โปรแกรมช่วยระบุลักษณะข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

ชลธา ใกรวัตนุสสรณ์

สถาบนวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544 ISBN 974-03-1741-3 ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FAILURE MODE IDENTIFICATION SOFTWARE FOR A PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OF AUTOMOTIVE PART PROCESS

Mr. Chonlatha Kraiwatnussorn

สถาบนวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Chulalongkorn University Academic Year 2001 ISBN 974-03-1741-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมช่วยระบุลักษณะข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและ
	ผลกระทบของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
โดย	นาย ชลธา ไกรวัตนุสสรณ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิ<mark>พนธ์</mark>

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

ชลธา ไกรวัตนุสสรณ์ : โปรแกรมช่วยระบุลักษณะข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อบก พร่องและผลกระทบของขบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. (FAILURE MODE IDENTIFICATION SOFTWARE FOR A PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OF AUTOMOTIVE PART PROCESS), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัคร ประถมพงศ์,106 หน้า. ISBN 974-03-1741-3

วิทยานิพนธ์นี้ได้มีการศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis, FMEA) เพื่อการออกแบบและจัดสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเป็น เครื่องมือในการช่วยระบุข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบได้อย่าง สะดวก ถูก ต้อง และมีประสิทธิภาพ โดยออกแบบและจัดสร้างโปรแกรม FMEA ProFI 1.0 ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนได้แก่ ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information) ส่วนตั้งค่า (Options) ส่วนระบุข้อบกพร่อง (Failure Mode) ส่วนปฏิบัติการ (Worksheet) และส่วนข้อเสนอแนะ (Recommendation) และได้ส่งให้ผู้ ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประเภทที่ทำจากโลหะทดสอบ พบว่าแนวทางการใช้ เทคโนโลยีฐานข้อมูลและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยระบุข้อบกพร่องและเพิ่มประสิทธิภาพ ในการทำ Process FMEA ได้อย่างสะดวกรวดเร็วและถูกต้องน่าเชื่อถือ โดยวัดจากการสำรวจ ความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่าความพึงพอใจเพิ่มจากวิธีการทำในปัจจุบัน 62% ขึ้นมาอยู่ในระดับ 87% เทียบกับการนำโปรแกรม FMEA ProFI 1.0 มาใช้ในการทำงาน

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา2544	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

##4271414121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: QUANLITY/QS-9000 / TOOL / FMEA / SOFTWARE CHONLATHA KRAIWATNUSSORN : FAILURE MODE IDENTIFICATION SOFTWARE FORA PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OF AUTOMOTIVE PART PROCESS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. PRASERT AKKHARAPRATHOMPHONG, 106 pp. ISBN 974-03-1741-3

The objective of this thesis is to study a technique Failure mode and Effects analysis (FMEA) to design and initiate computer software for identifying the failure modes and analyzes the Process FMEA expediently correctly reliably and efficiently. The software FMEA ProFI 1.0 created consists of 5 modules as Information, Options, Failure modes, Work sheet and Recommendation. The result of that program validated by the users in metal automotive part industrial shows the using of database on computer software can help to identify failure mode and increase efficiency of Process FMEA expediently correctly and reliably measured by the users' satisfaction score is raising from status of 62% up to 87% after implementing the FMEA ProFI 1.0

DepartmentIndustrial Engineering	Student's signature
Field of studyIndustrial Engineering	Advisor's signature
Academic year2001	Co-advisor's

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานกรรมการ และ กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค , รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช ที่กรุณาให้ข้อแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นที่เป็น ประโยชน์ต่อการวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ประกอบอุตสาหกรรมที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ทดสอบการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำวิจัยใน ครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมา โดยตลอด

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทยง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษจ
กิตติกรรมประกาศฉ
สารบัญช
สารบัญตารางณ
สารบัญภาพญ
บทที่ 1 บทนำ1
1.1 ความเป็น <mark>มาและเหตุผล</mark> 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย2
1.3 ขอบเขตการวิจัย2
1.4 ขั้นตอนกา <mark>รวิจัยและดำเนินงาน</mark> 2
1.5 ประโยชน์ที่ค <mark>าดว่าจะได้รับจากการวิจัย</mark>
บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง <mark>และผลกระทบ</mark> 4
2.1 ชนิดของ FMEA5
2.2 คณะทำงาน FMEA7
2.3 แหล่งข้อมูล7
2.4 ขั้นตอนการทำ FMEA7
2.5 รายละเอียดของแบบฟอร์ม FMEA
บทที่ 3 ข้อบกพร่องในงานโลหะ14
3.1 คำจำกัดความ14
3.2 การบ่งชี้ข้อบกพร่อง14
3.3 ข้อบกพร่องของงานโลหะที่พบโดยทั่วไป15
บทที่ 4 รายละเอียดการออกแบบโปรแกรม FMEA ProFI
4.1 การออกแบบโปรแกรม
4.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFI
4.3 แผนภูมิการไหล (Flow Chart)32

สารบัญ (ต่อ)

ซ

4.5 ตัวอย่างการใช้งาน
บทที่ 5 การทดสอบโปรแกรม53
5.1 วิธีการทดสอบ53
5.2 ผลการทดสอบ56
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสน <mark>อแนะ</mark> 61
6.1 บทสรุป61
6.2 ข้อเสนอแน <mark>ะ</mark>
รายการอ้างอิง
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก Reference Manual Process FMEA
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้โปรแกรม FMEA ProFI
ภาคผนวก ค ผล <mark>การตอบแบบสอบถามจากผู้ทดสอบ</mark> โปรแกรม
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
d l c date c'' l	
ตารางที่ 2.1 แสดงแบบฟอร์มที่ไช้วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ	
ตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างแบบสอบถามโปรแกรม FMEA ProFl	
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนข้อมูลทั่วไป (Information T	ab)56
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนการตั้งค่า (Options Tab)	57
<mark>ตารา</mark> งที่ 5.4 แสดงผลการตอบแบ <mark>บสอบถามในส่วนช่วยในการบ่งชี้</mark> ลักษณะของ	Failure mode 57
ตารางที่ 5.5 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work	Sheet) 58
ตารางที่ 5.6 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Reco	mmendation)58

ตารางที	5.6 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Recommendation)	58
ตารางที่	5.7 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนทั่วไป	59
ตารางที่	5.8 แสดงผลการเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของโปรแกรม	59



สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของ FMEA กับเครื่องมืออื่นๆในระบบคณภาพ QS-9000	4
ึ้ง รปที่ 2.2 ชนิดและความสัมพันธ์ของ FMEA	5
ึ้ง รปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำ FMEA	8
ง รุปที่ 2.3 แสดงแบบฟอร์มที่ใช้วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ	9
ึ้ง รปที่ 4.1แสดงการเปรียบเทียบลักษณะข้อบกพร่องที่ใช้ในโปรแกรม FMEA ProFI	23
ึฐปที่ 4.2แสดงตารางฐานข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFl	24
รูปที่ 4.3แสดงตารางฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันของโปรแกรม FMEA ProFI	24
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรม PHA-PRO 3.0	25
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Relax 7.3	
รูปที่ 4.6 แสดงการหน้าจอการเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic ในส่วนการออกแบบหน้าจอ	27
รูปที่ 4.7 แสดงการหน้าจอการ เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ออกแบบไว้	
รูปที่ 4.8 แสดงการหน้าจอการเขียน Source Code	
รูปที่ 4.9 แสดงการทำงานของ FMEA ProFl	
รูปที่ 4.10 แสดงรูปแบบ User Interface ของ Worksheet	
รูปที่ 4.11 แผนภูมิการไหลแสดงFMEA ProFI ส่วนโปรแกรมหลัก	32
รูปที่ 4.12 แผนภูมิการไหลแสดงการเปิดโปรแกรมใหม่	
รูปที่ 4.13 แผนภูมิการไหลแสดงการเปิดโปรแกรม	
รูปที่ 4.14 แผนภูมิการไหลแสดงการปิด, การพิมพ์และการออกจากโปรแกรม	
รูปที่ 4.15 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Information Tab	36
รูปที่ 4.16 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Options Tab	
รูปที่ 4.17 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Failure mode Tab	
รูปที่ 4.18 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Worksheet Tab	39
รูปที่ 4.19 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Recommendation Tab	40
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าจอเมนูหลัก (Main Menu)	41
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าจอส่วนข้อมูล (Information Tab)	41
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูล Core Team	42
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าจอส่วนการตั้งค่า (Options Tab)	42
- รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางภาวะความรุนแรง	43
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางโอกาสการเกิด	43
รูปที่ 4.26 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางการตรวจพบ	44
รูปที่ 4.27 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางค่า Classification	

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอส่วนการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure mode Tab)	
รูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอการช่วยบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure mode Identification)	
รูปที่ 4.30 แสดงหน้าจอส่วนปฏิบัติการ FMEA (FMEA Worksheet Tab)	46
รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอส่วนข้อปฏิบัติข้อเสนอแนะ (Recommendation Tab)	46
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอการพิมพ์รายงานตามแบบของ Ford / Chrysler / GM	
รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอการพิมพ์รายงานตามแบบฟอร์มของกรมโรงงานอุตสาหกรรม	47
รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วนการใช้โปรแกรม	
รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วนการทำ Process FMEA	48
รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วน Failure Mode	

u	
รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วนการทำ Process FMEA	48
รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วน Failure Mode	. 49
รูปที่ 4.37ตัวอย่างการใช้งานและการกรอกข้อมูลในส่วน Information	49
รูปที่ 4.38ตัวอย่างการเลือกใช้แบบฟอร์ม Ford/Chrysler/GM ในส่วน Options	50
รูปที่ 4.39ตัวอย่างการเลือกใช้แบบฟอร์มกรมโรงงานในส่วน Options	50
รูปที่ 4.40 ตัวอย่างการใช้งาน <mark>การระบุข้อบกพร่องและการจัดเก็บราย</mark> ละเอียดและรูปภาพ	51
รูปที่ 4.41ตัวอย่างการใช้โปรแกร <mark>มในการวิเคราะห์ Proces</mark> s FMEA ในส่วนของ Worksheet	51
รูปที่ 4.42ตัวอย่างการใช้โปรแกรมใน <mark>แบ่งแยกข้อปฏิบัติเสนอ</mark> แนะ	
และการติดตามผลในส่วนของ Recommendation	52

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบันแนวคิดการปรับลดต้นทุนการผลิตโดยการขยายกำลังการผลิต (Economy of scale) หรือการทดแทนคนด้วยเครื่องจักร อาจไม่ใช่สิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาความ สามารถทางการแข่งขันอีกต่อไป เนื่องจากสถานการณ์และปัจจัยสำคัญต่าง ๆเกิดการเปลี่ยน แปลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้รูปแบบของการแข่งขันทางธุรกิจเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็น นโยบายการค้าเสรี การเกิดวิกฤตเศรษฐกิจการเงินในระดับโลก และ การเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุค ของข้อมูลข่าวสาร การปรับปรุงคุณภาพของสินค้ารวมถึงการประกันคุณภาพ กำลังเป็นแนวคิด ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากจะเป็นแนวคิดที่สร้างความแตกต่างด้าน คุณค่าของสินค้ามากกว่าที่จะเป็นเพียงการให้ลูกค้าเลือกสินค้าจากความแตกต่างด้านราคา เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นสิ่งที่ประเทศไทยมีความเสียเปรียบ เมื่อแข่งขันกับประเทศที่มีต้นทุนแรง งานต่ำกว่าเช่น ประเทศจีน เวียดนาม

แนวโน้มทางด้านระบบคุณภาพในเวทีการค้าโลกจึงไม่ได้มีความหมายแค่เพียงการควบ คุมให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีเท่านั้น ในภาคอุตสาหกรรมยังต้องให้ความสำคัญกับ สนองความต้องการของลูกค้าและการออกแบบผลิตภัณฑ์ และคุณภาพในแต่ละขั้นตอนทั้งการ ผลิตและบริการ ข้อบกพร่อง (Failure mode) จึงเป็นสิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงและหาวิธีป้องกันให้มี โอกาสในการเกิดน้อยที่สุด เครื่องมือทางระบบคุณภาพหลายอย่างจึงถูกคิดค้นขึ้นเพื่อแก้ปัญหา นี้ หนึ่งในนั้นที่ได้รับความนิยมและได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ การ วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

ในปัจจุบันภาคธุรกิจอุตสาหกรรมมีการใช้ FMEA เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการ วิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย (Risk Assessment)แล้ว ยังมีการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบคุณ ภาพอันได้แก่ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ และอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเลคโทรนิค โดยเป็นการ ทำตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน QS-9000 หรือเป็นการทำตามขั้นตอนที่บริษัทผู้ซื้อสินค้าต่าง ประเทศกำหนดให้ ทำให้บุคคลากรบางส่วนยังไม่เข้าใจในหลักการและวิธีการใช้อย่างแท้จริง ประกอบกับอุปสรรคด้านภาษา เป็นผลให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่ถูกต้องหรือน่าเชื่อถือพอที่ จะสามารถสรุปผลเพื่อการตัดสินใจและนำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการจัดเก็บ เอกสารจำนวนมากอาจเกิดปัญหาสูญหายเมื่อเวลาผ่านไป

เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนต่าง ๆการทำ FMEA จะเห็นว่าประเด็นสำคัญเพื่อให้การ วิเคราะห์ที่สมบูรณ์คือการใช้กลุ่มบุคลาการที่มีประสบการณ์การทำงานสูงซึ่งเชี่ยวชาญทั้งด้าน วิชาการและในสาขาต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับระบบ สินค้า การออกแบบ และ บริการ ซึ่งจะได้ข้อมูล ความคิดเห็นอันหลากหลายจากหลายมุมมอง ซึ่งในการจัดทำ FMEA แต่ละครั้งนั้นจะต้องใช้ ทรัพยากรบุคคลที่มีคุณภาพจากหลายส่วนงานเป็นเวลานาน ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูงโดยเฉพาะการ เชิญผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคจากต่างประเทศ ฉะนั้นการให้ความสำคัญกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ และการนำผลที่วิเคราะห์ไปสรุปเป็นแผนการดำเนินงานจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญเป็น อันดับแรก

แนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ได้รับการยอมรับในการ ประยุกต์ใช้ช่วยงานทางด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม เช่น การออกแบบ การเขียนแบบ การ ประมาณราคา การบริหารโครงการ การจัดเก็บและบริหารข้อมูล การคำนวณที่ซับซ้อน การ สร้างแบบจำลอง เครื่องมือทางสถิติ รวมไปถึง การเป็นโปรมแกรมช่วยในการตัดสินใจ เป็นวิธีที่ น่าสนใจที่จะศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดทำ FMEA ในการประกันคุณภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สร้างโปรแกรมพร้อมคู่มือการใช้งาน เพื่อช่วยในการระบุลักษณะข้อบกพร่องในการจัด ทำ Process FMEA ที่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ได้อย่างสะดวก ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ในการนำไปปฏิบัติเพื่อประกันคุณภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิ ภาพ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- O เป็นการศึกษา ออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- o เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับ Process FMEA ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทที่ ทำจากโลหะ
- O การออกแบบโปรแกรมจะคำนึงถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ความบกพร่อง สาเหตุ และผล กระทบจนถึงการทำรายการปฏิบัติการเสนอแนะ

ขั้นตอนในการทำ Process FMEA จะยึดถือเอกสารคู่มืออ้างอิงของ Ford, Chrysler
 Corporation, GM เป็นมาตรฐานดังเอกสารภาคผนวก 1

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน

- 1 หาข้อมูลและศึกษาโปรแกรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 2 ศึกษาลักษณะข้อบกพร่องของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทโลหะ
- 3 ออกแบบขอบเขตและโครงสร้างของโปรแกรม
- 4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างโปรแกรม
- 5 ทำการสร้างโปรแกรม
- 6 ทดสอบโปรแกรมโดยการส่งให้ผู้ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ทดลองใช้
- 7 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง
- 8 จัดทำคู่มือการใช้และรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 1 สามารถนำ Program ที่ได้มาใช้ช่วยระบุข้อบกพร่องในขบวนการผลิตได้อย่าง ครบถ้วน และครอบคลุมทุกข้อบกพร่องในการพิจารณา
- 2 ช่วยให้ผู้ใช้ Program สามารถใช้เครื่องมือ FMEA ได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน
- 3 สามารถนำ Program ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมอื่นๆได้จริง
- 4 ประหยัดเวลาและ ทรัพยากรในด้านบุคลากรรวมไปถึงการนำผลจากการวิเคราะห์ไป จัดเก็บและสรุปเพื่อการตัดสินใจ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5 เป็นแนวทางในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆในงาน วิศวกรรมอุตสาหการให้มีความทันสมัยและแพร่หลายเชื่อมโยงกับเครื่องมืออื่นได้

จุฬาลงกรณ่มหาวิทยาลัย

บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis หรือ FMEA)

กระบวนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis หรือ FMEA) เป็นกลวิธีเชิงวิเคราะห์ทางวิศวกรรมที่ถูกใช้ในการบ่งซี้, อธิบาย และ กำจัดข้อบกพร่อง (Failure mode) ที่อาจจะเกิดขึ้นจาก ระบบ (System), การออกแบบ (Design), กระบวนการผลิต (Process) และ การบริการ (Service) เป็นแนวทางเพื่อป้องกัน สาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องในขั้นตอนต่างๆ ก่อนที่ข้อบกพร่องจะผ่านไปถึงลูกค้า

FMEA ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในระบบคุณภาพ QS-9000 โดยสามารถใช้ร่วมกับ เครื่องมืออื่นได้ดังแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของ FMEA กับเครื่องมืออื่นๆในระบบคุณภาพ QS-9000

2.1 ชนิดของ FMEA

โดยทั่วไปจะมีการแบ่งชนิดของ FMEA ได้เป็น 4 ประเภท โดยความสัมพันธ์ของ FMEA นั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



ร**ูปที่ 2.2 ชนิดและความสัมพันธ์**ของ FMEA

2.1.1 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในระบบ (System FMEA)

ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยเพื่อสรรหาแนวคิดและการออกแบบขั้นต้น โดย มุ่งเน้นในเรื่องความบกพร่องระหว่างหน้าที่ของแต่ละส่วนในระบบ ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะได้

- O รายการข้อบกพร่องที่สามารถเป็นไปได้เรียงลำดับตามค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number)
- O รายการหน้าที่ของระบบที่ทำหน้าที่ตรวจพบข้อบกพร่อง
- Sายการของข้อปฏิบัติในการออกแบบเพื่อขจัดข้อบกพร่อง, ประเด็นด้านความ
 ปลอดภัย และการลดโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง

2.1.2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการออกแบบ

(Design FMEA)

ใช้เพื่อวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะทำการผลิตจริงในโรงงาน ว่ายังมีข้อบกพร่องเนื่อง จากการออกแบบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะได้

- Sายการข้อบกพร่องที่สามารถเป็นไปได้เรียงลำดับตามค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number)
- O รายการคุณลักษณะวิกฤตและ/หรือ คุณลักษณะที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ
- ๑ รายการของข้อปฏิบัติในการออกแบบเพื่อขจัดข้อบกพร่อง, ประเด็นด้านความ
 ปลอดภัย และการลดโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง
- O รายการค่าต่างๆที่ควรตรวจวัด ทดสอบ รวมถึงวิธีที่ใช้ในการทดสอบ
- O รายการของข้อปฏิบัติเสนอแนะสำหรับคุณลักษณะวิกฤต และคุณลักษณะที่ส่ง ผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

2.1.3 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต

(Process FMEA)

ใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในขบวนการผลิตในโรงงาน, การประกอบชิ้นส่วน และขั้น ตอนต่างในการผลิต ซึ่งผลการการวิเคราะห์จะได้

- Sายการข้อบกพร่องที่สามารถเป็นไปได้เรียงลำดับตามค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number)
- O รายการคุณลักษณะวิกฤตและ/หรือ คุณลักษณะที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ
- O รายการของข้อปฏิบัติเสนอแนะเพื่อเข้าถึงคุณลักษณะวิกฤต และคุณลักษณะที่ ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ
- ๑ รายการของการขจัดสาเหตุของข้อบกพร่อง, การลดความถี่ของข้อบกพร่อง และการเพิ่มการตรวจวัดข้อบกพร่อง

2.1.4 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในงานบริการ

(Service FMEA)

ใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในงานบริการที่เกี่ยวข้องกับลูกค้าที่โดยมุ่งเน้นถึงความ ผิดพลาดอันเกิดมาจากระบบการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน ซึ่งผลการการวิเคราะห์จะได้

- ๑ รายการข้อผิดพลาด (Error) ที่สามารถเป็นไปได้เรียงลำดับตามค่าตัวเลขความ
 เสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number)
- o รายการงานวิกฤตและ/หรือ งานที่สามารถส่งผลกระทบการบริการอย่างมีนัย สำคัญ
- O รายการของจุดคอขวด (Bottleneck) ของขั้นตอนการทำงานหรืองาน
- o รายการของการขจัดข้อผิดพลาด

O รายการของการระบบเฝ้าระวังข้อผิดพลาด

2.2 คณะทำงาน FMEA

การทำ FMEA ให้มีความสำเร็จและให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดนั้น ปัจจัยที่มีความสำคัญที่ สุดคือคณะทำงานที่มีส่วนร่วมในการเสนอ, การกระตุ้น และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยจำนวนของคณะทำงานควรอยู่ระหว่าง 5 – 9 คน โดยที่แต่ละคนควรมี ความรู้ความชำนาญในส่วนงานของตน ซึ่งมีความสามารถในการให้คำปรึกษาปัญหาให้กับคณะ ทำงานทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งอาจรวมถึงการเชิญลูกค้าหรือผู้ขาย (Supplier) มาร่วมด้วย ซึ่งลักษณะของคณะทำงานไม่ควรจัดเป็นคณะทำงานประจำควรมีการจัดเป็นครั้ง ๆตามความ เหมาะสมกับงานที่จะวิเคราะห์

คณะทำงานในที่นี้นอกจากจะมีความรู้ความสามารถในงานส่วนต่าง ๆแล้วสิ่งที่สำคัญที่ไม่ สามารถละเลยได้คือ การที่คณะทำงานมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค FMEA เป็นอย่างดี ทั้ง หลักการ คำนิยาม และเทคนิคต่าง ๆในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา จึงจำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่ คณะทำงานควรได้รับการฝึกอบรมการทำ FMEA

2.3 แหล่งข้อมูล

การหาข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ FMEA นั้นอาจกระทำได้ 2 วิธีโดย วิธีแรก กระทำโดยการวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ (Historical data) หรืออาจจะวิเคราะห์จาก ข้อมูลที่มีลักษณะคล้าย ๆกันจากผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ลักษณะใกล้เคียงกันเช่นบันทึกการ รับประกันสินค้า, ใบคำร้องจากลูกค้า (Customer Complaints) และวิธีที่สองเป็นข้อมูลที่ได้จาก การวินิจฉัย ซึ่งอาจมาจากการคำนวณทางวิศวกรรม, สมการทางคณิตศาสตร์, การสร้างแบบ จำลอง หรือการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (Simulation)

