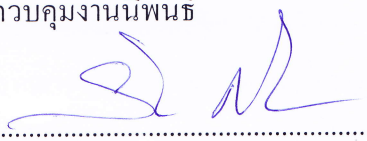
การทดแทนอุปกรณ์เพื่อความมั่นคงของการผลิตด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

ณัฐชานนท์ นันทเสน

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ ณัฐชานนท์ นันทเสน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

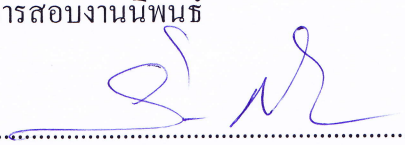
คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

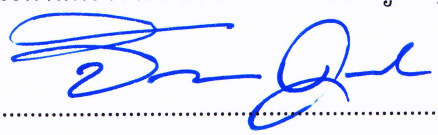
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์



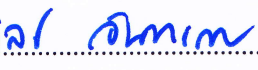
.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)



.....กรรมการ

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)



.....กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 5 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณที่ปรึกษางานนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้งานนิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาที่ดี รวมถึงเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ รุ่นที่ 8 ทุกท่าน ที่ให้ความผูกพันและได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำงานที่แต่ละคนได้เคยผ่านมาทำให้เกิดความทรงจำที่ดี ตลอดระยะเวลา 2 ปี ที่ได้ศึกษาร่วมกันมา จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ได้คอยให้กำลังใจ คอยให้คำปรึกษาและแนะนำในด้านการเรียน การดำเนินชีวิต ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจในการจัดทำงานนิพนธ์ครั้งนี้ให้เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดีตลอดมา

ประโยชน์และคุณค่าสูงสุดอันพึงได้จากงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญุตาบูชาแด่ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนปลูกฝังคุณงามความดีและความมานะอดทน ที่ทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ณัฐชานนท์ นันทเสน

54920440: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: ชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน/ เครื่องรีดอัด/ วิศวกรรมคุณค่า

ณัฐชานนท์ นันทเสน: การทดแทนอุปกรณ์เพื่อความมั่นคงของการผลิตด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (PART REPLACEMENT FOR PRODUCTION ROBUSTNESS BY VALUE ENGINEERING) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, วศ.ม. 96 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ในเครื่องรีดอัด (Extruder) ใหม่ โดยเลือกศึกษาและปรับปรุงในส่วนของ Bellow assembly ซึ่งอุปกรณ์ชิ้นนี้ มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสกับสเตเตอร์ซีล ส่วนที่ทำหน้าที่กดและรับแรง และส่วนที่สวมต่อกับเพลา โดย Bellow assembly แบบเดิมส่วนประกอบทั้งสามจะเชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกัน จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ใหม่ที่แยกส่วนออกจากกัน ผลการเลือก Bellow assembly ใหม่ทั้ง 3 แบบด้วยการพิจารณาปัจจัย 3 ด้าน ได้แก่ คุณภาพ ราคาและการจัดหาด้วยการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic hierarchy process: AHP) ได้ชุดอุปกรณ์แบบ B ซึ่งมีความเหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบและพิสูจน์โดยการเปรียบเทียบกับ Bellow Assembly แบบเดิมด้วยปัจจัย 3 ด้าน พบว่าในด้านของคุณภาพนั้น Bellow assembly แบบ B มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 71 ในด้านราคา พบว่า Bellow assembly แบบ B สามารถลดต้นทุนได้ร้อยละ 59.46 และในด้านการจัดหา พบว่า Bellow assembly แบบ B สามารถลดระยะเวลาในการจัดส่งได้ร้อยละ 50

54920440: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M. Eng.
(INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORD: ROTARY JOINT/ EXTRUDER/ VALUE ENGINEERING
NATCHANONT NANTHASANE: PART REPLACEMENT FOR PRODUCTION ROBUSTNESS BY VALUE ENGINEERING. ADVISORY COMMITIEE: THEERAWAT SOMSIRIKANJANAKOON, M. Eng. 96 P. 2016.

This study aimed to redesign rotary joint in the extruder of flooring tile production which would then be able to reduce cost and sustain the production. The focused part was bellow assembly. In general, a bellow assembly included three components: stator contacting part, pressing and force absorbing part, and shaft jacket. In the conventional bellow assembly, these three components came in one assembly set, but in this study, the three components were redesigned to be independent. The selection of the bellow assembly based on three factors (quality, price, and procurement) relying upon analytic hierarchy process: AHP, it was found that type B was the most preferable. The comparison of breakage values between the conventional assembly and type B assembly showed that type B assembly lasted 71% longer than the conventional one. Cost comparison also showed greater result: the type B assembly reduced the cost to 59.46%. In term of time reduction, the type B assembly could reduce the delivery time to 50%.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ..... ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 3

ประโยชน์ที่คาดวาจะได้รับจากการวิจัย..... 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า..... 4

ความหมายในเรื่องคุณค่า..... 9

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า..... 13

การนำ VE ไปประยุกต์..... 15

การนำแผนงานวิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ในอุตสาหกรรม..... 15

การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์..... 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24

3 วิธีการดำเนินงาน..... 26

ข้อมูลและสภาพทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน..... 26

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา..... 27

โครงสร้างของบริษัทกรณีศึกษา..... 27

ขั้นตอนการดำเนินงานของส่วนวิศวกรรมการผลิตและแผนกจัดซื้อของ

บริษัทกรณีศึกษา..... 29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ที่มาของปัญหาและสภาพปัญหาในปัจจุบัน	33
	การทำงานของระบบ TCU	37
	การแยกประเภทของปัญหาในระบบ TCU	39
	การวิเคราะห์หน้าที่	45
	การประเมินการเปรียบเทียบ DARE	48
	การวิเคราะห์ต้นทุนแยกตามหน้าที่และประโยชน์ของการใช้งาน	50
4	ผลการศึกษาและวิจัย	54
	ขั้นตอนการสร้างสรรค์แนวความคิด	54
	ขั้นประเมินผลความคิด	58
	ขั้นการทดสอบและพิสูจน์	68
	ผลการประเมินต้นทุนจริงและระยะเวลาในการผลิตหลังจากมีการปรับปรุงชิ้นงาน	78
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	80
	ผลการวิจัย	80
	ข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม		83
ภาคผนวก…		84
ประวัติย่อของผู้วิจัย		96

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมและการสั่งซื้อของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ปี 2014 1

1-2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อม/ ครั้ง 2

2-1 ตัวอย่างเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ 23

3-1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องรีดแผ่นพลาสติก ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 33

3-2 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องรีดแผ่นพลาสติก แบ่งตามระบบการทำงานของเครื่อง 34

3-3 ลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์หลักในระบบ TCU ของเครื่อง Extruder 38

3-4 รายละเอียดและความถี่ของปัญหาของอุปกรณ์ในระบบTCU ระหว่างเดือน มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 39

3-5 ผลรวมของรายละเอียดปัญหาของอุปกรณ์ในระบบ TCU เรียงลำดับความถี่ จากมากไปน้อย 41

3-6 การถ่วงน้ำหนักของอุปกรณ์ที่มีปัญหา 41

3-7 ค่าเสียหายในการหยุดเครื่องรีดแผ่นพลาสติกต่อครั้ง 42

3-8 รายละเอียดของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน 43

3-9 หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนในชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน 46

3-10 หน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วนในชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน 48

3-11 การประเมินโดยการเปรียบเทียบของแต่ละหน้าที่หลัก 49

3-12 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญของแต่ละหน้าที่หลัก 50

3-13 การวิเคราะห์ต้นทุนแยกตามหน้าที่ประโยชน์ของการใช้งาน 51

3-14 การประเมินหน้าที่การใช้งาน 52

4-1 รายละเอียดของวัสดุ Bellows assembly ตัวเดิม 54

4-2 แนวคิดการออกแบบ Design A, B และ C 56

4-3 รายละเอียดการออกแบบของ Design A, B และ C 57

4-4 คะแนนของแต่ละแนวความคิด 59

4-5 ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและการนำไปใช้งานของแต่ละแนวคิด 60

4-6 การให้คะแนนเปรียบเทียบทั้ง 3 ปัจจัย 61

4-7 ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-8 ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 62
4-9 ผลคูณตัวเลขกับค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 63
4-10 ผลรวมแนวนอนของค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 63
4-11 ผลหารของผลรวมแนวนอนกับค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 63
4-12 ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย 64
4-13 คะแนนความสำคัญด้านคุณภาพของแต่ละแนวคิด 65
4-14 ลำดับความสำคัญด้านคุณภาพของแต่ละแนวความคิด 65
4-15 คะแนนความสำคัญด้านราคาของแต่ละแนวคิด 66
4-16 ลำดับความสำคัญด้านราคาของแต่ละแนวความคิด 66
4-17 คะแนนความสำคัญด้านการจัดหาของแต่ละแนวคิด 67
4-18 ลำดับความสำคัญด้านการจัดหาของแต่ละแนวความคิด 67
4-19 ลำดับความสำคัญรวมของแต่ละแนวความคิดเปรียบเทียบกับแต่ละปัจจัย 68
4-20 เปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ระหว่างงานตัวแบบกับงาน Design B 69
4-21 ข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่อง Extruder 71
4-22 ค่าการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่า 73
4-23 ค่าการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบใหม่ 74
4-24 เปรียบเทียบค่าความสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่าและชิ้นงานรูปแบบใหม่ ตามจำนวนเดือนที่ใช้งาน 76
4-25 ข้อมูลการแจ้งซ่อมชุดข้อต่อแรงดัน แบบเก่า 77
5-1 เปรียบเทียบข้อมูลของชิ้นงานรูปแบบเก่าและชิ้นงานรูปแบบใหม่ 81

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์	11
2-2	แผนภูมิแสดงลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ	22
3-1	บริษัทในกรณีศึกษา	26
3-2	ผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทกรณีศึกษา	27
3-3	ผังองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา	28
3-4	ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายวิศวกรรม	29
3-5	ขั้นตอนการดำเนินงานของแผนกจัดซื้อ	31
3-6	กราฟแสดงความถี่ (ครั้ง) ของแต่ละกลุ่มปัญหา	35
3-7	รายละเอียดและอุปกรณ์ภายในของเครื่อง Extruder	36
3-8	การทำงานของระบบ TCU	37
3-9	ส่วนประกอบของชุดข้อต่อแรงดันที่จะทำการปรับปรุง	53
4-1	แนวคิดการออกแบบ Bellows assembly แบบแยกส่วน	55
4-2	การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์	58
4-3	แบบชิ้นงานตามแนวคิด Design B	70
4-4	ชุด Rotary joint หลังจากการประกอบเข้ากับ Bellows assembly	71
4-5	นำชุด Rotary joint ไปประกอบกับเครื่อง Extruder	72
4-6	วิธีการหาค่าความหยาบผิวชนิด ค่า Ra	73
4-7	ผลการทดสอบข้อมูลการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่า	75
4-8	ผลการทดสอบข้อมูลการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบใหม่	75
4-9	รายละเอียดราคาของงาน Bellows assembly แบบใหม่	78

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการดำเนินธุรกิจ ทุกองค์กรล้วนต้องการผลกำไรด้วยกันทั้งสิ้น แต่จะทำอย่างไรให้ได้ผลกำไรสูงสุดและยิ่งธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์แล้ว การทำงานต้องยิ่งแข่งกับเวลา เวลาทุกนาทีมีค่าสำหรับการผลิตงานในแต่ละชิ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของทางลูกค้าได้อย่างทันท่วงที

ในกรณีของบริษัทตัวอย่างได้ประกอบธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีผลิตภัณฑ์เป็นอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ เช่น พื้นปูกระบะ (Liner) หลังคาเอนกประสงค์ (Canopy) ฝาครอบกระบะเอนกประสงค์ (Deck cover) เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมานั้นล้วนแต่มีความจำเป็นต้องใช้แผ่นพลาสติก (Plastic sheet) ในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยกันทั้งนั้น ปัจจุบันในกระบวนการการผลิตแผ่นพลาสติก ซึ่งต้องผ่านกระบวนการรีดอัดด้วยเครื่องรีดอัด (Extruder) พบว่าเกิดปัญหาการเสียอยู่บ่อยครั้ง โดยชิ้นส่วนที่พบปัญหาบ่อย คือ ชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ในแต่ละครั้งจะต้องหยุดเพื่อทำการซ่อมเครื่องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ประกอบกับอะไหล่ที่มักชำรุดเป็นชิ้นส่วนที่ต้องซื้อจากต่างประเทศซึ่งจะมีราคาสูงและมีช่วงเวลานำ (Lead time) มาก ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะทำให้สายการผลิตต้องหยุดตามไปด้วยเป็นเวลานาน จากการเก็บข้อมูลการแจ้งซ่อมของฝ่ายวิศวกรรมและข้อมูลการสั่งซื้อของฝ่ายจัดซื้อ ในปี ค.ศ. 2014 ดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมและการสั่งซื้อของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ปี 2014

ข้อมูลการแจ้งซ่อม	จำนวนครั้ง	ข้อมูลการสั่งซื้อ	จำนวนชิ้น/ ครั้ง
6/ 2/ 14	1	17/ 12/ 13	3
10/ 2/ 14	1	20/ 2/ 14	1
23/ 4/ 14	1	12/ 3/ 14	1
24/ 4/ 14	1	25/ 3/ 14	1
20/ 6/ 14	1	9/ 4/ 14	1
รวมทั้งสิ้น	5	รวมทั้งสิ้น	7

ค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อม/ ครั้ง สำหรับชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) มีรายละเอียดดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อม/ ครั้ง

รายละเอียด	จำนวน
ค่าแรงพนักงาน 2 คน/ ชม. (บาท)	125
ระยะเวลาในการซ่อม (ชม.)	2
รวมค่าแรงพนักงานในการซ่อม/ ครั้ง (บาท)	250
อัตราการผลิตแผ่นพลาสติก ชิ้น/ ชม.	23
ราคาแผ่นพลาสติก/ ชิ้น (บาท)	1,536
รวมค่าความสูญเสียในการหยุดเครื่อง 2 ชม. (บาท)	70,656
ราคาอะไหล่ในการเปลี่ยนแต่ละครั้ง (บาท)	38,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น	108,906

จากตารางจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อครั้งเท่ากับ 108,906 บาท และจากข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 พบว่า มีการแจ้งซ่อมมาแล้ว 5 ครั้ง ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เสียไปแล้วนั้นเท่ากับ 108,906 x 5 = 543,030 บาท

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาอุปกรณ์หรืออะไหล่ที่จะนำมาทดแทนอะไหล่ตัวเดิม นอกจากจะเป็นการลดต้นทุนการซ่อมบำรุงแล้ว ยังเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงจากการพึ่งพาผู้ผลิตจากต่างประเทศมาเป็นการหาผู้ผลิตภายในประเทศทดแทน โดยจะทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชุดอุปกรณ์ดังกล่าวด้วยเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ที่สามารถทดแทนอุปกรณ์เดิมที่ผู้ผลิตภายในประเทศสามารถทำการผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงไปกว่าเดิม โดยเทคนิคการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมคุณค่า
2. เพื่อลดเวลานำ (Lead time) ในการสั่งซื้อชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) จากต่างประเทศมาเป็นการสั่งซื้อภายในประเทศแทน

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาและทำวิศวกรรมคุณค่าของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ในเครื่องอัดรีด (Extruder)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำการเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องอัดรีด (Extruder)
2. ทำการเลือกชุดอุปกรณ์สำหรับการทำวิศวกรรมคุณค่า
3. วิเคราะห์หน้าที่ของชุดอุปกรณ์ที่เลือก
4. จัดทำขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิด
5. ทำการประเมินความคิด
6. ทำการทดสอบและพิสูจน์ความคิด
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สามารถออกแบบอุปกรณ์หรืออะไหล่ใหม่ใช้ทดแทนอุปกรณ์เดิมในชุดข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) โดยผู้ผลิตภายในประเทศด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าเดิมรวมถึงการบริการหลังการขาย อีกทั้งยังสามารถลดเวลานำ (Lead time) ในการสั่งซื้อให้สั้นลงอีกด้วย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์หน้าที่ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการตามหลักวิศวกรรมคุณค่า จำเป็นต้องทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า

ประวัติและความเป็นมา

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (Value engineering: VE) เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1938-1945) สืบเนื่องมาจากการขาดแคลนวัตถุดิบที่สำคัญอันเป็นหัวใจของอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ เหล็กทุกชนิด ทองแดง บรอนซ์ ดีบุก นิกเกิล บอลล์แบริง รวมทั้งพวกสารตัวนำไฟฟ้าต่าง ๆ นอกจากจะขาดแคลนแล้ว ราคายังสูงอีกด้วย

Lawrence Miles เป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท GE (General electric company) โดยสหรัฐอเมริกาได้รับคำสั่งให้ทำการจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบที่สำคัญ เพื่อใช้ในการผลิตเครื่อง Turbo-supercharger จาก 50 เครื่อง/ สัปดาห์ เป็น 1,000 เครื่อง/สัปดาห์ สำหรับเครื่องบิน B-24 และชิ้นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มการผลิตเครื่องบิน B-29 ในสถานการณ์เช่นนั้น ย่อมเป็นไปไม่ได้ในการที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ แต่ Miles ก็มิได้ย่อท้อ เขาได้ตั้งปณิธานว่า “ถ้าไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ จะต้องหาหน้าที่การทำงาน (Function) ของมันให้ได้ จะทำอย่างไรที่จะทำให้ได้หน้าที่การทำงานที่เหมือนกัน โดยใช้เครื่องจักร คนหรือวัสดุ ซึ่งเราสามารถหาได้” เมื่อได้ใช้ความพยายามอย่างหนักหลาย ๆ ครั้ง ก็มีหนทางที่จะทำให้ ผลการทดสอบทางวิศวกรรมผ่านการพิสูจน์และทันเวลาตามกำหนดการ ดังนั้นคำว่า หน้าที่การทำงาน (Function) จึงเป็นคำที่สำคัญในการพัฒนาเทคนิคทาง VE

ในระหว่างสงคราม Miles พบว่า มีหลายสิ่งหลายอย่างที่นำมาแทนที่ทำให้สมรรถนะดีเท่าเดิมหรือดีกว่าเดิม ในราคาที่ต่ำกว่า การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานจึงพิสูจน์ได้ว่าให้ผลดีมีประสิทธิภาพอย่างที่มิได้คาดคิดมาก่อน

ในปี พ.ศ. 2490 Miles ได้จัดตั้งหน่วยงานวิจัยกิจกรรมฝ่ายจัดซื้อขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากรองประธานบริษัท GE เพื่อที่จะพัฒนา ศึกษารายละเอียด และใช้ VE อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในครั้งแรกนั้น เรียกว่า การวิเคราะห์คุณค่า (Value analysis: VA)

เมื่อบริษัท GE ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดอันนี้ก็ได้แพร่หลายเข้าสู่

วงการอุตสาหกรรมอื่น ๆ อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหมได้นำไปใช้กับโปรแกรมการต่อเรือในปี พ.ศ. 2497 จึงเรียกชื่อใหม่ว่า วิศวกรรมคุณค่า (Value engineering) ชื่อนี้ได้เป็นที่ยอมรับ และใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่าของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2502 อย่างไรก็ดีในปี พ.ศ. 2504 กระทรวงกลาโหมได้นำหลักการของ VE ไปใช้ในทุกหน่วยงาน ก่อนปี พ.ศ. 2504 VE ถูกนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น ต่อมาระหว่างปี พ.ศ. 2506-2508 ทั้งสามเหล่าทัพของกระทรวงกลาโหม ได้นำเทคนิคของ VE ไปใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งฝึกอบรมให้ผู้รับเหมาได้รับทราบเกี่ยวกับเทคนิคนี้ด้วย

ในประเทศญี่ปุ่น เริ่มรู้จัก VE ประมาณปี พ.ศ. 2498 และนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2503 โดย S. F. Heinritz จากสมาคมผู้บริหารด้านการจัดซื้อ แห่งสหรัฐอเมริกา ได้เดินทางมาประเทศญี่ปุ่นและได้เปิดให้มีการสัมมนาจัดซื้อทางวิศวกรรม (Purchasing engineering seminar) ขึ้นทั่วประเทศ เพื่อแนะนำการนำเทคนิคของ VE ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารการจัดซื้อ

ในช่วงที่ Heinritz มานั้น เป็นช่วงที่ญี่ปุ่นมีการลงทุนด้านเครื่องจักรจนเกินความพอดี ทั้งนี้ เนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และทางรัฐบาลมีนโยบายที่จะเปิดตลาดภายในประเทศมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องจักรไฟฟ้ากำลัง ด้วยการหาทางลดต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเหล่านั้น จึงให้ความสนใจต่อเทคนิคของ VE ซึ่งแตกต่างจากวิธีการอื่นที่เคยใช้กันมา จึงได้ลองนำไปใช้ในแผนกจัดซื้อเป็นหลัก ทำให้วิศวกรรมคุณค่า ค่อย ๆ พัฒนามาจนถึงปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2506 VE ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเรือ ต่อรถตู้ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและเครื่องมือสื่อสาร ปี พ.ศ. 2507 ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องจักรทั่วไปและ พ.ศ. 2508 ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมประกอบ เครื่องจักรกล โลหะ สิ่งทอ อาหาร ผลิตภัณฑ์เคมี และเหล็กกล้า เป็นต้น (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลัก คือ การลดต้นทุนการผลิต หรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพและความน่าเชื่อถือได้อยู่การลดต้นทุนด้วยการทำให้คุณภาพนั้นลดลง มีใช่ VE ดังที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่าแห่งสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำนิยามของ VE ไว้ดังนี้

วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์ใช้เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้

ในขณะที่การใช้เทคนิคของ VE แพร่หลายนั้น ได้เกิดศัพท์ใหม่ซึ่งเรียกต่าง ๆ กันไปตามชนิดของธุรกิจ อันได้แก่

VC = Value control มุ่งเน้นไปที่การควบคุมคุณภาพและต้นทุนการผลิต

VB = Value buying มุ่งไปที่การจัดซื้อ วัสดุและผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย

VR = Value research ใช้ในห้องปฏิบัติการและการเครื่องมือทดสอบ

VI = Value improvement ใช้เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และแนะนำเข้าสู่ตลาดจะเรียกว่า การปรับปรุงคุณค่า

VM = Value management ศัพท์คำนี้เริ่มใช้กันแพร่หลายมากขึ้น คือ ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหาร แต่ไม่ว่าใช้ศัพท์คำไหนก็ตาม จุดประสงค์ยังคงมุ่งที่หน้าที่การทำงาน (Function) ของมันไม่ว่าจะประยุกต์ไปที่หน่วยงานใด งานที่มีคุณค่าจะช่วยประหยัดเงินตราได้ และ VE ได้พิสูจน์แล้วว่า สามารถคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ การบำรุงรักษาและสมรรถนะ นอกจากนี้ยังใช้ VE ไปประยุกต์ในโปรแกรมความปลอดภัย การอนุรักษ์พลังงาน การควบคุมและช่วยลดปัญหาที่เกิดจากมนุษย์ (Human factors)

กล่าวโดยสรุป เมื่อองค์การใดตั้งโปรแกรม VE วัตถุประสงค์หลักจะประกอบด้วย

1. เพื่อใช้ทรัพยากร (เงิน กำลังคน และวัสดุ) อย่างเหมาะสม ด้วยการกำจัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยไม่ทำให้คุณภาพหรือสมรรถนะเสื่อมลง
2. เพื่อสร้างคุณภาพที่ดีในการเปลี่ยนแปลงในองค์กร
3. เพื่อพัฒนาพนักงานให้พอใจในงาน ด้วยการฝึกทักษะในการประหยัด มีจิตสำนึกในเรื่องต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

ต้นทุน

จากจุดประสงค์ที่กล่าวมาแล้วของการนำเทคนิค VE มาใช้กัน คือ การลดต้นทุนทั้งหมด ได้แก่ ผลรวมของต้นทุนในการพัฒนาให้ดีขึ้น ต้นทุนการผลิตและต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ซึ่งจะต้องวิเคราะห์อยู่ตลอดเวลา

ต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ (Application cost) ผู้ผลิตจะต้องประเมินผลทางคุณภาพความน่าเชื่อถือได้และการบำรุงรักษา เรื่องนี้เป็นเรื่องสำคัญเพราะจะมีผลกระทบต่อผู้ซื้อโดยตรง ต้นทุนในการพัฒนา (Development cost) ค่าใช้จ่ายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อต้นทุนสินค้าและต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้

ต้นทุนการผลิต (Production cost) จะต้องพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพราะส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นอยู่มากทีเดียว ต้นทุนการผลิต แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ต้นทุนวัสดุ ต้นทุนแรงงาน และค่าโสหุ้ยต่าง ๆ

การใช้ VE ลดต้นทุนนั้น เรามุ่งไปที่วัสดุหรือระบบเป็นส่วนใหญ่ และดูว่าหน้าที่การทำงาน (Function) ของมันเป็นอย่างไร สามารถที่จะใช้วัสดุหรือระบบอื่นที่มีต้นทุนต่ำกว่าแต่มีคุณภาพดีกว่า หรือเท่าเทียมกัน มาใช้ทดแทนกันได้หรือไม่

ในการทำ VE เมื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนแล้วจะได้

1. ในกรณีของผลิตภัณฑ์ จะทำให้รู้ถึงรายละเอียดของค่าวัสดุแยกตามชนิดของชิ้นส่วน ค่าแปรรูปแยกตามชนิดของชิ้นส่วนและค่าแรงในการประกอบและการตรวจสอบ

2. ในกรณีของการผลิต จะทำให้รู้ถึงรายละเอียดของค่าแรงแยกตามกระบวนการผลิต ค่าพลังงานแยกตามกระบวนการผลิตและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ แยกตามกระบวนการผลิต (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

ค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

ค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้มีส่วนช่วยสนับสนุนในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่อย่างใดทั้งสิ้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ออกมา ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก

1. สถานภาพทางจิต (Mental conditioning)
2. การปิดกั้นทางจิต (Mental road blocks)
3. การสื่อสารที่ผิดพลาด (Faulty communications)

ขอบข่ายของวิศวกรรมคุณค่า (VE)

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า (Value engineering job plan) ถูกกำหนดขึ้นมาอย่างมีระบบและเป็นแบบแผน แนวทางแต่ละขั้นตอนคล้ายกับเทคนิคการวินิจฉัยโรคของวงการแพทย์หรือแผนวิเคราะห์ของนักเคมี ทำให้แน่ใจได้ว่า วิศวกรรมคุณค่า จะถูกนำไปใช้ด้วยการพิจารณาจากทุกแง่ทุกมุมของกิจกรรมทั้งหมดของบริษัท การมองที่หน้าที่ (Function) ที่จำเป็นโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ชี้ให้เห็นว่า หน้าที่อะไรของผลิตภัณฑ์ หรือระบบที่มีความจำเป็นและหน้าที่อะไรที่ไม่จำเป็น อันจะทำให้สามารถตัดค่าใช้จ่ายของหน้าที่ซึ่งไม่จำเป็นออกได้ ในสหรัฐอเมริกาขอบข่ายที่งาน VE ถูกนำไปใช้ ได้แก่

