่และข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ คำจำกัดความที่ชัดเจนและครบถ้วนของลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์จะช่วยระบุลักษณะความล้มเหลวที่น่าจะมีได้ดีขึ้น เราใช้แบบฟอร์ม DFMEA เพื่อจัดทำเอกสารของผลของการวิเคราะห์ รวมทั้งมาตรการที่เสนอแนะ และความรับผิดชอบ (ดูตารางที่ 3.1)

เราอาจถ่ายกระบวนการ DFMEA ไปยังลูกค้าหรือกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กรได้

ความต้องการเบื้องต้น

DFMEA ควรเริ่มจาการพัฒนาข้อมูลเพื่อเข้าใจระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบที่จะวิเคราะห์และกำหนดความต้องการและลักษณะด้านหน้าที่

ในการที่จะกำหนดขอบเขตของ DFMEA นั้น ทีมงานควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ที่เกี่ยวกับ DFMEA ของส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบ คือ

- ผลิตภัณฑ์นี้เชื่อมโยงกับกระบวนการ ชิ้นส่วนประกอบ หรือระบบใด?
- มีหน้าที่หรือคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อส่วนประกอบหรือระบบอื่นไหม?
- มีอินพุทจากส่วนประกอบหรือระบบอื่นที่ต้องใช้เพื่อทำงานให้ได้หน้าที่ที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ไหม?
- หน้าที่ของผลิตภัณฑ์รวมทั้งการป้องกันหรือการตรวจหาโหมดความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นในส่วนประกอบหรือระบบที่เชื่อมโยงด้วยหรือไม่?

ข้อความในตอนต่อไปจะอธิบายถึงเครื่องมือที่อาจใช้ เพื่อช่วยให้ทีมงานพัฒนา DFMEA ตามที่สมควร

แผนภูมิบล็อค (ขอบเขต)

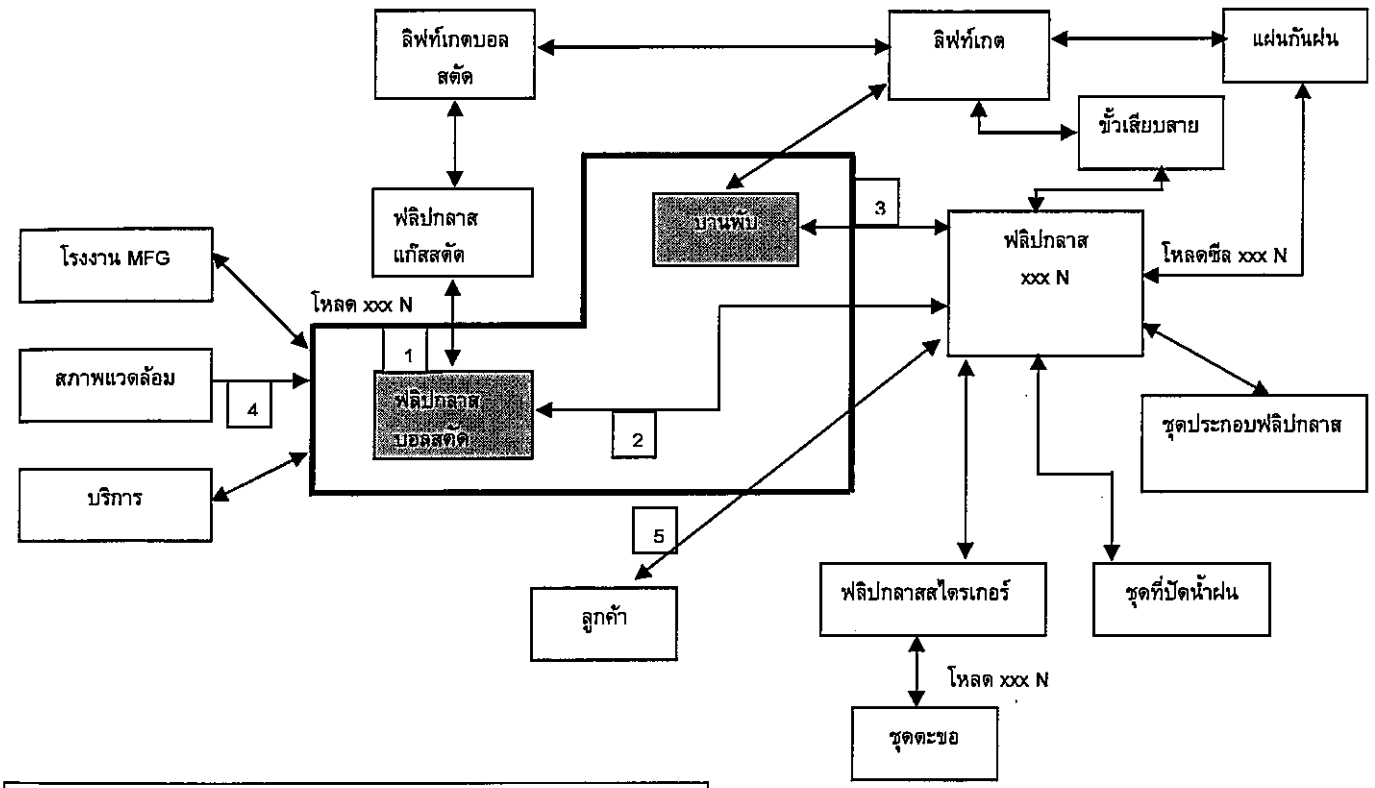
แผนภูมิบล็อคของผลิตภัณฑ์แสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพและทางตรรกะระหว่างส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ มีรูปแบบและวิธีการที่ต่างกับในการสร้างแผนภูมิบล็อค

แผนภูมิบล็อคแสดงปฏิสัมพันธ์ของส่วนประกอบและระบบย่อยในขอบเขตของการออกแบบ ปฏิสัมพันธ์นี้อาจรวมการไหลของข้อมูล พลังงาน แรง หรือของเหลว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การเข้าใจข้อกำหนดหรืออินพุทของระบบ

กิจกรรมที่กระทำต่ออินพุท หรือหน้าที่ที่ได้กระทำ และสิ่งที่ส่งมอบหรือเอาท์พุท

แผนภูมิอาจอยู่ในรูปของกล่องที่เชื่อมโยงกันด้วยเส้น และแต่ละกล่องเกี่ยวข้องกับส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ หรือขั้นตอนหลักในกระบวนการ เส้นจะแสดงว่า ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้อง หรือเชื่อมโยงซึ่งกันและกันอย่างไร องค์กรจะต้องตัดสินถึงวิธีการหรือรูปแบบที่ดีที่สุดของแผนภูมิบล็อค รูปที่ 3.1ก, ข และ ค มีตัวอย่างของแผนภูมิบล็อค

สำเนาของแผนภูมิบล็อคที่ใช้เตรียม DFMEA ควรอยู่กับ DFMEA



สัญลักษณ์ :

การกระทำ/หน้าที่ด้านเดียว

การกระทำ/หน้าที่สองด้าน

เส้นขอบเขต

เน้นเชื่อมต่อสำคัญ

เน้นชุดประกอบสำคัญ

ตัวเลขแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์การเชื่อมต่อ

รูปที่ 3.1ก ตัวอย่างแผนภูมิบล็อค (ขอบเขต)

ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผล (FMEA)

แผนภูมิบล็อค/ขีดจำกัดด้านสภาพแวดล้อม

ชื่อระบบ : ไฟแฟลช

รุ่นของรถ : ผลิตภัณฑ์ใหม่ ปี 20XX

หมายเลข FMEA : XXXX10D001

ขีดจำกัดด้านสภาพแวดล้อมที่ใช้งาน

อุณหภูมิ : -20 ถึง 160 F การกัดกร่อน : แผนการทดสอบ B สั่นสะเทือน : ไม่มี

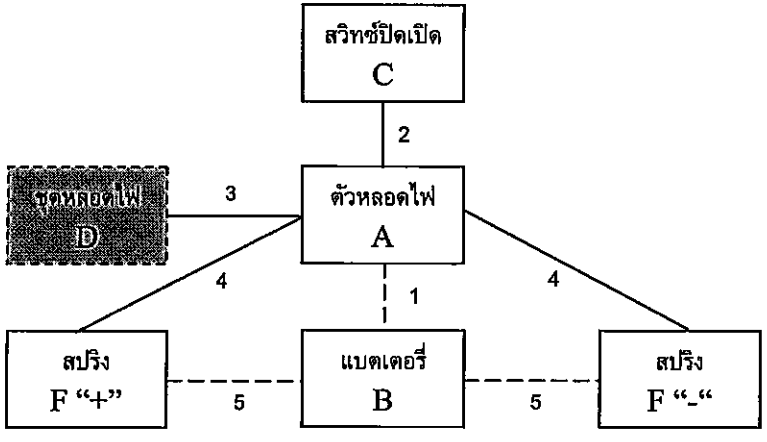
การกระแทก : ตกจากระยะ 6 ฟุต สิ่งแปลกปอม : ฝุ่น ความชื้น : 0-100% RH

การติดไฟ : (ชิ้นส่วนใดอยู่ใกล้แหล่งความร้อน?) _____ รายการอื่นๆ : _____ .

ตัวอักษร = ส่วนประกอบ _____ = เชื่อม/ต่อ - - - - - - - .= ประสาน ไม่เชื่อม [ ] =ไม่เกี่ยวข้องใน FMEA นี้

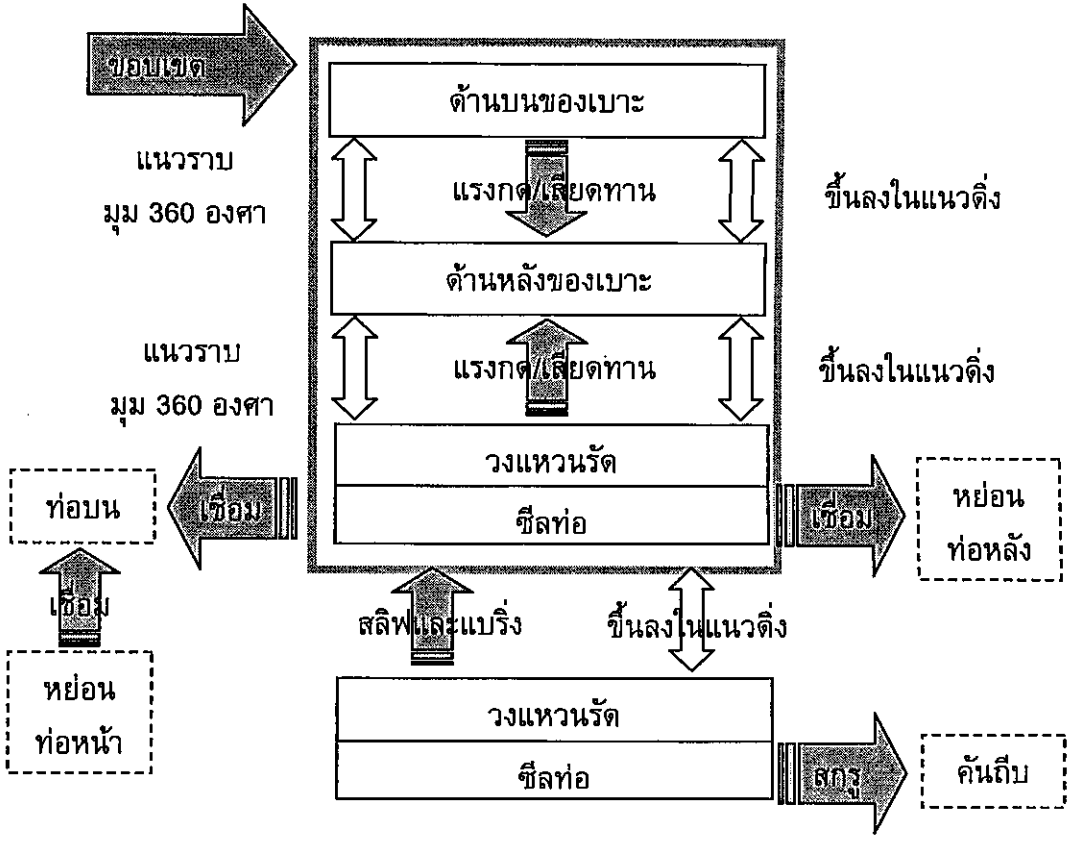
ตัวเลข = วิธีติด

หมายเหตุ : ตัวอย่างข้างล่างนี้เป็นแผนภูมิบล็อคแบบสัมพันธ์ ทีมงาน FMEA อาจใช้แผนภูมิบล็อค ตาราง รูปภาพในแบบอื่นได้เพื่อให้รายการที่พิจารณาในการวิเคราะห์มีความชัดเจนขึ้น



ส่วนประกอบ	วิธีติด
A ตัวหลอดไฟ	A สลิปฟิต
B แบตเตอรี่	B หมุดย้ำ
C สวิทช์ปิดเปิด	C เกลียว
D ชุดหลอดไฟ	D สแนปฟิต
E เพลต	E กอมเพรสซีฟฟิต
F สปริง	

ความสัมพันธ์ของเบาะจักรยานกับคันถีบ



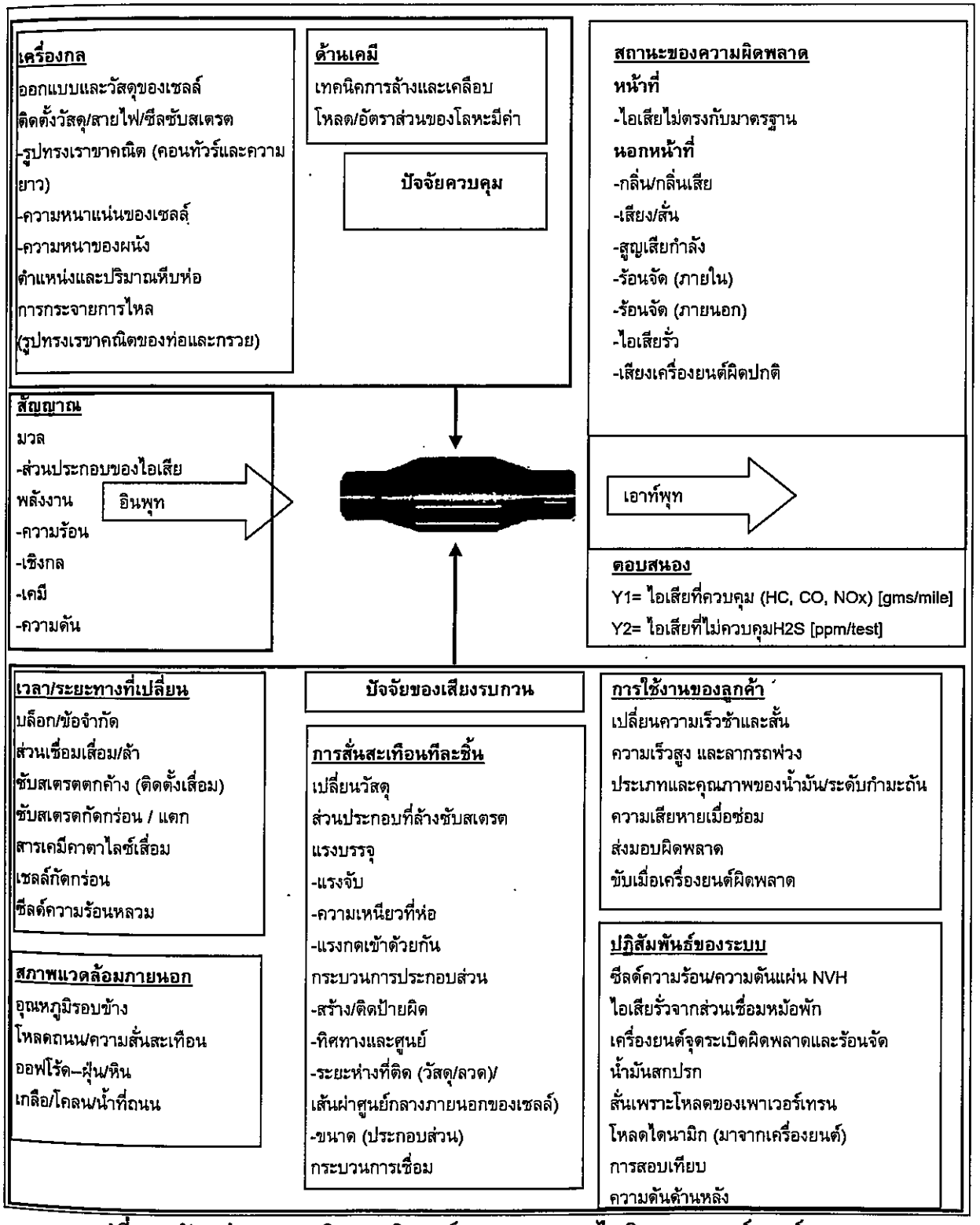
รูปที่ 3.1ข, ค ตัวอย่างแผนภูมิบล็อค (ขอบเขต)

แผนภูมิพารามิเตอร์ (P)

แผนภูมิ P เป็นเครื่องมือมีโครงสร้างที่ช่วยให้ทีมงานเข้าใจกายภาพที่เกี่ยวกับหน้าที่ของการออกแบบ ทีมงานจะวิเคราะห์อินพุท (สัญญาณ) และเอาท์พุท (การตอบสนองหรือหน้าที่) ที่ตั้งใจเพื่อออกแบบ ร่วมกับตัวแปรที่ควบคุมและไม่ควบคุมที่อาจมีผลต่อสมรรถนะ

อินพุทต่อผลิตภัณฑ์ และเอาท์พุทจากผลิตภัณฑ์ หรือหน้าที่ที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจของผลิตภัณฑ์จะมีประโยชน์ในการระบุสถานะของความผิดพลาด ปัจจัยรบกวน และปัจจัยที่ควบคุม

สถานะของความผิดพลาดจะตอบสนองต่อลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นใน DFMEA



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแผนภูมิพารามิเตอร์ (P) ของคาตาไลติกคอนเวอร์เตอร์แบบมาตรฐาน

ข้อกำหนดทางด้านหน้าที่

อีกขั้นหนึ่งของกระบวนการ DFMEA เป็นการประมวลข้อกำหนดด้านหน้าที่และการเชื่อมต่อในการออกแบบ รายการนี้อาจจะมีกลุ่มต่างๆ ดังนี้

- รายการทั่วไป--กลุ่มนี้พิจารณาวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์และเจตนาทั้งหมดในการออกแบบ
- ความปลอดภัย
- ระเบียบของส่วนราชการ
- ความน่าเชื่อถือ (อายุของการใช้งาน)
- โหลดและวงจรภาระ -- โปรไฟล์ที่ลูกค้าใช้ผลิตภัณฑ์
- สมรรถนะที่เงียบ--เสียง ความสั่นสะเทือนและความกระด้าง (NVH)
- ของเหลวตกค้าง
- สรีรศาสตร์
- รูปภายนอก
- หีบห่อและส่งมอบ
- บริการ
- การออกแบบเพื่อประกอบส่วน
- การออกแบบเพื่อผลิต

เครื่องมือและทรัพยากรข้อมูลอื่น

เครื่องมือและทรัพยากรอื่นที่อาจช่วยให้ทีมงานเข้าใจและกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบอาจประกอบด้วย

- แผนงาน แบบแปลน เป็นต้น
- รายการวัสดุ (BOM)
- ตารางปฏิสัมพันธ์
- ตารางการเชื่อมต่อ
- การขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (QFD)
- ประวัติคุณภาพและความน่าเชื่อถือ

การใช้เครื่องมือเหล่านี้ ที่สนับสนุนด้วยประสบการณ์ทางวิศวกรรมและข้อมูลประวัติ อาจช่วยวางชุดข้อกำหนดและหน้าที่ที่เบ็ดเสร็จได้

เมื่อพิจารณาเงื่อนไขเหล่านี้แล้ว ให้เริ่มกรอกแบบฟอร์ม (ตารางที่ 3.1 ข้างล่าง)

_____ระบบ _____ ระบบย่อย ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B (FMEA งานออกแบบ) หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G วันสำคัญ E วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ทำไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมฝานลีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -ลดเปดเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไปพอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m		n		

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ตัวอย่างของ DFMEA

ตัวอย่างที่ใช้กับแบบฟอร์มตัวอย่างเป็นการพิจารณาการประกอบส่วนประตูหน้า ผลิตภัณฑ์มีข้อกำหนดด้านหน้าที่หลายประการ คือ

- ยอมให้ผลักเข้า ผลักออกจากตัวรถ
- ปกป้องผู้โดยสารจาก
  - ดินฟ้าอากาศ (ความสบาย)
  - เสียง (ความสบาย)
  - การกระแทกด้านข้าง (ความปลอดภัย)
- รองรับการยึดอุปกรณ์ประตู รวมทั้ง
  - กระจก
  - บานพับ
  - ตะขอ
  - ตัวควบคุมหน้าต่าง
- ให้ผิวที่เหมาะสมเพื่อความสวยงาม
  - สี
  - ขอบยาง
- รักษาความถูกต้องของแผงประตูด้านใน

DFMEA ขั้นสุดท้ายจะมีการวิเคราะห์ข้อกำหนดเหล่านี้ทั้งหมด ตัวอย่างจะรวมถึงการวิเคราะห์ข้อกำหนด "รักษาความถูกต้องของแผงประตูด้านใน"

ส่วนหัวของแบบฟอร์ม FMEA ในงานออกแบบ (ช่อง A-H)

ต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่จะกรอกในแบบฟอร์ม

ส่วนหัวควรระบุอย่างชัดเจนถึงเป้าหมายของ FMEA และข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเอกสารและกระบวนการควบคุม ซึ่งควรมีหมายเลข FMEA การระบุขอบเขต ผู้รับผิดชอบในการออกแบบ วันที่สิ้นสุด เป็นต้น ส่วนหัวควรมีรายการดังนี้[2]