2.4 ขั้นตอนการทำ FMEA

แม้ว่าในการทำ FMEA จะมีรายละเอียดปลีกย่อยในแต่ละขั้นตอนโดยขึ้นอยู่กับชนิดของ FMEA แต่โดยหลักการแล้วสามารถสรุปเป็นแผนภูมิการไหลได้ดังรูปที่ 2.3



ร**ูปที่ 2.3** ขั้นตอนการทำ FMEA

2.5 รายละเอียดของแบบฟอร์ม FMEA

เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในการสรุปและจัดทำเอกสารในการทำFMEA แบบฟอร์ม เอกสารได้ถูกพัฒนาขึ้นใช้ โดยในบทนี้จะทำการยกตัวอย่างแบบฟอร์มของ แบบฟอร์มเอกสาร Process FMEA ของ Ford, Chrysler Corporation, GM ดังรูปที่ 2.4

- *:	2)-000-00 50-001+5 6		(13) Polantiat Caule 12	0	(15) (17).	0		·(19)	1	-13.6.4		a fe	in.			
Insulficient was	and the second sec	Ľ	dk F shire (14)	- 11 - 11 -	Paten Coreat (6)			л-сочн (19)	Frequencial S Frice Constration Date (20)	• •		0	4 4 4			
Coverage deve Geschent Berlade	University and the debage heading of	1	Manually extended solar east non-oscilled fait enduign	-	Visual Chica eschingue Icavit Ischen (Pictures) Toront Ischen and	1	200	-33 33 5-1	100 C 2100 0 24 10 11	Sitta attavia Ittorivanitti visita Sit	ľ	1	1			
	Authoritation averages protocyte gaars over unen historiet and function of estateat ands Auto-ate				coverage			Angener Starwij	100 Endra 54 12 11	Alexandria dale est toregio en al di toregio en al di toregio en el toregio en el						
To A president Grad (Sever Mattack B Incomet wate Mate 2014 and N Sid 2014 and						Taras meats conten Visioner too meth Fortain stude too to- Presaine too to-	1	Free saray gamein as starrow and arren eas proods and Greenaling maximizated ang similar channesas	3	-05	Use Denote of Scattering (IODE) on HESSITE IS Interded Scattering Statute	rig Storg un i graf	Compared parts which each permit a part which provide characteristic which a bit which which a bit which which a bit which characteristic characteris	X. L.		
			Saray Made Selainiet cue lo impedi	2	Рененканне тактелалов рюдуатька тактел лева	2	29	NOLS								
			Social view mailtoins		Operator instructions and to sampling (ad operation thing is check for tower sign of cource areas	1	202	in visit sädäs letter	Havitania 94.04 (3	Automited (27 sy characterised) (24 state state (24 state state (24 state) (24 state) (24 state) (24 state) (24 state) (24 state) (24 state) (24 state)	*		102			
		 Implered hartshot til anland unter Adrig-date 	- Implered herohor of entered herohor of	Inguine durcholt si anares sitter Adrid-dae Surses sitter Adrid-dae Surses have to be- Present to dae Surse have to be- Present to dae Surse have to be- Present to dae	Implered function of instant state range Implered function of instant state range Implered function of instant state range Implered function Implered function Implered function Implered Satas read defaulted Implered Satas read defaulted Implered Implered	Annucling guart teres land Minutered hintoldur til anseted under Adride-Jate Sign 3a Anadis Cologoni Miscolary log megn Centoe soure do Ge- mission and directions mission and directions mission and directions Sign 3g Anadis delationed dow. Sign 3g Anadis delatinte	Antimular di substrationi si analisi dologiati 1 Festi statar ganeria si analisi dologiati 3 Seriar substrati sitis Adrigedate Seriar substrati dologiati 1 Festi statar ganeria si analisi dologiati 3 Miscolare solo della Presentati dologiati 1 Festi statar ganeria si analisi dologiati 3 Miscolare solo della Presentati dologiati 1 Statar que analisi dologiati analisi dologiat	Minutered bintotion tal anaread sitter Advide-dae Signals meets conjour Nacionaly too moyo function subjective do Ge metsion 100 Ge metsion 100 Ge metsion 100 Ge Signals Avail device do Ge metsion 100 Ge Signals Avail device do Ge metsion 100 Ge Signals Avail device do Ge Signals Ava	Interview guint steep interview Augustude Minute est interview under and interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Minute est under and steep interview Sign as meads colloged Sign as meads colloged Sign as mead	Antimulting and increase using environe all increase and the manual and the manual manual manual manual environe all increases Antiphilate 1/10 End to Sol 2 its issues Beilds Readts CODSpect Visiology 100 mS/D Pressues 199 Ber 1 Creat starsy game in Survival and given me privations and given me channels and the manual manual privations and given me maximum and given me maximum and given me maximum and given me privations and given me	Interplet guint date Augebraie Augebraie Augebraie Augebraie Augebraie Augebraie Set 2 is 1 is Set 2 is 1 is	Interpletation of the second and t				

รูปที่ 2.4 แสดงแบบฟอร์มที่ใช้วิเคราะที่ข้อบกพร้องและผลกระทบ

9

้โดยสามารถอธิบายส่วนต่างๆ ของแบบฟอร์มได้ตามตัวเลขในแบบฟอร์มดังนี้

1. หมายเลข FMEA (FMEA Number)

คือหมายเลขเลขเอกสาร FMEA ที่ใช้การจัดเก็บซึ่งอาจนำไปใช้การอ้างอิงหรือติด ตามเอกสาร

2. ชื่อชิ้นส่วนหรือกระบวนการ (ltem)

ให้ทำการใส่ชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบของ กระบวนการ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์

ความรับผิดชอบด้านกระบวนการ (Process Responsibility)
 ให้ทำการกำหนดฝ่ายหรือกลุ่มที่รับผิดชอบกระบวนการ

4. จัดทำโดย (Prepared by)

ให้ทำการใส่ชื่อ เบอร์โทรศัพท์ และ ชื่อบริษัท ของวิศวกรที่รับผิดชอบในกาทำ FMEA

5. รุ่นปี / ยานพาหนะ (Model Year(s) / Vehicle)

ให้ทำการใส่ชื่อ รุ่น ปี และ สายการผลิต ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์กระบวนการ ผลิต

6. วันที่กำหนด (Key Date)

เป็นการเริ่มระบุเป้าหมายวันที่การทำ FMEA จะเสร็จสิ้น ซึ่งไม่ควรเกินวันเริ่มการ ผลิต

7. วันที่จัดทำตาราง FMEA (FMEA Date)

ระบุวันที่ที่จัดทำเอกสาร FMEA ขึ้น รวมทั้งวันที่ได้รับการทบทวนครั้งสุดท้าย

8. คณะทำงานหลัก (Core team)

คือรายชื่อคณะทำงานหลักที่รับผิดชอบในงานส่วนที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายหรือแผนก นั้น ๆ โดยมีอำนาจการตัดสินใจในการทำงาน (ซึ่ง ควรมีการบันทึกชื่อ แผนก เบอร์ โทรศัพท์ ที่อยู่ เป็นต้น) หน้าที่ของกระบวนการ / ข้อกำหนด (Process Function/ Requirements) ให้กรอกรายละเอียดทั่ว ๆไปเกี่ยวกับกระบวนการหรืการปฏิบัติงานที่ทำการ วิเคราะห์

10. ข้อบกพร่อง (Potential Failure Mode)

คือรายละเอียดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงานที่เจาะจงไว้ จาจเป็น สาเหตุหนึ่งร่วมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานในส่วนก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ดีในการจัดทำ FMEA ควรมีการตั้งสมมุติฐานว่าชิ้นส่วน/วัตถุดิบที่เข้ามาใน กระบวนการผลิตมีความถูกต้องอยู่แล้ว โดยการวิเคราะห์จะเริ่มจากกระบวนการที่สน ใจ

11. ผลกระทบของข้อบกพร่อง (Potential Effect(s) of Failure)

คือ ผลกระทบของข้อบกพร่องของลูกค้า ซึ่งลูกค้าในที่นี้อาจหมายถึงการปฏิบัติ งานขั้นตอนต่อไป หรือผู้ใช้ขั้นสุดท้าย สำหรับผู้ใช้ขั้นสุดท้ายผลกระทบต่าง ๆต้องได้ รับการระบุในเชิงสมรรถภาพของระบบ หรือผลิตภัณฑ์

12. ภาวะความรุนแรง (Severity, (S))

คือ การประเมินสภาพความเลวร้ายของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่มีต่อลูกค้า ภาวะความรุนแรงที่กล่าวถึงนี้ ควรได้รับการกำหนดเป็นตัวเลข "1" ถึง "10"

13. ประเภท (Classification)

ในส่วนนี้จะเป็นระบุประเภทของคุณลักษณะพิเศษต่างๆในกระบวนการ อาจจะ เป็นส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือ ระบบ ซึ่งอาจต้องการเพิ่มการควบคุม

สาเหตุของข้อบกพร่อง (Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of failure) เป็นรายละเอียดของสาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องซึ่งอาจมีสาเหตุจาก คน,

เครื่องจักร, วัตถุดิบ หรือขั้นตอนการผลิต

15. โอกาสการเกิด (Occurrence (O))

คือการคาดการณ์ถึงโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง ควรได้รับการกำหนดเป็นตัว เลข "1" ถึง "10" ในกรณีที่สามารถทำได้ ให้ใช้ข้อมูลเชิงสถิติจากกระบวนการใน ลักษณะเดียวกัน เพื่อตัดสินการจัดอันดับการเกิดขึ้น

16. การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน (Current Process Controls)

การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน เป็นการระบุรายละเอียดที่ต้องการควบคุมเพื่อ ตรวจว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้มีข้อบกพร่องขึ้นหรือเกิดขึ้น น้อยที่สุด

17. การตรวจพบ (Detection (D))

คือ การประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันที่ได้เสนอ ไว้มาใช้เป็นสมมุติฐานที่เกิดขึ้นได้โดยควรได้รับการกำหนดเป็นตัวเลข "1" ถึง "10"

18. ตัวเลขความเสี่ยงชี้น้ำ (Risk Priority Number (RPN))

เป็นผลการคำนวณจาก ภาวะความรุนแรง (S) , โอกาสการเกิด (O) , การตรวจ พบ (D) โดยคำนวณได้จากสมการ

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

โดยในการทำ FMEA คณะทำงานควรมีการตกลงค่า RPN ที่ยอมรับได้ ไว้เพื่อ เป็นเกณฑ์การตัดสินใจการนำไปปฏิบัติการเสนอแนะ

19. ปฏิบัติการเสนอแนะ Recommended Action(s)

เมื่อข้อบกพร่องได้รับการจัดอันดับโดยค่า RPN การแก้ไขควรพิจารณาจาก สาเหตุของข้อบกพร่องที่มีค่า RPN อันดับสูงที่สุดก่อน โดยมีเป้าหมายในการลดภาวะ ความรุนแรง, โอกาสการเกิด และการตรวจพบของข้อบกพร่อง

20. หน่วยงานรับผิดชอบ (Responsibility)

ให้กำหนดหน่วยงานที่จะรับผิดชอบในการนำปฏิบัติการเสนอแนะไปปฏิบัติ ควร วันที่คาดว่าจะเสร็จด้วย

21. ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ (Action taken)

หลังจากปฏิบัติการเสนอแนะไปปฏิบัติถูกกระทำ ให้ใส่รายละเอียดในการปฏิบัติ และวันที่เริ่มปฏิบัติ

22. ผลด้าน RPN

หลังการปฏิบัติการเชิงแก้ไข ได้รับการดำเนินการแล้วให้ประมาณผลด้านภาวะ ความรุนแรงการเกิดขึ้นการการตรวจพบอีกครั้ง หลังจากนั้น ค่า RPN จะถูกพิจารณา ถึงความจำเป็น ซึ่งอาจต้องทำการปรับปรุงใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 21



บทที่ 3 ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วนโลหะ

3.1 คำจำกัดความ

คือการเปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง หรือคุณสมบัติวัสดุของโครงสร้าง , เครื่องจักร ชิ้นส่วน ซึ่งทำ ความเสียหายให้ชิ้นส่วนจนไม่สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ถูกออกแบบไว้

3.2 การระบุข้อบกพ<mark>ร่อง</mark>

ข้อบกพร่องต่าง ๆของชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำจากโลหะนั้น สามารถบ่งชี้และแบ่งแยกประเภทได้ ตามปัจจัยต่าง ๆดังต่อไปนี้

3.2.1 ลักษณะของข้อบกพร่อง (Manifestations of Failure)

- 3.2.1.1 การเปลี่ยนรูปแบบไม่คืนรูป (Elastic deformation)
- 3.2.1.2 การเปลี่ยนรูปแบบคืนรูป (Plastic deformation)
- 3.2.1.3 การแตก (Rupture or Fracture)
- 3.2.1.4 การเปลี่ยนแปลงวัสดุ (Material Change)
 - 3.2.1.4.1 ทางโลหะ (Metallurgical)
 - 3.2.1.4.2 ทางเคมี Chemical
 - 3.2.1.4.3 ทางนิวเคลียร์ (Nuclear)

3.2.2 เหตุกระทำให้เกิดข้อบกพร่อง (Failure-inducing agents)

- 3.2.2.1 แรง (Force)
- 3.2.2.2 เวลา (Time)
- 3.2.2.3 อุณหภูมิ (Temperature)
- 3.2.2.4 การกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม Reactive environment
 - 3.2.2.4.1 ทางเคมี (Chemical)
 - 3.2.2.4.2 ทางนิวเคลียร์ (Nuclear)

3.2.3 ตำแหน่งที่เกิดข้อบกพร่อง (Failure location)

3.2.3.1 ที่ตัวชิ้นงาน (Body type)3.2.3.2 ที่พื้นผิวของชิ้นงาน (Surface type)

3.3 ข้อบกพร่องของงานโลหะที่พบโดยทั่วไป

3.3.1 การเปลี่ยนรูปแบบไม่คืนรูป (Elastic Deformation) ที่เกิดจากแรง และ/หรือ อุณหภูมิ

เกิดจากแรง และ/หรือ อุณหภูมิที่มากพอที่ทำให้เกิดการแปรรูปแบบไม่คืนรูปซึ่งส่งผล ให้ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.2 Yielding

เกิดจากแรงและ/หรือการเคลื่อนไหวที่มากพอที่ทำให้เกิดการแปรรูปแบบคืนรูปได้ซึ่งส่ง ผลให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.3 Brinnelling

เกิดจากผิวโค้ง 2 พื้นผิว ได้รับแรงกระทำ แล้วทำให้ผิวใดผิวหนึ่งหรือทั้งสองพื้นผิว เกิด การแปรรูปแบบคืนรูปได้ ซึ่งทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของพื้นผิว

3.3.4 Ductile Rupture

เกิดในชิ้นส่วน/เครื่องจักรที่ทำมาจากวัสดุที่มีลักษณะเหนียว (Ductile Behavior); ซึ่งจะ มีการแปรรูปแบบคืนรูปได้ โดยที่ถ้ามีการแปรรูปจนถึงขีดจำกัด จะเกิดการแตกออกเป็น 2 ชั้น ซึ่งบริเวณที่แตกไปแล้ว ผิวจะมีลักษณะขรุขระ

3.3.5 Brittle Fracture

เกิดในชิ้นส่วน/เครื่องจักรที่ทำมาจากวัสดุที่มีลักษณะ Brittle เกิดจากมีการแปรรูปแบบ ไม่คืนรูปมากจนส่งผลให้พันธะระหว่างอะตอมเกิดการแตกออกจากกัน ทำให้ชิ้นส่วน แยกออกจากกันเป็น 2 ชิ้น หรือมากกว่านั้น รอยแตกจะไม่ขรุขระ

3.3.6 Fatigue

เกิดจากการได้รับ Load หรือการแปรรูปซ้ำๆ กัน ทำให้เกิดการแตกออกเป็น 2 ชิ้นหรือ มากกว่านั้น

- High Cycle Fatigue เกิดการแตกหักเมื่อได้รับภาระแรง (Load) ซ้ำ ๆ กัน มาก กว่า 10,000 รอบการใช้งาน
- Low Cycle Fatigue เกิดการแตกหักเมื่อได้รับภาระแรง ซ้ำๆ กัน น้อยกว่า 10,000 รอบการใช้งาน
- Thermal Fatigue เกิดจากภาระแรง หรือ Strain Cycling ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยน แปลงอุณหภูมิไปมา
- Surface Fatigue เกิดกับพื้นผิวที่มีการ Rolling โดยการ Rolling นี้ มีลักษณะเป็น Hertz (รอบ/วินาที) ซึ่งจะทำให้เกิด Shear Stress บริเวณใต้ผิวเล็กน้อย และเกิด รอย แตกที่ใต้ผิว แล้วรอยนี้ก็จะแพร่ขึ้นมาที่ผิวทำให้เกิดการแตกออก

3.3.7 Corrosion

เป็นการกัดกร่อนที่เป็นผลมาจากปฏิกิริยาทางเคมี หรือไฟฟ้าเคมีกับสิ่งแวดล้อม มักจะเกิด ร่วมกับการสึกหรอ (Wear) or Fatigue

- Direct Chemical Attack การกัดกร่อนจะเกิดที่ผิวของเครื่องจักรที่เป็นตัวกลาง
 โดยการกัดกร่อนที่ผิวนี้ อาจจะเกิดอย่างไม่สม่ำเสมอในแต่ละพื้นผิว
- Galvanic Corrosion การกัดกร่อนโดยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ระหว่างโลหะ 2 ชนิดที่ แตกต่างกัน ที่ต่อกันอย่างครบวงจร
- Crevice Corrosion เกิดเนื่องจากสารละลายแทรกเข้าไปอยู่ในรอบแยก, Crack
 หรือ Joints ซึ่งทำให้เกิดการ Corrosion ขึ้น
- Pitting Corrosion เป็นการกัดกร่อนเฉพาะจุด ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นหลุมติดกัน หรือ
 เป็นรูยาว ซึมเข้าไปในเนื้อโลหะ
- Integranular Corrosion การกัดกร่อนจะเกิดที่ขอบเครน มักเกิดกับ Copper, Chromium, Nickel, Aluminium, Magnesium และ Zinc Alloys จะเกิดเมื่อมีการทำ Heat Treated หรือเชื่อมที่ผิดวิธี การเกิด Intergranular Corrosion นี้จะทำให้ Strength แย่ลง

- Selective Leaching เป็นการกัดกร่อนที่เกิดกับธาตุเดียวใน Solid Alloy เช่น
 Dezincification ของ Brass Alloys หรือ Graphitization ของเหล็กหล่อเทา
- Erosion Corrosion เป็นผลทางเคมีที่เกิดเมื่อ Abrasive or Viscid Material ไหล ผ่านพื้นผิว
 อย่างต่อเนื่อง เกิดกับโลหะที่ไม่มีการป้องกัน Corrosive Medium
- Cavitation Corrosion การกัดกร่อนทางเคมี ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความ ดัน ทำให้เกิดฟองหรือโพรงใน Fluid แล้วฟองนี้ไปแตกที่ผิว ทำให้ Partical ที่ผิว หลุดออกมา
- Hydrogen Damage จะไม่รวมถึงการกัดกร่อนโดยตรง แต่จะเป็นการเหนี่ยวนำให้ เกิด Corrosion ซึ่งจะรวมไปถึง Hydrogen Blistering, Hydrogen Embitterment, Hydrogen Attack และ Decarburization
- Biological Corrosion เป็นการกัดกร่อนจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ ซึ่งกระบวนการ นี้จะเกิดในการย่อยอาหาร และการกำจัดของเสีย โดยที่ของเสียที่เกิดขึ้นมีฤทธิ์เป็น กรดหรือเบส

3.3.8 การสึกหรอ (Wear)

Adhesive Wear เกิดจากความดันสูงในบริเวณที่มีการสึกหรอ และการเชื่อมติดกัน ของผิวขรุขระ เมื่อมีการเคลื่อนที่ที่เหนี่ยวนำให้เกิดการแปรรูปแบบคืนรูปได้และ การแตกออกของรอยเชื่อมของผิวขรุขระทำให้โลหะหลุดออกไปติดอยู่กับอีกพื้นผิว หนึ่ง

Abrasive Wear เกิดจาก

- 1. พื้นผิว 2 พื้นผิว เมื่อสัมผัสกับผิวที่อ่อนกว่า จะหลุดออกไป
- 2. พื้นผิวแข็ง 2 พื้นผิว มี Particle แทรกอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดรอยขีดข่วน
- Corrosive Wear เกิดจากการที่มี Adhesive หรือ Abrasive Wear เกิดขึ้น ส่งผล ให้เกิด Corrosive Wear

- Surface Fatigue Wear เกิดจากพื้นผิวโค้ง 2 ผิว นำมา Rolling หรือ Sliding ทำ ให้เกิด Cyclic Shear Stress ซึ่งจะทำให้เกิด Micro Crack แล้วมันจะแพร่ขึ้นไปที่ ผิว ทำให้ Particle ที่ผิวหลุดออกเป็น Pit
- Deformation Wear เกิดมาจากการแปรรูปแบบพลาสติกหลายๆ ครั้ง บริเวณพื้น ผิวซึ่งจะเกิด Crack และจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ มีสาเหตุมาจากการได้รับแรง กระแทก
- Impact Wear เกิดมาจากการแปรรูปแบบ Elastic ซ้ำไปซ้ำมาบริเวณพื้นผิว ซึ่งจะ ทำให้เกิด Crack และจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ
- 3.3.9 Impact
 - Impact Fracture เกิดเนื่องจากเครื่องจักรได้รับ Dynamic Load ซึ่งจะทำให้เกิด Stress สะสมขึ้น ถ้า Stress ที่เกิดขึ้นมากเกินไปจะทำให้เครื่องจักรทำงาน ผิดปกติ, Failure จะเกิดจากปฏิกิริยาของ Stress หรือ Strain
 - Impact Deformation เมื่อเกิดการแปรรูปแบบ Elastic หรือ Plastic ที่เกินขีด จำกัด ก็จะเกิด Failure ขึ้น
 - Impact Wear เป็น Elastic Strains ที่เกิดจากการได้รับแรงกระแทกหลายๆ ครั้ง
 โดยจะเกิด Fatigue Crack และมันจะโตขึ้นมาที่ผิว
 - Impact Fretting เกิดจากมีช่องว่างเล็กๆ ระหว่าง 2 พื้นผิวขณะที่มันกระแทกกัน โดยที่ช่องว่างนี้ เกิดมาจาก Poisson Strain หรือการทำมุมกันเล็กๆ ระหว่าง 2 พื้น ผิวขณะที่มีความเร็ว
 - Impact Fatigue Strain หรือการทำมุมกันเล็กๆ ระหว่าง 2 พื้นผิวขณะที่มี ความเร็ว
 - Impact Fatigue เกิดจากการได้รับแรงกระแทกซ้ำ ๆ จนกระทั้งเกิด Fatigue Crack และเกิดการแพร่ของมันขึ้น

3.3.10 Fretting

เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวระหว่างของแข็ง 2 ชนิด เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำซ้ำ ๆ จะเกิดที่ รอยต่อที่มีแนวโน้มจะไม่มีการเคลื่อนที่ แต่เพราะได้รับโหลดที่สั้นหรือการแปรรูป