1. งานออกแบบหรือการปรับปรุงเครื่องจักร
2. งานบำรุงรักษาเครื่องจักร
3. งานติดตั้ง
4. งานก่อสร้าง
5. งานบำรุงรักษาทั่วไป
6. งานซ่อมแซมและทดแทน
7. กระบวนการผลิต

8. ระบบขนถ่ายวัสดุ

9. ระบบบรรจุหีบห่อ

10. ระบบการจัดซื้อ

11. ระบบการพิมพ์

12. ระบบควบคุมคุณภาพ

13. โปรแกรมคอมพิวเตอร์

14. การบริหาร

สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้ เมื่อใช้ VE ในสหรัฐอเมริกา ได้แก่

1. ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี 23%

2. สิ่งที่ต้นทุนสูงมาก 22%

3. ข้อกำหนดที่มีปัญหา 18%

4. เปลี่ยนแปลงตามความต้องการของลูกค้า 12%

5. ออกแบบเพิ่มเติม 15%

ในประเทศญี่ปุ่นเมื่อใช้ VE ประสิทธิผลในการลดต้นทุน สามารถประหยัดได้ 30-70% ซึ่งนับว่าเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของญี่ปุ่นเลยทีเดียว (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

การใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในแต่ละช่วงเวลา

สรุปได้ว่า VE ได้พิสูจน์แล้วว่าใช้ได้ผลในการลดต้นทุน ไม่ว่าจะเป็นงานในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม การทดสอบเครื่องจักร รายการก่อสร้าง กระบวนการผลิต ขั้นตอนการจัดซื้อ สิ่งอำนวยความสะดวกในอุตสาหกรรมการผลิต ตลอดจนการบริหารงานทุกระดับขั้น ขอบเขตการประยุกต์นั้นกว้างขวางมาก ตราบเท่าที่ฝ่ายบริหารจะตระหนักถึงขีดความสามารถของเทคนิค VE

1. ช่วงแนวคิด

จุดประสงค์ในช่วงนี้ เพื่อจะทำการแปลงความต้องการเข้าสู่แนวความคิด ด้วยการให้อธิบายเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในอนาคต สิ่งที่ค้ำจุนความต้องการและผลกระทบ ใช้วิศวกรรมคุณค่า VE ในขั้นตอนนี้ เพื่อการตัดสินใจที่ประหยัดที่สุด และให้ได้รับประสิทธิผลทางด้านหน้าที่ (Function) ของผลิตภัณฑ์ หรือในระบบซึ่งขั้นตอนนี้อาจจะมีแบบจำลอง หรือความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกัน

2. ช่วงออกแบบ

เมื่อแนวทางความคิดได้รับการยอมรับ มีการเขียนแบบอย่างคร่าว ๆ ให้ข้อกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลในด้านปริมาณและคุณภาพเทคนิค VE ในช่วงนี้ คือ วิเคราะห์หน้าที่

ที่สำคัญ ดูความเป็นไปได้ทางเทคนิค ออกแบบงานให้มีคุณค่าเพิ่ม การเปรียบเทียบในช่วงนี้ต้องการทักษะพิเศษเพื่อให้ได้โครงการที่ให้ประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจ โดยดูจากดัชนีคุณค่า (Value Index)

ออกแบบขั้นสุดท้าย กำหนดรายละเอียด กำหนดการของงานใช้ VE ในขั้นนี้ ด้วยการกำจัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เปรียบเทียบราคารายละเอียดมาตรฐาน กำจัดรายการที่ไม่จำเป็นออกไป

3. ช่วงพัฒนา

ศึกษาเปรียบเทียบกับบริษัทอื่น ๆ กำจัดหน้าที่ที่ไม่จำเป็นออก สร้างทางเลือกหลาย ๆ ทาง เพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด

4. ช่วงผลิต

ช่วงผลิตและบำรุงรักษามีผลกระทบโดยตรง ต่อต้นทุนรวมการลดต้นทุนในช่วงนี้จะทำให้ต้นทุนของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง การใช้ VE ในขั้นตอนนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ไม่ได้กระทำในระยะต้น ๆ เนื่องจากไม่มีเวลา หรือมีข้อจำกัดอื่น ๆ ซึ่งยังทำให้มีค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นปะปนอยู่อีก VE ในขั้นนี้ จะทำให้เกิดผล ดังต่อไปนี้

4.1 สามารถขยายวงจรชีวิต ด้วยการออกวัสดุ และกระบวนการ

4.2 ลดต้นทุนด้วยการดูหน้าที่ (Function) การทำงานและออกแบบตามหน้าที่ให้ประหยัด

4.3 กำจัดงานหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับผู้ใช้

4.4 ประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

4.5 ลดจำนวนการจัดเก็บวัสดุในคลังสินค้าลง

ความหมายในเรื่องคุณค่า

ความหมายของคุณค่า

คำว่า “คุณค่า” มีความหมายได้หลายประการ ตามแนวความคิดของแต่ละบุคคล เมื่อย้อนดูประวัติศาสตร์พบว่า อริสโตเติลได้ใช้เวลาอย่างมากในการที่จะค้นหาคำว่า คุณค่า ซึ่งในสมัยนั้นได้แบ่งขั้นของคุณค่าไว้ 7 ประการ ซึ่งการแบ่งขั้นนี้ยังนิยมใช้จนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้แก่ คุณค่าทางด้านต่าง ๆ ดังนี้ (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

1. ด้านเศรษฐศาสตร์
2. ด้านศีลธรรม
3. ด้านความงดงาม
4. ด้านสังคม

5. ด้านการเมือง

6. ด้านศาสนา

7. ด้านการพิจารณาทางกฎหมาย

คุณค่าเหล่านี้ ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นด้านที่เรามองและตั้งเป็นวัตถุประสงค์หลัก ส่วนคุณค่าด้านอื่น ๆ เป็นรอง ดังนั้น คำจำกัดความของคำว่า คุณค่าทาง VE ก็คือ “ต้นทุนที่ต่ำที่สุดเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการ ตามเวลาที่กำหนดและด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐาน”

คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์นี้ ยังสามารถแบ่งออกได้อย่างกว้าง ๆ ดังนี้

1. คุณค่าในการใช้งาน (Use value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งานหรือบริการ

2. คุณค่าในจุดเด่น (Esteem value) เป็นคุณค่าที่มีลักษณะเด่น ที่ทำให้เกิดความต้องการที่จะเป็นเจ้าของ

3. คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange value) ลักษณะพิเศษซึ่งสามารถที่จะนำมาแทนหรือแลกเปลี่ยนกันได้

นอกจากนี้ยังมีคุณค่าด้านอื่น ๆ อีก เช่น

1. คุณค่าเฉพาะของที่หายากหรือมีอยู่น้อยในโลกนี้ (Scarcity value)

2. คุณค่าที่ผ่านไปเป็นระยะเวลาหนึ่งจากจุดเริ่มทำ (Historical value)

ในทางวิศวกรรมคุณค่า VE นั้น จะเกี่ยวข้องอย่างมากกับคุณค่าในการใช้งาน (Use value) และคุณค่าทางจุดเด่น (Esteem value) รวมกับคุณค่าของต้นทุน (Cost value) ที่จำเป็นในการผลิต และเพื่อที่จะให้เข้าใจถึงความสำคัญของคุณค่าในการออกแบบ จะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างคุณค่าการใช้งานและคุณค่าทางจุดเด่นอันเป็นที่นิยมของลูกค้าด้วย

ความหมายของหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์

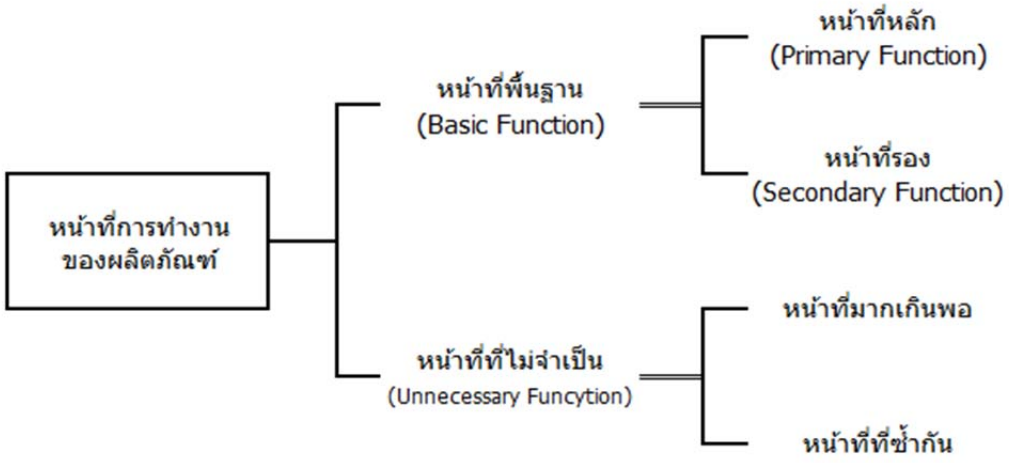
หน้าที่การทำงาน (Function) ในวิศวกรรมคุณค่า หมายถึง ความสามารถของผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน (Use value) ได้หรือขายได้ ซึ่งหมายถึง การยอมรับของคนทั่วไป โดยทั่วไป หน้าที่การทำงานสามารถจำแนกได้ดังภาพที่ 2-1 และมีรายละเอียดดังนี้

1. หน้าที่พื้นฐาน หมายถึง หน้าที่ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นบรรลุสมความมุ่งหมายในด้านการทำงาน

2. หน้าที่หลัก หมายถึง การทำงานซึ่งจำเป็นสำหรับการบรรลุผลตามเป้าหมายของหน้าที่พื้นฐาน

3. หน้าที่รอง หมายถึง หน้าที่ซึ่งช่วยให้หน้าที่พื้นฐานบรรลุเป้าหมาย เช่น หน้าที่การทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดการดึงดูดใจต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

4. หน้าที่ที่ไม่จำเป็น เป็นหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งสามารถแยกย่อยได้เป็น หน้าที่มากเกินพอ และหน้าที่ที่ซ้ำกัน



ภาพที่ 2-1 หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และต้นทุน (Cost)

สำหรับวิศวกรรมคุณค่านั้น เราถือได้ว่า คุณค่า (Value) เป็นสัดส่วนหรือดุลยภาพระหว่างหน้าที่การทำงาน (Function) กับต้นทุน (Cost) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\boldsymbol{Value} = \frac{\boldsymbol{Function}}{\boldsymbol{Cost}}$$

แต่ทั้งนี้ไม่ใช่เป็นสูตรการคำนวณ แต่เป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ ระหว่าง V, F และ C เท่านั้น ถ้าหน้าที่การทำงานเพิ่มขึ้น และต้นทุนเพิ่มขึ้น ไม่อาจกล่าวได้ว่า คุณค่า (Value) เพิ่มขึ้น แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงานที่เท่ากัน และสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกได้ ถือว่าคุณค่าเพิ่มมากขึ้น

คุณค่าในการแลกเปลี่ยน คุณค่าทางจุดเด่นและคุณค่าในการใช้งานนั้น สามารถทดแทนได้ด้วยคำ ต่อไปนี้

1. คุณค่าในการแลกเปลี่ยน ทาง VE หมายถึง ความคุ้มค่า (Worth)

2. คุณค่าในจุดเด่น ทาง VE หมายถึง ความต้องการ (Want)

3. คุณค่าในการใช้งาน ทาง VE หมายถึง ความจำเป็น (Need)

ดังนั้น หน้าที่คุ้มค่า (Function worth) ตามคำนิยาม คือ ต้นทุนต่ำสุดที่จะทำให้เกิดหน้าที่ (Function) ได้ หน้าที่ที่คุ้มค่านั้น โดยปกติมักจะหาได้จากการเปรียบเทียบการออกแบบ ในปัจจุบันว่าให้ทำหน้าที่อะไรบ้างกับการออกแบบอื่น ๆ กฎเกณฑ์ คือ หาต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยมีหน้าที่การทำงานที่เหมือนกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่คุ้มค่า ดังนั้นควรตั้งคำถามดังนี้

1. หน้าที่การทำงานที่ออกแบบอยู่ในปัจจุบันนั้นมีต้นทุนเท่าไหร่

2. สมรรถนะของหน้าที่การทำงานมีต้นทุนสูงเกินไปหรือไม่

3. ถ้าไม่ลองพิจารณาใหม่อย่างมีเหตุผลว่า ถ้าเป็นเงินของท่านเอง ท่านยินดีจ่ายเพื่อหน้าที่การทำงานอันนี้หรือไม่

4. ถ้าหากใช้สิ่งอื่นซึ่งทำหน้าที่ได้เช่นเดียวกัน ต้นทุนจะเป็นเท่าใด

5. มันเป็นการยากง่ายแค่ไหนที่จะเสาะแสวงหาสิ่งนั้น

จงระลึกอยู่เสมอว่า ความคุ้มค่า (Worth) เกี่ยวข้องโดยตรงกับหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์หรือระบบแต่ไม่เกี่ยวกับการออกแบบของสิ่งเหล่านี้

การทดสอบคุณค่า

ขั้นแรกของการพัฒนาของระบบหรือผลิตภัณฑ์ คือ การใช้การทดสอบคุณค่า ในการทดสอบนี้ประกอบไปด้วยสิบคำถามพื้นฐาน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการค้นหา คุณค่าที่น่าพอใจและคุณค่าที่ไม่พึงพอใจ ได้แก่

1. สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์บางส่วนหรือไม่ ?

2. ค่าใช้จ่ายเหมาะสมกับประโยชน์ที่ได้รับหรือไม่ ?

3. ลักษณะต่าง ๆ จำเป็นหรือไม่ ?

4. สิ่งที่ดีกว่าใช้แทนได้หรือไม่ ?

5. หาซื้อในราคาถูกใช่หรือไม่ ?

6. สามารถทำชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยวิธีที่ถูกกว่าได้หรือไม่ ?

7. มีแหล่งที่ไว้ใจได้ในการจัดหาวัสดุราคาถูกหรือไม่ ?

8. ค่าใช้จ่ายในด้านวัสดุ แรงงาน ค่าใช้จ่ายโรงงาน และกำไรเท่าไหร่ ?

9. สามารทำได้กับเครื่องมือที่มีอยู่ และเป็นปริมาณมากได้หรือไม่ ?

10. ผลผลิตตามมาตรฐานที่ผลิตออกมาสามารถใช้ประโยชน์ได้ตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ?

จะพบว่า 99% เมื่อคำถามทั้งหมดถูกตอบ จะมีคุณค่าที่ไม่จำเป็นซึ่งจะมีช่องทางมากมายในการปรับปรุงผลิตผล ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการใช้ระบบนี้ในการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณค่า

ความสำเร็จอันนี้ ทำให้แผนงานวิศวกรรมคุณค่าได้เกิดขึ้นมามีบทบาทใช้ในการปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ เมื่อถึงจุดนี้แล้วเราสามารถใช้เครื่องมือในการปรับปรุงผลิตผล และลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาของเราในปัจจุบันนี้ด้วย

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า

แผนงานวิศวกรรมคุณค่านั้น ได้มีการวางแผนอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอน และจะต้องเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย การทำงานต้องทำทีละขั้นตอน ถ้ามีการข้ามขั้นตอน ผลที่จะได้นั้นก็จะไม่สมบูรณ์

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Mudge (1971 อ้างถึงใน อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540) คือ

1. ขั้นตอนทั่ว ๆ ไป (General phase)
2. การรวบรวมข้อมูล (Information phase)
3. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional analysis phase)
4. ขั้นสร้างสรรค์ความคิด (Creation phase) เพื่อปรับปรุง
5. การประเมินผล (Evaluation phase) ความคิด
6. การทดสอบและการพิสูจน์ (Investigation phase)
7. การเสนอแนะ (Recommendation phase)

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนทั่ว ๆ ไป (General phase)

แผนงาน VE ในขั้นนี้ ต้องการสิ่งเหล่านี้

1.1 ใช้หลัก มนุษยสัมพันธ์ที่ดี เพื่อก่อนให้เกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันพร้อมทั้งขจัดการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง

1.2 กระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากได้ผู้นำที่รอบรู้และตั้งใจทำงานอย่างจริงจัง รวมทั้งได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร ร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ

1.3 ทำงานเฉพาะด้าน เก็บข้อมูล และข่าวสารที่เป็นปัญหาเฉพาะด้าน

1.4 เอาชนะอุปสรรค อดทนที่จะพิชิตแรงต่อต้าน การเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเกิดขึ้นแน่นอนในองค์กร

1.5 ใช้การตัดสินใจที่ดีของธุรกิจ การตัดสินใจทางธุรกิจและการพิจารณาอย่างรอบคอบจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง การตัดสินใจที่ผิดพลาด ย่อมทำให้เกิดความพ่ายแพ้ต่อคู่แข่งอย่างง่ายดาย

2. การรวบรวมข้อมูล (Information phase)

ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิคเพียง 3 ข้อเท่านั้น ได้แก่

2.1 หาข้อเท็จจริง เป็นงานยากที่จะได้ข้อเท็จจริงทั้งหมด ต้องแน่ใจว่าข่าวสารหรือข้อมูลที่ได้รับไม่ใช่ข้อเท็จจริงเพียงครึ่งเดียว

2.2 หาต้นทุน ต้องสมบูรณ์และเป็นต้นทุนที่ถูกต้องที่สุด

2.3 กำหนดต้นทุนของข้อกำหนด (Specification) และสิ่งที่ต้องการ (Requirement) ด้วย การหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและข้อกำหนด

สรุปในขั้นตอนนี้ต้องระวังเรื่อง ข้อเท็จจริง ต้นทุนที่ถูกต้อง รวมทั้งต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ก่อนที่จะก้าวไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ในแผนงาน VE

3. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional analysis phase)

ในนิยามของหน้าที่ โดยแบ่งเป็นคำกริยา และคำนาม ต่อจากนั้นทำการประเมินผลหน้าที่การทำงาน

4. ขั้นสร้างสรรค์ความคิด (Creation phase) เพื่อปรับปรุง

เป็นการระดมความคิด (Brainstorming) ความคิดในทางบวก และความคิดทางสร้างสรรค์ ต้องการปริมาณความคิดมาก ๆ ถึงแม้จะเป็นความคิดที่ไม่น่าจะเป็นไปได้ก็ตาม เพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่การงาน

5. การประเมินผล (Evaluation phase) ความคิด

เป็นขั้นพิจารณาและประเมินความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการกลั่นกรองและรวบรวมความคิดเข้าด้วยกัน หาต้นทุนของความคิดทั้งหมด ต้นทุนในแนวความคิดนั้นเป็นเท่าไร และสามารถประหยัดได้แค่ไหน

พัฒนาทางเลือกของหน้าที่ ในกรณีที่มีปัญหา และประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบว่าอันไหนจะให้คุณค่ามากที่สุด

6. การทดสอบและการพิสูจน์ (Investigation phase)

กลั่นกรองทางเลือกของแนวคิด ให้ได้ต้นทุนที่ต่ำ รวมทั้งได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ควรพิจารณาถึงมาตรฐานของบริษัทและของอุตสาหกรรม ถ้าได้ต้นทุนที่ต่ำกว่า ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและผู้ขาย บุคคลเหล่านี้จะให้คำตอบและสามารถแก้ปัญหารวมทั้ง

ให้ข้อมูลใหม่ ๆ อีกด้วย นอกจากนี้แล้วควรใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน ขบวนการหรือวิธีการซึ่งจะทำให้ต้นทุนต่ำโดยได้หน้าที่การทำงานเหมือนเดิมด้วย

7. การเสนอแนะ (Recommendation phase)

เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจะต้องนำเสนอต่อผู้บริหาร สิ่งที่จะต้องนำเสนอ คือ ความจริงในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร ปัญหาคืออะไร รวมทั้งต้นทุนปัจจุบัน แจกแจงรายละเอียดให้ทราบก่อนเพื่อเป็นการกระตุ้น ให้ผู้บริหารยอมรับ ในโครงการใหม่ เพื่อนำเสนอไปปฏิบัติสั่งการต่อไป การนำเสนอข้อเท็จจริง ต้นทุน และโครงการใหม่ อาจจะกระทำได้ในรูปของการอธิบาย หรือการส่งรายงาน หรือในแบบผสม คืออธิบายด้วยพร้อมทั้งนำเสนอรายงาน จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การนำ VE ไปประยุกต์

ในการนำ VE ไปประยุกต์ใช้นั้น ควรเริ่มจากขอบเขตเล็ก ๆ เสียก่อน และต้องศึกษาให้เข้าใจที่จะนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ การประกอบ หรือกระบวนการ แต่ถ้าจะนำไปใช้กับทั้งโรงงานคงจะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากคนมักจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงเสมอ ดังนั้นถ้าจะนำไปใช้ต้องวางแผนให้รอบคอบ และที่สำคัญฝ่ายบริหารต้องยอมรับและให้ความสนใจกับบุคคลที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและปรารถนาที่จะเรียนรู้การประยุกต์ VE และฝ่ายบริหารยังต้องมีจุดยืนที่แน่นอน จึงจะทำให้การใช้ VE ประสบความสำเร็จได้

การนำแผนงานวิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ในอุตสาหกรรม

การดำเนินงานนั้นจะใช้แผน 7 ขั้นตอน ดังนี้ (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2540)

1. การเลือกโครงการ (Selection)
2. รวบรวมข้อมูล (Information)
3. หน้าที่การทำงาน (Function)
4. สร้างสรรค์ความคิด (Creative)
5. ประเมินผลความคิด (Evaluation)
6. ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation)
7. เสนอแนะ (Recommendation)

การดำเนินงานทั้ง 7 ขั้นตอนสามารถอธิบาย พอสังเขป ดังนี้

1. การเลือกโครงการ (Selection)

ชนิดของโครงการ โครงการที่จะใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่านั้น สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1.1 โครงการที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ เป็นโครงการที่เกี่ยวกับด้านกายภาพ ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก รูปทรง ตลอดจนวัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในการผลิต รวมถึงสิ่งที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการผลิตจนถึงลูกค้า

1.2 โครงการที่ไม่เกี่ยวกับวัตถุ เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานมากกว่าลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การวางแผน การขนส่ง การจัดจำหน่าย เป็นต้น

โครงการทั้งสองกลุ่มนี้ ยังสามารถแบ่งย่อย ๆ ออกไปได้อีก สำหรับโครงการทางวัตถุแบ่งออกเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ชิ้นส่วน วัสดุ หีบห่อ เป็นต้น

การผลิต วิธีการผลิต และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องจักร เครื่องมือ การขนส่งลำเลียง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การศึกษาเวลา สิ่งอำนวยความสะดวก มักเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการผลิต เช่น ที่ดิน อาคาร ความร้อน แสงสว่าง แก๊ส และพลังงาน

สำหรับโครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานนั้น ได้แก่ ระบบขบวนการ และวิธีการ ซึ่งเกี่ยวกับการปฏิบัติมากกว่าลักษณะทางกายภาพ ที่จำเป็นในการวางแผน การผลิต ขนส่ง หรือขายผลผลิตนั้น ๆ เช่น การวางแผนการผลิต การวางแผนการตลาด การวางแผนการขนส่ง และระบบเก็บเงิน

การเลือกโครงการที่จะทำให้วิศวกรรมคุณค่า ควรเลือกโครงการที่ประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. สิ่งซึ่งมีข้อยุ่งยากในการใช้งานหรือการผลิต
2. ส่วนประกอบมีขนาดใหญ่หรือหนักเกินความจำเป็น
3. ส่วนประกอบซึ่งไม่ได้มาตรฐานทั้งขนาดและรูปร่าง
4. สิ่งซึ่งลูกค้าร้องเรียนและต่อว่ามา
5. ส่วนประกอบซึ่งเหมือนกับมาตรฐานของบริษัทอื่น ๆ และมิได้ปรับปรุงมานาน
6. ขั้นตอนการทำงานมากและซับซ้อน
7. ส่วนประกอบที่มีจุดอ่อนหรือต้องการบำรุงรักษามาก
8. สิ่งซึ่งต้องใช้วัตถุดิบราคาแพง
9. สิ่งซึ่งต้องใช้เครื่องมือมากเกินความจำเป็น
10. สิ่งที่ทำให้กำไรน้อย
11. สินค้าซึ่งขายได้น้อยในตลาด
12. สินค้าของคู่แข่งขันมีความน่าเชื่อถือมากกว่าและราคาถูกกว่าอีกด้วย
13. สิ่งซึ่งใช้แรงงานคนมากเกินไป

14. สิ่งซึ่งมีของเสียในอัตราสูง

2. รวบรวมข้อมูล (Information)

ขั้นตอนนี้ใช้เทคนิคเพียง 3 ข้อเท่านั้น คือ

2.1 หาข้อเท็จจริง เป็นงานยากที่จะได้ข้อเท็จจริงทั้งหมด ต้องแน่ใจว่าข่าวสารหรือข้อมูลที่ได้รับไม่ใช้ข้อเท็จจริงเพียงครึ่งเดียว

2.2 หาต้นทุนที่สมบูรณ์และเป็นต้นทุนที่ถูกต้องมากที่สุด

2.3 กำหนดต้นทุนของข้อกำหนดและสิ่งที่ต้องการ ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและข้อกำหนด สรุปในขั้นตอนนี้ต้องระวังในเรื่อง ข้อเท็จจริง ต้นทุนที่ถูกต้อง รวมทั้งต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ก่อนที่จะก้าวไปสู่ขั้นตอนอื่น ๆ ในแผนงานวิศวกรรมคุณค่า

3. วิเคราะห์หน้าที่ (Function)

การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในแผนงานของวิศวกรรมคุณค่า ซึ่งแตกต่างออกไปจากโปรแกรมการลดต้นทุนแบบอื่น ๆ การวิเคราะห์หน้าที่นี้ทำได้โดยอธิบายหน้าที่ ประเมินความสัมพันธ์ของหน้าที่ และพัฒนาหาทางเลือก ซึ่งเทคนิคเหล่านี้มีผลกระทบต่อกำไรของธุรกิจ และช่วยในการปรับปรุงต้นทุนได้อย่างยิ่ง

กฎเกณฑ์ของหน้าที่ มีอยู่ด้วยกัน 3 ข้อดังนี้

กฎข้อที่ 1: หน้าที่การทำงานต้องประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ คำกริยา และคำนาม