[2] ตัวอักษรตัวท้ายของแต่ละช่องแสดงเนื้อที่อ้างถึงในแบบฟอร์มตัวอย่าง

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	เข้าไปถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟันเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟันไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟันและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้มิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไปพอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟันเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟัน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟัน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

หมายเลข FMEA (A)

กรอกตัวเลขและตัวอักษรที่ใช้ระบุเอกสาร FMEA ใช้เพื่อการควบคุมเอกสาร

ชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วน (B)

กรอกชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนที่จะวิเคราะห์ (ดูตอนที่ระบุขอบเขต)

ผู้รับผิดชอบการออกแบบ (C)

กรอก OEM องค์กร และหน่วยงาน หรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการออกแบบ และยังกรอกชื่อองค์กรที่เป็นผู้ขาย, ถ้ามี

รุ่นปี/โปรแกรม (D)

กรอกรุ่นปีและโปรแกรมที่ตั้งใจ จะใช้ หรือ ได้รับผลกระทบจากการออกแบบที่วิเคราะห์ (ถ้ารู้)

วันสำคัญ (E)

กรอกวันที่ส่ง DFMEA ครั้งแรก ที่ไม่ควรเกินวันส่งงานออกแบบเพื่อผลิตตามแผนงาน

วันที่ของ FMEA (F)

กรอกวันที่ที่ทำ DFMEA เริ่มแรกเสร็จ และวันที่ทบทวนล่าสุด

ทีมงานหลัก (G)

กรอกสมาชิกทีมงานที่รับผิดชอบในการพัฒนา DFMEA อาจมีข้อมูลการติดต่อ (เช่น ชื่อ องค์กร หมายเลขโทรศัพท์ และอีเมล) ในเอกสารเพิ่มเติมเพื่อการอ้างอิง

จัดทำโดย (H)

กรอกชื่อและข้อมูลการติดต่อรวมทั้งองค์กร (บริษัท) ของวิศวกรที่รับผิดชอบในการจัดทำ DFMEA

_____ระบบ _____ ระบบย่อย

_____ ส่วนประกอบ B

รุ่นปี/โปรแกรม D

ทีมงานหลัก G

ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น
(FMEA งานออกแบบ)

ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C

วันสำคัญ E

หมายเลข FMEA A

หน้า.....ใน.....หน้า

จัดทำโดย H

วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	ก ลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมฝ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1461) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1461) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟนเข้าไปถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟนไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟนและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟนเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	---------- n ----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

เนื้อหาของแบบฟอร์ม DFMEA (ช่อง a-n)

เนื้อหาของ FMEA มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และมาตรการปรับปรุงที่เอามาใช้[3]

รายการ/หน้าที่/ข้อกำหนด (a)

อาจแยกรายการ/หน้าที่ออกเป็น 2 สดมภ์ (หรือมากกว่า) หรือรวมเป็นสดมภ์เดียวที่ต่อกันและสะท้อนถึงรายการเหล่านี้ อาจรวมหรือแยกส่วนเชื่อมต่อ (เป็น "รายการ" ที่วิเคราะห์) ไว้ก็ได้ อาจมีรายการส่วนประกอบในสดมภ์ของรายการ/หน้าที่ และอาจเพิ่มสดมภ์ที่มีหน้าที่หรือข้อกำหนดของรายการนั้น สำหรับ "รายการ" "หน้าที่" และ "ข้อกำหนด" จะมีคำอธิบายดังต่อไปนี้

รายการ (a1)

กรอกรายการ ส่วนเชื่อมต่อ (อินเตอร์เฟส) หรือส่วนที่ได้ระบุจากแผนภูมิบล็อค แผนภูมิ P ตารางและแบบแปลนอื่น และการวิเคราะห์อื่นที่ทีมงานได้ดำเนินการ

ศัพท์ที่ใช้ควรสอดคล้องกับข้อกำหนดของลูกค้า และที่ใช้ในเอกสารพัฒนาการออกแบบ และวิเคราะห์เพื่อให้มีสภาพที่ติดตามได้

หน้าที่ (a1)

กรอกหน้าที่ของรายการหรือส่วนเชื่อมต่อที่วิเคราะห์และจำเป็นในการตอบสนองเจตนาที่ออกแบบตามข้อกำหนดของลูกค้า และการหารือของทีมงาน ถ้ารายการหรือส่วนเชื่อมต่อมีมากกว่า 1 หน้าที่ที่มีลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นนั้นต่างกัน ก็ควรแยกลงรายการหน้าที่และลักษณะความล้มเหลวที่เกี่ยวข้องไว้เสีย

"หน้าที่"จะเป็น a2 ถ้าแยกรายการกับหน้าที่ออกจากกัน

ข้อกำหนด (a2)

อาจเพิ่มสดมภ์ "ข้อกำหนด" เพื่อวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวให้ละเอียดขึ้นอีก กรอกข้อกำหนดของหน้าที่แต่ละอย่างที่วิเคราะห์ (ตามข้อกำหนดของลูกค้า และการหารือของทีมงาน โปรดดูบทที่ 2 ตอน "ความต้องการเบื้องต้น" ถ้าหน้าที่มีข้อกำหนดมากกว่า 1 ข้อกับลักษณะความล้มเหลวที่ต่างกัน ก็ควรแยกลงรายการข้อกำหนดและหน้าที่นั้นๆ ไว้ออกจากกัน

"ข้อกำหนด" กลายเป็น a3 ถ้าแยกรายการและหน้าที่ออกเป็นสดมภ์ต่างกัน คือ a1 และ a2

[3] ตัวอักษรที่ตอนท้ายของแต่ละหัวข้อแสดงเนื้อที่ที่อ้างถึงในแบบฟอร์มตัวอย่าง

_____ระบบ _____ ระบบย่อย ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B (FMEA งานออกแบบ) หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G วันสำคัญ E วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ ฮไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้มิดหลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----	---n---	----	----

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น (b)

กำหนดว่าลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นเป็นลักษณะที่ส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือ ระบบ อาจล้มเหลวที่ตอบสนอง หรือให้หน้าที่ที่ตั้งใจที่อธิบายไว้ในสดมภ์รายการ

ให้กำหนดลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นที่เกี่ยวกับหน้าที่/ข้อกำหนด ควรอธิบายถึงลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นด้วยศัพท์ทางเทคนิค และอาจไม่เป็นอาการที่ลูกค้าอาจสังเกตเห็น

หน้าที่แต่ละอย่างอาจมีลักษณะความล้มเหลวหลายลักษณะ ลักษณะความล้มเหลวจำนวนมากที่แสดงต่อหน้าที่เดียวอาจแสดงว่า ข้อกำหนดไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนพอ

มีสมมุติฐานว่า อาจเกิดลักษณะความล้มเหลว แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้น ดังนั้นจึงใช้คำว่า "น่าจะเกิดขึ้น"

ลักษณะความล้มเหลวที่อาจจะเกิดขึ้น ที่อาจเกิดในเงื่อนไขการปฏิบัติบางอย่าง (เช่น ร้อน เย็น แห้ง มีฝุ่น เป็นต้น) และภายใต้เงื่อนไขการใช้บางอย่าง (เช่น เกินระยะทางแล่นเฉลี่ย ถนนขรุขระ เฉพาะขับขี่ในเมือง เป็นต้น) จะต้องนำมาพิจารณาด้วย

เมื่อกำหนดลักษณะความล้มเหลวทั้งหมดแล้ว อาจรับรองความสมบูรณ์ของการวิเคราะห์ผ่านการทบทวนสิ่งที่เคยผิดพลาด สิ่งที่กังวล รายงานในอดีต และการระดมสมองเป็นกลุ่ม

ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นยังอาจเป็นสาเหตุของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นในระบบหรือระบบย่อยในระดับที่สูงกว่า หรือ นำไปสู่การมีผลกระทบต่อส่วนประกอบอื่นๆในระดับที่ต่ำกว่า

ตัวอย่างของลักษณะความล้มเหลวที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดที่ต่างกันนั้น อยู่ในตารางที่ 3.3

รายการ	หน้าที่	ข้อกำหนด	ความล้มเหลว
ระบบดิสก์เบรค	หยุดรถเมื่อต้องการ (พิจารณาเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม เช่น เปียก แห้ง)	หยุดรถที่แล่นที่ถนนแอสฟัลท์แห้งในระยะทางที่กำหนดในค่าความเร่งที่กำหนด	รถไม่หยุด
			รถหยุดเกินระยะทางที่กำหนด
			หยุดรถด้วยความเร่งมากกว่า xx g's
		ทำให้รถเคลื่อนที่แบบไม่กีดขวางเมื่อระบบไม่สั่งการ	ทำงานโดยไม่ได้สั่งรถที่เคลื่อนที่ถูกขัดขวางบ้าง
			ทำงานโดยไม่ได้สั่งรถไม่สามารถเคลื่อนที่
จานเบรค	ส่งแรงจากผ้าเบรคไปยังเพลา	ต้องให้โมเมนต์บิดต้านทานต่อเพลาตามที่กำหนด	ให้โมเมนต์บิดต้านทานต่อเพลาไม่พอ

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟันเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟันไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟันและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟันเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟัน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟัน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว (c)

กำหนดว่าผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลวเป็นผลของลักษณะความล้มเหลวต่อหน้าที่ ตามที่ลูกค้ารับรู้

ให้อธิบายถึงผลของความล้มเหลวในรูปแบบที่ลูกค้าอาจไม่สังเกตหรือไม่มีประสบการณ์ โดยจำว่าลูกค้าอาจเป็นลูกค้าในบริษัทหรือผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายก็ได้ ให้ระบุอย่างชัดเจนว่า ลักษณะความล้มเหลวอาจมีผลต่อความปลอดภัยหรือผิดกฎหมายได้หรือไม่ ควรกล่าวถึงผลในระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบเฉพาะที่ทำการวิเคราะห์ โปรดจำว่า มีความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นระหว่างระดับส่วนประกอบ ระบบย่อย และระบบ[4] ตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วนหนึ่งอาจแตกหัก และทำให้ชุดประกอบสั่น และระบบทำงานแบบติดๆ ดับๆ เมื่อระบบที่ทำงานแบบติดๆ ดับๆ อาจทำให้สมรรถนะด้อยลง และท้ายที่สุดจะนำไปยังความไม่พอใจของลูกค้า จุดมุ่งหมายคือการคาดคะเนผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลวตามระดับความรู้ของทีมงาน

ควรกล่าวถึงผลของความล้มเหลวแบบมาตรฐานในรูปของสมรรถนะของผลิตภัณฑ์หรือระบบ ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างของผลของลักษณะความล้มเหลวที่ได้จากตารางที่ 3.3

รายการ	ลักษณะความล้มเหลว	ผล
ระบบดิสก์เบรค	รถไม่หยุด	ควบคุมรถได้ไม่เต็มที่; ผิดกฎหมาย
	รถหยุดเกินระยะทางที่กำหนด	ควบคุมรถได้ไม่เต็มที่; ผิดกฎหมาย
	หยุดรถด้วยความเร่งมากกว่า XX g's	ผิดกฎหมาย
	ทำงานโดยไม่ได้สั่ง ; รถที่เคลื่อนที่ถูกขัดขวางบ้าง	ลดอายุใช้งานของผ้าเบรค; ลดการควบคุมรถ
	ทำงานโดยไม่ได้สั่ง ; รถไม่สามารถเคลื่อนที่	ลูกค้าขับรถไม่ได้

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างของผลที่อาจเกิดขึ้น

[4] ดูภาคผนวก B อีกด้วย

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เลื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ที่เพราะสนิมผ่านลีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ระดับความรุนแรง (S) (d)

ระดับความรุนแรงเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับผลที่รุนแรงที่สุดในลักษณะความล้มเหลวที่กำหนดให้ ระดับความรุนแรงเป็นค่าสัมพัทธ์ในขอบข่ายของ FMEA แต่ละราย

เกณฑ์การประเมินที่แนะนำ

ทีมงานควรตกลงกันถึงเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนน แล้วใช้ให้สอดคล้องกัน แม้นำไปปรับเพื่อวิเคราะห์แต่ละกระบวนการก็ตาม (ดูคำแนะนำเกี่ยวกับเกณฑ์ในตาราง Cr1 ข้างล่าง)

ไม่แนะนำให้แก้ไขค่าคะแนน 9 และ 10 และไม่ควรวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวที่มีระดับความรุนแรง 1 อีกต่อไป

ผล	เกณฑ์ : ระดับความรุนแรงของผลต่อผลิตภัณฑ์ (ผลต่อลูกค้า)	คะแนน
ไม่สามารถตอบสนองความปลอดภัยและ/หรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัย และ/หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยปราศจากการเตือน	10
	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัย และ/หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยมีการเตือน	9
สูญเสียหรือลดหน้าที่หลัก	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถไม่ได้ แต่ไม่มีผลต่อการขับรถอย่างปลอดภัย)	8
	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถได้ แต่ลดระดับสมรรถนะ)	7
สูญเสียหรือลดหน้าที่รอง	สูญเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้ แต่หน้าที่ความสะดวก/สบายไม่ได้สมรรถนะ)	6
	สูญเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้ แต่หน้าที่ความสะดวก/สบายทำงานในระดับสมรรถนะที่ลดลง)	5
ความรำคาญ	ลักษณะภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนมากสังเกตได้ (ไม่น้อยกว่า 75%)	4
	ลักษณะภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่สังเกตได้ (50%)	3
	ลักษณะภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ที่ช่างสังเกตจะรู้ได้ (ไม่เกินกว่า 25%)	2
ไม่มีผล	ไม่มีผลที่สังเกตได้	1

ตารางที่ Cr1 เกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงที่แนะนำของ DFMEA

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA งานออกแบบ) | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -แปดเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี					
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	I	j	k	l	m	----------	----------	n	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

กลุ่ม (e)

อาจใช้สดมภ์นี้เพื่อเน้นลักษณะความล้มเหลวที่มีลำดับความสำคัญสูง และสาเหตุที่เกี่ยวข้องจากผลการวิเคราะห์ ทีมงานอาจใช้ข้อมูลนี้เพื่อระบุลักษณะพิเศษก็ได้

ข้อกำหนดพิเศษของลูกค้าอาจระบุสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพิเศษและการนำไปใช้เอาไว้

ลักษณะที่กำหนดในการออกแบบที่บันทึกเป็นพิเศษ โดยไม่ได้ระบุลักษณะความล้มเหลวทางการออกแบบที่เกี่ยวข้องใน DFMEA เป็นตัวชี้ถึงความอ่อนแอในกระบวนการออกแบบ

สาเหตุ/กลไกของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น (f)

อาจแยกข้อมูลนี้ออกเป็นหลายสดมภ์หรือรวมกับเป็นสดมภ์เดียวก็ได้

ในการพัฒนา FMEA นั้น การระบุสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดของลักษณะความล้มเหลวเป็นหัวใจสำคัญต่อการวิเคราะห์ในตอนต่อไป แม้ว่าเราอาจใช้เทคนิคหลายอย่าง (เช่น การระดมสมอง) เพื่อกำหนดสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของลักษณะความล้มเหลวก็ตาม ก็ขอแนะนำว่าทีมงานควรมุ่งต่อความเข้าใจ*กลไกความล้มเหลว*ของลักษณะความล้มเหลวแต่ละอย่าง

กลไกของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น (f1)

กลไกความล้มเหลวเป็นกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี ไฟฟ้า ความร้อน หรือกระบวนการอื่นที่กลายเป็นลักษณะความล้มเหลว เรื่องสำคัญคือต้องทำให้ชัดเจนว่า ลักษณะความล้มเหลวเป็น " ผลที่สังเกตได้" หรือ "ผลภายนอก" เพื่อจะไม่สับสนกับลักษณะความล้มเหลวที่ปราศจากกลไกความล้มเหลวที่เป็นปรากฏการณ์ทางกายภาพที่แท้จริงของลักษณะความล้มเหลว หรือกระบวนการการเสื่อม หรือห่วงโซ่อาการที่นำไปสู่ และมีผลเป็นลักษณะความล้มเหลวเฉพาะอย่าง

หากกระทำได้ ให้เขียนรายการกลไกความล้มเหลวทั้งหมดของลักษณะความล้มเหลวแต่ละอย่างควรเขียนรายการไว้ให้กระชับและครบถ้วนที่สุด

ในระบบนั้น กลไกความล้มเหลวเป็นกระบวนการของการกระจายความผิดพลาดจากความล้มเหลวของส่วนประกอบที่นำไปยังความล้มเหลวของระบบ

ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการอาจมีลักษณะความล้มเหลวหลายแบบที่เกี่ยวข้องต่อกัน เพราะมีกลไกความล้มเหลวร่วมกันอยู่

โปรดทำให้แน่ใจว่า ได้พิจารณาผลในกระบวนการว่าเป็นส่วนหนึ่งของ DFMEA ไปแล้ว

_____ระบบ _____ ระบบย่อย

_____ ส่วนประกอบ B

รุ่นปี/โปรแกรม D

ทีมงานหลัก G

ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น
(FMEA งานออกแบบ)

ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C

วันสำคัญ E

หมายเลข FMEA A

หน้า.....ใน.....หน้า

จัดทำโดย H

วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมฝาน สีมาทดอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนแร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -ลแปลกเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนแร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟนเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟนไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟนและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟนเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------	----------	n	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว (f2)

กำหนดว่า สาเหตุที่จะเกิดความล้มเหลวเป็นตัวชี้วิธีการที่กระบวนการออกแบบอาจทำให้เกิดความล้มเหลว แสดงเป็นอะไรบางอย่างที่อาจแก้ไขหรือควบคุมได้ สาเหตุที่อาจจะเกิดความล้มเหลวอาจเป็นตัวชี้ความอ่อนแอในการออกแบบ ที่เป็นผลสืบเนื่องจากลักษณะความล้มเหลว

สาเหตุเป็นสถานการณ์ที่ชักนำหรือทำให้เกิดกลไกความล้มเหลว

ในการระบุสาเหตุที่อาจจะเกิดความล้มเหลวนั้น ให้ใช้คำอธิบายที่กระชับต่อสาเหตุที่อาจจะเกิดความล้มเหลวโดยเฉพาะ เช่น กำหนดว่าการชุบผิวสกรูทำให้เกิดความเปราะเนื่องจากไฮโดรเจน ไม่ควรใช้ข้อความที่กำกวม เช่น ออกแบบแย่หรือออกแบบไม่เหมาะสม

การสำรวจสาเหตุต้องมุ่งที่ลักษณะความล้มเหลวและไม่ใช่ผล ในการกำหนดสาเหตุนั้น ทีมงานควรสมมุติว่ามีสาเหตุที่หารือและทำให้เกิดลักษณะความล้มเหลว (เช่น ลักษณะความล้มเหลวไม่ต้องการสาเหตุหลายอย่างก่อนจะเกิด)

โดยทั่วไปแล้ว อาจมีสาเหตุหลายอย่าง และแต่ละอย่างทำให้เกิดลักษณะความล้มเหลว ผลก็คือ มีลักษณะความล้มเหลวในหลายสาเหตุ (สาเหตุอื่นๆหลายสาเหตุ)

หากกระทำได้แล้ว ให้เขียนสาเหตุที่อาจจะเกิดทั้งหมดของลักษณะความล้มเหลว/กลไกความล้มเหลวแต่ละอย่าง ควรรวบรวมสาเหตุให้กระชับและสมบูรณ์ที่สุด ถ้าแยกสาเหตุจะทำให้วิเคราะห์สาเหตุแต่ละอย่างได้ และอาจได้มาตรการ การควบคุมและแผนปฏิบัติที่ต่างกันได้

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างสาเหตุของลักษณะความล้มเหลวในตารางที่ 3.3 แม้ว่าไม่เป็นรายการขั้นต่ำของแบบพิมพ์ FMEA แต่ตารางนี้มีกลไกความล้มเหลวที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความล้มเหลว กลไกความล้มเหลว และสาเหตุ

ในการจัดทำ DFMEA นั้น ให้ตั้งสมมุติฐานว่า งานออกแบบจะถูกเอาไปผลิตและกระกอบส่วนตามเจตนาของการออกแบบ ทีมงานอาจให้ข้อยกเว้นได้เอง ถ้าข้อมูลในระยะก่อนแสดงว่ากระบวนการผลิตมีความบกพร่อง

ลักษณะความล้มเหลว	กลไก	สาเหตุ
รถไม่หยุด	ไม่ส่งกำลังจากคันเหยียบไปยังผ้าเบรค	การเชื่อมโยงทางกลไกชำรุดเพราะป้องกันสนิมได้ไม่พอ
		สุญญากาศของหม้อลมเบรคล็อกเพราะออกแบบซีลไม่ดี
		ขาดน้ำมันเบรคจากสายเบรคเพราะสเปคขันทอร์คข้อต่อไม่ถูกต้อง
		ขาดน้ำมันเบรคเพราะสายเบรคแฟบ/กดกำหนดวัสดุท่อไม่เหมาะสม
รถหยุดเกินระยะทางที่กำหนด yy ฟุต	ลดกำลังจากคันเหยียบไปยังผ้าเบรค	ข้อต่อกลไกฝืดเพราะหล่อลื่นไม่เหมาะสม
		ข้อต่อกลไกสึกกร่อนเพราะป้องกันสนิมไม่ดี
		น้ำมันเบรคหายไปบางส่วนเพราะท่อเบรคแฟบ กำหนดวัสดุท่อไม่เหมาะสม
หยุดรถด้วยความเร่งมากกว่า XX g's	ส่งกำลังจากคันเหยียบไปยังผ้าเบรคเร็ว/เร็วเกินไป	เกิดความดันสะสมในหม้อลมเบรคเพราะออกแบบซีลไม่ดี
ทำงานโดยไม่ได้สั่ง รถที่เคลื่อนที่ถูกขัดขวางบ้าง	ผ้าเบรคไม่ปล่อย	สนิมหรือฝุ่นจับที่รางหรือผ้าเบรคเพราะตกแต่งผิวโดยไม่ให้ทำความสะอาดตัวเองและป้องกันสนิมไม่พอ
ทำงานโดยไม่ได้สั่ง รถไม่สามารถเคลื่อนที่	ความดันเบรคไม่ระบาย	สุญญากาศหม้อลมเบรคล็อกเพราะออกแบบซีลไม่ดี

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างของสาเหตุที่อาจจะเกิด

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA งานออกแบบ) | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไปพอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	---------n---------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

โอกาสที่จะเกิด (O) (g)

โอกาสที่จะเกิดเป็นความเป็นไปได้ที่สาเหตุ/กลไกบางอย่างจะเกิด และทำให้มีลักษณะความล้มเหลวในอายุการออกแบบ

คะแนนโอกาสที่จะเกิดมีความหมายเชิงสัมพัทธ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ (ดูตารางที่ Cr2)

ควรใช้ระบบให้คะแนนโอกาสที่จะเกิดที่สอดคล้องกันเพื่อประกันความต่อเนื่อง ค่าโอกาสที่จะเกิดเป็นคะแนนสัมพัทธ์ในขอบเขตของ FMEA และไม่ได้สะท้อนถึงโอกาสที่จะเกิดที่แท้จริงแต่อย่างใด

เกณฑ์การประเมินที่แนะนำ

ทีมงานควรตกลงต่อเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนน แล้วเอาไปใช้อย่างสอดคล้องกัน แม้ว่าจะแก้ไขเพื่อวิเคราะห์บางกระบวนการก็ตาม ควรประมาณโอกาสที่จะเกิดด้วยคะแนน 1 ถึง 10 โดยใช้แนวทางตามตารางที่ Cr2

ในการกำหนดค่าประมาณนี้ ควรพิจารณาคำถามต่างๆ ดังนี้

- อะไรเป็นประวัติการซ่อมและประสบการณ์สนามต่อส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบที่คล้ายคลึงกัน?
- รายการนี้เป็นผลสืบเนื่องหรือคล้ายกับรายการในระดับก่อน?
- มีความเปลี่ยนแปลงจากรายการในระดับก่อนอย่างเด่นชัดเพียงไร?
- รายการนี้แตกต่างอย่างสิ้นเชิงจากรายการในระดับก่อนหรือไม่?
- รายการนี้เป็นรายการใหม่ทั้งหมดไหม?
- ใช้งานหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร?
- ได้ใช้การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (เช่น ความน่าเชื่อถือ) เพื่อประมาณอัตราการเกิดเปรียบเทียบที่คาดหวังต่อการใช้งานไหม?
- ได้ใช้มาตรการป้องกันแล้วยัง?