- Fretting fatigue เกิดการแตกในเครื่องจักร เนื่องจากได้รับ Load ซ้ำ ๆ กัน หรือ เกิด strain ในภาวะที่ทำให้เกิด Failure mode ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เพราะจะ ช่อนอยู่ในรอยต่อ
- Fretting wear เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นส่วนที่นำมาต่อกัน ซึ่งเกิด เนื่องมาจาก Fretting Action ที่มีขนาดมาก จนไปขัดขวางการทำงานของชิ้นส่วนที่ ได้ออกแบบมาอย่างเหมาะสมแล้ว หรือ มากพอที่จะทำให้เกิด Stress concentration ซึ่งมีขนาดมากกว่า local stress level
- Fretting corrosion เกิดจากการที่เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ เนื่อง จากพื้นผิวถูกทำให้เสียหายโดย Fretting action

3.3.11 Creep

ความเสียหายของเครื่องจักร เนื่องจาก Plastic deformation ภายในชิ้นส่วนของเครื่อง จักรภายในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากอุณหภูมิและ Stress จนกระทั่งทำให้ขนาดที่ แน่นอนของเครื่องจักรเปลี่ยนไป จนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ Creep ส่วนใหญ่มี 3 ชนิด

- Transient หรือ Primary creep เกิดในช่วงเวลาที่อัตราการเกิด strain ลดลง
- Steady stage หรือ Secondary stage เกิดในช่วงเวลาที่อัตราการเกิด strain คง ที่
- Tertiary Creep เกิดในช่วงเวลาที่อัตราการเกิด creep strain เพิ่มขึ้น โดยส่วน ใหญ่จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเกิดการแตก ซึ่งการแตกนี้เรียกว่า creep Rupture

3.3.12 Thermal relaxation failure

เกิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดเนื่องจาก Creep ซึ่งเกิดจากการคลายตัวของชิ้นส่วนที่ ถูกทำให้เกิด Pre-strained หรือ Pre-stressed จนกระทั่งไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.13 Stress Rupture

เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิด Creep ยกเว้นเรื่องของ stress, เวลา และอุณหภูมิในการ เกิด stress rupture นั้น stress และอุณหภูมิมักอยู่ในช่วงที่เกิด steady stage creep สั้นๆ หรือ ไม่เกิดเลย

3.3.14 Thermal Shock

เนื่องจากอุณหภูมิในชิ้นส่วนของเครื่องจักรต่างกัน ทำให้ผลต่างของ Thermal strain มี มากเกินกว่าความสามารถในการรักษารูปทรงของชิ้นงานนั้นไว้ โดยไม่เกิด Yielding หรือ fracture

3.3.15 Spalling

้เกิดเมื่อมีอนุภาคหลุดออกจากผิวหน้า ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.16 Radiation Damage

เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติของวัสดุ ซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยกัมมันตภาพรังสี ทำให้ไม่ สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.17 Bucking Failure

เกิดจากการรวมกันระหว่างขนาดของ load และ/หรือ จุดที่ load กระทำกับรูปร่างของ ชิ้นส่วนเครื่องจักร การเปลี่ยนรูปของชิ้นส่วนจะเพิ่มอย่างรวดเร็ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง load เพียงเล็กน้อย จนกระทั่งชิ้นส่วนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.18 Creep Buckling :

เป็นการผสมกันระหว่าง creep กับ buckling เกิดจากการเกิด buckling เป็นช่วงเวลา หนึ่งทำให้ชิ้นส่วนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.19 Stress corrosion :

เกิด Stress ภายในชิ้นงาน ภายใต้สภาวะที่มีการกัดกร่อน ทำให้ผิวหน้าเกิดการแตก โดยส่วนใหญ่จะเกิดการแตกตามขอบเกรน ทำให้ชิ้นส่วนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

3.3.20 Corrosion wear :

เป็นการเกิดร่วมกันระหว่าง Corrosion กับ wear เนื่องจากการเกิด Corrosion จะทำให้ ชิ้นส่วนที่เกิด Corrosion แข็ง ซึ่งจะไปเร่งการเกิด wear ในขณะที่การเกิด wear จะไปทำให้ชิ้น ปกคลุมการเกิด Corrosion หลุดไป ซึ่งจะทำให้เกิด Corrosion ได้เร็วขึ้นเช่นกัน

3.3.21 Corrosion Fatigue

มีสาเหตุมาจากการเกิดร่วมกันของ Corrosion และ Fatigue, กระบวนการ Corrosion จะทำให้เกิด Pits และพื้นผิวที่ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้มี Stress มากขึ้น และทำให้เกิด Fatigue เร็วขึ้น, การ Crack โดยปกติจะเกิดใน Brittle Corrosion Layer ก่อน เมื่อเกิดแล้วจะแพร่เข้าไป ใน Base Material ซึ่ง Cyclic Loads หรือ Strains จะเป็นสาเหตุให้เกิด Cracking และ Flaking ของ Corrosion Layer

3.3.22 Combined Creep and Fatigue

เป็นการเกิดร่วมกันของ Creep และ Fatigue ในสภาวะที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งคู่, โดยที่ เมื่อเกิดอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดอีกอย่างด้วย

บทที่ 4 รายละเอียดการออกแบบโปรแกรม FMEA ProFI

โปรแกรม FMEA ProFI ที่ถูกออกแบบและจัดสร้างด้วยเครื่องมือพัฒนาแอพพลิเคชัน โปรแกรม Visual Basic Version 6.0 ซึ่งเป็นตัวโปรแกรมเป็นเครื่องมือช่วยงานเฉพาะ (Knowledge Working System) ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการ (Process FMEA) โดยลักษณะทำงานของโปรแกรมเป็นลักษณะของฐานข้อมูลที่อยู่บนระบบ ปฏิบัติการ Windows ที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ FMEA ในด้านต่างๆ ดังนี้

- o ช่วยในการระบุลักษณะของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะในอุต สาหกรรมยานยนต์
- O ช่วยจัดฐานข้อมูลเช่นข้อมูลทั่วไปของบริษัท ข้อมูลของการทำ Process FMEA ข้อมูลของคณะทำงาน ข้อปฏิบัติการเสนอแนะ เพื่อสะดวกในการจัดเก็บและสืบ คัน
- ช่วยอำนวยความสะดวกในการกำหนดค่าความรุนแรง โอกาสที่จะเกิด และการ ตรวจพบข้อบกพร่องด้วยลักษณะ Pop up Menu
- O แบ่งแยกข้อปฏิบัติเสนอแนะและจัดอันดับตามค่า RPN เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ในการนำไปปฏิบัติ

4.1 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบเพื่อจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นควรเริ่มจากการออกแบบโครงสร้างพื้น ฐานของโปรแกรมและกำหนดรายละเอียดทั้งหมดของโปรแกรม เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาตอนเขียน โปรแกรม จึงได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและออกแบบโปรแกรม FMEA ProFI ดังมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ศึกษาขั้นตอนในการทำ Process FMEA

เนื่องจากการออกแบบโปรแกรม FMEA ProFI เป็นการออกแบบเพื่อนำไปใช้งานจริงใน อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำมาจากโลหะ จึงต้องทำการศึกษาขั้นตอนในการทำ Process FMEA จากเอกสารคู่มืออ้าง Ford Chrysler Corporation GM ซึ่งจะใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิงใน การออกแบบ

4.1.2 ศึกษาการระบุลักษณะข้อบกพร่อง

การที่โปรแกรม FMEA ProFI สามารถช่วยผู้ใช้ในการระบุข้อบกพร่องนั้นถือเป็นส่วน สำคัญของโปรแกรม ผู้วิจัยจึงทำการศึกษารายละเอียดข้อบกพร่องในขบวนการผลิตต่าง ๆของ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นเหตุให้เกิดทำให้เกิดข้อบกพร่องเพื่อ ออกแบบในส่วนของการระบุข้อบกพร่องในโปรแกรม พบว่าขบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์นั้นมี มากมายและมีความแตกต่างกันอย่างมากมาย ซึ่งเป็นการยากที่จะศึกษาและกำหนดข้อบก พร่องทั้งหมดไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นการจัดกัดความยืดหยุ่นของโปรแกรมอีก ด้วย การออกแบบจึงนำแนวคิดการใช้หลักการการระบุข้อบกพร่องจากปัจจัยสำคัญ โดยอาศัย ความรู้ความเชี่ยวชาญของผู้ใช้งานเป็นผู้พิจารณาลักษณะข้อบกพร่อง

ลักษณะข้อบกพร่องที่ทำการศึกษานั้นและจัดเก็บในฐานข้อมูลของโปรแกรมFMEA ProFI เมื่อทำการเปรียบกับตัวอย่างของข้อบกพร่องในเอกสารคู่มืออ้างอิงของ Ford/Chrysler/GM จะ พบว่าลักษณะข้อบกพร่องที่กำหนดไว้ในโปรแกรมมีความหลากหลายและครอบคลุมข้อพร่องได้ มากกว่า แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดในแต่ละลักษณะข้อบกพร่อง เนื่องมาจากในการใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์หากกำหนดรายละเอียดข้อบกพร่องละเอียดเกินไป จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมไม่ สามารถพิจารณาข้อบกพร่องได้ครบถ้วนและกลายเป็นอุปสรรคในการใช้โปรแกรม โดยตัวอย่าง ของการเปรียบเทียบลักษณะข้อบกพร่องสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



ร**ูปที่ 4.1** แสดงการเปรียบเทียบลักษณะข้อบกพร่องที่ใช้ในโปรแกรม FMEA ProFI

4.1.3 ออกแบบฐานข้อมูลและกำหนดความสัมพันธ์

หลังจากที่มีความเข้าใจในขั้นตอนการทำ Process FMEA และการระบุลักษณะข้อบก พร่องต่าง ๆแล้วทำให้สามารถกำหนดจำนวนและจัดแบ่งชนิดของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในโปรแกรม ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ที่แสดงรูปตารางฐานข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFI จากนั้นก็กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนต่าง ๆที่จำเป็นดังที่แสดงรูปที่ 4.3 แสดงรูปตารางฐานข้อมูลที่ถูกกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างกัน

ProductFM FMD FMD FMMare ElasticDeformation PlasticDeformation RaptureAndFlacture MatChangeMetallugical MatChangeMetallugical MatChangeMetallugical MatChangeMetallugical MatChangeMetallugical ForceTransient ForceQvclic ForceRandom TimeVeryShort TimeShort TimeLong TempLow TempRoom TempEvated TempSteady TempTransient TempCyclic TempRandom ReacEnvVLmenial ReacEnvVLmenia Rea	STableThai SRange SRanking Effect Criteria Other SRange SRanking Effect Criteria Other SRange SRanking Effect Criteria Other SRange SRanking Effect Criteria Other	DtableFord DRange DRange DRanging Detection Likelihood Other Dranging Detection Likelihood Other Drange DRange DRange DRange DRanging Detection Likelihood Other Dranging Detection Likelihood Other	DTableThai ORange ORanking ProbabilityofFailure FailureRateText FailureRateText CpkMax Other DtableFord ORange ORanking ProbabilityofFailure FailureRateText FailureRateText FailureRateTin CpkMax Other	DTable ORaning ProbabilityofFalure FalureRate1in CptMin CptMin CptMax Other ORaning ProbabilityofFalure FalureRate1in CptMin CptMin CptMax Other	Worksheet WorksheetFlename ProcessFunction FMName Effect CompanyTelephone CompanyTelephone CompanyTelephone CompanyTelephone CompanyTelephone Item ProcessResponsibility RepareBy ModelYear Keydate FMEADate	Coreteam ProjectID ProjectID FirstName Lastname FMEAPass Title E-mail Telephone WorkExperience Classification Class Clas	Organization OrganizationID Organization Organization Occentings Sobory SPopup OPopup PPNaccept RPNType RNType RNType RNType RNType RNMber ONumber DNumber RNSov
--	--	--	---	--	---	--	--





ร**ูปที่ 4.3** แสดงตารางฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันของโปรแกรม FMEA ProFI

4.1.4 ทำการศึกษาโปรแกรมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

เนื่องจากในต่างประเทศมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ FMEA ซึ่งมีตัว อย่างให้ทดลองใช้ใน Internet จึงทำการศึกษาเพื่อหาข้อดีและข้อเสียเพื่อใช้ในการออกแบบ โปรแกรม FMEA ProFI โดยได้ทำงานศึกษาโปรแกรมดังต่อไปนี้

4.1.4.1 Program PHA-PRO 3.0

เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ในการจัดทำทั้ง FMEA Hazard and Operability Study (HAZOP) What if analysis และ Primary Hazard Analysis (PHA) ซึ่งมุ่งเน้นในด้านของการ วิเคราะห์ด้านความปลอดภัย ทำให้วิธีการมีความแตกต่างกันกับ FMEA ที่ใช้อุตสาหกรรมรถ ยนต์ ซึ่งมีข้อดีคือใช้ง่ายแต่มีความซับซ้อนในการใช้แสดงผลหน้าจอจึงทำให้มีความไม่สะดวกใน การใช้งาน และการแก้ไขข้อมูลทำได้ยาก

4.1.4.2 Program Relax 7.3

เป็นโปรแกรมขนาดใหญ่มีเครื่องมืออื่นๆที่เกี่ยวข้องกับ Reliability Engineer ให้เลือกใช้ ประกอบมากมายเช่น Fault Tree Even Tree ทำให้อำนวยความสะดวกกับผู้ใช้โปรแกรมแต่ก็มี ข้อเสียตรงที่ทำให้โปรแกรมมีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้ต้องอาศัยเวลาในการทำความเข้าใจ และไม่สามารถช่วยในการระบุข้อบกพร่องได้



ร**ูปที่ 4.4** แสดงหน้าจอของโปรแกรม PHA-PRO 3.0
26

Relex		- E 🛛 🖸 🐼 🖸 🔎 - E 🗵
Eile <u>V</u> iew <u>T</u> ools <u>H</u> elp		
X B B ⊇ - 2 -		
)ptions	
	Settings Library Searches Display Library Lindates Product Options Fonts	
	FMEA Behavior Fault Tree Event Tree Failure Data	
	EMEA Liser Level Advanced EMEA Grid Text Display	
	Basic Code	
	C Advanced O Phrase	
	Note: Changing this option will not affect open 🕓 Both projects. You must close and reopen the project	
	before this change will take effect.	
	Run HMEA Secup Wizard when creating new projects	
	OK Cancel Apply Help	
For Help, press E1		MTL-HDBK-217 EPMH DEMO
📽 Start 🛛 🖉 🛞 🚾 🔯 🖄 🖄		

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Relax 7.3

4.1.5 ทำการเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

จากการพิจารณารูปแบบการทำงานแล้วพบว่าควรเลือกใช้ Program Visual Basic ใน การพัฒนา เนื่องมาจากเป็นโปรแกรมที่สามารถช่วยจัดการเรื่องฐานข้อมูลได้อย่างประสิทธิภาพ และมีขีดความสามารถในการตอบสนองการพัฒนาโปรแกรมในอนาคตมากกว่าโปรแกรมสำเร็จ รูปที่ใช้กันอยู่ และเพื่อลดปัญหาด้านลิขสิทธ์หากผู้ใช้หรือผู้ทดสอบโปรแกรมไม่มีโปรแกรม สำเร็จรูปในการรองรับการใช้งาน

การเขียนโปรแกรมเริ่มจากการออกแบบหน้าจอและเครื่องมือต่าง ๆที่ใช้สำหรับการทำงาน โดยกำหนดตำแหน่งและรายละเอียดต่าง ๆโดยมีรูปแบบของหน้าจอการเขียนโปรแกรมดังแสดง ในรูปที่ 4.6



รูปที่ **4.6** แส<mark>ดงการหน้าจอการเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic ในส่วนการออกแบบหน้าจอ</mark>

เมื่อได้รูปแบบของหน้าจอทุกส่วนแล้ว ก็ทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือ Data Environment แบบ Data Jet Engine Database 4.0 และทำการโปรแกรมเงื่อนไขต่างๆ ในการเชื่อมต่อของโปรแกรม ดังแสดงสภาพการทำงานของหน้าจอดังรูปที่ 4.7

สถาบนวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

28

🐂 FMEADemo	o - Microsoft Visual Basic [design] - [FMEADemo - DataEnvironment1 (DataEnvironment)]	🗖 🖬 🛛 🖸 🐼 🖸 🔳 🖃 🖉
🖏 <u>Fi</u> le <u>E</u> dit	<u>Yiew P</u> roject F <u>o</u> rmat <u>D</u> ebug <u>R</u> un Query Diagram <u>I</u> ools <u>A</u> dd-Ins <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
ب 👌 - 🍓 -	盲 🕞 🖶 🖇 暗 晶 혀 🗠 ↔ 🕞 🔳 😻 🖆 🖶 替 🛠 🔂 📋 0,0 🛛 井ỉ 10935×9240	
	· • 图 • □ • ••• 欺 弊 善 荪 計 ▲	
🛛 🖪 🖻		
General		Project - FMEADemo X
► .		-5 fmProjectsheet (fr▲
A	E-mill Companyunrormation	
	CompanyName Address	Modules Series
	CompanyTelephone	DataEnvironment1
	CompanyFax Website	DataReport1 (Dataf 🗸
KIE -	ProjectInformation	Properties - DataConnection
(°) =	CompanyID ProjectID	DataConnectic DEConnection
	E FMEANumber Entropy I tem	Alphabetic Categorized
	ProcessReponsibility	(Name) DataConnectiol Attributor
· , · · · ·	E ModelVear	CommandTimen 30
	- KeyDate	ConnectionSouri Provider=Micro
- 62	FMEADate	ConnectionTime 15
· ·	🔁 🗐 CoreTeam	CursorLocation 3 - adUseClient
	- ProjectID	DesignPassword
	PersonID	DesignPromptBe 2 - adPromptC(
E F		DesignSaveAuthFalse DesignUserName
		RunPassword
D2 9		(Nama)
005	- Telephone	Returns/sets the name to identify a
F-45 F-545	WorkExperience	DEConnection object.
11 13	🕒 🌐 FMEASheet	
	- I ProjectID	
	- ProcessFunctionID	Form Layout
D 41 (12)		frmBrojed
DataReport	Connection: DataConnection (not connected)	
Start 🛛	😂 🍖 🚾 🙆 🕼 🛱 FMEADemo - Microsoft 🕅 IEthesisLes4CK - Micro 🗞 FMEADemo - Micros	🔕 🖲 🕀 🟴 🥙 🥔 🖆 🔜 🐼 🚫 🛛 10:15

รูปที่ 4.7 แสดงการหน้าจอการ เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.8 แสดงการหน้าจอการเขียน Source Code

4.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม

การจัดสร้างโปรแกรม FMEA ProFI ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ออกแบบระบบในลักษณะ การจัดการฐานข้อมูลดังความสัมพันธ์ในรูปที่ 4.1 โดยการทำงานของโปรแกรมจะเป็นแบ่งเป็น สองส่วนคือ ส่วนของโปรแกรมหลักและในส่วนปฏิบัติงานและเก็บข้อมูล (Work sheet)



รูปที่ 4.9 แสดงการทำงานของ FMEA ProFI

โดยแสดงรายละเอียดและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆของโปรแกรมไว้ดังนี้

4.2.1 เมนูหลัก (Main Menu)

เป็นส่วนที่จัดการทั่วๆไปของโปรแกรมที่สามารถใช้ร่วมกันได้ระหว่าง Worksheet โดยส่วนเมนู หลักจะประกอบด้วยส่วนย่อยต่างๆดังต่อไปนี้

4.2.1.1 แฟ้มข้อมูล (File)

ใช้ช่วยในส่วนของการเปิด Worksheet ใหม่ (New) การเปิด Worksheetที่เคยได้บันทึกไว้ (Open) การปิด (Close) Worksheet การพิมพ์รายงาน (Print) และการออกจากโปรแกรม (Exit)

4.2.1.2 การแก้ไข (Edit)

ใช้ช่วยในส่วนของการแก้ไขตัวอักษรหรือกลุ่มตัวอักษรประกอบด้วยคำสั่งในการตัด(Cut) คัดลอก (Copy) การวาง (Paste) เพื่อเป็นการช่วยในทำงานให้สะดวกรวดเร็วขึ้น

4.2.1.3 รายงาน (Report)

เป็นการแสดงรายงานที่โปรแกรมสามารถจัดพิมพ์ผ่านคำสั่งพิมพ์รายงานได้

4.2.1.4 ส่วนช่วยเหลือ (Help)

ในส่วนของระบบช่วยเหลือจะแบ่งเป็น 2 ส่วนได้ดังนี้

- O ส่วนช่วยเหลือในการทำ Process FMEA โปรแกรมจะเปิด Window Explorer แล้วแสดงเอกสารช่วยเหลือ เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม การทำ Process FMEA และข้อบกพร่องของชิ้นส่วนโลหะ
- ส่วนแสดงรายละเอียดของโปรแกรมเป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของ
 โปรแกรมเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และ Version ของโปรแกรม

ซึ่งการควบคุมคำสั่งในส่วนของเมนูหลักสามารถทำได้สองวิธีคือการเรียกจากแถบเมนู หรือ จากแถบเครื่องมือที่อยู่ด้านบนของโปรแกรมดังรูปที่ 4.20

4.2.2 ส่วนปฏิบัติงานและเก็บข้อมูล (Worksheet)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) โดยใช้ระบบฐานข้อมูล โดยจะเก็บข้อ มูลในรูปของ File *.mea ซึ่งรูปแบบของ Worksheet ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบของแถบ เลือก (Tab) ดังแสดงในรูป 4.9 เพื่อแสดงข้อมูลทุกทั้งหมดที่เกี่ยวกับการทำ Process FMEA ให้อยู่ในหน้าจอทั้งหมดเพื่อสอดคล้องกับการใช้งานในห้องประชุม เพื่อแสดงหน้าจอผ่าน Projector



รูปที่ **4.10** แสดงรูปแบบ User Interface ของ Worksheet

4.2.2.1 Information Tab

เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการใส่ข้อมูลของบริษัท (Company Information) ข้อมูลโปรเจค (Project Information) และ สมาชิก (Core Team) ในการทำ Process FMEA

4.2.2.2 Options Tab

เป็นส่วนที่ให้ทำการตั้งค่าและระบุเงื่อนไขต่าง ๆในการทำ FMEA เช่นช่วงของค่าภาวะ ความรุนแรง โอกาสการเกิด การตรวจพบ โดยที่ผู้ใช้สามารถระบุรายละเอียดเงื่อนไขใน แต่ละค่ากำหนด อีกทั้งโปรแกรมยังมีรูปแบบมาตรฐานให้เลือกใช้ 2 ชนิดคือ

- O เอกสารคู่มืออ้าง Ford Chrysler Corporation GM (10 x 10 x 10)
- O ประกาศกรมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรม (4 x 4 x 1)

4.2.2.3 Failure mode Tab

เป็นส่วนที่ให้ทำการใส่ข้อมูล Process Function และกำหนดข้อบกพร่อง โดยมีการช่วย บ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วนโลหะจากปัจจัยต่าง ๆโดยที่ผู้ใช้งานสามารถระบุราย ละเอียดและเก็บรูปภาพของข้อบกพร่องไว้ในระบบฐานข้อมูลได้อีกด้วย

4.2.2.4 Worksheet Tab

เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานใช้ในการวิเคราะห์ Process FMEA ตาม Process Function และข้อ บกพร่องที่ได้ทำการเลือกไว้ใน Failure mode Tab โดยใช้เงื่อนไขต่างๆที่ตั้งค่าไว้ใน Options ในการทำงาน