กฎข้อที่ 2: สำหรับหน้าที่การใช้งาน และการขาย ต้องแยกให้คำกริยา และคำนามแตกต่างกัน

หน้าที่การทำงานมักเป็นกริยาที่แสดงการกระทำ (Action verbs) และคำนามนั้นวัดได้

หน้าที่การขายนั้น กริยาอยู่ในรูปไม่มีการกระทำ (Passive verbs) และคำนามนั้นวัดไม่ได้

กฎข้อที่ 3: หน้าที่ทั้งหมดแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ หน้าที่พื้นฐาน (Basic function) และหน้าที่รอง (Secondary function)

หน้าที่พื้นฐาน เป็นหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ หรือบริการ

หน้าที่รอง เป็นหน้าที่ช่วยเสริมให้หน้าที่พื้นฐานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. สร้างสรรค์ความคิด (Creative) เพื่อปรับปรุง

ความหมายของคำว่า “สร้างสรรค์” คือ

1. การขยายขอบเขตออกไป
2. ตกแต่งเพิ่มเติมด้วยรูปแบบใหม่
3. การผลิตด้วยวิธีใหม่

ความสำเร็จของ VE นั้น สามารถแบ่งไว้เป็น 3 ปัจจัยใหญ่ ได้แก่

1. การแจกแจงหน้าที่ของชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือบริการ

2. การประเมินค่าของหน้าที่ เมื่อเราศึกษาค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการออกแบบ ถ้าเรารู้หน้าที่ที่จำเป็นและค่าใช้จ่ายของงาน เราก็สามารถจะพิจารณาถึงคุณค่าของงานนั้นได้

3. การฝึกหัดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เป็นปัจจัยสำคัญซึ่งเราจะต้องพิจารณาโดยอาศัยเทคนิคทางด้าน VE ว่างานใดที่มีคุณค่าน้อย และเป็นปัญหาที่จะต้องแก้ไขขณะนั้น

เทคนิคการสร้างความคิดของวิศวกรรมคุณค่า

1. ใช้การเปรียบเทียบ (Forced comparison)
2. การจัดคุณสมบัติ (Attribute listing)
3. การวิเคราะห์แบบตามรูปลักษณะ (Morphological analysis)
4. การระดมความคิด (Brainstorming)
5. การพิจารณาส่วนที่เข้าและออก (Input-output method)

วิธีการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์

1. ฝึกหัดความคิดสร้างสรรค์ความคิดทุกวัน ทุกสถานที่
2. จดบันทึก
3. ตั้งข้อสังเกต
4. รู้จักรับฟังผู้อื่น
5. สร้างแหล่งความคิด
6. ไม่ด่วนตัดสินใจ
7. เปิดใจให้กว้าง
8. ขยายความคิดให้กว้างออกไป
9. ใช้คำถามในทางสร้างสรรค์
10. พยายามหาความคิดที่ดีที่สุดของตัวเอง
11. ปรับปรุงความคิดจากแหล่งต่าง ๆ
12. ฝึกนิสัยในการใช้ความคิดสร้างสรรค์
13. ประเมินผลความคิด (Evaluation)

5. ประเมินผลความคิด (Evaluation)

สำหรับเทคนิคที่ใช้ในขั้นตอนนี้ คือ

5.1 การย่อยและรวมแนวความคิด

เป็นการประเมินผลแต่ละความคิด หรือรวมความคิดเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้หน้าที่

การทำงานที่ต้องการนั้น ก่อนอื่นต้องพิจารณาดูว่าแต่ละความคิดนั้นใช้งานได้เลยหรือไม่ ถ้าใช้งานไม่ได้จึงหาทางรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

การย่อยและรวมความคิดเหล่านี้ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องและค่อนข้างรวดเร็ว จึงต้องหาว่าทำอย่างไรแนวคิดจากหน้าที่การทำงานหลาย ๆ อัน จะสามารถหลอมเข้าด้วยกัน และสามารถแก้ปัญหารวมได้ทั้งหมด

5.2 หาต้นทุนของทุกแนวความคิด

เราต้องพัฒนาความคิดด้วยการหาต้นทุน ซึ่งสัมพันธ์กันของแต่ละความคิดหรือความคิดรวม เพื่อประมาณคุณค่าของแต่ละความคิด เมื่อได้คุณค่าออกมาทั้งในด้านต้นทุนและหน้าที่การทำงานของมันแล้ว เราสามารถแบ่งขีดความสามารถในเรื่องคุณค่านี้ ออกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 ในเรื่องขีดความสามารถในการประหยัด โดยการเปรียบเทียบกับต้นทุนในปัจจุบัน และกำลังคนที่จะพัฒนา เพื่อนำไปปฏิบัติในแต่ละความคิด

แนวทางที่ 2 ต้นทุนที่ประหยัดได้ทั้งโครงการ

ในการประเมินผลนี้ เราต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ และการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์กำหนดต้นทุนอย่างคร่าว ๆ ทุกแนวความคิด เพื่อแสดงให้เห็นว่า ได้เพิ่มผลกำไร เมื่อเสร็จโครงการแล้ว

ในขั้นตอนนี้ เราเพียงแค่พัฒนาและพิจารณาแนวคิด เพื่อให้ทำงานได้เท่านั้น ส่วนขั้นตอนต่อไป จึงพิจารณาเพื่อให้ขายได้

หลังจากที่กำหนดต้นทุนของทุกแนวคิดแล้ว นำเอาแนวคิดที่มีต้นทุนต่ำที่สุดมาพิจารณาก่อน

5.3 พัฒนาหน้าที่และทางเลือก

จุดประสงค์ของทางเลือกนั้น เราต้องมุ่งที่หน้าที่การทำงานของมัน มิใช่มุ่งที่วัสดุชิ้นส่วน หรืออื่น ๆ เทคนิคของการพัฒนาหน้าที่การทำงาน ก็คือ สร้างแนวคิดใหม่ โดยเริ่มจากฐานศูนย์ (Base zero) นั่นคือ การไม่ยึดของเก่า ใช้คำนามและกริยากับหน้าที่พื้นฐาน (Basic function) ซึ่งสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

การพัฒนาหน้าที่ของทางเลือกจะสำเร็จได้นั้นจะต้องใช้ข้อมูลข่าวสารและการพัฒนาความคิดที่ได้บันทึกไว้ในแผนการดำเนินงาน หรือเรียกว่า “การพัฒนาหน้าที่” (Functional development) ในขั้นตอนแรกเราต้องจำกัดขอบเขตของปัญหาก่อน และต่อจากนั้นเขียนสิ่งที่ต้องการและข้อมูลจำเพาะ การทำเช่นนี้ เพื่อจะทำให้การพัฒนาของเราละเอียดขึ้น และป้องกันมิให้การพัฒนาออกนอกขอบเขตที่กำหนด

การพัฒนาหน้าที่นั้น ในขั้นแรกควรคำนึงถึงเฉพาะหน้าที่ที่จะทำให้ทำงานได้เท่านั้น ยังไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการขายได้ ต่อจากนั้นเราควรหาทางเลือกอื่น ๆ ด้วย ในการพัฒนาความคิดและประเมินผล ถ้าไม่คิดพัฒนาหาทางเลือกอื่น ๆ จะทำให้ความคิดของเราติดแน่นอยู่กับของเดิม ซึ่งจะเป็นอุปสรรคทำให้ความคิดอุดตัน และไม่เกิดการพัฒนา

5.4 การประเมินด้วยการเปรียบเทียบ

เมื่อหาทางเลือกของหน้าที่การทำงานแล้ว รวมทั้งการพัฒนาทางเลือกนั้นต้องแน่ใจว่ามันทำงานได้ ต่อจากนั้นจึงนำมาประเมินผล ด้วยการเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ โดยทางเลือกนั้นต้องเปรียบเทียบกันด้วยข้อดี และ ข้อเสีย การประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบนี้ ไม่ทำให้เกิดการสมดุลเพียงอย่างเดียว แต่ทำให้เกิดความเข้มของตัวมันเอง ไม่ใช่มีแต่ความคล้ายคลึงกันแต่ต้องมีความแตกต่างกันด้วย สรุปได้ว่าต้องหาทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ของผลรวมทั้งหมด เปรียบเทียบขีดความสามารถของเวลาที่ใช้ไปในการพัฒนาทางเลือกกับผลและขีดความสามารถที่จะได้รับ ผลที่ได้รับนี้ให้มองในแง่ของขีดความสามารถในการปรับปรุงต้นทุน คุณภาพ ง่ายในการบำรุงรักษา ความน่าเชื่อถือและการขายได้

6. ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation)

กลั่นกรองทางเลือกของแนวคิดให้ได้ต้นทุนต่ำ รวมทั้งได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ควรพิจารณาถึงมาตรฐานของบริษัทและของอุตสาหกรรม ถ้าได้ต้นทุนต่ำกว่า ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและผู้ขาย บุคคลเหล่านี้จะให้คำตอบและสามารถแก้ปัญหารวมทั้งให้ข้อมูลใหม่ ๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้ควรใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน ขบวนการหรือวิธีการ ซึ่งจะทำให้ได้ต้นทุนต่ำโดยได้หน้าที่การทำงานเหมือนเดิม

7. เสนอแนะ (Recommendation)

เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจะต้องนำเสนอความจริงในปัจจุบันเป็นอย่างไร ปัญหาคืออะไร รวมทั้งต้นทุนปัจจุบัน โดยการแจกแจงรายละเอียดให้ทราบก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้น ให้เกิดการยอมรับในโครงการใหม่ เพื่อนำไปปฏิบัติสั่งการต่อไป การนำเสนอข้อเท็จจริง ต้นทุนและโครงการใหม่ อาจกระทำได้ในรูปของการอธิบาย หรือการส่งรายงานหรือในแบบผสม คือ อธิบายด้วยพร้อมทั้งเสนอรายงาน จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis hierarchy process: AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของ

การตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจมากที่สุด กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย

ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องเกี่ยวกับการตัดสินใจต่าง ๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด เป็นต้น รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังนี้

1. ให้ผลสำรวจที่น่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม

2. มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น เลียนแบบกระบวนความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ

3. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่น ๆ ได้

4. สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้

5. ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ

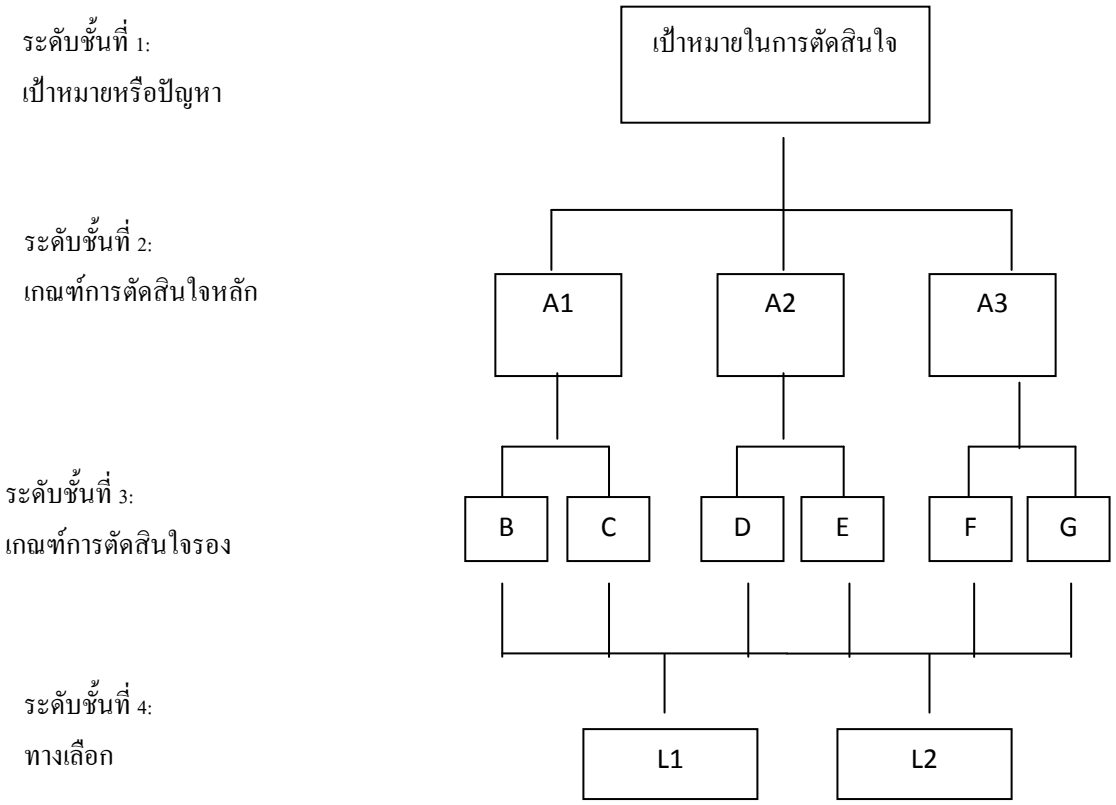
6. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ

7. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

AHP (Analysis hierarchy process) เป็นกระบวนการการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ “ความสำคัญ” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา “น้ำหนัก” ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ “ทางเลือก” ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1. สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แผนภูมิแสดงลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

จากภาพที่ 2-2 เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้น “กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่าง ๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นลำดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายได้ ดังนี้

ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ

ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น

ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไหร่นั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจจะไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)

ระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือ ทางเลือกที่เรานำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

1. การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราต้องการน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 สร้างเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่

เกณฑ์การตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	**A2**	**A3**	**A4**
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

โดย a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

1.2 กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่ากัน

ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย

ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง

ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า $a_{ij} = 9$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างกันเกินไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น $a_{ij} = 2$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย และ $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง เป็นต้น

1.3 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน

1.4 วัดค่าอคติของเกณฑ์การประเมิน

2. นำ “ทางเลือก” ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน “เกณฑ์” ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติ วิฐบูลย์ศิริเสวีกูล (2542) ได้จัดทำข้อเสนอแนะดำเนินงานและการทำกิจกรรมเพื่อลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ชุดสายไฟของโรงงานตัวอย่าง โดยนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่า/การวิเคราะห์คุณค่ามาใช้และยังคงรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้และมีเป้าหมายในการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ชุดสายไฟของลูกค้าที่มียอดขายสูงสุดลง พร้อมกับเพิ่มระดับความพึงพอใจของลูกค้าทางด้านราคาและการจัดการให้เพิ่มสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้เลือกการดำเนินงานประยุกต์ใช้แผนวิศวกรรมคุณค่าทั้ง 7 ขั้นตอน เมื่อประยุกต์แผนงานวิศวกรรมคุณค่าเพื่อลดต้นทุนชุดสายไฟ WIRE COWL รุ่น A แล้ว สามารถนำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์เพื่อทำการลดต้นทุนของชุดสายไฟขนาดใหญ่ทั้งหมดของทุกรุ่น จากผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่าของโรงงานตัวอย่างสามารถจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อลดต้นทุนของชุดสายไฟทุกรุ่น ได้ตามเป้าหมายและสามารถลดต้นทุนชุดสายไฟลงได้ 8,469,510 บาทต่อปี รวมถึงสามารถเพิ่มระดับความพึงพอใจทางด้านราคาและการจัดการให้กับลูกค้าโดยวัดจากคะแนนที่ลูกค้าประเมินเฉลี่ย 75 คะแนน เพิ่มขึ้นเป็น 85 คะแนน

ทวีป งามสม (2528) ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการลดการสูญเสียลวดเหล็กในการทำตาข่ายสี่เหลี่ยม โดยการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าในอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศ โดยอาศัยโรงงานรีดลวดเหล็กเป็นโรงงานตัวอย่าง มีลวดเหล็กตั้งแต่ขนาดใหญ่ จนถึงขนาดเล็ก โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับการลดขนาดแท่งทองแดงด้านข้างของตัวจับยึดและการปรับปรุงระบบไฟฟ้าของตัวตรวจสอบลวดเส้นขวางรวมกันลดหน้ากว้างและร่องตัววี ผลการทดสอบเครื่องสามารถทำงานได้และสามารถที่ปรับปากกาจับวางลวดให้ยึดขอบตาข่ายได้มากขึ้น เป็นการลดการสูญเสียเศษลวดในเครื่องทอตาข่ายสี่เหลี่ยม สามารถลดเศษลวดลงได้ถึง 16.98% ซึ่งทำให้โรงงานรีดลวดตัวอย่างประหยัดได้ประมาณปีละ 129,000 บาท

จิรายุ จิตเจือจุน (2554) งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางที่เกิดการบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่าและซิกซ์ซิกม่าในการลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ โดยโรงงานตัวอย่างมีการลดต้นทุนด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และมีการใช้เทคนิค ซิกซ์ซิกม่าใน

การแก้ปัญหาคุณภาพ ซึ่งเทคนิคสองเทคนิคนี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกัน ทำให้เมื่อใช้เทคนิคใด เทคนิคหนึ่งจะทำให้มีปัญหาตามมา เช่น เมื่อใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าราคาของผลิตภัณฑ์ลดลง เกิดปัญหาคุณภาพและเมื่อใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่าคุณภาพเพิ่มขึ้นแต่ราคาก็จะสูงตามไปด้วย จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้นำเทคนิคทั้งสองมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อสร้างเป็นเทคนิคใหม่ที่รวมจุดเด่นของทั้งสองเทคนิค ซึ่งผลจากการรวมกันของทั้งสองเทคนิคทำให้แก้ปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการลดต้นทุนและทำให้การลดต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น โดยเทคนิคใหม่สามารถนำมาใช้กับบริษัทตัวอย่างในการลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมผลิตเบาะรถยนต์เป็นเงิน 8.48 บาทต่อชิ้น หรือ 932,800 บาทต่อปี

อำนาจเจริญ อินทดก (2557) การเพิ่มผลผลิตโดยเทคนิคการซ่อมบำรุงเครื่องจักร สำหรับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาสาเหตุและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดการหยุดของเครื่องจักร Extruder ในความรับผิดชอบของฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักร เพื่อปรับปรุงค่าเวลา MTBF (Mean time between failure) ให้ได้น้อยกว่า 198 ชั่วโมง ของเวลาที่มีไว้เพื่อการผลิตและค่า MTTR (Mean time to repair) ไม่เกิน 2 ชั่วโมง จากการศึกษาและวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนด้วย FMEA พบว่า ปัญหาเร่งด่วน 3 ลำดับแรกประกอบไปด้วย Pump TCU รั่ว Heat exchanger รั่ว Heat Exchanger ตัน โดยแนวทางการแก้ไขจะยึดนโยบายที่ต้องการให้สายการผลิตดำเนินการอย่างต่อเนื่อง กรณีมีเหตุขัดข้องก็ให้มีเวลาการหยุดน้อยที่สุด ทางผู้วิจัยจึงเลือกระบบ Bypass ทั้งส่วน Pump TCU และ Heat exchanger ด้วยการดัดแปลงเพลาของ Pump TCU และการปรับปรุงคุณภาพน้ำและกำหนดช่วงเวลาการ Flushing สำหรับ Heat exchanger ผลการปรับปรุงได้ค่า MTTR เท่ากับ 1.17 ชั่วโมง จาก 5.11 ชั่วโมง และค่า MTBF เท่ากับ 245.99 ชั่วโมง จาก 127.48 ชั่วโมง และค่า A_e (Equipment availability) 99.14% จาก 95.86% ด้วยระยะการคืนทุน 3 เดือน จากค่าใช้จ่ายในส่วนของอุปกรณ์เป็นจำนวนเงิน 55,000 บาทและอื่น ๆ รวม 2,502,886 บาท

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ข้อมูลและสภาพทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทที่ตั้งอยู่ในเขต ตำบลมะขามคู่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2521 มีพื้นที่เริ่มแรก 1,500 ตารางเมตร โดยเริ่มแรกก่อนการก่อตั้งบริษัทได้ทำการผลิต ลูกลอย เพื่อใช้สำหรับติดอวนหาปลาและมีพนักงานเริ่มแรกเพียง 20 คน และต่อมาได้พัฒนาเพิ่มผลิตภัณฑ์ท่อยาง ฉนวนกันความร้อนรวมทั้งโคมไฟประหยัดพลังงาน และจัดจำหน่ายให้กับบริษัทที่ผลิตเครื่องปรับอากาศ ตลอดเวลาบริษัทได้พัฒนาและเติบโตอย่างรวดเร็วพร้อมกับเพิ่มผลิตภัณฑ์มากมายจนถึงปัจจุบัน จนต้องขยายสำนักงาน ดังภาพที่ 3-1 และบริษัทกรณีศึกษาได้เน้นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ได้แก่ พื้นปูกระบะสำหรับรถกระบะ หลังคาเอนกประสงค์ ฝาครอบกระบะเอนกประสงค์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ต่าง ๆ โดยส่งขายให้กับลูกค้าในแถบเอเชีย ตะวันออกกลาง ออสเตเลีย ยุโรป อเมริกา อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้

ภาพที่ 3-1 บริษัทในกรณีศึกษา

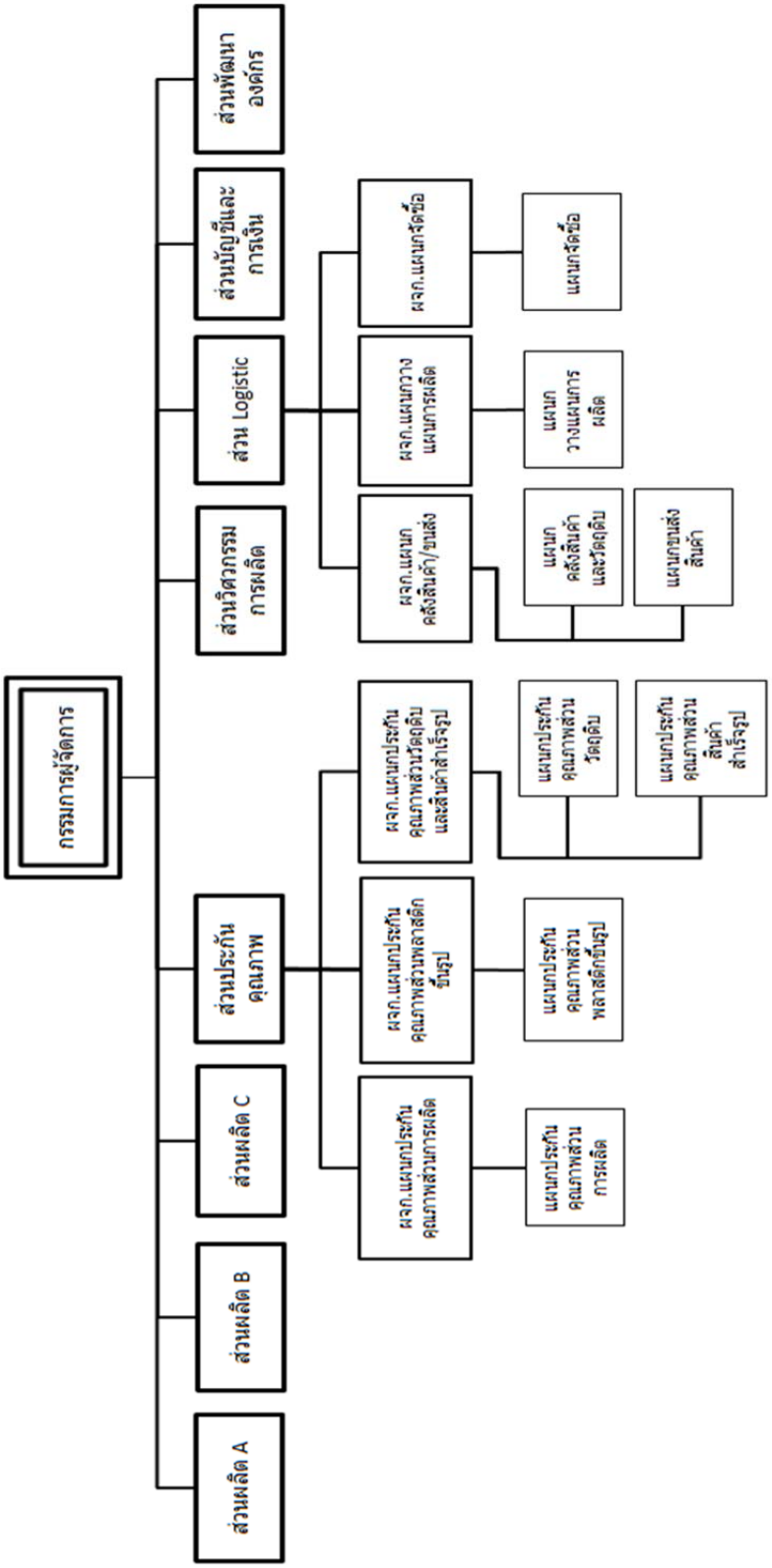
ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทกรณีศึกษา เกี่ยวกับยางและพลาสติกที่ใช้เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งในรถกระบะปิกอัพ ดังภาพที่ 3-2