ความน่าจะเป็นของความล้มเหลว	เกณฑ์--โอกาสที่จะเกิดสาเหตุ --DFMEA (อายุที่ออกแบบ/ความน่าเชื่อถือของรายการ/ยานพาหนะ)	เกณฑ์--โอกาสที่จะเกิดสาเหตุ --DFMEA (จำนวนเหตุการณ์ต่อรายการ/ยานพาหนะ)	คะแนน
สูงมาก	เทคโนโลยีใหม่/งานออกแบบใหม่และไม่มีประวัติ	ไม่น้อยกว่า 100 ต่อพัน	10
สูง	ความล้มเหลวเลี่ยงไม่ได้ในงานออกแบบใหม่ การใช้งานใหม่ หรือการเปลี่ยนรอบหน้าที่/เงื่อนไขสมรรถนะ	50 ต่อพัน 1 ใน 20	9
	อาจเกิดความล้มเหลวในงานออกแบบใหม่ การใช้งานใหม่หรือการเปลี่ยนรอบหน้าที่/เงื่อนไขสมรรถนะ	20 ต่อพัน 1 ใน 50	8
	ไม่แน่ว่าจะเกิดความล้มเหลวในงานออกแบบใหม่ การใช้งานใหม่หรือการเปลี่ยนรอบหน้าที่/เงื่อนไขสมรรถนะ	10 ต่อพัน 1 ใน 100	7
ปานกลาง	ล้มเหลวบ่อยที่เกี่ยวกับงานออกแบบที่คล้ายกันหรือในการจำลองและทดสอบงานออกแบบ	2 ในพัน 1 ใน 500	6
	ล้มเหลวบ้างที่เกี่ยวกับงานออกแบบที่คล้ายกันหรือในการจำลองและทดสอบงานออกแบบ	0.5 ในพัน 1 ใน 2,000	5
	ล้มเหลวโดยเป็นอิสระที่เกี่ยวกับงานออกแบบที่คล้ายกันหรือในการจำลองและทดสอบงานออกแบบ	0.1 ในพัน 1 ใน 10,000	4
ต่ำ	มีเฉพาะความล้มเหลวอิสระที่เกี่ยวกับงานออกแบบที่เกือบเหมือนกันหรือในงานจำลองและทดสอบการออกแบบ	0.01ในพัน 1 ใน 100,000	3
	ไม่มีเฉพาะความล้มเหลวที่เกี่ยวกับงานออกแบบที่เกือบเหมือนกันหรือในงานจำลองและทดสอบการออกแบบ	ไม่เกิน 0.001 ในพัน 1 ใน 1,000,000	2
ต่ำมาก	ไม่มีความล้มเหลวเมื่อควบคุมเชิงป้องกัน	ไม่มีความล้มเหลวเมื่อควบคุมเชิงป้องกัน	1

ตารางที่ Cr2 เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดที่แนะนำของ DFMEA

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ห้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ที่เพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟ่นไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบจำลองส่วนเข้าถึงของหัวฟ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----	----	n	----

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน (h)

การควบคุมงานออกแบบปัจจุบันเป็นกิจกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบที่สิ้นสุดหรือได้กระทำ และจะประกันความแม่นยำของการออกแบบเพื่อข้อกำหนดด้านหน้าที่และความน่าเชื่อถือในการออกแบบที่พิจารณา

มีการควบคุมการออกแบบที่พิจารณาอยู่ 2 วิธี

การป้องกัน

กำจัด (ป้องกัน) สาเหตุของกลไกความล้มเหลวหรือลักษณะความล้มเหลวไม่ให้เกิดขึ้น หรือลดโอกาสที่จะเกิด

การตรวจหา

ระบุ (ตรวจหา) การมีของสาเหตุ กลไกความล้มเหลวที่เป็นผลหรือลักษณะความล้มเหลว ทั้งโดยการวิเคราะห์หรือโดยวิธีการทางกายภาพ ก่อนส่งรายการนั้นไปทำการผลิต

วิธีการที่ควรใช้เป็นการควบคุมเชิงป้องกันเสียก่อนถ้ากระทำได้ คะแนนโอกาสที่จะเกิดในตอนแรกจะได้รับผลกระทบจากการควบคุมเชิงป้องกันที่เป็นส่วนหนึ่งของเจตนาในการออกแบบ

การควบคุมโดยการตรวจหาควรรวมเอาการระบุกิจกรรมที่ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวและที่ตรวจหาสาเหตุ

ทีมงานควรจะพิจารณาการวิเคราะห์ การทดสอบ การทบทวน และกิจกรรมอื่นๆ ที่จะประกันการออกแบบอย่างเพียงพอ เช่น

การควบคุมเชิงป้องกัน

- ศึกษาเบนช์มาร์ค
- ออกแบบเพื่อป้องกันความล้มเหลว
- มาตรฐานการออกแบบและวัสดุ (ภายในและภายนอกองค์กร)
- การจัดทำเอกสาร—บันทึกของสิ่งปฏิบัติที่ดีที่สุด บทเรียนที่ได้ เป็นต้น จากงานออกแบบที่คล้ายคลึง
- ศึกษาโดยจำลองสถานการณ์—วิเคราะห์แนวความคิดเพื่อให้ข้อกำหนดในการออกแบบ
- ตรวจหาความผิดพลาด

การควบคุมโดยการตรวจหา

- ทบทวนการออกแบบ
- ทดสอบต้นแบบ
- ทดสอบเพื่อรับรอง
- ศึกษาโดยจำลองสถานการณ์—รับรองงานออกแบบ
- ออกแบบการทดลอง รวมทั้งการทดสอบความน่าเชื่อถือ
- หุ่นจำลองจากชิ้นส่วนที่คล้ายคลึง

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านลีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟนเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟนไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟนและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟนเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------	----------	----------	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ตัวอย่างของแบบฟอร์ม FMEA ในงานออกแบบในคู่มือฉบับนี้มี 2 สดมภ์เพื่อควบคุมการออกแบบ (คือสดมภ์แยกกันเพื่อควบคุมเชิงป้องกันกับควบคุมโดยการตรวจหา) เพื่อช่วยทีมงานที่แสดงความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างการควบคุมการออกแบบทั้ง 2 ประเภท ทำให้มองเห็นและกำหนดได้ทันทีว่าได้พิจารณาการควบคุมการออกแบบแล้วทั้งสองประเภท

ถ้าใช้แบบฟอร์มที่มีสดมภ์เดียว (เพื่อควบคุมการออกแบบ) ก็ควรใช้คำนำหน้าดังต่อไปนี้ ในการควบคุมเชิงป้องกันนั้น ให้ใส่ P ไว้หน้ารายการควบคุมเชิงป้องกันแต่ละรายการ ถ้าควบคุมโดยการตรวจหา ให้ใส่ D ไว้หน้ารายการควบคุมโดยการตรวจหาแต่ละรายการ

การป้องกันสาเหตุของลักษณะความล้มเหลวโดยการออกแบบเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการออกแบบเป็นวิธีการเดียวที่จะมีผลให้ลดโอกาสที่จะเกิดได้

ตารางที่ 3.6 แสดงถึงตัวอย่างของการควบคุมเชิงป้องกันและโดยการตรวจหาต่อสาเหตุในตารางที่ 3.5

ลักษณะความล้มเหลว	สาเหตุ	การควบคุมเชิงป้องกัน	การควบคุมโดยการตรวจหา
รถไม่หยุด	การเชื่อมโยงทางกลไกชำรุดเพราะป้องกันสนิมได้ไม่พอ	ออกแบบตามมาตรฐานวัสดุ MS-845	ทดสอบความเค้นในสภาพแวดล้อม 03-9963
	สุญญากาศของหม้อลมเบรคล็อกเพราะออกแบบซีลไม่ดี	ออกแบบตามเดิมด้วยข้อกำหนดรอบหน้าที่เดิม	ทดสอบความดันเปลี่ยนแปลง—ระดับระบบ
	ขาดน้ำมันเบรคจากสายเบรคเพราะสเปคขันทอร์คข้อต่อไม่ถูกต้อง	ออกแบบตามข้อกำหนดของโมเมนต์บิด—3993	ทดสอบความเค้น—ความสั่นสะเทือนเป็นขั้น 08-1950
	ขาดน้ำมันเบรคเพราะสายเบรคแฟบ/กดกำหนดวัสดุท่อไม่เหมาะสม	ออกแบบตามมาตรฐานวัสดุ MS-1178	ออกแบบการทดลอง (DOE)—ความยืดหยุ่นของท่อ

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการควบคุมการออกแบบเชิงป้องกันและโดยการตรวจหา

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมฝานดีมาทลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟนเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟนไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟนและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้มิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟนเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------	----------	n ----------	---

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

โอกาสที่ตรวจพบ (D) (i)

โอกาสที่ตรวจพบเป็นคะแนนที่เกี่ยวกับการควบคุมโดยการตรวจหาที่ดีที่สุดในสดมภ์การตรวจหาในการควบคุมการออกแบบปัจจุบัน เมื่อระบุการควบคุมมากกว่า 1 รายการ ควรให้คะแนนโอกาสที่ตรวจพบของรายการควบคุมแต่ละอย่างเป็นส่วนอธิบายการควบคุม ให้บันทึกคะแนนต่ำที่สุดไว้ในสดมภ์โอกาสที่ตรวจพบ

วิธีการที่ควรใช้ในการควบคุมการออกแบบปัจจุบันโดยการตรวจหาเป็นการตั้งสมมุติฐานว่าเกิดความล้มเหลวขึ้นมา แล้วประเมินขีดความสามารถของการควบคุมการออกแบบในปัจจุบันที่จะตรวจพบลักษณะความล้มเหลวเช่นนี้

อย่าเหมารวมโดยอัตโนมัติเสียเลยว่าคะแนนของโอกาสที่จะตรวจพบต่ำเพราะโอกาสที่จะเกิดนั้นต่ำ เรื่องสำคัญเป็นการประเมินขีดความสามารถของการควบคุมการออกแบบเพื่อตรวจหาลักษณะความล้มเหลวที่มีความบ่อยน้อยมาก หรือลดความเสี่ยงต่อไปในกระบวนการส่งงานออกแบบ

โอกาสที่จะตรวจพบเป็นคะแนนสัมพัทธ์ในขอบเขตของ FMEA แต่ละราย เพื่อให้ได้คะแนนต่ำนั้น เรามักต้องปรับปรุงการควบคุมการออกแบบ (กิจกรรมการวิเคราะห์หรือยืนยัน)

เกณฑ์การประเมินที่ควรใช้

ทีมงานควรตกลงเรื่องเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนนแล้วเอาไปใช้งานให้สอดคล้องกัน แม้จะแก้ไขเพื่อวิเคราะห์บางกระบวนการก็ตาม ควรประมาณโอกาสที่จะตรวจพบโดยใช้แนวทางตามตารางที่ Cr3

คะแนนเป็น 1 จะใช้เฉพาะการป้องกันความล้มเหลวจากวิธีแก้ปัญหาการออกแบบที่ได้พิสูจน์แล้วเท่านั้น

โอกาสที่จะตรวจพบ	เกณฑ์--โอกาสที่จะตรวจพบโดยควบคุมการออกแบบ	คะแนน	ความน่าจะเป็นที่จะตรวจพบ
ไม่มีโอกาสตรวจพบ	ไม่ควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน; ไม่วิเคราะห์หรือตรวจไม่พบ	10	แทบเป็นไปไม่ได้
ไม่น่าจะตรวจพบในแต่ละขั้น	การวิเคราะห์/ตรวจหาในการควบคุมการออกแบบมีขีดความสามารถที่จะตรวจหาต่ำ; การวิเคราะห์แบบเสมือน (เช่น CAE, FEA) ไม่สัมพันธ์กับเงื่อนไขการใช้งานจริง	9	น้อยมาก
ยับยั้งหลังจากออกแบบและก่อนผลิต	การยืนยัน/รับรองผลิตภัณฑ์หลังจากออกแบบยับยั้งและก่อนเอาไปผลิตที่ผ่าน/ไม่ผ่านการทดสอบ (ทดสอบระบบหรือระบบย่อยด้วยเกณฑ์การยอมรับ เช่นขับและใช้สอย ประเมินเพื่อส่งมอบ เป็นต้น)	8	น้อย
	การยืนยัน/รับรองผลิตภัณฑ์หลังจากออกแบบยับยั้งและก่อนเอาไปผลิตที่ทดสอบให้ล้มเหลว (ทดสอบระบบหรือระบบย่อยด้วยเกณฑ์การยอมรับ เช่นขับและใช้สอย ประเมินเพื่อส่งมอบ เป็นต้น)	7	ต่ำมาก
	การยืนยัน/รับรองผลิตภัณฑ์หลังจากออกแบบยับยั้งและก่อนเอาไปผลิตที่ทดสอบให้เสื่อม (ทดสอบระบบหรือระบบย่อยด้วยเกณฑ์การยอมรับ เช่นขับและใช้สอย ประเมินเพื่อส่งมอบ เป็นต้น)	6	ต่ำ
หยุดก่อนออกแบบ	การรับรองผลิตภัณฑ์ (ทดสอบความน่าเชื่อถือ พัฒนาหรือทดสอบเพื่อรับรอง) ก่อนออกแบบได้ยับยั้งโดยใช้การทดสอบให้ผ่าน/ไม่ผ่าน (เช่น เกณฑ์การยอมรับของสมรรถนะ ตรวจหาหน้าที่ เป็นต้น)	5	ปานกลาง
	การรับรองผลิตภัณฑ์ (ทดสอบความน่าเชื่อถือ พัฒนาหรือทดสอบเพื่อรับรอง) ก่อนออกแบบได้ยับยั้งโดยใช้การทดสอบให้ล้มเหลว (เช่น เกณฑ์การยอมรับของสมรรถนะ ตรวจหาหน้าที่ เป็นต้น)	4	ค่อนข้างสูง
	การรับรองผลิตภัณฑ์ (ทดสอบความน่าเชื่อถือ พัฒนาหรือทดสอบเพื่อรับรอง) ก่อนออกแบบได้หยุดโดยใช้การทดสอบให้เสื่อม (เช่น เกณฑ์การยอมรับของสมรรถนะ ตรวจหาหน้าที่ เป็นต้น)	3	สูง
วิเคราะห์เชิงเสมือน—ความสัมพันธ์	การวิเคราะห์การออกแบบ/ควบคุมโดยการตรวจหามีขีดความสามารถตรวจหาได้มาก การวิเคราะห์เชิงสมมุติ (เช่น CAE, FEA) มีความสัมพันธ์สูงกับเงื่อนไขการใช้งานจริงหรือที่คาดหวังก่อนยับยั้งการออกแบบ	2	สูงมาก
ตรวจหาไม่ได้, ป้องกันความล้มเหลว	ไม่เกิดสาเหตุหรือลักษณะความล้มเหลวเพราะได้ป้องกันอย่างเต็มที่จากการแก้ปัญหาในการออกแบบ (เช่น มาตรฐานการออกแบบที่พิสูจน์แล้ว วิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด หรือวัสดุทั่วไป เป็นต้น)	1	แทบแน่นอน

ตารางที่ Cr3 เกณฑ์การประเมินโดยป้องกัน/ตรวจหาของ DFMEA/PFMEA

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ใน ห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟ่นไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------	----------	n	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

การกำหนดลำดับความสำคัญของมาตรการ

เมื่อทีมงานได้ระบุลักษณะความล้มเหลวและผลเสีย สาเหตุและการควบคุม รวมทั้งคะแนนของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบในตอนเริ่มแรกแล้ว จะต้องตัดสินว่าจะต้องดำเนินการต่อไปเพื่อลดความเสี่ยงหรือไม่ เนื่องจากมีข้อจำกัดเฉพาะของทรัพยากร เวลา เทคโนโลยี และปัจจัยอื่นๆ จะต้องเลือกวิธีการไปตามลำดับความสำคัญ

เป้าหมายเริ่มแรกของทีมงานควรหันไปยังลักษณะความล้มเหลวที่มีคะแนนระดับความรุนแรงสูงที่สุด เมื่อระดับความรุนแรงเป็น 9 หรือ 10 ทีมงานจะต้องทำให้แน่ใจว่าได้พิจารณาความเสี่ยงจากการควบคุมการออกแบบในตอนนี้ หรือมาตรการที่ได้เสนอแนะ (เช่น จัดทำเป็นเอกสาร FMEA ไว้แล้ว)

สำหรับลักษณะความล้มเหลวที่ระดับความรุนแรงไม่เกิน 8 นั้น ทีมงานควรพิจารณาสาเหตุที่มีคะแนนของโอกาสจะเกิดสูงหรือโอกาสจะตรวจพบสูง ทีมงานมีความรับผิดชอบที่จะมองหาข้อมูลที่ระบุ ตัดสินวิธีการ และกำหนดการให้ลำดับความสำคัญที่ดีที่สุดในการลดความเสี่ยงที่ดีที่สุดต่อองค์กรและลูกค้า

การประเมินความเสี่ยง--ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) (j)

วิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญของมาตรการคือการใช้ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง

RPN=ระดับความรุนแรง (S) x โอกาสที่จะเกิด (O) x โอกาสที่จะตรวจพบ (D)

ตามขอบเขตของ FMEA แต่ละรายนั้น ค่านี้ควรอยู่ระหว่าง 1 กับ 1000

ไม่ควรใช้ค่าจำกัดของ RPN เพื่อกำหนดความจำเป็นของมาตรการ

เมื่อใช้ค่าจำกัดนี้จะเป็นการใช้สมมุติฐานที่ว่า RPN เป็นตัววัดความเสี่ยงสัมพัทธ์ (ที่มักไม่มี) และไม่ต้องใช้การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (ซึ่งต้องมี)

ตัวอย่างเช่น ถ้าลูกค้าให้ค่าจำกัดใดๆ 100 ดังต่อไปนี้ ผู้ขายจะต้องใช้มาตรการต่อลักษณะ B ที่มี RPN เป็น 112

รายการ	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
A	9	2	5	90
B	7	4	4	112

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA งานออกแบบ) | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	เข้าไปถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไปที่เพราะสนิมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ ลไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟันเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟันไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟันและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟันเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟัน (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟัน	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ในตัวอย่างนี้ ค่า RPN สูงกว่าลักษณะ B แต่ควรให้ลำดับความสำคัญต่อ A ที่มีระดับความรุนแรงสูงกว่าคือ 9 แม้ว่า RPN เป็น 90 ที่น้อยกว่าและต่ำกว่าค่าจำกัด

ข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่งในการใช้ค่าจำกัดคือ ไม่มี RPN เฉพาะที่บังคับให้มีมาตรการ

แต่โชคร้ายที่การตั้งค่าจำกัดเช่นนั้นอาจเร่งให้เกิดการกระทำที่ผิดที่ทำให้ทีมงานต้องเสียเวลาในการลองตัดสินโอกาสการเกิดหรือโอกาสที่จะตรวจพบต่ำ เพื่อจะลด RPN การกระทำเช่นนี้จะเลี่ยงการกล่าวถึงปัญหาที่แท้จริงที่อยู่ในสาเหตุของลักษณะความล้มเหลว และเพียงแต่ทำให้ RPN อยู่ต่ำกว่าค่าจำกัดเท่านั้น เรื่องสำคัญคือต้องไม่ลืมว่า เมื่อกำหนดความเสียงที่ยอมรับได้เป็นสิ่งที่ต้องการในเป้าหมายของโปรแกรมบางอย่าง (เช่นการทดลองแล่นรถ) นั้น ก็ควรขึ้นกับการวิเคราะห์ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ และไม่ใช่การใช้ค่าจำกัดของ RPN แต่อย่างใด

การใช้ค่า RPN เพื่อให้ทีมงานหารือกันอาจเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ เราต้องเข้าใจข้อจำกัดของการใช้ RPN แต่ไม่ควรใช้ค่าจำกัดของ RPN เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญ

มาตรการที่เสนอแนะ (k)

โดยทั่วไปแล้ว มาตรการป้องกัน (เช่นการลดโอกาสที่จะเกิด) เป็นสิ่งที่เหมาะสมในมาตรการตรวจหา ตัวอย่างเช่น ใช้มาตรฐานการออกแบบที่พิสูจน์แล้วหรือใช้วิธีปฏิบัติที่ดีที่สุดมากว่าจะยืนยัน/รับรองผลิตภัณฑ์หลังจากยับยั้ง การออกแบบ

เจตนาของมาตรการที่เสนอแนะเป็นการปรับปรุงการออกแบบ ควรระบุมาตรการเหล่านี้โดยพิจารณาที่จะลดระดับคะแนนตามลำดับดังต่อไปนี้คือ ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ ขออธิบายตัวอย่างวิธีการที่จะลดคะแนนเหล่านี้ไว้ดังต่อไปนี้

- ***การลดคะแนนระดับความรุนแรง (S)***: การทบทวนการออกแบบเท่านั้นที่จะลดคะแนนระดับความรุนแรงได้

บางที คะแนนระดับความรุนแรงที่มากจะลดลงเมื่อทบทวนการออกแบบที่ชดเชยหรือเลี่ยงความรุนแรงที่เป็นผลจากความล้มเหลว ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนดของยางก็คือรักษาความดันลมยางในขณะใช้งาน ระดับความรุนแรงของผลของลักษณะความล้มเหลวที่ลดความดันลมอย่างรวดเร็วจะต่ำลงก่อนที่ยางจะแบนแฟบ

การเปลี่ยนแปลงการออกแบบเองไม่ได้หมายถึง การลดระดับความรุนแรง ควรทบทวนการเปลี่ยนแปลงการออกแบบโดยทีมงาน เพื่อกำหนดผลต่อหน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

_____ระบบ _____ ระบบย่อย

_____ ส่วนประกอบ B

รุ่นปี/โปรแกรม D

ทีมงานหลัก G

ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น
(FMEA งานออกแบบ)

ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C

วันสำคัญ E

หมายเลข FMEA A

หน้า.....ใน.....หน้า

จัดทำโดย H

วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน: ควบคุมเชิงป้องกัน	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน: โอกาสที่จะเกิด	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน: ควบคุมโดยการตรวจหา	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน: โอกาสที่ตรวจพบ	RPN	มาตรการที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ: วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ผลของมาตรการ: ความรุนแรง	ผลของมาตรการ: โอกาสที่จะเกิด	ผลของมาตรการ: โอกาสที่จะตรวจพบ	ผลของมาตรการ: RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	เข้าไปถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะสนิมฝนสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		กำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนแร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -สเปคเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						กำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนแร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สโมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						กำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์ฟ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวฟ่นไม่ทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์ฟ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวฟ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวฟ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวฟ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	I	j	k	l	m	----------	----------	n	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

เพื่อให้ใช้วิธีการนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ควรเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการในกระบวนการพัฒนาระยะแรก ตัวอย่างเช่น อาจต้องพิจารณาใช้วัสดุอื่นในระยะแรกของการพัฒนา เพื่อกำจัดระดับความรุนแรงจากการเกิดสนิม

- ***เพื่อลดคะแนนโอกาสที่จะเกิด (O)***: อาจลดคะแนนโอกาสที่จะเกิดอย่างได้ผลโดยกำจัดหรือควบคุมสาเหตุไม่น้อยกว่า 1 อย่างของกลไกของลักษณะความล้มเหลวโดยการทบทวนการออกแบบ ควรพิจารณามาตรการต่างๆ แต่ไม่จำกัดเฉพาะสิ่งต่อไปนี้ คือ
  - ออกแบบโดยป้องกันความผิดพลาดเพื่อกำจัดลักษณะความล้มเหลว
  - ทบทวนการออกแบบเชิงเรขาคณิตและระดับความคลาดเคลื่อนที่ยินยอม
  - ทบทวนการออกแบบเพื่อลดความเค้นหรือทดแทนชิ้นส่วนที่อ่อนแอ (และอาจล้มเหลวได้สูง)
  - เพิ่มระบบสำรอง
  - ทบทวนสเปคของวัสดุ
- ***เพื่อลดโอกาสที่จะตรวจพบ (D)***: วิธีการที่แนะนำเป็นการป้องกันความผิดพลาด/พลั้งเผลอถ้ารับรอง/ยืนยันการออกแบบกันมากขึ้น จะทำให้ลดคะแนนที่จะตรวจพบเท่านั้น ในบางกรณี อาจต้องออกแบบเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนบางตัวเพื่อเพิ่มโอกาสที่จะตรวจพบ (คือลดคะแนนของโอกาสที่จะตรวจพบ) นอกจากนี้ ยังควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้อีกด้วย คือ
  - ออกแบบการทดลอง (โดยเฉพาะเมื่อมีลักษณะความล้มเหลวหลายตัวหรือมีปฏิสัมพันธ์กัน)
  - ทบทวนแผนการทดสอบ

ถ้าการประเมินนำไปสู่การไม่มีมาตรการที่เสนอแนะต่อลักษณะความล้มเหลว/สาเหตุ/การควบคุมที่ร่วมกันแล้ว ให้แสดงไว้โดยกรอกคำว่า "ไม่มี" ในสดมภ์นี้ เรายังอาจใส่เหตุผลที่กรอกว่า "ไม่มี" โดยเฉพาะเมื่อมีระดับความรุนแรงสูง

สำหรับมาตรการในการออกแบบนั้น ให้พิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

- ผลของการออกแบบการทดลองหรือการทดสอบความน่าเชื่อถือ
- การวิเคราะห์การออกแบบ (ความน่าเชื่อถือ สภาพทางโครงสร้างหรือกายภาพของความล้มเหลว) ที่จะยืนยันว่าหนทางแก้ไขมีประสิทธิผล และไม่ทำให้เกิดลักษณะความล้มเหลวใหม่ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้
- แบบแปลน ตาราง หรือหุ่นจำลองเพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของคุณสมบัติเป้าหมาย
- ผลจากการทบทวนการออกแบบ
- การเปลี่ยนแปลงของมาตรฐานทางวิศวกรรมหรือคำแนะนำในการออกแบบที่กำหนด
- ผลการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ

_____ระบบ _____ ระบบย่อย | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

_____ ส่วนประกอบ B | (FMEA งานออกแบบ) | หน้า.....ใน.....หน้า

รุ่นปี/โปรแกรม D | ผู้รับผิดชอบการออกแบบ C | จัดทำโดย H

ทีมงานหลัก G | วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

รายการ / หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจจะเกิดของลักษณะความล้มเหลว	การควบคุมงานออกแบบปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่ตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
LH ประตูหน้า H8HX-0000-A	รักษาความถูกต้องของแผงในประตู	ถ้าไม่ถูกต้องอากาศภายนอกจะเข้าไปในแผงด้านใน	แผงด้านในประตูเสื่อมเพราะกัดกร่อน ประตูที่เสื่อมอายุทำให้ -รูปทรงไม่ดีเพราะลมผ่านสีมาตลอดเวลา -อุปกรณ์ในประตูทำงานบกพร่อง	5		ทำหนดขอบบนของขี้ผึ้งที่ใช้กับแผงในประตูให้ต่ำเกินไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) ของขอบบน -ลแปลเพิ่มขึ้น 125 30 กย.....	5	2	3	30
						ทำหนดความหนาของขี้ผึ้งน้อยไป	ข้อกำหนดในการออกแบบ (#31268) และวิธีปฏิบัติที่ดี (BP 3455)	3	ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	105	ทดสอบกัดกร่อนเร่งในห้องปฏิบัติการ	เอ เทท วิศวกรตัวถัง 3 กย.	ตามผลการทดสอบ (ทดสอบที่ 1481) แสดงว่าความหนาพอแล้ว 30 กย.....	5	2	3	30
												ออกแบบการทดลอง (DOE) ความหนาของขี้ผึ้ง	เจ สไมท์ วิศวกรตัวถัง 18 ตค. ...	DOE แสดงว่าถ้าความหนาเปลี่ยนแปลง 25% ก็ยอมรับได้ 25 ตค.	5	2	3	30
						ทำหนดสูตรของขี้ผึ้งไม่เหมาะสม	มาตรฐานอุตสาหกรรม MS-1893	2	ทดสอบทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ - รายงานที่ 1265 (5) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	5	50	ไม่มี						
						การออกแบบมุมทำให้อุปกรณ์พ่นเข้าไม่ถึงทุกตำแหน่ง		5	ช่วยออกแบบให้หัวพ่นไปทำงาน (8) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	7	175	ทีมงานประเมินโดยใช้อุปกรณ์พ่นและขี้ผึ้งที่กำหนด	ที เอดวาร์ด วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	จากผลการทดสอบมีรูระบายอากาศเพิ่มอีก 3 รูในส่วนที่กระทบ (ไม่ให้ผิดพลาด) 15 ธค.	5	1	1	5
						มีช่องว่างไม่พอระหว่างแผงที่จะให้หัวพ่นเข้าไป		4	ประเมินแบบแปลนส่วนเข้าถึงของหัวพ่น (4) ทดสอบความทนทานของรถ T-118 (7)	4	80	ทีมงานประเมินโดยใช้ชุดช่วยออกแบบและหัวพ่น	วิศวกรตัวถังและประกอบส่วน 15 พย.	ผลการประเมินพบว่ามีช่องว่างมากพอ 15 ธค.	5	2	4	40
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	------	------n	------	

ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์ม DFMEA ตัวอย่างที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างการกรอก

ตารางที่ 3.7 ให้ตัวอย่างของสาเหตุ (สดมภ์ f) การควบคุม (สดมภ์ h) และมาตรการที่เสนอแนะ (สดมภ์ k)

ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย (l)

ให้กรอกชื่อบุคคลและองค์กรที่รับผิดชอบต่อการใช้มาตรการที่เสนอแนะให้สิ้นสุด รวมทั้งวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย วิศวกรออกแบบ/หัวหน้าทีมจะรับผิดชอบเพื่อให้แน่ใจว่า ได้ใช้หรือกล่าวถึงมาตรการที่เสนอแนะทั้งหมดแล้วอย่างพอเพียง

ผลของมาตรการ (m-n)

ตอนนี้ระบุผลของมาตรการที่สิ้นสุดและผลต่อคะแนนระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ กับ RPN

มาตรการที่ใช้กับวันที่สิ้นสุด (m)

เมื่อเอามาตรการไปใช้แล้ว ให้กรอกคำอธิบายโดยย่อของมาตรการที่ใช้และวันที่สิ้นสุดอย่างแท้จริง

ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ กับ RPN(n)

เมื่อสิ้นสุดมาตรการป้องกัน/แก้ไขแล้ว ให้กำหนดและบันทึกผลของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ

คำนวณและบันทึกตัวชี้ลำดับความสำคัญของมาตรการที่เป็นผล (เช่น RPN)

ควรทบทวนคะแนนที่ได้แก้ไขทั้งหมด มาตรการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประกันได้ว่าปัญหาได้รับการแก้ไขแล้ว (หรือกล่าวถึงสาเหตุแล้ว) ดังนั้น การวิเคราะห์หรือการทดสอบที่เหมาะสมควรสิ้นสุดโดยการยืนยัน หากเห็นว่าต้องมีมาตรการต่อไปแล้ว ให้วิเคราะห์ซ้ำอีก ควรเน้นเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

รายการ	ลักษณะความล้มเหลว	สาเหตุ	ควบคุมเชิงป้องกัน	ควบคุมโดยการตรวจหา	มาตรการที่เสนอแนะ
ระบบดิสก์เบรค	รถไม่หยุด	การเชื่อมโยงทางกลไกชำรุดเพราะป้องกันสนิมได้ไม่พอ	ออกแบบตามมาตรฐานวัสดุ MS-845	ทดสอบความเค้นในสภาพแวดล้อม 03-9963	เปลี่ยนมาใช้เหล็กสเตนเลส
		สุญญากาศของหม้อลมเบรคล็อกเพราะออกแบบซีลไม่ดี	ออกแบบตามเดิมด้วยข้อกำหนดรอบหน้าที่เดิม	ทดสอบความดันเปลี่ยนแปลง—ระดับระบบ	ออกแบบซีลแบบเดิม
		ขาดน้ำมันเบรคจากสายเบรคเพราะสเปคขันทอร์คข้อต่อไม่ถูกต้อง	ออกแบบตามข้อกำหนดของโมเมนต์บิด—3993	ทดสอบความเค้น—ความสั่นสะเทือนเป็นขั้น 08-1950	แก้ไขข้อต่อจากแบบสกรูเป็นแบบล็อกง่ายๆ
		ขาดน้ำมันเบรคเพราะสายเบรคแฟบ/กด กำหนดวัสดุท่อไม่เหมาะสม	ออกแบบตามมาตรฐานวัสดุ MS-1178	ออกแบบการทดลอง (DOE)—ความยืดหยุ่นของท่อ	แก้ไขการออกแบบท่ออ่อนจาก MS-1178 เป็น MS-2025 เพื่อเพิ่มกำลัง

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างของสาเหตุ การควบคุมและมาตรการที่เสนอแนะ

การคงไว้ซึ่ง DFMEAs

DFMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิตและควรทบทวนเมื่อออกแบบและปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามที่จำเป็น ควรมีรายการปรับปรุงมาตรการที่เสนอแนะใน DFMEA รอบต่อไปร่วมกับผลขั้นสุดท้าย (สิ่งที่ได้ผลและสิ่งที่ไม่ได้ผล)

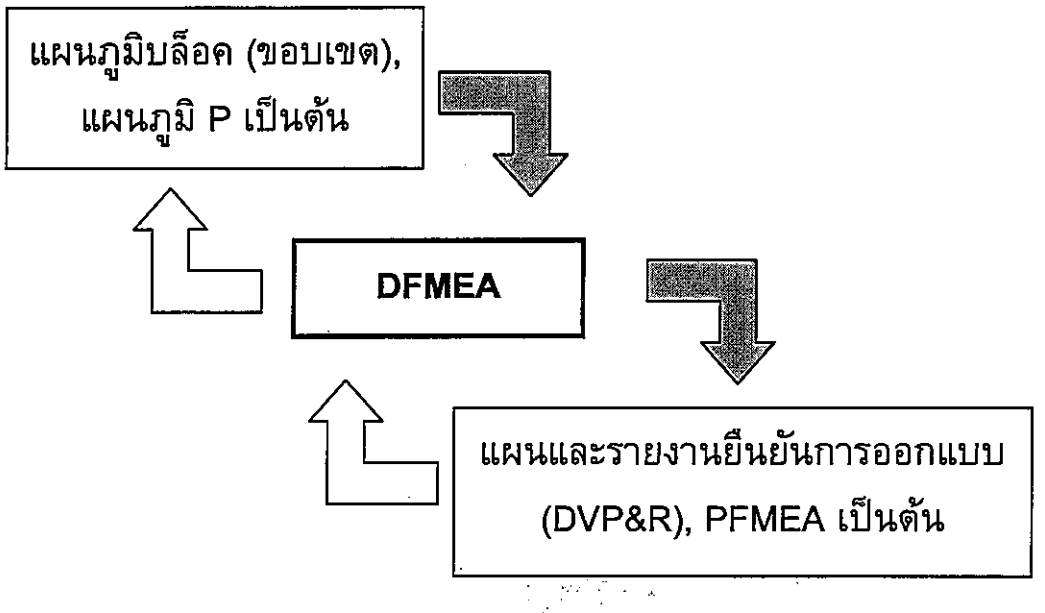
ปัจจัยอื่นในการคงไว้ของ DFMEA ควรมีการทบทวนเป็นระยะของระดับคะแนนที่ใช้กับ DFMEA ควรให้การเน้นเป็นพิเศษต่อคะแนนโอกาสที่จะเกิดและโอกาสที่จะตรวจพบ เรื่องนี้จะมีความสำคัญเป็นพิเศษเมื่อทำการปรับปรุงจากการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในการควบคุมการออกแบบ นอกจากนี้ ถ้ามีประเด็นเกี่ยวกับสถานที่ใช้งานอยู่ด้วยแล้ว ก็ควรทบทวนคะแนนไปด้วย

การขยายผล DFMEAs

ถ้าหน้าที่ของโครงการหรือการใช้งานใหม่คล้ายกับของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว อาจใช้ DFMEA เดียว เมื่อลูกค้าเห็นด้วย เมื่อใช้ DFMEA ที่พื้นฐานเหมาะสมเป็นจุดเริ่มต้น จะให้โอกาสมากที่สุดที่จะเอาประสบการณ์และองค์ความรู้เก่ามาใช้ ถ้าแตกต่างกันเล็กน้อยแล้ว ทีมงานควรระบุและเน้นต่อผลจากสิ่งที่แตกต่างกัน

ความเชื่อมโยง

DFMEA ไม่ได้เป็นเอกสารโดดๆ ตัวอย่างเช่น เอาท์พุทของ DFMEA อาจเป็นอินพุทของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป เป็นข้อสรุปของข้อหารือและการวิเคราะห์ของทีมงาน รูปที่ 3.7 แสดงถึงความเชื่อมโยงของเอกสารบางอย่างที่มักใช้กัน



รูปที่ 3.7 ลำดับของปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลใน DFMEA

แผนและรายงานยืนยันการออกแบบ (DVP&R)

DFMEA และ DVP&R มีความเชื่อมโยงที่สำคัญมาก DFMEA ระบุและจัดทำเอกสารของการควบคุมการออกแบบปัจจุบันในเชิงการป้องกันและโดยการตรวจหา ที่กลายเป็นอินพุทของรายละเอียดการทดสอบใน DVP&R ทั้งนี้ DFMEA จะระบุว่าอะไรคือการควบคุม ส่วน DVP&R จะบอกถึงเกณฑ์การยอมรับ ขั้นตอนและขนาดของตัวอย่าง

PFMEA

การเชื่อมโยงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งอยู่ที่ PFMEA กับ DFMEA ตัวอย่างเช่น ลักษณะความล้มเหลวของกระบวนการ (PFMEA) หรือลักษณะความล้มเหลวของการออกแบบ (DFMEA) อาจให้ผลต่อผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาจจะเกิดเหมือนกัน ในกรณีนี้ ควรสะท้อนผลของลักษณะความล้มเหลวของการออกแบบเป็นผลและคะแนนระดับความรุนแรงของ DFMEA และ PFMEA

บทที่ 4
การวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลว และการวิเคราะห์ผลในกระบวนการ

คำนำ

FMEA ของกระบวนการ ที่เรียกว่า PFMEA จะสนับสนุนการพัฒนากระบวนการผลิตโดยลดความเสี่ยงจากความล้มเหลวโดย

- การระบุและประเมินบทบาทและข้อกำหนดของกระบวนการ
- การระบุและประเมินลักษณะความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่อาจจะเกิด และผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลวต่อกระบวนการและลูกค้า
- การระบุสาเหตุที่อาจจะเกิดของกระบวนการผลิตหรือประกอบส่วน
- การระบุตัวแปรของกระบวนการที่จะเน้นการควบคุมกระบวนการเพื่อลดโอกาสที่จะเกิด หรือลดการตรวจพบเงื่อนไขของความล้มเหลว และ
- ช่วยให้สามารถสร้างระบบจัดลำดับความสำคัญของมาตรการแก้ไข/ป้องกันและการควบคุม

PFMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิตและควรจะ

- เริ่มต้นก่อน หรือในขั้นศึกษาความเหมาะสม
- เริ่มต้นก่อนจัดหาเครื่องมือเพื่อการผลิต
- พิจารณาการผลิตทั้งหมดจากส่วนประกอบแต่ละส่วนที่เอามาประกอบกัน และ
- มีทุกกระบวนการในโรงงานที่จะมีผลกระทบต่อการผลิตและการประกอบส่วน เช่น การส่งมอบ การรับ การขนส่งวัสดุ การเก็บ การลำเลียงหรือการติดป้าย

ควรทบทวนและวิเคราะห์กระบวนการใหม่หรือกระบวนการที่แก้ไขเพื่อคาดคะเน แก้ไข หรือติดตามสิ่งที่กังวลและอาจเกิดในกระบวนการในระหว่างขั้นวางแผนการผลิตรุ่นใหม่หรือโปรแกรมส่วนประกอบใหม่

PFMEA มีสมมุติฐานว่าผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบจะตรงกับเจตนาที่ออกแบบลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความอ่อนแอของการออกแบบอาจมีอยู่ใน PFMEA ผลและการเสี่ยงนั้นควรครอบคลุมอยู่ใน FMEA ของการออกแบบ

PFMEA ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อจะเอาชนะข้อจำกัดในกระบวนการ อย่างไรก็ตาม จะได้พิจารณาลักษณะที่ออกแบบผลิตภัณฑ์ไปตามกระบวนการผลิตหรือประกอบส่วนที่วางแผน เพื่อให้แน่ใจว่า หากกระทำได้แล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจะตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของของลูกค้า ตัวอย่างเช่น การพัฒนา PFMEA มักมีสมมุติฐานว่าเครื่องจักรอุปกรณ์ตรงตามเจตนาที่ออกแบบ ดังนั้นจึงไม่อยู่ในขอบเขตที่วิเคราะห์ อาจต้องพิจารณากลไกการควบคุมชิ้นส่วนและวัสดุที่เข้ามาตามข้อมูลในระยะก่อน

ลูกค้าที่กำหนด

คำจำกัดความของคำว่า "ลูกค้า" ใน PFMEA มักเป็นผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตาม ลูกค้ายังอาจเป็นผู้ผลิตหรือประกอบส่วน บริการ หรือควบคุม ในลำดับถัดไปหรือด้านปลายน้ำ[5]

วิธีการทีมงาน

เราพัฒนาและคงไว้ซึ่ง PFMEA ด้วยทีมงานสหสาขาวิชา (หรือทีมงานไขว้บทบาท) ที่มักมีผู้นำเป็นวิศวกรที่รับผิดชอบ ในการพัฒนา PFMEA ในระยะแรกนั้น วิศวกรที่รับผิดชอบ/หัวหน้าทีมถูกคาดหมายให้รวมตัวแทนทางตรงและมีบทบาทจากทุกสายงานที่ได้รับผลกระทบ สายงานเหล่านี้ควรจะรวม แต่ไม่จำกัดเฉพาะงานออกแบบ ประกอบส่วน ผลิต วัสดุ คุณภาพ บริการ ผู้ขาย และสายงานที่รับผิดชอบในการประกอบส่วนขั้นต่อไป PFMEA เป็นตัวเร่งและกระตุ้นให้แลกเปลี่ยนไอเดียกันระหว่างสายงานที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นจึงเร่งให้ใช้วิธีการแบบทีมงาน

ข้อพิจารณาทางการออกแบบ

ทีมงานควรมีสมมุติฐานว่า ผลิตภัณฑ์ได้รับการออกแบบโดยตอบสนองเจตนาในการออกแบบ

ในการพัฒนา PFMEA นั้น ทีมงานอาจระบุโอกาสในการออกแบบที่เมื่อเอาไปใช้แล้ว จะกำจัดหรือลดโอกาสที่จะเกิดลักษณะความล้มเหลว ตัวอย่างเช่น การเพิ่มคุณสมบัติให้ชิ้นส่วน และให้คุณสมบัตินั้นตรงกับตัวยึด ก็จะกำจัดโอกาสที่พนักงานจะวางชิ้นส่วนนั้นในทิศทางที่ผิด ต้องให้ข้อมูลเช่นนั้นแก่วิศวกรออกแบบที่รับผิดชอบ และพนักงานที่รับผิดชอบในการออกแบบเครื่องมือ/อุปกรณ์/ตัวยึด เพื่อพิจารณาและเอาไปใช้ หากกระทำได้

[5] ดูคำอธิบายในบทที่ 2 ลูกค้าที่กำหนด

การพัฒนา FMEA ของกระบวนการ

วิศวกรที่รับผิดชอบกระบวนการ/หัวหน้าทีมมีเอกสารจำนวนหนึ่งที่จะเป็นประโยชน์ในการจัดทำ PFMEA โดยที่ PFMEA จะเริ่มจากการพัฒนารายการของสิ่งที่คาดหมายจากกระบวนการ และสิ่งที่คาดหมายว่าจะไม่มี นั่นคือเจตนาของกระบวนการนั่นเอง

PFMEA ควรเริ่มจากแผนภูมิของกระบวนการทั่วไป แผนภูมินี้ควรระบุลักษณะของผลิตภัณฑ์/กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานแต่ละอย่าง ควรมีการระบุผลของผลิตภัณฑ์จาก DFMEA ที่สมนัยกัน ควรแนบสำเนาของแผนภูมิที่ใช้จัดทำ PFMEA เอาไว้ด้วย

เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดทำเอกสารของการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่อาจจะเกิดนั้น เราได้พัฒนาตัวอย่างแบบพิมพ์ PFMEA และแนบไว้แล้วในภาคผนวก A เราจะอธิบายข้อมูลขั้นต่ำที่ต้องการสำหรับ PFMEA ได้ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 4.1 อีกด้วย)

ข้อแม้เบื้องต้น

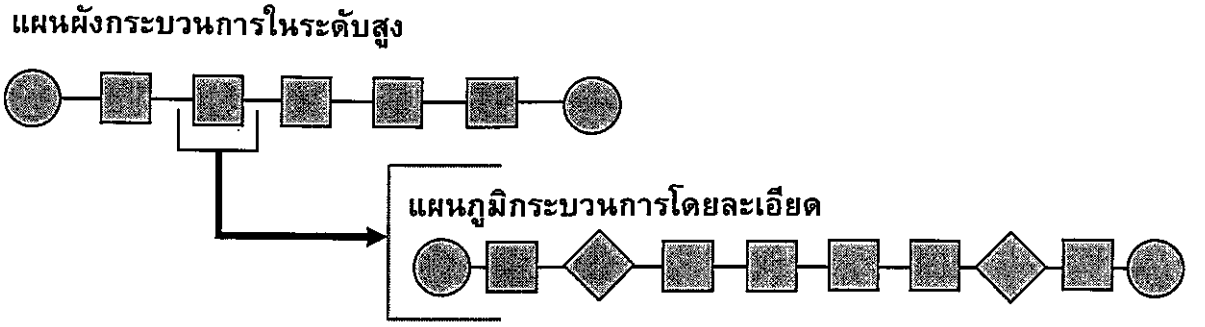
ควรเริ่ม PFMEA จากการพัฒนาข้อมูลเพื่อเข้าใจถึงการผลิตและการประกอบส่วนที่วิเคราะห์และตั้งข้อกำหนดเอาไว้

แผนภูมิกระบวนการเป็นอินพุทเบื้องต้นของ PFMEA เราใช้แผนภูมิเป็นเครื่องมือช่วยสร้างของเขตของการวิเคราะห์ในระหว่างการออกแบบระบบการผลิต

แผนภูมิกระบวนการและความเชื่อมโยงกับ PFMEA

แผนภูมิกระบวนการ[6] จะอธิบายลำดับของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการ—ตั้งแต่เข้ามาจนออกไป ซึ่งควรมีขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตและประกอบส่วน และเอาท์พุทที่เกี่ยวข้อง (ลักษณะของผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนด สิ่งที่ส่งมอบ เป็นต้น) และอินพุท (ลักษณะของกระบวนการ แหล่งของความเปลี่ยนแปลง เป็นต้น) รายละเอียดของลำดับกระบวนการจะขึ้นกับขั้นที่มีการหารือการพัฒนากระบวนการ แผนภูมิกระบวรการเริ่มแรกมักถือว่าเป็นแผนผังกระบวนการในระดับสูง ต้องมีการวิเคราะห์รายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อจะระบุถึงลักษณะความล้มเหลวที่อาจจะเกิดขึ้น

[6] แผนภูมิกระบวนการยังอาจเรียกได้อีกว่า แผนภูมิลำดับกระบวนการ (Process flow chart)



รูปที่ 4.1 แผนผังกระบวนการในระดับสูง

PFMEA ควรสอดคล้องกับข้อมูลในแผนภูมิกระบวนการ ขอบเขตของแผนภูมิกระบวนการควรมีการผลิตทั้งหมด ตั้งแต่การแปรรูปชิ้นส่วนแต่ละชิ้น จนถึงการประกอบส่วน รวมทั้งการส่งมอบ รับ ขนส่งวัสดุ เก็บ ลำเลียง ติดป้าย เป็นต้น อาจประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นโดยใช้แผนภูมิกระบวนการเพื่อระบุว่า การปฏิบัติหรือขั้นตอนใดอาจมีผลกระทบต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ และควรอยู่ใน PFMEA

มีการพัฒนา PFMEA ต่อไปโดยการระบุข้อกำหนดของกระบวนการ/หน้าที่แต่ละอย่าง ข้อกำหนดเป็นเอาท์พุทของการปฏิบัติ/ขั้นตอนนั้นๆ และเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ข้อกำหนดจะให้รายละเอียดของสิ่งที่ควรจะได้ในแต่ละขั้น/การปฏิบัติ ข้อกำหนดทำให้ทีมงานมีพื้นฐานในการระบุลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นได้

เพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง ควรจะให้ทีมงานไขว้บทบาทเดียวกันมาพัฒนาแผนภูมิกระบวนการ PFMEA และแผนการควบคุม

ดูตัวอย่างของแผนภูมิกระบวนการจากรูปที่ 4.2

แผนก..... หน้า 1 ใน 2

ผลิตภัณฑ์/บริการ ..... ชิ้นส่วนขับสายพาน.....หมายเลข ..... วันที่ 24 กันยายน 2541

แหล่งที่เปลี่ยนแปลง (จากประสบการณ์)	ลำดับของกระบวนการ	ส่งที่ส่งมอบ (ผลจากขั้นนี้)
	05 05 05	OD1, LD1 MH1, ND1, ND2
ส่วนที่หก การหยิบฉวยที่หยาบ	800 เข้าก่อนออกก่อน	ไม่เสียหาย
ความแข็งของวัสดุ โครงสร้าง และขนาด ความสกปรกและความดันของสารหล่อเย็น ตั้งค่าเครื่องมือมาก่อน การบำรุงรักษา ความสม่ำเสมอเครื่องมือ (สอด)	10 5 10 5	LD1, ID5, LD5 ND1, CN1, RO1 วางตำแหน่งเส้นกึ่งกลาง อ 0001A
ขาดการบำรุงรักษา	250 เข้าก่อนออกก่อน	ไม่เสียหาย
ความสม่ำเสมอของวัตถุดิบ ความสม่ำเสมอของเครื่องมือ (สอด) ตั้งค่าไม่ถูกต้อง เอาเศษโลหะออกได้ไม่ดี (เช่น สารหล่อเย็นมีความดันน้อยเกินไป)	เจาะ และไส 20 20	OD1, OD2, OD3, OD4 RA1, RA2, RA3 ND1, RO1 LD2-I, LD3-I, LS4-I
ตั้งค่าไม่ถูกต้อง ความสม่ำเสมอของเครื่องมือ การไหลของสารหล่อเย็น ความสอดคล้อง/แม่นยำของเดรส/ส่วนชดเชย	ขัด 30	OD1, RO1, MI1 ผิวไม่เสียหาย
ชิ้นส่วนสกปรก/เปื้อนน้ำมัน บำรุงรักษามาตรวัดไม่ดี	ตรวจสอบ 40	ชิ้นส่วนของเสียทั้งหมด wt OD1, RO1, LD1
การบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	ล้าง 50	ND3 ผิวไม่เสียหาย
	ส่งมอบ	สภาพทั่วไป-ผลผลิต 400 ชิ้น/กะ

การปฏิบัติหรือกิจกรรม ตรวจสอบ 10% เก็บ ล่าช้า พนักงาน (เต็มเวลา)

ปฏิบัติ/กิจกรรมมีการตรวจสอบ ขนส่ง (ไม่เต็มเวลา)

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการ

เครื่องมือและแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

แหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อทีมงานที่จะเน้นและหารือเกี่ยวกับข้อกำหนดของกระบวนการจะประกอบด้วย

- DFMEA
- แบบแปลนและบันทึกการออกแบบ
- รายการกระบวนการ
- ตารางสหสัมพันธ์ (ลักษณะ)
- ของเสียภายในและภายนอก (ที่ลูกค้า) (เช่น รู้ลักษณะความล้มเหลวจากข้อมูลในระยะก่อน)
- ประวัติคุณภาพและความน่าเชื่อถือ

ข้อมูลการวิจัย

หลังจากกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แล้ว ทีมงานควรจะเริ่มโดยการทบทวนข้อมูลในระยะก่อน สาขาที่ทบทวนควรจะมีดังนี้

- บทเรียนที่ได้จากการใช้การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการก่อน
- ข้อมูลที่มีและเป็นวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด เช่นแนวทางและมาตรฐาน สเปคของชิ้นส่วน หรือวิธีป้องกันความผิดพลาด

ข้อมูลสมรรถนะด้านคุณภาพจากการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการก่อนๆ ที่คล้ายกันจะมีรายการเช่น ผลผลิตจากกระบวนการ[7] จำนวนต่อล้านส่วน (PPM) ดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ (C_{pk} และ P_{pk}) และตารางการประกัน

ข้อมูลอาจเป็นอินพุทที่มีประโยชน์ในการกำหนดคะแนนของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ

เมื่อพิจารณาข้อแม้เบื้องต้นเหล่านี้แล้ว ก็เริ่มกรอกแบบฟอร์ม (ดูตารางที่ 4.1 ข้างล่าง)

[7] คุณภาพเริ่มแรก (FTQ), ค่าทดสอบผ่านระยะแรก (FTT)

รายการ B | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น | หมายเลข FMEA A

รุ่นปี/โปรแกรม D | (FMEA ของกระบวนการ) | หน้า.....ใน.....หน้า

ทีมงานหลัก G | ผู้รับผิดชอบกระบวนการ C | จัดทำโดย H

วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือสอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับในไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอและใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ธค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m					

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ตัวอย่างแบบฟอร์ม PFMEA

แบบฟอร์มในตัวอย่างของคู่มืออ้างอิงฉบับนี้เป็นแนวทางในการจัดทำเอกสารการหารือและวิเคราะห์ของทีมงานขององค์ประกอบของ PFMEA และมีรายการ***น้อยที่สุด***ที่มักคาดหมายจาก OEM

อาจเปลี่ยนแปลงลำดับและเพิ่มจำนวนของสดมภ์ ตามความต้องการและความคาดหมายขององค์กรและลูกค้า ในหลายๆ กรณี แบบพิมพ์ที่ส่งไปต้องได้รับการอนุมัติจากลูกค้า

ส่วนหัวของแบบฟอร์ม FMEA ของกระบวนการ (ช่อง A-H)

ข้อความต่อไปนี้เป็นคำอธิบายข้อมูลที่จะกรอกลงในแบบฟอร์ม

หัวของ PFMEA ควรระบุขอบเขตของ PFMEA และข้อมูลที่เกี่ยวกับการจัดทำเอกสารของกระบวนการพัฒนาและควบคุมไว้อย่างชัดเจน และควรมีหมายเลข FMEA คำแสดงขอบเขต ผู้รับผิดชอบการออกแบบ วันที่สิ้นสุด เป็นต้น ส่วนหัวควรมีรายการดังต่อไปนี้[8]

หมายเลข FMEA (A)

กรอกตัวเลขและตัวอักษรที่ใช้ระบุเอกสาร PFMEA ใช้เพื่อการควบคุมเอกสาร

รายการ (B)

กรอกชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบที่จะวิเคราะห์กระบวนการ

ผู้รับผิดชอบกระบวนการ (C)

กรอก OEM องค์กร และแผนกหรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการออกแบบกระบวนการ และกรอกชื่อองค์กรผู้ขาย ถ้ามี

รุ่นปี/โปรแกรม (D)

กรอกรุ่นปีและโปรแกรมที่ตั้งใจจะใช้หรือได้รับผลจากกระบวนการที่จะวิเคราะห์ (ถ้ารู้)

[8] ตัวอักษรที่ตอนท้ายของแต่ละหัวข้อแสดงตำแหน่งที่อ้างถึงในแบบพิมพ์

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน: ควบคุมเชิงป้องกัน	กระบวนการปัจจุบัน: โอกาสที่จะเกิด	กระบวนการปัจจุบัน: ควบคุมโดยการตรวจหา	กระบวนการปัจจุบัน: โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ: วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ผลของมาตรการ: ระดับความรุนแรง	ผลของมาตรการ: โอกาสที่จะเกิด	ผลของมาตรการ: โอกาสที่จะตรวจพบ	ผลของมาตรการ: RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนโลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นจุดต้น -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอและใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 1 ธค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจด้วยอ่างไนต๊อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ--พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิด การควบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------		n	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

วันสำคัญ (E)

กรอกวันที่ส่ง PFMEA ครั้งแรก ที่ไม่ควรเกินวันที่เริ่มผลิต ถ้าเป็นองค์กรขนาดเล็ก วันที่นี้ไม่ควรเกินวันที่ลูกค้าขอให้ส่งกระบวนการอนุมัติชิ้นส่วนที่ผลิต (PPAP)

วันที่ของ FMEA (F)

กรอกวันที่ที่ทำ PFMEA เริ่มแรกเสร็จ และวันที่ทบทวนล่าสุด

ทีมงานหลัก (G)

กรอกสมาชิกทีมงานที่รับผิดชอบในการพัฒนา PFMEA อาจมีข้อมูลการติดต่อ (เช่น ชื่อ องค์กร หมายเลขโทรศัพท์ และอีเมล) ในเอกสารเพิ่มเติมเพื่อการอ้างอิง

จัดทำโดย (H)

กรอกชื่อและข้อมูลการติดต่อรวมทั้งองค์กร (บริษัท) ของวิศวกรที่รับผิดชอบในการจัดทำ PFMEA

เนื้อหาของแบบฟอร์ม PFMEA (ช่อง a-n)

เนื้อหาของ PFMEA มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น และมาตรการปรับปรุงที่เอามาใช้[9]

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่/ข้อกำหนด (a)

อาจแยกขั้นของกระบวนการ/หน้าที่ออกเป็น 2 สดมภ์ (หรือมากกว่า) หรือรวมเป็นสดมภ์เดียวที่ต่อกัน และสะท้อนถึงรายการเหล่านี้ อาจมีรายการส่วนประกอบในสดมภ์ของขั้นของกระบวนการ/หน้าที่ และอาจเพิ่มสดมภ์ที่มีหน้าที่หรือข้อกำหนดของรายการนั้น "ขั้นของกระบวนการ" "หน้าที่" และ "ข้อกำหนด" จะมีคำอธิบายดังต่อไปนี้

[9] ตัวอักษรที่ตอนท้ายของแต่ละหัวข้อแสดงเนื้อที่ที่อ้างถึงในแบบฟอร์มตัวอย่าง

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ			
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในบาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวย เพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ทค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอและใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ทค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ไร้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------n----------		

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ขั้นของกระบวนการ (a1)

กรอกตัวระบุขั้นของกระบวนการ/หน้าที่/ข้อกำหนดหรือการปฏิบัติที่วิเคราะห์ ตามกระบวนการที่ให้หมายเลขและคำศัพท์ ตัวอย่างเช่น กรอกหมายเลขและตัวชี้บ่ง (เช่น ชื่อ) ตารางหมายเลขกระบวนการ ลำดับ และคำที่ใช้จะสอดคล้องกับที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการ เพื่อให้ติดตามได้และสัมพันธ์กับเอกสารอื่น (แผนการควบคุม คำสั่งต่อพนักงาน เป็นต้น) และควรมีรายการซ่อมและแก้ไขอีกด้วย

หน้าที่ของกระบวนการ (a2)

กรอกหน้าที่ของกระบวนการที่สมนัยกับขั้นของกระบวนการหรือการปฏิบัติที่วิเคราะห์ หน้าที่ของกระบวนการจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์หรือเจตนาของการปฏิบัติ ควรมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อจำกัดจำนวนขั้นที่จะรวมไว้เฉพาะที่ค่าหรือสิ่งอื่นๆ อาจมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ในทางลบ ถ้าวิเคราะห์หลายหน้าที่ของกระบวนการในการปฏิบัติอย่างหนึ่ง ควรเรียงกันให้สมนัยกับข้อกำหนด เพื่อช่วยพัฒนาลักษณะความล้มเหลวที่เกี่ยวข้อง

หน้าที่ของกระบวนการเป็น a2 ถ้าแยกขั้นของกระบวนการกับหน้าที่ของกระบวนการออกจากกัน

ข้อกำหนด (a2)

เขียนข้อกำหนดของหน้าที่ของกระบวนการแต่ละข้อที่วิเคราะห์ ข้อกำหนดเป็นอินพุทของกระบวนการที่กำหนดให้ตรงกับเจตนาในการออกแบบและข้อกำหนดอื่นของลูกค้า ถ้ามีข้อกำหนดมากกว่า 1 ข้อกับหน้าที่ที่กำหนดให้ ก็ควรเรียงให้ตรงกับลักษณะความล้มเหลวที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์

ข้อกำหนดกลายเป็น a3 ถ้าแยกขั้นของกระบวนการและหน้าที่ของกระบวนการออกเป็นสดมภ์ต่างกัน คือ a1 และ a2

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA ของกระบวนการ)		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D			หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวพ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดพ่น	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ตค. ...	ไส่ล็อป ตรวจพ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												พ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวพ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองพ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอและใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวพ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวพ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวพ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาพ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวพ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวพ่นอัตโนมัติ--พนักงานเริ่มพ่น ไทเมอร์ปิดการลาบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	I	j	k	I	m		----------	----------	---n---	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น (b)

กำหนดว่าลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นเป็นลักษณะที่กระบวนการอาจล้มเหลวที่ตอบสนองข้อกำหนดของกระบวนการ (รวมทั้งเจตนาในการออกแบบ)

ในการจัดทำ FMEA นั้น ให้ตั้งสมมุติฐานว่าชิ้นส่วน/วัสดุที่เข้ามานั้นมีความถูกต้อง อาจมีข้อยกเว้นโดยทีมงาน FMEA เมื่อข้อมูลที่ผ่านมาแสดงว่าคุณภาพของชิ้นส่วนที่เข้ามานั้นบกพร่อง ทีมงานยังควรตั้งสมมุติฐานว่าการออกแบบพื้นฐานของผลิตภัณฑ์นั้นถูกต้อง แต่ถ้ามีประเด็นการออกแบบที่มีผลต่อกระบวนการนั้นแล้ว ควรแจ้งรายการนั้นไปยังทีมงานออกแบบเพื่อทำการแก้ไข