4.2.2.5 Recommendation Tab

เป็นส่วนสรุปในส่วนของข้อเสนอแนะที่จะนำไปปฏิบัติได้จากการวิเคราะห์ Process FMEA ที่ได้จาก Worksheet Tab โดย Recommended Actions ที่ได้จะถูกแบ่งออกเป็น สองส่วนตามค่า RPN โดยที่ผู้ใช้งานสามารถใส่รายละเอียดต่าง ๆในฐานข้อมูล เช่น ผู้รับ ผิดชอบ หน่วยงานที่รับผิดชอบ วันที่คาดว่าจะเริ่มปฏิบัติ วันที่คาดว่าจะเสร็จสิ้น ลำดับ ความสำคัญของงาน (Priority) และสถานะภาพของงาน

4.3 แผนภูมิการไหล (Flow Chart)



ร**ูปที่ 4.11** แผนภูมิการไหลแสดงFMEA ProFI ส่วนโปรแกรมหลัก



ร**ูปที่ 4.12** แผนภูมิการไหลแสดงการเปิดโปรแกรมใหม่



ร**ูปที่ 4. 13** แผนภูมิการไหลแสดงการเปิดโปรแกรม



รูปที่ 4.14แผนภูมิการไหลแสดงการปิด การพิมพ์และการออกจากโปรแกรม

Information Tab



ร**ูปที่ 4.15** แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Information Tab



ร**ูปที่ 4.16** แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Options Tab

Failure mode Tab



รูปที่ 4.17 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Failure mode Tab

Recommendation Tab



ร**ูปที่ 4.18** แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Worksheet Tab



รูปที่ 4.19 แผนภูมิการไหลแสดงการทำงานในส่วน Recommendation Tab

- 4.4 ชนิดของหน้าจอและสภาพการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFI
 - 4.4.1 เมนูหลัก (Main Menu)



4.4.2 ส่วนข้อมูล (Information Tab)

	ation) Option	s Y	Failure Moo	le Y	WorkSheet	ŤВ	ecomendation
	auon	L	- I		-			
Comp	nu Information			Project Information				
	.,							
Com	any Compar	y name		O New FME.	FME	A Number	0	
					Item		New FMEA	
Addi	compar	y Adderss	^		Proc	ess Responsibility		
					Pror	and bu	·	
	6					area by		
			<u>~</u>		Mod	el Year(s) / Vehicle(s)		<u>*</u>
Tele	hone .		20.9				0	V
	1							-17
Fax	lumber	oxx.			Key	Date	17 17 2040	<u> </u>
					FME	A Date	1/1/2545	.
Web	ite www.co	mpany.com		New	lemove			
Core	eam							
A	ld Edi	Remove						
FirstN	ame	Lastname	FMEAPas	s Title	E-mail	Telephone	Wor	kExperience
				1				

ร**ูปที่ 4.21** แสดงหน้าจอส่วนข้อมูล (Information Tab)

🖷 Core Team		×
First Name:		Ok
Last Name:		Cancel
Passed FMEA Training on:		
Title:		
E-mail:		
Telephone:	AMA	
Work Experience:		

ร**ูปที่ 4.22** แสดงหน้าจอส่วนการป้อนข้อมูล Core Team

4.4.3 ส่วนการตั้งค่า (Options Tab)

Information	Options	Failure Mode	WorkSheet	Recomendat
	1111	The seast		!
S. D. D. Dimensions		Severitu (S)		
5, 6, b billenatora		Sevency (5)	10	Custom more detail
			• 1 ¹⁰	
Use Formal S.O.D Dimension	Ranking Pop up	C Effect C	Criteria 🔿 Other	
Ford/Chrysler/GM Form (10 x 10 x1	0) 💌		Setun Classific:	ation
			Secup classifier	
C Custom S.O.D Dimension		Occurrence (0)		
Custom S,0,D Dimension		Custom Ranking Range	. 10	Custom more detail
		Ranking Pop up	Failure Rate	C Probability of Failure
			C Cpk	C Other
		Detection (D)		
			10	
		Lustom Hanking Hange	9 <u> </u> 10	
		Ranking Pop up	Detection	C Likelihood
			C Other	
Risk Priority Number (RPN)				
G Use Assessed DDN from Essent	Tomoloto	N		
· Use Accepted III N IIolii I Olilla	remplate			
		Maximum RPN	1000	
C Set Accepted RPN for Recomm	end Action by manual			
Accepted RPN		Accepted RPN	120	

ร**ูปที่ 4.23** แสดงหน้าจอส่วนการตั้งค่า (Options Tab)

	Ranking	Effect	Criteria	User Note
ľ	1	None	No effect.	User specify for Ranki
-	2	Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to reworked online but in station. Fit Finish/Squeak_Rattle item does not	
	3	Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to reworked online but in station. Fit Finish/Squeak_Rattle item does not	
•	4	Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit Finish/Squeak_Rattle item does not	
!	5	Low	Minor disruption to production line. 100% of the product may have to reworked. Vehicle/item operable, but some Comfort / Convenience item(s) operable at	
ľ	6	Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be scrapped (no sorting). Vehicle/item operable, but some Comfort /	
	7	High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduce level of	
1	8	Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped vehicle /item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	
!	9	Hazardous with warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affect safe vehicle operation and/or involves noncompliance	
ľ	10	Hazardous without warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affect safe vehicle operation and/or involves noncompliance	
I.				

รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางภาวะความรุนแรง

Ranking 1	Probability of Failure Remote: Failure is unlikely. No failures ever associated with almost	Failure Rate	CPKmin	CPKmax 22	User Note
•	Tremote, Failure is unincely. No failures even associated with amos		-2	.02	
2	Very Low: Only isolated failures associated with almost identical p	1 in 150000	.33	.5	
3	Low: Isolated failures associated with similar processes	1 in	.51	.66	
4	Moderate: Generally associated with processes similar to previous	1 in 2000	.67	.82	
5	Moderate: Generally associated with processes similar to previous	1 in 400	.83	.99	
6	Moderate: Generally associated with processes similar to previous	1 in 80	1	1.16	
7	High: Generally associated with processes similar to previous proc	1 in 20	1.17	1.32	2
8	High: Generally associated with processes similar to previous proc	1 in 8	1.33	1.49	16
9	Very high: Failure is almost inevitable	1 in 3	1.5	1.66	
10	Very high: Failure is almost inevitable	More than 1 in 2	1.67	2	

ร**ูปที่ 4.25** แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางโอกาสการเกิด

	Ranking	Detection	Likelihood	User Note
ľ		Almost Certain	Current control(s) almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are	
ć	?	Veryhigh	Very high likelihood current control(s) will detect failure mode	
Ķ	3	High	High likelihood current control(s) will detect failure mode	
4	1	Moderately high	Moderated like hood current control(s) will detect failure mode	
Ę	ō	Moderate	Moderate likelihood current control(s) will detect failure mode	
e	6	Low	Low likelihood current control(s) will detect failure mode	
Ì	7	Very Low	Very low likelihood current control(s) will detect failure mode Low likelihood current control	
8	3	Remote	Remote likelihood current control(s) will detect failure mode	
Ś	9	Very remote	Very remote likelihood current control(s) will detect failure mode	
ŀ	0	Almost impossible	No know control (s) available to detect failure mode	
1		-		

ร**ูปที่ 4.26 แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางการตรวจพบ**

	Class
►	Critical
	Кеу
	Major
	Significant
*	Y A A
6	กลาง เป็าที่ยุ่ง เรื่อกร

ร**ูปที่ 4.27** แสดงหน้าจอรายละเอียดตารางค่า Classification

	Ontiono	Callura Mada	Y WorkShoot Y	Recomanda
monnation	opions	Failure Mode	worksneet	Recomenta
MEA Item . OIN	ew FMEA			
		Process Function list	Failure Mode Description	n
Failure Mode Identification				
All Failure Mode	1			
		1		
Il Identified Failure modes				
	-			
Force and /or Temp induced elastic d	<u> </u>	Add Remove Edit		Accept
Brinnelling				
Ductile rupture				
Brittle fracture		Selected Failure mode	Failure mode picture	
Fatigue		Selected Failure mode	r andre mode picture	
Conosion Wear				
mact				
Fretting				
Creep				
Thermal relaxation				
Stress rupture	Add >>			
I hermal shock]		
Scalling		1		
Badiation damage	<< Remove			
Buckling		1		
Creep bucking				
Stress corrosion				
Lorrosion wear		-	and the second se	
Combined creen and fatigue			,	
Wrong Dimension			Picture file	
Dirty				
Handing Damage	·	Add List Edit List		
		1		

4.4.4 ส่วนการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure mode Tab)

รูปที่ 4.28 แสดงหน้าจอส่วนการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure mode Tab)

Information	Ontions	Feilure Mode	r	WorkSheet	Recomendati
		r andre mode			
FMEA Item	alure Mode Identification				
Failure Mode Identi	What are the Failure-inducing a	gents in your process?			
	- Force Temperal	ure T	ime	- Reactive Environment -	
All Failure Mor					
All Identified Failure mo	Low	1 Steady	very Shot	Chemical	
Free and in Tree indus	F Curfa	I Transient	Short	I Nuclear	
Yielding	Eleva		Long		Accept
Ductile rupture	nandom	i nandom			
Brittle fracture Fatigue	Select All	Select All	Select All	Select All	
Corrosion Wear					
Impact Fretting					
Creep Thermal relavation	What are the manifestations of	Failure that you found?—	Where	are the location of Failure	?
Stress rupture Thermal shock	Elastic Deformation	faterial Change ?	🗖 Sur	face	
Galing and seizure	Plastic Deformation	Metallurgical	E Boo	ly Select All	
Radiation damage	Rupture or Flacture	Chemical			
Creep bucking	Select All	Nuclear		K Cancel	1616
Stress corrosion Corrosion wear					
Corrosion fatigue					
Wrong Dimension Dirty				Picture file	
Handing Damage	<u> </u>	Add List Edit L	list		

รูปที่ 4.29 แสดงหน้าจอการช่วยบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure mode Identification)

Information	Y	Ontions) Failur	Modo Ì		WorkShov		r	Recomendatio	m
monnation		Options		111000		WURSHEE	si	<u> </u>	riecomendati	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
FMEA Item :	0	I/New FMEA								
0/New FMEA		Process Function	Failure mode	Effects	s	C Ca	uses	0	Current Process control	D
						1:None				
						2 : Very Minor 3 : Minor				
						4:VeryLow 5:Low				
						6:Moderate 7:High				
						8: Very High 9: Hazardous wi	th warning			
						10 : Hazardous v	ithout warnin	g		
	2									
	1									

4.4.5 ส่วนปฏิบัติการ FMEA (FMEA Worksheet Tab)

รูปที่ **4.30** แสดงหน้าจอส่วนปฏิบัติการ FMEA (FMEA Worksheet Tab)

4.4.6 ส่วนข้อปฏิบัติข้อเสนอแนะ (Recommendation Tab)

Information	Options	Failure Mode	WorkSheet	Recomendation
New EME	۵			
			w up	
Concerned Recommend	d			
		Recomendation		
		Detail Note		<u> </u>
				-
201		Recomendation's	Process	
a b b		Paanonsibitu	Paraan	
		nesponsibly	reison	
]		Responsibility Orga	nization	
Normal Recommend	1959		Priority _	
		Target Sta	art Date 30/12/2442 -	
		Target Comple	ete Date 🤳 รับวาคม 2442	
			Statue	2 3
				5 10 16 17
			25 26 27 28 29 0	30 31 0 31
			C Today: 7/4/2545	

รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอส่วนข้อปฏิบัติข้อเสนอแนะ (Recommendation Tab)

S DataRe	port1													- 🗆 ×
8	Zoom	75% 💌	[
			_											
				FAIL	r URE MODE	AN	ENTIAL DEFFECTS AI	VALY	S/S					
					(PR	эсе	SS FMEA)			Page	1 of 1			
	item Ne	U FMEA		Process	Responsibility					Prepareed	by			
	Model Year			Key Date	1/	1/2545				FMEA Dat	P 1/1/2545			
	Core Team													
	Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of	S Class	Potential Cause(s) of	0	Current Process Controls	DRPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target	Action Results	D DOV		
			Failure		Failure						Action Taken S U	U RPN		
	00tax	Yielding		_		_		_						
	(NAR)	Ductle rupture												
	inter	Brittle stacture												
	Witax	Corrosioa												
								1						
Start	🧭 🔮 🔤	🖸 🔍 😂 🗹		¥3. 🐻 I.	B I. B I.		рм 👜 т. 🖪 г	ท 🔍	M 🗇 🖙	🖁 🖓 c. 🞯	P. 🕄 F. 📿 👯	🌾 🖧 🖳 🎮	<i>8 0</i> 0 1	2:46

รูปที่ 4.32 แสดงหน้าจอการพิมพ์รายงานตามแบบของ Ford / Chrysler / GM



รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอการพิมพ์รายงานตามแบบฟอร์มของกรมโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.34 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วนการใช้โปรแกรม



รูปที่ 4.35 แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วนการทำ Process FMEA



รูปที่ **4.36** แสดงหน้าจอส่วนช่วยเหลือ (Help) ในส่วน Failure Mode

4.5 ตัวอย่างการใช้ง<mark>าน</mark>

เพื่อเป็นการช่วยให้เข้าใจการใช้งานของโปรแกรม FMEA ProFI ได้ดีขึ้นนอกจากราย ละเอียดในคู่มือในภาคผนวกที่ 2 แล้ว จึงจัดทำตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมโดยเป็นการ วิเคราะห์ระบบระบายสารเคมีในโรงงาน

ſ	Information	Options	ľ	Failure Mode) We	orkSheet	Recomendation	on
	Company Information		F	roject Infomation				
	Company Thai Indu Address 2/3 Moo Samutpra	istrail Gases Company 14 Bangkeaw Bangplee ikam 10540		Number Item 1450 Front Door L.H 1451 Back Door/ LH	FMEA Numb 155243 Item Process Re	er sponsibility	1450 Front Door L.H. /H8HX-000-A Body Engrg /Assembly Operati	or
	616				Prepared by		Chonlatha K. 6221	
			-		Model Year	s) / Vehicle(s)	2002/CRV 4 dr/4WD	*
9,0	Telephone 02-31261	00	- 11		000		000	-
	Fax Number 02-75190	91		PM N	Key Date		24/4/2545 • 1/6/2545 •	
	Website www.tig.c	com		New Ren	ove			
	Core Team Add Edit	Remove						
	FirstName	Lastname I	MEAPass	Title	E-mail	Telephone	WorkExperience	
	Taksin	S. 2	2000	Body Engineer	Taksin@tig.boc.com	02-312xxxx	10 yr in body painting	and
	Somsak	K. 1	1999	Line 2 Operation Manager	Somsak@tig.boc.com	223xxxxx	Product Engineer 10	r and
	Supot	[K.	1998	Model Manager	Supot	U2-5647484	Design Car and Acce	ssory

ร**ูปที่ 4.37** ตัวอย่างการใช้งานและการกรอกข้อมูลในส่วน Information

Information Options	Y Failure Mode) WorkShee	et Y	Recomendation
орионо				
S, O, D Dimensions	<u>S</u> everity (S)			
	Custom Ranking	Range 10	₹ Cu:	stom more detail
• Use Formal S,O,D Dimension	Ranking Pop up	 Effect 	C Criteria C (Other
Ford/Chrysler/GM Form (10 x 10 x10)		Setup Class	ification	-
Ford/Chrysler/GM Form (10 x 10 x10) Thai Governent Criteria(4x 4 x 1)				
C Custom S,O,D Dimension	Uccurrence (U)			1
	Custom Ranking	Range 10	<u> </u>	stom more detail
	Ranking Pop up	 Failure Rate 	C Probabilit	y of Failure
		C Cpk	C Other	
	Detection (D)			
	Custom Ranking	Range 10	- Cus	stom more detail
	Banking Pop up	Detection	C. Likelihov	-
		C Other		
Piek Priorite Number (PDN)				
O Use Accepted RPN from Formal Template	Minimum RPN	1		
	Maximum RPN	100	0	
Set Accepted HPN for Hecommend Action by	nanual	100		
Accepted HPN 100	Accepted HPN	100		

ร**ูปที่ 4.38** ตัวอย่างการเลือกใช้แบบฟอร์ม Ford/Chrysler/GM ในส่วน Options

Information Y	Options	Failure Mode	WorkSheet) Recomendatio
5, U, D Dimensions		Seventy (5)	L.	
		Custom Hanking Han	ge 4	
Use Formal S,O,D Dimen	ision	Ranking Pop up	€ Effect C I	Criteria C Other
Thai Goverment Criteria(4x 4	x1 -			. 1
			Setup Llassifica	tion
		Occurrence (0)		
C Custom S,O,D Dimension	1	Custom Banking Ban	ne 4	Custom more detail
		Custom Hanking Han	Jo 1,	
		Ranking Pop up	Failure Rate	C Probability of Failure
			C Cpk	C Other
		- Detection (D)		
		Detection (D)	500	
		Custom Ranking Ran	ge 1	Custom more detail
		Dashina Das us	G. Datastin	C 13 / 1
		manking r op up	C Other	Cickelinood
Risk Priority Number (RPN)				
C Use Accepted RPN from Fe	ormal Template	Minimum RPN	0 1	
		Manimum DDN	10	
Set Accepted RPN for Rec	commend Action by manual	Maximum III N	10	
Accepted RPN 100	_	Accepted RPN	12	

ร**ูปที่ 4.39** ตัวอย่างการเลือกใช้แบบฟอร์มกรมโรงงานในส่วน Options

FMEA Item :	1450/Front D		Worksneet Precomendation
FMEA Item:	1450/Front D		
FMEA Item :	1450/Front D		
		001 L.H./HOHA-000-/	Α
		Process Function list	Failure Mode Description
Failure Mode Identifica	ition	Blow out MDEA Tank	MDEA Mix with humidity in air and corrosive blow out
7		Make up MDEA	piping
All Failure Mode			
All Identified Failure modes			
		Blow out MDEA Tank	
Force and /or lemp induced ela Yielding	astic d 🔺	Add Remove Edit	Accept
Brinnelling			
Ductile rupture Brittle fracture			
Fatigue		Selected Failure mode	Failure mode picture
Corrosion			
Wear		Corrosion	
Impact		Scaing	
Fretting		wear	
Licep			
I nermal relaxation			
Stress rupture	Add >>		Autom Automation
Galing and seizure			the second s
Spalling		1	A REAL PROPERTY AND A REAL
Badiation damage	<< Remove		and the second se
Buckling			A A A A A A A A A A A A A A A A A A A
Creep bucking			
Stress corrosion			
Corrosion wear			The second se
Corrosion fatigue			
Combined creep and fatigue			D' + (1
		Courseign	Picture nie
Wrong Dimension		Conosion	
Wrong Dimension Dirty Handing Damage	T	Conosion	

ร**ูปที่ 4.40** ตัวอย่างการใช้งานการระบุข้อบกพร่องและการจัดเก็บรายละเอียดและรูปภาพ

	nformation	Options	Fail	ure Mode		W	/orkSheet		Recomendatio	on
FMEA	ltem :	1450/Front Door	L.H./H8HX-000-/							
₽-14 □14	50/Front Door L.H./H8HX-0 51/Back Door/ LH55243	Process Function	Failure mode	Effects	s	С	Causes	0	Current Process control	C
		Blow out MDEA Tank	Corrosion	Pipe Rupture	10	Critica	Chemical Composition	6	CI offline Analyzer	4
			Scaling	Blocking , Can not blow out	, 3	Major	Chemical Composition	6	Terbidity control Program	3
		Make up MDEA	Fatigue	Product Rupture	8		MDEA Drum	10	Stopper	2
			•	•						
				·						
		0 /								
		e ,		L.						
	สภา	ر د د	ົ້າາ	2 1 9 1 4	0		275			
	สถา	ปัน	วิท	ยาปร			าาร			
	สถา	์ มีน	วิท	ยบ	2		าาร			
	สถา	ั บน	วิท	ยบร์			าาร์			
	สถา	ั มน ม	วิท	ยป์			116			
1	สถา าลง	ั บัน ารถ	วิท	ยบ ^ร ์ เหา			าาร ทย			
I N	สถา าลง	ี บัน ารถ	วิท	ยบ ^ร ์ เหา			าาร ทย			

ร**ูปที่ 4.41** ตัวอย่างการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ Process FMEA ในส่วนของ Worksheet

	0.1	Y = 1 H I Y		Y B L
Information	Uptions	Fallure Mode	vvorkSneet	Recomendation
Front Door I		0A		
		Decementation Follows		
Concerned Recommend		- Recollendation Follow	nh	
CI on line Analyzer		Recomendation	CI on line Analyzer	
Clean Tank monthly		Detail Note	Install Clonline Analyzer at discharg	e of blow out drum
Dubble Stopper			inistali ci onine Analyzer at discriatg	
New Recommendation		<u> </u>		
				*
		Recomendation's Pro	DCess Blow out MDEA Tank	
			Disease Carriera	
		Responsibity P	erson Process Engrieer	
		Responsibility Organiz	ation Engineering Department	
,				
Normal Becommend		P	nority 2	
		Target Start	Date 1/4/2545 -	
		Taunat Complete	D-1- 20/4/2545	
		raget complete	Date 20/4/2045	
			tatua Started	
		3	datus Joraned	

ร**ูปที่ 4.42** ตัวอย่างการใช้โปรแกรมในแบ่งแยกข้อปฏิบัติเสนอแนะ และการติดตามผลในส่วนของ Recommendation

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5 การทดสอบโปรแกรม

5.1 วิธีการทดสอบ

เนื่องจากโปรแกรม FMEA ProFI เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบให้มีวัตถุ ประสงค์ในการช่วยบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่องในการจัดทำ Process FMEA ได้อย่างสะดวก ถูก ต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งเป็นการประเมินผลด้านคุณภาพ ทางผู้ทำการวิจัยจึงได้ทำการส่งตัวอย่าง โปรแกรมพร้อมคู่มือใช้งานและแบบสอบถามให้กับผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ FMEA ทำการ ทดสอบโปรแกรม โดยทำการสุ่มจากรายชื่อผู้ประกอบการที่ได้รับมาตรฐาน QS-9000 ที่ ประกอบธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทโลหะมา 5 บริษัท โดยแบบสอบถามนั้นเป็นการสอบ ถามเชิงเปรียบเทียบ โดยมีการให้คะแนนในแต่ละส่วนของโปรแกรมแบ่งเป็น 3 ขั้นคะแนน มี ความหมายดังต่อไปนี้

- 1 คะแนน <mark>= น</mark>้อย
- 3 คะแน<mark>น = ปานก</mark>ลาง
- 5 คะแนน <mark>= มา</mark>ก

สำหรับรายละเอียดของแบบสอบถามในแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

5.1.1 ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information Tab)

ประกอบด้วย 3 ข้อมีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นเกี่ยวกับความสะดวกใน การป้อนข้อมูล, ความถูกต้องของข้อมูลในป้อนและเรียกดูข้อมูล และความครบถ้วนของข้อ มูลที่ต้องการนำไปใช้

5.1.2 ส่วนการตั้งค่า (Options Tab)