ภาพที่ 3-2 ผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทกรณีศึกษา

โครงสร้างของบริษัทกรณีศึกษา

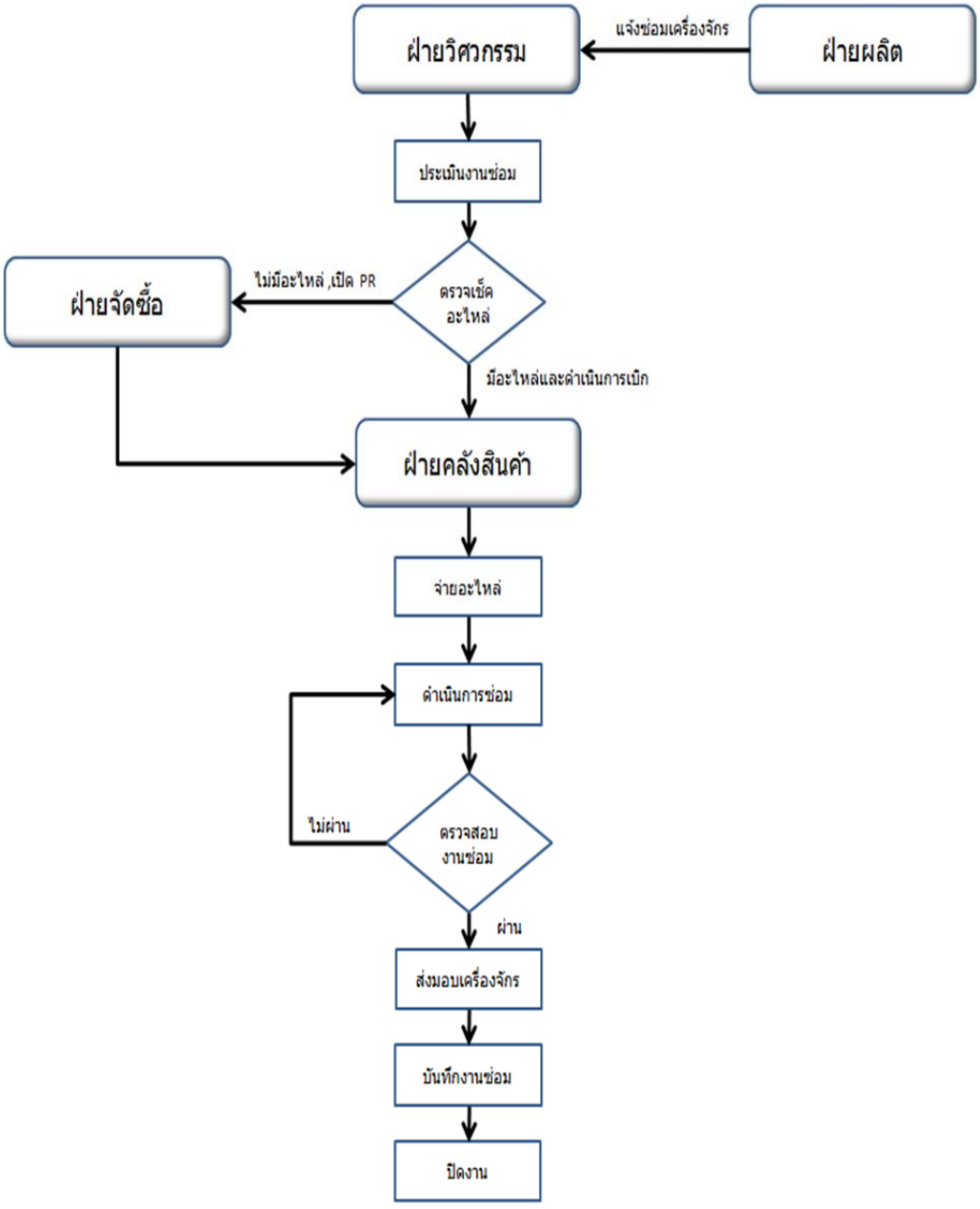
บริษัทกรณีศึกษาได้ทำการแบ่งการทำงานออกเป็นแผนกต่าง ๆ ตามอำนาจหน้าที่โดยโครงสร้างขององค์กรดังภาพที่ 3-3 โดยจะขอกล่าวถึงเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้ออะไหล่สำหรับงานซ่อมบำรุงและส่วนของวิศวกรรมการผลิตว่ามีหน้าที่การทำงานที่สัมพันธ์กันอย่างไร



ภาพที่ 3-3 ผังองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงานของส่วนวิศวกรรมการผลิตและแผนกจัดซื้อของบริษัทกรณีศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายวิศวกรรมการผลิต



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายวิศวกรรม

จากภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายวิศวกรรมโดยสามารถทำการอธิบายได้ดังนี้

1. ฝ่ายผลิตเมื่อทราบว่ามีเครื่องจักรเสีย จะทำการแจ้งซ่อมโดยทำการเปิด Job ในระบบไปยังฝ่ายวิศวกรรม

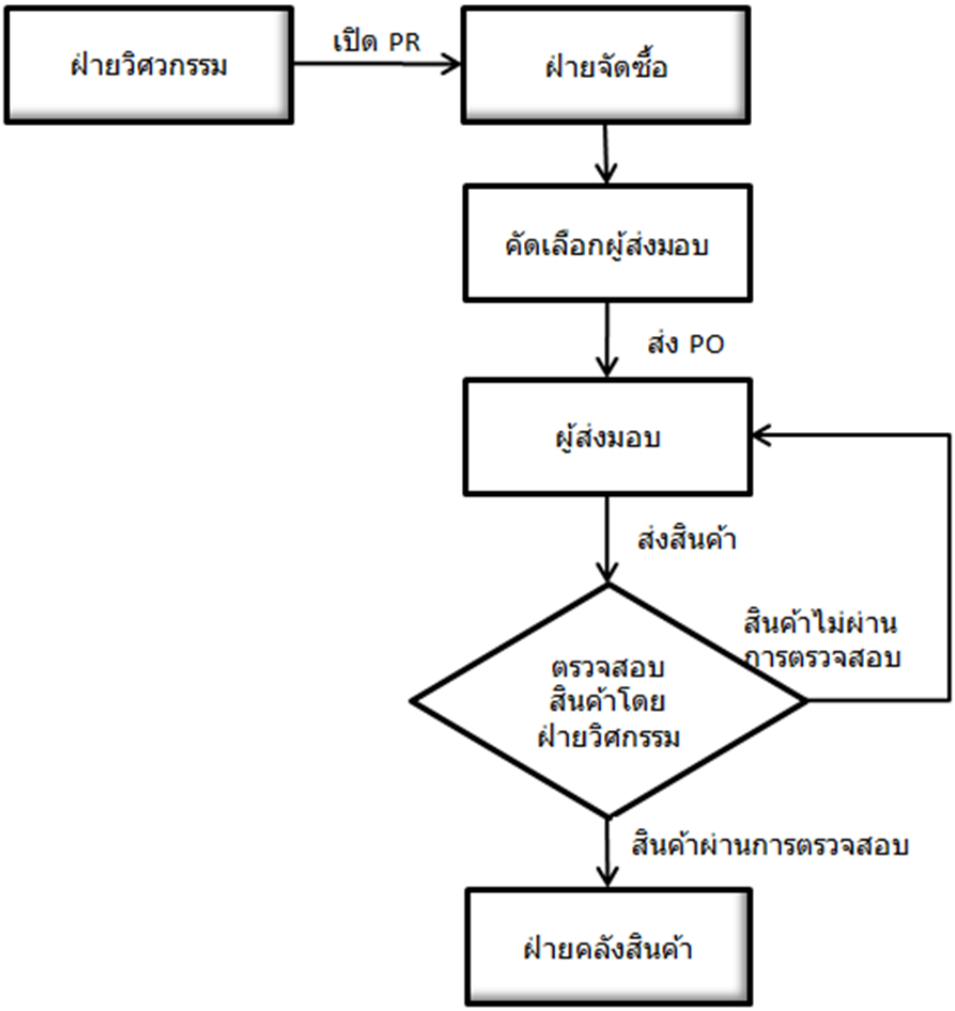
2. เมื่อทางฝ่ายวิศวกรรมทราบแล้วจะดำเนินการให้ทางวิศวกร เข้าไปตรวจสอบหน้างานว่าเครื่องจักรตัวไหนเสียและมีอาการเป็นอย่างไรบ้างหรือเป็นการประเมินงานซ่อม

3. จากนั้นเมื่อทางวิศวกรก็จะตรวจสอบอะไหล่กับทางคลังสินค้า ว่าอะไหล่ที่ต้องการนั้นมีหรือไม่ ถ้าตรวจสอบพบว่าไม่มีในคลังสินค้า ทางฝ่ายวิศวกรรมก็จะทำการเปิด PR พร้อมชี้แจงรายละเอียดของอะไหล่ ให้ทางฝ่ายจัดซื้อรับทราบและดำเนินการเปิดซื้อต่อไป ระยะเวลาในการสั่งซื้อขึ้นอยู่กับว่าอะไหล่ที่ต้องการเป็นอะไหล่ที่ต้องซื้อจากต่างประเทศหรือไม่ ถ้ามีการสั่งซื้อจากต่างประเทศก็จะใช้ระยะเวลาประมาณ 60-90 วัน หรือถ้าอะไหล่มีในคลังสินค้า ทางวิศวกรจะทำการเบิกเพื่อดำเนินการซ่อมต่อไป

4. เมื่อทำการซ่อมเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว ทางฝ่ายวิศวกรรมก็จะทำการแจ้งให้ทางฝ่ายผลิตเข้ามาตรวจสอบว่าเครื่องจักรสามารถใช้งานได้โดยไม่ติดปัญหาใด ๆ ถ้าติดปัญหาหรือต้องการให้ทางฝ่ายวิศวกรรมทำการแก้ไขเรื่องใด ก็จะทำการแจ้งให้ซ่อมเพิ่มเติม ต่อไป

5. เมื่อเครื่องจักรผ่านการตรวจสอบแล้ว ทางฝ่ายวิศวกรรมจะทำการบันทึกงานซ่อมเพื่อเก็บเป็นข้อมูลการซ่อมต่อไป ถือว่าเป็นการเสร็จสิ้นของการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในแต่ละ Job

ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายจัดซื้อ



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินงานของแผนกจัดซื้อ

จากภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการดำเนินงานของฝ่ายจัดซื้อโดยสามารถทำการอธิบายได้ ดังนี้

1. การขอซื้อและการออกใบสั่งซื้อ ผู้ขอซื้อต้องการสินค้า ผู้ขอซื้อต้องระบุรายละเอียดความต้องการของสินค้าไว้อย่างครบถ้วน ในใบขอซื้อ (PR) เช่น สินค้าที่มีข้อกำหนดการใช้งาน รุ่น ยี่ห้อ ข้อกำหนดทางเทคนิค วิธีการทดสอบ วิธีการตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมที่นอกเหนือไปจากมาตรฐานเดิมที่ได้กำหนดไว้

2. การสำรวจตลาดและการคัดเลือกผู้ส่งมอบ ทางแผนกจัดซื้อต้องดำเนินการหาแหล่งที่ซื้อสินค้าหรือบริการโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินการคัดเลือกผู้ส่งมอบหรือ Supplier โดยจะต้องทำการประเมินผู้ส่งมอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์หรือผ่านมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ หรือ

ถ้าเป็นการสั่งซื้องานอะไหล่เครื่องจักร ทางฝ่ายจัดซื้อจะทำการขอ สเปคงานให้กับทางฝ่ายผู้ใช้งานได้ตรวจสอบก่อนว่าสามารถนำมาซ่อมเครื่องจักรที่ต้องการได้หรือไม่ ถ้าได้ทางฝ่ายจัดซื้อจะทำการเปรียบเทียบราคาชิ้นงานและทำการเลือกผู้ส่งมอบต่อไป โดยคำนึงถึงด้านราคา คุณภาพ และการบริการหลังการขายเป็นสำคัญ

3. การสั่งซื้อและการติดตามการสั่งซื้อ ในกรณีที่เป็นการสั่งซื้อชิ้นส่วนเครื่องจักรต่าง ๆ เมื่อทางฝ่ายจัดซื้อได้ทำการคัดเลือกผู้ส่งมอบได้แล้วนั้น และทางผู้ขอซื้อหรือฝ่ายวิศวกรรมจะดำเนินการออกเอกสารใบสั่งซื้อ (PR) โดยจะผ่านการตรวจเช็คจากหัวหน้าแผนก และอนุมัติการสั่งซื้อโดยผู้จัดการแผนก เมื่อใบขอซื้อนั้นได้รับการอนุมัติแล้ว ทางฝ่ายวิศวกรรมจะทำการแจ้งให้กับทางแผนกจัดซื้อทราบเกี่ยวกับความต้องการทางอีเมลล์ และเมื่อทางแผนกจัดซื้อทราบแล้วจะทำการจัดทำเอกสารใบสั่งซื้อ (PO) โดยให้ทางผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อเป็นผู้ตรวจสอบและอนุมัติการสั่งซื้อ เมื่อใบสั่งซื้อได้รับการอนุมัติแล้วทางเจ้าหน้าที่จัดซื้อจะทำการส่งใบสั่งซื้อให้กับผู้ส่งมอบโดยทางแฟกซ์หรือทางอีเมลล์ ส่วนการติดตามใบสั่งซื้อหลังจากที่ได้ทำการส่งให้กับทางผู้ส่งมอบเพื่อทำการผลิตไปแล้วนั้นทางแผนกจัดซื้อต้องทำการติดตามการยืนยันการได้รับเอกสารการสั่งซื้อจากผู้ส่งมอบ โดยผู้ส่งมอบต้องทำการยืนยันวันที่จะทำการส่งสินค้ากลับมาให้กับทางแผนกจัดซื้อต่อไป ถ้าผู้ส่งมอบไม่สามารถทำการส่งสินค้าได้ทันตามกำหนด ต้องทำการแจ้งพร้อมกับทำแผนการส่งมอบสินค้าให้กับทางแผนกจัดซื้อทราบทันที

4. การรับและการตรวจสอบสินค้า ในการส่งสินค้าของผู้ส่งมอบทางฝ่ายวิศวกรรมจะทำการตรวจสอบว่าสินค้าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่และเมื่อพบว่าสินค้าที่ส่งมาไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดตามที่ระบุในใบสั่งซื้อแล้วนั้นทางฝ่ายวิศวกรรมจะแจ้งให้กับทางฝ่ายจัดซื้อทราบเพื่อดำเนินการส่งสินค้าคืนให้กับผู้ส่งมอบต่อไป และในการตรวจสอบสินค้าบางประเภททางฝ่ายวิศวกรรมไม่สามารถตรวจสอบได้จึงต้องนำสินค้าไปทดลองประกอบหรือใช้งานก่อนจึงจะแจ้งให้กับทางฝ่ายจัดซื้อรับทราบอีกครั้งว่าชิ้นงานที่ส่งมาสามารถใช้งานได้หรือไม่

5. การทวนสอบสินค้าคืนผู้ส่งมอบ เมื่อทางแผนกฝ่ายวิศวกรรมแจ้งให้ทางแผนกจัดซื้อทราบเกี่ยวกับสินค้าที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ ทางแผนกจัดซื้อดำเนินการแจ้งให้ทางผู้ส่งมอบมาดำเนินการรับสินค้ากลับคืน หรือให้ทางผู้ส่งมอบเข้ามาตรวจสอบหน้างานว่าสินค้าที่ส่งมาสามารถแก้ไขให้ใช้งานได้หรือไม่ หรือหาวิธีดัดแปลงให้สามารถใช้งานได้ แต่ถ้าจากการตรวจสอบแล้วไม่สามารถใช้งานได้ทางฝ่ายจัดซื้อจะให้ทางผู้ส่งมอบนำชิ้นงานกลับหรือนำชิ้นงานที่ตรงตามแบบและสามารถใช้งานได้มาแลกเปลี่ยน

เมื่อทางฝ่ายวิศวกรรมทำการตรวจสอบชิ้นงานแล้วผ่านมาตรฐานการตรวจสอบทางผู้ส่งมอบจะนำสินค้าไปส่งมอบที่ฝ่ายคลังสินค้าเพื่อทำการตรวจรับสินค้าเข้าระบบต่อไป

ที่มาของปัญหาและสภาพปัญหาในปัจจุบัน

จากการที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่า บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ประกอบธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เป็นอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ที่ต้องใช้วัตถุดิบหลักเป็นเม็ดพลาสติกโดยมีกระบวนการการผลิตต้องนำเม็ดพลาสติกมาหลอมแล้วนำมารีดให้เป็นแผ่นพลาสติกซึ่งเป็นกระบวนการตั้งต้น และจากนั้นนำแผ่นพลาสติกไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงาน ต่าง ๆ

จากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงของเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) ตั้งแต่เดือนมกราคม-สิงหาคม พ.ศ. 2559 พบว่า มีการแจ้งซ่อมเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) หลายครั้ง โดยรายละเอียดจำนวนครั้งของการแจ้งซ่อม ดังตารางที่ 3-1

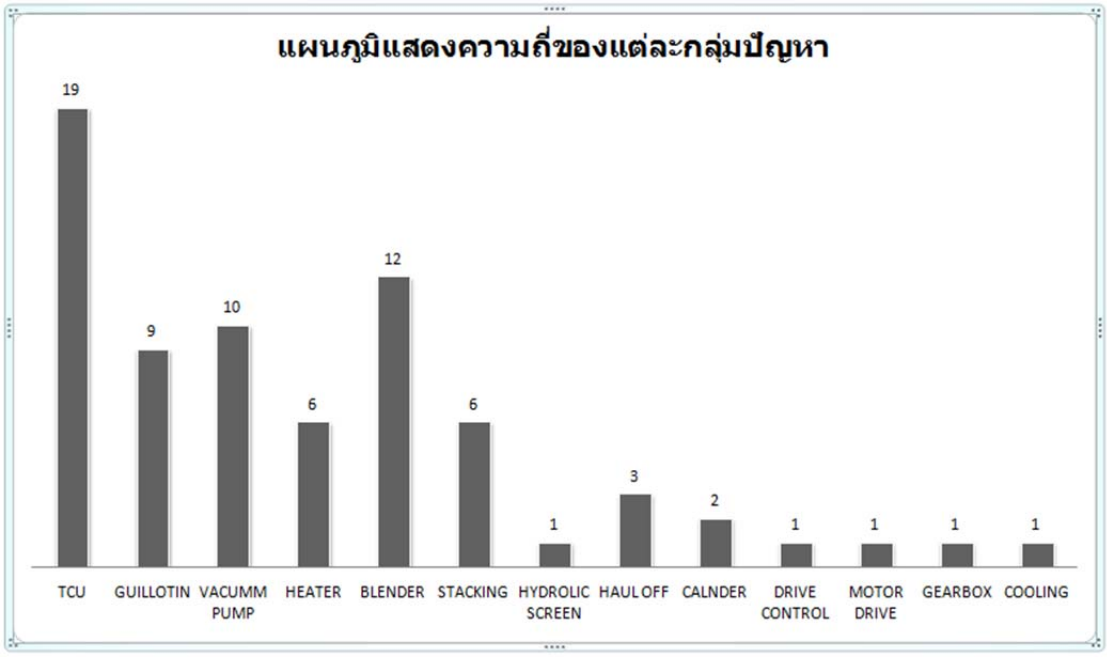
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

เครื่อง / เดือน	Bendera 1	Bendera 2	Bendera 3	รวม/ ครั้ง
มกราคม	1	1	1	3
กุมภาพันธ์	4	3	-	7
มีนาคม	4	5	1	10
เมษายน	7	7	6	20
พฤษภาคม	3	12	14	29
มิถุนายน	1	1	1	3
รวม/ ครั้ง	20	29	23	72

จากตารางที่ 3-1 พบว่า ทางฝ่ายผลิตได้มีการแจ้งซ่อมสำหรับเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) เป็นจำนวน 72 ครั้ง และสามารถแยกแยะการขัดข้องของเครื่องรีดแผ่นพลาสติกว่ามาจากระบบการทำงานใดของเครื่อง ดังตารางที่ 3-2 และเมื่อจัดเรียงตามความถี่ที่เกิดปัญหาจากมากไปหาน้อย ดังภาพที่ 3-6

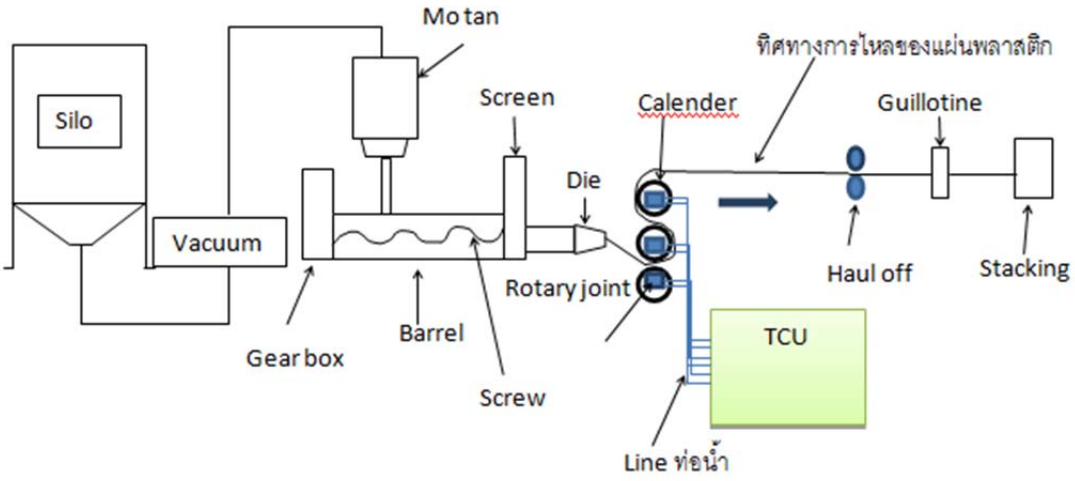
ตารางที่ 3-2 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) แบ่งตามระบบการทำงานของเครื่อง

ระบบการทำงาน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	รวม/ ครั้ง
TUC	1	7	2	2	5	2	19
GUILLOTIN	-	-	-	3	6	-	9
VACUMM PUMP	1	-	1	3	4	1	10
HEATER	-	-	1	3	2	-	6
BLENDER	-	-	2	4	6	-	12
STACKING	-	-	1	2	3	-	6
HYDROLIC SCREEN	-	-	-	-	1	-	1
HAUL OFF	-	-	1	1	1	-	3
CALNDER	-	-	-	1	1	-	2
DRIVE CONTROL	-	-	-	1	-	-	1
MOTOR DRIVE	-	-	1	-	-	-	1
GEARBOX	-	-	1	-	-	-	1
COOLING	1	-	-	-	-	-	1
รวม/ ครั้ง	3	7	10	20	29	3	72



ภาพที่ 3-6 กราฟแสดงความถี่ (ครั้ง) ของแต่ละกลุ่มปัญหา

จากภาพที่ 3-6 จะเห็นว่าปัญหาจากระบบ TCU (Temperature control unit) มีความถี่ในการเกิดของกลุ่มปัญหามากที่สุดเป็นจำนวน 19 ครั้ง ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับกลุ่มปัญหาที่มีมากที่สุดก่อน แต่ก่อนที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำงานของระบบ TCU จำเป็นต้องศึกษากลไกของเครื่องรีดแผ่นพลาสติก (Extruder) ที่ใช้อยู่ก่อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงบทบาทของกลไกการทำงานของระบบ TCU ที่มีต่อการรีดแผ่นพลาสติก โดยอธิบายภาพรวมของการทำงานของเครื่อง Extruder ว่า เริ่มจากการนำเม็ดพลาสติกใส่ลงในไซโลแล้ว Vacuum จะเป็นตัวดูดเม็ดพลาสติกเข้าไปที่ตัว Motan จากนั้นเม็ดพลาสติกเข้าไปที่ Barrel เพื่อทำการหลอมเม็ดพลาสติกและ Screw จะเป็นตัวขับเคลื่อนพลาสติกโดยผ่านแผ่น Screen ซึ่งจะทำหน้าที่กรองเศษที่ไม่ใช่พลาสติกออก ก่อนที่จะส่งออกไปยังปาก Die หลังจากนั้น พลาสติกจะเข้าสู่ลูกกลิ้งโดยตัว TCU จะเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิของลูกกลิ้ง ให้อยู่ที่ประมาณ 95-110 °C โดยมีอุปกรณ์ Rotary joint เป็นตัวส่งผ่านความร้อน หลังจากที่พลาสติกผ่านลูกกลิ้งก็จะได้แผ่นพลาสติกที่ต้องการ ดังภาพที่ 3-7 ได้แสดงส่วนประกอบของเครื่อง Extruder



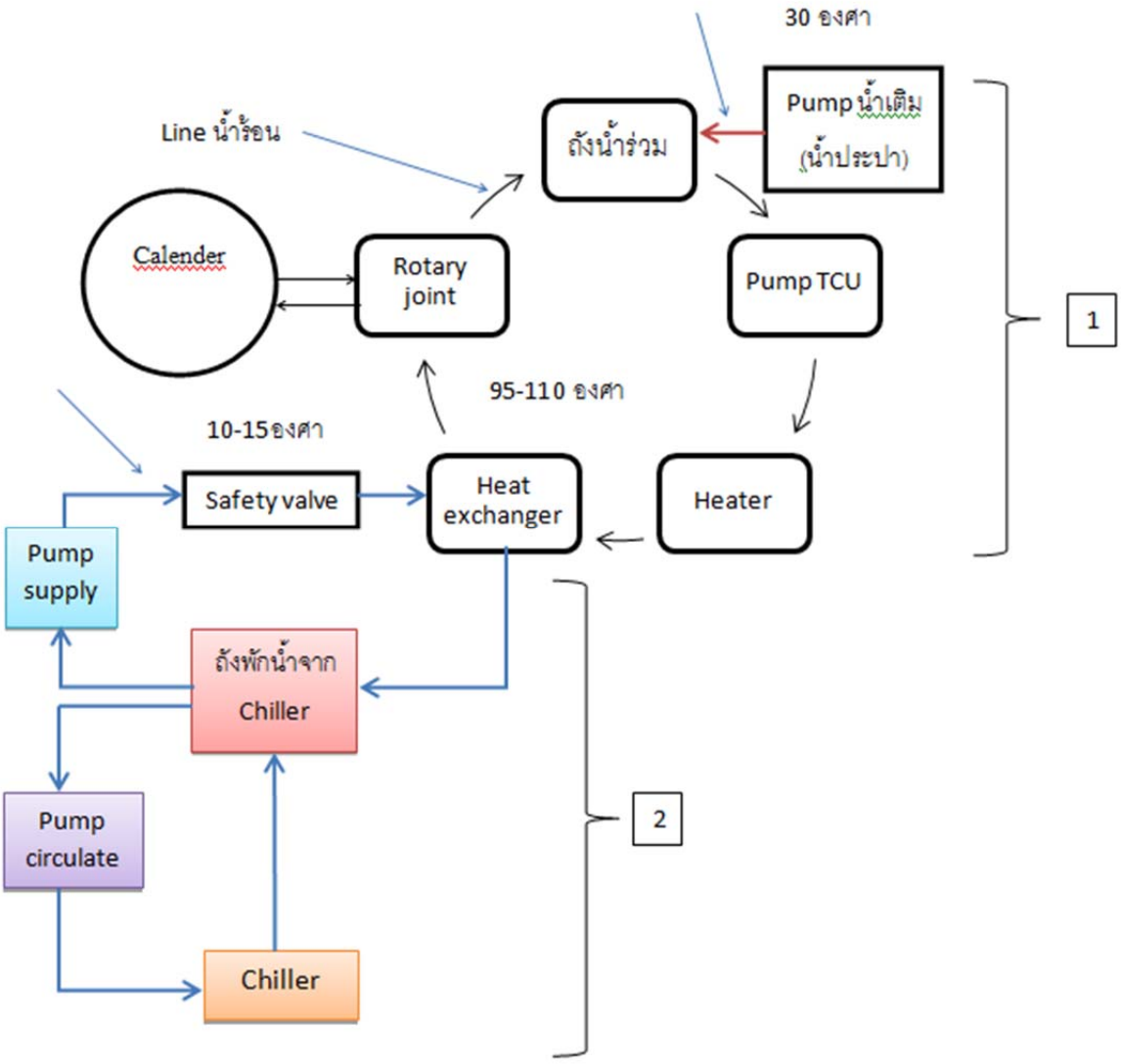
ภาพที่ 3-7 รายละเอียดและอุปกรณ์ภายในของเครื่อง Extruder