ให้ทำรายการลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติใดๆ ในรูปของข้อกำหนดของกระบวนการ (เช่น ที่จัดทำเป็นเอกสารในแผนภูมิของกระบวนการ) ให้ตั้งสมมุติฐานว่าอาจเกิดความล้มเหลว แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นจริงๆ ควรอธิบายถึงลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ไว้เป็นภาษาทางเทคนิค ไม่ใช่เป็นอาการที่ลูกค้าจะสังเกตได้ ให้ดูตัวอย่างดังต่อไปนี้

ขั้นตอนของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น
ปฏิบัติการ 20 : ติดเบาะที่นั่งเข้ากับรางโดยใช้ประแจทอร์ค	สกรู 4 ตัว	มีสกรูน้อยกว่า 4 ตัว
	สกรูที่กำหนด	ใช้สกรูผิด (ขนาดโตไป)
	ลำดับการประกอบ : ใส่สกรูตัวแรกที่รูขวาหน้า	ใส่สกรูในรูอื่นๆ
	สกรูยึดเต็มที่	สกรูไม่ยึดเต็มที่
	ใช้ทอร์คตามสเปคทอร์คไดนามิก	สกรูทอร์คสูงเกินไป
		สกรูทอร์คต่ำเกินไป

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างของสดมภ์ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่/ข้อกำหนดในแบบฟอร์ม PFMEA รวมทั้งลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น

ถ้าให้ข้อกำหนดไว้ดีพอ ก็จะเห็นลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นได้ทันทีโดยกำหนดเงื่อนไขที่ไม่ตรงกับข้อกำหนดบางอย่าง ข้อกำหนดแต่ละอย่างอาจมีลักษณะความล้มเหลวหลายอย่าง ถ้ามีลักษณะความล้มเหลวจำนวนมากต่อข้อกำหนดข้อเดียว แสดงว่าให้ข้อกำหนดไว้ไม่ดีพอ

ให้ตั้งสมมุติฐานว่า อาจเกิดความล้มเหลวแต่ก็ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นอย่างแท้จริง--จึงใช้คำว่า "ที่อาจเกิดขึ้น"

อาจรับรองความครบถ้วนของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทบทวนสิ่งผิดพลาดหรือสิ่งที่กังวลในอดีต

รายการ B | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA ของกระบวนการ) | หมายเลข FMEA A

รุ่นปี/โปรแกรม D | หน้า.....ใน.....หน้า

ทีมงานหลัก G | ผู้รับผิดชอบกระบวนการ C | จัดทำโดย H

วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเลื่อนทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ไขมันสอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ตค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนปรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนปรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	ปรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------	----------	----------	----------

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

รายงานของเสียหรือชิ้นงานที่ไม่ยอมรับ และการระดมสมอง แหล่งเช่นนี้ยังควรมีการเปรียบเทียบกระบวนการที่คล้ายกัน และทบทวนเคลมของลูกค้า (ผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายและการปฏิบัติการในขั้นต่อไป) ที่เกี่ยวกับส่วนประกอบที่คล้ายกัน

ผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว (c)

กำหนดว่าผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลวเป็นผลของลักษณะความล้มเหลวต่อหน้าที่ ตามที่ลูกค้ารับรู้

ให้อธิบายถึงผลของความล้มเหลวในรูปแบบที่ลูกค้าอาจไม่สังเกตหรือไม่มีประสบการณ์ โดยจำว่าลูกค้าอาจเป็นลูกค้าในบริษัทหรือผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายก็ได้ ลูกค้าในกรณีนี้อาจเป็นปฏิบัติการขั้นต่อไป ปฏิบัติการหรือตำแหน่งที่ตามมา ตัวแทนขาย และ/หรือเจ้าของรถยนต์ ต้องพิจารณาแต่ละรายการเมื่อประเมินผลที่อาจเกิดจากความล้มเหลว ผลิตภัณฑ์ที่มีผลใน PFMEA ควรสอดคล้องกับรายการสมนัยใน DFMEA

ถ้าลักษณะความล้มเหลวอาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยหรือเกิดการละเมิดกฎหมาย ก็ควรระบุไว้อย่างชัดเจนใน PFMEA

สำหรับผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายนั้น ควรกล่าวถึงผลไว้ในรูปของสมรรถนะของผลิตภัณฑ์หรือระบบ ถ้าลูกค้าเป็น ปฏิบัติการขั้นต่อไปหรือ ปฏิบัติการ/ตำแหน่งถัดไป ควรกล่าวถึงผลในรูปของสมรรถนะของกระบวนการ/ปฏิบัติการ ดูตัวอย่างของผลจากตารางที่ 4.3

เพื่อจะกำหนดผลที่อาจเกิดขึ้น ควรตั้งคำถามดังต่อไปนี้

1. ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นป้องกันกระบวนการปลายน้ำได้ทางกายภาพ หรืออาจเกิดอันตรายต่ออุปกรณ์หรือผู้ควบคุมได้หรือไม่?

เรื่องนี้จะรวมถึงการขาดความสามารถที่จะประกอบหรือเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนคู่ควบในอาคารสถานที่ลำดับต่อไปของลูกค้า ถ้าเป็นเช่นนั้นแล้ว ก็ให้ประเมินผลกระทบต่อการผลิต ไม่ต้องวิเคราะห์อีกต่อไป ถ้าไม่ใช่ ให้ไปยังคำถามข้อ 2 ตัวอย่างเช่น อาจมี

- ไม่สามารถประกอบส่วนในปฏิบัติการที่ x
- ไม่สามารถติดตั้งได้ที่อาคารสถานที่ของลูกค้า
- ไม่สามารถเชื่อมต่อได้ที่อาคารสถานที่ของลูกค้า
- ไม่สามารถเจาะได้ที่ปฏิบัติการ x
- ทำให้เครื่องมือสึกหรอมากที่ปฏิบัติการ x
- ทำลายอุปกรณ์ที่ที่ปฏิบัติการ x
- เป็นอันตรายต่อผู้ควบคุมในอาคารสถานที่ของลูกค้า

หมายเหตุ : ควรระบุตำแหน่ง สถานีหรือปฏิบัติการที่เกิดผล ถ้าเกิดที่อาคารสถานที่ของลูกค้าก็ควรระบุไว้ด้วย

2. อะไรเป็นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย

ถ้าไม่พิจารณาแผนการควบคุมหรือใช้งาน รวมทั้งการป้องกันความผิดพลาดหรือพลั้งเผลอ ให้พิจารณาว่าผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายจะสังเกตหรือมีประสบการณ์อย่างไร อาจได้ข้อมูลนี้จาก DFMEA เมื่อกำหนดได้แล้ว ให้ไปที่คำถามที่ 3 ตัวอย่างเช่น

- เสียง
- ความพยายามอย่างมาก
- กลิ่นเสีย
- ทำงานไม่ต่อเนื่อง
- น้ำรั่ว
- เครื่องยนต์เดินเบาแล้วสะดุด
- ปรับแต่งไม่ได้
- ควบคุมได้ยาก
- สภาพภายนอกแย่

3. อะไรจะเกิดขึ้นถ้าตรวจพบผลก่อนไปถึงผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย

ยังต้องพิจารณาผลที่อาจเกิดขึ้นในตำแหน่งปัจจุบันหรือตำแหน่งที่รับอีกด้วย ตัวอย่างเช่น

- ไลน์หยุด
- หยุดส่งมอบ
- ตกค้างในโกดัง
- เป็นของเสียที่ผลิตทั้ง 100%
- ลดความเร็วของไลน์
- ต้องเพิ่มกำลังคนเพื่อรักษาความเร็วของไลน์ตามที่กำหนด

หมายเหตุ : ถ้าระบุผลที่อาจเกิดขึ้นมากกว่า 1 รายการ เมื่อพิจารณาคำถามที่ 2 และ 3 อาจต้องเขียนไว้ทั้งหมด แต่ในการวิเคราะห์นั้น ให้พิจารณาเฉพาะกรณีที่แย่ที่สุดเมื่อจัดทำเอกสารของคะแนนระดับความรุนแรงที่เป็นผล

ตัวอย่างของผลที่ได้

ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผล
สกรู 4 ตัว	มีสกรูน้อยกว่า 4 ตัว	*ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย* : เบาะที่นั่งหลวมและมีเสียงดัง *ผลิตและประกอบส่วน* : หยุดส่งมอบและคัดเลือกและซ่อมเพิ่มเติมเพราะมีผลกระทบ
สกรูที่กำหนด	ใช้สกรูผิด (ขนาดโตไป)	*ผลิตและประกอบ* : ไม่สามารถติดตั้งสกรูที่สถานีนี้
ลำดับการประกอบ : ใส่สกรูตัวแรกที่รูขวาหน้า	ใส่สกรูในรูอื่นๆ	*ผลิตและประกอบส่วน* : ยากที่จะติดตั้งสกรูที่เหลือที่สถานีนี้
สกรูยึดเต็มที่	สกรูไม่ยึดเต็มที่	*ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย* : เบาะที่นั่งหลวมและมีเสียงดัง *ผลิตและประกอบส่วน* : คัดเลือกและซ่อมเพิ่มเติมเพราะมีผลกระทบ
ใช้ทอร์คตามสเปคทอร์คไดนามิก	สกรูทอร์คสูงเกินไป	*ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย* : เบาะที่นั่งหลวมและมีเสียงดังเพราะสกรูต่อไปแตกหัก *ผลิตและประกอบส่วน* : คัดเลือกและซ่อมเพิ่มเติมเพราะมีผลกระทบ
	สกรูทอร์คต่ำเกินไป	*ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย* : เบาะที่นั่งหลวมและมีเสียงดังเพราะสกรูต่อไปหลวม *ผลิตและประกอบส่วน* : คัดเลือกและซ่อมเพิ่มเติมเพราะมีผลกระทบ

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างของผลที่ได้

รายการ B ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น หมายเลข FMEA A

รุ่นปี/โปรแกรม D (FMEA ของกระบวนการ) หน้า.....ใน.....หน้า

ทีมงานหลัก G ผู้รับผิดชอบกระบวนการ C จัดทำโดย H

วันสำคัญ E วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือสอดหัวพ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดพ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ใส่ตัอป ตรวจพ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												พ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวพ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองพ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวพ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวพ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวพ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาพ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวพ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวพ่นอัตโนมัติ--หนักงานเริ่มพ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------		----------	

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ระดับความรุนแรง (S) (d)

ระดับความรุนแรงเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับผลที่รุนแรงที่สุดในลักษณะความล้มเหลวที่กำหนดให้ ระดับความรุนแรงเป็นค่าสัมพัทธ์ในขอบข่ายของ FMEA แต่ละราย

เกณฑ์การประเมินที่แนะนำ

ทีมงานควรตกลงกันถึงเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนน แล้วใช้ให้สอดคล้องกัน แล้วแก้ไขเพื่อวิเคราะห์แต่ละกระบวนการก็ตาม (ดูคำแนะนำเกี่ยวกับเกณฑ์ในตาราง Cr1)

ไม่แนะนำให้แก้ไขค่าคะแนน 9 และ 10 และไม่ควรวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวที่มีระดับความรุนแรง 1 อีกต่อไป

ผล	เกณฑ์--ระดับความรุนแรงของผลต่อผลิตภัณฑ์ (ผลต่อลูกค้า)	คะแนน	ผล	เกณฑ์--ระดับความรุนแรงของผลต่อผลิตภัณฑ์ (ผลต่อการผลิต/ประกอบส่วน)
ไม่สามารถตอบสนองความปลอดภัยและ/หรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัยและ/หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยปราศจากการเตือน	10	ไม่สามารถตอบสนองความปลอดภัยและ/หรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	อาจเป็นอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องจักรหรือประกอบส่วน) โดยไม่ต้องเตือน
	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัยและ/หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยมีการเตือน	9		อาจเป็นอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องจักรหรือประกอบส่วน) โดยต้องเตือน
สูญเสียหรือลดหน้าที่หลัก	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถไม่ได้ แต่ไม่มีผลต่อการขับรถอย่างปลอดภัย)	8	มีอุปสรรคอย่างรุนแรง	ต้องทำลายผลิตภัณฑ์ทั้ง 100% ไลน์หยุดหรือหยุดส่งมอบ
	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถได้ แต่ลดระดับสมรรถนะ)	7	มีอุปสรรคมาก	อาจต้องทำลายผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่ง ความเบี่ยงเบนจากกระบวนการหลักจะรวมการลดความเร็วของไลน์หรือต้องใช้แรงงานมากขึ้น
สูญเสียหรือลดหน้าที่รอง	สูญเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้ แต่หน้าที่ความสะดวก/สบายไม่ได้สมรรถนะ)	6	มีอุปสรรคปานกลาง	อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์ทั้ง 100% ที่นอกไลน์และยอมรับอีกครั้ง
	สูญเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้ แต่หน้าที่ความสะดวก/สบายทำงานในระดับสมรรถนะที่ลดลง)	5		อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์บางส่วนที่นอกไลน์และยอมรับอีกครั้ง
ความรำคาญ	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนมากสังเกตได้ (มากกว่า 75%)	4	มีอุปสรรคปานกลาง	อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์ทั้ง 100% ที่ไลน์และยอมรับอีกครั้ง
	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่สังเกตได้ (50%)	3		อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์บางส่วนที่ไลน์และยอมรับอีกครั้ง
	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ที่ช่างสังเกตจะรู้ได้ (น้อยกว่า 25%)	2	มีอุปสรรคน้อย	ไม่สะดวกเล็กน้อยในกระบวนการ ปฏิบัติการหรือต่อพนักงาน
ไม่มีผล	ไม่มีผลที่สังเกตได้	1	ไม่มีผล	ไม่มีผลที่สังเกตได้

ตารางที่ Cr1 เกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงที่แนะนำของ PFMEA

รายการ B | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA ของกระบวนการ) | หมายเลข FMEA A

รุ่นปี/โปรแกรม D | หน้า.....ใน.....หน้า

ทีมงานหลัก G | ผู้รับผิดชอบกระบวนการ C | จัดทำโดย H

วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ตค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนล์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม– แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานหนักงานตรวจด้วยอย่างไนล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ-- พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m			n		

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

กลุ่ม (e)

อาจใช้สดมภ์นี้เพื่อเน้นลักษณะความล้มเหลวที่มีลำดับความสำคัญสูง และสาเหตุที่อาจต้องประเมินเพิ่มเติมในทางวิศวกรรม

อาจใช้สดมภ์นี้เพื่อจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์พิเศษหรือลักษณะของกระบวนการ (เช่นวิกฤติ สำคัญมาก สำคัญ เด่นชัด) ต่อส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบที่อาจต้องควบคุมกระบวนการเพิ่มเติม

ข้อกำหนดพิเศษของลูกค้าอาจระบุสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพิเศษและการนำไปใช้เอาไว้

ถ้าระบุลักษณะพิเศษด้วยระดับความรุนแรง 9 หรือ 10 ใน PFMEA วิศวกรที่รับผิดชอบการออกแบบควรได้รับแจ้ง เพราะอาจมีผลต่อเอกสารทางวิศวกรรม

สาเหตุ/กลไกของลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น (f)

สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของความล้มเหลวจะระบุได้เป็นวิธีการเกิดความล้มเหลว และอธิบายไว้ในรูปของสิ่งที่อาจแก้ไขหรือควบคุมได้ สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของความล้มเหลวอาจเป็นตัวชี้ถึงความอ่อนแอของการออกแบบหรือกระบวนการ อันเป็นผลของลักษณะความล้มเหลว

หากกระทำได้ ให้ระบุและจัดทำเอกสารของสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดของลักษณะความล้มเหลวแต่ละอย่าง ควรมีรายละเอียดของสาเหตุที่กระชับและครบถ้วนที่สุด ถ้าแยกสาเหตุก็ทำให้วิเคราะห์ได้ในแต่ละรายการ และอาจได้มาตรการ การควบคุมและแผนปฏิบัติที่ต่างกันไป อาจมีสาเหตุไม่น้อยกว่า 1 อย่างที่มีผลต่อลักษณะความล้มเหลวที่ได้วิเคราะห์ ทำให้เกิดหลายบรรทัดต่อสาเหตุเดียวในตารางหรือแบบพิมพ์[10]

ในการจัดทำ PFMEA นั้น ทีมงานควรตั้งสมมุติฐานว่า ชิ้นส่วน/วัตถุดิบ ที่เข้ามานั้นมีความถูกต้อง ทีมงานอาจกำหนดข้อยกเว้นได้เอง เมื่อประวัติข้อมูลแสดงความบกพร่องของคุณภาพของชิ้นส่วนที่เข้ามา

ควรรวบรวมไว้เฉพาะข้อผิดพลาดหรือหน้าที่บกพร่องที่เป็นการเฉพาะเท่านั้น (เช่น ไม่ได้ติดตั้งซีล หรือ ติดตั้งซีลโดยกลับทิศ) ไม่ควรใช้คำที่กำกวม (เช่น ความผิดพลาดของพนักงาน หรือ ติดตั้งซีลอย่างไม่ถูกต้อง) โปรดดูตัวอย่างของสาเหตุและรายการควบคุมในตารางที่ 4.4

[10] ในการจัดทำ PFMEA นั้น ทีมงานต้องแน่ใจว่า ได้แจ้งข้อจำกัดในการออกแบบที่มีผลต่อลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นไปยังหน่วยงานออกแบบแล้ว

โอกาสที่จะเกิด (O) (g)

โอกาสที่จะเกิดเป็นความเป็นไปได้ที่สาเหตุของความล้มเหลวบางอย่างจะเกิด คะแนนโอกาสที่จะเกิดมีความหมายเชิงสัมพัทธ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ (ดูตารางที่ Cr2)

ให้ประเมินโอกาสที่จะเกิดของสาเหตุของความล้มเหลวด้วยคะแนน 1 ถึง 10 ควรใช้ระบบให้คะแนนโอกาสที่จะเกิดที่สอดคล้องกันเพื่อประกันความต่อเนื่อง ค่าโอกาสที่จะเกิดเป็นคะแนนสัมพัทธ์ในขอบเขตของ FMEA และไม่ได้สะท้อนถึงโอกาสที่จะเกิดที่แท้จริงแต่อย่างใด

เราใช้จำนวนเหตุการณ์ต่อรายการ/ยานพาหนะเพื่อแสดงจำนวนความล้มเหลวที่คาดคะเนในการปฏิบัติการของกระบวนการ ถ้ามีข้อมูลทางสถิติจากกระบวนการที่คล้ายกัน ก็ควรใช้ข้อมูลเพื่อกำหนดคะแนนของโอกาสที่จะเกิด ในกรณีอื่นๆ นั้น อาจประเมินแบบอัตวิสัยโดยใช้คำในสดมภ์ทางซ้ายมือของตาราง กับอินพุทจากแหล่งความรู้ที่เหมาะสม เพื่อประเมินคะแนน

เกณฑ์การประเมินที่แนะนำ

ทีมงานควรตกลงต่อเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนน แล้วเอาไปใช้อย่างสอดคล้องกัน แม้ว่าจะแก้ไขเพื่อวิเคราะห์บางกระบวนการก็ตาม ควรประมาณโอกาสที่จะเกิดด้วยคะแนน 1 ถึง 10 โดยใช้แนวทางตามตารางที่ Cr2

โอกาสเกิดความล้มเหลว	เกณฑ์ : สาเหตุของการเกิด –PFMEA (อุบัติการณ์ ต่อรายการ/ยานยนต์)		คะแนน	
โอกาสสูงมาก	≥ 100 ต่อ พัน ≥ 1 ใน 10		10	
โอกาสสูง	50 ต่อ พัน 1 ใน 20		9	
	20 ต่อ พัน 1 ใน 50		8	
	100 ต่อ พัน 1 ใน 100		7	
โอกาสปานกลาง	2 ต่อ พัน 1 ใน 500		6	
	0.5 ต่อ พัน 1 ใน 2,000		5	
	0.1 ต่อ พัน 1 ใน 10,000		4	
โอกาสต่ำ	0.01 ต่อ พัน 1 ใน 100,000		3	
	< 0.001 ต่อ พัน 1 ใน 1,000,000		2	
โอกาสต่ำมาก	ความล้มเหลวถูกตัดออกจาก การควบคุมการป้องกัน		1	

ตาราง Cr2 แนะนำ PFMEA เกณฑ์การประเมินโอกาส

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเลื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ไข่มือสอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ใส่สติ๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับในไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
ตัวอย่าง						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m					

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน (h)

การควบคุมกระบวนการปัจจุบันเป็นคำอธิบายของการควบคุมที่อาจป้องกันจนถึงระดับที่ทำได้ต่อสาเหตุของความล้มเหลวจากการเกิด หรือการตรวจหาลักษณะความล้มเหลว หรือสาเหตุของความล้มเหลวหากเกิดขึ้นมา

มีการควบคุมการออกแบบที่พิจารณาอยู่ 2 วิธี

การป้องกัน

กำจัด (ป้องกัน) สาเหตุของความล้มเหลวหรือลักษณะความล้มเหลวไม่ให้เกิดขึ้น หรือลดโอกาสที่จะเกิด

การตรวจหา

ระบุ (ตรวจหา) การมีของสาเหตุ กลไกความล้มเหลวที่เป็นผลหรือลักษณะความล้มเหลว ที่นำไปสู่การพัฒนามาตรการแก้ไขหรือมาตรการป้องกันที่เกี่ยวข้อง

วิธีการที่ควรใช้เป็นการควบคุมเชิงป้องกันเสียก่อนถ้ากระทำได้ คะแนนโอกาสที่จะเกิดในตอนแรกจะได้รับผลกระทบจากการควบคุมเชิงป้องกันที่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ คะแนนที่ตรวจหาในระยะแรกจะขึ้นกับการควบคุมกระบวนการที่อาจตรวจหาสาเหตุของความล้มเหลว หรือตรวจหาลักษณะความล้มเหลว

เนื่องจากวิธีตารางทางสถิติ (เช่น การควบคุมกระบวนการด้วยสถิติ (SPC))[11] มักใช้การสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินเสถียรภาพของกระบวนการ และตรวจหาเงื่อนไขนอกการควบคุม จึงไม่ควรพิจารณาเมื่อประเมินประสิทธิผลของการควบคุมโดยการตรวจหาบางอย่าง แต่ว่า อาจถือว่า SPC เป็นการควบคุมเชิงป้องกันต่อสาเหตุบางอย่างที่ระบุแนวโน้มได้ล่วงหน้าก่อนจะเกิดของเสียขึ้นอย่างแท้จริง เช่น การสึกหรอของเครื่องมือ

ตัวอย่างของแบบฟอร์ม PFMEA ในคู่มือฉบับนี้มีสองสดมภ์แยกเพื่อควบคุมเชิงป้องกัน กับควบคุมโดยการตรวจหา เพื่อช่วยให้ทีมงานแยกแยะอย่างชัดเจนระหว่างการควบคุมทั้ง 2 ประเภท ทำให้มองเห็นและกำหนดได้เร็วว่า ได้เอาการควบคุมทั้ง 2 ประเภทมาพิจารณาแล้ว

ถ้าใช้แบบฟอร์มที่มีสดมภ์เดียว (เพื่อควบคุมกระบวนการ) ก็ควรใช้คำนำหน้าดังต่อไปนี้ ในการควบคุมเชิงป้องกันนั้น ให้ใส่ P ไว้หน้ารายการควบคุมเชิงป้องกันแต่ละรายการ ถ้าควบคุมโดยการตรวจหา ให้ใส่ D ไว้หน้ารายการควบคุมโดยการตรวจหาแต่ละรายการ (ดูตารางที่ 4.4 ตัวอย่างของสาเหตุและการควบคุม)

[11] ดู Chrysler, Ford, GM; SPC Manual, AIAG

ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	สาเหตุ	การควบคุมเชิงป้องกัน	การควบคุมโดยการตรวจหา
ขันสกรูจนยึดเต็มที่	สกรูไม่ยึดเต็มที่	พนักงานใส่ชุดขันน็อตไม่ตั้งฉากกับผิวชิ้นงาน	ฝึกอบรมพนักงาน	ใส่ตัววัดมุมที่ชุดขันน็อตเพื่อตรวจดูเกลียวขี่ ไม่ยอมให้เอาชิ้นส่วนออกจากตัวยึดจนได้ค่าตามต้องการ
ขันสกรูตามทอร์คในสเปค	ทอร์คของสกรูสูงเกินไป	พนักงานด้านอื่นตั้งค่าทอร์คไว้สูงเกินไป	แผงควบคุมแบบใส่รหัสผ่าน (พนักงานตั้งค่าเท่านั้นที่จะเข้าถึงได้)	กล่องตรวจทอร์คอยู่ในขั้นตอนตั้งค่าเพื่อรับรองการตั้งค่าก่อนเดินเครื่อง
		พนักงานตั้งค่าทอร์คไว้สูงเกินไป	ฝึกอบรมพนักงานตั้งค่า	กล่องตรวจทอร์คอยู่ในขั้นตอนตั้งค่าเพื่อรับรองการตั้งค่าก่อนเดินเครื่อง
			เพิ่มการตั้งค่าในคู่มือตั้งค่า	
	ทอร์คของสกรูต่ำเกินไป	พนักงานด้านอื่นตั้งค่าทอร์คไว้ต่ำเกินไป	แผงควบคุมแบบใส่รหัสผ่าน (พนักงานตั้งค่าเท่านั้นที่จะเข้าถึงได้)	กล่องตรวจทอร์คอยู่ในขั้นตอนตั้งค่าเพื่อรับรองการตั้งค่าก่อนเดินเครื่อง
		พนักงานตั้งค่าทอร์คไว้ต่ำเกินไป	ฝึกอบรมพนักงานตั้งค่า	กล่องตรวจทอร์คอยู่ในขั้นตอนตั้งค่าเพื่อรับรองการตั้งค่าก่อนเดินเครื่อง
			เพิ่มการตั้งค่าในคู่มือตั้งค่า	

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างของสาเหตุและการควบคุม

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA ของกระบวนการ)		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D			หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มีดบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปก	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มีดสอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ตค. ...	ใส่สติ๊กเกอร์ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกันในไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิต ภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	ปรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

โอกาสที่ตรวจพบ (D) (i)

โอกาสที่ตรวจพบเป็นคะแนนที่เกี่ยวกับการควบคุมโดยการตรวจหาที่ดีที่สุดในสดมภ์การตรวจหาในการควบคุมโดยการตรวจหา โอกาสที่ตรวจพบเป็นคะแนนสัมพัทธ์ในขอบเขตของ FMEA แต่ละรายเพื่อให้ได้คะแนนต่ำ มักจะปรับปรุงการควบคุมโดยการตรวจพบตามแผนเสีย

เมื่อระบุการควบคุมมากกว่า 1 รายการ ควรให้คะแนนโอกาสที่ตรวจพบของรายการควบคุมแต่ละอย่างเป็นส่วนอธิบายการควบคุม ให้บันทึกคะแนนต่ำที่สุดไว้ในสดมภ์โอกาสที่ตรวจพบ

ให้ตั้งสมมุติฐานว่าเกิดความล้มเหลวขึ้นมา แล้วประเมินขีดความสามารถของการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันที่จะตรวจพบลักษณะความล้มเหลวเช่นนี้ อย่าเหมารวมโดยอัตโนมัติเสียเลยว่าคะแนนของโอกาสที่จะตรวจพบต่ำเพราะโอกาสที่จะเกิดนั้นต่ำ เรื่องสำคัญเป็นการประเมินขีดความสามารถของการควบคุมกระบวนการเพื่อตรวจหาลักษณะความล้มเหลวที่มีความบ่อยน้อยมาก หรือลดความเสี่ยงต่อไปในกระบวนการ

การสุ่มตรวจคุณภาพมักไม่พบปัญหาที่แยกตัวเป็นอิสระ และไม่ควรมีผลต่อคะแนนของโอกาสที่ตรวจพบ

เกณฑ์การประเมินที่ควรใช้

ทีมงานควรตกลงเรื่องเกณฑ์การประเมินและระบบให้คะแนนแล้วเอาไปใช้งานให้สอดคล้องกัน แม้จะแก้ไขเพื่อวิเคราะห์บางกระบวนการก็ตาม ควรประมาณโอกาสที่จะตรวจพบโดยใช้แนวทางตามตารางที่ Cr3

คะแนนเป็น 1 จะใช้เฉพาะกรณีป้องกันความล้มเหลวจากการป้องกันความล้มเหลวที่ได้พิสูจน์แล้วเท่านั้น

โอกาสที่จะตรวจพบ	เกณฑ์ : โอกาสที่จะตรวจพบโดยควบคุมการออกแบบ		คะแนน	ความน่าจะเป็นที่จะตรวจพบ
ไม่มีโอกาสตรวจพบ	ไม่ควบคุมการกระบวนการในปัจจุบัน; ไม่วิเคราะห์หรือตรวจไม่พบ		10	แทบเป็นไปไม่ได้
ไม่น่าจะตรวจพบในแต่ละขั้น	ตรวจไม่พบลักษณะความล้มเหลวและ/หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ได้โดยง่าย (เช่นสุ่มตรวจกำกับ)		9	น้อยมาก
ปัญหาที่ตรวจพบหลังการแปรรูป	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวหลังจากแปรรูปด้วยการใช้สายตา/สัมผัส/เครื่องเสียง		8	น้อย
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวในสถานีด้วยการใช้สายตา/สัมผัส/เครื่องเสียง หรือหลังจากแปรรูปโดยใช้เกจ์คุณสมบัติ (ผ่าน/ไม่ผ่าน, ตรวจทอร์คด้วยมือ, ประแจคลิกเกอร์ เป็นต้น)		7	ต่ำมาก
ปัญหาที่ตรวจพบหลังการแปรรูป	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวในสถานีด้วยการใช้เกจ์ผันแปรหรือพนักงานตรวจในสถานีโดยใช้เกจ์คุณสมบัติ (ผ่าน/ไม่ผ่าน, ตรวจทอร์คด้วยมือ, ประแจคลิกเกอร์ เป็นต้น)		6	ต่ำ
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	พนักงานตรวจหาลักษณะความล้มเหลว หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีโดยใช้เกจ์ผันแปรหรือควบคุมอัตโนมัติในสถานีที่จะตรวจหาชิ้นส่วนผิดปกติและแจ้งพนักงาน (ใช้แสง, ออด เป็นต้น) ใช้เกจ์เมื่อตั้งค่าและตรวจชิ้นงานเริ่มแรก (เฉพาะสาเหตุที่ตั้งค่าเท่านั้น)		5	ปานกลาง
ปัญหาที่ตรวจพบหลังการแปรรูป	ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปกติและล็อกชิ้นส่วนเพื่อไม่ให้แปรรูปอีกต่อไป		4	ค่อนข้างสูง
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปกติและล็อกชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติในสถานี เพื่อไม่ให้แปรรูปอีกต่อไป		3	สูง
ตรวจหาความผิดพลาด และ/หรือป้องกันปัญหา	ตรวจหาความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบความผิดพลาดและไม่ให้ทำชิ้นส่วนที่ผิดพลาด		2	สูงมาก
ตรวจหาไม่ได้, ป้องกันความล้มเหลว	ป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) จากผลของการออกแบบตัวยึดออกแบบเครื่องจักรหรือชิ้นส่วน ไม่อาจทำชิ้นส่วนผิดปกติเพราะรายการนั้นถูกป้องกันไว้โดยออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์		1	แทบแน่นอน

ตารางที่ Cr3 เกณฑ์การประเมินโดยตรวจหา FMEA ของกระบวนการที่เสนอแนะ

รายการ B | ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น (FMEA ของกระบวนการ) | หมายเลข FMEA A

รุ่นปี/โปรแกรม D | หน้า.....ใน.....หน้า

ทีมงานหลัก G | ผู้รับผิดชอบกระบวนการ C | จัดทำโดย H

วันสำคัญ E | วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก) F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดลนิบ ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะลนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ไล่ตีอป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอและใช้นผนปารุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนปารุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	ปารุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ--พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

การกำหนดลำดับความสำคัญของมาตรการ

เมื่อทีมงานได้ระบุลักษณะความล้มเหลวและผลเสีย สาเหตุและการควบคุม รวมทั้งคะแนนของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบในตอนเริ่มแรกแล้ว จะต้องตัดสินว่าจะต้องดำเนินการต่อไปเพื่อลดความเสี่ยงหรือไม่ เนื่องจากมีข้อจำกัดเฉพาะของทรัพยากร เวลา เทคโนโลยี และปัจจัยอื่นๆ จะต้องเลือกวิธีการไปตามลำดับความสำคัญ

เป้าหมายเริ่มแรกของทีมงานควรหันไปยังลักษณะความล้มเหลวที่มีคะแนนระดับความรุนแรงสูงที่สุด เมื่อระดับความรุนแรงเป็น 9 หรือ 10 ทีมงานจะต้องทำให้แน่ใจว่าได้พิจารณาความเสี่ยงจากการควบคุมการออกแบบในตอนนี้ หรือมาตรการที่ได้เสนอแนะ (เช่น จัดทำเป็นเอกสาร FMEA ไว้แล้ว)

สำหรับลักษณะความล้มเหลวที่ระดับความรุนแรงไม่เกิน 8 นั้น ทีมงานควรพิจารณาสาเหตุที่มีคะแนนของโอกาสจะเกิดสูงหรือโอกาสจะตรวจพบสูง ทีมงานมีความรับผิดชอบที่จะมองหาข้อมูลที่ระบุตัดสินวิธีการ และกำหนดการให้ลำดับความสำคัญที่ดีที่สุดในการลดความเสี่ยงที่ดีที่สุดต่อองค์กรและลูกค้า

การประเมินความเสี่ยง :

ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) (j)

วิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญของมาตรการคือการใช้ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง

RPN=ระดับความรุนแรง (S) x โอกาสที่จะเกิด (O) x โอกาสที่จะตรวจพบ (D)

ตามขอบเขตของ FMEA แต่ละรายนั้น ค่านี้ควรอยู่ระหว่าง 1 กับ 1000

ไม่ควรใช้ค่าจำกัดของ RPN เพื่อกำหนดความจำเป็นของมาตรการ

เมื่อใช้ค่าจำกัดนี้จะเป็นการใช้สมมุติฐานที่ว่า RPN เป็นตัววัดความเสี่ยงสัมพัทธ์ (ที่มักไม่มี) และไม่ต้องใช้การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (ซึ่งต้องมี)

ตัวอย่างเช่น ถ้าลูกค้าให้ค่าจำกัดใดๆ 100 ดังต่อไปนี้ ผู้ขายจะต้องใช้มาตรการต่อลักษณะ B ที่มี RPN เป็น 112

รายการ	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
A	9	2	5	90
B	7	4	4	112

ในตัวอย่างนี้ ค่า RPN สูงกว่าต่อลักษณะ B แต่ควรให้ลำดับความสำคัญต่อ A ที่มีระดับความรุนแรงสูงกว่าคือ 9 แม้ว่า RPN เป็น 90 ที่น้อยกว่าและต่ำกว่าค่าจำกัด

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ชื่นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือสอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ใส่สต๊อป์ ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน .	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ธค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	ปรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ--พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------n----------			

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่งในการใช้ค่าจำกัดคือ ไม่มี RPN เฉพาะที่บังคับให้มีมาตรการ

แต่โชคร้ายที่การตั้งค่าจำกัดเช่นนั้นอาจเร่งให้เกิดการกระทำที่ผิดที่ทำให้ทีมงานต้องเสียเวลาในการลองตัดสินโอกาสการเกิดหรือโอกาสที่จะตรวจพบต่ำ เพื่อจะลด RPN การกระทำเช่นนี้จะเลี่ยงการกล่าวถึงปัญหาที่แท้จริงที่อยู่ในสาเหตุของลักษณะความล้มเหลว และเพียงแต่ทำให้ RPN อยู่ต่ำกว่าค่าจำกัดเท่านั้น เรื่องสำคัญคือต้องไม่ลืมว่า เมื่อกำหนดความเสี่ยงที่ยอมรับได้เป็นสิ่งที่ต้องการในเป้าหมายของโปรแกรมบางอย่าง (เช่น การทดลองแล่นรถ) นั้น ก็ควรขึ้นกับการวิเคราะห์ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ และไม่ใช่การใช้ค่าจำกัดของ RPN แต่อย่างใด

การใช้ค่า RPN เพื่อให้ทีมงานหารือกันอาจเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ เราต้องเข้าใจข้อจำกัดของการใช้ RPN แต่ไม่ควรใช้ค่าจำกัดของ RPN เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญ

มาตรการที่เสนอแนะ (k)

โดยทั่วไปแล้ว มาตรการป้องกัน (เช่น การลดโอกาสที่จะเกิด) เป็นสิ่งที่เหมาะสมในมาตรการตรวจหา ตัวอย่างเช่น ใช้การป้องกันความผิดพลาดในการออกแบบกระบวนการ แทนที่จะสุ่มตรวจสอบคุณภาพหรือตรวจสอบในส่วนที่เกี่ยวข้อง

เจตนาของมาตรการที่เสนอแนะเป็นการปรับปรุงการออกแบบ ควรระบุมาตรการเหล่านี้โดยพิจารณาที่จะลดระดับคะแนนตามลำดับดังต่อไปนี้คือ ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ ขออธิบายตัวอย่างวิธีการที่จะลดคะแนนเหล่านี้ไว้ดังต่อไปนี้

- ***การลดคะแนนระดับความรุนแรง (S)***: การทบทวนการออกแบบหรือกระบวนการเท่านั้นที่จะลดลดคะแนนระดับความรุนแรงได้

การเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์/กระบวนการเองไม่ได้หมายถึงการลดระดับความรุนแรง ควรทบทวนการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์/กระบวนการโดยทีมงาน เพื่อกำหนดผลต่อหน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

เพื่อให้ใช้วิธีการนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ควรเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการในกระบวนการพัฒนาระยะแรก ตัวอย่างเช่น อาจต้องพิจารณาเทคโนโลยีของกระบวนการในตอนแรกๆ ที่พัฒนากระบวนการ เพื่อลดคะแนนระดับความรุนแรง

- ***เพื่อลดคะแนนโอกาสที่จะเกิด (O)***: อาจลดคะแนนโอกาสที่จะเกิดอย่างได้ผลโดยทบทวนกระบวนการและการออกแบบ การลดคะแนนของโอกาสที่จะเกิดอาจทำได้โดยกำจัดหรือควบคุมสาสาเหตุไม่น้อยกว่า 1 อย่างของกลไกของลักษณะความล้มเหลวโดยการทบทวนการออกแบบกระบวนการ

อาจทำการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกับแหล่งความเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ โดยใช้วิธีการทางสถิติ การศึกษาเช่นนี้อาจทำให้เกิดมาตรการที่ลดโอกาสที่จะเกิด ยิ่งไปกว่านั้น องค์ความรู้ที่ได้มาอาจช่วยระบุการควบคุมที่เหมาะสม รวมทั้งการฟีดแบคอย่างต่อเนื่องของข้อมูลไปยังปฏิบัติการที่เหมาะสม เพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และการป้องกันปัญหา

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประคู	เคลือบผิวล่างของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความถูกต้อง ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือลอดหัวฟ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดฟ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจฟ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												ฟ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับไนไลน์เดียวกัน				
						หัวฟ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองฟ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวฟ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม–แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวฟ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวฟ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี					
						เวลาฟ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวฟ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวฟ่นอัตโนมัติ–พนักงานเริ่มฟ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุมแผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m		----------		----------	

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

- ***เพื่อลดโอกาสที่จะตรวจพบ (D)***: วิธีการที่แนะนำเป็นการป้องกันความผิดพลาด/พลั้งเผลอ การออกแบบเทคนิคการตรวจหาเสียใหม่อาจจะลดคะแนนการตรวจหาได้ ในบางกรณี การออกแบบเปลี่ยนแปลงขั้นตอนของกระบวนการอาจจำเป็นเพื่อเพิ่มโอกาสที่จะตรวจพบ (คือ ลดคะแนนของโอกาสที่จะตรวจพบ) โดยทั่วไปแล้ว การปรับปรุงการควบคุมโดยการตรวจหาต้องการความรู้และความเข้าใจต่อสาเหตุหลักของความเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ และสาเหตุพิเศษใดๆ การเพิ่มความบ่อยในการตรวจสอบอาจไม่เป็นมาตรการที่ได้ผล และควรใช้เป็นมาตรการชั่วคราวเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในกระบวนการ เพื่อจะใช้มาตรการแก้ไข/ป้องกันที่ถาวร[12]

ถ้าการประเมินนำไปสู่การไม่มีมาตรการที่เสนอแนะต่อลักษณะความล้มเหลว/สาเหตุ/การควบคุมที่ร่วมกันแล้ว ให้แสดงไว้โดยกรอกคำว่า "ไม่มี" ในสดมภ์นี้ เรายังอาจใส่เหตุผลที่กรอกว่า "ไม่มี" โดยเฉพาะเมื่อมีระดับความรุนแรงสูง

สำหรับมาตรการต่อกระบวนการนั้น ให้พิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

- ผลของการออกแบบการทดลองหรือการทดสอบอื่นๆ ถ้าใช้ได้
- แผนภูมิกระบวนการที่แก้ไข แปลนพื้น ใบสั่งงาน หรือแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- ผลการทบทวนอุปกรณ์ ตัวยึด หรือสเปคของเครื่องจักร
- อุปกรณ์ตรวจหา/เซ็นเซอร์ ใหม่หรือที่ดัดแปลง

ตารางที่ 4.5 ให้ตัวอย่างของสาเหตุ (สดมภ์ f) การควบคุม (สดมภ์ h) และมาตรการที่เสนอแนะ (สดมภ์ k)

ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย (l)

ให้กรอกชื่อบุคคลและองค์กรที่รับผิดชอบต่อการใช้มาตรการที่เสนอแนะให้สิ้นสุด รวมทั้งวันที่สิ้นสุดตามเป้าหมาย วิศวกรออกแบบ/หัวหน้าทีมจะรับผิดชอบเพื่อให้แน่ใจว่า ได้ใช้หรือกล่าวถึงมาตรการที่เสนอแนะทั้งหมดแล้วอย่างพอเพียง

[12] ดู Chrysler, Ford, GM; SPC Manual, AIAG

รายการ	B	ลักษณะความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดขึ้น		หมายเลข FMEA	A
รุ่นปี/โปรแกรม	D	(FMEA ของกระบวนการ)		หน้า.....ใน.....หน้า	
ทีมงานหลัก	G	ผู้รับผิดชอบกระบวนการ	C	จัดทำโดย	H
		วันสำคัญ	E	วันที่ของ FMEA (เริ่มแรก)	F

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	ระดับความรุนแรง	กลุ่ม	สาเหตุที่อาจเกิดจากความล้มเหลว	กระบวนการปัจจุบัน				RPN	มาตรการที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่สิ้นสุด	ผลของมาตรการ				
							ควบคุมเชิงป้องกัน	โอกาสที่จะเกิด	ควบคุมโดยการตรวจหา	โอกาสที่จะตรวจพบ				วันที่ใช้มาตรการสิ้นสุด	ระดับความรุนแรง	โอกาสที่จะเกิด	โอกาสที่จะตรวจพบ	RPN
OP70: ใช้มือบรรจุขี้ผึ้งในแผงประตู	เคลือบผิวด้านของประตูด้านในด้วยขี้ผึ้งตามความหนาในสเปค	ขี้ผึ้งหนาที่ผิวที่กำหนดยังไม่พอ	แผงประตูด้านในขาดความยึดถือ ขอบล่างของแผงประตูด้านในเกิดสนิม ประตูเสื่อมทำให้ -ผิวภายนอกไม่สวยเพราะสนิมกัดตลอดเวลา -อุปกรณ์ของแผงประตูด้านในทำงานบกพร่อง	7		ใช้มือสอดหัวพ่นเข้าไปลึกไม่พอ	ไม่มี	8	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	280	เพิ่มความลึกที่หยุดพ่น	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ตค. ...	ใส่สต๊อป ตรวจพ่นแบบออนไลน์	7	2	5	70
												พ่นแบบอัตโนมัติ	วิศวกรรมการผลิตภายใน 15 ธค. ...	ไม่ยอมรับเพราะความซับซ้อนของประตูที่ต่างกับในไลน์เดียวกัน				
						หัวพ่นอุดตัน -ความหนืดมากเกินไป -อุณหภูมิต่ำเกินไป -ความดันต่ำเกินไป	ทดลองพ่นเมื่อเริ่มงานและหลังจากหยุดรอ และใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อทำความสะอาดหัวพ่น	5	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	175	ออกแบบการทดลอง (DOE) ต่อความหนืดและความดัน	วิศวกรรมการผลิตภายใน 1 ตค. ...	กำหนดอุณหภูมิและความดันและกำหนดจุดควบคุม--แผนภูมิควบคุมแสดงว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=1.85	7	1	5	35
						หัวพ่นเปลี่ยนรูปเพราะกระแทก	ใช้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อดูแลหัวพ่น	2	ตรวจความหนาที่ต่างกันของชั้น ใช้สายตาตรวจส่วนนอก	5	70	ไม่มี						
						เวลาพ่นที่ไม่พอเพียง	ไม่มี	5	สั่งงานพนักงานตรวจตัวอย่างในล็อต (ด้วยสายตา) เพื่อหาความหนาในจุดสำคัญ	7	245	ติดตั้งไทเมอร์ของหัวพ่น	บำรุงรักษา	ติดตั้งไทเมอร์หัวพ่นอัตโนมัติ--พนักงานเริ่มพ่น ไทเมอร์ปิดการควบคุม แผนภูมิควบคุมและว่าควบคุมกระบวนการได้ C_{pk}=2.05	7	1	7	49
a1	a2	ขี้ผึ้งหนาเกินไปในจุดที่กำหนด b	c	d	e	f	h	g	i	j	k	l	m			n		

ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่าง PFMEA ที่มีรายการข้อมูลน้อยที่สุดและตัวอย่างรายการที่กรอก

ผลของมาตรการ (m-n)

ตอนนี้ระบุผลของมาตรการที่สิ้นสุดและผลต่อคะแนนระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ กับ RPN

มาตรการที่ใช้กับวันที่สิ้นสุด (m)

เมื่อเอามาตรการไปใช้แล้ว ให้กรอกคำอธิบายโดยย่อของมาตรการที่ใช้และวันที่สิ้นสุดอย่างแท้จริง

ระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ กับ RPN (n)

เมื่อสิ้นสุดมาตรการป้องกัน/แก้ไขแล้ว ให้กำหนดและบันทึกผลของระดับความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และโอกาสที่จะตรวจพบ

คำนวณและบันทึกตัวชี้ลำดับความสำคัญของมาตรการที่เป็นผล (เช่น RPN)

ควรทบทวนคะแนนที่ได้แก้ไขทั้งหมด มาตรการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประกันได้ว่าปัญหาได้รับการแก้ไขแล้ว (หรือกล่าวถึงสาเหตุแล้ว) ดังนั้น การวิเคราะห์หรือการทดสอบที่เหมาะสมควรสิ้นสุดโดยการยืนยัน หากเห็นว่าต้องมีมาตรการต่อไปแล้ว ให้วิเคราะห์ซ้ำอีก ควรเน้นเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

ขั้นของกระบวนการ/หน้าที่	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลว	สาเหตุ	ควบคุมเชิงป้องกัน	ควบคุมโดยการตรวจหา	มาตรการที่เสนอแนะ
ปฏิบัติการ 20 (ติดเบาะที่นั่งเข้ากับรางโดยใช้ประแจทอร์ค) เลือกสกรู 4 ตัว	สกรู 4 ตัว	มีสกรูน้อยกว่า 4 ตัว	ติดตั้งสกรูน้อยเกินไป ซึ่งผิดพลาด	ใช้เครื่องมือที่มองเห็นและแสดงจำนวนที่ถูกต้อง ฝึกอบรมพนักงาน	ตรวจสอบด้วยสายตา ณ สถานีนั้น	ติดตามทอร์คในสถานี; ปิดไลน์ถ้าพบว่าน้อยกว่า 4
	สกรูที่กำหนด	ใช้สกรูผิด (ขนาดโตไป)	มีสกรูคล้ายกันที่สถานีนี้	ใช้เครื่องมือที่มองเห็นและแสดงจำนวนที่ถูกต้อง ฝึกอบรมพนักงาน	ตรวจสอบด้วยสายตา ณ สถานีนั้น	ติดตามมุมทอร์คในสถานี; ปิดไลน์ถ้าพบว่าไม่ได้มุม ป้องกันความผิดพลาดโดยการออกแบบ; ใช้สกรูชนิดเดียวในสถานี/ผลิตภัณฑ์เดียว
ปฏิบัติการ 20 (ติดเบาะที่นั่งเข้ากับรางโดยใช้ประแจทอร์ค) เริ่มจากรูขวาหน้าขันสกรูแต่ละตัวจนได้ทอร์คที่กำหนด	ลำดับการประกอบ–ใส่สกรูตัวแรกที่รูขวาหน้า	ใส่สกรูในรูอื่นๆ	พนักงานพบรูมากกว่า 1 รู	ใช้เครื่องมือที่มองเห็นและแสดงจำนวนที่ถูกต้อง ฝึกอบรมพนักงาน	ตรวจสอบด้วยสายตา ณ สถานีนั้น	เพิ่มเซนเซอร์ในตำแหน่งของดับขันน็อต ไม่ให้ทำงานถ้าตัวขันน็อตไม่อยู่ที่รูที่ถูกต้อง

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างของสาเหตุ การควบคุมและมาตรการ

การคงไว้ซึ่ง PFMEAs

PFMEA เป็นเอกสารที่มีชีวิตและควรทบทวนเมื่อเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการตามที่จำเป็น

ปัจจัยอื่นในการคงไว้ของ PFMEA ควรมีการทบทวนเป็นระยะ ควรให้การเน้นเป็นพิเศษต่อคะแนนโอกาสที่จะเกิดและโอกาสที่จะตรวจพบ เรื่องนี้จะมีความสำคัญเป็นพิเศษเมื่อทำการปรับปรุงจากการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในการควบคุมการออกแบบ นอกจากนี้ ถ้ามีประเด็นเกี่ยวกับสถานที่ใช้งานหรือประเด็นของการผลิตอยู่ด้วยแล้ว ก็ควรทบทวนคะแนนไปด้วย

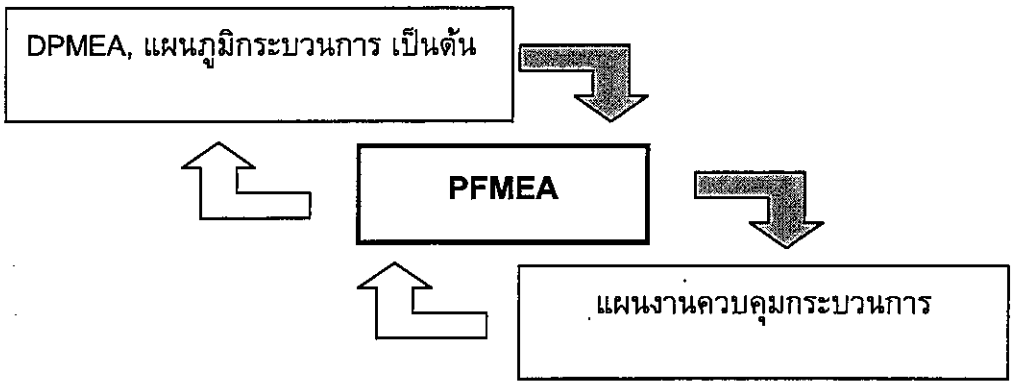
การขยายผล PFMEAs

เมื่อใช้ PFMEA ที่พื้นฐานเหมาะสมเป็นจุดเริ่มต้น จะให้โอกาสมากที่สุดที่จะเอาประสบการณ์และองค์ความรู้เก่ามาใช้

ถ้าโครงการหรือการใช้งานใหม่มีหน้าที่ที่คล้ายกันกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ และกระบวนการที่จะใช้นั้นคล้ายกันแล้ว PFMEA รายการเดียวก็อาจพอถ้าลูกค้ายินยอม ถ้าแตกต่างกันเล็กน้อยแล้ว ทีมงานควรระบุและเน้นต่อผลจากสิ่งที่แตกต่างกัน

ความเชื่อมโยง

PFMEA ไม่ได้เป็นเอกสารโดดๆ รูปที่ 4.5 แสดงถึงความเชื่อมโยงของเอกสารบางอย่างที่มักใช้กัน



รูปที่ 4.5 ลำดับของปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลใน PFMEA

ความเกี่ยวข้องกับ DFMEA

ในการพัฒนา PFMEA นั้น เรื่องสำคัญเป็นการใช้ข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากการสร้าง DFMEA แต่ว่า ความเชื่อมโยงระหว่างเอกสารทั้งสองชุดนี้ไม่ชัดเจนเสมอไป เกิดความยุ่งยากขึ้น เพราะว่าเป้าหมายของ FMEA แต่ละอย่างนั้นต่างกัน DFMEA จะเน้นบทบาทของชิ้นส่วน แต่ PFMEA จะเน้นขั้นตอนการผลิตหรือกระบวนการ ข้อมูลในสดมภ์ของแบบพิมพ์แต่ละอย่างไม่ได้เรียงกันโดยตรง ตัวอย่างเช่น รายการ/การออกแบบหน้าที่ไม่ตรงกับหน้าที่ของกระบวนการ/ข้อกำหนด ลักษณะความล้มเหลวในงานออกแบบที่อาจเกิดขึ้นไม่เท่ากับลักษณะความล้มเหลวของกระบวนการที่อาจเกิดขึ้น สาเหตุความล้มเหลวในงานออกแบบที่อาจเกิดขึ้นไม่เท่ากับสาเหตุความล้มเหลวของกระบวนการที่อาจเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบการวิเคราะห์ทั้งหมดของการออกแบบและกระบวนการแล้ว ก็จะสร้างความเชื่อมโยงกันได้ การเชื่อมโยงอย่างหนึ่งเป็นการเชื่อมโยงลักษณะที่ระบุในการวิเคราะห์ DFMEA และ PFMEA

ข้อเชื่อมโยงอีกประการหนึ่งเป็นความสัมพันธ์ของสาเหตุของความล้มเหลวในการออกแบบที่อาจเกิดขึ้น (DFMEA) กับลักษณะความล้มเหลวของกระบวนการที่อาจเกิดขึ้น (PFMEA) ตัวอย่างเช่น การออกแบบคุณสมบัติเช่นรูนั้น อาจเกิดลักษณะความล้มเหลวเฉพาะขึ้นมา ลักษณะความล้มเหลวที่สมนัยของกระบวนการเป็นการขาดความสามารถของระบบที่จะผลิตให้มีคุณสมบัติเดียวกันกับที่ได้ออกแบบไว้ในตัวอย่างนี้ สาเหตุความล้มเหลวในงานออกแบบที่อาจเกิดขึ้น (ออกแบบเส้นผ่าศูนย์กลางของรูไว้โตเกินไป) อาจคล้ายกับลักษณะความล้มเหลวของกระบวนการที่อาจเกิดขึ้น (เจาะรูโตเกินไป) ผลที่อาจ

เกิดขึ้นของลักษณะความล้มเหลวทั้งการออกแบบและกระบวนการอาจเหมือนกัน ถ้าไม่มีผลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ หรืออาจกล่าวได้ว่า ผลขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) ของลักษณะความล้มเหลวจะเหมือนกัน แต่มาจากสาเหตุ 2 อย่างที่ต่างกัน

ในการพัฒนา PFMEA นั้น ทีมงานมีความรับผิดชอบที่ทำให้แน่ใจได้ว่า ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมดของกระบวนการที่นำไปสู่ผลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นั้น สอดคล้องกันทั้งใน DFMEA และ PFMEA

ความเกี่ยวข้องกับแผนการควบคุม

นอกจากรายการมาตรการที่เสนอแนะและการติดตามจากผลของกิจกรรม PFMEA แล้ว ยังควรพัฒนาแผนการควบคุม[13]อีกด้วย องค์กรบางแห่งอาจเลือกที่จะไม่ระบุลักษณะของผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่เกี่ยวข้องไว้ใน PFMEA ในกรณีเช่นนี้ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ของแผนการควบคุมอาจได้มาจากส่วนข้อกำหนดของสดมภ์หน้าที่ของกระบวนการ/ข้อกำหนด และส่วนลักษณะของกระบวนการอาจได้มาจากสดมภ์สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นของลักษณะความล้มเหลว

เมื่อทีมงานพัฒนาแผนการควบคุม ก็ต้องทำให้แน่ใจว่าการควบคุม PFMEA ในตอนนี้นั้นสอดคล้องกับวิธีการควบคุมในแผนการควบคุม

[13] แนวทางการพัฒนาแผนการควบคุมอยู่ใน Chrysler, Ford, GM; *Advanced product quality planning and control plan (APQP)*, AIAG

ภาคผนวก

ภาคผนวก A
ตัวอย่างแบบฟอร์ม

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System

_____ Subsystem

_____ Component _____

Model Year(s) / Program(s) _____

Core Team _____

Design Responsibility _____

Key Date _____

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Item / Function / Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Design Controls Prevention	Current Design Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results: Actions Taken & Effective Date	Action Results: Severity	Action Results: Occurrence	Action Results: Detection	Action Results: RPN

DFMEA Form A

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System

_____ Subsystem

_____ Component _____

Model Year(s) / Program(s) _____

Design Responsibility _____

Key Date _____

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Item / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Design Controls Prevention	Current Design Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
														Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

DFMEA Form B

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System

_____ Subsystem

_____ Component _____

Model Year(s) / Program(s) _____

Core Team _____

Design Responsibility _____

Key Date _____

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Item / Function / Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Design Controls Prevention	Occurrence	Current Design Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

DFMEA Form C

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System
_____ Subsystem
_____ Component _____
Model Year(s) / Program(s) _____
Core Team _____

Design Responsibility _____
Key Date _____

FMEA Number _____
Page _____ of _____
Prepared By _____
FMEA Date (Orig.) _____

Item / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Design Controls Prevention	Occurrence	Current Design Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results: Actions Taken & Effective Date	Action Results: Severity	Action Results: Occurrence	Action Results: Detection	Action Results: RPN

DFMEA Form D

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System

_____ Subsystem

_____ Component _____

Model Year(s) / Program(s) _____

Core Team _____

Design Responsibility _____

Key Date _____

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Item / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Controls Detection	Occurrence	Current Design Controls		Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
									Cause	Failure Mode					Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

DFMEA Form E

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESIGN FMEA)

_____ System

_____ Subsystem

_____ Component _____

Model Year(s) / Program(s) _____

Core Team _____

Design Responsibility _____

Key Date _____

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Item / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Design Controls Prevention	Current Design Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility	Target Completion Date	Action Results					
															Actions Taken	Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

DFMEA Form F

Reproduced with permission of the copyright owner. Further reproduction prohibited without permission.

แบบฟอร์ม PFMEA

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Item _____ Process Responsibility _____ Prepared By _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Process Step / Function / Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls	Current Process Controls	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form A

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Item _____ Design Responsibility _____ Prepared By _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Process Step / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
														Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form B

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Item _____ Design Responsibility _____ Prepared By _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Process Step / Function / Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Controls Prevention	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form C

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

Item _____ Design Responsibility _____ FMEA Number _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ Page _____ of _____

Core Team _____ Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Process Step / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Controls Prevention	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
														Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form D

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Item _____ Design Responsibility _____ Prepared By _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Process Step / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Controls Prevention	Occurrence	Current Detection Process Controls		Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
									Cause	Failure Mode					Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form E

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

Item _____ Design Responsibility _____ FMEA Number _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ Page _____ of _____

Core Team _____ Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Process Step / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility	Target Completion Date	Action Results					
															Actions Taken	Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form F

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

Item _____ Design Responsibility _____ FMEA Number _____

Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ Page _____ of _____

Core Team _____ Prepared By _____

FMEA Date (Orig.) _____

Process Step / Function	Requirements			Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
	ID	Product	Process													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form G

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

FMEA Number _____

Page _____ of _____

Item _____ Design Responsibility _____ Prepared By _____

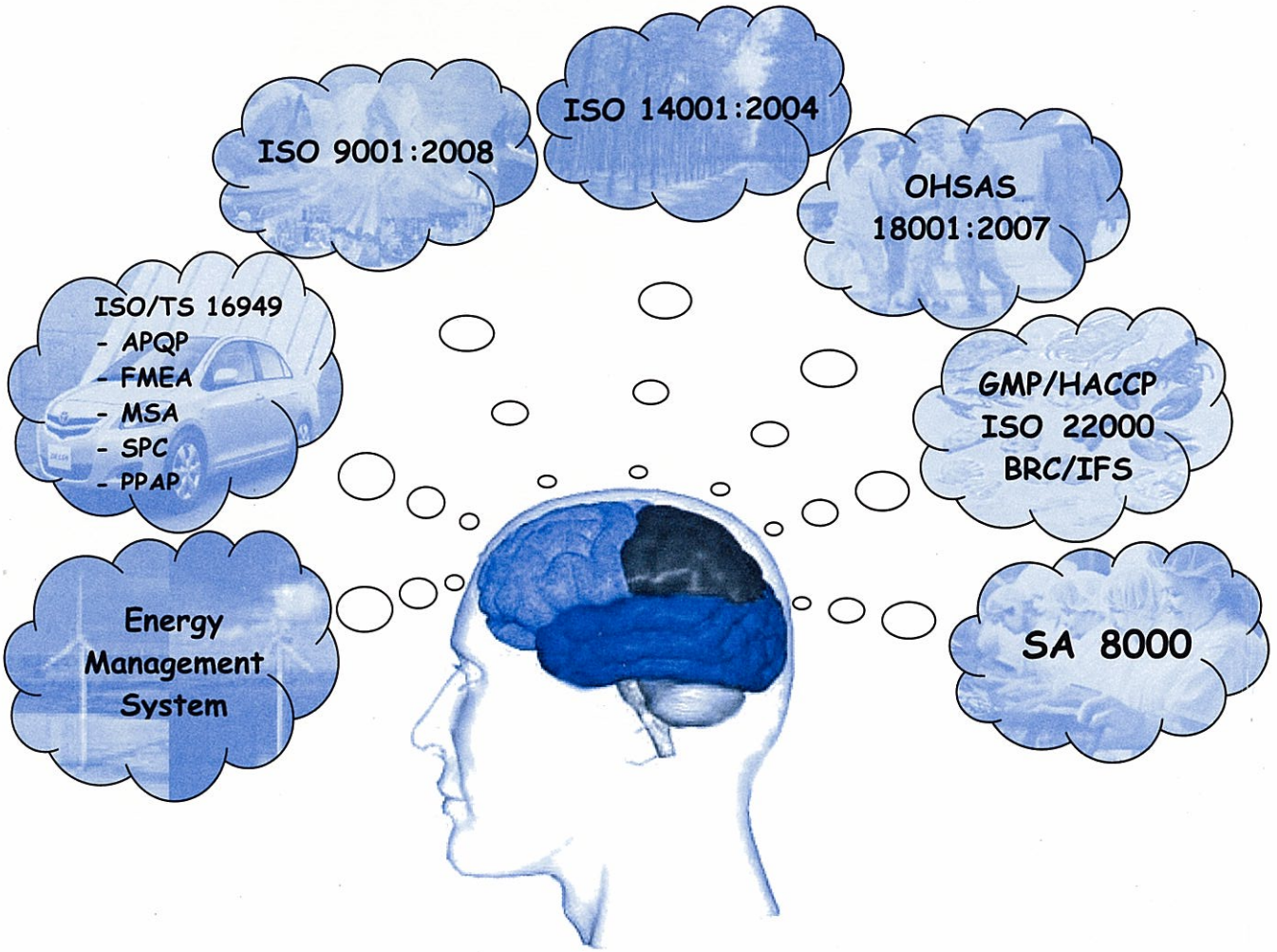
Model Year(s) / Program(s) _____ Key Date _____ FMEA Date (Orig.) _____

Core Team _____

Process Step / Function	Requirements			Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process Controls Prevention	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
	ID	Product	Process													Actions Taken & Effective Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN

PFMEA Form H

ITEMKIN A product-mill/MBSE



OUR MISSION

Q&A

ความสำเร็จของลูกค้า เป็นเจตนารมณ์ของเรา
ที่มุ่งมั่นพัฒนาการบริการให้มีคุณภาพ
และให้ผู้ใช้บริการทุกระดับ
พึงพอใจสูงสุด