ประกอบด้วย 3 ข้อมีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นเกี่ยวกับความถูกต้องของ รูปแบบค่า Severity, Occurrence และ Detection ที่มีโปรแกรมตั้งค่าไว้ให้, ความยืดหยุ่นใน การตั้งค่า Severity, Occurrence และ Detection ที่ผู้ใช้โปรแกรมสามารถตั้งค่าได้เองและ ความสะดวกในการตั้งค่าต่างๆในการทำ Process FMEA Worksheet

5.1.3 ส่วนช่วยในการบ่งชี้ลักษณะของFailure mode

ประกอบด้วย 5 ข้อมีคะแนนเต็ม 25 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นเกี่ยวกับ ความถูกต้องการ บ่งชี้ Failure mode, ความสะดวกในการป้อนข้อมูล, ความยืดหยุ่นในการเพิ่ม / ลด Failure mode, การบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง เช่นรายละเอียด, รูปภาพ และความครบถ้วนของ Failure mode ที่มีให้เลือก

5.1.4 ส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work Sheet)

ประกอบด้วย 3 ข้อมีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นเกี่ยวกับ ความสะดวกใน การป้อนข้อมูล, ความถูกต้องของการจัดเก็บและเรียกดูข้อมูลที่เคยวิเคราะห์ และ ความรวด เร็วในการวิเคราะห์ FMEA

5.1.5 ส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Recommendation)

ประกอบด้วย 3 ข้อมีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นเกี่ยวกับ ความสะดวกใน การแบ่งข้อเสนอแนะด้วยค่า RPN, ความสะดวกในการป้อนข้อมูล และประสิทธิภาพในการ ติดตามผล

5.1.6 ทั่วไป

ประกอบด้วย 4 ข้อมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ในส่วนนี้จะเน้นในเรื่องทั่วไปเกี่ยวกับฟังก์ ชั่นสนับสนุนต่างๆในโปรแกรมเช่น ความสะดวกในการบริหารฐานข้อมูล, ความเข้าใจในการ ทำ FMEA, ความสะดวกในการใช้คู่มือต่างๆผ่าน Help และความคิดเห็นในแง่มุมอื่นๆ

ในแบบสอบถามนี้จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทำ FMEA ที่บริษัทเหล่านั้นใช้ ในการทำ FMEA กับสภาพที่นำโปรแกรม FMEA ProFI มาใช้งาน โดยตัวอย่างแบบสอบถาม นั้นได้แสดงดังตัวอย่างไว้ในตาราง5.1

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFl

<mark>วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม :</mark> วัคความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม FMEA ProFI ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการทำ วิทยานิพนธ์ของ นาย ชลธา ไกรวัตนุสสรณ์

รายละเอียด		วิธีที่ไ	ช้ในปั	จจุบัน			ĉ	เภาพเร่	มื่อใช้โา	ไรแกระ	и
	โปร	ดระบุ.		••••••				FM	EA Pi	oFI	
ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information Tab)	1=น้ำ	อย 3=1	ไานกล	าง 5 =	มาก		1=น้ำ	อย 3=1	ปานกล	าง 5 =	มาก
- ความสะควกในการป้อนข้อมูล	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
 ความถูกต้องของข้อมูลในป้อนและเรียกดูข้อมูล 	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
 ความครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ 	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ส่วนการตั้งค่า(Options Tab)						-					
- ความถูกต้องของ SOD Dimension ที่มีให้	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความยืดหยุ่นในการตั้งก่า S, O, D	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความสะดวกในการตั้งค่า	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ส่วนช่วยในการบ่งชี้ลักษณะของFailure mode	7										
- ความถูกต้องการบ่งชี้ Failure mode	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความยืดหยุ่นในการเพิ่ม / ลด Failure mode	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
 การบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง เช่นรายละเอียด, รูป 	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความครบถ้วนของ Failure mode ที่มีให้เลือก	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work Sheet)											
- ความสะควกในการป้อนข้อมูล	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความถูกต้องการจัดเก็บและเรียกดู	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความรวดเร็วในการวิเคราะห์ FMEA	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Recommendation)	16	19	15	้อ	7	5					
- ความสะควกในการแบ่งข้อเสนอแนะด้วยก่า RPN	1	2	3	4	5	d	1	2	3	4	5
- ความสะควกในการป้อนข้อมูล	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
- ประสิทธิภาพในการดิดตามผล	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
ทั่วไป	•										
- ความสะควกในการบริหารฐานข้อมูล	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความเข้าใจในการทำ FMEA	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- ความสะควกในการใช้คู่มือต่างๆผ่าน Help	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
- อื่นๆ	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5

ิตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างแบบสอบถามโปรแกรม FMEA ProFI

5.2 ผลการทดสอบ

5.2.1 ระบบงานที่ผู้ทดสอบใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

จากการตอบแบบสอบถามพบว่า มีผู้ทดสอบโปรแกรม 2 รายจากจำนวนทั้งหมด 5 ราย ใช้แบบฟอร์มเอกสารในการวิเคราะห์ Process FMEA และผู้ทดสอบอีก 3 รายที่นำแบบฟอร์ม มาสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลในคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปเช่น Microsoft Word และ Microsoft Excel เพื่อใช้ช่วยในการสร้างตารางและจัดพิมพ์เท่านั้น แต่ในรูปแบบการ วิเคราะห์ก็ยังนิยมที่จะใช้การบันทึกลงในเอกสาร แล้วนำไปจัดพิมพ์ในภายหลัง

รายละเอ <mark>ียด</mark>	วิธีก	ารทำ	งานใ	นปัจจุ	ุบัน	สภ	าพเมื่	อใช้โร	ปรแก	รม
							FM	EA Pi	roFI	
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	5	3	3	2	3	5	5	4	4	4
ความถูกต้องของข้อมูลในป้อนและ เรียกดูข้อมูล	4	3	3	3	2	5	4	4	4	4
ความครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำ ไปใช้	4	4	5	3	3	5	4	5	4	4
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	13	10	11	8	8	15	13	13	12	12
คะแนนรวม	6		50				9	65		
คะแนนเต็ม	19	19	75	1	ท	2	16	75		
สัดส่วนความพึงพอใจ			67%					87%		

5.2.2 ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information)

ิตารางที่ 5.2 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนข้อมูลทั่วไป (Information Tab)

5.2.3 ส่วนการตั้งค่า (Options Tab)

รายละเอียด	រិតីវ	กรทำ	งานใ	นปัจจุ	ุบัน	สภ	าพเมื่	อใช้โ	ปรแก	รม
							FM	EA P	roFI	
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ความถูกต้องของ SOD Dimension ที่มี	3	5	5	2	3	5	5	5	5	4
ให้ในโปรแกรม										
ความยืดหยุ่นในการตั้งค่า S, O, D	3	4	5	1	3	5	4	5	5	4
ความสะดวกในการตั้งค่า	2	4	3	2	3	5	5	5	4	5
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	8	13	13	5	9	15	14	15	14	13
คะแนนรวม	48				71					
คะแนนเต็ม	75						75			
สัดส่วนความพึงพ <mark>อใจ</mark>	G		64%			95%				

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนการตั้งค่า (Options Tab)

5.2.4 ส่วนช่วยในการบ่งชี้ลักษณะของFailure mode

รายละเอียด	วิธีก	ารทำ	งานใ	นปัจจุ	ุบัน	สภ	าพเมื่	อใช้โ	ปรแก	รม
	(2).						FM	EA P	roFI	
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ความถูกต้องการบ่งชี้ Failure mode	4	4	3	2	3	5	4	3	4	4
ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	5	4	3	2	3	5	4	4	4	4
ความยืดหยุ่นในการเพิ่ม / ลด Failure	4	3	4	З	2	5	4	5	5	5
mode		01								
การบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่อง เช่นราย	3	2	1	2	3	5	4	4	5	4
ละเอียด, รูป	ۍ د			(0			
ความครบถ้วนของ Failure mode ที่มี	5	3	4	3	3	4	4	4	4	4
ให้เลือก										
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	21	16	15	12	14	24	20	20	22	21
คะแนนรวม			78					107		
คะแนนเต็ม			125					125		
สัดส่วนความพึงพอใจ			62%					86%		

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนช่วยในการบ่งชี้ลักษณะของFailure mode

รายละเอียด	วิธีการทำงานในปัจจุบัน						สภาพเมื่อใช้โปรแกรม					
						FMEA ProFI						
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4		
ความถูกต้องการจัดเก็บและเร <mark>ียกดู</mark>	4	3	3	3	4	4	4	4	5	4		
ความรวดเร็วในการวิเครา <mark>ะห์ FMEA</mark>	3	3	2	3	3	5	4	5	4	4		
คะแนนรวมของผู้ท <mark>ดสอบ</mark>	11	9	9	8	11	13	12	13	13	12		
คะแนนรวม			48		63							
คะแนนเต็ม			75			75						
สัดส่วนความพึงพอใจ			64%		84%							

5.2.5 ส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work Sheet)

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work Sheet

5.2.6 ส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Recommendation)

รายละเอียด	วิธีการทำงานในปัจจุบัน					สภาพเมื่อใช้โปรแกรม					
6						FMEA ProFI					
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
ความสะดวกในการแบ่งข้อเสนอแนะ	4	3	3	2	3	4	5	4	5	4	
ด้วยค่า RPN 🔍 🖂											
ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	3	3	3	2	3	4	5	4	5	4	
ประสิทธิภาพในการติดตามผล	3	3	3	2	3	4	5 🔾	4	5	4	
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	10	9	9	6	9	12	15	12	15	12	
คะแนนรวม	43					66					
คะแนนเต็ม	75					75					
สัดส่วนความพึงพอใจ	57%					88%					

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ (Recommendation)

5.2.7 ส่วนทั่วไป

รายละเอียด	วิธีก	สภาพเมื่อใช้โปรแกรม								
					FMEA ProFI					
ผู้ทดสอบท่านที่	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ความสะดวกในการบริหารฐานข้อมูล	4	3	3	2	4	4	4	3	4	4
ความเข้าใจในการทำ FMEA	3	3	4	3	4	4	4	4	4	5
ความสะดวกในการใช้คู่มือต่าง ๆผ่า <mark>น</mark>	3	1	1	3	3	4	5	4	4	5
Help										
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	10	7	8	8	11	12	13	11	12	14
คะแนนรวม		44		62						
คะแนนเต็ม			75			75				
สัดส่วนความพึงพ <mark>อใจ</mark>	59%					83%				

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการตอบแบบสอบถามในส่วนทั่วไป

5.2.8 ผลการเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของโปรแกรม

รายละเอียด	วิธีการทำงานในปัจจุบัน					สภาพเมื่อใช้โปรแกรม					
12555	elegenning a					FMEA ProFI					
ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information)	13	10	11	8	8	15	13	13	12	12	
ส่วนการตั้งค่า (Options Tab)	8	13	13	5	9	15	14	15	14	13	
ส่วนช่วยในการบ่งชี้ลักษณะของ					T						
Failure mode	21	16	15	12	14	24	20	20	22	21	
ส่วนการวิเคราะห์ FMEA (Work				1)							
Sheet)	11	9	9	8	11	13	12	13	13	12	
ส่วนปฏิบัติการเสนอแนะ	o 1			(0				
(Recommendation)	10	9	9	6	9	12	15	12	15	12	
ส่วนทั่วไป	10	7	8	8	11	12	13	11	12	14	
คะแนนรวมของผู้ทดสอบ	73	64	65	47	62	91	87	84	88	84	
คะแนนรวมทั้งหมด	311					434					
คะแนนเต็ม	500					500					
สัดส่วนความพึงพอใจรวม	62%					87%					

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของโปรแกรม

จากตารางแสดงผลการเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของโปรแกรมจะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญ ที่ร่วมการทดสอบโปรแกรมแต่ละท่านประเมินว่าการนำโปรแกรม FMEA ProFI มาใช้งานใน การช่วยในการวิเคราะห์ Process FMEA ดีกว่าวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากคะแนนรวมของ การนำโปรแกรมมาใช้สูงกว่าวิธีที่ใช้อยู่ในทุก ๆส่วนและเมื่อพิจารณาจากค่าสัดส่วนความพึงพอ ใจรวมซึ่งได้จากการคำนวณจาก

ค่าสัดส่วนความพึงพอใจรวม = คะแนนรวมทั้งหมด ÷ ด้วยคะแนนเต็ม

พบว่าผู้ทดสอบรู้สึกพึงพอใจในระดับปานกลาง (62%) กับวิธีการทำ FMEA ที่ใช้อยู่ใน ปัจจุบันและพึงพอใจในระดับสูง (87%) เมื่อใช้โปรแกรม FMEA ProFI

นอกจากนี้ผู้ทดสอบยังได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นเป็นประโยชน์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนา โปรแกรมในหลายด้านดังนี้

- ด ควรมีการเพิ่มเลขที่การปรับปรุงแก้ไข (Revision Number)
- O การเพิ่ม Process Function เสร็จแล้วควรลบตัวหนังสือออกจาก Text box เพื่อความ สะดวกในการเพิ่มข้อมูลครั้งต่อไป
- O ควรมีการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพที่สื่อถึงเครื่องมือต่าง ๆในโปรแกรมมากกว่านี้
- O ควรมีการเพิ่มภาษาไทยในส่วนช่วยเหลือ (Help)
- O ควรมีการเปลี่ยนรูปแบบของ Pointer เมื่อเลื่อนเข้าใน Popup menu
- ด ควรมีการเก็บข้อมูลที่เคย Key ไปแล้วและสามารถเลือกกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ค่า
 Severity และค่าที่ทำการ Ranking ไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากการออกแบบและการจัดสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ FMEA ProFI โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ในการพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows นั้นเริ่มจากการจัดสร้าง รูปแบบของฐานข้อมูลทั้งหมดที่ใช้การทำ Process FMEA และกำหนดความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อ มูล สร้างคำสั่งต่างเพื่อความสะดวกในการทำ Process FMEA เช่น ระบบช่วยในการบ่งชี้ข้อบก พร่อง (Failure mode Identification) โดยมีข้อมูลพื้นฐานเป็นข้อบกพร่องทั่วไปที่เกิดขึ้นกับ ขบวนการผลิตของชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำมาจากโลหะ, ส่วนจัดเก็บและบริหารข้อมูลทั่วไป, ส่วน การตั้งค่าภาวะความรุนแรง (Severity), โอกาสการเกิด (Occurrence), การตรวจพบ (Detection) และค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำที่ยอมรับได้ (Accepted RPN), ส่วนจัดเก็บข้อมูลและ รูปภาพของข้อบกพร่อง, ส่วนข้อปฏิบัติเสนอแนะและการติดตามผล , ส่วนการจัดพิมพ์รายงาน และสุดท้ายส่วนช่วยเหลือในการใช้งานโปรแกรม จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ได้โปรแกรม สำหรับช่วยในการบ่งชี้ข้อบกพร่องและช่วยในการทำ Process FMEA ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- O ช่วยระบุข้อบกพร่องและรายละเอียดของข้อบกพร่อง
- O มีระบบการบริหารฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลการทำ Process FMEA
- O ระบบการแสดงผลแบบ Worksheet ทำให้ช่วยเพิ่มความสะดวกในการวิเคราะห์
- มีระบบการแบ่งแยกข้อปฏิบัติเสนอแนะเพิ่มช่วยในการลำดับความสำคัญของงาน และการติดตามผลความคืบหน้า

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาโปรแกรมนั้นแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือจะเป็นปัญหา ในด้านการเขียนโปรแกรมเนื่องจากเครื่องมือต่างๆในโปรแกรม Visual basic มีหลายชนิดและ แต่ละชนิดมีรายละเอียดมากมายโดยมีข้อจำกัดและความแตกต่างในแต่ละเครื่องมือ ทำให้การ ทดลองศึกษาและเลือกใช้ให้เหมาะสมนั้นเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลา และการแก้ปัญหาข้อบกพร่อง ของโปรแกรม (Bug) เป็นไปด้วยความยากลำบากและซับซ้อน อีกปัญหาที่พบคือจำนวนของผู้ ร่วมทดสอบโปรแกรมที่มีข้อจำกัดทั้งจำนวนที่มีอยู่ทั้งหมดเพียง 31 บริษัทและความร่วมมือที่ได้ รับการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมแผ่น CD และการจัดส่งเป็น อีกหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้ต้องจำกัดจำนวนของผู้ร่วมทดสอบเพียง 5 บริษัท

จากการประเมินผลการใช้โปรแกรม FMEA ProFI โดยวิธีการส่งตัวอย่างโปรแกรมให้ผู้ ใช้งานในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ได้ทดลองใช้งานและตอบแบบสอบถามโดยที่ผู้ทดสอบ ถึง
แม้ว่าจะมีผู้ร่วมทดสอบเพียง 5 บริษัทก็ตาม แต่ผลการทดสอบก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง หมด ทำให้สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ว่า โปรแกรมดังกล่าวสามารถใช้งานได้จริงในการ ช่วยในการระบุลักษณะข้อบกพร่องในการจัดทำ Process FMEA ได้อย่างสะดวก ถูกต้อง และ ยังเพิ่มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับมีดังต่อไปนี้

- เพิ่มขอบเขตในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกรณีที่มีการนำขบวนการผลิต ใหม่ ๆมาใช้โดยที่ยังไม่มีการข้อมูลของข้อบกพร่องมาก่อนของขบวนการแบบเดียวกัน มาก่อน และในกรณีที่จะทำการเปลี่ยนแปลงขบวนการผลิต เช่นมีการใช้สารเคมีเพิ่มขึ้น ในขบวนการผลิตอาจเกิดความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อบกพร่องที่เกี่ยวกับการกัดกร่อน เป็นต้น จะทำให้การทำงานในการลดข้อบกพร่องเชิงป้องกันมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าวิธี ที่ใช้ในปัจจุบัน
- เพิ่มความสะดวกรวดเร็วและลดความผิดพลาด (Human Error) ในการทำ Process FMEA ในส่วนของการ Ranking ค่าภาวะความรุนแรง (Severity), โอกาสการเกิด (Occurrence), การตรวจพบ (Detection) และยังช่วยในการคำนวณค่า RPN
- เพิ่มศักยภาพของการสนับสนุนการตัดสินใจในการลำดับความสำคัญของข้อปฏิบัติเสนอ แนะ โดยมีการแบ่งแยกกลุ่มของข้อปฏิบัติเสนอแนะด้วยค่า RPN และยังเพิ่มความ สะดวกในการติดตามผลการปฏิบัติการ
- ลดการจัดเก็บและการค้นหาเอกสารด้วยระบบฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ การระบบการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- 5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบ User Interface ที่สามารถเห็นภาพ รวมของวิเคราะห์โดยผ่านการทำงานแบบ Worksheet
- เป็นการลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อโปรแกรมจากต่างประเทศ เนื่องจาก โปรแกรมที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันมีราคาสูง อาจเป็นการช่วยธุรกิจอุตสาหกรรมขนาด เล็กและขนาดกลาง (SME)

จากแนวความคิดในการออกแบบและจัดสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้เป็น เครื่องมือช่วยที่ใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมนี้ ได้นำไปสู่แนวคิดการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับเครื่องมืออื่นๆที่มีการใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปในปัจจุบัน เช่นการทำ Risk Assessment, HAZOP Study รวมถึงการเชื่อมต่อของเครื่องมือแต่ละชนิด เพื่อลดข้อผิดพลาดในการทำงาน และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน ซึ่งส่งผลถึงประสิทธิภาพและความสามารถทางการ แข่งขันในอุตสาหกรรมที่จะเพิ่มขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้แม้ว่าจะบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามการ วิจัยก็ทำให้พบประเด็นที่น่าสนใจเหมาะที่จะนำไปทำการศึกษา, พัฒนาและวิจัยในขั้นต่อไป จึงมี ข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- O การเพิ่มความสามารถของโปรแกรมเพื่อช่วยระบุลักษณะข้อบกพร่องในอุตสาหกรรม ประเภทอื่น ๆ เช่น อิเลคโทรนิค, กระจก, พลาสติก จะช่วยเพิ่มความสะดวกและได้มีการ ประยุกต์ใช้โปรแกรมอย่างแพร่หลาย
- O การพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำ FMEA ชนิดอื่นๆ ได้เช่น System FMEA, Design
 FMEA และ Service FMEA เพื่อเพิ่มความยึดหยุ่นของโปรแกรมให้สามารถใช้ได้อย่าง กว้างขวาง
- O การพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้กับการทำ FMEA ในด้านความปลอดภัย เนื่องทาง กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดให้เทคนิค FMEA เป็นหนึ่งในเครื่องมือใน การวิเคราะห์และจัดทำ Risk Assessment จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรม เพื่อรองรับความต้องการในอุตสาหกรรม
- O การพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเชื่อมโยงกับเครื่องมือทางคุณภาพชนิดอื่นเพื่อความ สะดวกในการใช้เครื่องมืออื่นในการร่วมวิเคราะห์เช่น แผนภูมิก้างปลา และ แผนภูมิพา เลโต เป็นต้น
- O การวิเคราะห์เปรียบเทียบ FMEA กับเครื่องมือชนิดอื่นที่ลักษณะคล้ายคลึงกันเพื่อออก แบบโปรแกรมที่ใช้ได้หลายวัตถุประสงค์ เช่น HAZOP Study
- ด ควรใช้เป็นต้นแบบการพัฒนาในเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นการประยุกต์ความรู้จากภาคการ
 ศึกษาไปสู่ภาคอุตสาหกรรมซึ่งตรงตามนโยบายของมหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. <u>Visual Basic 6 ฉบับ ฐานข้อมูล</u>. พิมพ์ครั้งที่ 4: กรุงเทพฯ,2544.
- เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. <u>การวิเคราะห์ และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุมคุณภาพสำหรับอุต</u> <u>สาหกรรมผลิตยางรถยนต์</u> . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาห การ บัณฑทิตวิทยาลัย จุพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. <u>หลักเกณฑ์การซี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและจัดทำแผน</u> <u>งานบริหารจัดการความเสี่ยง</u>. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม,2543
- ศิวะ พงศ์พิพัฒน์. <u>การวิเคราะห์ความเสียหายในงานโลหะ</u> . พิมพ์ครั้งที่ 1: ภาควิชาวิศวกรรมอุต สาหการ คณ<mark>ะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจ</mark>อมเกล้าธนบุรี, 2537.
- สีรางค์ กลั่นคำสอน. <u>การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบการจัดการคลังพัสดุ</u> . วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณทิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

- D.H. Stamatis. <u>Failure Mode and Effect Analysis FMEA from Theory to Execution</u>. Wisconsin: ASQC, 1995.
- Harold V. Johnson. <u>Manufacturing Processes</u>. 2nd edition, United States of America: Bennett Publishing Company, 1984.
- J.A. Collins. <u>Failure of materials in Mechanical Design</u>. United States of America: John Wiley & Sons, 1981.
- Potential Failure mode and effect analysis (FMEA) Reference manual. Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motor Corporation. 2nd edition. (February 1995).
- V.J. Colangelo and F.A. Heiser. <u>Analysis of Metallurgical Failures</u>. 2nd edition. Singapore: John Wiley & Sons, 1998.

สถาบนวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

Reference Manual Process FMEA

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

IN

MANUFACTURING AND ASSEMBLY PROCESSES

(PROCESS FMEA)

REFERENCE MANUAL





PROCESS FMEA

INTRODUCTION

A Process potential FMEA is an analytical technique utilized by a Manufacturing Responsible Engineer/Team as a means to assure that, to the extent possible, potential failure modes and their associated causes/mechanisms have been considered and addressed. In its most rigorous form, an FMEA is a summary of the engineer's/team's thoughts (including an analysis of items that could go wrong based on experience and past concerns) as a process is developed. This systematic approach parallels and formalizes the mental discipline that an engineer normally goes through in any manufacturing planning process.

The Process potential FMEA:

- Identifies potential product related process failure modes.
- Assesses the potential customer effects of the failures.
- Identifies the potential manufacturing or assembly process causes and identifies process variables on which to focus controls for occurrence reduction or detection of the failure conditions.
- Develops a ranked list of potential failure modes, thus establishing a priority system for corrective action considerations.
- Documents the results of the manufacturing or assembly process.

The definition of "CUSTOMER" for a Process potential FMEA should normally be seen as the "END USER." However, customer can also be a subsequent or downstream manufacturing or assembly operation, as well as a service operation.

When fully implemented, the FMEA discipline requires a Process FMEA for all new parts/ processes, changed parts/processes, and carryover parts/processes in new applications or environments. It is initiated by an engineer from the responsible process engineering department.

During the initial Process potential FMEA process the responsible engineer is expected to directly and actively involve representatives from all affected areas. These areas should include, but are not limited to, design, assembly, manufacturing, materials, quality, service and suppliers, as well as the area responsible for the next assembly. The FMEA should be a catalyst to stimulate the interchange of ideas between the functions effected and thus promote a team approach.

The Process FMEA is a living document and should be initiated before or at the feasibility stage, prior to tooling for production, and take into account all manufacturing operations, from individual components to assemblies. Early review and analysis of new or revised processes is promoted to anticipate, resolve or monitor potential process concerns during the manufacturing planning stages of a new model or component program.

The Process FMEA assumes the product as designed will meet the design intent. Potential failures which can occur because of a design weakness need not, but may be included in a Process FMEA. Their effect and avoidance is covered by the Design FMEA.

Customer Defined

Team Effort

um Écard Dose I Li Acors Yewis(e)Verial Care Team <u>A Jare I</u>	u)10117.000 A +(3)_1995(1.00_2.00 1009 Engrg, 1_5m/r	01/4/2005 01/4005 01/40	ceas P Dule Jones-	esponisteriy <u>Body EngrusiAss</u> 9X. 03. 01. ER Markensinge	22	v Qoelauona 68.29.300.11	6	5	Pro Paul	рина ву <u>а. Бола.</u> Ба Фана (014) 5 <u>8.</u> 2	<u>1992), ANDON</u> 11. 12. AND SA	11.	<u>ы</u>			
Process Ferticities Programming	Polening Failurg Mocla (10)	Personal Electral el Famore (1)	5 8	Potameas Cravis(1)/ Mechanis(1) ol Fahrra (14)	0 * 4 * *	*(15) (17) * Access Covers (16)	0	2 8 B	+(18) Recommended Action(s) (19)	Response Ally & Target Carbanan Date (20)	4000 A	5	0 2 3	(22)		
Manual application of w ₄ + Abida door	Insufficient Hax constracts over specified surface	Desentation file of door wading to + this till octory spoesition of the to rush through paint over the + implants function or meteric good hadre are	1	Manually insering spray head not assured far enough		Visedi Cherk each roper- Volit Sar fen mickeless (depin drew) and soverage	5	245	Add putanee begin slog ie sprayer Auchtate torzerig	NFG Engrg 03 10 13 NBg Engrg 94 12 13	Septimized torayar chackag pelara Reposed due ta company ut onterer plura of space rea	1	3	* **		PRC
To some innur don. News surfaces of mannars was manness to rated denosion				Spray heads coupyed - Viscosky po high - Temperature foo kee - Pressure too kee	5	Tesi today pailein ni Mark op and atter dia perioda, and prevehilarive italatteriarice program yo clean heada	3	105	Usa Design or Experimenta (COE) on wiscosiny ek langerature es pressure	killiş Enduği Şix 10 Q I	Fergang press child - evo palanimized and inna catilitat rave \$250 rave \$250 computation c	2		1 21		CESS FME
			T	Spray head detoimed due to impact	2	Bre-entense mananninge grögramalis mantaan head	2	29	rigne							Þ
				Spray uma multiciara		Operator encodings and spracing (13 doors / shit) to chock for obverage of critical areas	2	392	vostaa apray timer	Maintananca six os is	Automatic spray international coperator state tables intalle tables copied share copied states for puckets in incopied Capital Capital copied		,	1 10		
			(CCN)	ลาบัน	00	ทยบริ			าร						1	
		จห	h	ลงกร	6	SAMPLE		Þ/	เยาล	191						



INTRODUCTION (Continued)

The Process FMEA does not rely on product design changes to overcome weaknesses in the process, but does take into consideration a product's design characteristics relative to the planned manufacturing or assembly process to assure that, to the extent possible, the resultant product meets customer needs and expectations.

The FMEA discipline will also assist in developing new machines or equipment. The methodology is the same, however, the machine or equipment being designed is considered the product. When potential failure modes are identified, corrective action can be initiated to eliminate them or continuously reduce their potential for occurrence.

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA

A Process FMEA should begin with a flow chart/risk assessment (see Appendix C) of the general process. This flow chart should identify the product/process characteristics associated with each operation. Identification of some product effects from the corresponding Design FMEA, should be included, if available. Copies of the flow chart/risk assessment used in FMEA preparation should accompany the FMEA.

In order to facilitate documentation of the analysis of potential failures and their consequences a Process FMEA form was developed and is in Appendix G.

Application of the form is described below, points are numbered according to the numbers encircled on the form shown on the facing page. An example of a completed form is contained in Appendix D.

Enter the FMEA document number, which my be used for tracking

Enter the name and number of the system, subsystem or component, for which the process is being analyzed.

Enter the GEM, department and group. Also include the supplier name if known

Enter the name, telephone number and company of the engineer responsible for preparing the FMEA.

Enter the intended model year(s) and vehicle line(s) that will utilize and/or be affected by the design/process being analyzed (if known).

Enter the initial FMEA due date, which should not exceed the scheduled start of production date.

- 1) FMEA Number
- 2) item
- 3) Process Responsibility
- Prepared By
- Model Year(s)/ Vehicle(s)
- 6) Key Date

en Ennikoariji kun Men <mark>shirian</mark> an Tean <u>A Tani</u>	219918,200 A #112237,Lenso hay Energ Sour	2 Pro 3000000	F. 644 644 644	AILURE MODE AND E (PROCESS HIGHNARY EXPLEMENTED IN 20. 01 ER Manienere	FFE FM essi	CTS ANALYSIS IEA) I Doedoots I CR 25 Sch (1		\rangle	Pag Pre Fiol	e 3 P Shired By <u>1 Foud</u> EA Dane (Crig 1 <u>9X 1</u>	7		.14.	2	00
Process Function Bildur America	Potencial Failute Wocke (10)	Potensar Effect(s) of Fallers (13)		(13) Periorital Charac(sV Mechanica(s)) of Famer (14)	+ 2 + 1 0	*(15) Guirees Process Controls (16)	0 0	2.9.2	* (18) Hatammanaki Achor(1) (19)	hesenseriy A Targe Completen Cale (20)	4000 A Fakon (2)	5	000	(22) 0 + N	
Menual spolication of wax struct Door	Insulficient was coverage their specified surface	Definitionarea Multar Cool Needing Ing • Universitional approximation due to rust	7	Manually inserted spruy head not inserted fai wrough	0	Visual check each hour Ushill for lim thickness (depth meter) and Sevenace	3	280	Add positive depth sidd to tur oper	MFG Entra 9X 10 13	Sing soulin taràini criathau on the Heatlet due te	1	2	5 M	
		Hindwigh gave over tens • Impared function of stlandr door hardware							Autoralia 10raje%	1412 Eng-g 12 13 15	congrate ay of Inferent doors Se same whe				RC
To correct other doos, lower surfaces as montulo wea findiness to reliaid contacen				Soray heads dioppet - Yudos in Isa Aigh - Tercerouse so ter - Physicille Sto Nee		Test spray patient at start-up the she alle geroots, and preventative manienance program to clean heads	3	105	Use Detroit of Experiments (DOE) on inscosily ve competitione ve pressure	HA IO OF	Teng and press units ware betermined and intergeneids have been visibled - control enaits they process is in control Cickus #5	7	1	3 31	CESS FMI
				Spray haad determed due to anpact	2	Preventaiwe maintenance programs to mainten need	2	28	None						A
				Spray (znu insulticient		Operated instructions and for sempling (10 doesn? smit) to check for coverage of crisical areas	7	395	inssa soray amar	stanlionance 9x D3 15	Automatic solicy operator solicy controls should control should show process is in control Cox+2.05	,	4	7.49	
				NUN						2					
		จพ	1	ลงกรส		SAMPLE	ľ	И	ยาส	18					



PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

FMEA Date

- Core Team
- Process Function/ Requirements
- Potential Failure Mode

Enter the date the original FMEA was compiled, and the latest revision date.

List the names of the responsible individuals and departments which have the authority to identify and/or perform tasks. (It is recommended that all team members names, departments, telephone numbers, addresses, etc., be included on a distribution list.)

Enter a simple description of the process or operation being analyzed (e.g., turning, drilling, tapping, welding, assembling). Indicate as concisely as possible the purpose of the process or operation being analyzed. Where the process involves numerous operations (e.g. assembling) with different potential modes of failure, it may be desirable to list the operations as separate processes.

Potential Failure Mode is defined as the manner in which the process could potentially fail to meet the process requirements and/or design intent. It is a description of the non-conformance at that specific operation. It can be a cause associated with a potential failure mode in a subsequent (downstream) operation or an effect associated with a potential failure in a previous (upstream) operation. However, in preparation of the FMEA, the assumption should be made that the incoming part(s)/material(s) are correct.

List each potential failure mode for the particular operation in terms of a component, subsystem, system or process characteristic. The assumption is made that the failure could occur, but may not necessarily occur. The process engineer/ team should be able to pose and answer the following questions:

- "How can the process/part fail to meet specifications?"
- "Regardless of engineering specifications, what would a customer (end user, subsequent operations, or service) consider objectionable?"

A comparison of similar processes and a review of customer (end user and subsequent operation) claims relating to similar components is a recommended starting point. In addition a knowledge of the purpose of the design is necessary. Typical failure modes could be, but are not limited to:

Bent	Cracked	Grounded
Binding	Deformed	Open Circuited
Burred	Dirty	Short Circuited
Handling Damage	Improper Set-up	Tool Wern

um Eronic Door L.F. Orac YeuwallapWurline Orac Team <u>A Tana</u> I	utilitikk.coc a Hisi 1923/Log for Hisig Engrg J Smar	(2) Pro (41500) (5) Kur (0) C P James Production J	Fi uss R Dale (ones)	AILURE MODE AND E (PROCESS and an	FFI FM smbl	CTS ANALYSIS IEA) #Domaint	0000	$\left(\left(\right) \right)$	Pag Pag Pag	14 <u></u>	1	34	 :a_		30		
Process Function Bequeramentes	Paramituk Fasikute Mode (10)	Potential Effect(s) of Facure (1)	5	+(13) Potental Chuseisy Mechanismisi el Falue (14)	0	*(15) Current Process Conrots (16)	0 = - = u	4 # A	*(18) Roctonmended Schor(s)	Pesponsolity & Tarpet Completion Date (20)	40001 40001 Faref (21)	1454 5 + -	0 4 2	2	(1) RA 2		
Manual application of was vitade door	Insufficient was coveringe ever specified surface	Deteriorated life of door leading to: - Unisatistactory	7	Manually inserted spray head hot utserted far enough		Visual check each hour- t/shill for film thickness (depth meters and	5	210	Aut positive debri sida to	140 FANNS 98 10 15	Srop a 33-4 sprayer checkers	*	2		14		
		appearance due to rost midoph pave over time * Imbered function of interfor door hardwate				coverage			Automate Spiaying	400 Engry 24 12 15	Rejected dive to doincrease of uniforest downs do suma love					PRC	
To caver siner dour, toerer suntaces w meentum wak succhass to netaid corrosion		E.		Spray heads diogood Viscosiiy ioo high - Temperature too low - Pressure too low	5	Yest spray patien at ttAthup and area de periods, and preventaries maintenance program to clean needs	3	105	Use Design of Excessioners (COE) on viscosity vs. properatione vs. pressure	Ang Engis Sa (d) of	Ferry and press that were determined on a time cost of a mare over have have over have have over have have over have have have have have have have have			3	21	DCESS FM	
			Π	Spray Tread Gelowned Sus to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	25	None							EA	1
				Spiay sme insultaieni	8	Operator instructions and bit sathbing (10 doors / shift) to check for coverage of procal areas	7	392	inikali spray Inner	Mamenance 94 09 15	Autoniario soray imeriosisted - coentos solar contos solar inter contos solar en contos solar contos solar co			3	43		
			6	ลาบน	6	ุทยบริ			กร -								
		ลท	h	ลงกระ		SAMPLE		Ĩ/	ยาล	681		1					



DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

Potential Effect(s) of Failure

Potential Effects of Failure are defined as the effects of the failure mode on the customer(s). The customer(s) in this context could be the next operation, subsequent operations or locations, the dealer, and/or the vehicle owner. Each must be considered when assessing the potential effect of a failure.

Describe the effects of the failure in terms of what the customer(s) might notice or experience. For the Enril User, the effects should always be stated in terms of product or system performance, such as:

Noise Erratic Operation Inoperative Unstable Draft Poor Appearance Rough Excessive Effort Required Unpleasant Odor Operation Impaired Intermittent Operation Vehicle Control Impaired

If the customer is the next operation or subsequent operation(s)/ location(s) the effects should be stated in terms of process/ operation performance, such as:

Can not fasten Can not bore/tap Can not mount Can not face Endangers operator Does not fit Does not connect Does not match Damages equipment

12) Severity (S)

Severity is an assessment of the seriousness of the effect (listed in the previous column) of the potential failure mode to the customer. <u>Severity applies to the effect only</u>. If the customer affected by a failure mode is the assembly plant or the product user, assessing the severity may lie outside the immediate process engineer's/learn's field of experience or knowledge. In these cases, the design FMEA, design engineer, and/or subsequent manufacturing or assembly plant process engineer should be consulted. Severity should be entimated on a "1" to "10" scale.

74

nn Ears Daoi La Anni, Yrinnig Sverie San Tearr <u>in Tairr</u>	JHENX-000-A		F3 55 P4 310 (POTEN ULURE MODE AND E (PROCESS Approximately Book Encol And An of the State	FFE	ECTS ANALVSIS EA) #Donisons	360		Рж Ри То	14	14532 - Suzz Dis 14532 - Suzz Dis 15 - 12 - 1944 - 1 32			(a)	2	1 (X - 14)
Francisk Function Discussifiants	Po 413 5 300 (2)	Foamai Stacity of Farms (1)	5	*13 Posenal Causest Meconomist at Falces (14)	0 = = = -	*(15) Curren Pitteria Cateria (17) *	0. * - * 11	2 6 3	* (18) RECOVER	Revensions L Cargon Combinical Data (20)	Alione 1 Accord 14464 (21)	0.8.4		(22)		
Manuti sportation of waa there door	n white H = Se Hare Ape Inte ApeChec Barlace	Ortendratest Me at door leading to - Landauf allory soperations due to tabl Pro-ph duet dear time - Impared function at product down to be an	71	Manually interned spring hoad net inserved for enough		Visual Crista alton hour- bandi lor din inconass (Japan merur) and powersga	4	[140	Abordosaine aligen bild ia tarayar Autorta ia Sarayara	MP 60 50000 64 10 15 Mg 6000 54 12 15	Silling rolling toprayer chrospini bir inte Anisting due ch duitereit scars duitereit scars an como com	1	2	5 <i>M</i>	PHO	2
To come mene door to-er sericour of menous at menous series menous comos an				Spray Neads Stugged - Viscosty Ido high - Techostalium Ido Rev - Pressure Ido Rev	-	Test toray patient at stan-up and blink cile periost. and pre-entance maintenance program to cisan heads	13	105	Use December Experiments (SOE) on rescaley its formger blue vis presserve	dag Cring ga Ta'ar	Tanks and press- onlysineral datation cestands have been reparted surves procession where procession er connol Gavet 55	,	1	181	JCESS FM	
				Spray need datamed dua to inquid	12	Preventative manieriance pergramatic manieria haud	14	28	NUTIF						EA	
				Soray Intel Азылюни	4	Operator memorinos anti- los tamping (10 doesa / energio of coaciliareas dominaço of coaciliareas	7	392	Methal Shilay Inthe	Mametance DE Dy 15	nuromatic suray smar usualat coloritori class surger iman coloritoris structori aminto martini than priotesta in colorito cpasa do	1	-	* 4		
			6	ลาบัน		ทยบริ		h	กร							Ì
		จพ	1	ลงกร	1	SAMPLE		þ	เยา	N EI						75



PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

12) Severity (S) (Continued)

Suggested Evaluation Criteria:

(The learn should agree on an evaluation criteria and ranking system, which is consistent, even if modified for individual process analysis.)

Elfect	Criteria: Severity of Effect	Ranking
Hazardous- without warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompli- ance with government regulation. Failure will occur without warning.	10
Hazardous- with warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompli- ance with government regulation. Failure will occur with warning.	9
Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Vehicle/item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of perfor- mance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be scrapped (no sorting). Vehicle/item operable, but some Comfort/ Convenience item(s) inoperable. Customers experiences discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle/item operable, but some Comfort/Convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit & Finish/Squeak & Pattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit & Finish/Squoak & Rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Delect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

13) Classification

This column may be used to classify any special process characteristics (e.g., critical, key, major, significant) for components, subsystems, or systems that may require additional process controls. If a classification is identified in the Process FMEA, notify the design responsible engineer since this may affect the engineering documents concerning control item identification.

	lody Entry J. Servi	Alloca Key	Date 20145	Manianance	93	C (8 25 20 A)	0	5	₹/a	Ex Data (Orig I SS.)	<u>12 (</u> 14+1).22		-		0	
Process Function Desconteres	Pourhai Failure Notae	Patrial Electral Plane (1)		*(13) Potential Casse(s)/ Mechanism(s) ef Failure (14)		*15 (17) * Current Process Controls (16)	0 • u	2 4 0	• (18) Recommended Acronise (19)	Responses STarge Campleson Dave (20)	Action P Taken (21)	5	U 45 2	(22	2)	
Manual application di wax mudie door	li sultavent was 20verage avel specified surface	Denovorored file of dater Valding to * Universitationary adjustrational their IR Post International their IR Post	7	Manuaty Inserted spray. Nex3 not inserted far Heough		Visual check each hour- Nahit tor him thickness (depth meter) and Committy		200	Add Box	HEGENGIG VX 10 15	Sino assed locusier (hechela china Record/due H	'	-		(2)	P
		 Mased function of metal sporthaldware 							spraying	24 42 12 194 42 12	Charlen and Charlen					RO
Ta cover river soon over annock at notestat providess to relate currescov				Suray nexati cooper - Viscoury teo high - Temperature too tee - Pressure too tee	*	Text spray phrein ar surrup and ann elle prinds, and prinerance miskenunge program ta clean heads	3	+05	Utia Design of Expandings (DOE) on Histophy vs Hamberstunk +s pressure	10 ENYS	Fersuad press strikt sens power file file i dae Gaer strateg born brans solar brans solar brans solar brans solar brans Gaer fab	10	T		21	OCESS FMI
				Spray Read delormed due to enpaid	2	Preventative maintendnoe programs to munitive head	2	=1	Nulle							A
	4			Solay time insufficient	8	Operator instructions and his sampling (13 docks? ptill) to chick for coverage of criscal areas	7	362	Testali solay Jumar	Mantenarica 9X 00 13	Autoritatic spray Innan Astonicati aperson starts apartitic starts footings shall off Calma processing when processing Calma Calma Calma Calma	0		7	4	
				้อาบัน	0	โลกยางเรื	F	6	กร							
				ынии					l d							1
		ลห	1	โลงกร	1	SAMPLE	1	9)	nein:	hei						



PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure

Potential Cause of Failure is defined as how the failure could occur, described in terms of something that can be corrected or can be controlled.

List, to the extent possible, every conceivable failure cause assignable to each potential failure mode. If a cause is exclusive to the failure mode, i.e., if correcting the cause has a direct impact on the failure mode, then this portion of the FMEA thought process is completed. Many causes however are not mutually exclusive, and to correct or control the cause, a design of experiments, for example, may be considered to determine which root causes are the major contributors and which can be most easily controlled. The causes should be described so that remedial efforts can be aimed at those causes which are pertinent. Typical failure causes may include, but are not limited to.

Improper torque - over, under Improper weld - current, time, pressure Inaccurate gauging Improper heat treat - time, temperature Inadequate gating/venting Inadequate or no lubrication Part missing or mislocated

Only specific errors or malfunctions (e.g., operator fails to install seal) should be listed; ambiguous phrases (e.g., operator error, machine malfunction) should not be used.

Occurrence is how frequently the specific failure cause/ mechanism is projected to occur (listed in the previous column). The occurrence ranking number has a meaning rather than a value.

Estimate the likelihood of the occurrence on a "1" to "10" scale. Only occurrences resulting in the failure mode should be considered for this ranking; failure detecting measures are not considered here.

The following occurrence ranking system should be used to ensure consistency. The "Possible Failure Rates" are based on the number of failures which are anticipated during the process execution.

If available from a similar process, statistical data should be used to determine the occurrence ranking. In all other cases, a subjective assessment can be made by utilizing the word descriptions in the left column of the table, along with any historical data available for similar processes. For a detailed description of capability/performance analysis, refer to publications such as the ASQC/AIAG Fundamental SPC Reference Manual.

15) Occurrence (O)





DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

15) Occurrence (O) (Continued)

Suggested Evaluation Criteria:

(The team should agree on an evaluation criteria and ranking system, which is consistent, even if modified for individual process analysis.)

Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
Very High. Failure is almost inevitable	≥ 1 in 2	<0.33	10
	1 in 3	20.33	9
High: Generally associated with processes similar to	1 in 8	≥0,51	8
prévious processes that have often failed	1 in 20	≥0.67	7
Moderate: Generally associated with processes	t in 80	≥0.83	6
similar to previous processes which have experi- enced occasional failures, but not in major	1 in 400	≥ 1.00	5
proportions	1 in 2,000	≥1.17	4
Low: Isolated failures associated with similar pro- cesses	t in 15,000	≥ 1.33	з
Very Low: Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.50	2
Remote: Failure is unlikely. No failures ever associ- ated with almost indentical processes	≤ 1 in 1,500,000	≥1.67	1
the second se	A REAL PROPERTY OF THE OWNER WATER AND A REAL PROPERTY OF THE OWNER AND A REAL PROPERTY OWNER AND	and the second second second second	the second se

16) Current Process Controls

Current Process Controls are descriptions of the controls that either prevent to the extent possible the failure mode from occurring or detect the failure mode should it occur. These controls can be process controls such as fixture <u>error-proofing</u> or Statistical Process Control (SPC), or can be post-process evaluation. The evaluation may occur at the subject operation or at subsequent operations. There are three types of Process Controls/features to consider; those that:

- prevent the cause/mechanism or failure mode/effect from occurring, or reduce their rate of occurrence.
- (2) detect the cause /mechanism and lead to corrective actions, and
- (3) detect the laiture mode.