จะเห็นว่าเครื่อง Extruder เป็นเครื่องผลิตแผ่นพลาสติก เพื่อนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มี อุปกรณ์ระบบการทำงาน ดังนี้ คือ

1. Silo
2. Vacuum
3. Motan
4. Gearbox
5. Barrel
6. Screw
7. Screen
8. Die
9. Calender
10. Haul off
11. Guillotine
12. Stacking
13. TCU

ระบบ TCU ของเครื่อง Extruder เป็นระบบที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตแผ่นพลาสติกทำหน้าที่สร้างอุณหภูมิให้กับลูกกลิ้งและดึงความร้อนจากแผ่นพลาสติก หากระบบ TCU เกิดการขัดข้อง ก็จะทำให้กระบวนการผลิตแผ่นพลาสติก ไม่สามารถรีดแผ่นพลาสติกได้ ตลอดทั้ง

ความหนาและการขึ้นลายของแผ่นพลาสติกไม่ได้ตามมาตรฐานที่ฝ่ายผลิตกำหนด ซึ่งถ้าหากนำแผ่นพลาสติกที่ไม่ได้ตามมาตรฐานมาขึ้นรูปต่อก็จะทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของลูกกลิ้งมีความสำคัญมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละอย่างในระบบ TCU แสดงดังภาพที่ 3-8



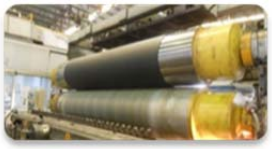
ภาพที่ 3-8 การทำงานขอระบบ TCU

การทำงานของระบบ TCU (Temperature control unit)

จากภาพที่ 3-8 ระบบ TCU มีการทำงานดังต่อไปนี้ Pump TCU จะดูดน้ำจากถังน้ำร่วมและจะปั๊มน้ำไปที่ Heater เพื่อเป็นการให้ความร้อนแก่น้ำและปรับอุณหภูมิให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ แล้วส่งต่อไปยัง Heat exchanger ในกรณีที่น้ำมีอุณหภูมิสูงเกินไป Safety valve ก็จะทำหน้าที่

ปล่อยน้ำเย็นเข้าไปที่ Heat exchanger เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ประมาณ 95-110 ˚C และเมื่อปรับอุณหภูมิได้แล้วก็จะทำการส่งน้ำไหลผ่าน Rotary joint เพื่อให้ความร้อนแก่ลูกกลิ้งในการรีดแผ่นพลาสติก จากนั้น Pump TCU จะทำการดูดน้ำที่ไหลกลับมาจากลูกกลิ้ง โดยผ่าน Rotary joint ไปยังถังน้ำร่วมอีกครั้ง ส่วน Pump สำหรับเติมน้ำจะยังไม่ทำงาน ถ้าปริมาณน้ำและความดันในถังน้ำร่วมยังคงค่าที่กำหนด แต่ถ้าปริมาณน้ำและความดันไม่อยู่ในค่าที่กำหนดแล้ว Pump จะทำการเติมน้ำให้อยู่ในค่าที่กำหนดอีกครั้ง ลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ TCU ของเครื่อง Extruder ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์หลักในระบบ TCU ของเครื่อง Extruder

ลำดับ	อุปกรณ์ระบบ TCU	ชื่อ	หน้าที่การทำงาน
1		ลูกกลิ้ง (Calenders)	รีดหรือบังคับขนาดแผ่นพลาสติกให้ได้ตามที่กำหนด
2		Rotary joint	รองรับเพลาลูกกลิ้งให้หมุนและเป็นจุดที่น้ำร้อนไหลเข้าออกของลูกกลิ้ง
3		Pump TCU	สร้างแรงดันเพื่อให้น้ำหมุนวนในระบบ
4		ถังน้ำร่วม	รักษาระดับน้ำของ Pump TCU กับ Heater
5		Pump น้ำเติมประปา	เติมน้ำเข้าสู่ระบบเพื่อรักษาระดับน้ำของถังน้ำร่วม
6		Heater	ให้ความร้อนกับน้ำในระบบ

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ลำดับ	อุปกรณ์ระบบ TCU	ชื่อ	หน้าที่การทำงาน
7		Heat exchanger	แลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำในระบบ
8		Safety valve	เปิดน้ำเย็นเข้าสู่ Heat exchanger เมื่อระบบมีอุณหภูมิสูงเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน
9		ท่อน้ำในระบบ TCU	ให้น้ำในระบบไหลไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ

การแยกประเภทของปัญหาในระบบ TCU

หลังจากทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำงานและอุปกรณ์หลักของระบบ TCU แล้ว เนื่องจากเวลาการซ่อมบำรุงดังกล่าวส่งผลต่อกำลังการผลิตโดยตรง ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่เสียไปเพื่อการซ่อมบำรุงเมื่ออุปกรณ์ตัวนั้นมีปัญหา ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดและความถี่ของปัญหาของอุปกรณ์ในระบบ TCU ระหว่างเดือน มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557

ลำดับ	ปัญหาที่พบ	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (นาที)	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
1	Pump ลูกกลิ้งน้ำรั่ว	26	Pump TCU
2	Rotary joint หลุด	246	Rotary joint
3	Rotary joint รั่ว	40	Rotary joint
4	อุณหภูมิลูกกลิ้งบนปรับไม่ลง	46	Safety valve
5	Pump ลูกกลิ้งบนน้ำรั่ว	68	Heat exchanger
6	วาล์วโซลินอยด์ลูกกลิ้งกลางค้างแต่อุณหภูมิไม่ลง	92	Safety valve

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหาที่พบ	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (นาที)	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
7	อุณหภูมิลูกกลิ้งกลางสูงเกินค่าที่กำหนด	101	Pump TCU
8	Pump ลูกกลิ้งล่างน้ำรั่ว	18	Pump TCU
9	ลูกกลิ้งล่างอุณหภูมิตก 6 องศา ไม่สามารถปรับความร้อนขึ้นได้	6	Heat exchanger
10	Rotary joint รั่ว	112	Rotary joint
11	Rotary joint รั่ว	42	Rotary joint
12	Heat exchanger รั่ว	36	Heat exchanger
13	อุณหภูมิลูกกลิ้งล่างคุมไม่ได้	39	Heater
14	น้ำเติมลูกกลิ้งล่างขาดในระบบ	21	Pump เติมน้ำ
15	Pump น้ำลูกกลิ้งบนรั่ว	49	Pump เติมน้ำ
16	Rotary joint รั่ว	160	Rotary joint
17	สายน้ำลูกกลิ้งกลางแตก	80	Stream hose
18	ท่อน้ำเย็นรั่ว	13	Pipe
19	อุณหภูมิลูกกลิ้งบน Heat ไม่ขึ้น	248	Heat exchanger

จากตารางที่ 3-4 นำข้อมูลมาจัดเรียงลำดับความถี่ของปัญหาจากมากไปหาน้อย และนำเวลาในการซ่อมในแต่ละครั้งของแต่ละปัญหามารวมกัน ตลอดจนถึงราคาอุปกรณ์ของแต่ละตัวและจำนวนชิ้นส่วนของแต่ละอุปกรณ์ สรุปดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลรวมของรายละเอียดปัญหาของอุปกรณ์ในระบบTCU เรียงลำดับความถี่จากมากไปน้อย

ลำดับ	อุปกรณ์ที่มีปัญหา	ความถี่	เวลาซ่อมรวม (นาที)	ราคาอุปกรณ์	จำนวนชิ้นส่วนของแต่ละอุปกรณ์
1	Rotary joint	5	609	38,000	10
2	Heat exchanger	4	351	31,000	1
3	Pump TCU	3	145	38,250	7
4	Pump เติมน้ำ	2	70	12,450	7
5	Safety valve	2	138	5,700	1
6	Heater	1	39	7,300	1
7	Pipe	1	80	1,000	1
8	Stream hose	1	13	1,200	1

จากตารางที่ 3-5 จะเห็นว่า Rotary joint มีการแจ้งซ่อมมากที่สุดในรอบเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 เป็นจำนวน 5 ครั้ง และจากข้อมูลในตารางยังแสดงให้เห็นถึงจำนวนเวลารวมในการแจ้งซ่อมของอุปกรณ์แต่ละตัว ตลอดจนถึงราคาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปถ่วงน้ำหนักโดยผู้วิจัยร่วมกับวิศวกรฝ่ายวิศวกรรม สรุปได้ค่า ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 การถ่วงน้ำหนักของอุปกรณ์ที่มีปัญหา

ลำดับ	อุปกรณ์ที่มีปัญหา	ความถี่	เวลาซ่อมรวม (นาที)	ราคาอุปกรณ์	จำนวนชิ้นของแต่ละอุปกรณ์	ผลรวม	%
1	Rotary joint	10	10	9	5	34	20.24%
2	Heat exchanger	8	6	7	10	31	18.45%
3	Pump TCU	6	3	10	8	27	16.07%
4	Pump เติมน้ำ	4	1	4	8	17	10.12%
5	Heater	2	3	2	10	17	10.12%

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ลำดับ	อุปกรณ์ที่มีปัญหา	ความถี่	เวลาซ่อมรวม (นาที)	ราคาอุปกรณ์	จำนวนชิ้นของแต่ละอุปกรณ์	ผลรวม	%
6	Safety valve	2	1	1	10	14	8.33%
7	Pipe	2	1	1	10	14	8.33%
8	Stream hose	2	1	1	10	14	8.33%
			รวม			168	100%

หมายเหตุ: *10 = ความรุนแรงมากที่สุด, *0 = ความรุนแรงน้อยที่สุด

จากตารางที่ 3-6 การถ่วงน้ำหนัก จะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์ที่มีปัญหา ที่มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ 3 รายการ ได้แก่ Rotary joint, Heat exchanger และ Pump TCU ซึ่งอุปกรณ์ทั้ง 3 รายการนี้ ได้มีความสำคัญต่อระบบ TCU อย่างยิ่ง แต่ Rotary joint เป็นอุปกรณ์ที่มีการสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานในการสั่งซื้อและการจัดส่งอีกทั้งราคาที่ซื้อยังมีราคาค่อนข้างสูง ส่วน Heat exchanger และ Pump TCU นั้นราคาอาจจะสูงเช่นเดียวกัน แต่สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ ทำให้ระยะเวลาในการรออะไหล่ไม่นานเหมือนกันงานที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นถ้าเกิดการขัดข้องอย่างกะทันหันหรือความผิดพลาดจากการสำรองอะไหล่ Rotary joint จะสร้างความเสียหายต่อระบบการผลิตมากกว่า การลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาแหล่งอุปกรณ์จากต่างประเทศจึงเป็นภาระที่ต้องเร่งแก้ไข ประกอบกับในการซ่อมแต่ละครั้งต้องเสียเวลาการซ่อมเฉลี่ย 2 ชั่วโมงและต้องใช้พนักงานถึง 2 คน ในการเปลี่ยนชุดอุปการณ์ Rotary joint แต่ละครั้งทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ค่าเสียหายในการหยุดเครื่องรีดแผ่นพลาสติกต่อครั้ง

พนักงาน (คน)	เวลาซ่อม (ชม.)	ค่าแรงพนักงาน (บาท/ ชม.)	อัตราการผลิตแผ่นพลาสติก (ชิ้น/ ชม.)	ราคาแผ่นพลาสติกต่อชิ้น (บาท)	ราคาอะไหล่ในการเปลี่ยนต่อครั้ง (บาท)	รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นต่อครั้ง (บาท)
2	2	62.5	23	1536	38,000	108,906

จากตารางที่ 3-7 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงชุดข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ต่อครั้งเท่ากับ 108,906 บาท ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลการซ่อมบำรุงตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2527 พบว่า จะต้องใช้พนักงานจำนวน 2 คน และใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งอัตราการผลิตแผ่นพลาสติกของเครื่องจักรอยู่ที่ 23 ชิ้นต่อชั่วโมงและราคาชิ้นงานอยู่ที่แผ่นละ 1,536 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายชุดอะไหล่ของอุปกรณ์ Rotary joint ราคาชิ้นละ 38,000 บาท ซึ่งจากระยะเวลาในการเก็บข้อมูลดังกล่าวมีการแจ้งซ่อมมาแล้ว 5 ครั้ง หมายความว่า ทางบริษัทได้เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมไปแล้วเป็นจำนวนเงิน 544,530 บาท ในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงต้องการทดแทนการพึ่งพาแหล่งอุปกรณ์จากต่างประเทศด้วยการคิดค้นการทดแทนอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ด้วยการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า โดยมีเป้าหมาย ดังต่อไปนี้

1. ออกแบบชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ที่สามารถทดแทนอุปกรณ์เดิมด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า

2. เพื่อความรวดเร็วในการตอบสนองความต้องการ การบริการหลังการขายเมื่อมีเหตุขัดข้องด้วยการทดแทนแหล่งจัดซื้อจากต่างประเทศ

โดยในชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) มีส่วนประกอบ ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 รายละเอียดของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน

ลำดับที่	ชื่อชิ้นส่วน	ภาพชิ้นส่วน	ราคา
1	Housing		6,200
2	Shaft		4,500

ตารางที่ 3-8 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อชิ้นส่วน	ภาพชิ้นส่วน	ราคา
3	Ball Bearing		3,000
4	Bearing Retainer		80
5	Spacer		850
6	Grease Nipple		150
7	Bolt M 10 x 1.5 x 40		270

ตารางที่ 3-8 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อชิ้นส่วน	ภาพชิ้นส่วน	ราคา
8	Seal Ring		3,500
9	Bellows assembly		18,500
10	Cover		950
	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น		38,000

การวิเคราะห์หน้าที่

ทางผู้วิจัย ได้ทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ที่ใช้งานอยู่ ณ ปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนในชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน

ลำดับ	ชิ้นส่วน	หน้าที่		หน้าที่		หมายเหตุ
				พื้นฐาน	เสริม	
1	Housing	1	รวบรวมชิ้นส่วน	✓		
		2	กำหนดตำแหน่งชิ้นส่วน		✓	
		3	ประคองพาร์ทต่าง ๆ		✓	
		4	กำหนดช่องน้ำเข้า/ ออก		✓	
		5	กำหนดการติดตั้ง		✓	
		6	จับยึดส่วนประกอบ		✓	
2	Shaft	1	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง		✓	
		2	กำหนดตำแหน่งแม๊กซิล		✓	
		3	รับแรงขับ	✓		
		4	รวบรวมชิ้นงาน	✓		
3	Ball bearing	1	รับแรงกด	✓		
		2	จับยึดชิ้นส่วน		✓	
		3	ลดความเสียดทาน	✓		
4	Bearing retainer	1	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง	✓		
		2	จับยึดแบริ่ง		✓	
		3	ประคองแบริ่ง		✓	
5	Spacer	1	กำหนดตำแหน่งลูกปืน	✓		
6	Greese nipple	1	ส่งจาระบี	✓		
		2	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง		✓	

ตารางที่ 3-9 (ต่อ)

ลำดับ	ชิ้นส่วน		หน้าที่	หน้าที่		หมายเหตุ
				พื้นฐาน	เสริม	
7	Bolt M10 x 1.5 x 40	1	จับยึดฝาปิด	✓		
		2	ประกอบชิ้นส่วน	✓		
		3	ตรึงชิ้นส่วน		✓	
8	Seal ring	1	ป้องกันการรั่วซึม	✓		
		2	ส่งถ่ายแรงกด		✓	
9	Bellow assembly	1	ป้องกันการรั่วซึม	✓		
		2	รับแรงกด		✓	
		3	ยึดเพลา		✓	
		4	นำทางเพลา		✓	
10	Cover	1	ป้องกันชิ้นส่วน	✓		
		2	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง		✓	
		3	เป็นตัวกั้นชิ้นส่วน		✓	
		4	ทำให้ผิวชิ้นงานแนบสนิทกัน	✓		
		5	ป้องกันการรั่วซึม	✓		

จากตารางที่ 3-9 เป็นการวิเคราะห์หน้าที่หลักและหน้าที่รองของอุปกรณ์แต่ละชิ้นส่วน และยังทราบถึงหน้าที่ที่ซ้ำซ้อนกัน ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ดังนั้นจากการวิเคราะห์หน้าที่จะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) แบบใหม่ โดยจะคงหน้าที่หลักของชุดอุปกรณ์ให้เหมือนเดิมทุกประการ และรายละเอียดหน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วน ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 หน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วนในชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint)

ลำดับ	ชิ้นส่วน	หน้าที่หลัก
1	Housing	รวบรวมชิ้นส่วน
2	Shaft	1. รับแรงขับ
		2. รวบรวมชิ้นส่วน
3	Ball bearing	1. รับแรงกด
		2. ลดความเสียดทาน
4	Bearing retainer	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง
5	Spacer	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง
6	Greese nipple	ส่งจาระบี
7	Bolt M 10 x 1.5 x 40	1. จับยึดฝาปิด
		2. ประกอบชิ้นส่วน
8	Seal ring	ป้องกันการรั่วซึม
9	Bellows assembly	ป้องกันการรั่วซึม
10	Cover	1. ป้องกันชิ้นส่วน
		2. ทำให้ผิวชิ้นงานสนิทกัน
		3. ป้องกันการรั่วซึม

การประเมินโดยการเปรียบเทียบ DARE (Decision alternative ratio evaluation)

เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบความสำคัญทางผู้วิจัยจะใช้ตัวอักษรแทนหน้าที่หลักดังต่อไปนี้

A แทนหน้าที่ รวบรวมชิ้นส่วน

B แทนหน้าที่ รับแรงขับ

C แทนหน้าที่ รับแรงกด

D แทนหน้าที่ ลดความเสียดทาน

E แทนหน้าที่ กำหนดตำแหน่งแบริ่ง

F แทนหน้าที่ ส่งจาระบี

G แทนหน้าที่ จับยึดฝาปิด

H แทนหน้าที่ ประกอบชิ้นส่วน

I แทนหน้าที่ ป้องกันการรั่วซึม

J แทนหน้าที่ ป้องกันชิ้นส่วน

K แทนหน้าที่ ทำให้ผิวชิ้นงานสนิทกัน

และเมื่อทำการกำหนดตัวอักษรแทนหน้าที่หลักแต่ละส่วนแล้ว จากนั้นทำการประเมินโดยการเปรียบเทียบของแต่ละหน้าที่หลัก ดังตารางที่ 3-11 โดยเป็นการเปรียบเทียบแบบลูกโซ่ คือ จะทำการเปรียบเทียบรายการ B กับ A, C กับ B, D กับ C จนถึง K กับ J และทำการใส่ค่าคะแนน ถ้าความสำคัญเท่ากันใส่ 1.00 หรือค่าความสำคัญน้อยกว่าก็ทำการใส่ค่าน้อยกว่า 1.00 และถ้าค่าความสำคัญมากกว่าก็ทำการใส่ค่ามากกว่า 1.00 เป็นต้น โดยการให้คะแนนทางผู้วิจัยได้ทำการให้วิศวกร ฝ่ายวิศวกรรม เป็นผู้ให้คะแนน

ตารางที่ 3-11 การประเมินโดยการเปรียบเทียบของแต่ละหน้าที่หลัก

	ประโยชน์ในการใช้งาน	**การประเมินโดยการเปรียบเทียบ**									
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**
A	รวบรวมชิ้นส่วน	0.80									
B	รับแรงขับ	1.00	1.00								
C	รับแรงกด		1.00	0.90							
D	ลดความเสียดทาน			1.00	1.50						
E	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง				1.00	1.30					
F	ส่งจาระบี					1.00	0.80				
G	จับยึดฝาปิด						1.00	1.00			
H	ประกอบชิ้นส่วน							1.00	0.90		
I	ป้องกันการรั่วซึม								1.00	1.20	
J	ป้องกันชิ้นส่วน									1.00	1.00
K	ทำให้ผิวชิ้นงานสนิทกัน										1.00

หลังจากที่ได้ทำการประเมินโดยการเปรียบเทียบของแต่ละหน้าที่หลักแล้ว จากนั้นจะทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญของแต่ละหน้าที่หลักดังตารางที่ 3-12 โดยค่าระดับความสำคัญได้จากการประเมินโดยการเปรียบเทียบของแต่ละหน้าที่หลักในตารางที่ 3-11

ค่าการปรับปรุงแก้ไขหาได้จากค่าเริ่มต้นที่ 1.00 จากประโยชน์การใช้งาน K นำไปคูณกับค่าระดับความสำคัญ J และนำค่าที่ได้มาเป็นค่าตั้งต้นในการคูณกับค่าระดับความสำคัญ I ตามลูกศรที่ดังตารางที่ 3-12 หลังจากที่ทำการหาค่าการปรับปรุงแก้ไขครบแล้ว ต่อจากนั้นนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาผลรวม และนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญต่อไป โดยหาค่าได้จากนำค่าปรับปรุงแก้ไขในแต่ละหน้าที่หลัก หารด้วยผลรวมของค่าการปรับปรุงแก้ไขก็จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญของแต่ละหน้าที่หลัก

ตารางที่ 3-12 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญของแต่ละหน้าที่หลัก

	ประโยชน์ในการใช้งาน	ระดับความสำคัญ	ค่าปรับปรุงแก้ไข	สัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญ (W)
A	รวบรวมชิ้นส่วน	0.80	1.21	0.09
B	รับแรงขับ	1.00	1.51	0.11
C	รับแรงกด	0.90	1.51	0.11
D	ลดความเสียดทาน	1.50	1.68	0.13
E	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง	1.30	1.12	0.08
F	ส่งจาระบี	0.80	0.86	0.06
G	จับยึดฝาปิด	1.00	1.08	0.08
H	ประกอบชิ้นส่วน	0.90	1.08	0.08
I	ป้องกันการรั่วซึม	1.20	1.20	0.09
J	ป้องกันชิ้นส่วน	1.00	1.00	0.08
K	ทำให้ผิวชิ้นงานสนิทกัน	1.00	1.00	0.08
	รวม		13.25	1.00

การวิเคราะห์ต้นทุนแยกตามหน้าที่และประโยชน์ของการใช้งาน

ในชุดชิ้นส่วนของ Rotary joint นั้นซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 10 ส่วน และนำส่วนต่าง ๆ นั้นมาแยกเป็นต้นทุนตามหน้าที่และประโยชน์การใช้งาน เพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละหน้าที่มีต้นทุนเป็นอย่างไรบ้าง ดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 การวิเคราะห์ต้นทุนแยกตามหน้าที่ประโยชน์ของการใช้งาน

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ต้นทุน	ประโยชน์ในการใช้งาน										
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Housing	6,200	6,200										
2	Shaft	4,500	2,000	2,500									
3	Ball bearing	3,000			1,500	1,500							
4	Bearing retainer	80					80						
5	Spacer	850					850						
6	Greese nipple	150						150					
7	Bolt M10 x 1.5 x 40	270							100	170			
8	Seal ring	3,500									3,500		
9	Bellows assembly	18,500									18,500		
10	Cover	950									50	500	400
	รวม	38,000	8,200	2,500	1,500	1,500	930	150	100	170	22,050	500	400

จากข้อมูลในตารางที่ 3-13 นำข้อมูลที่ได้มาทำการประเมินหน้าที่การใช้งานเพื่อหาลำดับความสำคัญที่เราต้องทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนและหลัง ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 การประเมินหน้าที่การใช้งาน

	ประโยชน์ในการใช้งาน	F' (W x ∑C)	F	C	F/ C	C-F	Priority
A	รวบรวมชิ้นส่วน	3,470	3,470	8,200	0.42	4,730	2
B	รับแรงขับ	4,331	2,500	2,500	1.00	0	-
C	รับแรงกด	4,331	1,500	1,500	1.00	0	-
D	ลดความเสียดทาน	4,818	1,500	1,500	1.00	0	-
E	กำหนดตำแหน่งแบริ่ง	3,212	930	930	1.00	0	-
F	ส่งจาระบี	2,466	150	150	1.00	0	-
G	จับยึดฝาปิด	3,097	100	100	1.00	0	-
H	ประกอบชิ้นส่วน	3,097	170	170	1.00	0	-
I	ป้องกันการรั่วซึม	3,442	3,442	22,050	0.16	18,608	1
J	ป้องกันชิ้นส่วน	2,868	500	500	1.00	0	-
K	ทำให้ผิวชิ้นงานสนิทกัน	2,868	400	400	1.00	0	-
	รวม	38,000	14,662	38,000	9.58	23,338	

F' = ค่าประเมินประโยชน์การใช้งานสมมุติ (สัมประสิทธิ์ระดับความสำคัญ x ค่ารวมทั้งหมดของต้นทุน)

F = ค่าที่น้อยซึ่งได้จากการเปรียบเทียบ F' กับ C

C = ต้นทุนที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนแยกตามสาขาประโยชน์การใช้งาน

F/ C = อัตราส่วนคุณค่า

C-F = มูลค่าของช่องว่างการลดต้นทุน

จากการวิเคราะห์และลำดับความสำคัญของแต่ละหน้าที่นั้น จะเห็นว่าหน้าที่การใช้งานที่ควรได้รับการปรับปรุงเป็นอย่างแรก คือ "ป้องกันการรั่วซึม" ซึ่งมีอุปกรณ์ใช้ป้องกันอยู่ 2 ส่วน คือ Seal ring และ Bellows assembly ดังภาพที่ 3-9

Seal Ring		3,500
Bellows Assembly		18,500

ภาพที่ 3-9 ส่วนประกอบของชุดข้อต่อแรงดันที่จะทำการปรับปรุง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจะทำการเลือกปรับปรุงในส่วนของ “Bellow assembly” เนื่องจากมีราคาแพงกว่า Seal ring โดยจะคงหน้าที่หลักของการทำงานของชุดอุปกรณ์ดังกล่าวให้คงเดิม

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจัย

ขั้นตอนการสร้างสรรค์แนวความคิด

จากขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของชิ้นงาน Bellow assembly โดยมีเป้าหมายหลักในการ คือ การลดต้นทุนของชิ้นงานให้ต่ำลง โดยยังสามารถทำการป้องกันการรั่วซึมได้เหมือนเดิมและทำการผลิตขึ้นภายในประเทศ โดยทางผู้วิจัยได้ทำการแจกแจงรายละเอียดของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต Bellows assembly ตัวเดิม ดังตารางที่ 4-1

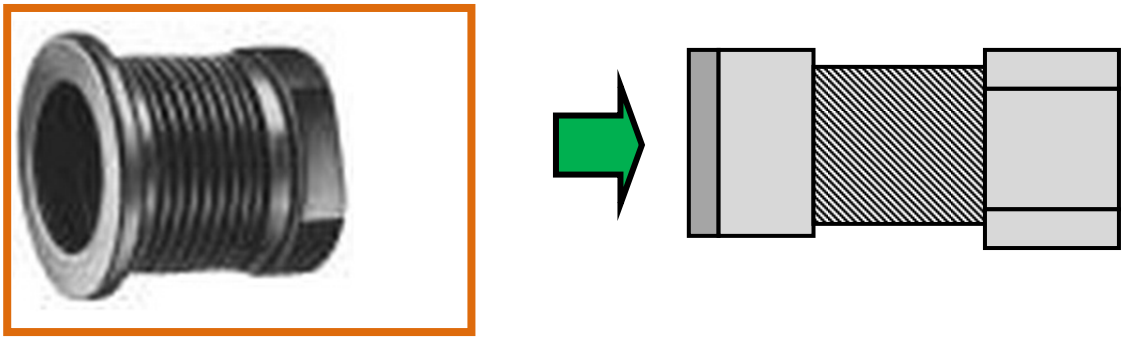
ตารางที่ 4-1 รายละเอียดของวัสดุ Bellows assembly ตัวเดิม

ที่	ภาพ	รายละเอียด
1		1. ชิ้นงานบริเวณหน้าสัมผัสเป็น ซิลิคอน รวมกับฐานที่เป็นสเตนเลส โดยงานทั้ง 2 ชิ้นจะติดกันเหมือนเป็นงานชิ้นเดียวกันและไม่มีรอยเชื่อม 2. ทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสกับ สเตเตอร์ซีล
2		1. วัสดุเป็น SK5 (เหล็กสปริง) 2. ชิ้นงานขดเป็นสปริง ค่านิจสปริง = 2 Kg/mm. 3. เป็นงานชิ้นเดียวกันกับหน้าสัมผัสและฐานโดยไม่มีรอยเชื่อม 4. ทำหน้าที่กดและรับแรง

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ที่	ภาพ	รายละเอียด
3		1. วัสดุที่ใช้ทำตัวฐานเป็น SUS316 2. เป็นฐานสำหรับขันยึดเข้ากับตัวเพลา 3. เป็นชิ้นงานที่ติดกับส่วนของสปริงโดยไม่มีรอยเชื่อม

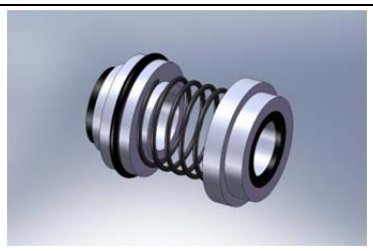
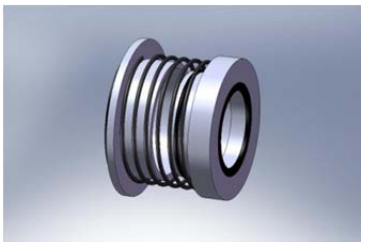
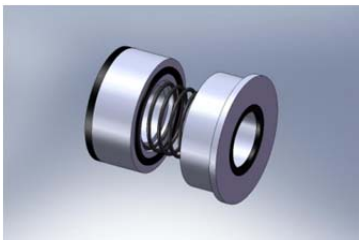
จากตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่าชิ้นงานต้นแบบได้มีการเชื่อมต่อกันเป็นงานชิ้นเดียว ซึ่งทางผู้วิจัยเห็นว่า เป็นข้อจำกัดของการผลิต ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการออกแบบชิ้นงานแบบแยกส่วน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส ส่วนที่เป็นสปริงและส่วนที่เป็นฐาน ใช้ขันยึดเข้ากับตัวเพลา และทำการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานของชิ้นงานแต่ละส่วน ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แนวคิดการออกแบบ Bellows assembly แบบแยกส่วน

หลังจากที่ได้ทำการเลือกแนวคิดการออกแบบ Bellows assembly แบบแยกส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการออกแบบ โดยทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไว้ 3 แบบ แยกเป็น Design: A, Design: B และ Design: C ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แนวคิดการออกแบบ Design A, B และ C

การออกแบบ	ภาพ
Design: A	
Design: B	
Design: C	

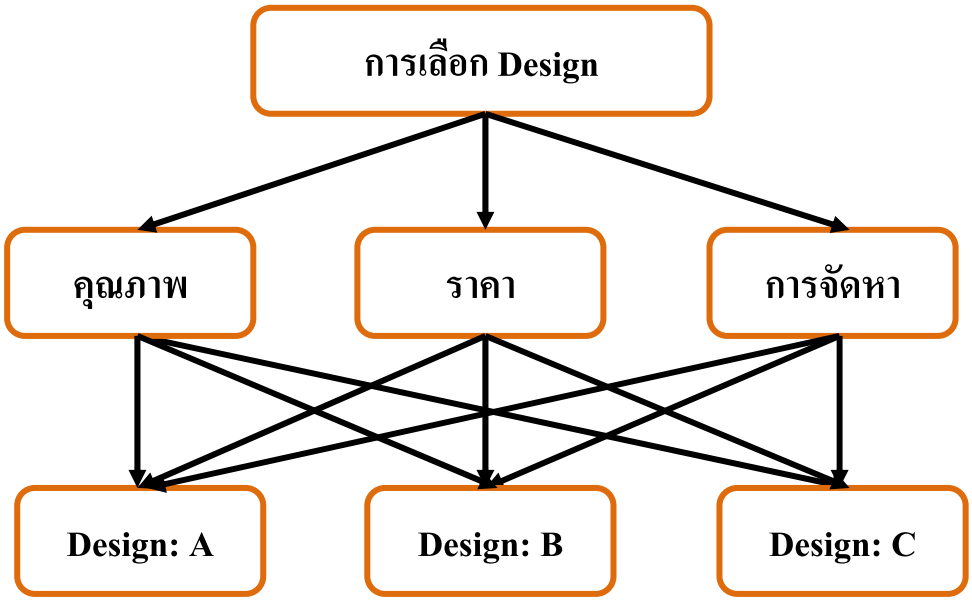
ในการออกแบบแต่ละแบบนั้น ทางผู้วิจัยได้เน้นพิจารณาการคงไว้ซึ่งการทำงานของหน้าที่หลักและหน้าที่รองของแบบเดิม เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยไม่เกิดปัญหาตามมา ซึ่งในแต่ละแบบมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 รายละเอียดการออกแบบของ Design A, B และ C

Design	ชิ้นส่วน	รายละเอียดชิ้นส่วน	วิธีการ
A	A-1	หน้าสัมผัส	1. ขึ้นรูปด้วยการกลึง สเตนเลส 2. ฝังหน้าสัมผัสด้วย เซรามิค 3. เซาะร่องใส่ O-ring viton เพื่อป้องกันการรั่วซึม
	A-2	สปริง	1. นำลวดสปริง (SK5) มาขดขึ้นรูป 2. กำหนดค่านิจสปริง = 2 Kg/ mm.
	A-3	ฐานสำหรับขันล็อคเข้ากับเพลา	1. นำสเตนเลสขึ้นรูปด้วยการกลึง 2. ทำเกลียวเพื่อขันล็อคเข้ากับเพลา
B	B-1	หน้าสัมผัส	1. ขึ้นรูปด้วยการกลึง สเตนเลส 2. ฝังหน้าสัมผัสด้วย ซิลิคอน คาร์ไบด์ 3. เซาะร่องใส่ O-ring viton เพื่อป้องกันการรั่วซึม
	B-2	สปริง	1. นำลวดสปริง (SK5) มาขดขึ้นรูป 2. กำหนดค่านิจสปริง = 2 Kg/ mm.
	B-3	ฐานสำหรับขันล็อคเข้ากับเพลา	1. นำสเตนเลสขึ้นรูปด้วยการกลึง 2. ทำเกลียวเพื่อขันล็อคเข้ากับเพลา
C	C-1	หน้าสัมผัส	1. ขึ้นรูปด้วยการกลึง สเตนเลส 2. ฝังหน้าสัมผัสด้วย ทังสเตน 3. เซาะร่องใส่ O-ring viton เพื่อป้องกันการรั่วซึม
	C-2	สปริง	1. นำลวดสปริง (SK5) มาขดขึ้นรูป 2. กำหนดค่านิจสปริง = 2 Kg/mm.
	C-3	ฐานสำหรับขันล็อคเข้ากับเพลา	1. นำสเตนเลสขึ้นรูปด้วยการกลึง 2. ทำเกลียวเพื่อขันล็อคเข้ากับเพลา

ขั้นประเมินผลความคิด

ทางผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic hierarchy process: AHP) ในการพิจารณาทั้ง 3 แนวคิด เพื่อตัดสินใจหาแนวทางที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์แบบ AHP จะทำการจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ และทางผู้วิจัยได้นำปัจจัยในเรื่องของ คุณภาพ ราคาและการจัดหา มาพิจารณาเพื่อเลือกว่า Design A, B หรือ C แบบไหนเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์

ทางผู้วิจัยจะทำการพิจารณาจากการทำหน้าที่หลักกับหน้าที่รองของ Design เดิม โดยในการออกแบบใหม่ต้องคงไว้ด้วยหน้าที่หลักและหน้าที่รองของ Bellows assembly ไว้ และทางผู้วิจัยได้ร่วมกับวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรม ได้ทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 4-3 รายละเอียดการออกแบบของแต่ละแนวคิดว่าใช้วัสดุชนิดใดและใช้ข้อมูลในตารางที่ 4-5 ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและการนำไปใช้งานของแต่ละแนวคิดโดย เราจะดูที่ความแข็งแรงของวัสดุว่าเป็นอย่างไร การระบายความร้อนสูงหรือไม่ รวมถึงคุณลักษณะพิเศษของวัสดุแต่ละตัว หลังจากนำข้อมูลต่าง ๆ ให้ทางวิศวกรฝ่ายวิศวกรรมทำการวิเคราะห์และให้คะแนนโดยรายละเอียดเหล่านี้จะถูกกำหนดค่า ตามช่วงคะแนน 0-9 คะแนน โดยจะได้ข้อมูล ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนของแต่ละแนวความคิด

ลำดับที่	หน้าที่	Design: A	Design: B	Design: C
1	ป้องกันการรั่วซึม	4	8	9
2	รับแรงกด	5	5	5
3	ยึดเพลา	5	5	5
4	นำทางเพลา	5	5	5
	รวม	19	23	24

ในด้านคุณภาพ ทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกให้ Design C มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาเป็น Design B และ Design A ตามลำดับ โดยได้นำข้อมูลอ้างอิงในด้านคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการใช้งานดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและการนำไปใช้งานของแต่ละแนวคิด

Design	ชนิดหน้าสัมผัส	ขั้นตอนการผลิต	ราคาต้นทุน	การประกอบ	การจัดหาวัสดุ	จำนวนชิ้นส่วน	การจัดเก็บ	ความแข็งแรงของวัสดุ	การระบายความร้อน	ทนต่อการเสียดสี	การเข้าคู่กับหน้าสัมผัส	คุณสมบัติพิเศษ
A	เซรามิค	กลึง คว้าน เซาะร่อง ทำเกลียว	9,700		ง่าย	3		แข็งแรงสูง (เปราะง่าย)	ต่ำ	ปานกลาง	Carbon Antimony, Teflon	มีความลื่นในตัว ทนต่อสารเคมี
B	ซิลิกอน คาร์ไบ	กลึง คว้าน เซาะร่อง ทำเกลียว	7,500	ประกอบด้วยแรงงานคน	ง่าย	3	ต้องมีวัสดุห่อหุ้มเพื่อป้องกัน	แข็งแรงสูง	สูง	ดีมาก	Carbon Antimony, Tungsten carbide, Silicon carbide	ทนต่อสารเคมีสูง ใช้งานได้หลากหลายสภาวะ สูบจ่ายของเหลวที่มีการขัดสีสูง อายุการใช้งานยาวนาน
C	ทังสเตน คาร์ไบ	กลึง คว้าน เซาะร่อง ทำเกลียว	8,700		ยาก	3		แข็งแรงสูง	สูง	ดีมาก	Carbon Antimony, Tungsten carbide, Silicon carbide	ทนต่อสารเคมีสูง เหมาะสมสำหรับการใช้กับสารหล่อลื่น สูบจ่ายของเหลวที่มีการขัดสีสูง

1. การหาลำดับความสำคัญของปัจจัย

การหาลำดับความสำคัญ ทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญโดยเริ่มจากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่ทำการเลือกมา ซึ่งมี 3 ปัจจัย ได้แก่ คุณภาพ ราคาและการจัดหา โดยการให้คะแนนทางผู้วิจัยร่วม กับเป็นวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรมเป็นผู้ร่วมพิจารณา รายละเอียดย่อยของการให้คะแนนแสดงได้ดังนี้

1.1 ปัจจัยด้านคุณภาพ จะพิจารณาเกี่ยวกับความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ การระบายความร้อน การทนต่อการเสียดสีและคุณลักษณะพิเศษของวัสดุของแต่ละ Design

1.2 ปัจจัยด้านราคา พิจารณาช่วงราคาของชิ้นงานของแต่ละ Design

1.3 ปัจจัยด้านการจัดหา จะพิจารณาถึงวัสดุที่จะนำมาใช้ของแต่ละ Design มีความยาก ง่ายในการหาภายในประเทศหรือไม่

โดยทางผู้วิจัยได้สร้างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่าง ๆ ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 การให้คะแนนเปรียบเทียบทั้ง 3 ปัจจัย

ปัจจัย	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา
คุณภาพ	1	2	3
ราคา	1/ 2	1	3/ 2
การจัดหา	1/ 3	2/ 3	1
ผลรวมแนวตั้ง	1.833	3.667	5.500

เมื่อทำการให้คะแนนแล้วต่อไปทำการจัดหาลำดับความสำคัญของปัจจัย ว่าปัจจัยไหนมีความสำคัญที่สุด โดยทำการปรับผลรวมของแต่ละคอลัมน์ ดังตารางที่ 4-6 ให้เท่ากับ 1 โดยนำผลรวมแนวตั้งไปหารคะแนนในแต่ละช่องซึ่งจะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา	ลำดับความสำคัญ (ผลรวมแนวนอน/ 3)
คุณภาพ	0.545	0.545	0.545	0.545
ราคา	0.273	0.273	0.273	0.273
การจัดหา	0.182	0.182	0.182	0.182
ผลรวมแนวตั้ง	1.000	1.000	1.000	1.000

จากข้อมูลในตารางที่ 4-7 จะเห็นได้ว่าลำดับความสำคัญในด้านคุณภาพมีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านราคา และปัจจัยด้านการจัดหามีลำดับความสำคัญน้อย เพื่อความแน่ใจทางผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณความสอดคล้องกันของเหตุผล (Concurrency reasonable) ขั้นตอนนี้จะทำการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ ดังตารางที่ 4-7 มีความถูกต้องและสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำตารางเมตริกซ์ที่มีการใส่ค่าตัวเลข (ตารางที่ 4-6) มาหาลำดับความสำคัญ โดยนำค่าน้ำหนักหรือค่าลำดับความสำคัญ ดังตารางที่ 4-7 มาเติมในคอลัมน์สุดท้าย ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา	ลำดับความสำคัญ
คุณภาพ	1	2	3	0.545
ราคา	1/ 2	1	3/ 2	0.273
การจัดหา	1/ 3	2/3	1	0.182

2. นำค่าตัวเลขในคอลัมน์ที่ 2-4 คูณกับ ค่าลำดับความสำคัญในแถวที่ 2-4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลคูณตัวเลขกับค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา
คุณภาพ	1*0.545	2*0.273	3*0.182
ราคา	1/ 2*0.545	1*0.273	3/ 2*0.182
การจัดหา	1/ 3*0.545	2/ 3*0.273	1*0.182

3. หาผลรวมแนวนอนของตารางที่ 4-9 จะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลรวมแนวนอนของค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา	ผลรวมแนวนอน
คุณภาพ	0.545	0.546	0.546	1.637
ราคา	0.273	0.273	0.273	0.819
การจัดหา	0.182	0.182	0.182	0.546

4. นำผลรวมแนวนอนจากตารางที่ 4-10 มาหารด้วยค่าลำดับความสำคัญจากตารางที่ 4-8 ผลลัพธ์ที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลหารของผลรวมแนวนอนกับค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย

	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา
ผลรวมแนวนอน	1.637	0.819	0.546
ค่าลำดับความสำคัญ	0.545	0.273	0.182
ผลหาร	3.003	3.000	3.000

5. นำผลหารจากตารางที่ 4-11 ไปคำนวณหาค่า λ_{max} ดังสมการด้านล่าง

λ_{max} = (ผลรวมของผลหาร)/ จำนวนทางเลือก

= (3.003+3.000+3.000)/3

= 3.001

6. เมื่อได้ค่า λ max แล้ว นำไปคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Consistency index) ดังสมการด้านล่าง เมื่อ n = จำนวนทางเลือก

$CI = (\lambda \text{ max}-n)/n-1$

$= (3.001 – 3)/2$

$= 0.0005$

7. เมื่อได้ค่า CI แล้ว นำไปคำนวณหาอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency ratio) ดังสมการด้านล่าง เมื่อ ค่า RI = 0.58 เมื่อ n = 3

$CR = (CI/RI)*100$

$= (0.0005/0.58)*100$

$= 0.0862$

เพราะฉะนั้น ค่าความสอดคล้องที่ใช้ปัจจัยด้านคุณภาพเป็นเกณฑ์หลัก คือ 4.640 ซึ่งอัตราส่วนความสอดคล้องทางทฤษฎี (CR) ที่ยอมรับได้ของเมตริกซ์ขนาด 3x3 ต้องเท่ากับหรือน้อยกว่า 5% ดังนั้นสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบแบบคู่มีความสอดคล้องกันของเหตุผลเป็นที่ยอมรับได้ และค่าน้ำหนักที่คำนวณได้เมื่อใช้ปัจจัยด้านคุณภาพเป็นหลัก ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	**น้ำหนัก (ค่าลำดับความสำคัญ x 100)**
คุณภาพ	54.500
ราคา	27.300
การจัดหา	18.200

1. การแสดงลำดับความสำคัญด้านคุณภาพ

การแสดงลำดับความสำคัญด้านคุณภาพ โดยเบื้องต้นต้องทำการให้คะแนนของแต่ละแนวคิด ดังแสดงในตารางที่ 4-13 โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 4-5 ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและการนำไปใช้งานของแต่ละแนวคิดเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยผู้วิจัยและวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรม เป็นผู้ร่วมพิจารณา

ตารางที่ 4-13 คะแนนความสำคัญด้านคุณภาพของแต่ละแนวคิด

ปัจจัยด้านคุณภาพ	Design A	Design B	Design C
Design A	1	1/ 5	1/ 6
Design B	5	1	6/ 5
Design C	6	5/6	1
รวม	12.000	2.033	2.367

เมื่อทำการให้คะแนนแล้วต่อไปทำการจัดหาลำดับความสำคัญด้านคุณภาพของแต่ละ Design ว่า Design ไหนมีความสำคัญที่สุด โดยทำการปรับผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในตารางที่ 4-13 ให้เท่ากับ 1 ผลลัพธ์ที่ได้ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ลำดับความสำคัญด้านคุณภาพของแต่ละแนวความคิด

ปัจจัยด้านคุณภาพ	Design A	Design B	Design C	ลำดับความสำคัญ (ผลรวมแนวนอน/ 3)
Design A	0.083	0.098	0.070	0.084
Design B	0.417	0.492	0.507	0.472
Design C	0.500	0.410	0.422	0.444
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000

จากข้อมูลในตารางที่ 4-14 จะเห็นได้ว่าในการแสดงลำดับความสำคัญด้านคุณภาพแนวคิด Design B มีความสำคัญที่สุด รองลงมาเป็นแนวคิด Design C และ แนวคิด Design A เป็นลำดับสุดท้าย เนื่องจากการพิจารณาข้อมูลในตารางที่ 4-5 พบว่า ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ใน Design A เป็นเซรามิค มีความแข็งแรงสูงแต่เปราะง่ายกว่า ซิลิกอน คาร์ไบ ใน Design B และ ทังสเตน คาร์ไบ ใน Design C อีกทั้ง การระบายความร้อนของ Design A ยังต่ำกว่า Design B และ Design C อีกด้วย

2. การแสดงลำดับความสำคัญด้านราคา

การแสดงลำดับความสำคัญด้านราคา โดยเบื้องต้นต้องทำการให้คะแนนของแต่ละแนวคิด ดังตารางที่ 4-15 โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 4-5 ข้อมูลราคาในการผลิตของแต่ละแนวคิด

เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยมีผู้วิจัยและวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรมเป็นผู้ร่วมพิจารณา

ตารางที่ 4-15 คะแนนความสำคัญด้านราคาของแต่ละแนวคิด

ปัจจัยด้านราคา	Design A	Design B	Design C
Design A	1	1/ 7	1/ 5
Design B	7	1	5/ 7
Design C	5	7/5	1
รวม	13.000	2.543	1.914

เมื่อทำการให้คะแนนแล้วต่อไปทำการจัดหาลำดับความสำคัญด้านราคาของแต่ละ Design ว่า Design ไหนมีความสำคัญที่สุด โดยทำการปรับผลรวมของแต่ละคอลัมน์ใน ตารางที่ 4-15 ให้เท่ากับ 1 ผลลัพธ์ที่ได้ ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 ลำดับความสำคัญด้านราคาของแต่ละแนวความคิด

ปัจจัยด้านราคา	Design A	Design B	Design C	ลำดับความสำคัญ (ผลรวมแนวนอน/ 3)
Design A	0.077	0.056	0.104	0.079
Design B	0.538	0.394	0.374	0.435
Design C	0.385	0.550	0.522	0.486
รวมแนวตั้ง	1.000	1.000	1.000	1.000

จากข้อมูลในตารางที่ 4-16 จะเห็นได้ว่าในการแสดงลำดับความสำคัญด้านราคา แนวคิด Design C มีความสำคัญที่สุด รองลงมาเป็นแนวคิด Design B และ แนวคิด Design A เป็นลำดับสุดท้าย เนื่องจาก การที่ให้ทางซัพลายเออร์ทำการวิเคราะห์ราคาจากแบบแล้ว Design C มีราคาในการสั่งผลิตต่ำที่สุด

3. การแสดงลำดับความสำคัญด้านการจัดหา

การแสดงลำดับความสำคัญด้านการจัดหา โดยเบื้องต้นต้องทำการให้คะแนนของแต่ละแนวคิด ดังแสดงในตารางที่ 4-17 โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 4-5 ข้อมูลการจัดหาวัสดุ

ของซัพพลายเออร์ในการผลิตของแต่ละแนวคิดเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยมีผู้วิจัยและวิศวกร ฝ่ายวิศวกรรมเป็นผู้ร่วมพิจารณา

ตารางที่ 4-17 คะแนนความสำคัญด้านการจัดหาของแต่ละแนวคิด

ปัจจัยด้านการจัดหา	Design A	Design B	Design C
Design A	1	3	6
Design B	1/3	1	2
Design C	1/6	1/2	1
รวมแนวตั้ง	1.500	4.500	9.000

เมื่อทำการให้คะแนนแล้วต่อไปทำการจัดหาลำดับความสำคัญด้านการจัดหาของแต่ละ Design ว่า Design ไหนมีความสำคัญที่สุด โดยทำการปรับผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในตารางที่ 4-17 ให้เท่ากับ 1 ผลลัพธ์ที่ได้ดังตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ลำดับความสำคัญด้านการจัดหาของแต่ละแนวความคิด

ปัจจัยด้านการจัดหา	Design A	Design B	Design C	ลำดับความสำคัญ (ผลรวมแนวนอน/ 3)
Design A	0.667	0.667	0.667	0.667
Design B	0.222	0.222	0.222	0.222
Design C	0.111	0.111	0.111	0.111
รวมแนวตั้ง	1.000	1.000	1.000	1.000

จากข้อมูลในตารางที่ 4-18 จะเห็นได้ว่าในการแสดงลำดับความสำคัญด้านราคาแนวคิด Design A มีความสำคัญที่สุด รองลงมาเป็นแนวคิด Design B และ แนวคิด Design C เป็นลำดับสุดท้าย เนื่องจากการสอบถามซัพพลายเออร์พบว่า วัสดุเซรามิค ที่ใช้ใน Design A หาง่ายที่สุด รองลงมาเป็น ซิลิกอน คาร์ไบ ที่ใช้ใน Design B ส่วน ทังสเตน คาร์ไบ ที่ใช้ใน Design C จะหายากที่สุด

จากการวิเคราะห์เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทั้งหมด พบว่า แต่ละ Design มีจุดเด่นแตกต่างกันไป กล่าวคือ Design C มีจุดเด่นในเรื่องคุณภาพของวัสดุ Design B มีจุดเด่นในด้านราคา ที่ถูกกว่า Design A และ Design C ส่วน Design A มีจุดเด่นในด้านการจัดหาวัสดุที่ใช้ของซัพพลายเออร์ คือ เซรามิคเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องตลาด ซึ่งขั้นตอนต่อไปทางผู้วิจัยจะดำเนินการต่อไป คือ การคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกในภาพรวม ดังตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 ลำดับความสำคัญรวมของแต่ละแนวความคิดเปรียบเทียบกับแต่ละปัจจัย

	ค่าสัมประสิทธิ์ความสำคัญ			ผลรวมแนวนอน	ลำดับความสำคัญ (ผลรวมแนวนอน*100)
	คุณภาพ	ราคา	การจัดหา		
	0.545	**0.273**	**0.182**		
Design A	0.084*0.545	0.079*0.273	0.667*0.182	0.189	18.9
Design B	0.472*0.545	0.435*0.273	0.222*0.182	0.416	41.6
Design C	0.444*0.545	0.486*0.273	0.111*0.182	0.395	39.5
รวม	0.525	0.334	0.142	1.0000	100.000

ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4-19 ปรากฏว่า ค่าลำดับความสำคัญ ของ Design B มีความน่าสนใจมากที่สุด ตามด้วย Design C และ Design A ตามลำดับ เมื่อนำแนวคิดมาเปรียบเทียบกับแต่ละปัจจัย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการเลือกแนวความคิด Design B นำไปพัฒนาเป็นชิ้นงานจริงเพื่อทำการทดสอบการใช้งานในสภาพการใช้งานจริง และตรวจสอบดูว่าสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นการทดสอบและพิสูจน์

1. การทดสอบทางทฤษฎี โดยทางผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบวัสดุที่นำมาใช้ระหว่างงานตัวเก่าและงานที่ทำการออกแบบใหม่ ว่าวัสดุมีคุณสมบัติเหมือนกันอย่างไร ดังตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 เปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ระหว่างงานตัวแบบกับงาน Design B

ส่วนที่		Bellows assembly	รายละเอียด
1	Original		1. ชิ้นงานบริเวณหน้าสัมผัสเป็น ซิลิคอน รวมกับฐานที่เป็นสเตนเลส โดยงานทั้ง 2 ชิ้นจะติดกันเหมือนเป็นงานชิ้นเดียวกันและไม่มีรอยเชื่อม 2. ทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสกับ สเตเตอร์ซีล
	New Design		1. ขึ้นรูปด้วยการกลึง สเตนเลส SUS304 2. ฝังหน้าสัมผัสด้วย ซิลิคอน คาร์ไบด์ 3. เซาะร่องใส่ O-ring viton เพื่อป้องกันการรั่วซึม
2	Original		1. วัสดุเป็น SK5 (เหล็กสปริง) 2. ชิ้นงานขดเป็นสปริง ค่านิจสปริง = 2 Kg/mm. 3. เป็นงานชิ้นเดียวกันกับหน้าสัมผัสและฐานโดยไม่มีรอยเชื่อม 4. ทำหน้าที่กดและรับแรง
	New Design		1. นำลวดสปริง (SK5) มาขดขึ้นรูป 2. กำหนดค่านิจสปริง = 2 Kg/mm.
3	Original		1. วัสดุที่ใช้ทำตัวฐานเป็น SUS316 2. เป็นฐานสำหรับขันยึดเข้ากับตัวเพลา 3. เป็นชิ้นงานที่ติดกับส่วนของสปริงโดยไม่มีรอยเชื่อม
	New Design		1. นำสเตนเลส SUS304 ขึ้นรูปด้วยการกลึง 2. ทำเกลียวเพื่อขันล็อคเข้ากับเพลา

จากข้อมูลในตารางที่ 4-20 จะเห็นว่ามีเพียงส่วนที่ 3 ที่ใช้วัสดุต่างกันเล็กน้อย คือ ต่างกันในส่วนของเกรดของ สเตนเลสที่เป็น SUS316 สำหรับตัวที่เป็นงานต้นแบบ ส่วนใน Design B เราใช้เป็น SUS304 ซึ่งทั้ง 2 ตัว เป็นสเตนเลสในตระกูลออสเทนนิติค (Austenitic) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ต้านทานการกัดกร่อนดีเยี่ยม
2. ใช้งานประกอบและขึ้นรูป ที่เกี่ยวข้องกับความสะอาดและสุขอนามัยได้ดีเลิศ
3. สะดวกในงานสร้าง ประกอบหรือขึ้นรูปทั่วไปได้ดีมาก
4. มีความแข็งแรงสูงสุดและความยืดตัวสูง
5. แม่เหล็กดูดไม่ติด
5. สามารถใช้งานเย็นจัดและร้อนจัดที่อุณหภูมิประมาณ 600 ˚C หรือสูงกว่า

ดังนั้นผลการทดสอบทางทฤษฎีสำหรับงาน Bellows assembly สามารถนำไปใช้งานทดแทนงานตัวเดิมได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การทดสอบกายภาพหรือการใช้งานจริงมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทำการเตรียมชิ้นงาน ตามแนวคิด Design B ดังภาพที่ 4-3

ภาพที่ 4-3 แบบชิ้นงานตามแนวคิด Design B

2.2 สำหรับการทดสอบของชิ้นงาน Bellows assembly Design B ทางผู้วิจัยได้ส่งชิ้นงานให้ฝ่ายวิศวกรรมเป็นผู้ติดตั้งทำการทดสอบ โดยจะนำไปติดตั้งกับเครื่อง Extruder โดยเครื่อง Extruder มีข้อมูลด้านเทคนิค ดังตารางที่ 4-21

ตารางที่ 4-21 ข้อมูลด้านเทคนิคของเครื่อง Extruder

ความดันในระบบ (Bar)	**อุณหภูมิในระบบ (Degree)**	**ความเร็วรอบในการหมุน (rpm)**
1.5	90-110	60

2.3 หลังจากทราบข้อมูลด้านเทคนิคแล้ว ต่อไปเป็นการเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการติดตั้ง โดยจะทำการประกอบ Bellows assembly เข้ากับชุด Rotary joint ดังภาพที่ 4-4

ภาพที่ 4-4 ชุด Rotary joint หลังจากการประกอบเข้ากับ Bellows assembly

2.4 หลังจากนั้นนำชุด Rotary joint ไปประกอบกับเครื่อง Extruder เพื่อทำการทดลองใช้งาน ดังภาพที่ 4-5

ภาพที่ 4-5 นำชุด Rotary joint ไปประกอบกับเครื่อง Extruder

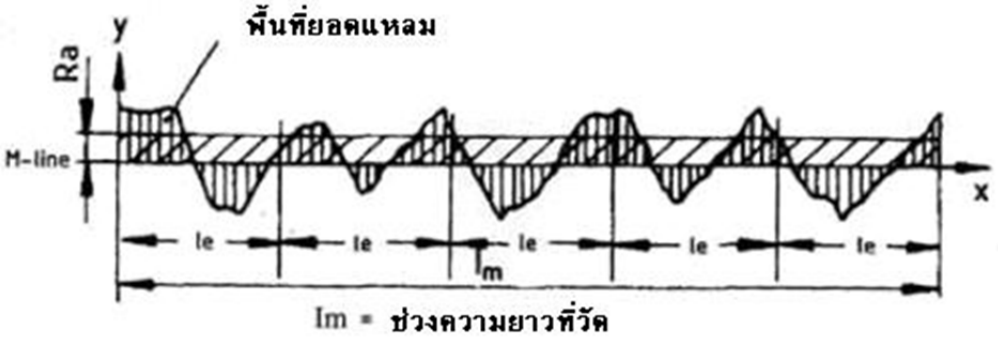
2.5 หลังจากที่ทดลองใช้งานเป็นระยะเวลาทุก ๆ 1 เดือน ทางผู้วิจัยได้ทำการถอดชิ้นงานเพื่อทำการทดสอบการสึกกร่อนและนำไปเปรียบเทียบกับชิ้นงานรูปแบบเก่าที่ไม่สามารถใช้งานได้ โดยงานรูปแบบเก่าที่นำมาทดสอบมีอายุการใช้งาน 8 เดือน โดยทำการส่งทดสอบ ณ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการวัดค่าความหยาบผิวชิ้นงานก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการวัดความหยาบของชิ้นงาน Ra ด้วยเครื่อง Surftest เมื่อค่า Ra มีความหมายดังนี้

ความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต (Roughness average: Ra) เป็นการแสดงความหยาบพื้นผิวด้วยค่าเฉลี่ยทางเลขคณิตของผิวที่วัด ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้กันมากที่สุด และหลายมาตรฐานมักอ้างอิงค่านี้ในการกำหนดมาตรฐานความหยาบผิว การหาค่าความหยาบผิวเฉลี่ยเลขคณิต ได้จากการรวมพื้นที่ยอดแหลมของคลื่นเหนือเส้นกึ่งกลาง (M-line) หรือที่เรียกว่า Mean line กับพื้นที่เหวลึกของคลื่นใต้เส้นกึ่งกลาง (M-line) หรือที่เรียกว่า Mean line หารด้วยความยาวเฉลี่ย (Im) โดยที่ค่าของ Ra มีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร (μm) แสดงวิธีการหาค่าความหยาบผิว Ra

ดังภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 วิธีการหาค่าความหยาบผิวชนิด ค่า Ra

ทำการทดลองโดยการวัดค่าความหยาบผิว Ra จากชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้น ที่มีลักษณะของผิวที่แตกต่างกันได้ ดังนี้

1. ชิ้นงานรูปแบบเก่าที่ยังไม่ได้ใช้
2. ชิ้นงานรูปแบบใหม่ หลังปรับปรุงที่ยังไม่ได้ใช้
3. ชิ้นงานรูปแบบเก่าที่ผ่านการใช้งานไปแล้วทุก ๆ 1 เดือน
4. ชิ้นงานรูปแบบใหม่ หลังปรับปรุงที่ผ่านการใช้งานไปแล้วทุก ๆ 1 เดือน
5. ชิ้นงานรูปแบบเก่าที่ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ โดยผ่านการใช้งานแล้ว 8 เดือน

จากผลการทดลองทำให้สามารถสรุปค่าความหยาบผิวจากลักษณะของผิวที่แตกต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4-22 และ 4-23

ตารางที่ 4-22 ค่าการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่า

ลำดับ	ยังไม่ได้ใช้งาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
1	0.04	0.06	0.10	0.10	0.14	0.13	0.16	0.14	0.22
2	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	0.13	0.14	0.21	0.20
3	0.09	0.08	0.07	0.12	0.16	0.18	0.25	0.16	0.20
4	0.06	0.06	0.07	0.13	0.17	0.18	0.32	0.20	0.18
5	0.06	0.10	0.10	0.13	0.14	0.23	0.25	0.24	0.21
6	0.06	0.09	0.10	0.14	0.12	0.10	0.13	0.17	0.21

ตารางที่ 4-22 (ต่อ)

ลำดับ	ยังไม่ได้ใช้งาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
7	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15	0.19	0.15	0.17	0.19
8	0.05	0.08	0.10	0.14	0.12	0.10	0.12	0.20	0.19
9	0.05	0.06	0.10	0.11	0.14	0.14	0.1	0.21	0.21
10	0.06	0.06	0.11	0.11	0.17	0.24	0.14	0.17	0.25
ค่าเฉลี่ย	0.061	0.075	0.095	0.124	0.147	0.162	0.176	0.187	0.205

ตารางที่ 4-23 ค่าการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบใหม่

ลำดับ	ยังไม่ได้ใช้งาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
1	0.04	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.14	0.14	0.14
2	0.06	0.08	0.10	0.12	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14
3	0.06	0.06	0.10	0.11	0.11	0.13	0.14	0.14	0.13
4	0.05	0.10	0.08	0.10	0.14	0.10	0.13	0.13	0.13
5	0.09	0.07	0.07	0.09	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13
6	0.06	0.07	0.11	0.10	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16
7	0.06	0.07	0.07	0.10	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13
8	0.06	0.07	0.08	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.15
9	0.06	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11	0.13	0.13	0.15
10	0.09	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.14	0.14	0.16
ค่าเฉลี่ย	0.063	0.078	0.088	0.105	0.118	0.119	0.136	0.134	0.142

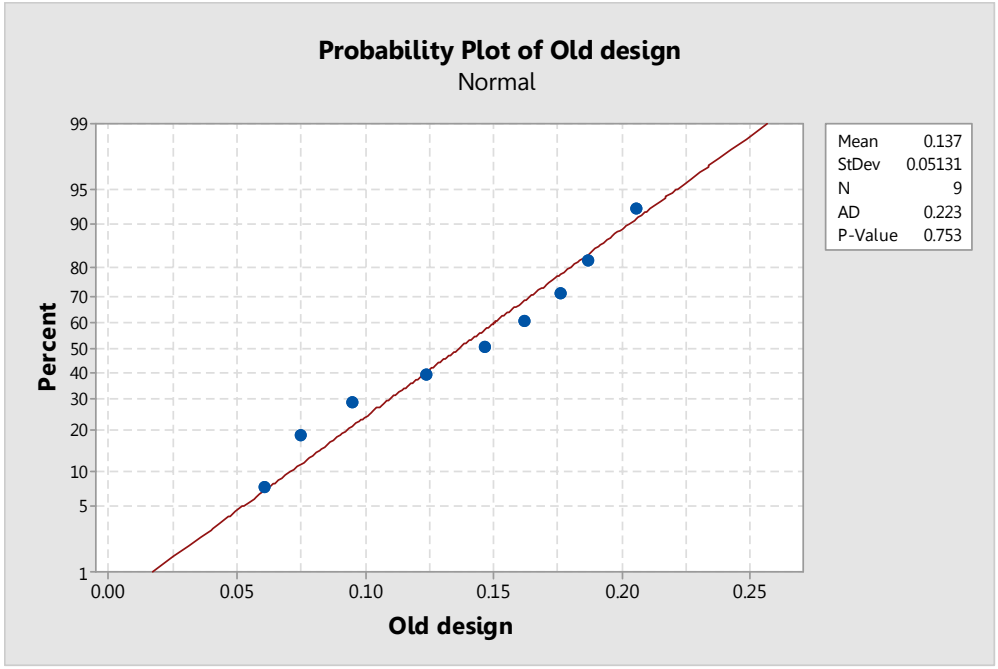
จากข้อมูลในตารางที่ 4-22 และ 4-23 เมื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อทดสอบว่าข้อมูลการสึกของชิ้นงานนั้นมีลักษณะเป็นการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ โดยทำการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

H_0 ข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ

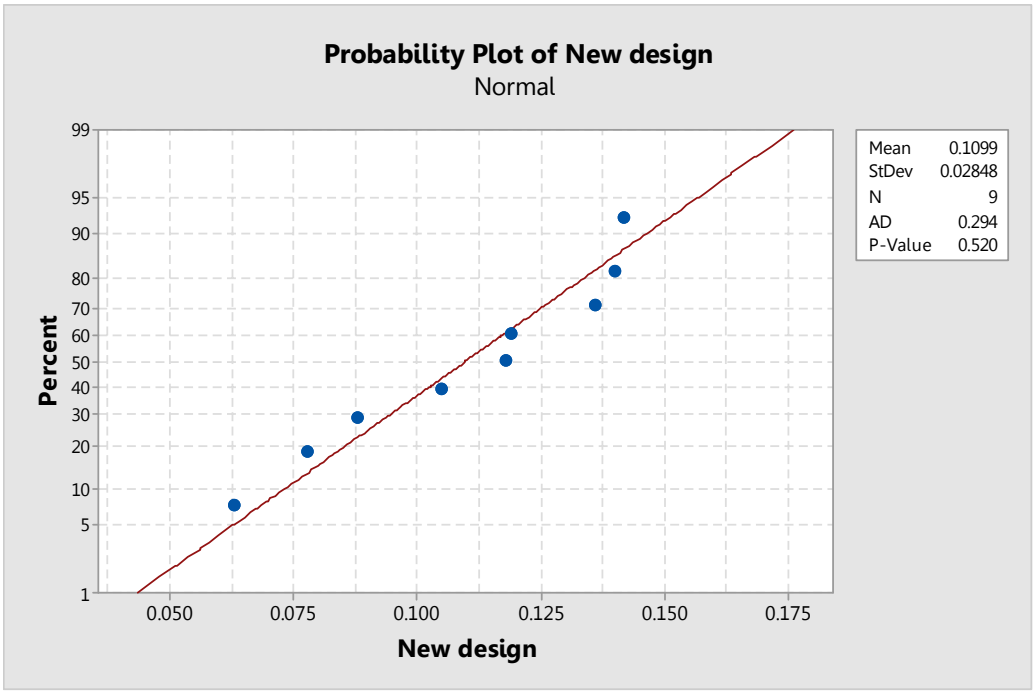
H_1 ข้อมูลไม่เป็นการกระจายตัวแบบปกติ

และยอมรับความผิดพลาดที่ 5% เมื่อ P-value > จึงจะยอมรับสมมติฐาน H_0

ผลการทดสอบข้อมูลของการสึกกร่อนชิ้นงานรูปแบบเก่าและใหม่ได้ ดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 ผลการทดสอบข้อมูลการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่า



ภาพที่ 4-8 ผลการทดสอบข้อมูลการสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบใหม่

จากภาพที่ 4-7 และ 4-8 ค่า P-value ทั้งชิ้นงานรูปแบบเก่าและใหม่มีค่า P-value มากกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ

ดังนั้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะความหยาบผิวของชิ้นงานก่อน และหลังปรับปรุงได้ ดังนี้

1. ชิ้นงานก่อน และหลังปรับปรุง มีค่าความหยาบผิวที่ใกล้เคียงกันเฉลี่ย 0.062 μm เพราะมาจากวิธีการผลิตขึ้นรูป และวัตถุดิบ ที่เหมือนกัน

2. ชิ้นงานที่ไม่สามารถใช้งานได้จะต้องมีค่าความหยาบผิวเริ่มต้นที่ 0.205 μm ซึ่งสามารถกำหนดเป็นเกณฑ์การยอมรับการใช้ชิ้นงานได้

จากผลการทดลองเมื่อนำไปหาสมการ Regression model ได้ดังนี้

1. ชิ้นงานรูปแบบเก่า ค่าความสึกกร่อน = 0.06276 + 0.01853 x จำนวนเดือนที่ใช้งาน

2. ชิ้นงานรูปแบบใหม่ ค่าความสึกกร่อน = 0.06962 +0.0102 x จำนวนเดือนที่ใช้งาน

เมื่อนำสมการที่ได้มาคำนวณหาค่าความสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่เทียบกันได้ ดังตารางที่ 4-24 ดังนี้

ตารางที่ 4-24 เปรียบเทียบค่าความสึกกร่อนของชิ้นงานรูปแบบเก่าและชิ้นงานรูปแบบใหม่ตามจำนวนเดือนที่ใช้งาน

เดือนที่	**ค่าความสึกกร่อน ชิ้นงานรูปแบบเก่า**	**ค่าความสึกกร่อน ชิ้นงานรูปแบบใหม่**
0	0.06276	0.06962
1	0.08129	0.07982
2	0.09982	0.09002
3	0.11835	0.10022
4	0.13688	0.11042
5	0.15541	0.12062
6	0.17394	0.13082
7	0.19247	0.14102
8	0.21168	0.15122
9	0.22953	0.16142

ตารางที่ 4-24 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าความสึกกร่อน ชิ้นงานรูปแบบเก่า	ค่าความสึกกร่อน ชิ้นงานรูปแบบใหม่
10	0.24806	0.17162
11	0.26659	0.18182
12	0.28512	0.19202
13	0.30365	0.20222

จากตารางที่ 4-24 จะเห็นได้ว่าถ้าเป็นชิ้นงานรูปแบบเก่าจะสามารถใช้ได้เป็นระยะเวลา 7 เดือน แล้วจะต้องเปลี่ยนเป็นอันใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการแจ้งซ่อมชุดข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ของฝ่ายวิศวกรรมพบว่าสำหรับรูปแบบเก่าอายุการใช้งานอยู่ที่ 6-8 เดือน จึงจะทำการเปลี่ยนตัวใหม่ ข้อมูลดังตารางที่ 4-25 แต่ถ้าเป็นชิ้นงานรูปแบบใหม่จะสามารถใช้ได้นานถึง 12 เดือน ถึงจะต้องเปลี่ยนเป็นอันใหม่ ดังนั้นชิ้นงานรูปแบบใหม่หลังปรับปรุงจะมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นจากเดิม 171% โดยทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 8 เดือน (มกราคม-สิงหาคม พ.ศ. 2559) สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของชิ้นงานรูปแบบใหม่ ผลการทดสอบในปัจจุบันยังไม่พบปัญหาการรั่วซึมของชิ้นงาน

ตารางที่ 4-25 ข้อมูลการแจ้งซ่อมชุดข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) แบบเก่า

ข้อมูลการแจ้งซ่อมครั้งที่ 1	ข้อมูลการแจ้งซ่อมครั้งที่ 2	ระยะเวลา (เดือน)
6/ 2/ 14	24/ 10/ 14	8
10/ 2/ 14	21/ 11/ 14	9
23/ 4/ 14	15/ 10/ 14	6
24/ 4/ 14	4/ 11/ 14	7
20/ 6/ 14	2/ 12/ 14	6
ระยะเวลาเฉลี่ย (เดือน)		7.2

ผลการประเมินต้นทุนจริงและระยะเวลาในการผลิตหลังจากมีการปรับปรุงชิ้นงาน

จากภาพที่ 4-3 เป็นงานแบบใหม่หลังการปรับปรุงของชิ้นงาน Bellows assembly ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อลดลงจากชิ้นงานเดิมที่เคยซื้อจากต่างประเทศที่ราคา 18,500 บาทต่อชิ้น เปลี่ยนมาเป็นซื้อภายในประเทศราคา 7,500 บาทต่อชิ้น รายละเอียดดังภาพที่ 4-8 ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้จากเดิม 18,500-7,500 = 11,000 บาทต่อชิ้น และจากข้อมูลการแจ้งซ่อมระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557 มีการแจ้งเปลี่ยนทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งถ้าเปลี่ยนมาใช้ชิ้นงานแบบใหม่ก็จะสามารถลดต้นทุนได้ 5x11,000 = 55,000 บาทเลยทีเดียว

Supply Rotary Joint size 2 " (Spare part) ค่าสินค้า

Supply Rotary joint Size 2"				
1. Rotary of joint	1	EA	3,800.00	3,800.00
- SUS304				
- Shink fit Silicon Carbine ring				
2. Spring for Rotary	1	EA	1,200.00	1,200.00
3. SUPPORT SETTING	1	EA	2,500.00	2,500.00

Authorized Signature

Adal Boonnee (FOR)

Mr. Thian Charoencoop

General Manager

Total	7,500.00
Vat 7%	525.00
Total Net	8,025.00

ภาพที่ 4-9 รายละเอียดราคาของงาน Bellows assembly แบบใหม่

จากผลการวิจัยสามารถทำการสรุปได้ว่า ชิ้นงานรูปแบบเก่ามีอายุการใช้งานเฉลี่ยอยู่ที่ 7 เดือน ส่วนชิ้นงานรูปแบบใหม่ มีอายุการใช้งานประมาณ 12 เดือน มากกว่าชิ้นงานรูปแบบเก่า 5 เดือน ดังนั้นชิ้นงานรูปแบบใหม่มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นจากชิ้นงานรูปแบบเก่า 71% ส่วนในด้านราคาชิ้นงานรูปแบบเก่ามีต้นทุนอยู่ที่ 18,500 บาท ชิ้นงานรูปแบบใหม่มีต้นทุนอยู่ที่ 7,500 บาท ลดลงไป 11,000 บาท คิดเป็น 59.46% ในส่วนระยะเวลาการสั่งซื้อ ซึ่งชิ้นงานรูปแบบเก่าทำการสั่งซื้อจากต่างประเทศใช้เวลา 60 วัน ถึงจะได้รับของแต่ชิ้นงานรูปแบบใหม่ทำการสั่งซื้อภายในประเทศ ซึ่งมีระยะเวลาในการสั่งซื้อ 30 วัน จะเห็นว่าระยะเวลาสั่งซื้อต่างกัน 30 วันหรือระยะเวลาการสั่งซื้อลดลงไป 50% ทางด้านจำนวนการแจ้งซ่อมจะเห็นได้ว่าเมื่ออายุการใช้งาน

ของชิ้นงานรูปแบบเก่าเท่ากับ 7 เดือนหรือเท่ากับ 1.71 ครั้งต่อปี ส่วนชิ้นงานรูปแบบใหม่มีจำนวนการแจ้งซ่อม 1 ครั้งต่อปี ทำให้จำนวนการแจ้งซ่อมลดลงคิดเป็น 41.52% ค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อมในแต่ละครั้งชิ้นงานรูปแบบเก่ามีค่าใช้จ่าย 108,906 บาทต่อครั้ง (รายละเอียดของค่าใช้จ่ายดังตารางที่ 1-2) ชิ้นงานรูปแบบใหม่มีค่าใช้จ่าย 97,906 บาทต่อครั้ง (ค่าใช้จ่ายพื้นฐานเหมือนกับชิ้นงานรูปแบบเก่า แต่แตกต่างกันที่ราคาของอะไหล่ที่ใช้ในการเปลี่ยน) ลดลง 10.10% ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวมในการแจ้งซ่อมของชิ้นงานรูปแบบเก่า/ ชิ้น/ ปี เท่ากับ 1.71 x 108,906 = 186,229.26 บาท/ ชิ้น/ ปี ส่วนชิ้นงานรูปแบบใหม่ เท่ากับ 1 x 97,906.26 = 97,906.26 บาท/ ชิ้น/ ปี ลดลง 88,323.26 บาท/ ชิ้น/ ปี คิดเป็น 47.43% ในบริษัทกรณีศึกษามีจำนวนเครื่องจักร จำนวน 3 เครื่อง และต้องใช้ชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) เป็นจำนวน 9 ชิ้น ดังนั้น ถ้าเปลี่ยนมาใช้ชิ้นงานรูปแบบใหม่สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อมได้เท่ากับ 88,323.26 x 9 = 794,909.34 บาท/ ปี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย การเสียของเครื่องรีดอัด (Extruder) สำหรับผลิตแผ่นพลาสติก และมีขอบเขตการวิจัย ศึกษาและทำวิศวกรรมคุณค่าของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ในเครื่องรีดอัด (Extruder) เนื่องด้วยในกรณีของบริษัทตัวอย่างได้ประกอบธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้แผ่นพลาสติกเป็นวัตถุดิบหลักในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของบริษัท ซึ่งในการผลิตต้องผ่านกระบวนการรีดอัดด้วยเครื่องรีดอัด (Extruder) พบว่าเกิดปัญหาการเสียอยู่บ่อยครั้งของเครื่องจักร โดยชิ้นส่วนที่พบปัญหาบ่อย คือ ชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ในแต่ละครั้งของการเสียจะใช้ระยะเวลาในการซ่อมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต อีกทั้งชุดอะไหล่ที่ชำรุดยังเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำการสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการสั่งซื้อถึง 60 วันอีกทั้งยังมีราคาสูงมาก ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและนำหลักการของวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ เพื่อการออกแบบชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดันแบบใหม่ที่สามารถนำมาทดแทนอุปกรณ์เดิมโดยผู้ผลิตภายในประเทศสามารถทำการผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ไม่สูงไปกว่าเดิมและทำการลดเวลานำ (Lead time) ในการสั่งซื้อชุดอุปกรณ์ดังกล่าวให้สามารถตอบสนองความต้องการของฝ่ายวิศวกรรม หน่วยงานซ่อมบำรุงได้อย่างทันท่วงที

ในการปรับปรุงชิ้นงานชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) นั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการแยกชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์ดังกล่าวออกเป็นชิ้น ๆ และทำการวิเคราะห์พบว่า การรั่วซึมของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) เกิดจากการสึกกร่อนของหน้าสัมผัสของตัว Bellows assembly ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการเลือกชิ้นส่วน Bellows assembly ในการทำวิศวกรรมคุณค่า โดยทำการออกแบบเป็น 3 Design คือ Design A, Design B และ Design C จากการวิเคราะห์แล้วทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกชิ้นงาน Design B เพื่อใช้ในการปรับปรุง โดยชิ้นงานจะถูกออกแบบให้แยกออกเป็น 3 ส่วนซึ่งแตกต่างกับตัวชิ้นงานแบบเก่า เนื่องจากชิ้นงานแบบเก่าเป็นงานที่ทำการเชื่อมติดกันเป็นชิ้นเดียว ซึ่งเป็นวิธีการเฉพาะของซัพพลายเออร์ต่างประเทศ

หลังการปรับปรุงที่เกิดขึ้นสามารถทำการออกแบบและผลิตชิ้นงาน Bellows assembly ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ที่สามารถทดแทนชิ้นงานเดิมที่มีการสั่งซื้อจากต่างประเทศได้ดีกว่า

หลังจากที่ได้ทำการทดลองใช้งานเป็นระยะเวลา 6 เดือนแล้วนำชิ้นงานไปวัดค่าการสึกกร่อนนั้น พบว่า ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงพอต่อการสรุปผลการทดลอง ทำให้ทางผู้วิจัยต้องทำการเก็บข้อมูลใหม่เพิ่มเติม โดยปัญหาที่พบ คือ ต้องรอคำสั่งซื้อจากฝ่ายวิศวกรรมถึงจะทำการสั่งผลิตชิ้นงาน Bellows assembly ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) เพื่อนำมาทดสอบอีกครั้ง หลังจากที่ได้ชิ้นงานมาแล้วทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานเป็นระยะเวลาทุก ๆ 1 เดือนตลอดระยะเวลา 8 เดือน (มกราคม-สิงหาคม พ.ศ. 2559) ทางผู้วิจัยได้ทำการถอดชิ้นงานเพื่อทำการทดสอบการสึกกร่อนและนำไปเปรียบเทียบกับชิ้นงานรูปแบบเก่าที่ไม่สามารถใช้งานได้ โดยงานรูปแบบเก่าที่นำมาทดสอบมีอายุการใช้งาน 7 เดือน โดยทำการส่งทดสอบ ณ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลได้ข้อมูล ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบข้อมูลของชิ้นงานรูปแบบเก่าและชิ้นงานรูปแบบใหม่

รายละเอียด	**ชิ้นงานรูปแบบเก่า**	**ชิ้นงานรูปแบบใหม่**	**ผลต่าง**	**% ความต่าง**
อายุการใช้งาน	7 เดือน	12 เดือน	5 เดือน	เพิ่มขึ้น 71%
ราคา	18,500 บาท	7,500 บาท	11,000 บาท	ลดลง 59.46%
ระยะเวลาการสั่งซื้อ	60 วัน	30 วัน	30 วัน	ลดลง 50%
จำนวนการแจ้งซ่อม/ ครั้ง/ ปี	1.71 ครั้ง/ ปี	1 ครั้ง/ ปี	0.71 ครั้ง/ ปี	ลดลง 41.52%
ค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อม/ ครั้ง	108,906 บาท	97,906 บาท	11,000 บาท	ลดลง 10.10%
ค่าใช้จ่ายรวมในการแจ้งซ่อม/ ชิ้น/ ปี	186,229.26 บาท/ ชิ้น/ ปี	97,906 บาท/ ชิ้น/ ปี	88,323.26 บาท/ ชิ้น/ ปี	ลดลง 47.43%

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

รายละเอียด	ชิ้นงานรูปแบบเก่า	ชิ้นงานรูปแบบใหม่	ผลต่าง	% ความต่าง
ค่าใช้จ่ายในการแจ้งซ่อมเครื่องจักรที่ใช้ในปัจจุบัน จำนวน 3 เครื่อง เท่ากับ 9 ชิ้น บาท/ ปี	1,676,063.34 บาท/ ปี	881,154 บาท/ ปี	794,909.34 บาท/ ปี	ลดลง 47.43%

ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดสำหรับการดำเนินการวิจัย พบว่า หลังจากที่มีการปรับปรุงชิ้นงานและนำมาใช้งานแล้วนั้น ในส่วนของการติดตั้งชุดอุปกรณ์ทางผู้ติดตั้งต้องมีความชำนาญและต้องทำการตรวจสอบว่าการติดตั้งสมบูรณ์หรือไม่ หรือถ้าการติดตั้งไม่สมบูรณ์และอาจจะใช้งานได้แต่อายุการใช้งานของชุดอุปกรณ์ดังกล่าวอาจจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่าที่ทำการวิเคราะห์ไว้ ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการใช้งาน ได้แก่ การหยุดเดินของเครื่องรีดอัดแผ่นพลาสติก (Extruder) บ่อยครั้งหรือแม้แต่การเปลี่ยนรุ่นการผลิตบ่อย ๆ มีผลทำให้หน้าสัมผัสของชุดข้อต่อแรงดันสึกกร่อนเร็วขึ้น และอีกปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อหน้าสัมผัส คือ คุณภาพของน้ำที่ไหลวนในระบบซึ่งเป็นน้ำที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิจำเป็นต้องมีการดูแลเป็นอย่างดี ควรมีการกรองสิ่งเจือปนที่ไหลออกมาตามท่อน้ำดังกล่าว ตลอดทั้งการดูแลรักษาน้ำด้วยการเติมสารลดการก่อตัวของการเกิดตระกรันเป็นประจำทุกเดือน ซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำที่ใช้มีความสะอาดและคุณภาพดี และไม่เกิดตระกรันจับบริเวณผิวหน้าสัมผัสของชิ้นงาน เมื่อทำการเดินเครื่องจักรทำให้หน้าสัมผัสสึกกร่อนน้อยลงและทำให้อายุการใช้งานของชุดอุปกรณ์ข้อต่อแรงดัน (Rotary joint) ยาวนานขึ้น

บรรณานุกรม

กิตติ วิฐบูลย์ศิริเสวีกูล. (2542). *การลดต้นทุนโดยใช้เทคนิค วิศวกรรมคุณค่า/ การวิเคราะห์คุณค่า: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชุดสายไฟรถยนต์.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรายุ จิตเจือจุน, (2554). *การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทวีป งามสม. (2528). *การลดต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมรีดลวดเหล็กในประเทศไทยโดยใช้วิศวกรรมคุณค่า.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มีเชาวน์ จันทร์ศิริวัฒนา. (2552). *การลดต้นทุนกระบวนการผลิตโดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า: กรณีศึกษา การผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ แผงวงจรไฟฟ้าชนิดอ่อน.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อัมพิกา ไกรฤทธิ์. (2540). *วิศวกรรมคุณค่า (Value engineering): เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนาจเจริญ อินทดก. (2557). *การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคนิคการซ่อมบำรุงเครื่องจักร.* งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนมกราคม พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	REIFEN1	เครื่องกล	กระเดื่องชุดผสมหลุดเชื่อมใหม่	06/01/14	12:34	06/01/14	13:0	25	0:25	2	BLENDER
2	REIFEN1	เครื่องกล	pressure Hydraulic ลูกกลิ้งแรงดันตก	06/01/14	15:14	06/01/14	16:0	45	0:45	3	HYDRAULIC GAP
3	BANDERA3	เครื่องกล	vaccum pump scrap เสีย	07/01/14	21:42	08/01/14	7:16	573	9:33	3	VACUUM PUMP
4	REIFEN1	ไฟฟ้า	Gear pump ตัว A สตาร์ทไม่ได้	07/01/14	22:45	07/01/14	22:50	4	0:4	2	GEAR PUMP
5	REIFEN1	เครื่องกล	ปั๊มไฮดรอลิกส์ลูกกลิ้งล่างตก	08/01/14	0:57	08/01/14	2:15	77	1:17	1	HYDRAULIC GAP
6	REIFEN1	เครื่องกล	มอเตอร์เกียร์ลูกกลิ้งกลางมีเสียงดัง	16/01/14	12:58	16/01/14	14:6	67	1:7	2	CALENDER
7	BANDERA1	เครื่องกล	ท่อน้ำเย็นแตก	20/01/14	13:11	20/01/14	15:18	126	2:6	3	COOLING
8	BANDERA2	เครื่องกล	ปั๊มลูกกลิ้งกลางนำรั่ว	28/01/14	6:34	28/01/14	7:0	25	0:25	1	TCU
9	REIFEN1	ไฟฟ้า	หน้าจอ p1 EXT A ช็อต	30/01/14	19:27	31/01/14	9:0	812	13:32	2	CONTROL
10	REIFEN1	เครื่องกล	ลูกกลิ้งบนลูกปืนแตก	08/01/14	8:50	08/01/14	8:50	0	0:0	3	CALENDER

ตารางภาคผนวก 2 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	REIFEN1	ไฟฟ้า	Zone 4.6 Heat ไม่ขึ้น	04/02/14	14:17	04/02/14	14:51	33	0:33	1	HEATER
2	BANDERA1	เครื่องกล	Rotary Joint หลุดจากลูกกลิ้งล่าง	06/02/14	4:23	06/02/14	8:30	246	4:6	3	TCU
3	BANDERA1	เครื่องกล	Rotary joine ลูกกลิ้งล่างรั่ว	11/02/14	11:35	11/02/14	12:15	39	0:39	1	TCU
4	BANDERA2	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งบนไม่ลง	11/02/14	23:44	12/02/14	0:30	45	0:45	1	TCU
5	BANDERA2	เครื่องกล	pump ลูกกลิ้งบนรั่ว	12/02/14	2:1	12/02/14	3:10	68	1:8	1	TCU
6	BANDERA2	เครื่องกล	อุณหภูมิลูกกลิ้งบน Heat ไม่ขึ้น	12/02/14	7:11	12/02/14	11:20	248	4:8	3	TCU
7	BANDERA1	เครื่องกล	วาล์วโซลินอยด์ลูกกลิ้งกลางค้างแต่อุณหภูมิไม่ลง	13/02/14	10:42	13/02/14	12:15	92	1:32	3	TCU
8	BANDERA1	เครื่องกล	อุณหภูมิลูกกลิ้งกลางสูงเกินค่าset	13/02/14	15:48	13/02/14	17:30	101	1:41	4	TCU
9	REIFEN1	ไฟฟ้า	ลูกกลิ้งล่างปิดไม่ได้	14/02/14	1:59	14/02/14	2:15	15	0:15	1	HYDRAULIC GAP
10	REIFEN1	ไฟฟ้า	ชุดรับแผ่นไม่ทำงาน	25/02/14	17:51	25/02/14	18:30	38	0:38	2	STACKING
11	REIFEN1	ไฟฟ้า	ถังอบ 3600 ไม่ร้อน	27/02/14	18:58	27/02/14	19:20	21	0:21	1	BLENDER

ตารางภาคผนวก 3 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	BANDERA2	เครื่องกล	ชุดรับแผ่นหลุด	05/03/14	23:56	06/03/14	0:30	33	0:33	1	STACKING
2	BANDERA2	เครื่องกล	ปั๊มลูกกลิ้งล่างนำรั่วซึล	10/03/14	13:31	10/03/14	13:50	18	0:18	1	TCU
3	BANDERA3	ไฟฟ้า	ลูกกลิ้งล่างอุณหภูมิตกลง 6 องศา Heat ไม่ขึ้น	13/03/14	4:9	13/03/14	4:15	6	0:06	1	TCU
4	BANDERA2	ไฟฟ้า	หัว loder scrap แกน sencer หัก	15/03/14	0:10	15/03/14	1:20	69	1:9	1	BLENDER
5	BANDERA2	ไฟฟ้า	Haul off ไม่ทำงาน	15/03/14	3:10	15/03/14	6:40	209	3:29	1	HAUL OFF
6	BANDERA2	เครื่องกล	กระบอกสูบหัว scrap หัก เชื่อมใหม่	15/03/14	17:50	15/03/14	18:20	29	0:29	1	BLENDER
7	BANDERA1	ไฟฟ้า	สกรู ตัว A Start ไม่ได้	17/03/14	8:16	17/03/14	9:10	53	0:53	1	MOTOR DRIVE
8	BANDERA1	ไฟฟ้า	heater zone6 sc1 pipe5 pipe6 ไม่ได้ตามค่าที่ set	18/03/14	6:38	18/03/14	7:0	21	0:21	1	HEATER
9	BANDERA1	เครื่องกล	น้ำมันเกียร์ท้ายสกรูแห้ง	25/03/14	8:41	25/03/14	9:9	27	0:27	2	GEAR BOX
10	BANDERA1	เครื่องกล	ชุด Vacuum ดูด scrap ตัดการทำงาน	25/03/14	13:5	25/03/14	13:28	22	0:22	1	VACUUM PUMP

ตารางภาคผนวก 4 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	BANDERA2	เครื่องกล	ซ่อม Hopper loader No. 5 (HLX-10) ของชุดผสม Motan เครื่อง Bandera 2 ให้ใช้งานดูดลำเลี	01/04/14	11:42	01/04/14	12:21	38	0:38	1	BLENDER
2	BANDERA2	ไฟฟ้า	สายสัญญาณคำสั่งดูดลำเลียงของ Hopper loader HLX-10 No.4 ชุดผสม motan Bandera 2 ไม่สั่ง	01/04/14	13:25	01/04/14	13:35	9	0:9	1	BLENDER
3	BANDERA1	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งบนขึ้นช้าและ heater zone 6 zone pipe 6 ไม่ขึ้น	03/04/14	14:49	03/04/14	16:0	70	1:10	2	HEATER
4	BANDERA1	ไฟฟ้า	สกรู A start ไม่ได้	03/04/14	20:43	03/04/14	21:13	29	0:29	1	DRIVE CONTROL
5	BANDERA1	เครื่องกล	ลูกกลิ้งกลางลดไม่ลง	07/04/14	16:45	07/04/14	18:20	94	1:34	4	CALENDER
6	BANDERA1	ไฟฟ้า	ลูกกลิ้งล่าง Heat อุณหภูมิไม่ขึ้น	17/04/14	8:7	17/04/14	10:0	112	1:52	2	HEATER
7	REIFEN1	ไฟฟ้า	ชุดผสมไม่ทำงาน	18/04/14	8:4	18/04/14	10:30	145	2:25	2	BLENDER
8	REIFEN1	ไฟฟ้า	Screw Ext.A เพิ่มรอบไม่ได้	22/04/14	2:20	22/04/14	4:0	99	1:39	1	DRIVE CONTROL

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ)

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
9	BANDERA1	ไฟฟ้า	heater ลูกกลิ้งบนช๊อต	23/04/14	11:39	23/04/14	12:0	20	0:20	2	HEATER
10	BANDERA1	เครื่องกล	rotary joit ลูกกลิ้งล่างน้ำรั่ว	23/04/14	21:7	23/04/14	23:0	112	1:52	2	TCU
11	BANDERA3	ไฟฟ้า	vaccum pump scrap ไม่ทำงาน	24/04/14	0:39	24/04/14	14:30	770	12:50	3	VACUUM PUMP
12	BANDERA1	เครื่องกล	rotary joint ลูกกลิ้งล่างน้ำรั่วมากๆ	24/04/14	20:17	24/04/14	21:0	42	0:42	1	TCU
13	BANDERA3	เครื่องกล	vacuum pump ของหัว scrap เสียอีกแล้ว เดินงานไม่ถึง 24 ช.ม เลย งานเร่งด่วน	25/04/14	13:32	25/04/14	16:42	189	3:9	3	VACUUM PUMP
14	REIFEN1	ไฟฟ้า	ext A ลดรอบไม่ได้ heater 0.1 1.1 1.2 อุณหภูมิไม่ขึ้น	26/04/14	6:57	26/04/14	7:30	32	0:32	1	DRIVE CONTROL
15	BANDERA3	เครื่องกล	สายลม Haul - off รั่ว	26/04/14	7:41	26/04/14	8:0	18	0:18	1	HAUL OFF
16	REIFEN1	ไฟฟ้า	Heater 3.1 C อุณหภูมิไม่ขึ้น	26/04/14	18:9	26/04/14	18:30	20	0:20	1	HEATER
17	REIFEN1	ไฟฟ้า	Zone 2.1 Ext.C Heat ไม่ขึ้น	27/04/14	1:9	27/04/14	1:50	40	0:40	1	HEATER
18	REIFEN1	ไฟฟ้า	ช่วยมาตรวจเช็ค Heater Zone 1.2.3.4.5.6.7. ด้วยครับเนื่องจากอุณหภูมิไม่ร้อน	27/04/14	8:54	27/04/14	9:30	35	0:35	1	HEATER

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ)

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
19	BANDERA2	เครื่องกล	ใบมีดเครื่องตัดขวางตกยกไม่ขึ้น	27/04/14	22:13	27/04/14	22:50	36	0:36	1	GUILLOTINE
20	BANDERA3	ไฟฟ้า	ใบกวนของมอเตอร์ชุดผสมเครื่อง ban 3 ไม่หมุน	28/04/14	2:44	28/04/14	3:5	43220	720:20	1	BLENDER
21	BANDERA3	เครื่องกล	ทำให้ไม่กวนวัตถุดิบแกนใบกวนวัตถุดิบหัก (ช่างกล)	28/04/14	6:0	28/04/14	7:20	79	1:19	1	BLENDER
22	BANDERA2	เครื่องกล	ชุดจับแผ่นหลุดกระบอกลมเกลียวอาจเสีย	28/04/14	13:15	28/04/14	13:50	34	0:34	1	STACKING
23	BANDERA2	เครื่องกล	ชุดรับแผ่นลงไม่เท่ากัน	28/04/14	15:45	28/04/14	16:0	14	0:14	1	STACKING
24	BANDERA3	เครื่องกล	vacuum pump หัวดูด scrap เสียอีกแล้ว ban 3	28/04/14	23:24	28/04/14	23:55	30	0:30	1	VACUUM PUMP
25	BANDERA2	เครื่องกล	เครื่องตัดขวางไม่ทำงาน	29/04/14	9:36	29/04/14	10:0	23	0:23	1	GUILLOTINE
26	BANDERA2	ไฟฟ้า	เครื่องตัดขวางไม่ทำงาน	30/04/14	11:43	30/04/14	12:20	36	0:36	1	GUILLOTINE
27	REIFEN1	เครื่องกล	กระบอกสูบตาชั่งชุดผสมเสีย	19/04/14	2:02	19/04/14	3:32	90	1:30	1	BLENDER

ตารางภาคผนวก 5 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	BANDERA2	เครื่องกล	ตั้งโซ่สายพานชุดลำเลียงแผ่น	02/05/14	7:1	02/05/14	7:30	28	0:28	1	STACKING
2	REIFEN1	ไฟฟ้า	Heater Hot oil TCU ลูกกลิ้งกลางมีควันขึ้น ตรวจสอบระบบควบคุม Heater	02/05/14	9:8	02/05/14	14:0	291	4:51	1	HOT OIL
3	BANDERA3	เครื่องกล	หัวโหลดวัตถุดิบเสีย	02/05/14	14:1	02/05/14	15:50	108	1:48	1	BLENDER
4	BANDERA3	ไฟฟ้า	หัวโหลดวัดถุดิบหัว 1 สั่งทำบ้างไม่ทำบ้าง	02/05/14	16:30	02/05/14	17:10	39	0:39	1	BLENDER
5	REIFEN1	ไฟฟ้า	ลูกกลิ้งกลางน็อกบ่อย	02/05/14	22:48	02/05/14	23:20	31	0:31	1	CALENDER
6	BANDERA3	เครื่องกล	ท่อน้ำเย็นเข้าระบบรั่วตรงฟิดโชน	03/05/14	6:12	03/05/14	19:12	5807	96:47	1	TCU
7	REIFEN1	ไฟฟ้า	ลูกกลิ้งกลางน็อคบ่อย	03/05/14	9:12	03/05/14	10:20	67	1:7	1	CALENDER
8	BANDERA3	เครื่องกล	เครื่องสับแผ่นเสีย ไม่สับแผ่น	03/05/14	23:29	03/05/14	23:30	0	0:0	1	GUILLOTINE
9	BANDERA3	เครื่องกล	vacuum pump ของหัวดูด scrap เสีย (อีกแล้ว)	04/05/14	23:34	05/05/14	0:30	55	0:55	1	VACUMM PUMP
10	BANDERA3	เครื่องกล	หัวโหลดวัตถุดิบเสีย	05/05/14	15:8	05/05/14	15:20	11	0:11	1	BLENDER
11	REIFEN1	ไฟฟ้า	เครื่องตัดขวางไม่ทำงาน	06/05/14	0:41	06/05/14	1:50	68	1:8	1	GUILLOTINE

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
12	REIFEN1	เครื่องกล	ถังหม้อกรอง Vacuum Pump รั่ว ทำให้ลมดูดวัตถุดิบไม่แรงดูดวัตถุดิบขึ้นอบไม่ได้	06/05/14	12:45	06/05/14	13:26	40	0:40	1	VACUMM PUMP
13	BANDERA2	เครื่องกล	heat exchanger รั่ว	06/05/14	16:17	06/05/14	16:54	36	0:36	3	TCU
14	BANDERA3	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งล่างคุมไม่ได้	07/05/14	8:40	07/05/14	9:20	39	0:39	1	TCU
15	BANDERA2	เครื่องกล	เครื่องตัดขวางไม่ตัด	07/05/14	12:46	07/05/14	13:3	16	0:16	1	GUILLOTINE
16	BANDERA3	เครื่องกล	น้ำเติมลูกกลิ้งล่างขาดระบบ	08/05/14	15:28	08/05/14	15:50	21	0:21	1	TCU
17	BANDERA2	เครื่องกล	ใบมีดเครื่องตัดขวางตกข้างเดียว	08/05/14	18:39	08/05/14	18:58	18	0:18	1	GUILLOTINE
18	BANDERA2	เครื่องกล	vaccum pump scrap ไม่ทำงาน	10/05/14	5:29	10/05/14	8:0	150	2:30	2	VACUMM PUMP
19	BANDERA3	ไฟฟ้า	Heater Screen ขาด 2 ตัว	10/05/14	9:32	10/05/14	10:30	57	0:57	1	HEATER
20	BANDERA3	ไฟฟ้า	vacuum pump เสีย	10/05/14	19:58	10/05/14	20:40	41	0:41	1	VACUMM PUMP
21	BANDERA3	เครื่องกล	ปั้มน้ำลูกกลิ้งบนรั่ว	13/05/14	9:20	13/05/14	10:10	49	0:49	2	TCU
22	REIFEN1	เครื่องกล	แจ้งซ่อม Vaccum pump	14/05/14	7:58	14/05/14	8:15	16	0:16	1	VACUMM PUMP

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
23	BANDERA1	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งล่างตกลงจาก 108 องศา ลดลงแหลือ 84 องศา	14/05/14	12:21	14/05/14	13:50	88	1:28	2	HEATER
24	BANDERA2	เครื่องกล	กระเดื่องหัวโหลด scrap ปิดไม่สนิท	15/05/14	13:16	15/05/14	14:6	49	0:49	2	BLENDER
25	BANDERA2	เครื่องกล	เครื่องตัดขวางไม่ทำงาน	16/05/14	7:0	16/05/14	7:40	39	0:39	2	GUILLOTINE
26	REIFEN1	ไฟฟ้า	Vacuum Pump ดูดวัตถุดิบขึ้นอบไม่ทำงาน	16/05/14	8:30	16/05/14	8:37	6	0:6	1	VACUMM PUMP
27	BANDERA2	เครื่องกล	ฝาลิ้น Loader หัว scrap หัก	18/05/14	7:18	18/05/14	7:42	23	0:23	2	BLENDER
28	BANDERA2	ไฟฟ้า	กล่อง control หัวโหลด alarm	18/05/14	8:27	18/05/14	8:40	12	0:12	2	BLENDER
29	REIFEN1	ไฟฟ้า	โซนที่ 16 สายฮีทเตอร์ขาด	19/05/14	7:22	19/05/14	8:0	37	0:37	1	HEATER
30	BANDERA2	เครื่องกล	เครื่องตัดขวางตัด Auto ไม่ได้	19/05/14	16:53	19/05/14	17:55	61	1:1	1	GUILLOTINE
31	BANDERA1	ไฟฟ้า	ชุดรับแผ่นไม่ทำงาน	21/05/14	2:58	21/05/14	3:20	21	0:21	1	STACKING
32	REIFEN1	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งกลางไม่นิ่งแกว่งขึ้นลง	21/05/14	16:54	21/05/14	17:30	35	0:35	1	TCU
33	BANDERA3	ไฟฟ้า	ชุดรับแผ่นไม่ทำงาน	22/05/14	14:38	22/05/14	15:0	21	0:21	2	STACKING
34	REIFEN1	ไฟฟ้า	อุณหภูมิ zone บาเรวตัว C ไม่ขึ้น	24/05/14	15:15	24/05/14	15:55	39	0:39	1	HEATER

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
35	REIFEN1	ไฟฟ้า	ต่อสาย Heater 3.8 C	26/05/14	23:56	27/05/14	1:10	73	1:13	1	HEATER
36	BANDERA2	เครื่องกล	Vacuum pump Scrap ไม่ทำงาน	27/05/14	8:7	27/05/14	8:45	37	0:37	2	VACUMM PUMP
37	BANDERA3	ไฟฟ้า	เครื่องตัดขวางไม่ทำงาน	27/05/14	9:49	27/05/14	14:20	270	4:30	1	GUILLOTINE
38	BANDERA3	เครื่องกล	Screen สับขึ้นลงไม่ได้	27/05/14	14:45	27/05/14	15:55	69	1:9	2	HYDRAULIC SCREEN
39	REIFEN1	ไฟฟ้า	ซ่อมอุณหภูมิ Zone die Reifenhauer ที่ควบคุมไม่ได้ตามค่า Set	27/05/14	16:4	27/05/14	16:50	45	0:45	1	HEATER
40	REIFEN1	ไฟฟ้า	อุณหภูมิลูกกลิ้งกลางไม่โชว์ /ลูกกลิ้งบนสวิง	28/05/14	1:34	28/05/14	2:5	30	0:30	1	TCU
41	BANDERA1	ไฟฟ้า	ชุด Drive haul-off fault ตัดการทำงานบ่อยครั้ง	29/05/14	11:58	29/05/14	12:25	26	0:26	2	HAUL OFF
42	BANDERA2	เครื่องกล	แกนวาล์วลูกกลิ้งกลางหัก	30/05/14	0:8	30/05/14	1:10	61	1:1	1	CALENDER

ตารางภาคผนวก 6 ข้อมูลงานแจ้งซ่อมเครื่องจักรประจำเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557

No.	เครื่องจักร	ลักษณะงาน	รายละเอียดงานแจ้งซ่อม	วันที่รับแจ้ง	เวลาที่รับแจ้ง	วันที่ปิด	เวลาที่ปิด	เวลารวมนาที	เวลารวมชั่วโมง	จำนวนผู้ซ่อม	กลุ่มงาน
1	REIFEN1	ไฟฟ้า	ถัง 1200 อุณหภูมิไม่ได้ตามค่าที่เซ็ตไว้	17/06/14	5:51	17/06/14	7:30	98	1:38	1	BLENDER
2	BANDERA2	เครื่องกล	rotary joint ลูกกลิ้งกลางรั่ว	20/06/14	15:4	20/06/14	17:45	160	2:40	2	TCU
3	REIFEN1	ไฟฟ้า	ปั๊มไฮดรอลิคส์ลูกกลิ้งตัดการทำงาน Start ไม่ได้ (Reifen.)	21/06/14	9:22	21/06/14	14:13	290	4:50	2	HYDRAULIC GAP
4	REIFEN1	ไฟฟ้า	ชุดรับแผ่น ดูดมาแล้วไม่ปล่อย	24/06/14	0:40	24/06/14	4:10	209	3:29	2	STACKING
5	BANDERA3	เครื่องกล	Vacc ดูดเม็ดมีเสียงดังผิดปกติ	24/06/14	15:53	24/06/14	17:0	66	1:6	2	VACUUM PUMP
6	BANDERA1	เครื่องกล	สายน้ำลูกกลิ้งกลางแตก	27/06/14	8:44	27/06/14	10:5	80	1:20	3	TCU