The preferred approach is to first use type (1) controls if possible; second, use the type (2) controls; and third, use the type (3) controls. The initial occurrence rankings will be affected by the

80





DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

 Current Process Controls (continued) type (1) controls provided they are intergrated as part of the design intent. The initial detection rankings will be based on the type (2) or type (3) current controls, provided the process being used is representative of process intent.

17) Detection (D)

Delection is an assessment of the probability that the proposed type (2) current process controls, listed in column 16, will detect a potential cause/mechanism (process weakness), or the probability that the proposed type (3) process controls will detect the subsequent failure mode, before the part or component leaves the manufacturing operation or assembly location. A "1" to "10" scale is used. Assume the failure has occurred and then assess the capabilities of all "Current Process Controls" to prevent shipment of the part having this failure mode or defect. Do not automatically presume that the detection ranking is low because the occurrence is low (e.g., when Control Charts are used), but do assess the ability of the process controls to detect low frequency failure modes or prevent them from going further in the process.

Random quality checks are unlikely to detect the existence of an isolated defect and should not influence the detection ranking. Sampling done on a statistical basis is a valid detection control.

Suggested Evaluation Criteria:

(The team should agree on an evaluation criteria and ranking system which is consistent, even if modified for individual process analysis.)

Detection	Criteria: Likelihood the Existence of a Detect will be Detected by Process Controls Before Next or Subsequent Process, or Before Part or Component Leaves the Manufacturing or Assembly Location	Ranking
Almost Impossible	No known control(s) available to detect failure mode	10
Very Remote	Very remote likelihood current control(s) will detect failure mode	9
Remote	Remote likelihood current control(s) will detect failure mode	8
Very Low	Very low likelihood current control(s) will detect failure mode	7
Low	Low likelihood current control(s) will detect failure mode	6
Moderate	Moderate likelihood current control(s) will detect failure mode	5
Moderately High	Moderately high likelihood current control(s) will detect failure mode	4
High	High likelihood current control(s) will detect failure mode	3
Very High	Very high likelihood current control(s) will detect failure mode	2
Almost Certain	Current control(s) almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are known with similar processes.	1



DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

18) Risk Priority Number (RPN)

The Risk Priority Number is the product of Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D) rankings.

RPN = (S) X (O) X (D)

This value should be used to rank order the concerns in the process (e.g., in Pareto lashion). The RPN will be between "1" and "1,000". For higher RPN's the team must undertake efforts to reduce this calculated risk through corrective action(s). In general practice, regardless of the resultant RPN, special attention should be given when severity is high.

When the failure modes have been rank ordered by RPN, corrective action should be first directed at the highest ranked concerns and critical items. If for example, the causes are not fully understood, a recommended action might be determined by a statistical designed experiment (DOE). The intent of any recommended action is to reduce the severity, occurrence, and/or detection rankings. If no actions are recommended for a specific cause, then indicate this by entering a "NONE" in this column.

In all cases where the effect of an identified potential failure mode could be a hazard to manufacturing/assembly personnel, corrective actions should be taken to prevent the failure mode by eliminating or controlling the cause(s), or appropriate operator protection should be specified.

The need for taking specific, positive corrective actions with quantifiable benefits, recommending actions to other activities and following-up all recommendations cannot be overemphasized. A thoroughly thought out and well developed Process FMEA will be of limited value without positive and effective corrective actions. It is the responsibility of all affected activities to implement effectivo follow-up programs to address all recommendations.

Actions such as the following should be considered:

 To reduce the probability of occurrence, process and/or design revisions are required. An action-oriented study of the process using statistical methods could be implemented with an ongoing feedback of information to the appropriate operations for continuous improvement and defect prevention.

- Only a design and/or process revision can bring about a reduction in the severity ranking.
- To increase the probability of detection, process and/or design revisions are required. Generally, improving detection controls is costly and ineffective for quality improvements. Increasing quality controls inspection frequency is not positive corrective action and should only be utilized as a temporary measure, permanent corrective

19) Recommended Action(s) 83

Can Team A Tales	u(x) <u>1993(i on i di</u> Nady Erroig I Sin M	Waten (5) Key ICC 8 (smut Presult on 3	Colar Colar Colar	Hades anny Body Edda Linsa Ax, 63, 61, EA Hantanapoa	99	Contailors		5	Pre FNI	za wr 9y <u>ir Fold</u> CA Gure (Gergi) <u>ga i</u>	1992) - AutoSte 9- 21. pRect <u>93.</u>	11			Ö	
Prézent Function Disconnuniques	Powersy False Now	Pauseal Ithettoor Fairer	0.11	*(13) Potentus Calase(1)/ Mechanismi (s) c) Salare	0 4 4 5 4	Curran Pricess Carnon	0	44	• (18) Altornoicos Aciulita	Rissinicets 3 7 sige Contentin Day	Agout A Agout A Agout A Agout Ago	4	43 (D = 4	1 1 1 -	221 44 2	1
Manual approximition of ware Analia Book	in sufficiente suite casal aga deste casal aga deste casal fuel bachuse	Oversite and the of cook tending tak + directive type	7	Manuality inserted strain head not insorted for encough		Visual Chara each houer World for live telekaris plag // west) and		540	Abapticarie Gaptie alda its Strifteer	NEG Engrig gat Hall (\$	Sing as pro- (20 a per pro- sector 8	-		1	14	
		 Encourse door to right Encourse door to right Encourse door to right Encourse door to right 				cu+erage			Antonialia Antonialia	Ang≦nguy 9X i2 is	Prepared dox ra- complexing to alterest boors on saine top					PRC
Fo congramat congramati sontardy at antonoron mak Brochings ta rating container				Spray heads thopped - Viscosey too high - Temper Sine too toe - Pressure too toe	3	Test totay bartonnas stahl au trot anim ane pandola. Anit preventaineg inaliteirdines program to chean heads		105	Une Decision of Experiments (DOGS on with her shares temberature vy personne	Mg Ergin 84 (10.01	Tamp and provisions, and a component of the component of	1	-		21	OCESS FM
			T	50-57 Anno Galanno 2 5 14 12 -110 aut	14	Preventative intervenance octografies to individuol head	2	44	hane					Π		EA
				Batey with insufficient	5	Operation instructions and for samping (10 docs / shift) to shebb for coverage of critical areas		302	Visital 1584y Longe	idamunanca 38 05 ra	Automatic totay interinstate totay course negated convey notes convey notes convey notes convey notes and course in convey course of n convey	y	•	2	19	
			in the second	ลาบัน	1000	ทยบริ			าร							
		จท	1	ลงกร	1	SAMPLE			ียาส	18						



PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

action is required. In some cases, a design change to a specific part may be required to assist in the detection. Changes to the current control system may be implemented to increase this probability. Emphasis must, however, be placed on preventing detects (i.e., reducing the occurrence) rather than detecting them. An example would be the use of Statistical Process Control and process improvement rather than random quality checks or associated inspection.

- Responsibility (for the Recommended Action)
- 21) Actions Taken
- 22) Resulting RPN

Follow-Up

Enter the Organization and individual responsible for the recommended action, and the target completion date.

Alter an action has been implemented, enter a brief description of the action and effective date.

After corrective actions have been identified, ostimate and record the resulting occurrence, severity, and detection rankings. Calculate and record the resulting RPN. If no actions are taken, leave the "Resulting RPN" and related ranking columns blank.

All Resulting RPN(s) should be reviewed and if further action is considered necessary, repeat steps 19 through 22,

The process responsible engineer is responsible for assuring that all actions recommended have been implemented or adequately addressed. The FMEA is a living document and should always reflect the latest design level, as well as the latest relevant actions, including those occurring after the start of production.

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้โปรแกรม FMEA ProFI

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มีอการใช้ FMEA ProFl

Version 1.0 Demo Version



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลย

FMEA PROFI flooz 12	2	88
FMEA PROFL ท้างะไรได้บ้าง	2	
การคิดตั้ง FMEA PROFI	2	
รู้จักหน้าออโปรแกรม FMEA PROFI	2	
MAIN WINDOWS	2	
WORK SHEET	3	
INFORMATION TAB	3	
OPTION TAB	3	
FAILURE MODE TAB	4	
RECOMMEND TAB	4	
onl¥FMEA PROFI	5	
การสร้าง PROJECT ใหม่	5	
กามปิด PROJECT	5	
การปิด PROJECT	6	
การออกจากโปรแกรม	6	
การพิมพ์รายงาน	6	
ກາງເວັບດຳຈັ HELP	6	
การใช่และแก้ไขข้อมูล	6	
การใส่ข้อมูลบริษัท	6	
การเพิ่ม /auโปรเอก (PROJECT INFORMATION)	7	
การเพิ่ม/สุดสมาชิก (CORE TEAM)	7	
การกำหนดรูปแบบและตังก่ากงที (OPTIONS)	8	
การตั้งก่ากงที่โดยวิธีการ CUSTOM SOD DIMENSION	8	
การกังก่ากง RPN โดยวิธีการ CUSTOM	9	
กำหนดข้อมกพร่อง (FAILURE MODE)	10	
การใส่รายละเอียดของข้อบกพร่อง (FAILURE MODE IDENTIFICATION)	10	
การเก็บรูปของข้อบกพร่อง (FAILURE MODE PICTURE)	10	
อามท่า FMEA (WORKSHEET)	11	
การได้/แก้ไขข้อมูลในตาราง FMEA WORKSHEET	11	
การเพิ่ม / ลบข้อมูลในการาง FMEA WORKSHEET	11	
חוז RANKING הו S,O,D	11	
ข้อเสนดแทะ (RECOMMENDATION)	12	

.

คู่มือการใช้ FMEA ProFi

Version 1.0 Demo Version

FMEA ProFI คืออะไร

FMEA ProFI เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยในการวิเคราะห์ร้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต (Failure mode and Effect Analysis / Process) โดยเฉพาะการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยโปรแกรมทำงานในระบบปฏิบัติ การ Windows โดยใช้ฐานช่อมูลในการช่วยให้การทำ Process FMEA มีความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องตามขั้น ตอน เพื่อให้ใช้เครื่องมือ FMEA ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

FMEA ProFi ทำอะไรได้บ้าง

FMEA ProFl มีความสามารถในการบันทึกร้อมูลลงในระบบฐานร้อมูล และยังดึงร้อบูสบรงส่วนมาใช้งาน

- การช่วยบ่งชี้ข้อบทพร่อง ซึ่งเกิดขึ้นที่ด้วยลิตภัณฑ์ หรือ ข้อบกพร่องที่เกิดจากขบรนการผลิตต่างๆ
- ความสามารถจัดเก็บรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นข้อมูลหรือรูปภาพไว้ใน ระบบฐานข้อมูลที่ละควกแก่การจัดเก็บและสืบค้นเพื่อการนำไปใช้หรือแก้ไขต่อไป
- การจัดพิมพ์รายงาน ที่สะดวกและรวดเร็ว

การติดตั้ง FMEA ProFi

- 1. Click File/setup.exe
- 2. Drive และ Directory ที่จะทำการ ศิตตั้ง
- 3. Click OK
- 4. Double Click ที่ FMEAProFI.exe

รู้จักหน้าจอโปรแกรม FMEA ProFl

Main Windows

เป็นหน้าต่างแรกเมื่อเรียกใช้โปรแกรม FMEA ProFI ซึ่งประกอบด้วย Menu bar loon bar โดยมีสัญลักษณ์และ





Work sheet

เมื่อทำการเปิด file ของการทำ FMEA จาก menu new หรือ open จะได้โปรแกรมจะเปิด Worksheet ชิ้นมาโดย 90

จะอยู่ในรูปแบบของTab 4 Tab ได้แก่

Information Tab

เป็นส่วนให้ทำการใส่ข้อมูลของบริษัท (Company Information) , โปรเรค (Project Information) และ สมาชิก (Core Team) ในการทำ FMEA ดังแสดงดังรูป

Stormatica	<u> </u>	Objects	1 Palot	Vade	Wonshed	Heunoend	pice.
Company Info	-		Project Informed	-			
Company 7	Employane		. materine	THE	THEA Number		-
100	No. Construction				hen	Sten Ditt.	_
AAkes	וועלכא קיאקייטן	2			Process Responsibility	·	-
			1		Forguard by	1	
		1			Hadri Teatil / Valicielat	1	-
1000							
					2 22	Turner Tal	
Tax Husber					CopData	Tirringe 2	
		100			INCA Cain	10080 1	
Witness .	and the first line		New	Remova	E a		
Ani J	Resouve Log(Jion	e_ [1HEA.Ism[1)	Nom 1	Land	Junature (Med	Levenees.	

Option Tab

เป็นส่วนที่ให้ทำการตั้งค่าและระบุเงื่อนไขต่างๆในการทำ FMEA

Marmation Dphone [Falure Mode	WorkSheet	Recomendation
1, 0, 0 Danian	Seconds (5) Duction Handling Range	<u>1</u> *	Conton anno detail
P Une Farmai 2.3.9 Deservices	Banking Prop. op Classification	# CR44 C CA	- Centres are detail
20.000	- 3ccmine (0)	-	
C Curren 5.7.0 Perman	Contras Parding Parge	10	Catha are detal
	Rading Pay up	r talene	r haddaysratia r one
	Calerine (R)		
1	Contro Ranking Range	11	- Contras more defad
	Raing Passa	F Detection C Offer	F Linited
A Dorse Musice (2004)			
¹⁰ Use Accepted (1716) in the Farmed Tampleton	House Office		
** Set Accessed 10.28 for flat months Action by Barriel	H same first	1309	
Accepted III'N	Arcent+10/16	3.25	
14 (A)			1

Failure mode Tab 91 เป็นส่วนที่ให้ทำการใส่ข้อมูล Process Function และกำหนด Failure mode โดยมีฐานข้อมูลที่ช่วยปงซี้ลักษณะ น้อบกหร่อง B.P.E.A. PROFIL: Process INEA -Propertia n.fir An Boot ful .(#1×) 00 De 198 47 + 40.04 **Optors** Wo4Sheet pression or Failure Mode FMEA Item : 0/New FMEA Ploting Faschon Vel False Hide Description Failur Hoda Identification Eren fargen Fangten Ente Detal of this man ALL sheet Hole Al Identidant Fahar modes Even Process Further AM Ramore Edit Arcopt Selected Failure and Faiken mode picture bram Fin an -make A44 .11 it Bee Picture He Com lakes mide C'Dourset and Salage & anese CHOREAT Edetail Add List 2×++100000000

Recommend Tab

เป็นส่วนสรุปในส่วนของข้อเลนอแนะพี่จะนำไปปฏิบัติ

Momaton Options	FellesMode WorkSteat Recomendering
New FMEA	10 A
[furnered line ment	Rocsendation Fallow up
	1 Hreardson
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Detail Note
(e	
ี ลหำลง	Tenerolaer's Parent
	Barross bir Person
9	Responshilly Department
-	11647 -
hand Bremennt	
	Target Start Date (0/12/21/2
	talle calles par locator 2
	Status
1	the second

การใช้ FMEA ProFI

การสร้าง Project ใหม่

- 1 ไปที่ Menu bar เลือก File > new หรือ กลปุ่ม 🏹 ที่ Toolbar
- 2. โปรแกรมระเปิด New FMEA Project
- 3 ผู้ใช้สามารถกำหนดชื่อของ File ที่ต้องการตั้งชื่อสงใน File name
- โปรแกรม FMEA ProFI จะทำการสร้างFile ฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ Project1.mea โดยที่
- 5. Click Open

CISZARDI CILCULAR CILCULAR	and a state of the state of the	No. of Contraction	NACES OF STREET, STREET	BIRING	15811711211 JULI
0	A state of the sta	- Allan		-	
	Sector Alexand			212	
	Tarana and a second sec	Statute Statute (TREA Press)(* med (* Open or med only		Apan Excent	
Aun 10:00 - 4:0	মান্দ্রনার		<u>aj 2001</u> - 1	204 -022	101708 Har
ຈູາ	ักลงกู	รเปิด Projec	หาวิ		
1. ไปที่ Menu bar นั	ล็อก File > new หรือ	กลปุ่ม🖾 ที่ Tool	bar		

- โปรแกรมจะเปิด Open
- ผู้ใช้สามารถเลือก File ที่ต้องการเปิด
- 4. Click Open

การปิด Project

- 1. ไปพี่ Menu bar เลือก File > Close
- โปรแกรมจะเปิด file ที่กำลังเปิดอยู่

การออกจากโปรแกรม

ไปที่ Menu bar เลือก File > Exit

การพิมพ์รายงาน

ไปที่ Menu bar เลือก File > Print

การเรียกใช้ Help

ไปที่ Menu bar เลือก Help > Process FMEA Help โปรแกรมจะสั่งให้เปิด Window Explorer โดยรูปแบบ ของ helpจะอยู่ในรูปของ HTML

หมายเหตุ Help file จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมี Program Window Explorer ติดตั้งอยู่เท่านั้น

การใส่และแก้ไขข้อมูล

การป้อนข้อมูลสามารถ Click ที่ตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการแล้วทำการป้อนข้อมูลหรือทำการแก้ไขได้ทันที การแก้ไขโดยวิธี Cut / Copy / Paste

สามารถทำได้ 3 วิธี โดย

- 1 ไปที่ Menu bar > Edit เลือก Cut / Copy / Pasto
- 2. Click mouse ล้านขวา แล้วเลือก Cut / Copy / Paste ที่ Popup Menu

Company Information

3. Click 🕅 / 📴 / 🗟 🕅 Menu Bar

การใส่ข้อมูลบริษัท

(Company Information)

- 1. Click เสียก Information Tab
- Click ที่ตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการ แล้วทำการป้อนข้อมูลของบริษัท
- O Company Name
- O Address
- O Telephone Number
- O Fax Number
- O Website

Company	Thai Industral Gases	<u> </u>
Address	2/3 Mpo 14	<u>ن</u>
		-1
Telephone	8-3000-3000	
Fax Number	и-жижн жижн	
Website	www.company.com	

การเพิ่ม /ลบโปรเจค (Project Information)

- 1. Click เลือก Information Tab
- 3. Click ที่สำแหน่งข้อมูลที่ต้องการแล้วทำการป้อนข้อมูล
 - a. FMEA Number
 - b. Item
 - c. Process Responsibility
 - d. Prepared by
 - e. Model Year / Vehicle (s)
 - f. Key Date
 - g. FMEA Date
- 2. หากล้องการทำเพิ่ม Project ใหม่ให้ Click > New
- หากต้องการทำลบ Project ใหม่ให้ เลือกProject ที่ต้องการจะลบแล้ว Click > Remove

-	Numbe 0	r Item New FMEA	FMEA Number	<u>Jo</u>	
	J	1	Item	New FMEA	
			Process Responsibility	[·····	
			Prepared by	l	
			Model Year(s) / Vehicle(s)		
			*		-
			Key Date	1/1/2545 -	
			FMEA Date	1/1/2545 -	
	Mou	Ramova			

การเพิ่ม /ลดสมาชิก (Core Team)

- 1. Click Add ที่ส่วนของ Core team
- 2. Program จะแสดงหน้าจอให้กรอกข้อความดังรูป
- ให้ใส่ข้อมูลตามตัวอย่าง
- 4. โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้ผู้ที่ไม่ได้รับการอบรมเข้า FMEA core team
- 5. Click OK.

First Name:	Chonlatha		Ok
Last Name:	Kraiwalnussom		Cancel
Passed FMEA Frain on:	2000		
fitle:	Process Engineer		
E-mail:	chonlatha111@yahoo.com		
Felephone;	02-9396221		
Work Experience:	Process Engineer, Project engineer and Team member of regional Energy survey	*	
		Li C	

การกำหนดรูปแบบและตั้งค่าคงที่ (Options)

- ในการทำ Process FMEA ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบที่มีใน Program อยู่แล้ว โดยการเลือกที่ SOD dimension ซึ่งมีให้เลือกลองชนิดคือ
 - a. Ford / Chryslers /GM (10x10x10)
 - b. Thai Government Criteria (4x4)
- หรือผู้ใช้สามารถกำหนดเองโดยเลือกจาก Custom SOD dimension

•	Use Formal S.O.D Dimension		
	Ford/Chysler/GM Form (10 x 10 x10)	-	
	Ford/Chysler/GM Form (10 x 10 x10) Thai Government Criteria[4x 4 x 4]		

การตั้งค่าคงที่โดยวิธีการ Custom SOD dimension

- 1. เลือกช่วงของค่า SOD ที่ Ranking Range 1-10
- ผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลที่จะทำช่วยการตัดสินใจในการ Ranking โดยเลือกจาก Ranking Popup.
- 3. กำหนดรายละเอียดของแต่ละ Ranking ได้ โดยการกด Custom more detail

Severity (S)		
Custom Banking Bange	iQ	Custom more detail
anking Pop up	G Ellect	Criteria C Other
Classification	[← Custom more detail
)ccurrence (0)		
Cu≢tom Ranking Range	10	Custom more detail
lanking Pop up	☞ Failure Rate	C Probability of Failure
	← Cpk	C Diher
)etection (D)		
Custom Ranking Range	[*0	Custom more detail
Tanking Pop up	@ Detection	C Likelihood
	C Other	

ด้วอย่างดารางการตั้งค่าจาก Custom more details

	Renting	Effect	Citeria	Q/ber
	10	Hazardout without warning	May excarge machine or assentity operator. V my high teversy ranking when a potential lakes mode alleft safe vehicle operatory	
	9	Hazardous with warring	May endanger machine or assembly operator. Very high severity serving when a potential lature mode allect sale vehicle operation	
	8	VeyHigh	Major disruption to production fee: 100% of product may have to be accepted vehicle /teen inoperable, less of primary function. Customer	
	,	High	Minor disruption to production line. Product may have to be safed and a portion fless than 100% scrapped. Vehicle operable, but at a reduce	
ļ	6	Moderate	Minor disuption to production line. A portion (less than 1002) of the product rely have to be scrapped (no scring). Vehicle/Rem operable,	
ĺ	5	Low	Hingr doruption to production line, 100% of the product may have to reworked. V shicle/tem operable, but some Conflot / Convenience	
	4	Very Low	Minar dauption to production line. The product may have to be corted and a potion flets than 1003) reworked. Fit Finish/Squeak, Rattle item	
Ī	3	Hina	Minor damption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to reworked online but in station. Fit Finish/Soutiak	00
	2	Very Minor	Minor dataption to production line. A potton (less than 100%) of the product may have to reworked online but in station. Fit Finish/Squitak	
1	1	None	No olleck	User specily for Ranking

การตั้งค่าคง RPN โดยวิธีการ Custom

- ในการทำ Process FMEA ผู้ใช้สามารถใช้ค่า RPNที่มีใน Program อยู่แล้ว
- หรือผู้ใช้สามารถกำหนดเองโดยใส่คำใน text box > Enter

กำหนดข้อบกพร่อง (Failure mode)

สามารถกระทำได้ 2 วิธี โดยดังนี้

- เลือกจาก Failure mode ทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Click > ปุ่ม All Failure mode
- เลือกโดยการพิจารณา Failure mode ที่เกิดในด้วของผลิตภัณฑ์ Click > Failure modes Identification

โดยที่ Failure mode ที่ได้จากฐานข้อมูลผู้ใช้สามารถเลือกในส่วนที่มีความสำคัญมาทำ FMEA โดย สามารถระบุรายละเอียดและรูปภาพของลักษณะข้อบกพร่องเพิ่มเติมได้

Failure Mode Description Enter Detail of Failure mode Tecture mode picture Failure mode picture Failure mode picture Focuments and Settings\kraiwac: CHONLAT ...

- In 13 cast Educed and Entraned (Failure mode identific
- Click Failure mode ที่เดือกได้ (ใน Selected Failure mode List)
- ใส่รายละเอียดของข้อบกพร่องลงในช่องของ Failure mode Description
- 3. Click "Accept"

การเก็บรูปของข้อบกพร่อง (Failure mode picture)

- 1 Click Failure mode ที่เลือกไว้ (ใน Selected Failure mode List)
- ใส่ชื่อ File ของรูปข้อบการ่องลงในข่องของ Failure mode picture
การใส่/แก้ไขข้อมูลในตาราง FMEA Worksheet

- Double Click Cell ที่ต้องการจะใส่ข้อมูล
- ทำการใส่คำที่ต้องการ
- 3. П.A. Enter

การเพิ่ม / ลบข้อมูลในดาราง FMEA Worksheet

- Right Click Cell ที่ต้องการจะเพิ่ม / ลบข้อมูล
- 2. Click Add / Remove

nns Ranking An S,O,D

- 1. Right Click Cell ที่ต้องการ Ranking
- 2. เลือก Ranking ที่ต้องการ



ข้อเสนอแนะ (Recommendation)

- เลือก Recommendation ที่ Concerned / Normal Recommendation 1.
- ใส่ช้อมูลที่ต้องการลงในช่องต่างๆดังต่อไปนี้
 - a. Detail Note
 - b. Responsibility Person
 - c. Responsibility Organization
 - d. Priority
 - e. Target start date
 - 1. Target complete date
 - g. Status

New FMEA	misson Options	Falure Mode WorkSheet	Recomendatio
Congeniel Degrammed Perconstruction Drink Hole	lew FMEA		
Iternel Becommission	orcerred Decomment	- Necomendation Follow up	
		Recommendation	
Becomendation's Process Becomendation's Process Becomendation's Process Becomendation Pr		Drial Note	<u>.</u>
Becommission's Process Responsible Process Responsible Process Responsible Proces Responsible Process Responsible P		h had h	1
Responsibility Department		Recourdation's Process	
Illumid Recommend		Rangemakily Present	
Tanget Compilts Date 20/32/2442 -1		Hesperudality Organization	
Forget Stati Divis 35/32/2447 Target Complets Divis 1.1 Forget Stati Divis 1	Unit of Recommend	Prosty 2	
Tanget Complete Dute 20/27/24/2 + Tanget Complete Dute			
Tanget Complete Dida		Forget Start Date (30/22/2662 +	
SLAVE 2 1 2 1 2 1 2 3		Target Complete Dole	42 -1
		50 Mar 17 28 28 17	111-
1 P U H S S U		1	5 16 17
5 5 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7		5528	5 30 71
7 2 1 5 1 7 EDitate 54/245		1 2 2 4 3	6.4-2

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการ<mark>ตอบแบบสอบถามจากผู้ทดสอบโปรแกรม</mark>

ภาคผนวก ค

ของสอบถามพื้อประวัติสองระเห็นระขอมีประกรม FMEX ProFf

วัตถุประกอบของแบบแจบตาม : โดการแล้วเหลือเกิดได้ไปในกระการพราช (มะสา ไวร์ไฟ จำแล้นไปเรื่องรูปทั่ง วัตถุปรึ่งแข้งครามระวงสุราวิตววัตบุลลระย์

โดยทำหลามเหตุดออนแบบแอนสายให้โรย

2 Insertiture in 02 1519000-1070 7510001

() หารฉี่นับการรับประการไม่ สามารถติดก่อได้ที่ 61-\$571251, รณม3 <u>Chort</u>enhalte1 (Crabescom).

	รายละเชียด	ระชารามปัจจุบัน โปรกระชุ Word						initai EM	EAF	Sadnaa 1053	
ส่วน	ข้อมูลทั่วใป (Information Tab)	1-4	(NJ 3=1	hune	15-	110	12.6	40.5-1	ltuna	14 5 = 1	11.7.0
-	ครามสะสายในการนี้สมคัญส	1	2	3	4	1	1	2	3	4	0
	ครามสุดภัตาเกาศัสบุกในบัตระ การรับชายุจังบูล	1	2	;	(1)	5	11	2	3	4	0
	ลายแรมด้านรอารักแหลี่ส้องการนี้จำไว้ส่	1	2	3	0	5	ŧ	2	3	0	
in	hissani(Options Tab)										
	สารกฤษส์อารระ 500 มีเสียกกอง ที่มีได้	1	3	0	4	5	1 1	2	3	44	6
	ความข้อหญิตในการรับสา 5, 6, 8	1	2	0	4	5	1	3	3	1.1	3
-	ล้านสะคมเป็นการศึ่งกา	1.	0	3	+	5	1	2.	3	4	0
น่วง	ห่ายในการประสักษณะของFallure mode	-			2			1			
	ตรามถูกต้องการปัจจ์ Fadure mode	1	:	3	0	5	1	2	+		0
	ครามสาร In1นตระปัญญัติ	1	23	3	4	0	1:	2	3	1,	0
	ครามมังหญ่บไขสารหรือ + สุร รังเมตร อองสะ	1	:	3	0	5	1	2	1	14	C
-	กระบ่งชี้สับษณะข้อบกหรือเเริ่มรายครสับค.รูป	1	2	(3)	4	5	1	2	3	14	0
1	ความสรบส์ พระยุจ Faire และ ที่มีให้เรื่อง	1	2	3	1	3	11	2	3	0	5
in	mistiasizi FMEA (Work Sheet)	-				~		1			
T	สงานสะ≉ เขโนคาเป้อหข้อมูล	1	2	3	0	5	1:	2	3	(1)	5
1	ธรรมสูกส์สมบลจัดเอี้ยะคละรัพกลุ	1	2	3	0	5	11	i.	3	0	5
1	ขวางวาดเรื่าในการวิเกรามน์ PM6A	1	2	3	-4	3	1.	3	5	4	(3)
d'au	ปฏิบัติการสองพร (Recommendation)	19	19			778		1	21	1	
	ลารระบบควารรับการหนัง ² อาณสายแล้วแก่ว RPS	1	2	3	0	T IT	1	ź	7,	14	(3)
-1-	หวามสะ/สุดโพการป้อยจัอนูล	11	2	(\tilde{j})	+	3	11		3	(4)	3
	กรามรายแร้ววิทศารวิทธรายพ์ สมเปิด	1	2	3	4	5	11	2	3	4	6
ห้ม	J	+								1	~~~
1	ครามสะอากในอารมริหารฐานใจสุด	11	2	3	+	0	11	1.14	3	0	5
1	อวรมเร็าไปในการประพะค	1	2	3		0	1	2	5	(4)	3
1	กรรณาแล้วแรกให้อุโตสารเรียบสรุด	1	1		4	0	11	1	3	0	4
1	that the second s	1	2	3	:	3	1 1	2	1	. 4	5
-10		1			_		1				-

ระสารที่ไม่ ของชื่อเป็นร้องไป เช่นร่างรายอย่าง และแต่นะ ครองมีเป็นเมืองกลรอบ

101

19.9 24101

FROM : TIG ENGINEERING BRIDGIA . PH

PHCKE ND. 1 +66 2 751 9291

แบบสอมตามเพื่อประเมินผลการทำรานของโปรแกรม FMEA ProFt

วัตจุประสงกับองแบบสอบอาม : วัดกวามพึงหอไขในการใช้ไประเทรม PMEA ProFI ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการทั้

วิจะกรีพนร์ของ แพ พลธา ไกรจัดบุลสรูษ์

ใดแท่งนถามเทตสอบแบบสอบจานใต้โลย

- 0 harminnumen es 7519009 Hão 7510091
- O หากมีข้อสะสัญประการใด สามารถคิดห่าให้ที่ 01-4571251, cmail Chevilathal II สิงชนองจะอยู่

ះរមនេះខេត		9575 1954.	ร้ในปีร 1947	1000		รราษมีจังใน่หลาย ควายส การก				
ส่วนข้อมูลทั่วไป (Information Teb)	1.3	ce 3-1	Inne	74 5 -	มาย	125	\$1.3=1	Inone	115-	
 ครามสะคระโบงารป้อนรับสูง 	1	2	0	4	5	1	2	2	4	
• ครามลูกต้องนองขังบุลในน้อนและเรียกครั้งบุล	1	2	0	4	1	L	7	2	C	
พรามการผู้รมของร้อมูอที่สังงกรรณำไปได้	1	2	3	3	5	T	2	3	0	至
ส่วนการทั้งก่า(Options Tub)			9							恋
· Bangeris Erner SOD Dimension Rolli	1	2	3	4	3	1	2	3	4	四
 ความชี่สะสุ่นในการกั้งกัร 5, 0, 0 	1	2	3	3	5	1	2	3	٢	3
- ความสะควกในการสังกัง	1	3	3	0	5	1	2	3	4	6
ช่วนช่วยในการบ่ารี่ลักษณะsolPallure mode										
- การเมฏกติกลการูปสรี Fathere mode	11	2	3	0	-5	1	2	3	Ø	5
ครามกระการในการชื่อนชื่อมูก	1	2	3	3	5	1	2	э	Q	5
ครามมีความในการเพิ่ม / 8.4.75% กะคระ	1	2	3	4	s	11	2	3	C	5
• การประชังการจะ ใจของประเพณฑามอะเงิทส. รูป	3	0	3	4	5	1	2	3	٢	5
 กรรมพระสารแของ Facure made ที่มีให้เรือก 	1	2	٢	4	5	1	2	3	0	5
atun 15mansh FMEA (Work Sheet)				6						
- ครามสะควกวินการป้อนข้อมูล	1	2	3	4	5	11	2	3	1	5
- ความลูกสัดรถารโคเกิบและเรียกลู	1	2	3	4	5	11.	2	3	0	5
- ครามราคที่วโนการที่สาราส	1	2	3	4	5	1	2	3	٢	5
สังหนีก็นั้หีการเสพอแพล (Recommendation)	6	2			9.1					
 ครามสุดคระโมการหนึ่งรักเสนอแนะก็ระสำ RPN 	1	2	3	4	5	13	2	3	4	3
 กระมงของกับการป้อนข้อมูล 	1	2	3	4	5	1	2	3	4	S
 אושרא ארכיוון זומעליל אינינער איז איז איז איז איז איז איז איז איז איז	1	2	0	a.	5	1	2	3	4	3
ทั่วใป										
 ความสะดวกในกรรมเร็พระฐานรัฐรุณ 	t.	2	©	4	3	11	2	3	6	5
 ความเข้าใจในการประการสุด 	1	2	(3)	4	5	1	2	3	6	5
 อวามสะควอไนตารได้ผู้มือน่างๆส่วน Help 	0	3	3	4	5	1	2	3	+	3
- 6ut	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

1 TID ENGINEERING BENING 466 2755 38311 465 2 751 5031 To: Khun Sonichon (038 1 213 360 (/FC))

แบบสอนอามเพื่อประเมินผลการทำงานของไปรแกรม FMEA ProFi

โดยูประสงส์ของเขมของบทรม : โดดราบพื้นพรไรใบการใช้ไประกรม 2552A 75531 จึงเป็นส่วนหนึ่งในการทำ วิทยายิทนร์ของ นาย รอรร โครโลนุยชรณ์

โดยง่านตามารถกอบแบบของตามได้โดย

- O TREATER AND 02 751 8223 450 7515092
- O บากมีข้อหลังประการใจ สามารถสินต่ะให้สี่ \$1-1371251, email (Line)(that))(Chronisecous)

าาและเอ็นดุ	นักมีรัมนี้อยู่ดีม ประกอง MS และไป	ernsächfid som Trick fratt
ส่วนร้อมูลทั่วไป (Information Tab)	1-นี้ระว่ามีขนายน 3 + มาก	3-9202002000019224.034
 แรวมสมคริตในการป้อมพืชบูล 	1,1 (3) + 5	111035
 ครามถูกโดงของในรู้อนับร้อมครามที่บารู้รับรูด 	1 2 (3) 4 3	1 1 3 (4) 1
 สรามหมุ่งรายและอังสุดพิธีออกระบรไปไปไป 	1 2 3 4 (3)	1 1 1 4 (1)
ส่วนการผังกันOptions Tab)		
 ครามดุดต้องประเทศสาย อาเมลาสอง รีสิโปร์ 	1 2 3 1 3	1 1 1 . 4
 รวมสัตพฐมในการพังการ, 0, 0 	1 2 3 . (1)	1 2 3 4 (5
 อว่าสระรถในสระที่สร้า 	1 1 3 4 3	1 2 3 4 (5
ส่วนช่วยในการปะชี้มีกลณะของรับมีพรร mode	the second second	
 กรรมดูกค้องการบังชี คนแพระสมบุ 	1 : 3 + 1	1 2 (5) 4 5
 หวามพระระหวินการชื่อแห้งอยู่ล 	1 1 (3) + 1	1 2 3 (4) 3
 คระบบใหญ่นในสาราชิน / สุขาร มนุ่มสารมะค 	1 2 3 (2.1)	1 2 3 4 (3
· การปะพิศักรณณร์ตองการโองเรื่อง พ.พ. รูป	(i): 1 + 1	1 2 3 (2) 1
 กรามสรรษฎรรรมสรรมสรรมสรรฐสินัสธรรมสรรฐสินที่สุนที่ส สานที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที่สุนที	1 2 3 (4) 1	: 2 2 (4) 5
EWANT HATTEN FALEA (Wark Sheeg)	010101000	C.
 ความสระรถในการปัยหนัญล 	113(1)1	11 2 3 (4) 3
 ครามสุดสังคราชใหม่และสิงกฤ 	1 3 3 4 3,	12101
 อรามรรณ์รูปประชาชุมราชส์ 2505A 	: (2)3 4 5	1 2 1 4 (3
ส่วนปฏิปริตารเลนสมหร (Recommendation)	the back of the second	
 ครามสะครกระครบน้ำคือเราะองแต่สาวทำสาพ 	1 2 (3) 4 8	1 2 3 (4) 3
กรายแรกระโนการวิจารโคลล	1 2 (2) + 2	1 2 1 (1) 5
• ความราชรับในจายใดราชส์ สหรอ	1 2 3 4 1	1 2 2 (4) 5
ทั่งใน		
- กรามสองรถในการรู้หารฐานจัยบูล	1 1 (3) 4 11	1: 2(5) 4 3
 สารณรับได้ในการกำรังประก 	1 1 3 (4) 3	1 1 1 (4) 5
 สวามพระสารในการใช้รูปีสถามๆต้านวัณรู 	(): 2 4 5	1 1 1 4 4
• EP	12343	1 3 3 4 4
and a second sec	demonstration of the last	and the second s

แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการทำงานของโปรแกรม FMEA ProFT

รัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม : วัลกรามพิงหอไขใบการใช้ไปรบกรม FMEA ProFI ซึ่งเป็นก่านหนึ่งในการทำ วิทยามีคนร้องง นาย ของงา ใกรจัดนุลสรณ์ C. C. S. C. S.A. Gagesan

152 2

104

โลยท่านสามารถตลบแบนสอบสามใต้โดย

O Inscrimination 02 7515009 M20 7519091

O หากมีข้อตรกับประการใจ สามารถพิตต่อได้ที่ 01-8571251, email Chonlathal U.e. yahon.com

	าายละเอียด •	11	วิสีที่ เคระบุ	Hudo	भूगेंभ भूते कि	Arg	1	nn ind Fil	talii EA P	dauna raFT	H
ส่วน	ข้อมูลทั่วไป (Information Tab)	1-3	00 37	liana	125-	มหา	1-2	08 3-1	Juin	111 5 =	มสา
•	กรามสะควกในการนี้อนข้อมูล	1	0	3	4	5	1	2	3	C	\$
-4	ความลูกค้องของข้อมูลในมีอนและเรียกรูด่อนูล	t	2	0	4	5	1	2	3	(1)	5
	ครามครบด้วนจองข้อมูลที่ต้องการนำไปไข้	11	- 2	3	4	3	i	2	3	6	ŝ
im	ninh mil(Options Tab)							-			
	หวามมูกทั้งสุขติ SOB Dumman ที่มีได้	1	C	3	4	5	1	3	3	4	3
-	ความอีลหลุ่นในคนกั้งค่า 5, 0, D	0	2	3	4	5	1	2	3	4	5
•	กรรมสะดากในการตั้งค่า	1	(2)	3	4	5	1	2	3	(\mathbf{a})	5
ส่วน	ช่วยในการปลรี่ฉักษณะของPallure mode		1		28		-		200		
-	ความถูกที่องการนั่งที่ Falluse mode	1	6	3	4	5	11	2	3	(1)	5
	ความกะควกในคารมีอนขับมูก	1	C	3	4	5	1	2	3	G	5
	< รามอีสหมุ่นในการเพิ่ม / อส Failure mode	1	2	0	4	5	11	2	3	4	3
-	ทารบังรี่ลักษณะร้อยกพร่อง เห็นรายกะเอียน, รูป	t	(i)	3	4	5	1	2	3	4	62
	ความกามนั้วประการ Failure mode ที่มีไว้มีเดือก	1	2	0	4	5	1	2	3	(1)	5
ส่วนเ	าารวิเลาาะท์ FMEA (Work Sheet)	du anna	-				- 10-				
-	ควรมศระหว่างในการที่อนข้อมูล	1	0	3	4	5	1	2	3	61	5
	ความถูกคืองการจังเก็บและเรือกลู	1	2	3	4	5	1	2	3	4	(S
4	กรรมราดเร็จในการวิศร ซพ์ FMEA	1	2	G	4	5	1	2	3	0	5
ด่วน	ปฏิบัติสารเสนอแนะ (Recommendation)	***		5		6				0	
τ.	ความสะดวกในการมนังโอเสนอแนะด้วยคำ RPN	1 i	0	.1	4	5	1	2	3	4	G
181	ความสรดงารในการสื่อนข้อมูล	1	(I)	3	4	5	1	2	3	4	G.
1	ความรวดเร็วในการรักราะที่ FMEA	1	2	3	4	5	1	2	3	(1)	5
ทั่วไป	1										
	กวรมสะดวกในการบริหารฐานจังมูล	1	Œ	3	- 40	5	1	2	3	a	5
	กวามเข้าใจในการทำ FMEA	1	2	C	4	5	1	2	3	(4)	5
3	กรามสะครกามการไร้ดูมือคาะๆหาน Belp	t	2	3	4	5	1	2	3	0	5
	อื่นๆ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
110.00		1									

P. K. SPOST MACONYNANTA F. K. MANDY (NT)

Ro- 09 2002 85109PH H2

แบบสอบคามเพื่อประเม<mark>ิญหลการทำงานของไปร</mark>แกรน FMEA ProFt

วัสดุประชะก็ของกรมขอมอาพ (วัสความพื้งพูอใจในการใช้ไประเทรม FMEA Profil ซึ่งเป็นส่วนหรือในการปร วิทยานี้หนยั้นอง นาย หลง โกรวัสนุสสรณ์

โดยท่านชามารถตอบแบบขอบตามใต้โดย

- C INTRIMUNIAN 02 7519009 450 7519091
- O หากมีพื้อกระโอนระการได้ สามหากรีลต่อให้ที่ 01-8571251, ----- C Chenlathalli Dive toacem

รายฉะเอียก		STER.	ernen goek	entern 18724	t	1	นการเพื่อไร้ไปรและม FVICA ProFI					
ร่วนข้อมูลกั่งไป (Information Fab)	1=1	06 3=1	lune:	15.5-1	nn	1	1=150	103#5	mine	74 5 =	neu	
 คาะสระวดใบกระโดยข้อมูล 	11	2	3	4	5	-	1	2	3	6	3	
 กานทุกกับระจะจัดนุกในปัจนุขอบเรียกจูร์ขมูล 	1	0	3	4	5	-	1	3	3	0	5	
 กรรมลระเอ็วนของจัดบุทที่ก้องการนำไปใช้ 	11	2	0	4	ș.		1	4.	3	G.	3	
2 24 DIS ANI (Options Tab)	1996											
 คาวมฐาตัวงายง รออยไดะแปลก ที่มีไท่ 	11	2	0	4	5		1	.1	3	6	5	
 ความรัดหลุ่มใบการศึกร์ 5,0,0 	1	2	0	4	5	1	1	1	3	0	5	
• ความสรรอดในคมพังสำ.	11	2	C	4	5		1	2	3	4	0	
อำเรานโนกระบังที่อักษณะพลงFallure mode							-					
· ครามภูามีอาการนักร์ Falure mode	T	2	3	4	5	1	+	2	3	0	\$	
• ครามสะครรโนกระชีงนรังบูล	1	2	0	4	5	-	1	2	3	0	5	
· กระแอกหรุ่นในการกลับ / an Failers mode	11	0	i	4	5 -	1	1	2	3	1	(3)	
การประก็สายสารีอยากกล่อง กับรายอะเอียล, รูป	11	2	0	4	5	-	2	1	2	0	1	
- ครามครามมีรถมาคร Falses mode คีมไปเสียก	Tr	2	0	4	5	-	1 -	4	3	0	3	
STUMMENTICH FMEA (Work Sheet)	6.0	1	C		J			7				
 อว้านสะครถในลารนี้อนข้อมูล 	1	2	3	0	5		1	2	3	0	5	
ระหนังระสะเหาระครที่เหลือกระห	11	2	3	0	5	91	1	2	3	0	- 5	
· การรวณในโรงหน่อยแต่ เพลง	11	2	3	4	3 1		4	2	3	C	5	
ส่วนปฏิบัติการเลนอยนะ (Recommendation)			-			-		-				
ครามละสวดใบการจะรัฐเสมขอมลล้ายกำ BPN	11	2	0	4	5	1	1	2	3	0	:	
. ครารธรรมในการร้อมจับรูล	1	2	6)	4	5		1	2	3.	0	5	
 ครามรวดปัวในการวังครายที่ FMEA 	1	2	0	4	5		1	:	3	0	5	
ทั่วใป				-		-	-		-			
 ครามสะดงกำนากระเริ่มหมูรเนขียนูด 	11	2	3	0	5 .		1	2	ÿ	6	5	
- องนะจำได้ในกับประกอง	11	2	3	0	3		1	2	3	4	(30	
. กรามแขลงกันกรรได้ผู้มีกลงกุลละ เหตุร	1	2	0	4	5		2	2	* 1	đ	(5)	
· 102	11	:	3	4	5		1	2	3	4	5	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชลธา ไกรวัดนุสสรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2539 ภายหลังจบการศึกษาได้เข้า ทำงานในดำแหน่งวิศวกรขบวนการ บริษัทไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด (มหาชน) เป็นระยะ เวลา 4 ปี 2 เดือน ปัจจุบันทำงานยังคงทำงานใน บริษัทไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด (มหาชน) ในดำแหน่งนักวิเคราะห์ธุรกิจ

ผู้เขียนได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรนอกเวลาราชการ ในภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิ<mark>ศวกรรมศาสตร์ จุหาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</mark> เมื่อมีการศึกษา 2542

> สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย