



การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุน กรณีศึกษาอุตสาหกรรม
ประกอบยูนิตรักษาฟัน



บัณฑิต พรมศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุน กรณีศึกษาอุตสาหกรรม
ประกอบยูนิตรักษาฟัน



บัณฑิต พรมสร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

APPLICATION
OF VALUE ENGINEERING AND VALUE ANALYSIS IN COST REDUCTION:
CASE STUDY OF DENTAL TREATMENT UNIT ASSEMBLY



BUNDID PROMSON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF ENGINEERING
IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
BURAPHA UNIVERSITY

2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ บัณฑิต พรหมศร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรหาญ์ ธิลา)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรอุไร แสงสว่าง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรหาญ์ ธิลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย จันทร์สา)

..... กรรมการ
(ดร.จักรวาล คุณะดิลก)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเยี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62920271: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

คำสำคัญ: วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า/ การลดต้นทุน/ ยูนิททำฟัน

บัณฑิต พรอมสร : การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมประกอบยูนิทรักษาฟัน. (APPLICATION OF VALUE ENGINEERING AND VALUE ANALYSIS IN COST REDUCTION: CASE STUDY OF DENTAL TREATMENT UNIT ASSEMBLY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: บรรหาญ ลีลา ปี พ.ศ. 2567.

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า (Value Analysis and Value Engineering: VA/VE) สำหรับการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ยูนิททำฟัน (Dental Patients Chairs) ลงอย่างน้อย 10% เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้ผลิตยูนิททำฟันในปัจจุบัน จากการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนวัสดุชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ พบว่าต้นทุนวัสดุชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์กลุ่ม Main Chair ASM Unit มีต้นทุนวัสดุสูงสุดคิดเป็น 50,445.00 บาท หรือมีสัดส่วนร้อยละ 44.48 ของต้นทุนวัสดุชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รวม การลดต้นทุนวัสดุจึงมุ่งเน้นการทดแทนด้วยวัสดุที่ต้นทุนต่ำกว่า สำหรับชิ้นส่วนประกอบ Back Cylinder และ Lift Cylinder และการเปลี่ยนแหล่งผลิตชิ้นส่วนประกอบใหม่ สำหรับชิ้นส่วนประกอบ Gear C และ Gear D ซึ่งการดำเนินงานทั้ง 3 แนวทาง 4 ชิ้นส่วน ไม่ส่งผลต่อคุณค่าด้านอื่นของผลิตภัณฑ์ ด้วยการประยุกต์การดำเนินงานตามหลักการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอน ผลการดำเนินงานตามขั้นตอน พบว่าทั้ง 3 แนวทาง 4 ชิ้นส่วน นั้นสามารถลดต้นทุนลงได้ 960 บาท หรือประมาณ 276,000 บาทต่อปี หรือต้นทุนผลิตภัณฑ์ยูนิททำฟันลดลง 13.36% ซึ่งเกินเป้าหมายที่กำหนดไว้ จึงสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่าสามารถช่วยลดต้นทุนผลิตภัณฑ์และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านราคาจำหน่ายของผู้ผลิตได้

62920271: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)

KEYWORDS: VALUE ENGINEERING AND VALUE ANALYSIS TECHNIQUE/ COST REDUCTION/ DENTAL PATIENT CHAIR.

BUNDID PROMSON : APPLICATION
OF VALUE ENGINEERING AND VALUE ANALYSIS IN COST REDUCTION:
CASE STUDY OF DENTAL TREATMENT UNIT ASSEMBLY. ADVISORY COMMITTEE:
BANHAN LILA, 2024.

This research presents the application of Value Analysis and Value Engineering (VA/VE) techniques for reducing the cost of Dental Patients Chairs products by at least 10% in order to increase competitiveness in the field. Product selling price with current dental unit manufacturers From the analysis of the cost structure of materials and product components. It was found that the cost of materials for product components in the Main Chair ASM Unit group had the highest material cost, accounting for 50,445.00 baht, or a proportion of 44.48 percent of the total material cost of product parts. Reducing material costs therefore focuses on substituting with lower cost materials. For Back Cylinder and Lift Cylinder components and changing the production source for new components. For Gear C and Gear D components, the operation of these 3 approaches, 4 parts, does not affect other aspects of the product's value. By applying the principles of value analysis and value engineering in 7 steps, the results of the operations according to the steps found that all 3 approaches and 4 parts were able to reduce costs by 960 baht, or approximately 276,000 baht per year, or the cost of dental unit products. decreased by 13.36%, which exceeded the set target Therefore, it can be concluded that the application of value analysis and value engineering techniques can help reduce product costs and increase manufacturers' ability to compete in selling prices

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. ดร. บรรรหาญ ลิลา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน รศ.ดร.อรอุไรแสงสว่าง ผศ. ดร. ฤกษ์วิทย์ จันทรสา และ ดร. อติศักดิ์ นาวเหนียว ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพและเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาให้แก่รุ่นน้องต่อไป นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้บริหารบริษัทที่ผู้ทำการวิจัย คุณ อิโรชิ ทาคาฮาชิ และพนักงานทุกคน ขอบคุณที่ให้ความเมตตาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

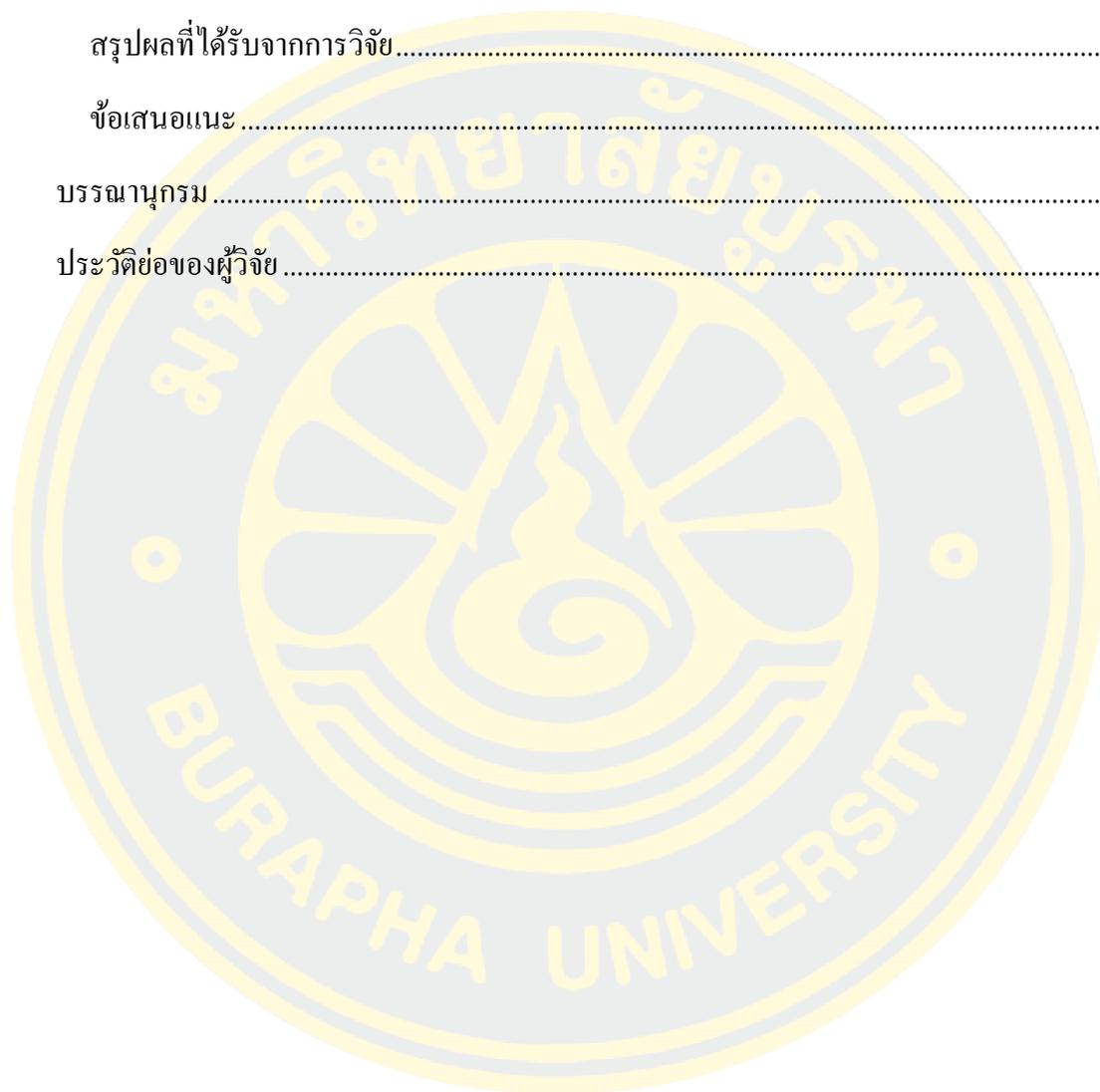
ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อถวิล คุณแม่ศรีคำ พรมสร น.ส. วายุณี พรมสร และเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมาคุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตรงราบเท่าทุกวันนี้

บัณฑิต พรมสร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	5
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	71
แผนภูมิแสดงการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัยของโครงการ	72
รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย	73
การประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า	75
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	98
การยืนยันการทดสอบชิ้นส่วนเข้ากับยูนิิตทำพื้น	98

การทดสอบตามข้อกำหนด (Test Requirements)	106
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	110
สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	110
สรุปผลที่ได้รับจากการวิจัย.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	111
บรรณานุกรม.....	113
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	116



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อเสียของ Airrotor ชนิด Ball และ Air Bearing	18
ตารางที่ 2 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Micromotor และ Airmotor	20
ตารางที่ 3 แรงดันลมที่ใช้ในยูนิคทำฟัน.....	21
ตารางที่ 4 ตารางปริมาณลมที่ต้องใช้อุปกรณ์ทันตกรรม เป็นลูกบาศก์ฟุต/นาที และลิตร/นาที	32
ตารางที่ 5 การตรวจสอบยูนิคทำฟันเบื้องต้นกรณีมีเหตุขัดข้อง.....	34
ตารางที่ 6 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น ของยูนิคทำฟัน	36
ตารางที่ 7 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น ของ Air Compressor	40
ตารางที่ 8 แนวทางการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้	73
ตารางที่ 9 ต้นทุนของวัสดุของยูนิคทำฟันรุ่น A และ รุ่น B จากมากที่สุดไปน้อยสุดตามลำดับ	77
ตารางที่ 10 ต้นทุนค่าวัสดุชิ้นส่วนประกอบ 4 รายการที่ผ่านการอนุมัติจากผู้บริหาร	79
ตารางที่ 11 นิยามคำกริยาและคำนาม หน้าที่หลักและหน้าที่รองของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ	80
ตารางที่ 12 การประเมินเชิงน้ำหนักรความสำคัญของหน้าที่	82
ตารางที่ 13 การเรียงหน้าที่หลักจากน้ำหนักรมากไปน้อย	83
ตารางที่ 14 สรุปการประเมินเชิงเลข	84
ตารางที่ 15 การวิเคราะห์น้ำหนักรหน้าที่ของฟังก์ชัน	85
ตารางที่ 16 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ LIFT CYLINDER & BACK CYLINDER	87
ตารางที่ 17 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ GEAR C & GEAR D.....	88
ตารางที่ 18 การวิเคราะห์โดยอ้างอิงหลักการทางวิศวกรรม ข้อดี และ ข้อเสีย	90
ตารางที่ 19 ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา.....	92
ตารางที่ 20 การหาค่า VI และผลต่างต้นทุน	94
ตารางที่ 21 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER	95

ตารางที่ 22 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ GEAR C และ GEAR D96

ตารางที่ 23 การทดสอบความทนทาน107



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การจำหน่ายและส่งออกเครื่องมือทางการแพทย์ของประเทศไทย ปี 2564-2565.....	1
ภาพที่ 2 สักส่วนผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือทางการแพทย์ (2019).....	2
ภาพที่ 3 ส่วนประกอบหลักของยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 5 Unit.....	3
ภาพที่ 4 กราฟแสดงรายละเอียดต้นทุนวัสดุ	4
ภาพที่ 5 ยูนิตทำฟันชนิดติดตั้งประจำที่	6
ภาพที่ 6 ยูนิตทำฟันชนิดชนิดเคลื่อนที่ได้.....	7
ภาพที่ 7 โครงสร้างเครื่องยูนิตทำฟัน	7
ภาพที่ 8 โครงสร้าง Portable Mobile Unit.....	9
ภาพที่ 9 ระบบทางเดินของลม และระบบทางเดินน้ำ	9
ภาพที่ 10 ระบบทางเดินของไฮดรอลิกส์	10
ภาพที่ 11 ระบบเก๊าอี้ทำฟัน.....	12
ภาพที่ 12 ผังการทำงานเก๊าอี้ทำฟันแบบไฮดรอลิกส์	12
ภาพที่ 13 วงจรระบบเก๊าอี้ทำฟันไฮดรอลิกส์.....	13
ภาพที่ 14 วงจรไฟฟ้าของโคมไฟส่องปากของยูนิตโดยทั่วไป	14
ภาพที่ 15 Reflector for Dental Light.....	15
ภาพที่ 16 โคมไฟส่องทำฟัน	15
ภาพที่ 17 หัวกรอ Ball - Bearing Airotor.....	17
ภาพที่ 18 หัวกรอ Air - Bearing Airrotor.....	17
ภาพที่ 19 Airmotor	19
ภาพที่ 20 ภาพ Micromotor	20
ภาพที่ 21 หัวกรอแบบต่างๆ.....	21

ภาพที่ 22 อุปกรณ์ถอด Bur.....	22
ภาพที่ 23 การวางตำแหน่งของหัวกรอ	23
ภาพที่ 24 ตำแหน่งการคูฟิล์ม	23
ภาพที่ 25 การควบคุมด้วยสวิทซ์เท้า	24
ภาพที่ 26 ระบบกระบอกบรรจุน้ำ	25
ภาพที่ 27 ระบบกรองน้ำ.....	26
ภาพที่ 28 ระบบอ่างบัวปาก.....	26
ภาพที่ 29 หลักการทำงาน Suction.....	28
ภาพที่ 30 ระบบการทำงาน Suction.....	28
ภาพที่ 31 ส่วนประกอบของเครื่องอัดอากาศ.....	30
ภาพที่ 32 Oil Free Air Compressor	31
ภาพที่ 33 ระบบปรับปรุงคุณภาพลม	33
ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่าง V, F และ C	45
ภาพที่ 35 ตัวอย่างของแบบฟอร์มที่ช่วยในการหาข้อเท็จจริง	49
ภาพที่ 36 แบบฟอร์มการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานโดยใช้คำกริยา-นาม	54
ภาพที่ 37 แบบฟอร์มการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่	55
ภาพที่ 38 การจัดเรียงคุณสมบัติในการออกแบบเครื่องหมายป้าย.....	56
ภาพที่ 39 การวิเคราะห์ตามรูปลักษณะ	57
ภาพที่ 40 แบบฟอร์มตัวอย่างการพัฒนาหน้าที่.....	60
ภาพที่ 41 แบบฟอร์มตัวอย่างการประเมินความคิด	61
ภาพที่ 42 แบบฟอร์มตัวอย่างการเสนอแนะ	65
ภาพที่ 43 แผนภูมิแสดงการไหลของวิธีดำเนินการวิจัยของโครงการ	72
ภาพที่ 44 ส่วนประกอบหลักของยูนิททำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 5 Unit.....	76
ภาพที่ 45 ชั้นส่วนประกอบของ MAIN CHAIRS UNIT	77

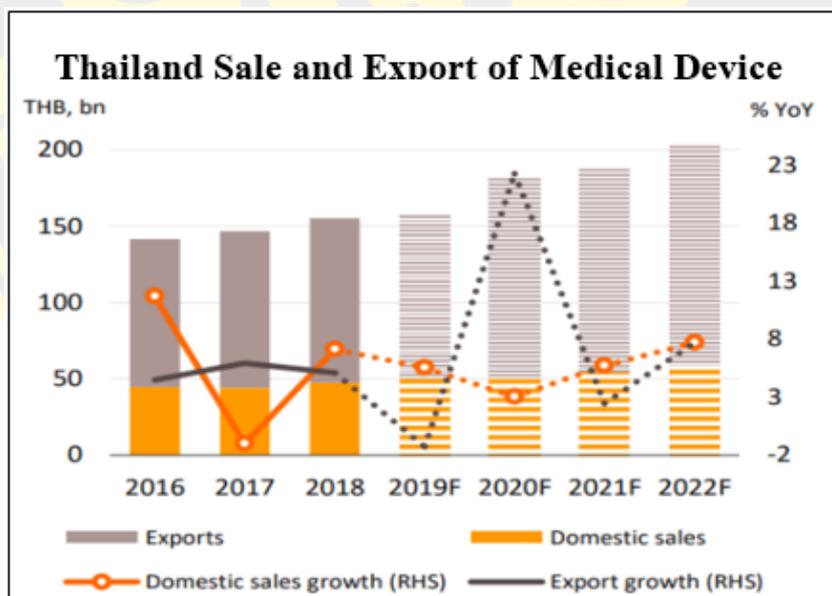
ภาพที่ 46 ชิ้นส่วนประกอบและตำแหน่งของ MAIN CHAIRS UNIT	78
ภาพที่ 47 น้ำหนักการประเมิน	81
ภาพที่ 48 เปรียบเทียบรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ของ Gear C และ Gear D	88
ภาพที่ 49 แนวความคิด Lift Cylinder	99
ภาพที่ 50 แนวความคิด Back Cylinder	100
ภาพที่ 51 แนวความคิด Lift Cylinder and Back Cylinder	101
ภาพที่ 52 แนวความคิด Back Cylinder และ Lift Cylinder	102
ภาพที่ 53 แนวความคิด Gear C และ Gear D	103
ภาพที่ 54 แนวความคิด Gear C และ Gear D	104
ภาพที่ 55 แนวความคิด Gear C และ Gear D	105
ภาพที่ 56 แนวความคิด Gear C และ Gear D	106
ภาพที่ 57 ตำแหน่งของ Gear C และ Gear D และ Back Cylinder and Lift Cylinder	107
ภาพที่ 58 ผลการทดสอบ Durability & Performance Test	108

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

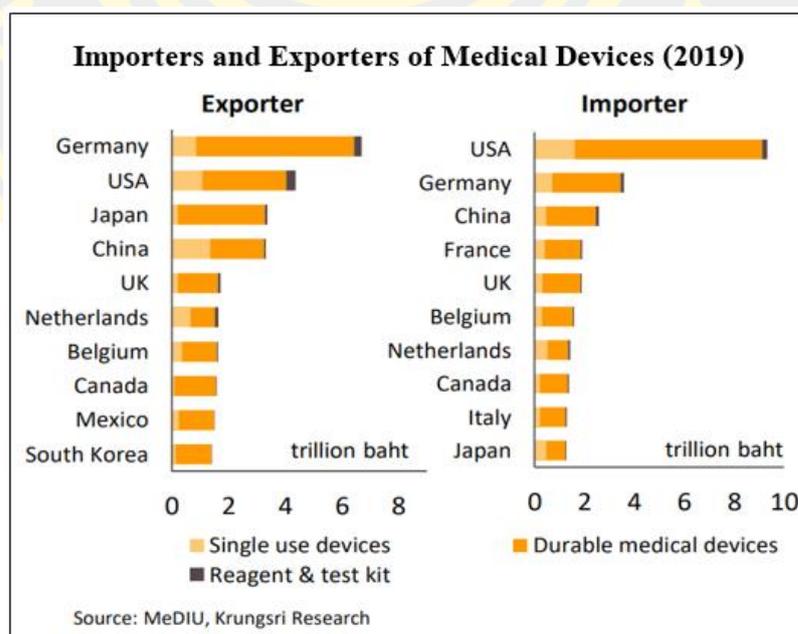
วัตถุประสงค์ของการประกอบธุรกิจทุกประเภทย่อมมีวัตถุประสงค์ตรงกันดังนี้ 1. เพื่อต้องการแสวงหาผลกำไร ซึ่งถือเป็นสิ่งจูงใจในการลงทุนที่ผู้เป็นเจ้าของทุนต้องการเป็นสิ่งตอบแทน 2. เพื่อให้บริการแก่ผู้บริโภค โดยคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคเป็นหลัก 3. เพื่อโอกาสให้คนมีงานทำ เป็นการสร้างรายได้ให้แก่ประชาชน 4. เพื่อให้บริการแก่ชุมชนและเสริมสร้างความเจริญให้แก่สังคมโดยรวม (จิรภา แสนเกษม, 2545) แต่เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจปัจจุบันที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการประกอบธุรกิจของประชาชนทั่วโลก อุตสาหกรรมทางการแพทย์มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องเนื่องจากความต้องการเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีปริมาณค่อนข้างสูง ปี 2564-2565 คาดว่ามูลค่าการจำหน่ายเครื่องมือทางการแพทย์ในประเทศไทยจะเติบโตเฉลี่ย 6.5% ขณะที่มูลค่าการส่งออกจะเฉลี่ยที่ 5.0% (ภาพที่ 1) โดยมีปัจจัยสนับสนุนดังนี้



ภาพที่ 1 การจำหน่ายและส่งออกเครื่องมือทางการแพทย์ของประเทศไทย ปี 2564-2565

ในปัจจุบันกลุ่มอุตสาหกรรมการแพทย์ มีอัตราการแข่งขันค่อนข้างสูง และมีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมของประเทศ เป้าหมายหลักของการประกอบธุรกิจและอุตสาหกรรม คือ การเพิ่มผลกำไรให้สูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มผลกำไรมีแนวคิดหลักอยู่ 2 วิธี คือ การเพิ่มราคาขายให้สูงขึ้นและการลดต้นทุนให้ต่ำลง การเพิ่มราคาขายให้สูงขึ้นนั้นเป็นไปได้ยากโดยผู้ผลิตที่มีต้นทุนต่ำและมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดี จึงจะมีศักยภาพในการแข่งขันด้านการขายได้ดีกว่า ดังนั้นการเพิ่มผลกำไรจากการลดต้นทุนจึงเป็นเป้าหมายหลัก

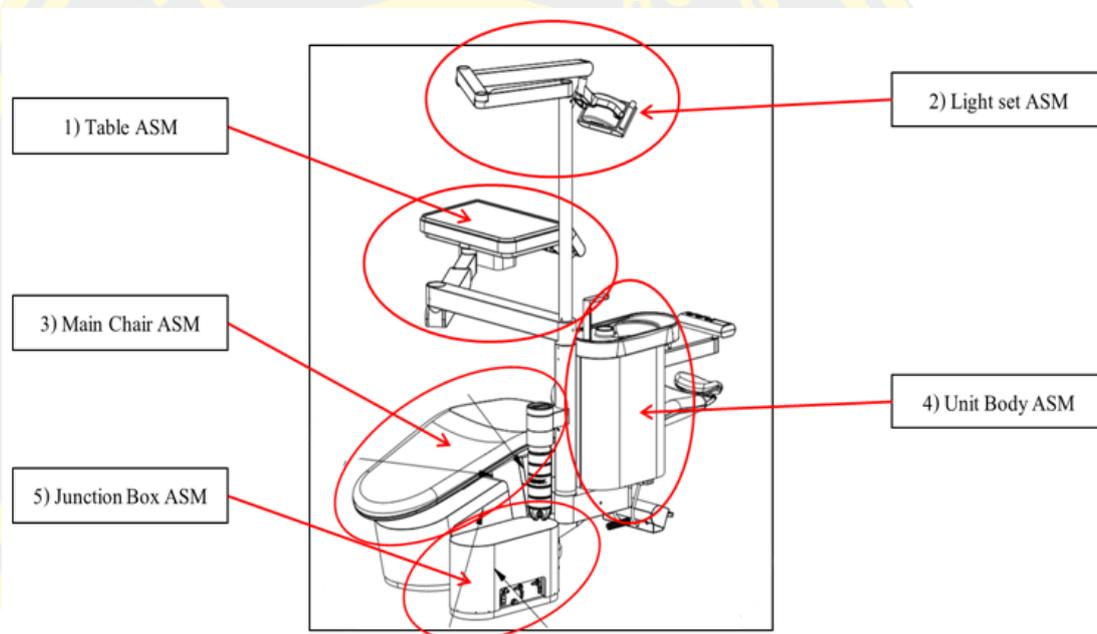
จากข้อมูลข้างต้น ณ บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) แห่งหนึ่งซึ่งได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทางอ้อมจากการที่ทุกประเทศทั่วโลกได้รับผลกระทบจากการประกอบธุรกิจของเกือบทุกอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อกำลังการซื้อของผู้บริโภคที่ต่ำ ทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถขายผลิตภัณฑ์ได้ในราคาที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ ในเมื่อจำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ แต่มีงบประมาณที่ต่ำ อาจทำให้ผู้บริโภคหันมาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากบริษัทคู่แข่งรายอื่นที่มีราคาขายถูกกว่า ซึ่งก็มีสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ เช่น เยอรมนีเป็นผู้ส่งออกเครื่องมือแพทย์รายใหญ่ที่สุด มีสัดส่วน 16.6% ของมูลค่าส่งออกเครื่องมือแพทย์ทั้งหมดของโลก (ภาพที่ 2) รองลงมา ได้แก่ สหรัฐฯ (สัดส่วน 10.8%) ญี่ปุ่น (สัดส่วน 8.3%) และจีน (สัดส่วน 8.2%) ซึ่งสินค้าจากประเทศจีนซึ่งถือว่าเป็นคู่แข่งที่น่าจับตามองและกำลังจะถูกนำเข้ามาเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค เนื่องจากมีราคาขายที่ถูกกว่าแต่คุณภาพยังไม่เทียบเท่า



ภาพที่ 2 สัดส่วนผู้นำเข้าและส่งออกเครื่องมือทางการแพทย์ (2019)

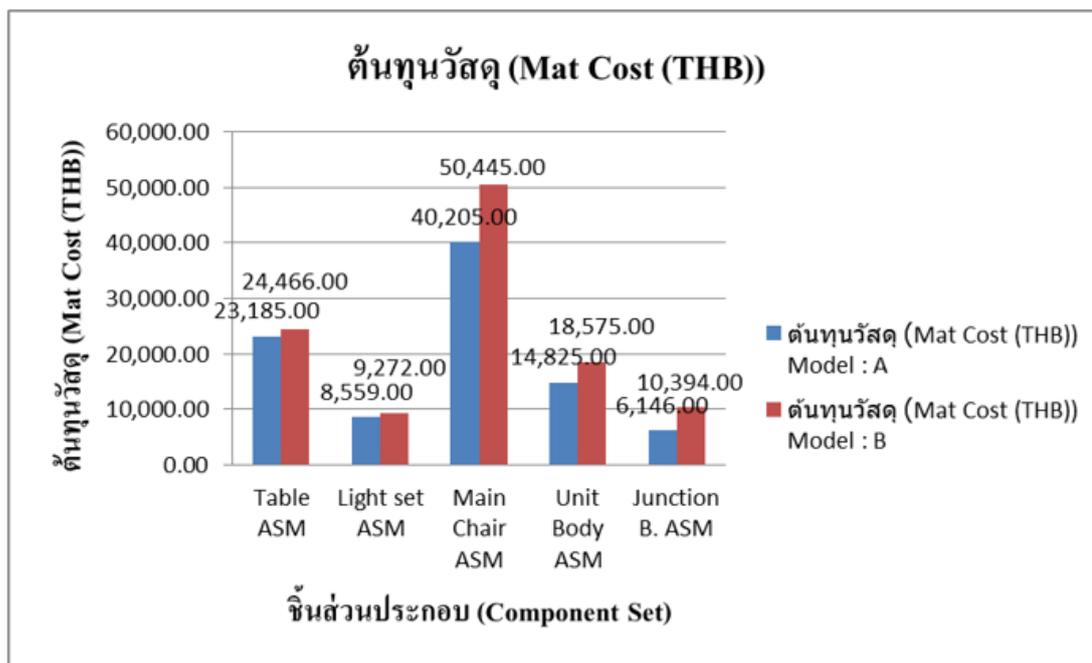
ปัจจุบันนี้ ฅ บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ได้มีการผลิตยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ด้วยกันอยู่ 2 รุ่น คือ รุ่น A และ รุ่น B ยูนิต (Dental Patients Chairs) ทำฟันทั้ง 2 รุ่นจะมีส่วนประกอบหลักๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 Unit หลักๆ (ภาพที่ 3) ได้แก่

- 1) TABLE ASM UNIT
- 2) LIGHT SET ASM UNIT
- 3) MAIN CHAIR ASM UNIT
- 4) UNIT BODY ASM UNIT
- 5) JUNCTION BOX ASM UNIT



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบหลักของยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 5 Unit

ยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 2 รุ่น มีต้นทุนวัสดุในการผลิตแบ่งแยกตาม Unit หลักๆ ทั้ง 5 Unit (ภาพที่ 4) กราฟแสดงรายละเอียดต้นทุนวัสดุในการผลิตยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) โดยจะเห็นได้ว่ายูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น B จะมีต้นทุนวัสดุสูงกว่ายูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น A และถ้าเรียงลำดับต้นทุนของยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น B จาก Unit ที่มีต้นทุนวัสดุจากมากที่สุดไปน้อยสุดตามลำดับ ดังนี้ 1) MAIN CHAIR ASM UNIT ต้นทุนวัสดุ 50,445 บาท 2) TABLE ASM UNIT ต้นทุนวัสดุ 24,466 บาท 3) UNIT BODY ASM UNIT ต้นทุนวัสดุ 18,575 บาท 4) JUNCTION BOX ASM UNIT ต้นทุนวัสดุ 10,394 บาท และ 5) LIGHT SET ASM UNIT ต้นทุนวัสดุ 9,272 บาท



ภาพที่ 4 กราฟแสดงรายละเอียดต้นทุนวัสดุ

สำหรับการวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษา MAIN CHAIR ASM UNIT เพราะเป็น Unit ที่มีต้นทุนวัสดุของชิ้นส่วนที่มีต้นทุนสูงที่สุด รวมถึงเป็นชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่องทำหน้าที่ปรับระดับความสูง-ต่ำ และเป็นตำแหน่งศูนย์รวมการประกอบของ Microcontroller Board ต่างๆ ที่เป็นหัวใจหลักที่ทำหน้าที่สั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ และผู้วิจัยยังได้รับผิดชอบอยู่ในส่วนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนของยูนิททำฟัน (Dental Patients Chairs) อีกด้วย

วิศวกรรมคุณค่า (Value engineering) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการลดต้นทุนที่ได้ผลดี เพราะวิศวกรรมคุณค่าสามารถประยุกต์ใช้กับลักษณะงานหลากหลายตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงกระบวนการผลิต ปรับปรุงวิธีการทำงานที่ดีขึ้น ลดการใช้วัสดุลง หรือแม้แต่การปรับปรุงงานด้านบริหารก็ได้ โดยมุ่งหมายที่จะลดต้นทุนลง ขณะเดียวกันยังรักษาประสิทธิภาพหรือแม้กระทั่งเพิ่มประสิทธิภาพของงานได้ด้วยเช่นกัน (วุฒิพันธ์ พานิชพงษ์, 2559)

ผู้ทำวิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุนการผลิต นั่นก็คือ ต้นทุนของวัสดุ เช่น โลหะ พลาสติก โฟม และหนัง เป็นต้น โดยการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่ MAIN CHAIRS UNIT ASM เพราะเป็น UNIT ที่ต้นทุนของวัสดุของผลิตภัณฑ์สูงสุด ของยูนิททำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น B โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและฟังก์ชันการทำงานของผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประยุกต์เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่ามาใช้เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยูนิต์ (Dental Patients Chairs) ทำฟันลงอย่างน้อย 10%

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ยูนิต์ทำฟัน (Dental Patients Chairs) ที่มีต้นทุนสูงที่สุดเท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า
2. เป็นแนวทางของอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตคล้ายคลึงกันหรืออุตสาหกรรมอื่นๆ (กลุ่มผู้ผลิตยูนิต์ทำฟัน (Dental Patients Chairs)) ในการลดต้นทุนของบริษัท
3. สามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับคู่แข่ง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาความเป็นมาและภาพโดยรวมของการดำเนินงานปัจจุบันใน บริษัท โดยทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของบริษัท ชนิดของผลิตภัณฑ์ คุณลักษณะเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์
 1. วิเคราะห์ต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ
 2. ทำการเลือกศึกษาชิ้นส่วนประกอบที่มีมูลค่าของต้นทุนที่สูงที่สุดมาเป็นกรณีศึกษา
 3. ทำการวิเคราะห์การลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า
4. นำข้อเสนอที่ผ่านการอนุมัติจากผู้บริหารไปดำเนินการ
5. สรุปผลการดำเนินการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้นำเอาแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะเป็นประโยชน์ต่อการลดต้นทุนในการออกแบบชิ้นส่วนของโต๊ะทันตกรรมมาประยุกต์ใช้ ดังนี้ 1) ทฤษฎีระบบการทำงาน ของเครื่องยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) 2) ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

1. เครื่องยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs)

1.1 จุดประสงค์ของการใช้งาน

ใช้ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ทันตแพทย์ในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องโรคฟันให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น

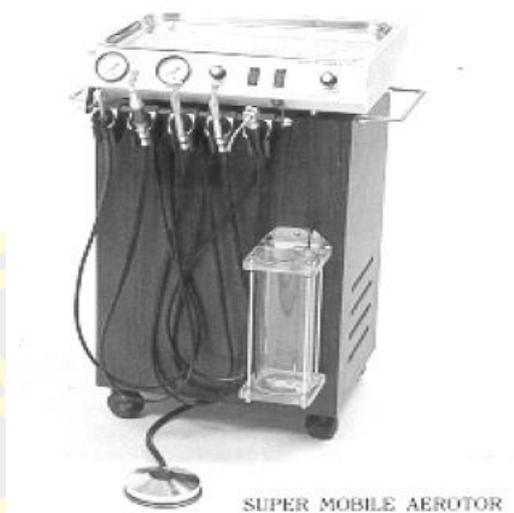
1.2. หลักการทำงานของยูนิตทำฟันแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานดังนี้

1.2.1 ยูนิตทำฟันชนิดติดตั้งประจำที่ (ภาพที่ 5)

1.2.2 ยูนิตทำฟันชนิดเคลื่อนที่ได้ (ภาพที่ 6)



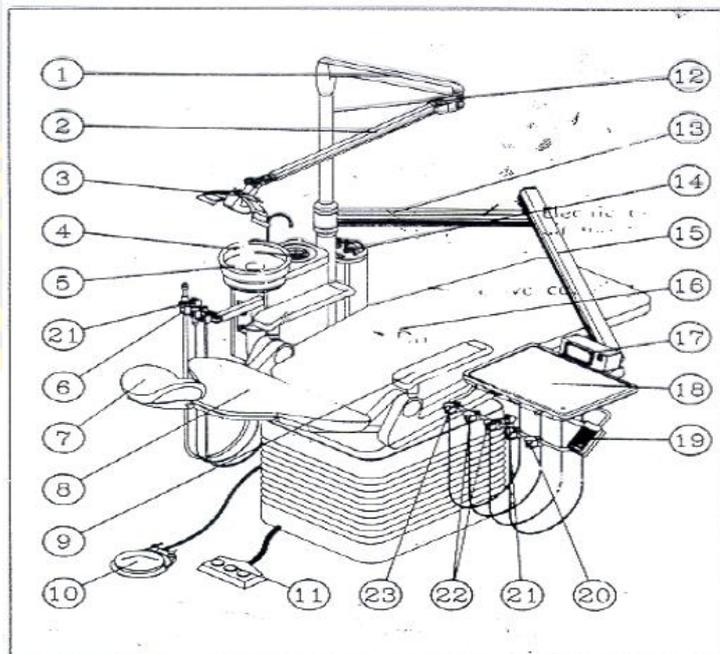
ภาพที่ 5 ยูนิตทำฟันชนิดติดตั้งประจำที่



ภาพที่ 6 ยูนิตทำฟันชนิดชนิดเคลื่อนที่ได้

2. ส่วนประกอบของ Master Unit

โดยทั่วไปยูนิตทำฟันส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะเป็นระบบ All Air คือจะใช้ลมเป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ เช่น การใช้ลม เปิด – ปิด สวิตซ์ต่างๆ เป็นต้น ส่วนประกอบที่สำคัญของยูนิตทำฟัน ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องมีอยู่เป็นมาตรฐาน (ภาพที่ 7) ดังนี้



ภาพที่ 7 โครงสร้างเครื่องยูนิตทำฟัน

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของยูนิตทำฟัน

2.1.1 แขนยึดเสาโคมไฟส่องปาก

2.1.2 แขนโคมไฟส่องปาก

- 2.1.3 ตัวโคมไฟส่องปาก
- 2.1.4 ที่วางแก้วน้ำอัตโนมัติ
- 2.1.5 อ่างน้ำบ้วนปาก
- 2.1.6 หัวดูดน้ำลาย
- 2.1.7 พนักรองศีรษะ
- 2.1.8 พนักพิง
- 2.1.9 ที่พักแขนผู้ป่วย
- 2.1.10 สวิตซ์เท้า
- 2.1.11 สวิตซ์เท้าปรับเก้าอี้ และปรับหัวกรอ
- 2.1.12 เสาโคมไฟส่องปาก
- 2.1.13 แขนถาดเครื่องมือ
- 2.1.14 กระจบอกรน้ำสำหรับหัวกรอ
- 2.1.15 แขนถาดเครื่องมือส่วนที่สอง
- 2.1.16 เติงนั่ง
- 2.1.17 ที่คูฟิล์มเอกซเรย์
- 2.1.18 ถาดเครื่องมือ
- 2.1.19 สวิตซ์ปรับพนักพิง และเติง
- 2.1.20 ที่วางหัวกรอ
- 2.1.21 ที่เป่าน้ำ – ลม (3-way Syringe)
- 2.1.22 หัวกรอเร็ว
- 2.1.23 หัวกรอช้า

2.2 ส่วนประกอบของ Portable Mobile Unit

ส่วนประกอบที่สำคัญของ Portable Mobile Unit ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องมีอยู่เป็นมาตรฐาน (ภาพที่ 8) ดังนี้

- 2.2.1 Vacuum Syringe
- 2.2.2 Suction
- 2.2.3 กระจบอกรน้ำอัดลม
- 2.2.4 อุปกรณ์ควบคุม
- 2.2.5 หัวกรอเร็ว
- 2.2.6 ถาดวางเครื่องมือ

2.2.7 Tripple Syringe

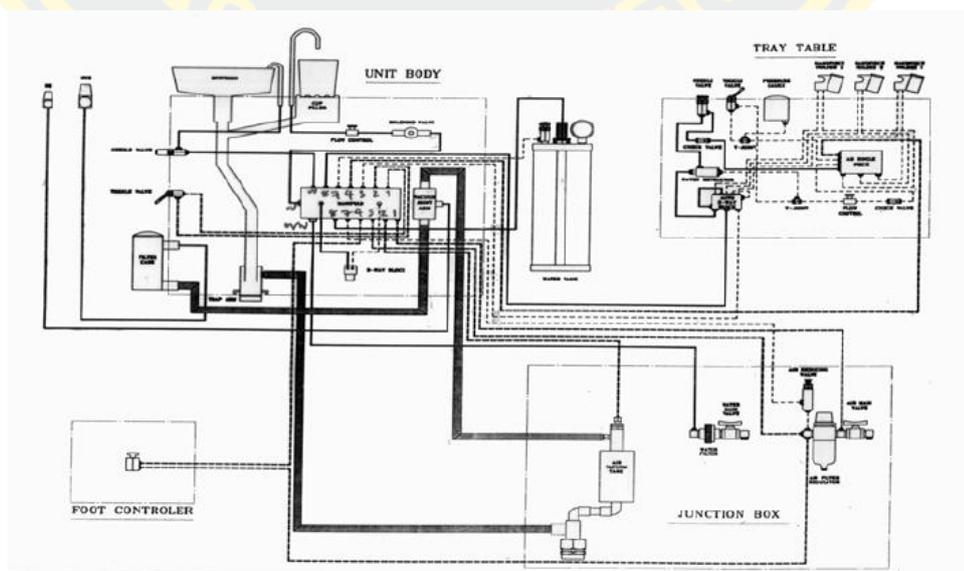
2.2.8 Air Compressor

2.2.9 Tripple Syringe

2.2.10 Air Compressor Suction

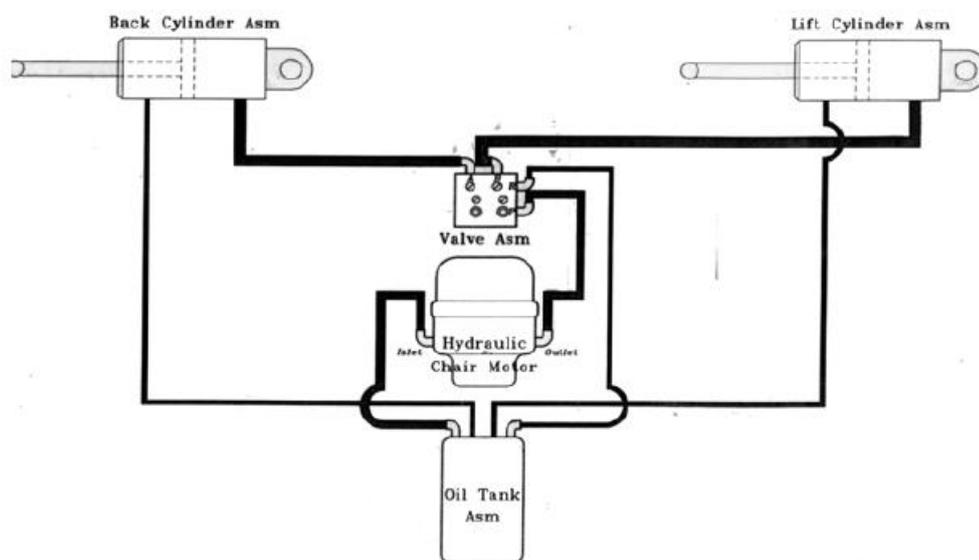


ภาพที่ 8 โครงสร้าง Portable Mobile Unit



ภาพที่ 9 ระบบทางเดินของลม และระบบทางเดินน้ำ

HYDRAULIC DIAGRAM



ภาพที่ 10 ระบบทางเดินของไฮดรอลิกส์

3. ยูนิตทำฟัน สามารถแบ่งเป็นระบบใหญ่ๆ ได้ 9 ระบบ ได้แก่

- 3.1 ระบบเก้าอี้ทำฟัน
- 3.2 ระบบให้แสงสว่าง
- 3.3 ระบบเครื่องรอฟัน
- 3.4 ระบบกระบอกบรรจุน้ำ
- 3.5 ระบบกรองน้ำประปา
- 3.6 ระบบน้ำลงถ้วยอัตโนมัติและอ่างบัวปาก
- 3.7 ระบบ Suction
- 3.8 ระบบเครื่องกำเนิดอากาศอัด
- 3.9 ระบบปรับปรุงคุณภาพลม (Air Filter)
- 3.10 ข้อควรระวังในการใช้งานยูนิตทำฟัน

3.1 ระบบเก้าอี้ทำฟัน (Dental Chair)

เก้าอี้ทำฟัน คือ เติงที่ใช้นั่งหรือนอนในขณะที่รับการบำบัดทางทันตกรรม ที่มีใช้
อยู่โดยทั่วไป จะมีอยู่หลายแบบ และแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะการควบคุมบังคับได้ 3 แบบ คือ

3.1.1 Manually Operated Chair: เป็นเก้าอี้ชนิดปรับตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยมือและคันโยก

3.1.2 Semi – Motorized Chair: เป็นเก้าอี้ที่สามารถปรับความสูงต่ำได้ด้วยระบบไฟฟ้า แต่ปรับเอนด้วยมือ

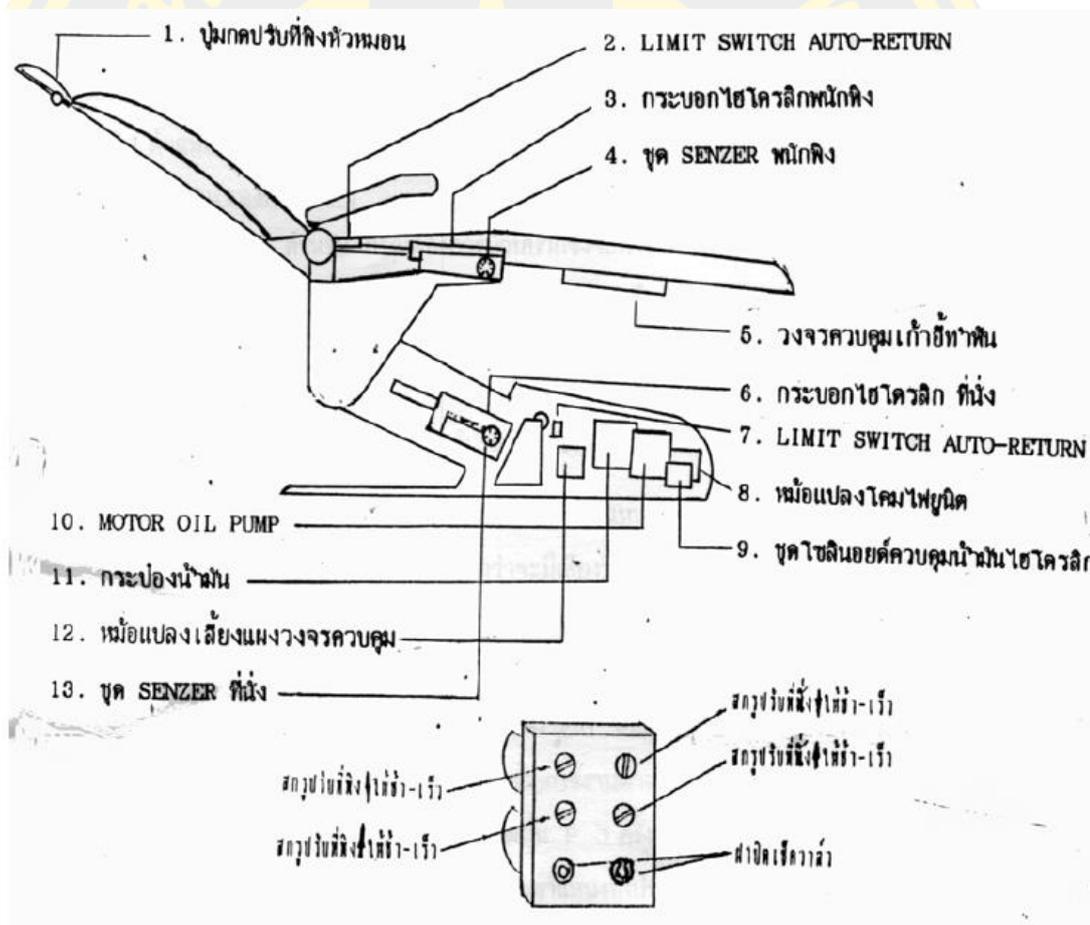
3.1.3 Fully Electrical Controlled Chair: เป็นเก้าอี้ที่สามารถปรับความสูงต่ำและพนักพิงด้วยระบบไฟฟ้า โดยต้นกำลังอาจจะเป็นระบบไฮดรอลิกส์ หรือ Gear – Motor ก็ได้ ถ้าแบ่งตามรูปร่างของเก้าอี้จะมี 2 แบบ คือ

3.1.3.1 Conventional chair คือเก้าอี้ที่อยู่ในลักษณะนั่ง ได้แก่เก้าอี้ทำพื้นแบบเก้าอี้

3.1.3.2 Contour chair คือเก้าอี้ที่อยู่ในลักษณะนอนแบบเก้าอี้ทำพื้นแบบใหม่จะมีลักษณะเป็นเตียงมากกว่าเก้าอี้ (ภาพที่ 11) ในปัจจุบันเก้าอี้ที่ถูกผลิตขึ้นมาจะมีการปรับขึ้นลงและปรับพนักพิง โดยใช้ระบบมอเตอร์มักมีปัญหาในการเลื่อนเก้าอี้ลง เนื่องจากการติดขัดของแกนแต่ระบบไฮดรอลิกส์ จะไม่มีปัญหาในด้านนี้เนื่องจากกระบอกไฮดรอลิกส์มีมุมในการเคลื่อนที่ดีกว่า และสามารถรับแรงน้ำหนักได้มาก และไม่มีเสียงดัง เก้าอี้ระบบไฮดรอลิกส์ เป็นเก้าอี้ที่มีความนิยมสูง มีลักษณะรูปร่างของเบาะโค้งไปตามหลังผู้ป่วยขณะปฏิบัติงาน ผู้ป่วยจะอยู่ในลักษณะนอน ส่วนประกอบของเก้าอี้ระบบไฮดรอลิกส์ (ภาพที่ 12) เก้าอี้ทำพื้นแบบไฮดรอลิกส์สามารถปรับที่พนักพิงและที่นั่งเตียงให้ช้า – เร็วได้ โดยใช้ไขควงหมุน สกรูปรับที่ชุดโซลินอยด์วาล์ว ส่วนการปรับตั้ง Preset และ AUTO ให้ปรับที่ชุดไมโครสวิตช์ตรงตำแหน่ง ควรปรับให้พอเหมาะตามที่แพทย์ต้องการ ไม่จำเป็นต้องตั้งบ่อยๆ เก้าอี้ทำพื้นต่างๆ ไป พนักพิงรองรับศีรษะ (Head – Rest Tilt) จะสามารถปรับมุมองศาศีรษะของคนไข้ได้อย่างน้อยประมาณ -25 องศา และมุมก้มได้ประมาณ 8 องศา Head Rest โดยทั่วไปแล้วจะต้องสามารถปรับระดับสูง, ต่ำ, ก้ม, เงย ได้ง่ายสิ่งที่ควรระวังคืออย่าให้เกิดการกระแทก หรือได้รับน้ำหนักมากเกินไปเพราะหักง่าย และอย่าให้น้ำเข้า เพราะข้างในจะเป็นสนิมได้ง่าย



ภาพที่ 11 ระบบเก้าอี้ทำฟัน

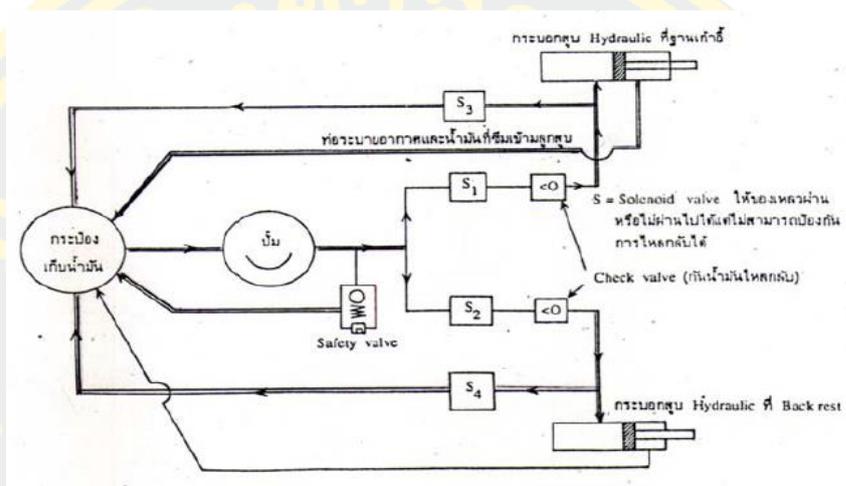


ภาพที่ 12 ผังการทำงานเก้าอี้ทำฟันแบบไฮดรอลิกส์

3.1.4 หลักการทำงานของระบบเก้าอี้ไฮดรอลิกส์ (ภาพที่ 13) เมื่อมีการปรับเก้าอี้หรือ Back Rest ขึ้น สวิตช์จะสั่งให้ Compressor ปัมทำงาน โซลินอยด์ S1 และ S2 จะเปิด น้ำมันไฮดรอลิกส์จะไหลจากถังพักน้ำมันผ่าน Compressor ปัม ผ่าน โซลินอยด์วาล์ว ผ่าน Check Valve เข้า

ไปยังกระบอกสูบ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ขณะที่ Compressor ปั่นทำงาน ถ้ามีการดันของระบบ น้ำมันไฮดรอลิกก็จะไหลผ่าน Safety Valve กลับเข้าถังพักน้ำมัน

เมื่อมีการปรับแก้อีหรือ Back Rest ลง สวิตช์จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์ว S3 และ S4 จะเปิดน้ำมันไฮดรอลิกก็จะไหลผ่านกลับเข้าถังพักน้ำมัน แก้อี และพนักพิงก็จะเลื่อนระดับลง นอกจากนี้ที่กระบอกสูบยังเจาะรูเพื่อระบายน้ำมันกลับเข้าถังพักน้ำมันถ้าเกิดการรั่วของยางที่ลูกสูบ



ภาพที่ 13 วงจรระบบแก้อีทำพนักไฮดรอลิกส์

3.1.5 การใช้และการบำรุงรักษา

3.1.5.1 ควรปรับแก้อีทำพนักให้อยู่ในท่าจัดเก็บทุกครั้งก่อนปิด Main switch ของยูนิต

3.1.5.2 ระบบขับเคลื่อนแก้อีทำพนัก ควรได้รับการหล่อลื่นจุดที่หมุน เช่น เฟือง และเกียร์ อย่างน้อยในทุกๆ 6 เดือน

3.1.5.3 หากแก้อีทำพนักเป็นระบบไฮดรอลิกส์ ควรตรวจสอบสภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ อย่างน้อยในทุก 6 เดือน หากสกปรกควรเปลี่ยนใหม่ หรือลดลงก็ให้เติมเพิ่มตามระดับ

3.1.6 ข้อควรระวัง

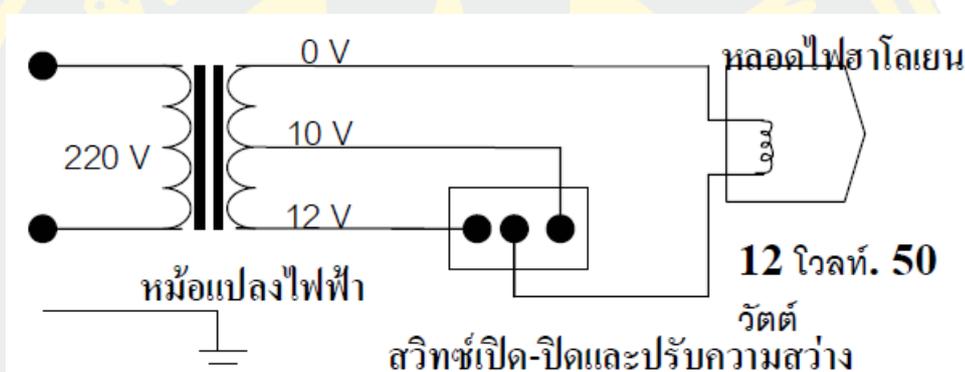
3.1.6.1 ไม่ควรให้ผู้ปวยนั่งตรงที่วางเท้า เพราะผู้ปวยอาจเลื่อนตกลงมาได้ ซึ่งตรงส่วนนี้ถ้ารับน้ำหนักมากอาจชำรุดได้

3.1.6.2 อย่ากดให้แก้อีทำงานติดต่อกันนานเกินไป จะเกิดความร้อนสูงที่ Compressor ปั่น ทำให้เสียหายได้

3.1.6.3 เมื่อเลิกใช้งานต้องปิด Main Switch ทุกครั้ง

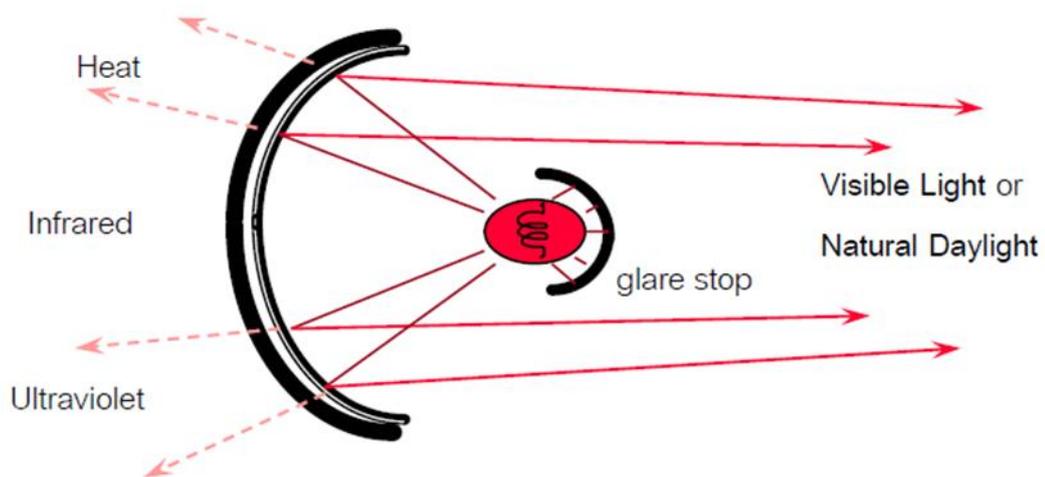
3.2 ระบบให้แสงสว่างโคมไฟส่องปาก (Operating Light)

โคมไฟส่องปากเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับเก้าอี้ทำฟัน ใช้สำหรับส่องปากขณะทำการรักษาฟันให้กับผู้ป่วย โคมไฟส่องปากโดยทั่วไปจะเป็นหลอดชนิด (Tungsten Halogen) ให้แสงสว่างออกมาสูง แสงที่ออกมาเป็นสีขาว หลอดไฟที่ใช้จะมีหลายขนาด คือ 12 โวลท์, 50 วัตต์, 12 โวลท์, 150 วัตต์, 24 โวลท์, 50 วัตต์, 24 โวลท์, 150 วัตต์ ความร้อนที่เกิดขึ้นบนหลอดจะสูงประมาณ 4,000 – 6,000 องศาเซลวิน มีความเข้มประมาณ 9,000 – 20,000 ลักซ์ และควรมีอายุการใช้งานอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 2,000 ชั่วโมง บริเวณพื้นที่ที่แสงตก ต้องครอบคลุมช่องปากของผู้ป่วยได้ทั่วถึง คือ ประมาณ 70 ซม.X100 ซม. (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 วงจรไฟฟ้าของโคมไฟส่องปากของยูนิทโดยทั่วไป

ลักษณะของการให้แสงจะเป็นลักษณะของการให้แสงทางอ้อม (Indirect) คือจะใช้หลักการสะท้อนแสงของแผ่นสะท้อนแสงโดยตรง หลอดไฟจะมีหมวกครอบอยู่ การให้แสงในลักษณะนี้จะช่วยลดความร้อน และแผ่นสะท้อนแสงก็จะทำหน้าที่ควบคุมจุดโฟกัสด้วย (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 Reflector for Dental Light

3.2.1 ส่วนประกอบของโคมไฟส่องปาก (ภาพที่ 16)

3.2.1.1 เสา และ แขนที่ใช้ยึดโคมไฟ

3.2.1.2 สวิตช์ เปิด-ปิด

3.2.1.3 หลอดไฟ

3.2.1.4 ที่กรองแสง

3.2.1.5 ตัวสะท้อนแสง



ภาพที่ 16 โคมไฟส่องทำฟัน

3.2.2 การใช้งานที่ถูกต้องของโคมไฟส่องปาก

3.2.2.1 เปิดสวิตช์ไปที่ LOW

3.2.2.2 ไม่ควรปรับต่อไป เมื่อถึงจุดที่ฝืด

3.2.2.3 ห้ามใช้มือจับหลอดไฟ

3.2.2.4 บริเวณก้าน และ Filter ควรใช้ลมเป่า หรือผ้าแห้งทำ

ความสะอาด

3.2.2.5 Reflecting mirror ควรใช้ลมเป่าทำความสะอาด

3.2.2.6 ควรมีหลอดไฟสำรอง 1 หลอดเสมอ

3.2.2.7 ควรใส่จารบีหล่อลื่นทุกๆ 3 เดือน

3.2.2.8 วิธีการเปลี่ยนหลอดไฟ

3.2.2.8.1 ปิดสวิทช์หลอดไฟ

3.2.2.8.2 ถอดกระจกหรือแผ่นพลาสติกด้านหน้าออก

3.2.2.8.3 ถอดหมวกครอบหลอดออก

3.2.2.8.4 ใช้มือดึงหลอดออกในทิศตรงๆห้ามโยกเพราะจะทำให้ขั้วหลอด

หลวมได้

3.2.2.8.5 ใส่หลอดไฟใหม่ที่มีขนาด โวลต์, วัตต์ และรูปทรงเหมือนกัน ห้ามจับหรือสัมผัสหลอดโดยตรง จะทำให้หลอดเสื่อมสภาพหรือชำรุดได้

3.2.2.8.6 ปิดหมวกครอบหลอด

3.2.2.8.7 ปิดแผ่นกระจกหรือแผ่นพลาสติกตามเดิม

3.3 ระบบเครื่องกรอฟัน (Hand piece)

เครื่องกรอฟันเป็นเครื่องมือที่ใช้ในห้องทันตกรรม ทำงานโดยการหมุน Bur ที่มีลักษณะเป็นโลหะที่มีความเล็กและคม ไปทำการ กัด , เจาะ หรือแต่งฟัน เพื่อเป็นการรักษาฟันให้สามารถให้สามารถใช้งานได้ สำหรับการควบคุมการหมุนของหัว Bur สามารถทำได้เป็น 2 แบบคือ

3.3.1. ใช้มอเตอร์ เป็นหัวกรอฟันชนิดความเร็วช้า เป็นหัวกรอฟันแบบใช้กระแสไฟฟ้า โดยมี Micro motor อยู่ที่ด้ามกรอ ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับหัวกรอชนิดนี้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์โดยสามารถปรับความเร็วรอบได้ โดยทั่วไปจะมีใช้อยู่กับเครื่องกรอฟันชนิดใช้แรงดันลม

3.3.2 ใช้แรงดันลม และโรเตอร์ ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากใช้งานได้สะดวกและปลอดภัย และยังสามารถควบคุมความเร็วของหัว Bur และแรงบิดของหัวกรอฟันได้ดี โดยวิธีการสร้างแรงดันลมแล้วไปผ่านอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของหัวกรอฟัน หัวกรอฟันที่ใช้ในระบบนี้แบ่งออกเป็น ชนิดความเร็วสูง และ ความเร็วต่ำ

3.3.3 หัวกรอพื้นชนิดความเร็ว (High speed hand piece) หลักการทำงานของเครื่องกรอพื้น (Hand piece) คือ ใช้พลังงานจากเครื่องอัดอากาศที่มีความดันประมาณ 2 – 4 Kg/cm² ปริมาณลม 20 – 40 ลิตร/นาที ผ่านปะทะใบพัด (Rotor) จะทำให้เกิดการหมุนของใบพัดด้วยความเร็วสูงประมาณ 250,000- 500,000 รอบ/นาที แบ่งออกได้ดังนี้

3.3.3.1 Ball - Bearing Airrotor หัว Rotor จะมีการรองรับแกนหมุนด้วยตลับ ลูกปืน หัวและท้ายของหัว Rotor ซึ่งบางผู้ผลิตจะผลิต ทั้งลูกปืนและ Rotor จะบรรจุเสร็จเข้ามาในตลับ (Cartridge) สามารถถอดเปลี่ยนได้ทั้ง Cartridge เมื่อเกิดปัญหาลูกปืนแตก (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 หัวกรอ Ball - Bearing Airotor

3.3.3.2 ชนิด Air - Bearing Airrotor แล้วจะไม่มีลูกปืนรองรับ Cartridge ที่บรรจุ Rotor เพื่อให้อากาศไหลเข้าไปตามรูเล็กๆ เหล่านี้ จะเกิดการหมุนวนอยู่ในรอบๆ แกน หัวและท้ายของหัว Rotor ทำให้เกิดเป็นเบาะอากาศ ที่หัวและท้ายของหัว Rotor หัว Rotor จึงลอยอยู่ได้โดยไม่ต้องมีลูกปืนที่หัวท้ายเหมือน Ball – Bearing Hand piece ส่วนพลังงานที่จะหมุนหัว Rotor เอง ก็เป็นหลักเดียวกันกับ Ball – Bearing Hand piece คือ ใช้กำลังอัดผ่านปะทะใบพัดให้หมุน ดังนั้นชนิด Air - Bearing Airotor จึงต้องใช้ลมที่มีแรงอัดสูงประมาณ 4 Kg/cm² เพื่อให้เกิดการลอยตัวของ Rotor และเพื่อใช้หมุน Rotor ด้วยความเร็วที่ได้จาก Airotor ชนิดนี้จะสูงมาก ประมาณ 400,000-500,000 รอบ/นาที เนื่องจากไม่มีความเสียดของลูกปืนเข้ามาเกี่ยวข้อง (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 หัวกรอ Air - Bearing Airrotor

การออกแบบจะทำให้ Rotor พร้อมหัวกรอหมุนลอยอยู่ในเบาะอากาศนี้ได้ที่ความเร็วดังกล่าว โดยไม่สัมผัสกับผนังแหวนรองรับ Rotor การใช้งานหัวกรอชนิดนี้จะต้องใช้ให้ถูกวิธี คือ ขณะเดินเครื่องจะต้องมีหัวกรอติดอยู่เสมอ และจะต้องใช้แรงในการกรอไม่มากนัก หัวกรอจะตัดเนื้อฟีนออกด้วย

พลังงานจากความเร็ว ถ้าเราใช้แรงกดมากขณะกรอจะทำให้เกิดรอบการหมุนของ Rotor ช้าลง หรือหยุดจะทำให้เกิดการสึกหรอของตัว Rotor และแหวนรองรับ Rotor อันเป็นสาเหตุของการชำรุดและเกิดเสียงหวีดดังขณะใช้งาน ระวังอย่าใช้เบอร์กรอขนาดใหญ่เกินไป จะเกิดความสิ้นเปลืองมากและอายุการใช้งานน้อยลง

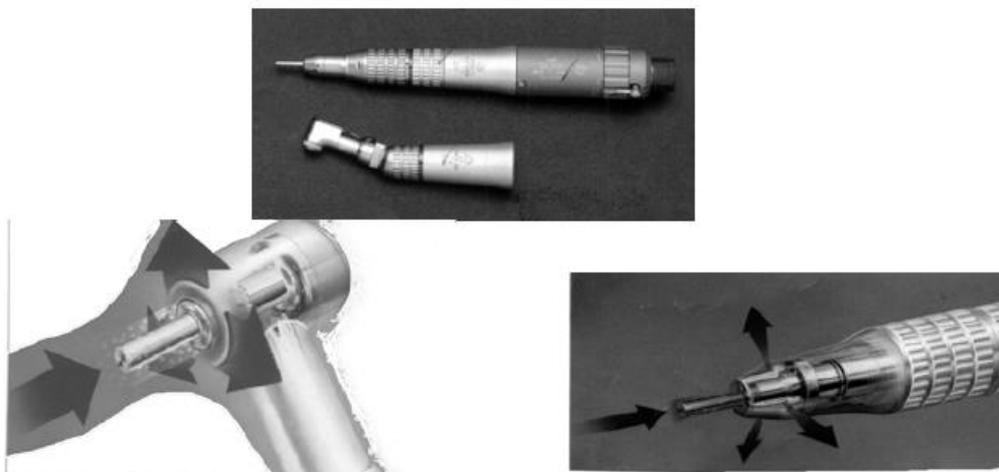
ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อเสียของ Airrotor ชนิด Ball และ Air Bearing

Ball - Bearing Airrotor	Air - Bearing Airrotor
1. ให้แรงบิดได้มากกว่า (Torque) สามารถกรอตัดเนื้อฟีนได้ดี โดยใช้แรงกดมากได้ และไม่ทำให้ Rotor สึกหรอมากเนื่องจากมีลูกปืนมาช่วยรับแรงและลดการเสียดสี	1. ให้แรงบิดน้อย แต่อาศัยที่รอบมากกว่าทำให้กรอเนื้อฟีนได้ดีและเร็ว แต่ต้องระมัดระวังการใช้แรงกดซึ่งถ้ากดมากไปจะมีผลกับการสึกหรอของ Rotor
2. มีเสียงดังกว่า เพราะมีการเสียดสีของลูกปืน	2. มีเสียงเบากว่า
3. ต้องสเปรย์น้ำมันทุกวันหรือทุกครั้ง ก่อนและหลังการกรอฟีนปริมาณมากๆ	3. ไม่ต้องมีน้ำมันหล่อลื่น แต่ต้องใช้สเปรย์ที่ใช้ฉีดล้างชำระคราบสกปรก ที่จับอยู่ตามแหวนรองรับ Rotor เป็นครั้งคราว
4. ใช้ความดันลมน้อยกว่า สามารถปรับให้หมุนเร็วเข้าได้ ใช้ความดันลมประมาณ 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว	4. ต้องใช้ความดันลมสูง ประมาณ 50-60 ปอนด์/ตารางนิ้ว อย่าให้ลมน้อยกว่าปกติจะสึกหรอเร็วขึ้น ขณะใช้งานไม่สามารถปรับให้หมุนเร็วเข้าได้
5. สามารถกรอได้มาก แต่จะทำให้เสียวฟีน	5. กรอได้ที่ละน้อยแต่ไม่เสียวฟีน
6. ความทนทานน้อยกว่า แต่สามารถเปลี่ยนลูกปืนใหม่ได้ตลอดไป	6. ความทนทานมากกว่า แต่เมื่อชำรุดต้องทิ้งไม่สามารถซ่อมได้

3.3.4 หัวกรอพื้นชนิดความเร็วช้า (Low speed hand piece) หัวกรอพื้นชนิดความเร็วช้า โดยทั่วไปจะมีความเร็วประมาณ 2,000-40,000 รอบ/นาที จะประกอบด้วย หัวต่อตรง (Straight) และหัวต่อหักมุม (Contra) แบ่งออกเป็น

3.3.4.1 Airmotor ใช้แรงดันลมในการขับเคลื่อน หัวกรอพื้นชนิด Airmotor เป็นหัวกรอช้าที่ใช้แรงดันลมช่วยในการทำงานลักษณะของหัวกรอพื้นมีขนาดโตกว่าหัวกรอพื้นแบบความเร็วสูงใช้ความดันลมประมาณ 30-60 ปอนด์/ตารางนิ้ว ลักษณะของตัว Rotor มีลักษณะเหมือนหัวกรอความเร็วสูงชนิด Ball – bearing แต่จะมีเสียงดังกว่าเล็กน้อย หัวกรอชนิดนี้สามารถปรับความเร็วและทิศทางการหมุนได้และสามารถให้แรงบิดได้ดีอีกด้วย หัวกรอชนิดนี้ไม่ต้องมีรูฉีดน้ำที่ปลาย เนื่องจากขณะกรอพื้นจะเสียวฟันน้อยและจะกรอได้ที่ละน้อย วิธีการดูแลหลังเลิกใช้งาน คือ ฉีดสเปรย์เข้าทางรูด้านท้าย แล้วเดินเครื่องให้หัวกรอหมุนประมาณ 20-30 วินาที แล้วถอดสายออก นำมาตั้งไว้ที่กระบอกที่มีผ้าก๊อกรองอยู่ที่ด้านล่าง เพื่อให้ตะกอนที่ไหลออกจากหัวกรอตกลงที่ผ้าก๊อต (ภาพที่ 19)

3.3.4.2 Micromotor ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้ตัวมอเตอร์ ในการขับเคลื่อน หัวกรอพื้นชนิด Micromotor เป็นหัวกรอที่มีขนาดเล็กเท่ากับหัวกรอชนิด Airmotor ที่ต่างกันก็คือ Micromotor ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขับเคลื่อนหัว Rotor ในการหมุนหัว Bur ดังนั้นขณะใช้งานไม่ควรกดหัวกรอแรงจนหยุดหมุนนานๆ เพราะจะทำให้ Motor ไหม้ได้ ส่วนด้านอื่นๆก็ต้องระมัดระวังน้ำมันที่อาจจะเข้าไปที่ตัว Motor การสเปรย์น้ำมันจึงต้องสเปรย์ส่วนที่ไม่ใช่ Motor เท่านั้น ดังนั้นการสเปรย์น้ำมันและการเก็บ จึงต้องถอดส่วนที่เป็น Motor ออกจากค้ำกรอ และจับตัว Micromotor เสียบคว่ำหน้าลงในชั้นเก็บหรือที่แขวนให้เรียบร้อย (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 19 Airmotor



ภาพที่ 20 ภาพ Micromotor

หัวกรอฟันชนิด Micromotor เป็นหัวกรอที่มีขนาดเท่ากับหัวกรอชนิด Airmotor ที่ต่างกันก็คือ Micromotor ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขับเคลื่อน Rotor ในการหมุนหัว Bur ดังนั้น ขณะใช้งาน ไม่ควรกดหัวกรอแรงจนหยุดหมุนนานๆ เพราะจะทำให้ Motor ไหมได้ ส่วนด้านอื่นๆ ก็ต้องระมัดระวังน้ำมันที่อาจจะเข้าไปที่ตัว Motor การสเปรย์น้ำมันจึงต้องสเปรย์ส่วนที่ไม่ใช่ Motor เท่านั้น ดังนั้นการสเปรย์น้ำมันและการเก็บ จึงต้องถอดส่วนที่เป็น Motor ออกจากด้ามกรอ และจับ ตัว Micromotor เสียกว่าน้ำหนักในชั้นเก็บหรือที่แขวนให้เรียบร้อย

ตารางที่ 2 ข้อเปรียบเทียบระหว่าง Micromotor และ Airmotor

Micromotor	Airmotor
1. ให้แรงบิดสูงกว่า	1. ให้แรงบิดต่ำกว่า
2. มีเสียงดังกว่า	2. ให้เสียงเงียบกว่า
3. ห้ามหยอดน้ำมัน แต่ต้องดูแลแปรงถ่านเสมอ	3. ต้องหยอดน้ำมันหล่อลื่นอยู่เสมอ
4. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 10 โวลต์ สามารถปรับความเร็วได้	4. ใช้ลมที่มีความดันเป็นตัวขับเคลื่อนให้หมุน สามารถปรับความเร็วได้
5. ใช้งานนานๆ จะมีความร้อนมากกว่า	5. ใช้งานนานๆ มีความร้อนน้อยกว่า

ตารางที่ 3 แรงดันลมที่ใช้ในยูนิตทำฟัน

ชนิดของอุปกรณ์	ความดันลม (ปอนด์ / ตารางนิ้ว)
1. Ball bearing airtor	30 psi
2. Air bearing airtor	60 psi
3. Air motor	30 – 60 psi
4. Water tank	20 – 25 psi
5. Air scaler	30 psi
6. Air Suction	60 psi

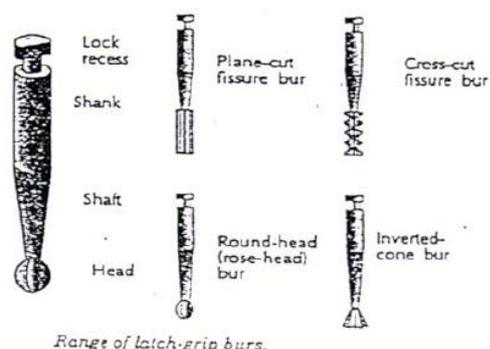
3.3.4.3 หัวกรอ Bur คือวัสดุที่ทำมาจากโลหะคล้ายๆ เข็ม ตรงส่วนปลายจะทำเป็นร่อง หรือทำให้ เกิดความคมขรุขระ เพื่อใช้ในการเป็นตัวที่กรอเนื้อฟัน โดยมากวัสดุที่อยู่ส่วนปลายโดยทั่วไปจะทำมาจาก โลหะ (Steel), เพชร (Diamond), ทังสเทน คาร์ไบด์ (Carbide) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งานแต่หัว Bur ทุกหัวจะต้องมีขนาดที่เป็นมาตรฐานสากล เพราะจะใช้กัน ได้กับหัวกรอทุกชนิด (ภาพที่ 21)

1. การใส่และการถอด Bur อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอดหัว Bur จะมีอยู่หลายแบบ แต่ที่มีใช้กันจะมีอยู่ เพียง 3 แบบ (ภาพที่ 22) ซึ่งมีวิธีการถอดที่ถูกต้องดังนี้

1.1 แบบ Fittion ใส่โดยการใช้อุปกรณ์ ที่ทำมาเฉพาะและมีขนาดพอดี ใช้สวม แล้วดันเมื่อต้องการจะใส่ Bur หรือดึง เมื่อต้องการถอด Bur

1.2 แบบ Screw คล้ายแบบแรก โดยใช้วิธีการหมุน Screw เข้าเมื่อต้องการใส่ Bur หรือสวมแล้วหมุน Screw ออกเมื่อต้องการถอด Bur ออก

1.3 แบบ Spring โดยทั่วไปจะออกแบบมากับหัวกรอ แล้ว ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นใดช่วยเหมือน 2 แบบแรก การใส่และถอด Bur สามารถกระทำได้โดยง่าย โดยอาศัยหัวแม่มือกดตรงหัวกรอเท่านั้น



ภาพที่ 21 หัวกรอแบบต่างๆ



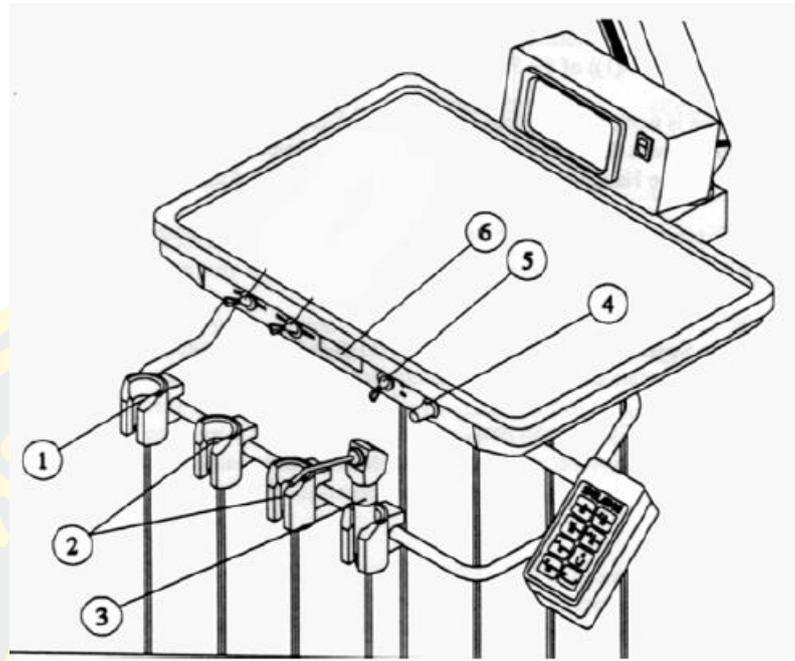
ภาพที่ 22 อุปกรณ์ถอด Bur

2. สาเหตุที่ทำให้ส่วนที่เป็นจุดหมุน (Rotor) ของหัวกรอเสีย

- 2.1 กรอฟันที่แข็งเกินไป
- 2.2 ใช้ Bur ไม่ถูกต้อง
- 2.3 มุมกดหัว Bur ทำมุมไม่ถูกต้อง
- 2.4 ใช้แรงกดมากเกินไป
- 2.5 ไม่ได้ทำความสะอาด

3.3.5 แผงควบคุมและถอดใส่เครื่องมือ (Mounted Holder) โดยทั่วไปจะยึดติดอยู่กับ Flexible Arm ของยูนิตทำฟัน มีความสามารถ ปรับตำแหน่งสูงต่ำและปรับขวาซ้ายได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ และหยุดอยู่กับที่ในตำแหน่งที่ต้องการ จำนวนอุปกรณ์ที่ใส่ด้าม (Headpiece Border) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย (ภาพที่ 23)

- 3.3.5.1 หัวกรอช้า 1 ช่อง
- 3.3.5.2 หัวกรอเร็ว 2 ช่อง
- 3.3.5.3 Tripple Syring 1 ชุด
- 3.3.5.4 Water Adjustment
- 3.3.5.5 Toggle ON/OFF
- 3.3.5.6 Pressure Gauges



ภาพที่ 23 การวางตำแหน่งของหัวกรอ

3.3.6 ที่สำหรับดูฟิล์มเอกซเรย์ (Film Viewer) ที่สำหรับดูฟิล์มเอกซเรย์โดยทั่วไป จะติดตั้งอยู่เหนือถาดเครื่องมือ จะมีขนาดเล็กพอดีกับฟิล์มเอกซเรย์พื้น การทำงานอาศัยแสงสว่าง จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่อยู่ภายใน โดยมีสวิทช์เปิด-ปิด เป็นตัวควบคุมการทำงานของ หลอด โดยทั่วไปจะใช้ไฟฟ้าแรงดันต่ำประมาณ 12 โวลท์เพื่อจ่ายให้แก่วงจร (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 ตำแหน่งการดูฟิล์ม

ข้อควรระวังสำหรับที่ดูฟิล์มเอกซเรย์คือ อย่าให้ถูกน้ำ และอย่าเปิดไฟทิ้งไว้นานๆ

3.3.7 สวิทช์เท้า (Foot Switch or Foot Controller) ในปัจจุบันสามารถควบคุมการทำงานได้ 2 ลักษณะ (ภาพที่ 25) คือ

3.3.7.1 ควบคุมการปรับระดับสูง-ต่ำ และปรับหนักฟิงของเก้าอี้คนไข้ได้

3.3.7.2 ควบคุมการทำงานของหัวกรอ ในการควบคุมการทำงานของหัวกรอ ต่างๆ โดยทั่วไปแล้วจะเป็นลักษณะของสวิทช์ ที่ออกแบบมาให้ตัดลมไม่ให้ไหลเข้าไปในระบบ

เมื่ออยู่ในตำแหน่งปกติไม่ได้เหยียบ และจะปล่อยลมเข้าไปในระบบให้เครื่องทำงานเมื่อเหยียบในบางรุ่นสามารถใช้สวิทช์เท้าควบคุมความเร็วของหัวกรอได้ โดยอาศัยน้ำหนักในการเหยียบคือถ้าเหยียบลงไปน้อยหัวกรอจะหมุนช้า ถ้าเหยียบลงไปมากจะหมุนเร็ว



ภาพที่ 25 การควบคุมด้วยสวิทช์เท้า

3.4 ระบบกระบอกระจุน้ำ

กระบอกระจุน้ำจะมีแรงดันลมอัดเข้าไปในกระบอกระจุน้ำ เพื่อที่จะทำให้น้ำที่อยู่ภายในกระบอกระจุน้ำมีแรงดัน เพื่อที่จะจ่ายน้ำให้กับ หัวกรอเร็ว, หัวกรอช้า และ Tripple Syring (ภาพที่ 26)

ระบบกระบอกระจุน้ำ ควรมีคุณลักษณะดังนี้

3.4.1 สามารถปิด-เปิดลมที่จะเข้ากระบอกระจุน้ำได้สะดวก

3.4.2 สามารถระบายลมที่ค้างในกระบอกระจุน้ำได้

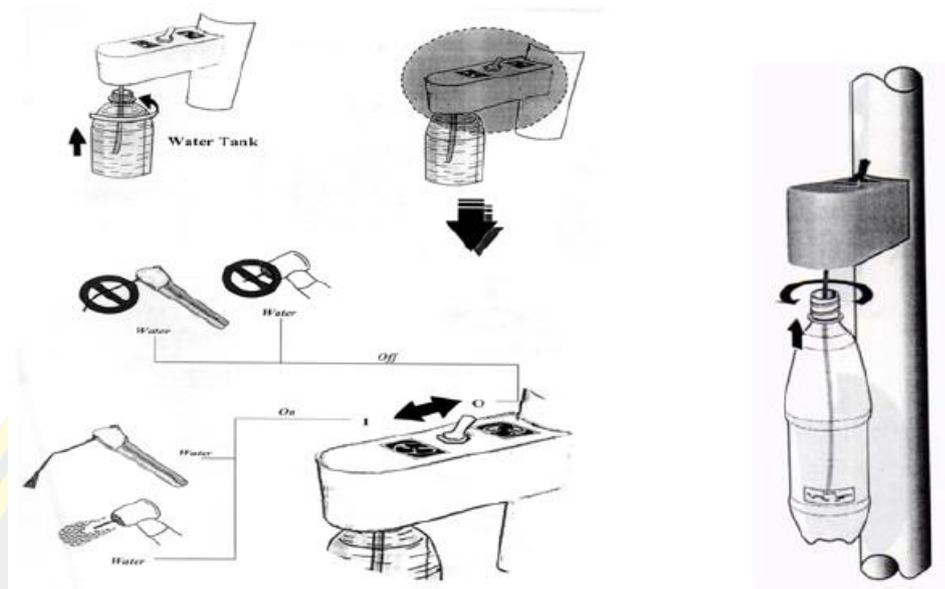
3.4.3 ถอดออกทำความสะอาดได้ง่าย

3.4.4 หากเกิดการระเบิดขึ้น ตัวกระบอกระจุน้ำจะต้องไม่แตกกระจาย

3.4.5 น้ำที่ใช้ในกระบอกระจุน้ำต้องเป็นน้ำสะอาด ไม่มีตะกอน

3.4.6 ภายในกระบอกระจุน้ำต้องไม่มีคราบตะไคร่น้ำ เพื่อมิให้มีการอุดตันของท่อ น้ำที่ระบบควบคุมและด้านกรอพื้น

3.4.7 หากมีรอยร้าวใสเกิดขึ้นที่กระบอกระจุน้ำ จะต้องเปลี่ยนกระบอกระจุน้ำใหม่



ภาพที่ 26 ระบบกระบอกบรรจุน้ำ

3.5 ระบบกรองน้ำประปา

สถานบริการที่มียูนิททำพื้น หากมีปัญหาด้านตะกอนในน้ำประปา ต้องติดตั้งระบบกรองน้ำประปา เพื่อให้ให้น้ำประปาที่เข้าสู่ระบบยูนิททำพื้นมีความสะอาดไม่มีตะกอนในกรณีที่ยูนิททำพื้นมีระบบกรองน้ำประปาโดยใช้แผ่นกรองน้ำประปา (ภาพที่ 27) จะต้องทำความสะอาดแผ่นกรองน้ำประปาอยู่ตลอดเวลา โดยใช้วิธีการสังเกตดูที่น้ำประปาของอ่างล้างมือ ถ้าน้ำประปาที่อ่างล้างมือไหลแรงกว่าน้ำประปาของอ่างบัวนปากและระบบน้ำลงถ้วย แสดงว่าแผ่นกรองน้ำประปาเกิดมีตะกอนอุดตัน และจะต้องทำความสะอาดแผ่นกรองน้ำประปาโดยทันที

ขั้นตอนการทำความสะอาดแผ่นกรองน้ำประปา

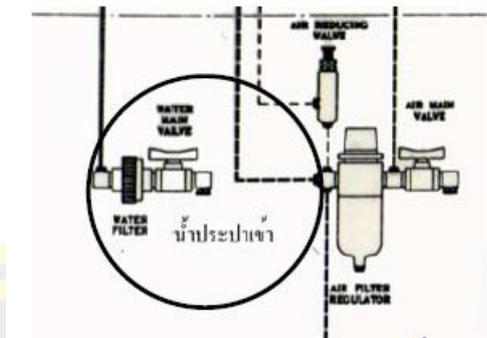
3.5.1 ปิดวาล์วน้ำประปา

3.5.2 ถอดแผ่นกรองน้ำประปาออก

3.5.3 นำแผ่นกรองน้ำประปามาล้างและขัดถูด้วยแปรงสีฟัน

3.5.4 ทดสอบว่าล้างสะอาดหรือไม่ ด้วยการเป่าลมจาก Tripple Syring ที่ด้านใดด้านหนึ่ง หากมีลมผ่านออกมาอีกด้านหนึ่งได้ แสดงว่าทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว จัดเก็บเข้าที่ดังเดิม

3.5.5 เปิดวาล์วน้ำประปาดูการไหลของน้ำที่อ่างบัวนปาก และระบบน้ำลงถ้วย เปรียบเทียบกับการไหลของน้ำที่อ่างล้างมืออีกครั้ง



ภาพที่ 27 ระบบกรองน้ำ

3.6 ระบบน้ำลงด้วยอัตโนมัติ และระบบอ่างล้างปาก

3.6.1 ระบบน้ำลงด้วยอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งกับยูนิตทำพื้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่คนไข้ที่กำลังรับบริการทางด้านทันตกรรมในการล้างปากและบ้วนน้ำลาย ถ้าแท่นวางนี้ไม่มีแก้วน้ำวาง น้ำจะไม่ไหลลง (ท่อน้ำจะอยู่ตรงที่วางแก้ว) แต่ถ้าวางแก้วลงที่แท่น น้ำจะไหลลงจนเกือบเต็มแล้วน้ำจึงหยุดโดยอัตโนมัติสำหรับน้ำที่ไหลลงมานี้ส่วนใหญ่แล้วเป็นน้ำประปา เมื่อใช้ไปนานๆ ปรากฏว่าระดับน้ำในแก้วน้ำไม่ถูกต้องเราสามารถปรับระดับน้ำได้เอง โดยส่วนมากจะเป็นแบบใช้น้ำหนักน้ำเป็นตัวควบคุม เมื่อต้องการปรับปริมาณน้ำมากหรือน้อย ให้หมุนฐานที่วางถ้วยน้ำในทิศทาง + หรือ - ครึ่งละ 1/2 รอบจนกว่าจะได้ปริมาณน้ำที่ต้องการ ข้อควรระวัง เมื่อน้ำประปาไม่ไหล ห้ามวางถ้วยเปล่าเนื่องจากจะทำให้ขดลวด Solenoid ไหม้และขาดได้ (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 ระบบอ่างล้างปาก

3.6.2 ระบบอ่างบัวปาก โดยทั่วไปจะทำด้วยกระเบื้องสีขาวติดอยู่กับยูนิตทำฟัน โดยจะอยู่ใกล้ๆกับที่วางแก้วน้ำ อ่างบัวปากนี้จะมีท่อน้ำโค้งลงไปในอ่างและจะมีน้ำไหลวนเพื่อล้างอ่างอยู่ตลอดเวลาเมื่อเปิดเครื่องยูนิต และจะใช้แรงดันน้ำประปา หรือจากระบบน้ำทั่วไปจากภายนอก ที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำที่ใช้กับหัวกรอฟัน และ Tripple Syring ดังนั้นการปรับความแรงของน้ำทั้งระบบนี้เราต้องไปปรับที่วาล์วน้ำที่จ่ายเข้าเครื่องโดยตรงและต้องสามารถปรับตั้งการเติมน้ำลงถ้วย และอ่างบัวปากได้อัตโนมัติ อุปกรณ์ประกอบเช่นตัวอ่างจะต้องถอดไปทำการฆ่าเชื้อโรค และทำความสะอาดได้ง่ายการดูแลระบบอ่างบัวปากหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานประจำวัน ให้ปฏิบัติดังนี้

3.6.2.1 ให้ปรับเก้าอี้คนไข้ให้อยู่ในตำแหน่งที่สูง เพื่อให้ท่อน้ำทิ้งที่อยู่ใต้อ่างบัวปากตั้งตรงมากที่สุด

3.6.2.2 ทำความสะอาดอ่างบัวปาก โดยนำเศษที่อยู่ในตะแกรงของอ่างบัวปากทิ้งลงในถังขยะแล้วล้างตะแกรงและอ่างบัวปากให้สะอาด และวางตะแกรงในตำแหน่งเดิม

3.6.2.3 นำเศษวัสดุที่ละเอียด เช่น Amalgam ที่อยู่ในที่ดักใต้อ่างบัวปากทิ้งในถังขยะ ทำความสะอาดที่ดัก และใส่กลับที่เดิม

3.6.2.3 ล้างท่อน้ำทิ้งที่อยู่ใต้อ่างบัวปาก โดยเทน้ำสะอาดลงในอ่างบัวปาก

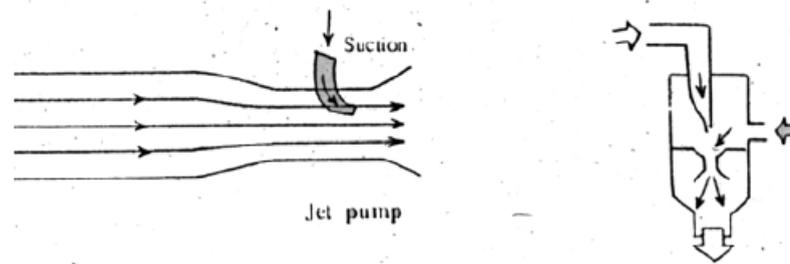
3.7 ระบบ Suction

ระบบ Suction เป็นระบบที่ใช้ในการดูดน้ำลายของยูนิตทำฟัน โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในตำแหน่งด้านข้างตรงด้านอ่างบัวน้ำลาย มี Holder สำหรับใส่เช่นเดียวกับหัวกรอต่างๆ การทำงานโดยอาศัย ลมหรือ อากาศ เป็นตัวต้นพลังงานของการดูด โดยใช้หลักการของๆไหล ซึ่งเมื่อของไหลเปลี่ยนความเร็วจะทำให้เกิดความดันต่ำ (แรงดูด) (ภาพที่ 29)

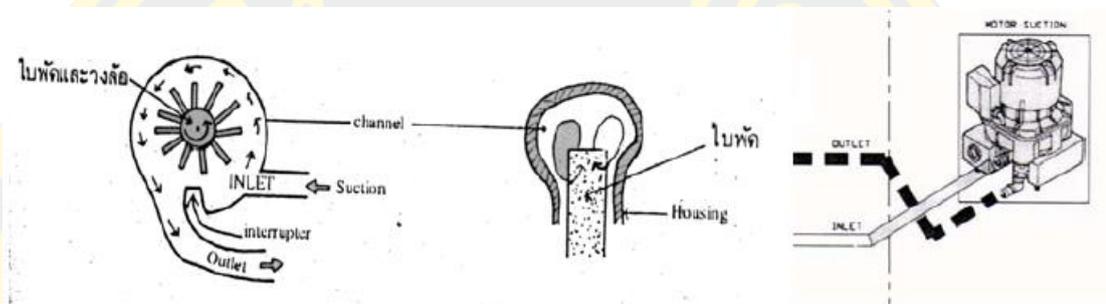
การทำงานของระบบ Suction จะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหัวดูดออกจาก Holder ระบบSuction ก็จะทำงานทันที เช่นเดียวกับระบบการทำงานของหัวกรอทั่วไป โดยมีสวิตช์ลมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและตัดระบบการทำงานของ Suction ในปัจจุบันนิยมใช้เป็นระบบ Motor Suction (แทนระบบกาลักน้ำ) ที่สามารถให้แรงดูดในลักษณะของ High Volume Suction ที่แรงดูดอยู่ระหว่าง 120 – 400 มิลลิเมตรปรอท และระบบ Saliva Ejector ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้ง 2 พร้อมกัน (ภาพที่ 30)

สำหรับระบบดูดน้ำลายจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. ชนิดแรงดูดกำลังสูง (High power suction)
2. ชนิดแรงดูดต่ำ (Low power suction)



ภาพที่ 29 หลักการทำงาน Suction



ภาพที่ 30 ระบบการทำงาน Suction

3.7.1 การดูแลระบบ Suction หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานประจำวัน ให้ปฏิบัติ
ดังนี้

1. ทำความสะอาดภายในท่อ High Volume Suction โดยดูดน้ำล้างและไล่สิ่งสกปรก
2. ทำความสะอาดภายในท่อ Low Power Suction โดยดูดน้ำล้างและไล่สิ่งสกปรก
3. ล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรกในตะแกรงดักของระบบ Suction โดยนำสิ่งสกปรกที่อยู่ในตะแกรงดักออกทิ้ง ทำความสะอาดและใส่กลับที่เดิม
4. ล้างและทำความสะอาด Motor Suction ด้วยน้ำยาล้าง และวิธีการตามที่ระบุในคู่มือ

3.8 ระบบเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

เครื่องอัดอากาศเป็นเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง คือเมื่อนำอากาศจำนวนหนึ่งมาอัดจนทำให้ปริมาตรลดลง จนทำให้ความดันของอากาศเพิ่มขึ้นจนเกิดมีพลังงานสะสมในอากาศที่ถูกอัดนี้ ซึ่งจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เช่น ใช้กับระบบควบคุม และใช้ในทางทันตกรรม

เครื่องอัดอากาศที่นำมาใช้งานของเครื่องยูนิตทำพื้น โดยใช้แรงดันลมที่ถูกอัดอยู่ในถังบรรจุจะถูกจ่ายไปยังหัวกรอทำให้ไปขับใบพัดของหัวกรอ ทำให้เกิดการหมุน หรือไปควบคุมการไหลของน้ำในเครื่อง ดังนั้นเครื่องอัดอากาศจึงมีความสำคัญต่อเครื่องยูนิตเป็นอย่างมากจึงต้องมีการใช้งานและการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

เครื่องอัดอากาศทางทันตกรรม (ภาพที่ 31) แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. Oil Lubricated Air Compressor

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องอัดอากาศแบบนี้มักจะประกอบด้วยส่วนสำคัญๆ คือ

1. Compressor Unit จะเป็นแบบชนิดลูกสูบ โดยจะมีลูกสูบ ลื่นเข้า – ออกของลม ข้อเหวี่ยงใส่กรองอากาศ วงล้อทรอบ ทำหน้าที่อัดลมส่งเข้าไปไว้ในถังพักลม

2. Motor เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงหมุนไปขับ Compressor Motor ที่ใช้จะเป็นแบบ Condenser Activating Motor มีขนาดตั้งแต่ 0.4 kW – 1 kW ชนิด Single phase

3. ถังเก็บพักลม ส่วนใหญ่ในยูนิตทำพื้นที่มีการใช้ลมปริมาณมาก ๆ เช่น ใช้ 1 – 2 ยูนิต หรือใช้ลมกับ High power suction พร้อมกับการกรอด้วย airrotor หรือ airmotor จะต้องใช้ลมที่มีปริมาณมากๆ ที่ความดันสูง จึงมักมีถังพักลมที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้เพียงพอกับการใช้งาน

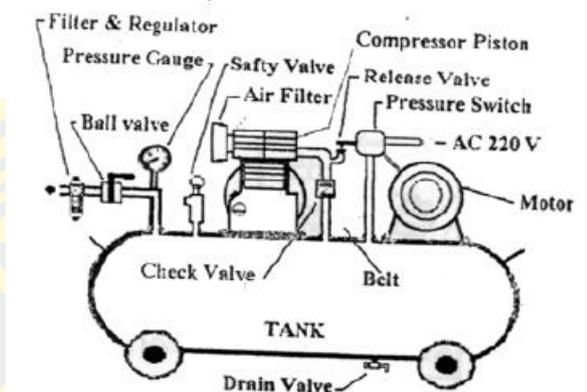
4. Automatic pressure switch เป็นสวิทช์เพื่อวัดความดันลมในถัง เมื่อลมถูกใช้ไปจนความดันตกถึงขีดที่ตั้งไว้ สวิทช์นี้จะเปิดให้เครื่องทำงานอัดลมเข้าถังเก็บเรียกว่า Cut inจนถึงความดันสูงสุดที่ตั้งไว้ ก็จะตัดหยุดการทำงานเรียกว่า Cut out สวิทช์นี้สามารถปรับตั้งแรงดันลมได้เพื่อให้เครื่องทำงานหรือหยุดทำงานได้ที่ช่วงแรงดันลมต่างๆ ตามการใช้งาน

5. Safety Valve เป็น Valve ที่มีไว้เพื่อป้องกันการ Overload ของถังในกรณีที่สวิทช์อัตโนมัติเสียไม่ตัดการทำงานของ Motor ซึ่ง Valve นี้จะเป็นช่องที่ลมจะเดรนออกจากถังเมื่อความดันในถังขึ้นถึงจุดที่จะไม่ปลอดภัย สามารถตั้งสปริงให้แข็งพอเหมาะได้และ ต้องตรวจสอบเป็นครั้งคราวด้วย

6. Filter & regulator เป็นตัวที่กรองเอาผงและน้ำออกจากอากาศที่จะนำไปใช้งาน พร้อมทั้งปรับความดันของลมที่ออกจากถังให้พอเหมาะต่อการใช้งาน ทำให้ความดันลมที่ไปใช้งานมีความสม่ำเสมอและสะอาด

7. ท่อ Drain ปกติจะมีตำแหน่งอยู่ส่วนต่ำสุดของถัง ใช้เป็นที่เปิดเพื่อถ่ายเทเอาน้ำซึ่งเกิดจากไอน้ำในอากาศควบแน่นในขณะที่เกิดการอัดของอากาศออกทิ้ง ปกติจะ Drain 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง ยกเว้นในบริเวณตั้งเครื่องมีความชื้นสูงหรือฤดูฝน จะ Drain 1 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้งหรือ Drain ทุกวัน

8. สายพานเป็นตัวผ่านกำลังจาก Motor มายัง Compressing unit ในเครื่องขนาดเล็กจะมี 1 เส้น แต่ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่จะมี 2 เส้น การติดตั้งสายพานถ้าหย่อนหรือตึงเกินไปก็จะมีผลต่อการทำงานของ Motor และประสิทธิภาพของ Compressing Unit



ภาพที่ 31 ส่วนประกอบของเครื่องอัดอากาศ

2. Oil Free Air Compressor (ภาพที่ 32) เป็นปั๊มลมชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กับอุปกรณ์ทางทันตกรรม เนื่องจากสามารถให้อากาศที่ค่อนข้างแห้ง ลูกสูบ กระบอบสูบ เคลือบด้วยสาร Teflon (Fluorocarbon) จึงไม่ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น ทำให้ไม่มีไอน้ำมันอยู่ในอากาศ แต่ลูกสูบจะหลวมเร็วมาก

ส่วนประกอบของเครื่องทำความดันลมชนิดนี้ จะประกอบด้วย

1. Compressing unit เป็นชนิด Oil Free โดยการเคลือบผิวสัมผัสด้วย Teflon
2. Motor drive เป็นชนิด Direct drive โดยต่อตรงกับ Compressing unit โดยไม่มี

สายพาน

3. Air Dryer Unit เป็นส่วนที่จะทำให้อากาศที่ถูกอัดเย็นลงและคายไอน้ำจากอากาศ

4. Air Filter Unit เป็นส่วนที่กรองเชื้อโรคและฝุ่นผงออกจากอากาศ
5. Automatic Pressure Switch เป็นตัวปิด-เปิดการทำงานของเครื่องตามความดันลมในถัง

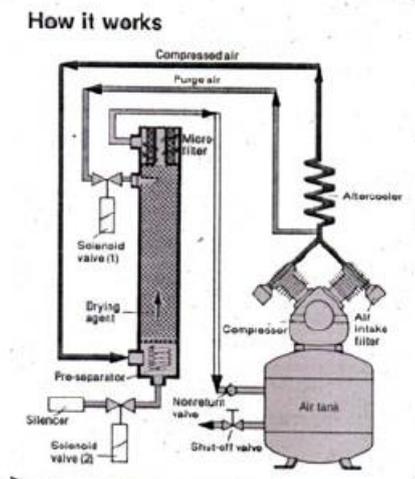
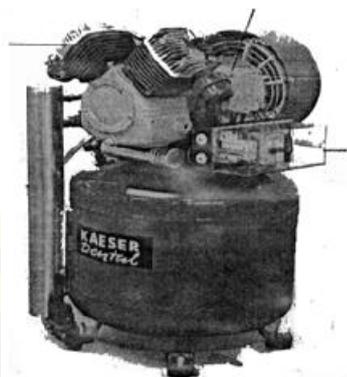
6. ถังเก็บลม

7. Safety Valve ป้องกันแรงดันลมเกินในถังเก็บลม

8. Check Valve วาล์วที่ให้ลมเดินไปได้ทางเดียว

9. Drain Valve วาล์วระบายน้ำออกจากถังเก็บลม

10. Solenoid Valve วาล์วระบายลมให้กับ Compressor ขณะที่ Compressor หยุดทำงานเพื่อป้องกัน Compressor สตาร์ทไม่ออก



ภาพที่ 32 Oil Free Air Compressor

3.8.1 การใช้ความดันลมในทางทันตกรรม การใช้แรงดันลมทางทันตกรรม เพื่อจุดประสงค์ในการขับแรงดัน Rotor ของ airtor, airmotor ขับดันน้ำเพื่อทำ Spray ในระบบ Coolant ของหัวกรอ ใช้ในการเป่าแห้งโดยผ่านหัว Tripple syring, ใช้ในการทำ Vacuum ของ High และ Low power suction ส่วนที่ต้องลมที่แห้งและสะอาด คือ

1. Rotor ของ airmotor และ airtor เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่บอบบางเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมากถึง 20,000 รอบ/นาที ใน airmotor และ 400,000 รอบ/นาที ในพวก airrotor ชนิดมีลูกปืน, หรือ 500,000 รอบ/นาที ใน airrotor ชนิดไม่มีลูกปืน หรือเรียก air bearing หัวกรอเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ลมที่แห้งและสะอาดเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพไม่มีคราบน้ำมัน ฝุ่นผงหรือหยดน้ำเข้าไปทำให้เกิดความฝืด ทำให้เกิดความสึกหรอขึ้นแก่หัวกรอ

2. Tripple syring ต้องการลมที่แห้งและไม่มี oil droplets เพื่อใช้ในการเป่าแห้ง และในการปฏิบัติกรอดฟันบางชนิด คุณสมบัติของวัสดุอุดฟันจะค่อยลงมากถ้าสัมผัสกับไอน้ำมัน

3. ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ Air compressor

3.1 Ball bearing airtor ธรรมดา หรือ Mini

3.2 Ball bearing airtor ชนิด Supertorque

3.3 Air bearing airtor

3.4 Airmotor

3.5 High power suction หรือ Low power suction ที่เดรนด้วยกำลังลม

ตารางที่ 4 ตารางปริมาณลมที่ต้องใช้อุปกรณ์ทันตกรรม เป็นลูกบาศก์ฟุต/นาทึ และลิตร/นาทึ

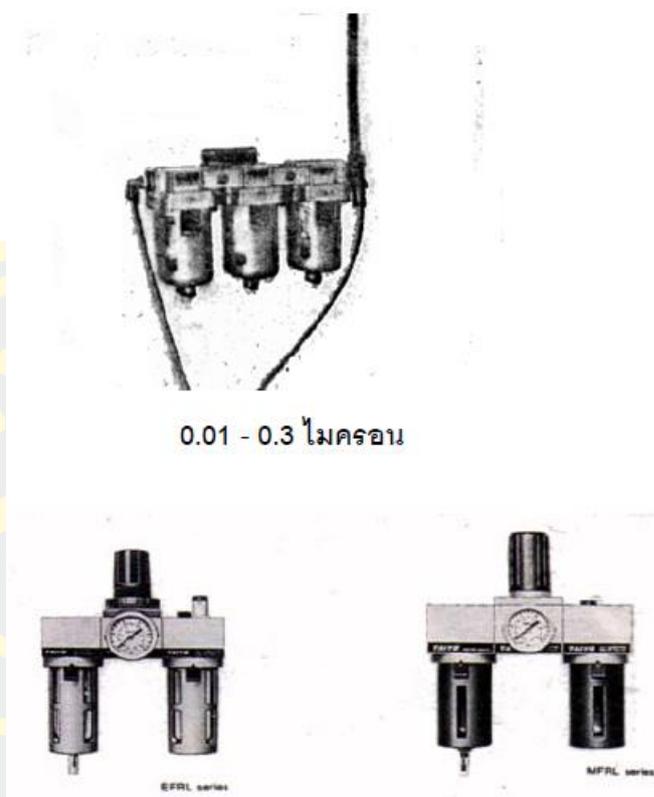
ชนิดอุปกรณ์	ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ปริมาณลมที่ใช้ต่อนาที (ลิตร/นาทึ)
1. Ball bearing airrotor ธรรมดา หรือ Mini	~ 30	20 – 40
2. Ball bearing airrotor ชนิด Supertorque	~ 35	40
3. Air bearing airrotor	~ 60	40
4. Airmotor	~ 30 – 60	40 – 80
5. Water Tank	~ 30	40
6. Scaler	~ 30	40

3.8.2 การดูแลระบบ เครื่องอัดอากาศหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานประจำวัน ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่น โดยดูจากช่องตาแมว ควรให้น้ำมันอยู่ระหว่าง min และ max
2. ตรวจสอบน็อต สกรู และขั้วต่อต่างๆ ว่ามีการหลวม, หลุด หรือ ไม่แน่น
4. เปิดวาล์วครนน้ำทิ้ง ออกจากถังเก็บลม
5. สังเกตดูความสั่นสะเทือน ฟังเสียงผิดปกติ ขณะเครื่องทำงาน
6. ตรวจสอบแผ่นกรองอากาศให้อยู่ในสภาพที่สะอาด
7. ตรวจสอบการทำงานของ Safety valve โดยดังก้าน (Spindle) เบาๆจะต้องมีลมออกมาโดยสะดวก

3.9 ระบบปรับปรุงคุณภาพลม (Air Filter)

ระบบปรับปรุงคุณภาพลม คือ การใช้ Filter กรองลมเฉพาะส่วนที่จะไปใช้กับ hand piece, Tripple syring ทำให้ลมใช้เป็นลมที่สะอาดปราศจากฝุ่นละอองมากที่สุด เป็นการถนอม Turbine ของ hand piece Filter ที่ละเอียดมากๆ สามารถกรองเชื้อโรคบางชนิด แต่มีข้อเสียก็คือ Filter มักตันบ่อย อายุการใช้งานของ Filter นั้น ประมาณ 1 ปี ควรตรวจสอบและเปลี่ยนใหม่ การติดตั้งระบบ Air Filter จะต้องติดตั้งอยู่ในห้องให้บริการทันตกรรม เนื่องจากอุณหภูมิของห้องให้บริการทันตกรรมจะต่ำกว่าอุณหภูมิของบริเวณที่ติดตั้งระบบเครื่องอัดอากาศเนื่องจากเมื่ออากาศอัดเคลื่อนที่ จากที่มีอุณหภูมิสูงไปที่มีอุณหภูมิต่ำ ไอน้ำภายในอากาศอัดจะถูกควบแน่นเป็นละอองน้ำ (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 ระบบปรับปรุงคุณภาพลม

ระบบปรับปรุงคุณภาพลมที่ควรเป็น จะมีอุปกรณ์อยู่ 6 ชนิด ประกอบตามลำดับก่อนเข้าเครื่องยูนิตทำพื้น ดังนี้

1. Air Dryer หรือ Water Separator
2. Oil Separator
3. Air Filter (5 ไมครอน)
4. Mist Separator (0.3 ไมครอน)
5. Micro-mist Separator (0.01 ไมครอน)
6. Air Regulator ลดแรงดันลมให้เหลือ 5 Bar

การดูแลระบบ ปรับปรุงคุณภาพลมหลังจากเสร็จสิ้นการ

1. ขจัดน้ำใน Air Filter ทุกวันก่อนเลิกงาน โดยปล่อยน้ำที่มีอยู่ในครอบแก้วของ Air Filter ออก (ให้ปฏิบัติก่อนเดรนลมออกจากถังเก็บลม)

2. ตรวจสอบเช็คคู่มือของชุดปรับปรุงคุณภาพลม เมื่อหมดอายุการใช้งานให้ทำการเปลี่ยนใหม่ โดยสังเกต ลมจาก Tripple Syring ว่ามีละอองน้ำ/น้ำมันออกมามาก ทำการทดสอบโดยเป่าลมจาก Tripple Syring ไปที่กระจกเงา และดูว่ามีละอองน้ำจับที่ผิวกระจกมากน้อยแค่ไหน

ตารางที่ 5 การตรวจสอบยูนิตทำฟันเบื้องต้นกรณีมีเหตุขัดข้อง

อาการ	การตรวจเบื้องต้น
1. ไฟส่องปากไม่ทำงาน	1. เปิดสวิตช์รวมหรือยัง 2. ตรวจสอบฟิวส์ของไฟส่องปากว่าขาดหรือไม่
2. หัวกรอเร็วไม่หมุน	1. ตรวจสอบว่าเปิดปุ่มลมหรือยัง 2. ตรวจสอบวาล์วลมของยูนิตว่าเปิดหรือยัง 3. ตรวจสอบสวิตช์เปิด-ปิดลมของหัวกรอเร็วว่าปิดอยู่หรือไม่
3. ไม่มีน้ำที่หัวกรอเร็ว	1. ตรวจสอบน้ำที่กระบอกอัดความดันว่ามีหรือไม่ 2. ตรวจสอบคูลมที่กระบอกอัดความดันว่ามีหรือไม่ 3. ตรวจสอบสวิตช์เปิด-ปิดน้ำของหัวกรอเร็วว่าปิดอยู่หรือไม่ 4. เช็คที่หัวกรอเร็วว่ารูน้ำตันหรือไม่
4. Tripple Syringe ไม่มีลม	1. ตรวจสอบว่าปุ่มลมเปิดหรือยัง 2. ตรวจสอบวาล์วลมของยูนิตว่าเปิดหรือยัง 3. ตรวจสอบคูสายของ Triple Syringe ว่าหักงอหรือไม่
5. Tripple Syringe ไม่มีน้ำ	1. ตรวจสอบวาล์วน้ำของยูนิตว่าเปิดหรือยัง (กรณีใช้น้ำจากน้ำประปา) 2. ตรวจสอบน้ำในกระบอกอัดความดันว่ามีหรือไม่ (กรณีใช้น้ำจากกระบอกอัดความดัน) 3. ตรวจสอบคูสายของ Triple Syringe ว่าหักงอหรือไม่
6. หัวกรอช้าไม่หมุน	1. ตรวจสอบวาล์วน้ำของยูนิตว่าเปิดหรือยัง 2. ตรวจสอบที่สวิตช์รวมและฟิวส์ 3. ปรับปริมาณน้ำที่ Cup Stand ให้มากขึ้น

ตารางที่ 5 (ต่อ)

อาการ	การตรวจเบื้องต้น
7. Automatic Cup filler น้ำไม่ไหล	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบว่าน้ำของยูนิตว่าเปิดหรือยัง 2. ตรวจสอบที่สวิทช์รวมและฟิวส์ 3. ปรับปริมาณน้ำที่ Cup Stand ให้มากขึ้น
8. Saliva Ejector และ High Power Suction ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เช็คสาย Suction ว่ามีการอุดตันหรือไม่ 2. ทำความสะอาดไส้กรองของระบบดูดน้ำลายหรือยัง 3. ตรวจสอบที่สวิทช์รวม 4. ตรวจสอบระบบลมของยูนิตว่าปกติหรือไม่
9. ที่ดูดฟิล์ม X-ray ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบที่สวิทช์รวมและฟิวส์ 2. ตรวจสอบหลอดไฟว่าเสียหรือไม่ (ขั้วหลอดดำหรือไม่) 3. ตรวจสอบที่ขั้วต่อของขั้วหลอดและสายไฟว่าหลวมหรือไม่
10. เก้าอี้คนไข้ไม่ทำงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบที่สวิทช์รวมว่าเปิดหรือยัง 2. ตรวจสอบฟิวส์ภายในยูนิต 3. ตรวจสอบ Safety Switch ว่าอยู่ในตำแหน่งปกติหรือไม่

ตารางที่ 6 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น ของยูนิตทำฟัน

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
1.เปิด main switch แล้ว แต่ระบบไม่ทำงาน	- ไม่เปิดลม - ไม่มีไฟฟ้าเข้าระบบ	- เปิด Air Compressor - ตรวจสอบระบบไฟฟ้า
2.แก้อื้อคนไข้ไม่ทำงาน	- ไม่มีไฟฟ้าเข้าระบบ - Safety switch ทำงาน	- ตรวจสอบระบบไฟฟ้า - ตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้ Safety switch ทำงาน
3.แก้อื้อไม่ลงเมื่อกดสวิทช์	- Solenoid ตัวปรับแก้อื้อขึ้นลงไม่ทำงาน	- ตรวจสอบเช็ค Solenoid จำรูดต้องเปลี่ยน
4.Back rest ปรับไม่ลง	- Solenoid ตัวปรับ Back rest ไม่ทำงาน	- Solenoid จำรูดต้องเปลี่ยน - ไฟฟ้าไม่จ่ายให้ Solenoid
5.Back rest ปรับขึ้นไม่ได้	- Solenoid ตัวปรับ Back rest ไม่ทำงาน	- Solenoid จำรูดต้องเปลี่ยน - ไฟฟ้าไม่จ่ายให้ Solenoid - เช็คไมโครสวิทช์ของตำแหน่งสูงสุด
6.แก้อื้อ และ Back rest เลื่อนลงมาเอง	- Valve ใน Solenoid ปิดไม่สนิท - Seal ข้างในลูกสูบเสื่อม - Check Valve จำรูด	- ถอด Solenoid ออกทำความสะอาดสะอาด - ถอด Seal ข้างเปลี่ยนใหม่ - ถอดทำความสะอาด หรือเปลี่ยน Check Valve ใหม่
7.ปุ่ม Reset ไม่ทำงาน	- Relay จำรูด - แผงวงจรจำรูด	- เปลี่ยน Relay ใหม่ - ตรวจสอบซ่อมแผงวงจร
8.มีคราบน้ำมันไฮดรอลิกส์อยู่ใต้แก้อื้อ	- มีการรั่วของระบบแก้อื้อ - น้ำมันในถังพักมากเกินไป	- ตรวจสอบเช็คตามข้อต่อ , ท่อ , หัวต่อต่างๆของอุปกรณ์ว่าจำรูดหรือไม่ - ถ่ายเอาน้ำมันออก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
7.ปุ่ม Reset ไม่ทำงาน	- Relay ชำรุด - แผงวงจรชำรุด	- เปลี่ยน Relay ใหม่ - ตรวจสอบแผงวงจร
8.มีคราบน้ำมันไฮดรอลิกส้อย ใต้เก้าอี้	- มีการรั่วของระบบเก้าอี้ - น้ำมันในถังพักมากเกินไป	- ตรวจสอบเช็คตามข้อต่อ , ท่อ , หัวต่อต่างๆของอุปกรณ์ว่า ชำรุดหรือไม่ - ถ่ายเอาน้ำมันออก
9.เปิด Switch แล้ว หลอดไฟไม่ ติด	- ฟิวส์ขาด - หม้อแปลงใหม่ - หลอดไฟขาด - ไม่มีไฟฟ้าไปที่หลอดไฟ	- เปลี่ยนฟิวส์ใหม่ - เปลี่ยนหม้อแปลงใหม่ - เปลี่ยนหลอดไฟใหม่ - ตรวจสอบเช็คสายไฟขาด หรือ หลุด
10.แสงไฟไม่สว่างพรั้มัว	- ตั้งระยะ โฟกัสผิด - มีฝุ่นเกาะตรง โคมไฟมาก	- ปรับระยะ โฟกัสใหม่ - ทำความสะอาด โคม
11.ปรับ โคมไฟแล้ว แต่ยังไม่ ไปที่อื่น	- ข้อต่อที่แขนหลวม - บาลานส์แขนไม่สมดุลย์	- ปรับสกรูให้แน่น - ปรับสกรูดึงสปริงบาลานส์ให้ มากขึ้น
12.แสงสว่างน้อย	- ตัวสะท้อนแสงสกปรก หรือ เสื่อม - Filter กรองสิ่งสกปรก - หลอดไฟเสื่อมสภาพ	- เป่าทำความสะอาดหรือ เปลี่ยน - ถอดออกทำความสะอาด - ถ้าแสงไม่พอควรเปลี่ยนใหม่
13.แสงสว่างน้อยและมีกลิ่น ไหม้	- ขดลวดหม้อแปลงชื้อต	- พันขดลวดใหม่ - เปลี่ยนหม้อแปลงใหม่
14.อายุการใช้งานของ หลอดไฟสั้น	- แรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลง สูงเกินไป - ใช้หลอดไฟมีกำลัง Watt ต่ำ กว่าเดิม - มีคราบไขมันที่ผิวหลอดไฟ	- เปลี่ยนหม้อแปลงให้ได้ขนาด แรงดันเท่ากับหลอดไฟ - เปลี่ยนหลอดไฟ - ระวังอย่าให้นิ้วไป สัมผัสหลอดโดยตรง

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
15. ไฟส่องติดๆดับๆ	- ขั้วหลอดหลวม	- แก้ไขที่ขั้วหลอดไฟให้แน่น - เปลี่ยนขั้วหลอดไฟใหม่
16. หัวกรอบางตัวไม่ทำงาน	- แรงดันลมเข้าหัวกรอบไม่เท่ากัน	- ปรับแรงดันลมที่ Regulator
17. หัวกรอบางตัวน้ำไม่ออก	- น้ำเข้าหัวกรอบน้อยไป	- ปรับปริมาณน้ำของหัวกรอบเพิ่ม - ปรับแรงดันลมที่ Regulator
18. หัวกรอบไม่หมุน แต่มีลมออกปกติ	- ลูกปืนสกปรก - ลูกปืนแตก - แรงดันลมต่ำไป - Cartridge Rotor ชำรุด	- ล้างทำความสะอาด - เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - ปรับตั้งแรงดันลมใหม่ - เปลี่ยน Cartridge Rotor ใหม่
19. ลมมาปกติ แต่เครื่องกรอบไม่ทำงาน	- ลูกปืนสกปรก - ลูกปืนชำรุด - Bur ที่ใช้คดงอ - แรงดันลมสูงเกินไป	- ถอดล้างและหล่อลื่น - เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - เปลี่ยน Bur ใหม่ - ปรับตั้งแรงดันลมให้ถูกต้อง
20. หัวกรอบหมุนแต่น้ำไม่ออก	- Valve น้ำที่สวิทซ์เท้าอุดตัน - Solenoid น้ำชำรุด - แผ่น Diaphragm Valve แตก - รั่วที่หัวกรอบอุดตัน	- ถอดออกล้าง - เปลี่ยน Solenoid ใหม่ - เปลี่ยนแผ่น Diaphragm ใหม่ - ใช้สว่านเล็กๆ แขนงรู แล้วเดินเครื่องเพื่อให้น้ำออก
21. หัวกรอบหมุน แต่ Bur ไม่หมุน	- ที่ล็อก Bur หลวม - เฟืองส่งกำลังสึก - พลาสติก Chuck เสื่อม	- ให้ขันตัวล็อกให้แน่น - เปลี่ยนเฟืองใหม่ - ถอดเปลี่ยน
23. Air motor ขณะกรอมีน้ำปนออก	- มีน้ำอยู่ในระบบลม - ล้างหัวกรอบแล้วเช็ดให้แห้ง	- เติมน้ำในถังพักลมออก - เติมน้ำที่ Air Filter ออก - เดินหัวกรอบให้ลมไล่สักครู่
24. Air rotor ไม่หมุน แต่ถอดปลายที่ต่อออกจะหมุน	- ปลายต่อเกิดการฝืด , ติดขัด	- ถอดออกล้างและหล่อลื่น

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
25.ระบบกรองทั้งหมดไม่มีน้ำไหล	- น้ำในกระบอกน้ำหมด - แรงดันลมในกระบอกน้ำไม่พอที่จะดันน้ำ	- เติมน้ำกลั่นในกระบอก - ตรวจสอบแรงดันลมที่อัดไปยังกระบอกน้ำ
26.หัว Micro motor ไม่หมุน	- แปรรงถ่านหมด - สายไฟที่ด้ามกรอขาด - แรงดันไฟฟ้าไม่มี - Motor ชำรุด	- เปลี่ยนแปรรงถ่านใหม่ - ถอดออกซ่อมแซม - ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า - ตรวจสอบ Motor
27.หัว Micro motor ร้อน	- ลูกปืนเสีย - แปรรงถ่านสึกมาก - กดหัวกรอมมากเกินไป	- เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - เปลี่ยนแปรรงถ่านใหม่ - ออกแรงกดลดลง
28.ที่ดูดน้ำลายไม่มีแรงดูด	- หัวดูด Suction เกิดการอุดตัน	- ทำความสะอาดแก้ไขการอุดตัน
29.ลมที่ใช้มีกลิ่น	- ในถังเก็บลมเกิดการสกปรก มีน้ำเสียขัง	- Drain ลมในถังพักลมทิ้ง แล้วล้างถังพักลม
30.ลมมีความชื้นสูง	- มีน้ำในระบบลม	- Drain น้ำในถังพักลมทิ้ง แล้วล้างถังพักลม

ตารางที่ 7 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น ของ Air Compressor

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
กรณีเครื่องทำงาน 1.ความดันลมไม่ขึ้น หรือขึ้นช้า	<ul style="list-style-type: none"> - วาล์วเตรนน้ำทิ้งปิดไม่แน่น - แผ่นปะเก็นฝาสูบรั่ว - Safety Valve รั่ว/ชำรุด - ตัวแสดงค่าแรงดันลม ผิดพลาด - Filter อากาศอุดตัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแล้วปิดให้แน่น - ถอดฝาสูบออกแล้วเปลี่ยนปะเก็นใหม่ - ถอดทำความสะอาด/เปลี่ยนใหม่ - เปลี่ยน Gauge ใหม่ - ถอดออกทำความสะอาด
2.แรงดันลมสูงเกินไป	<ul style="list-style-type: none"> - ตัวแสดงค่าแรงดันลม ผิดพลาด - Automatic Pressure ชำรุด - Automatic Pressure ตั้งผิดค่า 	<ul style="list-style-type: none"> - เปลี่ยน Gauge ใหม่ - เปลี่ยนใหม่ - ปรับตั้งค่าลมใหม่
3.มีเสียงดังผิดปกติ	<ul style="list-style-type: none"> - วางเครื่องไม่ถูกต้อง - น็อตยึดมูเล่สายพานหลวม - ลูกปืนมอเตอร์หลวม 	<ul style="list-style-type: none"> - ติดตั้งเครื่องให้อยู่ในแนวราบ - ขันน็อตให้แน่น - ถอดเปลี่ยนลูกปืนมอเตอร์ใหม่
4.เปลืองน้ำมันหล่อลื่นมากขึ้น	<ul style="list-style-type: none"> - สกรูยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานรองรับไม่แน่น - มีการกระแทกของลม ในเส้นท่อส่งลม - ล้อ , สายพานไม่สมดุลย์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ยึดคอมเพรสเซอร์กับฐานให้มั่นคง - ใส้ Vibration Absorber , ข้อต่ออ่อน , ใช้ Spring Hanger - เปลี่ยนล้อ , สายพานใหม่
5.Compressor หยุดทำงานเมื่อทำงานเกินกำลัง	<ul style="list-style-type: none"> - ตัวขับหรือมอเตอร์เล็กเกินไปไม่พอกับกำลังขับ - มีการกระแทกของลม ในเส้นท่อมามาก - แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันใช้งาน - ใช้น้ำมันหล่อลื่น ไม่ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบขนาดของตัวขับให้พอเหมาะกับกำลังขับ คือขนาดของมูเล่ ของตัวปั้มกับมอเตอร์ต้องสัมพันธ์พอดี - ตรวจสอบ Check Valve ว่ารั่วหรือมีอะไรไปติดขัดทำให้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
		<p>ไม่ปิดลม , กรณีที่มี Release Valve ตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพดี ก็จะปล่อยลมทิ้งเมื่อมอเตอร์หยุด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า อาจเกิดจากไฟตก เมื่อมีการใช้ไฟพร้อมกันหลายจุด - ขนาดของสายไฟ ถ้ามีขนาดเล็กเกินไปต้องเปลี่ยนสายใหม่ - ควรใช้น้ำมันเบอร์เฉพาะที่ระบุตามคำแนะนำของผู้ผลิต ถ้าหาไม่ได้ ควรใช้น้ำมันชนิดเป็นจนวนที่ใช้เดิม <p>คอมเพรสเซอร์ของผู้เย็น ถ้าใช้น้ำมันหล่อลื่นธรรมดาจะทำให้ปั๊มไหม้</p>
<p>มอเตอร์สตาร์ทแล้วไม่หมุน</p> <p>1.มอเตอร์ร้อน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ลูกสูบติด - มอเตอร์เสีย 	<ul style="list-style-type: none"> - ถอดลูกสูบล้างทำความสะอาด และใส่น้ำมันหล่อลื่น - เปลี่ยนมอเตอร์ใหม่
<p>2.มอเตอร์มีเสียงคราง</p>	<ul style="list-style-type: none"> - มอเตอร์เสีย - ลูกสูบติด - แรงดันไฟฟ้าตก - คาปาซิเตอร์เสีย - สวิตช์สตาร์ทไม่ทำงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - เปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ - ถอดลูกสูบล้างทำความสะอาด และใส่น้ำมันหล่อลื่น - ติดตั้งเครื่อง Stabilizer - เปลี่ยนตัวคาปาซิเตอร์ใหม่ - ถอดซ่อม/เปลี่ยนสวิตช์ใหม่

3.10 ข้อควรระวังในการใช้งานยูนิตทำพื้น

1. ควรปรับแก้อิฐทำพื้นให้อยู่ในท่าจัดเก็บทุกครั้งก่อนปิด main switch ของยูนิต
2. ระบบขับเคลื่อนแก้อิฐทำพื้น ควรได้รับการหล่อลื่นจุดที่หมุน เช่น เฟือง และ เกียร์ อย่างน้อยในทุกๆ 6 เดือน
3. หากแก้อิฐทำพื้นเป็นระบบไฮดรอลิกส์ ควรตรวจสอบสภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ อย่างน้อยในทุก 6 เดือน หากสกปรกควรเปลี่ยน หรือลดน้อยลงก็ให้เติมเพิ่มตามระดับ
4. ระบบดูดน้ำลาย Suction ทุกหัวควรดูดน้ำเปล่าทิ้ง 1 แก้วทุกครั้งก่อนเลิกใช้งาน ในแต่ละวันเพื่อล้างระบบ เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตัน
5. ควรถอด Filter ของระบบดูดน้ำลายไปทำความสะอาด อย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง
6. หัวกรอทุกหัวควรถอดและทำความสะอาดทุกวัน (ตามคู่มือของแต่ละชนิด) หรือทุกๆ 3 – 4 ชั่วโมงของการใช้งาน โดยการใช้ น้ำยาทำความสะอาดชนิดในรูปหมวกกรอ และใช้ แอลกอฮอล์ 75 % เช็ดทำความสะอาดภายนอก
7. ก่อนต่อข้อต่อหัวกรอทุกครั้งควรทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนข้อต่อ เพื่อป้องกัน ไม่ให้เกิดขี้ขี้วข้อต่อเสีย
8. ควรขจัดคราบฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ โดยเฉพาะตามเกลียวข้อต่อต่าง ๆ
9. น้ำที่ใช้เติมเพื่อใช้กับระบบหัวกรอต่างๆ ควรเป็นน้ำสะอาด ที่ปราศจากการ ตกตะกอน เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบซึ่งเป็นท่อขนาดเล็กเกิดการอุดตันได้
10. ควรเช็ดทำความสะอาดแผ่นกระจกสะท้อนแสง ด้วยผ้าแห้งที่อ่อนนุ่ม
11. หากกระจกสะท้อนแสงสกปรกมาก ให้ใช้ผ้าชุบสบู่อ่อนๆ เช็ดถูเบา ๆ ได้ ห้าม ใช้แอลกอฮอล์ หรือสารเคมีเช็ดโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้กระจกมัวหมองได้
12. การเปลี่ยนหลอดไฟของโคม ไฟส่องปาก ห้ามใช้มือจับ โคมหัวหลอดที่เป็น แก้วใส ให้จับใน ส่วนที่เป็นโลหะ การถอดและการใส่ห้าม โยกตัวหลอด ให้ดึงหรือเสียบเข้าตรงๆ เพื่อไม่ให้ขี้ขี้วหลอดเสีย

2. ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า (Value Engineering / Value Analysis)

1. ประวัติความเป็นมา

เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรม ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ.1938-1945) สืบเนื่องมาจากการขาดแคลนวัตถุดิบที่สำคัญอันเป็น หัวใจของอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่เหล็กทุกชนิด ทองแดง บรอนซ์ ดีบุก นิกเกิล บอลล์แบร์ริง รวมทั้ง พลาสติกตัวนำไฟฟ้าต่างๆ นอกจากจะขาดแคลนแล้วราคาก็สูงอีกด้วย

นาย Lavrence Miles ดำรงตำแหน่งเป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท GE (General Electric Company) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับคำสั่งให้ทำการจัดหาวัตถุดิบที่สำคัญ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตเครื่อง Turbo-Supercharger จาก 50 เครื่อง / สัปดาห์ ให้สามารถผลิตได้ 1000 เครื่อง / สัปดาห์สำหรับเครื่องบิน B-24 และมีชิ้นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มการผลิตของเครื่องบิน B-29 ในสถานการณ์เช่นนั้น ย่อมเป็นไปได้ในการที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ แต่ Miles เขาไม่ได้มีความกังวลใดๆ เขาจึงได้ตั้งปณิธานว่า “ถ้าไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ จะต้องหาหน้าที่การทำงาน (Function) ของมันให้ได้ว่าจะทำอะไรที่จะให้ได้หน้าที่การทำงานที่เหมือนกัน โดยใช้เครื่องจักร หรือคน หรือวัสดุ ซึ่งเราสามารถจะหาได้” หลังจากที่เขาได้ใช้ความพยายามอย่างหนักหลายๆ ครั้งก็พบหนทางที่จะทำได้ จึงทำการทดสอบทางวิศวกรรม ซึ่งผลทางวิศวกรรมผ่าน การพิสูจน์และทันเวลาตามกำหนดการ ดังนั้นคาดว่าหน้าที่การทำงาน (function) จึงเป็นคำที่คัมภีร์ในการพัฒนาเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

ในระหว่างสงครามนี้ Miles พบว่ามีหลายสิ่งหลายอย่างที่นำมาแทนที่ ให้สมรรถนะที่เท่าเดิมหรือดีกว่าเดิม ในราคาที่ต่ำกว่า การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน จึงพิสูจน์ได้ว่าให้ผลดีมี ประสิทธิภาพอย่างที่ได้คาดคิดมาก่อน

ในปี พ.ศ. 2490 Miles ได้จัดตั้งหน่วยงานวิจัยกิจกรรมฝ่ายจัดซื้อขึ้น โดยได้รับการ สนับสนุนจากรองประธานบริษัท GE เพื่อที่จะพัฒนาศึกษารายละเอียด และใช้เทคนิค วิศวกรรม คุณค่าอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในครั้งแรกนั้น เรียกว่า การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis, VA)

เมื่อบริษัท GE ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดนี้ก็แพร่หลายเข้าสู่วงการ อุตสาหกรรมอื่นๆ อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหม ได้นำไปใช้ใน โปรแกรมการต่อเรือในปี พ.ศ. 2497 ซึ่งต่อมาใช้คำว่า วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ซื่อนี้ ได้เป็นที่ยอมรับ และใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่า ของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2502 อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2504 กระทรวงกลาโหมได้นำหลักการเทคนิควิศวกรรมคุณค่า ไปใช้ในทุกหน่วยงาน ก่อนปี พ.ศ. 2504 เทคนิควิศวกรรมคุณค่าได้ถูกนำไปใช้ในวงการ 5 อุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น ต่อมาระหว่าง พ.ศ. 2506-2508 ทั้งสามเหล่าทัพของกลาโหม ได้นำเทคนิควิศวกรรมคุณค่าไปใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งฝึกอบรมให้ผู้รับเหมาได้รับทราบเทคนิคนี้ด้วย

ต่อมาในประเทศญี่ปุ่นเริ่มเป็นที่รู้จักเทคนิควิศวกรรมคุณค่า ประมาณปี พ.ศ. 2498 และได้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2503 นอกจากนั้น S.F. Heinritz จากสมาคมผู้บริหารด้านการ จัดซื้อแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เปิดให้มีการสัมมนาจัดซื้อทางวิศวกรรม (purchasing engineering seminar) ขึ้นทั่วประเทศ เพื่อนำเอาเทคนิควิศวกรรมคุณค่าเพื่อไปประยุกต์ในการ

บริหารการจัดซื้อในขณะนั้นเป็นช่วงที่ญี่ปุ่นมีการลงทุนด้านเครื่องจักรจนเกินความพอดีเนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังนั้นทางรัฐบาลจึงมีนโยบายที่จะเปิดตลาดภายในประเทศมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างอุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องจักรไฟฟ้ากำลัง ด้วยการคิดค้นหาทางลดต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเหล่านี้ให้ความสนใจต่อเทคนิควิศวกรรมคุณค่าซึ่งแตกต่างจากวิธีการอื่นที่เคยใช้กันมาจึงได้ลองนำไปใช้ในแผนกจัดซื้อเป็นหลักทำให้วิศวกรรมคุณค่าเริ่มมีการพัฒนาจนถึงปัจจุบันนี้

2. จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่าและวิเคราะห์คุณค่า (VE)

จุดมุ่งหมายหลักคือ การลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไปโดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพ และความน่าเชื่อถือได้อยู่ ดังนั้นการที่ลดต้นทุนด้วยการทำให้คุณภาพนั้นลดลง จะไม่ถูกยอมรับว่าเป็นวิศวกรรมคุณค่าและวิเคราะห์คุณค่า ดังที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่าแห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้นิยามวิศวกรรมคุณค่าและวิเคราะห์คุณค่าไว้ว่า วิศวกรรมคุณค่าคือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบโดยมุ่งเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์ หรือการบริการเป็นหลักใหญ่ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด และคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้ และได้กล่าวโดยสรุปว่าเมื่อองค์การใดตั้งโปรแกรมวิศวกรรมคุณค่าวัตถุประสงค์หลักจะประกอบด้วย

2.1 การลดต้นทุนโดยมุ่งเน้นต่อการปรับปรุงราคาต้นทุน

2.2 มุ่งขจัดกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าโดยมุ่งเน้นไปที่หน้าที่การทำงานที่แท้จริงของตัวผลิตภัณฑ์และค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

2.3 การปรับปรุงในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในตัวสินค้าว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่

2.4 นโยบายแหล่งวัตถุดิบ เพื่อหาวัสดุทดแทนที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าแต่ราคาต่ำ

3. คุณค่าของการใช้งาน 6 โดยทั่วไปแล้วสามารถที่จะทำการแบ่งลักษณะของคุณค่าออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

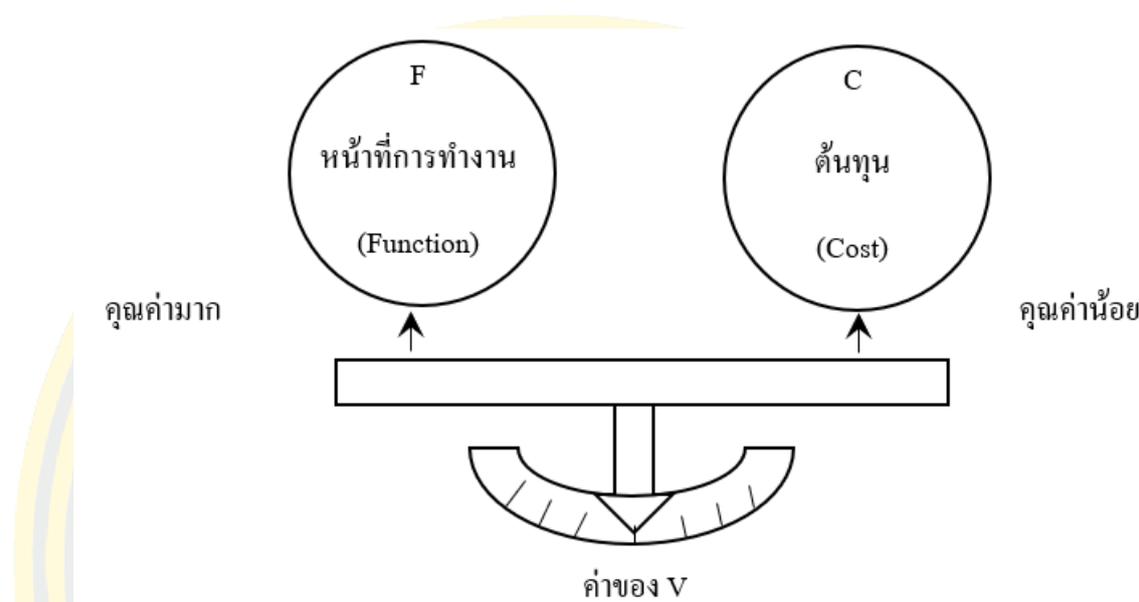
3.1 คุณค่าในการใช้งาน (Use Value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งาน หรือการบริการ หรือหมายถึงความจำเป็น (Need)

3.2 คุณค่าในจุดเด่น (Esteem Value) เป็นคุณค่าที่มีลักษณะเด่น ที่ทำให้เกิดความต้องการเป็นเจ้าของ หรือหมายถึง ความต้องการ (Want)

3.3 คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange Value) ลักษณะของการหาคุณค่าของการนำไปใช้ทดแทนหรือการแลกเปลี่ยนกันหรือหมายถึง ความคุ้มค่า (Worth) โดยความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่ (Function) และต้นทุน (Cost) สามารถแทนความสัมพันธ์ดังนี้

$$V \text{ (Value)} = F \text{ (Function)} / C \text{ (Cost)}$$

จากความสัมพันธ์ข้างต้นนั้น มิใช่สูตรการคำนวณแต่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V, F และ C เท่านั้น ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่าง V, F และ C

ถ้าทั้งหน้าที่การทำงาน และต้นทุนเพิ่มขึ้นจะไม่สามารถกล่าวได้ว่าคุณค่า (Value) เพิ่มขึ้น แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงานเท่ากันและสามารถลด Cost ที่ไม่จำเป็นออกได้ถือว่าเป็นคุณค่า และจากความสัมพันธ์ (Worth) นั้นเกี่ยวข้องกัน โดยตรงกับหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์หรือระบบ ไม่เกี่ยวกับการออกแบบของสิ่งเหล่านั้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นดัชนีความคุ้มค่าได้ดังนี้

$$VI = \text{Cost} / \text{Worth} \text{ หรือ } \text{ต้นทุนปัจจุบัน (Cost)} / \text{ต้นทุนใหม่ (Worth)}$$

4. การจำแนกหน้าที่การใช้งาน (Function) (อัมพิกา ไกรฤทธิ, 2519) โดยทั่วไปหน้าที่ของการใช้งานจำแนกได้ดังต่อไปนี้

4.1 หน้าที่การใช้งานพื้นฐาน (Basic Function) เป็นหน้าที่การใช้งานเพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าต่างๆ บรรลุผลตามเป้าหมาย

- หน้าที่การใช้งานขั้นต้น (Primary Function) เป็นการทำงานที่จำเป็นสำหรับการบรรลุผลตามเป้าหมายของหน้าที่การใช้งานพื้นฐาน

- หน้าที่การใช้งานขั้นรอง (Secondary Function) เป็นหน้าที่การใช้งานซึ่งช่วยเหลือให้หน้าที่การใช้งานพื้นฐานบรรลุผลตามเป้าหมายเช่น การทำงานที่จะทำให้เกิดความดึงดูดใจต่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ทำให้เกิดการซื้อขายได้ง่าย

4.2 หน้าที่การใช้งานที่ไม่จำเป็น เป็นหน้าที่การใช้งานที่ไม่จำเป็นต่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ

- หน้าที่การใช้งานที่มากเกินไป
- หน้าที่การใช้งานที่เหลือเฟือ
- หน้าที่ที่ซ้ำกัน

5. แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของอาเธอร์อีมุดจ์ (Arthur E. Mudge) Arthur E. Mudge เป็นผู้อำนวยการบริการวิศวกรรมคุณค่าของบริษัท จอย อุตสาหกรรมผลิตและเป็นผู้แต่งหนังสือวิศวกรรมคุณค่าการเข้าถึงอย่างมีระบบ (Value Engineering A System Approved) ได้เสนอแผนงานวิศวกรรมคุณค่าตามขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนเลือกโครงการ หรือ ขั้นตอนทั่วไป (Selection or General Phase)
- ขั้นรวบรวมข้อมูล (Information Phase)
- ขั้นการวิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase)
- ขั้นสร้างสรรค์ความคิด (Creation Phase)
- ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)
- ขั้นทดสอบพิสูจน์ (Investigation Phase)
- ขั้นเสนอแนะ (Recommendation Phase)

5.1 ขั้นตอนเลือกโครงการ 8 ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีในการทำ ความเข้าใจผู้อื่น, ให้เกียรติและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล, มีความรอบคอบและเห็นอกเห็นใจ และมีความยืดหยุ่น รวมถึงต้องคำนึงถึงอุปสรรคในการทำงานนี้ ด้วยว่าเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่ทุกคนต่อต้านสำหรับการเลือกโครงการนั้น จะต้องทำความเข้าใจว่า “ใคร” เป็นผู้แนะนำโครงการ และ “ทำไม” และทำไมผู้แนะนำจึงต้องทำการแนะนำ - “ใคร” ผู้แนะนำโครงการอาจเป็นประธาน คณะกรรมการ, วิศวกร, ฝ่ายขาย หรือ บุคคลอื่นๆ บ่อยครั้งพบว่า ผู้แนะนำมักเป็นกลุ่มบุคคล และการแนะนำนั้น มักไม่ใช้การแนะนำเลย แต่บอกให้ว่าคุณควรทำอะไร ดังนั้นการสำรวจอย่างคร่าวๆ ก่อนถึงผลที่ประหยัดได้และ ผลประโยชน์อื่นๆ เวลา ความพยายาม และเงินที่ต้องใช้ในการนี้ ว่าคุ้มหรือไม่ที่จะทำ - “ทำไม” ของผู้แนะนำโครงการนั้นมาจากผลของความต้องการ ซึ่งอาจจะบอกเหตุผลออกมาตรงๆ หรือทางอ้อม บางครั้งอาจจะมาจากปัญหาต่างๆ ซึ่งผู้แนะนำอยากให้งำจัดมันเสีย หรืออาจเป็นนโยบายของบริษัทที่กระตุ้นพนักงานให้แก้ปัญหากับกับกำไร

- โครงการวิศวกรรมคุณค่านั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ด้วยกัน

คือ

1. โครงการที่เกี่ยวกับวัตถุ (Hardware Project) เป็นโครงการ ที่เกี่ยวกับทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด, น้ำหนัก, รูปทรง, วัสดุดิบ และพลังงานที่ใช้ในการผลิต รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการผลิตจนถึงลูกค้า และ 2. โครงการที่ไม่เกี่ยวกับวัตถุ (Software Project) เป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานมากกว่าลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การวางแผน การขนส่ง การจัดจำหน่ายเป็น ต้น

- การเลือกโครงการที่จะทำวิศวกรรมคุณค่านั้น (Value Engineering, VE) โครงการนั้นจะประกอบด้วยส่วนทั้งหมด และส่วนโครงการเฉพาะส่วน ส่วนทั้งหมด

- โครงการจะต้องมีความแตกต่างของส่วนประกอบอย่างน้อย 3 แบบ ที่จะใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า

- จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบ 8-16 อย่างด้วยกัน

- โครงการนั้นจะต้องดำเนินต่อไปได้ (มิใช่เป็นโครงการซึ่งใช้ในการศึกษาเท่านั้น) หรือจะเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาก็ได้

- ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลักใหญ่ ในขณะที่กำลังทางวิศวกรรมคุณค่า

- การเปลี่ยนแปลงควรเกิดภายหลังจากที่ได้แนะนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

- จุดประสงค์จะต้องแน่นอนและเข้าใจง่าย 9 โครงการวิศวกรรมคุณค่าเฉพาะ

ส่วน ควรเลือกโครงการที่ประกอบด้วย สิ่งต่อไปนี้

- สิ่งซึ่งมีข้อยุ่งยากในการใช้งาน หรือในการผลิต

- ส่วนประกอบมีขนาดใหญ่ หรือหนักเกินความจำเป็น

- ส่วนประกอบซึ่งไม่ได้มาตรฐานทั้งขนาดและรูปร่าง

- สิ่งซึ่งลูกค้าร้องเรียนและต่อว่ามา

- ส่วนประกอบซึ่งเหมือนกับมาตรฐานของบริษัทอื่นๆ และมีได้ปรับปรุงมา

นาน

- ขั้นตอนการทำงานมาก และซับซ้อน

- ส่วนประกอบที่มีจุดอ่อน หรือต้องการบำรุงรักษามาก

- สิ่งซึ่งต้องใช้วัสดุคิบบราคาแพง

- สิ่งซึ่งต้องใช้เครื่องมือมากเกินความจำเป็น

- สิ่งที่ไม่ให้กำไรน้อย

- สิ่งของที่ขายได้น้อยในตลาด

- สินค้าของกลุ่มแข่งขัน มีความน่าเชื่อถือมากกว่า และราคาถูกกว่าอีกด้วย

- สิ่งซึ่งใช้แรงงานคนมากเกินไป

- สิ่งซึ่งมีของเสียในอัตราสูงส่วนที่สำคัญในการทำโครงการ คือ การเลือกเวลาให้เหมาะสม ถ้าการเสนอแนะ ไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ผลงานก็เปล่าประโยชน์นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่จะนำมาพิจารณาในโครงการคือ

- ความปลอดภัยส่วนบุคคล
- ผลกระทบต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องในการทำโครงการ
- หลีกเลี่ยงการสูญเสีย
- ผลที่สามารถประหยัดได้ หรือการปรับปรุงกำไร
- ลิขสิทธิ์
- คำแนะนำของลูกค้า หรือบริษัท
- วัสดุที่มีอยู่
- คู่แข่งขัน
- ความร่วมมือในการเปลี่ยนแปลง
- ปริมาณผลผลิตต่อปี 10
- วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ในตลาด

การเลือกโครงการวิศวกรรมคุณค่าครั้งแรก: โครงการวิศวกรรมคุณค่าที่จะทำครั้งแรกนี้สำคัญมาก อาจมีผลทำให้ประสบความสำเร็จล้มเหลวและทำให้หมดกำลังใจที่จะทำวิศวกรรมคุณค่าที่อีกในโครงการต่อไป เพราะการประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าในการทำงานจำเป็นต้องเรียนรู้ใหม่ บางครั้งจะทำให้เกิดการขัดแย้งกันขึ้น ตัวอย่างเช่นความขัดแย้งภายใน อันเนื่องมาจากความเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงที่ดีกว่า ถ้าสามารถเอาชนะข้อขัดแย้งไปได้แล้วนั้นจะทำให้เราอยู่เหนือระดับปกติ การเลือกโครงการแรกนั้นเสมือนทำสงคราม ต้องทำการหาจุดแข็ง จุดอ่อนของกลุ่มเพื่อเอาชนะคือ ชนะอุปสรรคนั้นเอง จึงไม่ใช่ของง่าย เนื่องจากมีหลายจุดที่ต้องการประเมิน และมีบุคคลหลายคนที่เราต้องติดต่อด้วย จึงต้องชั่งน้ำหนักและหาจุดสมดุลซึ่งกันและกัน แล้วจะพบความสำเร็จได้ เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่ามันยาก ในการที่จะแปลงทฤษฎีเข้าสู่การปฏิบัติ หรือจากคำพูดไปสู่การปฏิบัติ ดังนั้นจึงค่อยๆ ทำตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่าที่อย่างละเอียดด้วยความเข้าใจพร้อมทั้งตอบคำถามในขั้นตอนทุกขั้นตอนให้ได้ การทำโครงการวิศวกรรมคุณค่าที่นี้จะสมบูรณ์

5.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล ในขั้นการรวบรวมข้อมูลนี้ ใช้เทคนิค 3 ประการด้วยกันคือ ข้อเท็จจริง (fact), หาต้นทุน (costs) และกำหนดต้นทุนสำหรับข้อกำหนด และความต้องการ (fixed cost on specification)

- ข้อเท็จจริงการได้ข้อมูลของความจริงนั้น เปรียบเสมือนกุญแจของความรู้ ซึ่งจะไขประตูไปสู่ความสำเร็จในแผนงาน กุญแจของขั้นตอนนี้ ได้แก่คำถาม 6 คำ คือ ทำไม อะไร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร และใคร ซึ่งตัวอย่างของแบบฟอร์มที่ช่วยในการหาข้อเท็จจริงแสดงไว้ภาพรูปที่ 35

บริษัท.....	เลขที่โครงการ.....
แบบฟอร์มข้อมูล	
ผลิตภัณฑ์.....	
โครงการ.....	เลขที่แบบแปลน.....
ปริมาณที่ต้องการ.....	
ภูมิหลังด้านการตลาด.....	
ภูมิหลังด้านการผลิตและจัดซื้อ.....	
ภูมิหลังด้านวิศวกรรม.....	
ทีมงาน.....	วันที่.....

ภาพที่ 35 ตัวอย่างของแบบฟอร์มที่ช่วยในการหาข้อเท็จจริง

ภูมิหลังด้านการตลาด หลังจากที่ปรึกษากับบุคคลในสาขานี้แล้ว ควรจะหาข้อมูลเหล่านี้ให้ได้

- รายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนด และความต้องการของผู้ใช้และผู้ผลิต ซึ่งจะประกอบด้วย

1. สภาพโดยทั่วไปก่อนใช้, ระหว่างใช้ และภายหลังที่ใช้ผลิตภัณฑ์
2. ขอบเขตทางด้านกายภาพมีข้อกำหนดอย่างไร
3. ความต้องการทางด้านความน่าเชื่อถือได้ การบริการ การบำรุงรักษา และ

การทำงานของมัน

4. ความต้องการด้านอายุการทำงาน
5. ความต้องการด้านคุณลักษณะพิเศษ

- รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลการปฏิบัติของหน่วยซ่อม

1. ประวัติการทดแทนชิ้นส่วนที่แท้จริงและสำรอง
2. เหตุผลของการเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน
3. อายุการทำงานจริงของส่วนประกอบต่างๆ

- รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนความต้องการของสินค้า และจำนวนผลิตภัณฑ์ ที่คาดว่าจะผลิตได้ทั้งหมด

1. อายุของสินค้าในตลาดเป็นเท่าใด จะสามารถเพิ่มอายุของสินค้าในตลาด ได้อย่างไร

2. คู่แข่งขันมีจำนวนเท่าใด ตั้งอยู่ที่ใด และราคาผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งเป็นอย่างไร

5.3 ในโครงการนี้ถ้ามีการทดสอบเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงจะสามารถใช้งานได้ดีหรือขายเพิ่มขึ้นไหม ในกรณีปัญหาเฉพาะด้านข้อมูลอาจได้จากฝ่ายการจัดการตลาด จะพบว่า มีข้อมูลที่เฉพาะด้านแล้ว มักจะมีคำถามเกิดขึ้นอีก ต้องแน่ใจว่าคำถามเหล่านี้ไม่ซ้ำกับคำถามเก่าๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการเสียเวลาแก่ทุกคนภูมิหลังด้านวิศวกรรมปรึกษาและค้นหาข้อมูลจากพวกวิศวกรผู้ซึ่งออกแบบ และพัฒนา ผลิตภัณฑ์ ขบวนการผลิตและวิธีการทำงาน ข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่

- ประวัติทางเทคนิคโดยทั่วไปของ ผลิตภัณฑ์หรือ โครงการระยะเวลาที่ ออกแบบ ปัญหาการพัฒนาและอุปสรรค การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด และความต้องการอื่นๆ

- ลิขสิทธิ์อะไรที่ควรนำมาวิเคราะห์ใน โครงการนี้และสิทธิ์เหล่านั้นเป็นของผู้ใด

- ความต้องการทางด้านกายภาพสมรรถนะและฝีมือสำหรับโครงการนี้ สิ่งเหล่านี้รวมถึง

1. วัสดุต่างๆ
2. น้ำหนัก
3. มิติ
4. การสัมผัสเทียบ
5. สิ่งแวดล้อม
6. อายุการใช้งาน
7. สมรรถนะ
8. รูปร่าง

- โครงการนี้สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นได้ไหม ถ้าทำได้ต้องทำอะไร และ เป็นปริมาณเท่าไร

- การพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงได้พิจารณาหรือไม่ และถ้าเมื่อไรความคาดหมายจึงจะสำเร็จ

- โครงการนี้ควรปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพื่อให้การทำงานดีขึ้น หรือขายได้ดีขึ้น นอกจากนี้หากคำตอบทำอย่างไร โครงการนี้จึงจะลดต้นทุนได้ 13 จากคำถามที่ว่า ข้อกำหนดหรือความต้องการใดที่จะก่อให้เกิดความยุ่งยาก และมีต้นทุนสูงคำตอบเหล่านี้จะช่วยนำไปสู่ความสำเร็จ อย่างลัวที่จะคนหามันภูมิหลังด้านการผลิตและจัดซื้อบุคคลในแผนกนี้สามารถที่จะให้ข้อมูลที่ต้องการในด้านเหล่านี้

- ข้อกำหนดกระบวนการผลิต, ขั้นตอนการปฏิบัติงาน, ปริมาณการผลิตต่อ การเดินเครื่อง (ต่อเดือน, ต่อปี) เครื่องมือที่ใช้เป็นพิเศษ หรือมาตรฐาน วิธีการทำงาน เฉพาะอายุ การใช้ งานของเครื่องมือต่างๆ ต้นทุนอยู่ในความดูแลของใคร

- ถ้าใช้เครื่องมือพิเศษ เป็นชนิดใด และราคาเท่าใด

- รายละเอียดเกี่ยวกับการใช้วัสดุ ตั้งแต่วัตถุดิบ จนถึงวัสดุสำเร็จรูป รวมทั้งจำนวน วัสดุด้วย

- จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องทำใหม่ ชิ้นส่วนที่ไม่ยอมรับจากการประกอบ (เกิดจาก ปัญหาการผลิตหรือวัตถุดิบไม่ดี)

- ถ้าชิ้นส่วนนั้นซื้อมาจากภายนอก จะต้องหาข้อมูลดังนี้

1. บริษัทใดเป็นผู้จัดหาชิ้นส่วนในปัจจุบัน
2. กอนั้นซื้อจากที่ไหน
3. แหล่งที่สามารถจะซื้อจากที่อื่น
4. จัดการซื้ออย่างไร (สัญญาเป็นรายปี หรือเป็นปริมาณมากๆ)
5. ปริมาณการสั่งซื้อตามปกติ และปริมาณการสั่งซื้อต่ำสุดเป็นเท่าใด
6. ใครเป็นผู้สั่งซื้อ
7. การสั่งซื้อกระทำอย่างไร เมื่อไร และจากที่ไหน
8. ประวัติการจัดส่งชิ้นส่วนนั้นๆ
9. ราคาของชิ้นส่วน ค่าขนส่ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ (ถ้ามี)

- ในส่วนที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงควรเขียนเป็นหัวข้อในการพิจารณา ปัญหาทางด้านลดการผลิตหรือการสั่งซื้อจากภายนอก เมื่อใครรวบรวมข้อมูลจากบุคคลต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องแล้ว จะทำให้เกิดความสามารถในการปรับปรุงขึ้น ต่อจากนั้นควรบันทึก ข้อมูล และขั้นต่อไปคือ พิจารณาต้นทุน ซึ่งสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมา

- การหาต้นทุน 14 สิ่งจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ก็คือการหาต้นทุนที่ถูกต้อง ซึ่งจะ ช่วยในการ ประหยัดค่าใช้จ่ายของโครงการ และเป็นการวัดผล ข้อเท็จจริงที่เราได้รับอีกด้วย ในขั้น แรกต้องหาต้นทุนของวัสดุ และแรงงาน (Prime costs) ที่เกี่ยวข้อง กับโครงการย่อยรวมทั้งส่วนอื่นๆ

ของโครงการด้วย ชั้นที่สองหาค่าโสหุ้ยของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุทางอ้อม หรือค่าแรงทางอ้อม เครื่องจักรงานที่ทำพิเศษขึ้นค่าใช้จ่ายในการบรรจุและขนส่ง และค่าใช้จ่ายพิเศษอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันค่าใช้จ่ายเหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นการประเมินที่ดี หรือค่าใช้จ่ายแท้จริงจะต้องบันทึกไว้รวมทั้งบันทึกแหล่งที่มาด้วยกฎเกณฑ์ที่ใช้เกี่ยวกับต้นทุนทางวิศวกรรมคุณค่าได้แก่ กฎ 20 – 80 กฎเกณฑ์นี้มีอยู่ 3 แบบ ด้วยกันในโครงสร้างต้นทุนดังนี้

- กฎที่ 1 ต้นทุนสินค้าสำเร็จรูป (Cost of goods manufactured) โครงสร้างต้นทุนโดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้ ต้นทุนคงที่ (Fixed costs) = 20% ของต้นทุนรวม ต้นทุนผันแปร (Variable costs) = 80% ของต้นทุนรวม ดังนั้นควรมุ่งการใช้ VE ไปที่ต้นทุนผันแปร

- กฎที่ 2 ต้นทุนโรงงาน (Factory costs) โครงสร้างที่ปรับปรุงแล้ว โดยที่ 20% ของแต่ละส่วนประกอบด้วย 80% ของต้นทุนรวม 80% ของแต่ละส่วน ประกอบด้วย 20% ของต้นทุนรวมเมื่อใดค่าใช้จ่ายโรงงานที่สมบูรณ์แบบแล้ว นำวิเคราะห์แต่ละส่วนโดยลำดับค่าใช้จ่ายที่ลดลงตามลำดับ (เริ่มต้นด้วยค่าใช้จ่ายสูงสุดลงท้ายด้วยค่าใช้จ่ายต่ำสุด) เมื่อทำดังนี้แล้วจะพบว่า 20% ของส่วนแรกที่มีต้นทุนสูงจะประกอบด้วย 80% ของต้นทุนรวมที่วิเคราะห์ ดังนั้นควรพยายามมุ่งความสนใจไปที่ 20%

- กฎที่ 3 หน้าที่พื้นฐานและหน้าที่รองโดยที่หน้าที่พื้นฐาน = 20% ของต้นทุนหน้าที่รอง = 80% ของต้นทุน ดังนั้นควรที่จะทำการมุ่งแก้ไขที่หน้าที่รอง เพราะมีค่าใช้จ่ายมากถึง 80% ของ ต้นทุนรวม

- กำหนดต้นทุนของข้อกำหนดและความต้องการ เมื่อทำการศึกษาข้อกำหนดและความต้องการอย่างละเอียดแล้วพบว่าต้นทุนของสินค้าสำเร็จรูป กระบวนการผลิตหรือวิธีการ เป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนราคาขายหรือต้นทุนรวม ดังนั้นจึงควรศึกษาค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ซึ่งรวมอยู่ในราคาของผลิตภัณฑ์ เมื่อจัดแยกรายละเอียดของความ ต้องการแล้วจึงแบ่งต้นทุนไปตามส่วนต่างๆ กำหนดให้ต้นทุนขั้นต้น (วัสดุ + แรงงานทางตรง) และ ต้นทุนโรงงาน แบ่งแยกไปตามข้อกำหนดหรือความต้องการที่ทำได้ โดยให้มีการเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป การจัดลำดับต้นทุนนี้คล้ายๆ กับกฎข้อที่ 2. 20-80 สามารถช่วยให้กำหนดเขตที่ดีที่สุดสำหรับกำจัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป

5.3 ชั้นการวิเคราะห์หน้าที่ การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในแผนงานวิศวกรรมคุณค่า ซึ่งต่างจากการลดต้นทุนแบบอื่นๆ การวิเคราะห์หน้าที่นี้ทำได้โดยการอธิบายหน้าที่ ประเมินความสัมพันธ์ของหน้าที่ และพัฒนาทางเลือก ซึ่งเทคนิคเหล่านี้มีผลกระทบต่อกำไรทางธุรกิจ และการปรับปรุงต้นทุนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากกำไรของธุรกิจหรืออุตสาหกรรมเป็นผลเนื่องจากผลิตภัณฑ์กระบวนการและวิธีปฏิบัติจะเห็นได้ว่าความรู้เหล่านี้ มี

ผลกระทบต่อคำใด ดังนั้นการใช้เทคนิควิเคราะห์หน้าที่จึงเป็นการอธิบายปัญหาและสร้างความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิต ด้วยการแยกแยะเพื่อหาข้อสรุปของปัญหา รวมถึงคำจำกัดความของหน้าที่ตามที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่าได้เขียนไว้คือ สิ่งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นใช้งานได้หรือขายได้ กฎเกณฑ์ของหน้าที่

กฎข้อที่1 หน้าที่การทำงานต้องประกอบคำ 2 คำ คือ คำกริยา และคำนาม

กฎข้อที่2 สำหรับหน้าที่การใช้งานและการขายต้องแยกให้คำกริยา และคำนามแตกต่างกันคือ หน้าที่การทำงานมักจะเป็นกริยาที่แสดงการกระทำ (Action verbs) และคำนามนั้นวัดได้ และส่วนหน้าที่การขายนั้น กริยาอยู่ในรูปไม่มีการกระทำ (Passive verbs) และคำนามนั้นวัดไม่ได้

กฎข้อที่3 หน้าที่ทั้งหมดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ หน้าที่พื้นฐาน (Basic function) และหน้าที่รอง (Secondary function) โดยหน้าที่พื้นฐาน เป็นหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์หรือบริการ และหน้าที่รอง เป็นหน้าที่ช่วยเสริมให้หน้าที่พื้นฐานสมบูรณ์ขึ้น 16 ซึ่งกฎทั้ง 3 ข้อนี้เป็นส่วนหนึ่งของขบวนการทางความคิด กฎเกณฑ์เหล่านี้ทำให้มองปัญหาต่างๆ ง่ายขึ้น มีมาตรฐานขึ้นและเป็นแนวทางที่จะแก้ปัญหามูลคณในเรื่องอุปนิสัย และ ทศนคติ กฎข้อที่ 1 นั้น ให้จำนวนสถานการณ์และความจริงในขั้นแรก ถ้าไม่สามารถอธิบายหน้าที่เป็น 2 คำนี้ได้แล้ว แสดงว่าไม่มีข้อมูลเพียงพอเกี่ยวกับปัญหา หรือกำลังแก้ปัญหามากเกินไป ซึ่งอธิบายไม่ได้สำหรับในขั้นที่ 2 ด้วยการใช้คำ 2 คำนี้สามารถแบ่งปัญหาออกเป็น ปัญหาย่อยๆ ที่ง่ายขึ้น และในขั้นสุดท้ายจะเห็นว่าเมื่อใช้คำ 2 คำนี้ได้แล้ว โอกาสที่จะเข้าใจผิดอัน เนื่องจากการสื่อสารกันนั้นน้อยลง กฎข้อที่ 2 กฎข้อนี้จะทำการแยกการใช้งาน และการขายออกจากกัน ถ้าอธิบายคำกริยาซึ่งไม่ใช่กริยาที่กระทำหน้าที่นี้ก็ไม่มีประโยชน์ เมื่อใช้คำนามที่วัดได้ส่วนหน้าที่ที่ทำให้ขายได้นั้น ในส่วนของคำว่า คำนามนั้นวัดได้ค่อนข้างยากหรือแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยเช่น ความสวยงาม ความสะดวกสบาย สักดิ์ศรีฯลฯ

กฎข้อที่4 ตามคำนิยามนั้นหมายถึงให้ความสำคัญของหน้าที่โดยปกติแล้ว พบว่าปัญหาผลิตภัณฑ์ วิธีการปฏิบัติ หรือขบวนการ มักมีหน้าที่พื้นฐานเพียงอย่างเดียว มีจำนวนน้อยมากที่มีหน้าที่พื้นฐาน 2 อย่าง ส่วนหน้าที่พื้นฐานมากกว่าหนึ่ง หน้าที่มักเกี่ยวข้องกับสิ่งอื่น ในกรณีของหน้าที่รองพบว่า มีหน้าที่เฉพาะ (Specific function) และหน้าที่เสริมหน้าที่พื้นฐาน (Dependent function) หน้าที่เฉพาะ ต้องการการกระทำเฉพาะจึงจะสำเร็จ หน้าที่เสริมจะไม่สำเร็จก่อนหน้าที่พื้นฐานการบันทึกคำจำกัดความของหน้าที่ (Function Definition) จะทำการบันทึกลงในแบบฟอร์ม ดังภาพที่ 36 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน โดยใช้คำกริยา-นาม

การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน โดยใช้คำกริยา – นาม					
โครงการงาน.....					
ปริมาณ	ชื่อชิ้นส่วนประกอบ	หน้าที่		หน้าที่ชิ้นส่วน	
		กริยา	นาม	พื้นฐาน	รอง

ภาพที่ 36 แบบฟอร์มการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานโดยใช้คำกริยา-นาม

การประเมินผลความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ ก่อนอื่นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ทั้งหมด ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในรูปของคำกริยา และคำนามระดับของหน้าที่พื้นฐาน และหน้าที่รอง จากนั้นเปรียบเทียบและประเมินหน้าที่การทำงานด้วยการหาลำดับ ความสำคัญทั้งหมด ซึ่งจะได้ข้อสรุปของปัญหาของหน้าที่ที่ไม่จำเป็น หน้าที่ที่มีความสำคัญน้อยแต่ต้องการต้นทุนสูงเทคนิคนี้ เราเรียกว่า “การประเมินเชิงเลข” ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของหน้าที่ที่จำเป็นหรือหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ กำหนดลำดับความสำคัญของหน้าที่รองทำให้ทราบว่าหน้าที่เหล่านั้นเกิดจากข้อกำหนดหรือความต้องการ หรือเกิดเพราะการออกแบบในตอนต้น ๆ โดยที่การประเมินเชิงเลข อยู่ในแบบฟอร์มดังภาพที่ 37 ซึ่งประกอบด้วยเลขที่ อ้างอิง ชื่อโครงการ เลขที่แบบแปรณ

บริษัท.....	เลขที่อ้างอิง.....																														
การประเมินผลหน้าที่																															
โครงการ.....	เลขที่แบบแปลน.....																														
สรุปการประเมินผล																															
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">อักษรแทน</th> <th style="padding: 5px;">หน้าที่</th> <th style="padding: 5px;">น้ำหนัก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">C</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">E</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		อักษรแทน	หน้าที่	น้ำหนัก	A			B			C			D			E														
อักษรแทน	หน้าที่	น้ำหนัก																													
A																															
B																															
C																															
D																															
E																															
การประเมินเชิงตัวเลข																															
หมายเหตุ ประเมินด้วยน้ำหนัก																															
<ol style="list-style-type: none"> 1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย เท่ากับ 1 คะแนน 2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน 3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก เท่ากับ 3 คะแนน 																															
<table style="margin: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">E</td> </tr> </table>			B	C	D	E	A						B						C						D						E
	B	C	D	E																											
A																															
	B																														
		C																													
			D																												
				E																											
ชื่อสมาชิกทีม.....	วันที่.....																														

ภาพที่ 37 แบบฟอร์มการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่

5.4 ชั้นสร้างสรรค์ความคิด ในทางวิศวกรรมคุณค่านั้น การสร้างสรรค์ความคิดเป็นวิธีการที่จะนำมาเพื่อแจกแจงหน้าที่ต่างๆ และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดโดยคำนึงถึงผลงาน ชื่อเสียง และความง่ายในการบำรุงรักษาอย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ามนุษย์ทุกคนจะมีความสามารถในการสร้างสรรค์ความคิดแต่ก็ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความสามารถในการสร้างสรรค์ความคิดเหล่านั้น โดย

กลั่นกรองมาจากความรู้ทั้งหมดที่มีอยู่ให้เหมาะสมและรวบรวมให้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาที่ น่าเชื่อถือได้อีกด้วยวิธีที่ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

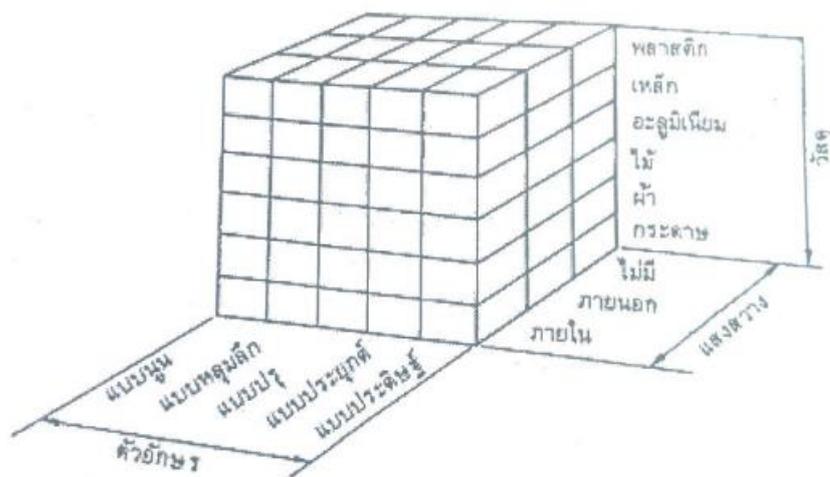
- การเปรียบเทียบ (Forced Comparison) วิธีนี้จะทำการเปรียบเทียบระหว่างงานที่ต้องการ ศึกษา กับหัวข้ออื่นๆ มาพิจารณาหัวข้ออื่นที่เลือกมานั้น สามารถเลือกจากอะไรก็ได้ เช่น อาจเลือก แบบลุ่มจาก Catalog หรือหน้าเหลืองทางสมุดโทรศัพท์ วิธีการเปรียบเทียบก็ง่ายๆ ดังเช่นเราจะนำ โทรศัพท์มาบรรจุในกล่องโลหะที่กำลังศึกษาอยู่ หรือจะใช้กล่องพลาสติก หรือจะเลิกใช้กล่องไม้ อัดสำหรับขนส่งโทรศัพท์อย่างเช่นปัจจุบัน เป็นต้น

- การจัดคุณสมบัติ (Attribute Listing) วิธีนี้จะทำให้เรามองเห็นถึงคุณสมบัติต่างๆ ของ หัวข้องานที่จะทำโดยละเอียดยิ่งขึ้น โดยการนำเอาคุณสมบัติต่างๆ มาเขียนเป็นรูปของเมตริกซ์เพื่อ กระตุ้นให้เกิดการหาคุณสมบัติอื่นๆ เพิ่มมากขึ้นทั้งตามแนวตั้งและแนวนอนของเมตริกซ์ และให้ จุดตัดของเมตริกซ์เป็นจุดที่แสดงคุณสมบัติรวมทั้ง 2 แกน ซึ่งแรงกระตุ้นให้เกิด ความคิดอื่นๆ ขึ้น อีกได้ เช่น เครื่องหมายในป้าย ชนิดอักษร วัสดุ แบบนูน แบบหลุมลึก แบบปรุ แบบประยุกต์ แบบ ประดิษฐ์ พลาสติก แก้ว กระจก เหล็ก ดังภาพที่ 38

ชนิดอักษร วัสดุ	แบบนูน	แบบหลุมลึก	แบบปรุ	แบบประยุกต์	แบบประดิษฐ์
พลาสติก					
แก้ว					
กระจก					
เหล็ก					

ภาพที่ 38 การจัดเรียงคุณสมบัติในการออกแบบเครื่องหมายป้าย

- การวิเคราะห์แบบตามรูปลักษณะ (Morphological Analysis) วิธีนี้คล้ายกับวิธีการจัดตาม คุณสมบัติ เพียงแต่เพิ่มแกนเป็นรูป 3 มิติของคุณสมบัติต่างๆ ที่มีอยู่ในแต่ละแกน โดยเราให้แต่ละ แกนนั้นแสดงคุณสมบัติอย่างอิสระและแยกเป็นหมวดหมู่ที่ต้องการศึกษา ดังนั้นแผนภูมิที่ได้จะเป็น รูปลูกบาศก์ที่ประกอบด้วยลูกบาศก์เล็กๆ ซึ่งจะมีคุณสมบัติต่างๆ ที่เป็นตัวแปรบรรจุอยู่ในรูป ลูกบาศก์เล็กๆ แต่ละรูปนั้น ดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 การวิเคราะห์ตามรูปลักษณะ

ให้แกนทั้ง 3 แทนด้วย วัสดุ ตัวอักษร และแสงสว่างเราจะสร้างแผนภูมิวิเคราะห์เป็นรูปลูกบาศก์ขึ้นมาจากคุณสมบัติ เช่น วัสดุ อาจเป็น พลาสติก เหล็ก อะลูมิเนียม ฯลฯ ส่วนแสงสว่างจะมีทั้งภายนอก ภายใน และ ไม่มี ด้วยแปรที่เป็นตัวอักษร ก็มีระบบต่างๆ กัน เช่น ตัวตั้ง ตัวหลวม ตัวหมุน ฯลฯ เป็นต้น จากตัวอย่างนี้จะพบว่าเราได้รูปลูกบาศก์เล็กๆ ถึง 75 อัน ซึ่งก็คือ 75 แนวคิด เมื่อจะตัดสินใจในการทำป้ายเราค่อยๆ ตัดคุณสมบัติที่ไม่ต้องการหรือไม่เหมาะสมออกไปเรื่อยๆ จนได้แนวคิดที่เหมาะสม วิธีนี้เป็นวิธีที่จะทำให้ผู้วิเคราะห์ได้มีโอกาสพิจารณาแนวคิดที่เหมาะสมและกล้าแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ที่กว้างไกลออกไป และมีโอกาสจะได้รับการยอมรับเมื่อนำมาประกอบกับสิ่งอื่นๆ เข้าก็กลายเป็นแนวคิดที่เหมาะสมได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์โดยบุคคลคนเดียว

- การระดมความคิด (Brainstorming) สำหรับวิธีนี้ ควรมีกลุ่มของผู้ร่วมงาน ประมาณ 6-10 คน ซึ่งเลือกจากผู้ที่ภูมิหลังต่างๆ กันจากตำแหน่งต่างๆ กัน ในหน่วยงานเริ่มด้วย ผู้นำกลุ่มจะแจ้งให้กลุ่มทราบถึงปัญหา แล้วจึงให้สมาชิกแต่ละคนช่วยกันเสนอวิธีแก้ไขซึ่งทุกๆ วิธี จะถูกบันทึกเอาไว้จนครบ โดยยังไม่ต้องมีการวินิจฉัยหรือตัดสินว่าความคิดใดถูกหรือผิดแต่อย่างไร เพราะจะเป็นการหยุดยั้งความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มหลังจากนั้นจึงจะเริ่มพิจารณาแต่ละวิธีเพื่อจะหาความคิดที่กลุ่มเห็นว่าดีที่สุดมาปรับปรุงให้เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- การพิจารณาส่วนที่เข้าและออก (Input – Output Method) เทคนิคนี้ถูกใช้เมื่อทราบถึงสภาพความเป็นจริงของส่วนที่เข้าและส่วนที่ออกที่มีอยู่ วิธีการนี้เรามุ่งที่จะพิจารณาการใช้ส่วนที่เข้าที่จะทำให้เกิดผลโดยตรงต่อส่วนที่ออก การแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา และยังคง

อาศัยการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยดังตัวอย่างต่อไปนี้ หมู่บ้านหนึ่งตั้งอยู่ใต้เขื่อนกั้นน้ำ และมีทะเลสาบอยู่หลังเขื่อนในบางครั้งบางคราวหิมะจะละลายลงมาเพิ่มระดับน้ำในทะเลสาบ จนกระทั่งน้ำไหลล้นเขื่อนหมู่บ้านจึงต้องมี มาตรการเตือนภัยและการควบคุมขึ้น โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้ ในที่นี้ส่วนที่เข้าคือระดับน้ำที่สูง และส่วนที่ออก คือน้ำที่ล้นออกมาก จึงควรจะใช้ เทคนิคในการแก้ไขที่เกี่ยวข้องกับความสูงของระดับน้ำจึงจะทำให้ส่วนที่ออกนั้นขึ้น โดยตรงต่อ ส่วนที่เข้า ส่วนที่ออกอาจจะเป็น

- ระดับน้ำเปลี่ยนแปลง
- เสดคของน้ำเปลี่ยนแปลงที่ฐานของเขื่อน
- บริเวณรอบทะเลสาบจะถูกน้ำท่วม โดยการพิจารณาที่จะใช้ส่วนที่ออกให้เหมาะสมในการแก้ปัญหาจึงเสนอวิธีแก้ปัญหาขึ้นมาโดย
 - ติดตั้งอุปกรณ์ที่ระดับของน้ำในทะเลสาบที่เขื่อนพอจะรับได้เมื่อน้ำขึ้นมาสูง เกินระดับนี้ อุปกรณ์ที่ติดไว้จะส่งสัญญาณเตือน หรือมีฉนวนนั้นก็เปิดทางระบายน้ำอื่นเพื่อจะระบายน้ำล้นที่ออกไปจากทะเลสาบ
 - ติดตั้งอุปกรณ์ที่ระดับของน้ำที่มองเห็นง่าย ในตำแหน่งที่เหมาะสม
 - ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะ “เปิด” วงจรเสมอไว้บนฝั่งทะเลสาบเมื่อระดับน้ำล้นมาท่วม อุปกรณ์นั้น จะทำให้วงจร “ปิด” และส่งกระแสไปกระตุ้นสัญญาณเตือนหรืออุปกรณ์อื่น แล้วแต่ติดตั้งวิธีการนี้เหมาะกับการวิเคราะห์ทั้งแบบกลุ่มและเฉพาะบุคคล

5.5 ชั้นประเมินผล

สำหรับชั้นตอนนี้ได้หาทางพัฒนาทางเลือกหลายๆ ทางต่อจากขั้นสร้างสรรค์ ความคิดด้วยการประเมินความคิดต่างๆ และหาทางป้องกันค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นที่เกิดขึ้น แต่ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงว่าการจำกัดค่าใช้จ่ายนั้นต้องไม่ลดคุณภาพและความน่าเชื่อถือได้สำหรับเทคนิคที่ใช้ ในชั้นตอนนี้ คือ การย่อยและรวมแนวความคิดต่างๆ, หาต้นทุนของทุกแนวความคิด, พัฒนาทางเลือก และการประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบ

- การย่อยและรวมแนวความคิด หลังจากที่ได้ปริมาณความคิดจากขั้นตอน สร้างสรรค์ แล้วต้องขยายแนวคิดออกไปและประเมินผลด้วยการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนที่จะนำความคิดเหล่านี้ไปใช้งานการประเมินผลแต่ละความคิด หรือรวมความคิดเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการนั้น ก่อนอื่นต้องพิจารณาว่าแต่ละความคิดนั้นใช้งานได้หรือไม่ ถ้าใช้งาน ไม่ได้จึงหาทางรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป การย่อยและรวมความคิดเหล่านี้เป็น กระบวนการที่ต่อเนื่องและค่อนข้าง รวดเร็วจึงต้องหาว่าทำอย่างไรแนวคิดจากหน้าที่การทำงานหลายๆ อันจะสามารถหลอมเข้าด้วยกันและสามารถแก้ปัญหาพร้อมได้ทั้งหมด บ่อยครั้งที่พบว่า

ความคิดแต่ละความคิดนั้น ไม่สามารถนำมารวมกันได้โดยตรง เนื่องจากขาดความสมบูรณ์ของข้อมูลในขณะนั้น สิ่งสำคัญก็คือ อย่าด่วนละทิ้งความคิด เหล่านี้ไปเสียเก็บสำหรับอนาคต ซึ่งอาจจะ เป็นชั่วโมง, วัน, สัปดาห์, เดือน หรือปี การที่จะพัฒนาความคิดของแต่ละความคิด หรือของกลุ่มนั้น จะต้องหาทั้ง ข้อดีและข้อเสีย ถ้าข้อเสียมีน้อยมากเมื่อเทียบกับข้อดี อาจสามารถไม่นำมาพิจารณา

- การนำต้นทุนของทุกแนวความคิด เมื่อมาถึงจุดนี้ในแผนงาน ทุกคนเชื่อว่าพบลำธารทอง จึงพยายามใช้เครื่องมือทุกชนิดเท่าที่มีอยู่ เช่น กระทะท่อน้ำและความรู้ เพื่อจะขุดเอาทอง ออกจากดินให้ได้ ไม่ว่าจะต้องใช้ความพยายามมากเท่าใดก็ตาม ดังนั้น จึงต้องพัฒนาความคิดด้วยการหาต้นทุน โดยพิจารณาความสัมพันธ์ ของแต่ละความคิดหรือความคิดรวม เพื่อประมาณคุณค่า ของแต่ละความคิด เมื่อได้คุณค่าออกมา ทั้งในด้านต้นทุนและหน้าที่การทำงานของมันแล้ว เราสามารถแบ่งขีดความสามารถในเรื่องคุณค่า นี้ ออกเป็น 2 แนวทางคือ แนวทางที่ 1 ในเรื่อง ขีดความสามารถในการประหยัดโดยการเปรียบเทียบกับต้นทุนในปัจจุบัน และกำลังคนที่จะพัฒนาเพื่อ นำไปปฏิบัติในแต่ละความคิด และ แนวที่ 2 ต้นทุนที่ประหยัดได้ทั้งโครงการ ในการประเมินผลนี้ เราต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ และ การตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ในการกำหนดต้นทุนอย่างคร่าวๆ ในทุกแนวคิด เพื่อเป้าหมายในการเพิ่มผลกำไรเมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้ว ในขั้นตอนนี้ จะมีเพียง การพัฒนาและพิจารณาแนวคิด เพื่อให้ทำงานได้เท่านั้น ส่วนขั้นตอนต่อไป จึงจะพิจารณาเพื่อ ให้ขายได้ หลังจากที่กำหนดต้นทุนของทุกแนวคิดแล้ว นำเอาแนวคิดที่มีต้นทุนต่ำที่สุด มาพิจารณา ก่อน

- การพัฒนาหน้าที่และทางเลือก โดยที่จุดประสงค์ของทางเลือกนั้น เราต้องมุ่งที่ หน้าที่การทำงานของมัน มิใช่มุ่งที่วัสดุชิ้นส่วน หรืออื่นๆ เทคนิคของการพัฒนาหน้าที่การทำงาน ก็คือ สร้างแนวคิดใหม่ โดยเริ่มจากฐานศูนย์ (Base zero) นั่นคือ การไม่มีขีดของเก่าใช้ค่านามและกริยากับหน้าที่พื้นฐาน (Basic function) ซึ่งจะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ การพัฒนาหน้าที่ของ ทางเลือกจะสำเร็จสมประสงค์ได้ ต้องใช้ข้อมูลข่าวสาร และการพัฒนาความคิดที่ได้บันทึกไว้ใน แผนการดำเนินงาน ในที่นี้จะเรียกหัวชื่อว่า “การพัฒนาหน้าที่” (Functional Development) ภาพที่ 40 แสดงแบบฟอร์มตัวอย่างการพัฒนาหน้าที่

บริษัท.....		เลขที่อ้างอิง.....	
การพัฒนาหน้าที่			
หน้าที่หลัก.....			
หน้าที่	ความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนา	ต้นทุน โดยประมาณ (สะสม)	
รวม			
ต้นทุนปัจจุบัน			
วัสดุ + วัสดุทางอ้อม.....			
ค่าแรงทางตรง.....			
ค่าแรงทางอ้อม.....			
สมาชิก.....		วันที่.....	

ภาพที่ 40 แบบฟอร์มตัวอย่างการพัฒนาหน้าที่

ในแผนพัฒนาที่จะประกอบด้วยข้อมูลที่ต้องการเลขที่อ้างอิง การประเมินผลหน้าที่นั้น ยึดหน้าที่หลักเป็นสำคัญ โดยดูจากน้ำหนักที่สูงที่สุด เขียนลงในช่องหน้าที่ ต่อจากนั้นดู ช่วงความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการเลือกความคิดเดี่ยว หรือความคิดที่รวมกันแล้ว ในรูปของคำนาม และกริยาที่ต้นทุนต่ำสุด ใส่งในช่อง “ความคิดสร้างสรรค์และพัฒนา” ซึ่งความคิดเหล่านี้ได้มาจากกลุ่ม รวมทั้งต้นทุนใส่งของต้นทุน โดยประมาณ เมื่อได้บันทึกความคิดสร้างสรรค์ลงในแบบฟอร์ม ซึ่งอยู่ในขอบเขตของการแก้ปัญหาบันทึกข้อมูลจำเพาะและความต้องการเสร็จแล้วนำไปพิจารณาต่อไป ว่าสมควรจะปรับปรุงแก้ไขอย่างไร จากนั้นใส่งในช่อง “ความคิดสร้างสรรค์และพัฒนา” รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ จะต้องเพิ่มขึ้นซึ่งจะกลายเป็นค่าใช้จ่ายสะสม แบบฟอร์มพัฒนาหน้าที่จะสำเร็จสมบูรณ์ โดยรวมต้นทุนปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุทางตรงและทางอ้อม ค่าแรงทางตรงและค่าแรงทางอ้อม นอกจากนี้ควรมีชื่อ ของทีมงานและวันที่รวมอยู่ด้วย การพัฒนาหน้าที่นั้น ในขั้นแรกควรคำนึงเฉพาะหน้าที่ที่จะทำให้ทำงานได้เท่านั้น ยังไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการขายได้ ต่อจากนั้นควรหาทางเลือกอื่นๆ ด้วย ในการพัฒนาความคิด และประเมินผล ถ้าไม่คิดพัฒนาทางเลือกอื่นๆ จะทำให้ความคิดติดแน่นอยู่กับของเดิม ซึ่งจะเป็นอุปสรรคทำให้ความคิดอุดตัน และไม่เกิดการพัฒนา

- ประเมินผลด้วยการเมื่อหาทางเลือกของหน้าที่การทำงานแล้วรวมถึงได้พัฒนาทางเลือกนั้นต้องแน่ใจว่ามันทำงานได้ ต่อจากนั้นจึงจะนำมาประเมินผล ด้วยการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ โดยที่ทางเลือกนั้นๆ จะต้องเปรียบเทียบกันด้วยข้อดีและข้อเสีย ซึ่งจะใช้แบบฟอร์มดัง

ภาพที่ 41 โดยเขียนความคิดในการพัฒนาหน้าที่อย่างสั้นๆ ลงในช่องความคิดจากการพัฒนาหน้าที่ ส่วนช่องที่ 2 หาข้อดีทุกอย่างตั้งแต่มาจนถึงน้อยที่สุด ช่องที่ 3 หาข้อเสียจากมากไปหาน้อยที่สุด เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย ประเมินผลด้วยผลต่าง แล้วบันทึกข้อสรุปที่ได้ และนำไปปฏิบัติลงในแบบฟอร์มด้านล่าง

บริษัท.....		เลขที่อ้างอิง.....	
การประเมินความคิด			
หน้าที่หลัก.....			
ความคิดจากการพัฒนาหน้าที่	ข้อดี	ข้อเสีย	
แผนที่จะนำไปปฏิบัติ			
สมาชิก.....		วันที่.....	

ภาพที่ 41 แบบฟอร์มตัวอย่างการประเมินความคิด

และเมื่อขั้นตอนการนำไปทดสอบนั้น เราจะทำการนำหน้าที่ไปสู่ทางเลือกที่จะทำ “ขายได้” ซึ่งในตอนนั้น จะสมบูรณ์ในแง่ของทางเลือกที่จะได้ทั้งหน้าที่การทำงาน และยังสามารถทำให้ขายได้อีกด้วย

5.6 ขั้นตอนทดสอบพิสูจน์

ผลสำเร็จขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ข้อมูลบวกกับความรู้ในการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ วัสดุ เทคนิคการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ข้อมูลและความรู้มากมายเหล่านี้ มิใช่แสวงหาเพื่อเก็บไว้กับตัวเอง แต่จะเสาะแสวงหาเพื่อนำมาใช้ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการทำงานของทีมงาน และผลที่ได้รับเป็นชัยชนะ งานนี้ต้องไม่เหมือนงานอื่นที่เขียนเป็นสูตรหรือคำจำกัดความของปัญหา แล้วก็หาคำตอบ แต่เป็นงานซึ่งต้องใช้ความพยายาม ผลที่ได้รับขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ ไปในทางสังคม เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคนิคต่างๆ ผลงานนี้มีใช้การกระทำและการตอบสนอง (Action and Reaction) แต่ต้องอาศัยความรู้ และเทคนิคอย่างกว้างๆ ในการประยุกต์มนุษยวิทยา เศรษฐศาสตร์และสังคมศาสตร์ เทคนิคของขั้นตอนการทดสอบพิสูจน์นี้สิ่งที่จำเป็นต้องใช้คือ มาตรฐานของบริษัท และอุตสาหกรรม, ปรึกษากับผู้ชำนาญเฉพาะด้าน และการใช้ผลิตภัณฑ์ขบวนการและวัสดุแบบพิเศษ

- มาตรฐานของบริษัทและอุตสาหกรรม ตลอดระยะเวลาแห่งการปฏิบัติทางอุตสาหกรรม ได้ค้นพบว่าการใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมนั้นได้รับผลประโยชน์มาก ไม่ว่าจะใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานหรือจะใช้ระบบมาตรฐานก็ตามส่วนประกอบที่เป็นมาตรฐานนั้นมีคุณค่ามากทางด้านสงวนค่าใช้จ่าย ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในด้านการพัฒนาและค่าใช้จ่ายของเครื่องมือ ได้คุณภาพดีและเชื่อถือได้รวมทั้งไม่ต้องเสียเวลาคอยนาน เพราะมีผู้ส่งของซึ่งแข่งขันกันบริการ การใช้มาตรฐานชิ้นส่วนนั้น จำเป็นต้องเรียนรู้ทั้งวัสดุและกระบวนการ ซึ่งจะนำไปใช้ได้อย่างดีที่สุด และใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดของวัสดุหรือกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้เราต้องใช้มาตรฐานของเราหรือของโรงงานอื่น เราจะต้องตั้งคำถามและหาคำตอบให้ได้ “ชิ้นส่วนมาตรฐานหรือผลิตภัณฑ์จะหาได้และใช้งานได้ไหม”

- การปรึกษาผู้ขายและผู้ชำนาญเฉพาะด้านทางให้ได้เรียนรู้ว่าในการผลิตนั้นต้องการผลผลิตในเวลาอันจำกัด ถ้าทำงานร่วมกับผู้ขายหรือผู้ชำนาญเฉพาะด้าน จะทำให้ได้ ข้อมูลที่มีคุณค่าและประหยัดเวลา เราจึงเน้นที่จะใช้บริการของพวกนอกวงการ ซึ่งอาจจะเป็นผู้ชำนาญอยู่ในบริษัทของเราเอง หรือผู้ชำนาญเฉพาะด้านจากบริษัทอื่น จากความรู้ของพวกนี้ และ ความคิดเห็นที่แตกต่างกัน จะทำให้เราได้ชิ้นส่วน หรือชิ้นส่วนที่เรากำลังมีปัญหา บ่อยครั้งที่พบว่า ความชำนาญในแต่ละสาขาวิชาทำให้ได้รับคำแนะนำที่มีคุณค่าในด้านต้นทุนต่ำและลดเวลาในการวิเคราะห์อีกด้วย

- การใช้ผลิตภัณฑ์ขบวนการและวัสดุพิเศษคำว่าพิเศษในวันนี้ อาจเป็นมาตรฐานในวันพรุ่งนี้ เนื่องจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของผลิตภัณฑ์กระบวนการ และวัสดุใหม่ๆ วัสดุสมัยก่อนอาจจะเหมาะสมกับหน้าที่บางส่วนซึ่งในปัจจุบันอาจมีคุณค่าน้อยลง เช่น การ ปรับปรุงเทคโนโลยีจะทำให้ต้นทุนต่ำลง และทำให้ผลผลิตดีขึ้น เราจะต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียก ผู้เชี่ยวชาญให้ทันเวลา ในระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเพื่อวิเคราะห์คุณค่าของ ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด นอกจากนี้ควรพิจารณาด้านต้นทุนต่ำสุดของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้วัสดุมาตรฐาน เปรียบเทียบกับต้นทุนต่ำสุด เพื่อใช้วัสดุพิเศษ

5.7 ข้อเสนอแนะ

ผู้ที่เคยใช้วิธีการของวิศวกรรม มักจะกล่าวว่า ชิ้นเสนอแนะนี้ เป็นส่วนที่ลำบาก ที่สุดในแผนงานของวิศวกรรมคุณค่า เพราะผลที่ทำมาตามขั้นตอนต่างๆ จะได้บรรลุผลสำเร็จก็ ขึ้นอยู่กับขั้นตอนนี้ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ การกระตุ้นให้เกิดการกระทำในทางบวกและป้องกันการกระทำในทางลบ รวมทั้งการเสนอการเปลี่ยนแปลง วัตถุประสงค์ของข้อเสนอแนะคล้ายกับการขอแต่งงาน ซึ่งต้องการคำตอบในทางบวก ดังนั้นต้องวางแผนอย่างดี เพื่อให้บรรลุเป้าหมายให้ได้ เราต้องรู้จักที่จะขายความคิด เสนอการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้ผลประโยชน์นี้จะ

พิสูจน์ได้ด้วยการใช้ความเป็นจริงของข้อมูลต้นทุนโดยละเอียด และการชี้แจงอย่างมีเหตุผล ตลอดเวลาในการวางแผนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าการยอมรับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกันออกไป บางกลุ่มจะต่อต้านทุกอย่างแบบ

- หัวหน้าในขณะที่ยังกลุ่มยอมรับโดยง่าย บางกลุ่มต้องการรายละเอียดมากมาย ในขณะที่บางกลุ่มต้องการแค่แนวคิดและทำให้ เป็นฟอร์มที่ใช้งานได้ แต่ละบุคคลนั้นมีแนวโน้มและความสามารถในการยอมรับไม่เหมือนกันจึง ต้องพิจารณาวางแผนเรื่องนี้ไว้ให้ดี โดยที่หน้าที่หลักก็คือ ต้องรู้จักจะทำให้แต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องด้วย ยอมรับแนวคิดและการเปลี่ยนแปลง ต้องจัดหาข้อเท็จจริงเพื่อจะขจัดปัญหาที่มีอยู่ให้หมดไป แบบฟอร์มสำหรับเสนอควรมีทั้งข้อเท็จจริงและต้นทุน ทั้ง 2 อย่างนี้จะต้องทำอย่างระมัดระวังและให้เหมาะสม

- ข้อเท็จจริงปัจจุบัน ความเป็นจริงนั้น คล้ายๆ กับความงาม คนที่แนะนำมีความเห็นต่างจิตต่างใจกัน ไป ดังนั้น ก่อนที่ท่านจะแนะนำโปรดคิดให้ถี่ถ้วนในการเสนอข้อเท็จจริง ท่านต้องใช้ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ และเสนอเพียงครั้งเดียว แต่ให้หนักแน่นและแข็งแรงเหมือนกำแพง เกี่ยวกับการเสนอข้อเท็จจริงของท่านในขั้นตอนนี้ จะต้องระมัดระวังและแน่ใจว่าเป็นข้อเท็จจริงจากขั้นตอนรวบรวมข้อมูลด้วย เมื่อท่านรวบรวมข้อเท็จจริงในตอนต้น ต้องแน่ใจว่า ข้อเท็จจริงนั้นไม่หลอกลวงหรือเป็นข้อเท็จจริงเพียงครั้งเดียว หรือเป็นเพียงความคิดว่าจะเป็น ในการเสนอเรื่องข้อเท็จจริง จึงต้องพยายามให้ฝ่ายบริหารยอมรับทั้งหมด มิใช่ผู้บริหารเห็นเป็นเพียงภาพเงา หรือเพียงบางส่วนเท่านั้น และข้อเท็จจริงนั้นจะปรากฏออกมาและเป็นที่ยอมรับซ้ำๆ ท่านต้องตามแกะรอยอย่างระมัดระวัง ตำรวจและเลือกอย่างถูกต้อง ผลที่ได้รับจะออกมาอย่างดีต่อเมื่อท่านได้ ทบทวนปัญหาทั้งหมด ความคิดและข้อเท็จจริง ผ่านสายตาผู้อื่นด้วย ซึ่งในการเสนอข้อเท็จจริง จะต้องเสนอในรูปแบบของก่อนการแก้ปัญหา และภายหลังการแก้ปัญหา โดยชี้ให้ตรงเป้าหมาย พร้อมอธิบายด้วยรูปภาพ ส่วนรายละเอียดค่อยแจกแจงภายหลัง

- ต้นทุนปัจจุบัน ต้นทุนคือ โคมหน้าของข้อเท็จจริง ในการเสนอเกี่ยวกับต้นทุน ต้องแน่ใจว่าเป็นสิ่งที่เป็นจริงได้ นำไปปฏิบัติได้ มิใช่เป็นเพียงการมองโลกในแง่ดีเท่านั้น โดยที่ต้นทุนที่เป็นไปได้ เป็นข้อเท็จจริง ที่ต้องการการเสนอแนะ จะต้องวางแผนอย่างระมัดระวัง ไม่ว่าจะ เป็นต้นทุนที่เสนอแนะ ต้นทุนที่นำไปปฏิบัติ และต้นทุนที่ประหยัดได้และจะต้องเสนอแนะ เหมือนกับว่าเป็นเงินทองของท่านเอง

- การเสนอแนะจากทีมงาน แบบฟอร์มเสนอแนะจากทีมดังภาพที่ 42 เป็นแบบฟอร์มที่สำคัญที่สุดในแผนงานทั้งหมด ควรจะเป็นแผ่นเดียว และประกอบด้วยข้อเท็จจริงทั้งหมด และปัญหาที่เกี่ยวข้องข้อเท็จจริงนี้จะต้องเข้าใจง่ายและชัดเจนกะทัดรัด ถ้าเป็นไปได้ควรมีรูปสเกตช์ง่ายๆ ทั้งแบบปัจจุบัน และแบบที่เสนอแนะเปลี่ยนแปลง และข้อเสนอแนะของทีมงาน

จะต้องสั้น เพื่อผู้ที่ตัดสินใจจะได้อ่านได้อย่างรวดเร็ว รูปสเกตช์นั้นก็แทนคำอธิบายได้อย่างดี ถ้า การเสนอแนะยาวเกินไป โอกาสที่จะอ่านก็น้อยลง เมื่อเขียนเสนอแนะต้องพยายามขจัดสิ่งกีดขวาง ที่คิดว่าจะทำให้ผู้ตัดสินใจไม่เห็นด้วย จึงต้องใช้วิธีการยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบ เพื่อจะดึงเข้าสู่ จุดหมายของท่าน และ โดยจุดประสงค์หลักของการเสนอนั้นเป็น 2 ประการคือ ส่งข้อมูลให้ ผู้บริหารตัดสินใจและการตัดสินใจของผู้บริหารก่อให้เกิดการปฏิบัติขึ้นและการปฏิบัติควรเป็น ชนิดบวก การที่ให้ทีมงานทำฟอร์มเสนอนั้น เป็นการให้ความสำคัญทุกๆ คนทำให้เกิดมีความรู้สึก เป็นเจ้าของร่วมกัน และการยอมรับจากผู้บริหารร่วมกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางด้านจิตใจในงาน ต่อๆ ไปด้วย ในแบบฟอร์มนี้ ควรประกอบด้วยความต้องการพื้นฐานและความต้องการรองลงมา ผลประโยชน์ที่วัดไม่ได้จะอยู่ในรูปของคุณภาพ ความน่าเชื่อถือได้ การบำรุงรักษาความปลอดภัย และลดเวลาการทำงาน ต่อจากนั้นควรจะทำแผนงานที่จะนำไปปฏิบัติ ซึ่งควรจะทำไว้ ก่อนการ เสนอ โครงการถ้าทำอย่างนี้แล้ว เมื่อข้อเสนอแนะได้รับการยอมรับ ก็เริ่มดำเนินการได้เลย แผนปฏิบัติงานควรมีรายละเอียดเกี่ยวกับความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลในองค์การ ซึ่งต้อง ปฏิบัติอย่างถูกต้องในเรื่องของวิธีปฏิบัติ วัสดุที่จะต้องซื้อ สิ่งที่จะต้องผลิตเครื่องมือที่จะต้องทำ หรือซื้อ รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะต้องรับผิดชอบสำหรับแผนงานนี้ นอกจากนี้ควรมีกำหนดเวลาว่า งานใดเริ่มก่อน และเสร็จเมื่อใดอีกด้วย

บริษัท.....		เสนอแนะปรับปรุงต้นทุน		
วันที่.....		เลขที่อ้างอิง.....		
ผลิตภัณฑ์.....		การประกอบหรือชิ้นส่วน.....		
ชิ้นส่วนเลขที่.....		ปริมาณ/ผลิตภัณฑ์.....		
		ปริมาณ/ปี.....		
ความสามารถที่ประหยัดได้ปีแรก (บาท)		คาดคะเนการขาย (ปีต่อไป)		
ปัจจุบัน		เสนอแนะ		
คำนวณการ ประหยัดได้	วัสดุ (บาท)	แรงงาน (บาท)	ผลประโยชน์ (บาท)	รวม (บาท)
ปัจจุบัน				
เสนอแนะ				
ผลต่าง				
ต้นทุนในการเปลี่ยนแปลง.....ฝ่ายผลิต.....บาท.....ฝ่ายวิศวกรรม.....บาท				
เสนอแนะ				
อนุมัติ.....ไม่อนุมัติ..... วันที่.....				
การเปลี่ยนแปลงคำสั่งทางวิศวกรรมเลขที่.....				
สมาชิกทีม.....				

ภาพที่ 42 แบบฟอร์มตัวอย่างการเสนอแนะ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สืบเนื่องจากสถานะเศรษฐกิจปัจจุบัน ณ บริษัทที่เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิททำฟัน (Dental Patients Chairs) แห่งหนึ่งซึ่งได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทางอ้อมจากการที่ทุกประเทศทั่วโลกได้รับผลกระทบจากการประกอบธุรกิจของเกือบทุกอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบกับกำลังการซื้อของผู้บริโภคที่ต่ำ ทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถขายผลิตภัณฑ์ได้ในราคาที่ได้อ้างอิงไว้ ในเมื่อจำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ แต่มีงบประมาณที่ต่ำ อาจทำให้ผู้บริโภคหันมาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากบริษัทคู่แข่งรายอื่นที่มีราคาขายถูกกว่า, จากการศึกษาสภาพทั่วไปทางเศรษฐกิจสังคมและพฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงของผู้บริโภค เพื่อวิเคราะห์ส่วนตลาดตามลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมและพฤติกรรมของผู้บริโภคส่วนต่างๆ และในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรมมีจุดประสงค์หลักในทำนองเดียวกันคือ การเพิ่มผลกำไรทางธุรกิจ ซึ่งการเพิ่มผลกำไรมีแนวคิดหลักอยู่ 2 วิธี คือ การเพิ่มราคาขายให้สูงขึ้นและการลดต้นทุนให้ต่ำลง แต่เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจปัจจุบัน การเพิ่มราคาขายให้สูงขึ้นนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะเนื่องจากสถานะการชะลอตัวทางเศรษฐกิจ, ผู้บริโภคขาดกำลังซื้อ และราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้การเพิ่มผลกำไรจากการลดต้นทุนให้ต่ำลงจึงเป็นเป้าหมายหลัก

การลดต้นทุนในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรม โดยใช้หลักการของวิชาวิศวกรรมอุตสาหการนั้นมีหลายวิธี เช่นการลดต้นทุนจากการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion Analysis), การวิเคราะห์ระบบการผลิต (Manufacturing Analysis), การทำมาตรฐาน (Standardizations) การลดต้นทุนของเสียจากกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพ (Quality Control) หรือการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า (Value Analysis and Value Engineering) ซึ่งมีเป้าหมายหลักคือการลดต้นทุน โดยไม่กระทบต่อคุณภาพและประโยชน์การใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น (อดิศักดิ์ นาวเหนียว, 2550)

การลดต้นทุนการผลิตของผู้แอร์รถยนต์โดยใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Arthur E. Mudge โดยแนวคิดที่ได้เป็นการเปลี่ยนวิธีการผสมเม็ดพลาสติกจากผู้ผลิตเม็ดพลาสติกมาเป็นผู้ฉีดขึ้นรูปเม็ดพลาสติก ผลการทดสอบการทนความร้อนและการสันตะเทียนไม่แตกต่างจากวิธีการผลิตแบบเดิม ดังนั้น แนวคิดใหม่นี้จึงสามารถนำมาใช้แทนวิธีการผลิตแบบเดิมได้ (วุฒิพันธ์พานิชพงษ์, 2559)

การลดต้นทุนชิ้นส่วนในระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า โดยชิ้นส่วนสำคัญที่ถูกคัดเลือกในการลดต้นทุน คือ ตู้แอร์และท่อแอร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณค่าและหน้าที่ พบว่าหน้าที่หลักที่ควรปรับปรุงเพื่อลดต้นทุน ซึ่งหลังการปรับปรุงพบว่า ทุก

แนวความคิดผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดทั้งเรื่องการประกอบและคุณภาพ (อรวรรณ สุขวานนท์, 2560)

การลดต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ขึ้นส่วนในโรงงานผลิตเทอร์โบชาร์จเจอร์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า จากการวิเคราะห์หน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน โดยการลดชิ้นส่วนที่มากเกินไป ความจำเป็นออก การปรับขนาดของพื้นผิวในการรองรับแรงกระแทกและการเปลี่ยนประเภทของวัสดุ โดยไม่กระทบกับคุณภาพก่อนการปรับปรุง (นที สิริโยธิน และ กฤษดา ประสพชัยชนะ, 2563)

การลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ชุดแต่งรถยนต์ ตามแผนงาน 7 ขั้นตอนหลัก คือ 1.ขั้นตอนทั่วๆ ไป 2.ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล 3.ขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่ 4.ขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิด 5.ขั้นตอนการประเมินผล 6.ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์และ 7.ขั้นตอนการเสนอแนะ และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงตรงตามความต้องการของลูกค้า (นาริรัตน์ ปาระมีสัก และ ปารเมศ ชุตินา, 2563) เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า (Value Analysis and Value Engineering) คือ เทคนิคที่ว่าด้วยเรื่องของงานวิเคราะห์ในการปรับปรุงกำไรให้สูงขึ้นหรือการลดต้นทุนลง โดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์เป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ โดยที่ความน่าเชื่อถือคือ การที่คุณภาพไม่ถูกทำให้ลดลงต้องเท่าเดิมเหมือนก่อนการเปลี่ยนแปลง (กิตติ วิบูลย์ศิริเสวีกุล และประเสริฐ อัครประดมพงศ์, 2542)

การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้านสูบรถยนต์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า เมื่อวิเคราะห์คุณค่าแต่ละหน้าที่ของกระบวนการผลิตก้านสูบรถยนต์ พบว่าหน้าที่หลักที่ควรปรับปรุงเพื่อลดต้นทุน คือเจาะรูสลักเกลียว ทำเกลียวใน เจาะรูน้ำ มัน เซาะร่องลิ้ม คว้านรูบูช และเจียรไนรูใหญ่ซึ่งมีคุณค่า 0.65, 0.62, 0.89, 0.86, 0.79 และ 0.86 ตามลำดับ เนื่องจากหน้าที่หลัก เหล่านี้มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง ดังนั้น กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ หน้าที่หลัก ดังกล่าวถูกปรับปรุงโดย การเปลี่ยนวัสดุและสารเคลือบของเครื่องมือตัด และการควมรวมเครื่องมือตัด หลังจากการนำ เครื่องมือตัดใหม่มาใช้ในกระบวนการผลิตพบว่าอายุเครื่องมือตัดเพิ่มมากขึ้นและลดความถี่การเปลี่ยนเครื่องมือตัดลง ส่งผลให้ต้นทุนเครื่องมือตัดทั้งหมดสามารถลดต้นทุนได้ 9.86 บาทต่อชิ้นหรือลดลง 48.86% และกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 21.86% (ศุภมิตร ศักดิ์เสวีกุล, 2560)

การประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการลดการใช้พลังงาน สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โดยครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนของโรงไฟฟ้า ขนาดกำลังผลิต 340 เมกะวัตต์ จังหวัดกระบี่ เพื่อวิเคราะห์หาจุดที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นหรือสูญเปล่าและกำหนดมาตรการในการแก้ไข โดยนำแผนการดำเนินงานวิศวกรรมคุณค่า 6 ขั้นตอนของสมาคมวิศวกรรมคุณค่าแห่งสหรัฐอเมริกา มาปรับใช้ให้เหมาะสม ซึ่งมี

ขั้นตอนดังนี้ 1. การรวบรวมข้อมูล 2. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน 3. การสร้างสรรค์ความคิด 4. การประเมินผล 5. การพัฒนาความคิด 6. การนำเสนอ จากผลการวิจัยพบว่าขั้นตอนการดำเนินงานที่ประยุกต์ขึ้นมาใหม่นั้น สามารถกำหนดมาตรการลดการใช้พลังงานออกมาได้ 2 ประเภท คือ 1) ด้านพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วยมาตรการเปลี่ยนใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงของ Cooling tower ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ Condensate pump และ Lower pressure heater drain pump ปรับลดเวลาการเดินเครื่องระบบปรับอากาศ อาคารโรงไฟฟ้า การลดเวลาการใช้งานระไฟแสงสว่าง และการเปลี่ยนหลอดไฟแสงสว่างชนิด T5 เป็นชนิด LED 2) ด้านพลังงานความร้อนประกอบด้วย มาตรการเปลี่ยนฉนวนส่วนที่เสียหายและเสื่อมคุณภาพการหุ้มฉนวนท่อวาล์วและหน้าแปลน และลดการรั่วของอากาศที่ Air heater โดยพลังงานไฟฟ้าก่อนดำเนินการใช้ 18,686,429.67 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี หลังดำเนินการใช้ 16,124,411.58 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี มีศักยภาพในการลดได้ผล 2,562,018.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็น 13.71% และพลังงานความร้อนก่อนดำเนินการใช้ 15,378,904.56 เมกะจูล/ปี หลังดำเนินการใช้ 6,516,886.88 เมกะจูล/ปี มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานความร้อนได้ผล 8,862,017.97 เมกะจูล/ปี คิดเป็น 57.61% ส่วนเงินที่ประหยัดได้รวมทุกมาตรการ 20,783,888 บาท/ปี เงินลงทุนรวม 30,420,000 บาท ระยะเวลาคืนทุนเมื่อคิดทั้งโครงการ 1.58 ปี ผลตอบแทนการลงทุน 661.19% มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 114,999,173 บาท และอัตราผลตอบแทนภายใน 63.62% (มานพ นิลรัตน์, 2560)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีการลดต้นทุนในการสร้างเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน โดยไม่ทำให้หน้าที่การทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ลดลงขอบเขตของงานนี้จะศึกษาเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอนของมหาวิทยาลัยชนบุรีการออกแบบ ชิ้นส่วนและการสร้างชุดทำความร้อนโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและประเมินผลในด้าน ต้นทุนและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ขั้นตอนในการดำเนินการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้ 1)การเลือกหัวข้อเรื่อง 2)การรวบรวมข้อมูล 3)การกำหนดประโยชน์การใช้งาน 4)การประเมินหน้าที่การใช้งานที่สำคัญ 5)การออกแบบความคิดสร้างสรรค์6)การประเมินผล และ7)ขึ้นเสนอนะจากการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการดำเนินงานได้ออกแบบชิ้นส่วนใหม่โดยเปลี่ยนวัสดุที่ใช้จากท่อทองแดงมาเป็นท่ออลูมิเนียม สามารถลดต้นทุนได้2,800 บาท และหลังจากได้ทดลองใช้งานจริงเป็นเวลา 28วัน พบว่าการทำ ความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์อุณหภูมิที่ได้50-60 องศาเซลเซียส (เถลิง พลเจริญ และสุรเชษฐ, 2555)

การประยุกต์วิธีทางวิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบเครื่องกดขวดขวดเข้าทุ่นอามเจอร์นาวิธีการเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (Value engineering) มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่ม

คุณค่าและลดต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับเครื่องกวดคลวดให้เข้ากับร่อง (Slot) ของ ทุ่นอามเจอร์(Armature) จากความต้องการใช้งานเครื่องจักรนี้ ที่เพิ่มขึ้นซึ่งจากเดิมการออกแบบไม่ มีการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาใช้มีราคาในการจัดสร้าง อยู่ที่ 83,515 บาท เมื่อนำเทคนิควิธีการ ทางวิศวกรรมคุณค่า ทำให้การออกแบบเครื่องจักรมีราคาในการจัดสร้างที่ 75,779 บาท ซึ่งประหยัด ได้ 7,736 บาท หรือ 9.26 % นั้นแสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้สามารถลดต้นทุนได้และทำให้บรรลุ วัตถุประสงค์ได้ (สรุทธิ บราณสร, 2550)

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศเพื่อลดต้นทุน เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า และการออกแบบเพื่อการประกอบในการออกแบบ และ พัฒนาชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศเพื่อลดต้นทุน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักคือการวิเคราะห์หน้าที่ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการประกอบ การปรับปรุงการออกแบบชิ้นส่วนใหม่การวิเคราะห์ ความแข็งแรงของโครงสร้าง และการประมาณต้นทุน ผลการวิเคราะห์หน้าที่ที่พบว่ามูลค่าของชุด ขาดตั้งมอเตอร์แบบเดิม คือ 0.5 หน้าที่หลักคือรักษาระดับแกนของพัดลม และหน้าที่รองคือ ยึด ชิ้นส่วน และลดแรงสั่นสะเทือน งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญหน้าที่การรักษาระดับแกนของพัดลมเป็น ลำดับแรกผลการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพในการประกอบทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพในการ ประกอบเท่ากับ 2.84% นั้นหมายความว่าชุดขาดตั้งมอเตอร์ควรถูกปรับปรุงแก้ไขการออกแบบ ผล การปรับปรุงการออกแบบ ชิ้นส่วนใหม่การปรับปรุงการออกแบบชุดขาดตั้งมอเตอร์ยึดหลัก 3 ประการคือรวมชิ้นส่วนขาดตั้งมอเตอร์และแบล็คเก็ตเข้าด้วยกัน การจัดวางรองมอเตอร์แต่ยังสามารถ ดูดซับแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์ได้และเปลี่ยนการใช้สกรูเป็นนัท ในการยึดขาดตั้งมอเตอร์กับฐาน เครื่องปรับอากาศเพื่อความง่ายในการยึด ซึ่งยังคงหน้าที่ของชุดขาดตั้งมอเตอร์ไว้เหมือนเดิม ผลการ ปรับปรุงพบว่าลดเวลาในการประกอบชุดขาดตั้งมอเตอร์ลงได้ 35.8 วินาทีและเพิ่มประสิทธิภาพใน การประกอบเป็น 4.29% ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง โครงสร้างชุดขาดตั้งมอเตอร์ แบบใหม่ทำจากเหล็ก SGCC (JIS G3321) เป็นแผ่นรีดเย็นเคลือบสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน ซึ่งค่า ความเค้นสูงสุดเท่ากับ 350 เมกะปาสคาล โครงสร้างนี้ใช้รับน้ำหนักมอเตอร์ซึ่งจำเป็นที่ต้อง วิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยพิจารณาการจำลองแรงที่กระทำคงที่ผลการวิเคราะห์ ความแข็งแรงของโครงสร้าง พบว่าความเค้น ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าไม่เกิน 233.33 เมกะปาสคาล นั้น หมายความว่าชุดขาดตั้งมอเตอร์แบบใหม่มีความปลอดภัยความเค้นมากกว่า ผลการประมาณต้นทุน การรวมชิ้นส่วนขาดตั้งมอเตอร์ และแบล็คเก็ตเข้าด้วยกัน การกาจัดวางรองมอเตอร์แต่ยังสามารถ ดูดซับแรงสั่นสะเทือนของมอเตอร์ได้และการเปลี่ยนการใช้สกรูเป็นนัท ในการยึดขาดตั้งมอเตอร์กับ ฐานเครื่องปรับอากาศเพื่อความง่ายในการยึด ทำให้ต้นทุนชุดขาดตั้งมอเตอร์ลดลงจาก 61.38 เป็น

51.21 บาทต่อชิ้น หรือลดลง 7.32 ล้านบาทต่อปีโดยที่กำลังการผลิตเฉลี่ย 60,000 ชิ้นต่อเดือน (อรุท ศุภคุณ & นัฏฐวิภา จันทรศรี, 2555)

จากประโยชน์ของการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า (VA/VE) เล็งเห็นว่าน่าจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตยูนิคทำฟัน จากการศึกษาหากรรมทางการแพทย์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจากความต้องการเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีปริมาณค่อนข้างสูง และกำลังได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อยังต้นทุนของวัสดุที่เพิ่มขึ้น เช่น เหล็กทุกชนิด โฟม พลาสติก และผ้าคลุมเบาะ เป็นต้น โดยการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ยูนิค (Dental Patients Chairs) ทำฟันที่มีต้นทุนสูงที่สุดเท่านั้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิทยานิพนธ์ประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิจัยคุณค่าเพื่อลดต้นทุนในบริษัทผู้ผลิตและประกอบ DENTAL PATIENT CHAIRS ซึ่งประกอบไปด้วย 5 Unit หลัก คือ 1. MAIN CHAIR 2. UNIT BODY 3. TABLE 4. LIGHT SET 5. JUNCTION BOX มีการดำเนินงานโดยวิเคราะห์ต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบของ MAIN CHAIRS UNIT และดำเนินการเพื่อลดต้นทุนโดยการประยุกต์เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า ซึ่งเริ่มจาก Unit ที่มีมูลค่าของต้นทุนสูงที่สุด มาเป็นตัวอย่างและเป็นกรณีศึกษาที่จะพัฒนาเรื่องการลดต้นทุนด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า (VA/VE) ในชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ต่อไป กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อที่ 3.1 แผนภูมิแสดงการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัยของโครงการ

หัวข้อที่ 3.2 รายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย

หัวข้อที่ 3.3 เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนของผลิตภัณฑ์

หัวข้อที่ 3.4 เป็นการนำเสนอข้อเสนอที่ได้ทำการนำเสนอมาลดต้นทุนจริง

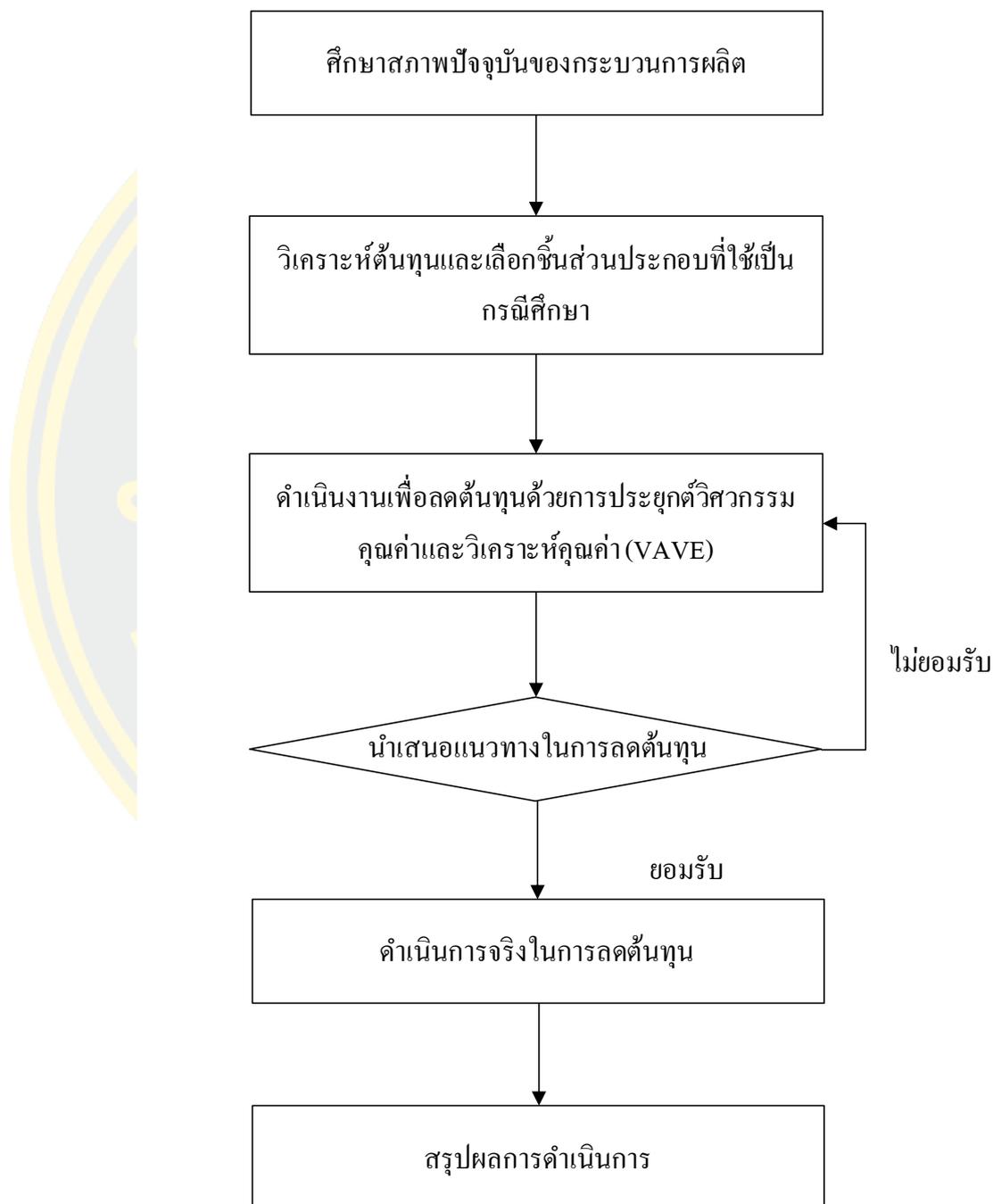
(Implement Project)

หัวข้อที่ 3.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับของการดำเนินงาน

โดยเนื้อหาของบทความนี้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยของโครงการตัวอย่างและผลที่คาดว่าจะได้รับเพียงอย่างเดียว โดยไม่แสดงรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งเนื้อหาและข้อมูลทั้งหมดของการเก็บข้อมูลได้แสดงในบทที่ 4 ซึ่งจะรวมไปถึงการนำเสนอแนวทางในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบของ MAIN CHAIRS UNIT และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการลดต้นทุน

แผนภูมิแสดงการไหลของวิธีการดำเนินการวิจัยของโครงการ

วิธีการวิจัยของโครงการประยุกต์ใช้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าเพื่อลดต้นทุนในโรงงานผู้ผลิตและประกอบ DENTAL PATIENT CHAIRS ดังแสดงในภาพที่ 43



ภาพที่ 43 แผนภูมิแสดงการไหลของวิธีดำเนินการวิจัยของโครงการ

รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย

รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยของโครงการมีเนื้อหาประกอบด้วย

1. ขั้นตอนการดำเนินงานตามแผนภูมิการไหลตามหัวข้อที่ 1
2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานในแต่ละขั้น
3. แนวทางการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แนวทางการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์ของขั้นตอน	แนวทางการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้
1. ศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิต	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการผลิตตั้งแต่ผลิตชิ้นส่วนจนถึงกระบวนการประกอบเสร็จพร้อมใช้งาน - เพื่อให้ทราบถึงการควบคุมและค่าที่ใช้ควบคุมในกระบวนการผลิต 	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาจากแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) - ศึกษาจากการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) - ศึกษาจาก แผนภูมิควบคุม (Control Plan) - ศึกษาจากการเข้าไปทดลองปฏิบัติจริงในสายการผลิต
2. วิเคราะห์ต้นทุนและเลือกชิ้นส่วนที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อทราบถึงต้นทุนของ Unit ใดมีต้นทุนสูงที่สุด - เพื่อทราบถึงต้นทุนของชิ้นส่วนใดมีต้นทุนสูงที่สุดใน Unit ที่มีต้นทุนสูงที่สุดและเลือกใช้เป็นกรณีศึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำการศึกษาจากโครงสร้างราคาขาย (Cost Breakdown) ของ DENTAL PATIENT CHAIRS ในแต่ละ Unit

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์ของขั้นตอน	แนวทางการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้
3. ดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนด้วยการประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า (VAVE)	- เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนโดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า (VAVE) ไปประยุกต์ใช้	-หาแนวทางในการลดต้นทุน โดยทำการเลือกวิธีการที่ดีที่สุดโดยแนวทางการแก้ไขมีดังนี้ 1. แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Arthur E. Mudge 2. โครงสร้างราคาขายของกระบอกสูบ (Cost Breakdown) จากผู้ผลิต (Supplier) 3. การเปรียบเทียบโดยการทดสอบ Durability Test ของกระบอกสูบ
4. นำข้อมูลที่เสนอที่ผ่านการอนุมัติจากผู้บริหารไปดำเนินการ	-เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการลดต้นทุนโดยการจัดหาแหล่งวัตถุดิบ เพื่อหาวัสดุทดแทนที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าแต่ราคาต่ำ	-เสนอแนวทางในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบของ MAIN CHAIRS UNIT
5. ดำเนินการจริงในการลดต้นทุน	-เพื่อให้ทราบถึงข้อเสนอที่ได้ นำเสนอไปนั้นสามารถที่จะลดต้นทุนได้จริง	-ดำเนินการลดต้นทุนจากโครงสร้างราคาขาย (Cost Breakdown) ของ DENTAL PATIENT CHAIRS ในแต่ละ Unit
6. สรุปผล	-เพื่อให้ทราบถึงผลของการดำเนินการวิจัยว่าประสบความสำเร็จตามเป้าหมายหรือไม่ -เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและการค้นคว้าทำงานวิจัยในผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในครั้งต่อไป	-ทำการเปรียบเทียบข้อมูลต้นทุนก่อนและหลังการดำเนินการ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นคือสูตรการคิดต้นทุนจากเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า

การประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า

รายละเอียดในการดำเนินงานการวิจัยดังตารางที่ 17 เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า โดยใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่า ของ Arthur E. Mudge มาประยุกต์ใช้เพื่อดำเนินงานในการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ โดยขั้นตอนการดำเนินงานของ Arthur E. Mudge มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังนี้คือ

3.1 ขั้นตอนเลือกโครงการ หรือขั้นตอนทั่วไป (Selection or General phase)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการทำโครงการ ทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือที่จำเป็นเพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจและทำการตั้งเป้าหมายหลักสำหรับโครงการ

3.1.1 สภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2532 ประกอบธุรกิจประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม การแพทย์ ประเภทยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) โดยได้รับการลงทุนจากประเทศญี่ปุ่น 100% โดยตั้งอยู่ที่นิคมบางอุตสาหกรรมปะกง โดยเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) เครื่องมือเพื่อส่งให้กับทางลูกค้า ซึ่งชิ้นส่วนต่าง ๆ จะมีทั้งผลิตเองภายในบริษัท และสั่งซื้อเข้ามาจากทางผู้ผลิต (Suppliers) โดยนโยบายของบริษัทที่สำคัญ ก็คือ ตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ดีที่สุด ทั้งในด้านคุณภาพที่ดี ราคาขายที่ถูกลง และส่งมอบได้ตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ

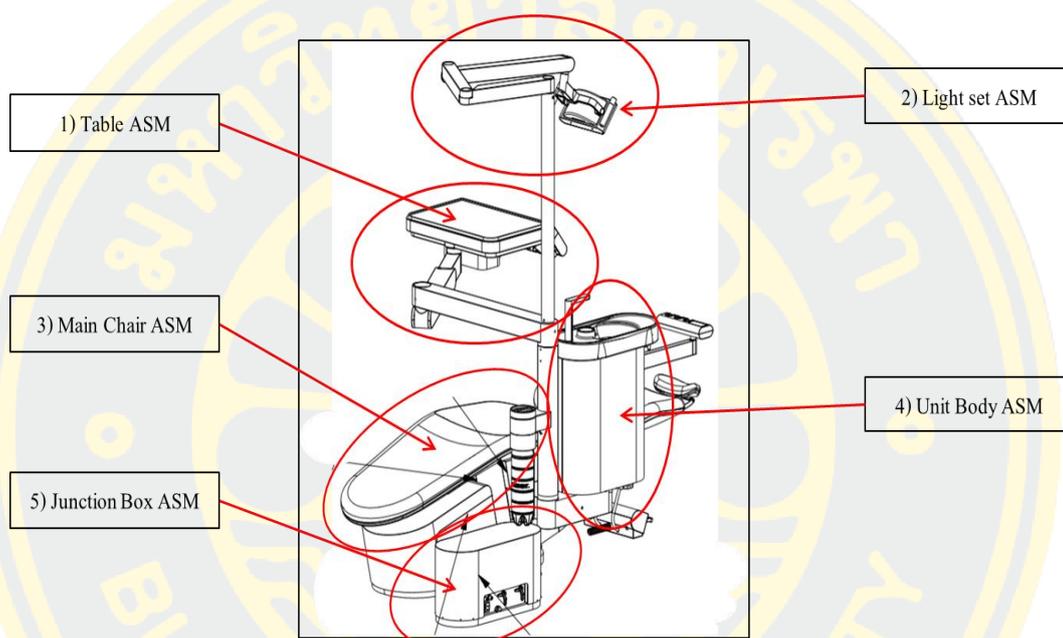
3.1.2 ลักษณะของการผลิตผลิตภัณฑ์

สืบเนื่องจากที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบอยู่ในส่วนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนของยูนิตทำฟันของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟัน โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ จะมีทั้งผลิตเองภายในบริษัทและสั่งซื้อเข้ามาจากทางผู้ผลิตชิ้นส่วน แล้วนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบยูนิตทำฟัน เพื่อที่จะส่งมอบให้กับทางลูกค้าโดยตรง โดยไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง

3.1.3 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยูนิตทำฟัน

ปัจจุบันนี้ ณ บริษัทที่เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟันได้มีการผลิตยูนิตทำฟันด้วยกันอยู่ 2 รุ่น คือ รุ่น A และ รุ่น B ยูนิต (Dental Patients Chairs) ทำฟัน ทั้ง 2 รุ่น จะมีส่วนประกอบหลักๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 Unit หลักๆ (ภาพที่ 44) ได้แก่

1. TABLE ASM UNIT
2. LIGHT SET ASM UNIT
3. MAIN CHAIR ASM UNIT
4. UNIT BODY ASM UNIT
5. JUNCTION BOX ASM UNIT



ภาพที่ 44 ส่วนประกอบหลักของยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 5 Unit

3.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Information phase)

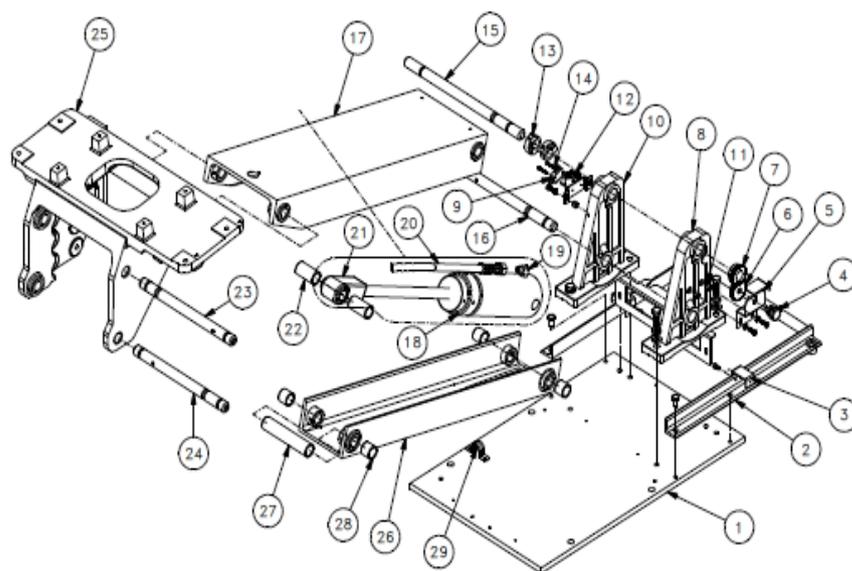
เป็นขั้นตอนที่สำคัญและต้องใช้เวลาาน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 เทคนิคหลัก คือ 1) Secure the facts ต้องมั่นใจว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นั้นเป็นข้อมูลจริงทั้งหมด 2) Determine the costs ต้องเป็นต้นทุนที่ครบถ้วนสมบูรณ์และถูกต้อง 3) Fix costs on specification and requirement ต้นทุนจะต้องเป็นจริงตามรายละเอียดของงานและความต้องการ

ยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) ทั้ง 2 รุ่น มีต้นทุนวัสดุในการผลิตแบ่งแยกตาม Unit หลักๆ ทั้ง 5 Unit กราฟแสดงรายละเอียดต้นทุนวัสดุในการผลิตยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) โดยจะเห็นได้ว่ายูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น B จะมีต้นทุนวัสดุสูงกว่ายูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น A และถ้าเรียงลำดับต้นทุนของยูนิตทำฟัน (Dental Patients Chairs) รุ่น B จาก Unit ที่มีต้นทุนวัสดุจากมากที่สุดไปน้อยสุดตามลำดับดังตารางที่ 9

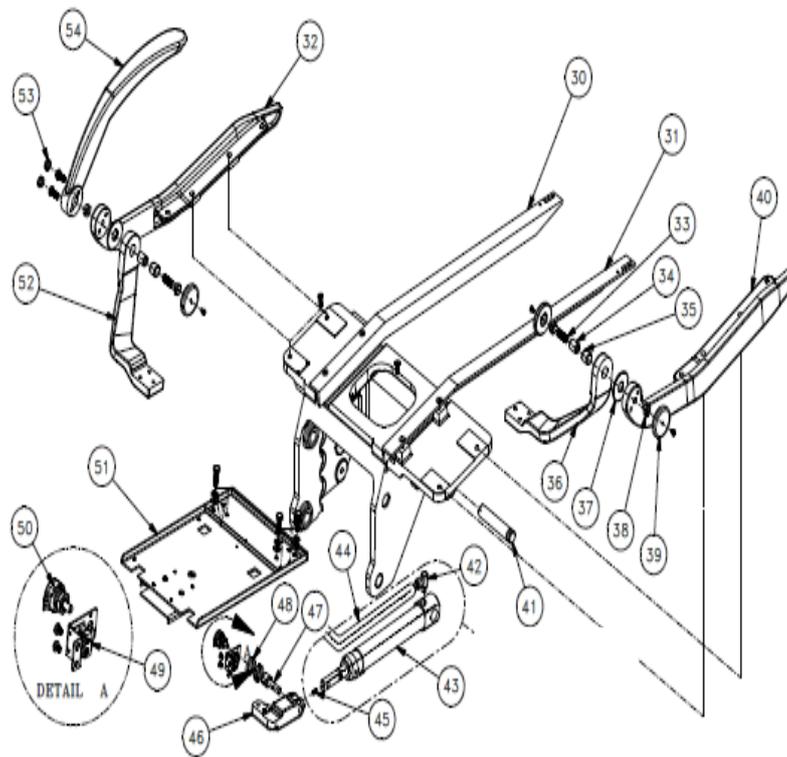
ตารางที่ 9 ต้นทุนของวัสดุของยูนิิตทำพืนรุ่น A และ รุ่น B จากมากที่สุดไปน้อยสุดตามลำดับ

ชิ้นส่วนประกอบ (Component Set)	ต้นทุนวัสดุ (Mat Cost)	
	Model: A (THB)	Model: B (THB)
Main Chair ASM	40,205.00	50,445.00
Table ASM	23,185.00	24,466.00
Unit Body ASM	14,825.00	18,575.00
Junction B. ASM	6,146.00	10,394.00
Light set ASM	8,559.00	9,272.00

สำหรับการวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษา MAIN CHAIR ASM UNIT เพราะเป็น Unit ที่มีต้นทุนวัสดุของชิ้นส่วนที่มีต้นทุนสูงที่สุด รวมถึงเป็นชิ้นส่วนประกอบหลักของเครื่อง ทำหน้าที่ปรับระดับความสูง-ต่ำ และเป็นตำแหน่งศูนย์รวมการประกอบของ Microcontroller Board ต่างๆ โดยซึ่งเป็นหัวใจหลักที่ทำหน้าที่สั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มีชิ้นส่วนประกอบดังภาพที่ 45 และ แสดงชิ้นส่วนประกอบและตำแหน่งของ MAIN CHAIRS UNIT ดังภาพที่ 46



ภาพที่ 45 ชิ้นส่วนประกอบของ MAIN CHAIRS UNIT



ภาพที่ 46 ชิ้นส่วนประกอบและตำแหน่งของ MAIN CHAIRS UNIT

ชิ้นส่วนประกอบมีทั้งหมด 54 รายการ เนื่องด้วยระบบต้นทุนของบริษัทแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ต้นทุนที่ผลิตภายในสถานประกอบการ และ ต้นทุนที่ซื้อจากผู้ผลิตชิ้นส่วนนอกสถานประกอบการ เป้าหมายของงานวิจัยนี้ คือ ผลิตชิ้นส่วนเองทั้งหมด (ไม่สั่งซื้อชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนนอกสถานประกอบการ) มีชิ้นส่วนที่ผ่านการพิจารณาและอนุมัติจากผู้บริหาร 4 รายการ เพราะเป็นชิ้นส่วนกลุ่มหลักที่ซื้อจากผู้ผลิตชิ้นส่วน และมีต้นทุนวัสดุมากที่สุดคือ BACK CYLINDER 3,580 บาท อันดับสองคือ LIFT CYLINDER 2,885 อันดับสุดท้ายคือ GEAR C และ GEAR D มีต้นทุนวัสดุเท่ากัน คือ 360 บาท ดังตารางที่ 10

หมายเหตุ : รายละเอียดต้นทุนไม่สามารถแสดงได้ทุกรายการเนื่องจากเป็นความลับของทางบริษัทที่ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้ เปิดเผยได้เฉพาะที่ได้รับการอนุมัติจากทางผู้บริหารของบริษัทเท่านั้น

ตารางที่ 10 ต้นทุนค่าวัสดุชิ้นส่วนประกอบ 4 รายการที่ผ่านการอนุมัติจากผู้บริหาร

รายการ	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน(ชิ้น)	ราคาต่อชิ้น(บาท)
1	C055007	GEAR C	1	360
2	C055008	GEAR D	1	360
3	C165001	LIFT CYLINDER	1	2,885
4	C17504	BACK CYLINDER	1	3,580
รวม			4	7,155

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่ (Function phase)

การวิเคราะห์หน้าที่ ประกอบไปด้วย 2 เทคนิคหลัก ๆ คือ 1) Define the Function คือ การกำหนดหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุง โดยกำหนด Function เป็นกริยา (Verb) และนาม (Noun) 2) Evaluate function relationships เป็นการจำแนกประเภทของ Function ออกเป็น Function หลัก และเป็น Function รอง (Secondary) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 นิยามคำกริยาและค่านาม หน้าที่หลักและหน้าที่รองของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ

จำนวน	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	หน้าที่		ระดับของหน้าที่		ต้นทุนวัสดุ (บาท)
			คำกริยา	ค่านาม	หน้าที่หลัก	หน้าที่รอง	
1	C055007	GEAR C	ขับ	ชิ้นส่วน		√	360
			ส่ง	กำลัง	√		
1	C055008	GEAR D	ขับ	ชิ้นส่วน		√	360
			ส่ง	กำลัง	√		
1	C165001	LIFT	ยึด	ชิ้นส่วน		√	2,885
		CYLINDER	ควบคุม	ทิศทาง	√		
			รองรับ	น้ำหนัก		√	
1	C17504	BACK	ยึด	ชิ้นส่วน		√	3,580
		CYLINDER	ควบคุม	ทิศทาง	√		
			รองรับ	น้ำหนัก		√	

จากตารางที่ 11 หมายเลขชิ้นส่วน C17504 ชื่อชิ้นส่วน BACK CYLINDER นิยามคำกริยา,ค่านาม รวมถึงระบุหน้าที่หลักและหน้าที่รอง ทำหน้าที่หลักคือ ควบคุมทิศทาง หน้าที่รองคือ ยึดชิ้นส่วนและรองรับน้ำหนัก ทีมงานที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ด้านการผลิตและประกอบ MAIN CHAIR ASM UNIT ช่วยกันสรุปหน้าที่หลักของ MAIN CHAIR ASM UNIT และหน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ โดยผู้วิจัยจะเลือกหน้าที่หลักของที่เหมือนกันรวมกลุ่มกันและทำการใช้ตัวอักษรแทนหน้าที่หลักของในแต่ละชิ้นส่วนประกอบ ดังนี้

1. หน้าที่ขับชิ้นส่วน ใช้ตัวอักษร A
2. หน้าที่ส่งกำลัง ใช้ตัวอักษร B
3. หน้าที่ยึดชิ้นส่วน ใช้ตัวอักษร C
4. หน้าที่ควบคุมทิศทาง ใช้ตัวอักษร D
5. หน้าที่รองรับน้ำหนัก ใช้ตัวอักษร E

หลังจากทำการรวมหน้าที่ ที่เหมือนกันแล้วทำการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ โดยใช้การเปรียบเทียบความสำคัญในแต่ละหน้าที่ เพื่อหาคะแนนน้ำหนักของแต่ละหน้าที่ในขั้นตอนถัดไป

3.3.1 การเปรียบเทียบและให้น้ำหนักของหน้าที่

ในส่วนของงานวิจัยนี้ใช้เปรียบเทียบและให้น้ำหนักของหน้าที่จากเทคนิค “การประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่” จากหนังสือวิศวกรรมคุณค่า เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2548) โดยใช้การเปรียบเทียบหน้าที่หนึ่งกับอีกหน้าที่หนึ่งและทำการให้คะแนนว่าหน้าที่ที่สำคัญมากกว่ากันในแต่ละขั้นจนกว่าจะทำจนครบ และทำการรวบรวมออกเป็นคะแนนโดยที่คะแนน (น้ำหนักการประเมิน) คะแนนน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ได้มาจากทีมงานในการศึกษาคำเนิงานในการลดต้นทุนดังภาพที่ 47 โดยที่ระดับความแตกต่างของน้ำหนักการประเมินสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ระดับความแตกต่างของความสำคัญน้อย เท่ากับ 1 คะแนน
2. ระดับความแตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน
3. ระดับความแตกต่างของความสำคัญมาก เท่ากับ 3 คะแนน

	B	C	D	E
A	B2	A1	D2	E2
B		B3	D2	B2
C			D3	E2
D				D3
E				

ภาพที่ 47 น้ำหนักการประเมิน

3.3.2 การประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่

โดยการวิจัยนี้มีเทคนิคการดำเนินงานเริ่มจากการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ของ A กับ B เท่ากับ B2 คือ หน้าที่ส่งกำลังให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน, A กับ C เท่ากับ A1 คือ หน้าที่ขับเคลื่อนส่วนให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญน้อย เท่ากับ 1 คะแนน, B กับ C เท่ากับ B3 คือ ยึดชิ้นส่วน เท่ากับ B3 ให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญมาก เท่ากับ 3 คะแนน, A กับ D เท่ากับ D2 คือ หน้าที่ควบคุมทิศทางให้ระดับความ

แตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน, B กับ D เท่ากับ D2 คือ หน้าที่ควบคุมทิศทาง ให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน, โดยดูว่าในหน้าที่ใดที่มีความสำคัญมากกว่ากัน ซึ่งระดับความสำคัญนั้นจะมีน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันคือ 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนักความสำคัญของเลข 1 นั้นให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญน้อย เท่ากับ 1 คะแนน น้ำหนักความสำคัญของเลข 2 นั้นให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 2 คะแนน และ น้ำหนักความสำคัญของเลข 3 นั้นให้ระดับความแตกต่างของความสำคัญปานกลาง เท่ากับ 3 คะแนน

หลังจากนั้นทำการสรุปการประเมินผลเชิงเลขตามน้ำหนักการประเมินสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

อักษร A ให้ตำแหน่ง = ผลรวมการประเมินหน้าที่ของ A เมื่อเปรียบเทียบกับ B, C, D และ E

$$= A1$$

$$= 1$$

ซึ่งสรุปได้ว่า A มีค่าน้ำหนักจากการประเมินเชิงเลขเท่ากับ 1 โดยสามารถสรุปการประเมินเชิงเลขได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่

อักษร	หน้าที่		น้ำหนัก
	คำกริยา	คำนาม	
A	จับ	ชิ้นส่วน	1
B	ต่ง	กำลัง	7
C	ยึด	ชิ้นส่วน	0
D	ควบคุม	ทิศทาง	10
E	รองรับ	น้ำหนัก	4
รวม			22

จากตารางที่ 12 สรุปหน้าที่ยึดชิ้นส่วนมีน้ำหนักน้อยที่สุดที่ 0 คะแนน หน้าที่ควบคุมทิศทาง มีน้ำหนักมากที่สุดที่ 10 คะแนน จากนั้นทำการเรียงหน้าที่หลักที่มีน้ำหนักจากมากไปหาน้อย เพื่อเป็นหลักในการพิจารณาในการออกแบบดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเรียงหน้าที่หลักจากน้ำหนักมากไปน้อย

อักษร	หน้าที่		น้ำหนัก
	คำกริยา	คำนาม	
D	ควบคุม	ทิศทาง	10
B	ส่ง	กำลัง	7
E	รองรับ	น้ำหนัก	4
A	จับ	ชิ้นส่วน	1
C	ยึด	ชิ้นส่วน	0

เมื่อทำการเรียงหน้าที่หลักที่มีน้ำหนักมากไปน้อยทางผู้วิจัยได้ทำการคำนวณคุณค่าเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าค่าน้ำหนักของฟังก์ชัน (F) และค่า Value มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

ตารางที่ 14 สรุปการประเมินเชิงเลข

อักษร	ชื่อชิ้นส่วน	หน้าที่		คะแนน น้ำหนัก	% น้ำหนัก ฟังก์ชัน (F)	ต้นทุน ราคา (บาท)	% ต้นทุน (C)	Value V = F/C
		คำกริยา	คำนาม					
D	LIFT CYLINDER	ควบคุม	ทิศทาง	10	0.45	2,885	0.40	1.13
	BACK CYLINDER					3,580	0.50	0.9
B	GEAR C	ส่ง	กำลัง	7	0.32	360	0.05	6.4
	GEAR D					360	0.05	6.4
E	LIFT CYLINDER	รองรับ	น้ำหนัก	4	0.18	2,885	0.13	1.38
	BACK CYLINDER					3,580	0.17	1.06
A	GEAR C	ขับ	ชิ้นส่วน	1	0.05	360	0.03	1.67
	GEAR D					360	0.03	1.67
C	LIFT CYLINDER	ยึด	ชิ้นส่วน	0	0	2,885	0.13	0
	BACK CYLINDER					3,580	0.17	0
รวม				22	100%	7,185	100%	20.61

จากตารางที่ 14 อักษร C = LIFT CYLINDER ต้นทุนเดิม 2,885 บาทต่อชิ้น และ BACK CYLINDER ต้นทุนเดิม 3,580 บาทต่อชิ้น หลังจากการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ ทั้ง 2 ชิ้นส่วน ไม่ได้ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วน ผลคะแนนน้ำหนักจึงเท่ากับ 0

การวิเคราะห์น้ำหนักหน้าที่ของฟังก์ชัน (F) และต้นทุน (C) พบว่าผลของคุณค่า (V) มีทั้งค่ามากกว่าและน้อยกว่า 1 ตามเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า ผลของคุณค่าควรมากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าหน้าที่และต้นทุนมีความสมเหตุสมผล แต่เนื่องด้วยเป้าหมายของบริษัทที่สูงมาก ทาง

ผู้ทำวิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการเลือกคุณค่าที่ต่ำกว่า 2 มาทำการปรับปรุงโดยจัดกลุ่มหน้าที่และชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปปรับปรุงในขั้นตอนถัดไป ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์น้ำหนักหน้าที่ของฟังก์ชัน

อักษร	ชื่อชิ้นส่วน	หน้าที่	Value V = F/ C	หมายเหตุ
D	LIFT CYLINDER	ควบคุมทิศทาง	1.13	ค่า Value น้อยกว่า 2
	BACK CYLINDER		0.9	ค่า Value น้อยกว่า 2
B	GEAR C	ส่งกำลัง	6.4	ค่า Value มากกว่า 2
	GEAR D		6.4	ค่า Value มากกว่า 2
E	LIFT CYLINDER	รองรับน้ำหนัก	1.38	ค่า Value น้อยกว่า 2
	BACK CYLINDER		1.06	ค่า Value น้อยกว่า 2
A	GEAR C	ขับชิ้นส่วน	1.67	ค่า Value น้อยกว่า 2
	GEAR D		1.67	ค่า Value น้อยกว่า 2
C	LIFT CYLINDER	ยึดชิ้นส่วน	0	-
	BACK CYLINDER		0	-

จากตารางที่ 15 สรุปการวิเคราะห์น้ำหนักหน้าที่ของฟังก์ชัน (F) และต้นทุน (C) พบว่า คุณค่าที่ต่ำกว่า 2 คือ หน้าที่ รองรับน้ำหนัก และ ขับชิ้นส่วน ถึงแม้ว่าน้ำหนักหน้าที่ของฟังก์ชัน (F) และต้นทุน (C) ควบคุมทิศทางจะมีคุณค่าต่ำกว่า 2 อ้างอิงจากการใช้งานจริง LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER ไม่ได้ทำหน้าที่ในการควบคุมทิศทาง จึงไม่นำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนสร้างสรรค์ความคิดต่อไป

3.4 ขั้นตอนสร้างสรรค์ความคิด (Creation Phase)

จากขั้นตอนการประเมินเชิงน้ำหนักความสำคัญของหน้าที่ พบหน้าที่และชิ้นส่วนประกอบที่มีความสำคัญ ได้แก่ 1. ตัวอักษร D คือ ทำหน้าที่ควบคุมทิศทาง สำหรับชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER , 2. ตัวอักษร B คือ หน้าที่ส่งกำลัง สำหรับชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER, 3. ตัวอักษร E คือ ทำหน้าที่รองรับน้ำหนัก สำหรับชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER และ 4. ตัวอักษร A

คือ ทำหน้าที่ขับเคลื่อนส่วน สำหรับชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER
ขั้นตอนต่อไป คือ ขั้นตอนสร้างสรรค์ความคิดดำเนินงาน เริ่มจากผู้วิจัยและทีมงานระดมความคิด
เพื่อสร้างสรรค์ความคิดและนำเสนอแนวความคิดต่อคณะผู้บริหาร ผู้จัดการแผนก Cost Down และ
หัวหน้าแผนกที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการลดต้นทุน เพื่อขอความร่วมมือในการศึกษา รวมถึงขอคำแนะนำ
ปรึกษาในด้านเทคนิคกับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน หลังจากแนวคิดผ่านการพิจารณาจากหัวหน้าแผนกที่
เกี่ยวข้องและได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร และลำดับการดำเนินงานขั้นตอนสุดท้าย คือ การ
ประเมินผลความคิด ซึ่งงานวิจัยนี้ กำหนดแนวทางไว้ 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางที่ 1 คือ เปลี่ยน
วัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกลงกว่า แนวทางที่ 2 คือ เปลี่ยนแหล่งผู้ผลิตชิ้นส่วน และแนวทางที่ 3 คือ เปลี่ยน
รูปแบบของชิ้นส่วน งานวิจัยนี้ได้เสนอการสร้างสรรค์ความคิดในหน้าที่หลัก 4 หน้าที่ ได้แก่
ควบคุมทิศทาง ส่งกำลัง รองรับน้ำหนัก และ ขับชิ้นส่วน แสดงรายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด
ดังนี้

3.4.1 การสร้างสรรค์ความคิดจากหน้าที่ควบคุมทิศทาง (D) และรองรับน้ำหนัก
(E) โดยทั้งสองหน้าที่ ดำเนินการในชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER
ซึ่งแสดงรายละเอียดของกรอบแนวคิด แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ LIFT CYLINDER & BACK CYLINDER

กรอบแนวคิดที่	ชื่อชิ้นส่วน	วัสดุปัจจุบัน	วัสดุใหม่	ต้นทุนเดิม (บาท)	ต้นทุนใหม่ (บาท)	ต้นทุนส่วนต่าง (บาท)
1	LIFT CYLINDER	NBR	Urethene	2,885	3,885	1,000
	BACK CYLINDER			3,580	4,580	1,000
2	LIFT CYLINDER		Compact Seal	2,885	2,700	-180
	BACK CYLINDER			3,580	3,200	-380
3	LIFT CYLINDER		Viton	2,885	3,500	615
	BACK CYLINDER			3,580	4,500	920
4	LIFT CYLINDER		Neoprene	2,885	3,250	365
	BACK CYLINDER			3,580	3,850	270

จากตารางที่ 16 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุน LIFT CYLINDER & BACK CYLINDER วัสดุปัจจุบัน คือ NBR ผู้วิจัยได้นำเสนอวัสดุใหม่ 4 รายการได้แก่ Urethene, Compact Seal, Viton และ Neoprene ซึ่ง Compact Seal เป็นวัสดุที่มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชื่อชิ้นส่วน : LIFT CYLINDER

วัสดุปัจจุบัน : NBR

วัสดุใหม่ : Compact Seal

ต้นทุนเดิม : 2,885 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 2,700 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนส่วนต่าง : -180 บาทต่อชิ้น

ชื่อชิ้นส่วน : BACK CYLINDER

วัสดุปัจจุบัน : NBR

วัสดุใหม่ : Compact Seal

ต้นทุนเดิม : 3,580บาทต่อชิ้น

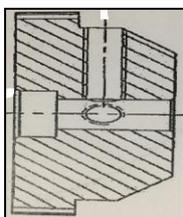
ต้นทุนใหม่ : 3,200 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนส่วนต่าง : -380 บาทต่อชิ้น

3.4.2 การสร้างสรรค์ความคิด จากหน้าที่ส่งกำลัง (D) และขับเคลื่อนส่วน (E) โดยทั้งสองหน้าที่ดำเนินการในชิ้นส่วนประกอบ GEAR C & GEAR D ซึ่งแสดงรายละเอียดของกรอบแนวคิดแสดงดังตารางที่ 17 และรูปที่ 48

ตารางที่ 17 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ GEAR C & GEAR D

กรอบแนวคิดที่	ชื่อชิ้นส่วน	วัสดุปัจจุบัน	วัสดุใหม่	ต้นทุนเดิม (บาท)	ต้นทุนใหม่ (บาท)	ต้นทุนส่วนต่าง (บาท)
5	GEAR C		SKD11	360	680	320
	GEAR D			360	860	500
6	GEAR C	POM	S25C	360	200	-180
	GEAR D			360	200	-380
7	GEAR C		S45C	360	480	120
	GEAR D			360	660	300
8	GEAR C		S50C	360	580	220
	GEAR D			360	760	400

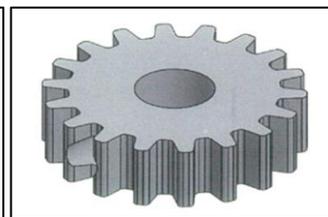


GEAR C & GEAR D

รูปแบบเดิม



GEAR C



GEAR D

รูปแบบใหม่

ภาพที่ 48 เปรียบเทียบรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ของ Gear C และ Gear D

จากตารางที่ 17 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ GEAR C & GEAR C วัสดุปัจจุบัน คือ POM ผู้วิจัยได้นำเสนอวัสดุใหม่ 4 รายการได้แก่ SKD11, S25C, S45C และ S50C ซึ่ง S25C เป็นวัสดุที่มีต้นทุนต่ำที่สุดโดยมีรายละเอียดดังนี้

ชื่อชิ้นส่วน : GEAR C

วัสดุปัจจุบัน : POM

วัสดุใหม่ : S25C

ต้นทุนเดิม : 360 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 160 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนส่วนต่าง : -200 บาทต่อชิ้น

ชื่อชิ้นส่วน : GEAR D

วัสดุปัจจุบัน : POM

วัสดุใหม่ : S25C

ต้นทุนเดิม : 360 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 160 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนส่วนต่าง : -200 บาทต่อชิ้น

การวิเคราะห์โดยอ้างอิงหลักการทางวิศวกรรม ข้อดีและข้อเสีย ทั้ง 4 กรอบแนวคิดจะแสดงรายละเอียดได้แก่ ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด ต้นทุนที่ลดลง/ขึ้น (บาท) ข้อดีและข้อเสีย ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์โดยอ้างอิงหลักการทางวิศวกรรม ข้อดี และ ข้อเสีย

กรอบความคิดที่	ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์	รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด	ต้นทุนที่ลดลง/ขึ้น (บาท)	ข้อดี	ข้อเสีย
1	LIFT CYLINDER	เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากซื้อต่างประเทศมาซื้อภายในประเทศ และ ปรับเปลี่ยนวัสดุ	180	คุณภาพของกระบอกสูบดีขึ้น	ส่งผลต่อการ Shot line การผลิตเนื่องจากการการผลิตที่เพิ่มขึ้น
2	BACK CYLINDER	เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากซื้อต่างประเทศมาซื้อภายในประเทศ และ ปรับเปลี่ยนวัสดุ	380	คุณภาพของกระบอกสูบดีขึ้น	ส่งผลต่อการ Shot line การผลิตเนื่องจากการการผลิตที่เพิ่มขึ้น
3	GEAR C	ปรับเปลี่ยนวัสดุ และปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน	200	1) ลดเวลาในการผลิตของ Supplier 2) ลดขั้นตอนในการผลิตของ Supplier	ความแข็งแรงลดลง
4	GEAR D	ปรับเปลี่ยนวัสดุ และปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน	200	1) ลดเวลาในการผลิตของ Supplier 2) ลดขั้นตอนในการผลิตของ Supplier	ความแข็งแรงลดลง

จากตารางที่ 18 การวิเคราะห์โดยอ้างอิงหลักการทางวิศวกรรม ข้อดีและข้อเสีย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : LIFT CYLINDER

รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด : เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากซื้อต่างประเทศมาซื้อภายในประเทศ

ต้นทุนที่ลดลง : 180 บาท/ชิ้น

ข้อดี : คุณภาพของกระบอกสูบดีขึ้น

ข้อเสีย : ส่งผลต่อการ Shot line การผลิตเนื่องจากการเพิ่มการผลิตที่เพิ่มขึ้น

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : BACK CYLINDER

รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด : เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากซื้อต่างประเทศมาซื้อภายในประเทศ

ต้นทุนที่ลดลง : 380 บาท/ชิ้น

ข้อดี : คุณภาพของกระบอกสูบดีขึ้น

ข้อเสีย : ส่งผลต่อการ Shot line การผลิตเนื่องจากการเพิ่มการผลิตที่เพิ่มขึ้น

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : GEAR C

รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด : ปรับเปลี่ยนวัสดุ และปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน

ต้นทุนที่ลดลง : 200 บาท/ชิ้น

ข้อดี : 1) ลดเวลาในการผลิตของSupplier

2) ลดขั้นตอนในการผลิตของ Supplier

ข้อเสีย : ความแข็งแรงลดลง

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : GEAR D

รายละเอียดการสร้างสรรค์ความคิด : ปรับเปลี่ยนวัสดุ และปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน

ต้นทุนที่ลดลง : 200 บาท/ชิ้น

ข้อดี : 1) ลดเวลาในการผลิตของSupplier

2) ลดขั้นตอนในการผลิตของ Supplier

ข้อเสีย : ความแข็งแรงลดลง

3.5 ขั้นตอนประเมินผลความคิด (Evaluate Phase)

นำรายละเอียดทุกปัจจัยมาทำการประเมินผลเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายของโครงการ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังตารางที่ 19 จากเป้าหมายและขอบเขตของโครงการทุกแนวคิดใช้เวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 6 เดือน และต้นทุนในการพัฒนาชิ้นส่วนไม่เกิน 20,000 บาท

ตารางที่ 19 ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา

แนวคิด	ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์	ระยะเวลาในการพัฒนา	ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา		ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาทั้งหมด (บาท)	ต้นทุนที่ลดลง (บาท)
			การดำเนินการวิศวกรรม	เครื่องจักร (Tooling)		
1: เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากชื่อต่างประเทศมาชื่อภายในประเทศ	LIFT CYLINDER	4 เดือน	5,900	0	5,900	560
	BACK CYLINDER					
2: ปรับเปลี่ยนวัสดุ	LIFT CYLINDER	6 เดือน	0	7,000	7,000	400
	BACK CYLINDER					
3: ปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน	GEAR C GEAR D	6 เดือน	0	7,000	7,000	400

จากตารางที่ 19 ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโดยมีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดที่ 1 : เปลี่ยนผู้ผลิตชิ้นส่วนจากชื่อต่างประเทศมาซื้อภายในประเทศ

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER

ระยะเวลาในการพัฒนา (การดำเนินการวิศวกรรม) : 4 เดือน

ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา : 5,900 บาท

ต้นทุนที่ลดลง : 560 บาท

แนวคิดที่ 2 : ปรับเปลี่ยนวัสดุ

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER

ระยะเวลาในการพัฒนา : 6 เดือน

ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา : 5,900 บาท

ต้นทุนที่ลดลง : 560 บาท

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : GEAR C และ GEAR D

ระยะเวลาในการพัฒนา : 4 เดือน

ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา เครื่องจักร (Tooling) : 7,000 บาท

ต้นทุนที่ลดลง : 400 บาท

แนวคิดที่ 3 : ปรับเปลี่ยน รูปแบบของชิ้นส่วน

ชิ้นส่วนที่วิเคราะห์ : GEAR C และ GEAR D

ระยะเวลาในการพัฒนา : 4 เดือน

ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา เครื่องจักร (Tooling) : 7,000 บาท

ต้นทุนที่ลดลง : 400 บาท

การหาความคุ้มค่าในการแลกเปลี่ยนทางเทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่าทางวิศวกรรมคุณค่าก็คือ การที่ต้นทุนต่ำที่สุดเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ ตามเวลาที่กำหนด และด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐาน หรือเกณฑ์หาต้นทุนที่ต่ำที่สุดโดยหน้าที่การทำงานเหมือนกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่คุ้มค่า (Worth) โดยสามารถแสดงในรูปของดัชนีของความคุ้มค่า $VI = (\text{ต้นทุนปัจจุบัน} / \text{ต้นทุนของทางเลือก})$ หรือ $(\text{Cost} / \text{Worth})$ โดยการหาค่าดัชนีของความคุ้มค่า (Worth) ของการลดต้นทุน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่าในโรงงานผลิตรายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษานั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การหาค่า VI และผลต่างต้นทุน

รายละเอียด	LIFT CYLINDER	BACK CYLINDER	GEAR C	GEAR D
ต้นทุนปัจจุบัน C แบบปัจจุบัน	2,885	3,580	360	360
ต้นทุนใหม่ W	2,705	3,200	160	160
VI = C/W	1.07	1.12	1.08	1.08
ผลต่าง C-W	180	380	200	200

จากตารางที่ 20 การหาค่า VI และผลต่างต้นทุน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนปัจจุบัน LIFT CYLINDER : 2,885 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 2,705 บาทต่อชิ้น

ค่า VI : 1.07

ผลต่างต้นทุน : 180 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนปัจจุบัน BACK CYLINDER : 3,580 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 3,200 บาทต่อชิ้น

ค่า VI : 1.12

ผลต่างต้นทุน : 380 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนปัจจุบัน GEAR C : 360 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 160 บาทต่อชิ้น

ค่า VI : 1.08

ผลต่างต้นทุน : 200 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนปัจจุบัน GEAR D : 360 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนใหม่ : 160 บาทต่อชิ้น

ค่า VI : 1.08

ผลต่างต้นทุน : 200 บาทต่อชิ้น

รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ : ยูนิททำพื้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกนำไปใช้งานให้กับผู้บริโภครวม 2 กลุ่ม ได้แก่ ทันตแพทย์ และ คนไข้ที่เข้ารับการรักษา จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีการทำงานที่ราบรื่น ให้เข้ากับรูปแบบในการรักษาและเป็นที่ยอมรับของผู้เข้ารับการรักษา สามารถแบ่งระดับตัวเลขการประเมินตามกรอบแนวคิดได้ดังนี้คือ

5 = ควบคุมทิศทางได้ดี

4= ราคาถูก

3= รองรับน้ำหนักได้ดี

2= ความสวยงาม

1= ยึดชิ้นส่วนได้มั่นคง

ตารางที่ 21 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER

กรอบแนวคิดที่	วัสดุใหม่	ควบคุมทิศทางได้ดี	ราคาถูก	รองรับน้ำหนักได้ดี	ความสวยงาม	ยึดชิ้นส่วนได้มั่นคง	Total	Range
		กำหนดคุณค่า						
		5	4	3	2	1		
1	Urethane	4	3	2	2	1	12	3
2	Compact Seal	5	4	3	2	1	15	1
3	Viton	3	1	2	1	1	8	4
4	Neoprene	5	3	2	2	1	13	2

การประเมินผลการออกแบบ MATRIX กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER ตามตารางที่ 21 พบคะแนนความสำคัญของกรอบแนวคิดจากสูงสุดไปต่ำสุด เริ่มจากกรอบแนวคิดที่ 2 มีคะแนนความสำคัญ 15 คะแนน ลำดับที่ 2 กรอบแนวคิดที่ 4 มีคะแนนความสำคัญ 13 คะแนน ลำดับที่ 3 กรอบแนวคิดที่ 1 มีคะแนนความสำคัญ 12 คะแนน และลำดับสุดท้าย คือ กรอบแนวคิดที่ 3 มีคะแนนความสำคัญ 8 คะแนน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกกรอบแนวคิดที่ 2 การเปลี่ยนชนิดวัสดุจาก วัสดุ NBR เป็น Compact Seal การ

เปลี่ยนผู้ส่งมอบชิ้นส่วนประกอบใหม่ เพื่อการลดต้นทุนชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER

ตารางที่ 22 กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของ GEAR C และ GEAR D

กรอบแนวคิดที่	วัสดุใหม่	ควบคุมทิศทางได้ดี	ราคาถูก	รองรับน้ำหนักได้ดี	ความสวยงาม	ยึดชิ้นส่วนได้มั่นคง	Total	Range
		กำหนดคุณค่า						
		5	4	3	2	1		
1	SKD11	4	2	2	2	1	11	2
2	S25C	4	4	3	2	1	14	1
3	S45C	4	2	2	1	1	10	3
4	S50C	4	2	1	1	1	9	4

การประเมินผลการออกแบบ MATRIX กรอบแนวคิดในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ GEAR C และ GEAR D ตามตารางที่ 22 พบคะแนนความสำคัญของกรอบแนวคิดจากสูงสุดไปต่ำสุด เริ่มจากกรอบแนวคิดที่ 2 มีคะแนนความสำคัญ 14 คะแนน ลำดับที่ 2 กรอบแนวคิดที่ 1 มีคะแนนความสำคัญ 11 คะแนน ลำดับที่ 3 กรอบแนวคิดที่ 3 มีคะแนนความสำคัญ 10 คะแนน และลำดับสุดท้าย คือ กรอบแนวคิดที่ 4 มีคะแนนความสำคัญ 9 คะแนน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกกรอบแนวคิดที่ 2 การเปลี่ยนชนิดวัสดุจาก วัสดุ POM เป็น S25C การเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วนประกอบใหม่ เพื่อการลดต้นทุนชิ้นส่วนประกอบ GEAR C และ GEAR D

ขั้นตอนประเมินผลความคิด (Evaluate Phase)

จากขั้นตอนการประเมินผลความคิด ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดแนวทางไว้ 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางที่ 1 คือ เปลี่ยนวัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกลงกว่า แนวทางที่ 2 คือ เปลี่ยนแหล่งผู้ผลิตชิ้นส่วน และแนวทางที่ 3 คือ เปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน งานวิจัยนี้ได้เสนอการสร้างสรรค์ความคิดในหน้าที่หลัก 4 หน้าที่ ได้แก่ หน้าที่ควบคุมทิศทาง (D) และรองรับน้ำหนัก (E) โดยทั้งสองหน้าที่ดำเนินการในชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER หน้าที่ส่งกำลัง (D)

และขับเคลื่อนส่วน (E) โดยทั้งสองหน้าที่ดำเนินการในชิ้นส่วนประกอบ GEAR C & GEAR D จาก การประเมินผลความคิด สามารถลดต้นทุนของวัสดุชิ้นมีรายละเอียดดังนี้

BACK CYLINDER สามารถลดต้นทุนได้ 380 บาทต่อชิ้น LIFT CYLINDER สามารถลดต้นทุนได้ 180 บาทต่อชิ้น GEAR C สามารถลดต้นทุนได้ 200 บาทต่อชิ้น และ GEAR D สามารถลดต้นทุนได้ 200 บาทต่อชิ้น สามารถคิดเป็นมูลค่ารวมกันทั้ง 4 ชิ้นส่วน ประหยัดได้ ประมาณ 273,600.00 บาทต่อปี (245 วัน) คิดเป็นร้อยละ 13.36 ซึ่งเกินเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ของการวิจัย นอกจากการลดต้นทุนวัสดุลง ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยในมุมมองด้าน กระบวนการผลิต พบว่าสามารถลดขั้นตอนการกระบวนการผลิตของผู้ส่งมอบชิ้นส่วนประกอบลง ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาการผลิตที่ลดลง ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่าสามารถยกระดับคุณภาพของ ชิ้นส่วนประกอบให้สูงขึ้น และด้านประสิทธิภาพการผลิต พบว่าประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น จาก ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง

การประยุกต์การดำเนินงานตามหลักการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า การ ประยุกต์ขั้นการทดสอบพิสูจน์ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของงานวิจัย ขั้นตอนการทดสอบพิสูจน์ มี วัตถุประสงค์ดำเนินงานเพื่อยืนยันคุณภาพของกรอบแนวความคิดที่นำเสนอไว้ ซึ่งกำหนดหนด หัวข้อการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบความทนทานและการประสิทธิภาพการทำงาน (Durability & Performance Test) การตรวจสอบความถูกต้อง (Specification) และการทดสอบการประกอบ (Assembly) ซึ่งแสดงรายละเอียดของผลการดำเนินงานไว้ใน บทที่ 4

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากการสรุปการวิเคราะห์หน้าหน้าหน้าที่ในบทที่ 3 จึงได้ทราบถึงชิ้นส่วนที่จะนำมาทำการพัฒนาปรับปรุงและลดต้นทุนการผลิต จากนั้นจึงเข้ามาสู่ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์เพื่อเป็นการยืนยันการประกอบและคุณภาพเมื่อนำไปประกอบเข้ากับยูนิตทำพื้นแล้วจะไม่ทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพและด้านอื่น ๆ ตามมา โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

การยืนยันการทดสอบชิ้นส่วนเข้ากับยูนิตทำพื้น

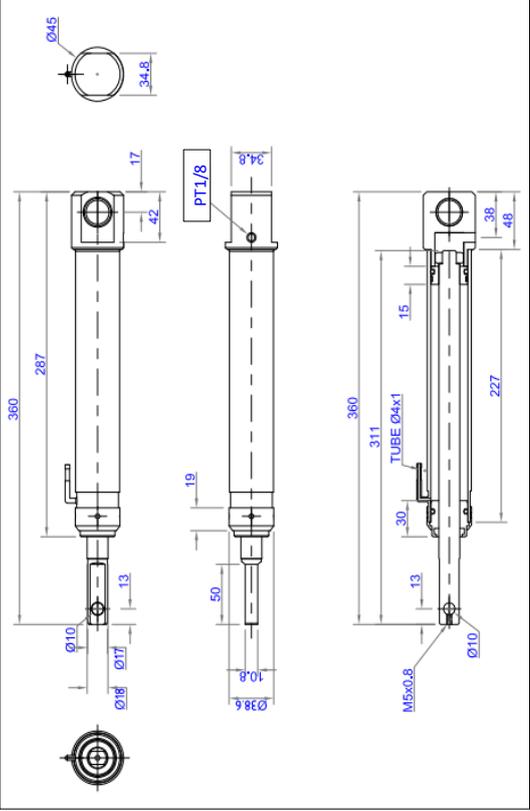
การยืนยันการทดสอบชิ้นส่วนเข้ากับยูนิตทำพื้น ดำเนินการยืนยันการทดสอบ ตามกรอบแนวความคิดที่นำเสนอไว้ในหัวข้อก่อนหน้า ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. การยืนยันการทดสอบชิ้นส่วนประกอบ Back Cylinder และ Lift Cylinder จากกรอบแนวความคิดการเปลี่ยนวัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกลงและเปลี่ยนแหล่งผู้ผลิตชิ้นส่วน และ 2. การยืนยันการทดสอบชิ้นส่วนประกอบ Gear C และ Gear D จากกรอบแนวความคิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของชิ้นส่วนประกอบและการเปลี่ยนวัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกลง ซึ่งทั้งสองกรอบแนวความคิดดำเนินการทดลอง ด้วยการประกอบเข้ากับยูนิตทำพื้นและการทำงานเสมือนการทำงานจริงของยูนิตทำพื้น ซึ่งแสดงรายละเอียดผลการดำเนินงาน ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การยืนยันการทดสอบ Back Cylinder และ Lift Cylinder

การยืนยันการทดสอบ Back Cylinder และ Lift Cylinder นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงผู้ผลิตจากงานที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ มาซื้อจากผู้ผลิตชิ้นส่วนภายในประเทศ ซึ่งมีการพัฒนาชิ้นส่วนประกอบภายในของ Cylinder เปลี่ยนไปจากเดิม จึงต้องมีการทดลองประกอบเข้ากับยูนิตทำพื้นและทดลองการทำงานเสมือนการทำงานจริงของยูนิตทำพื้น

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิด

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานตัวอย่าง เพื่อป้องกันการผิดพลาดเมื่อนำชิ้นงานตัวอย่างมาทดลอง ซึ่งผู้ผลิตชิ้นส่วนจะเป็นผู้ออกแบบและผลิตชิ้นส่วนทดสอบดังภาพที่ 49 และ ภาพที่ 50

ปัจจุบัน	นำเสนอ
 <p>Technical drawing of a lift cylinder showing dimensions and labels. The drawing includes a top view with a diameter of $\varnothing 45$ and a length of 34.8. The main side view shows a total length of 360, with a section cut at 287. Other dimensions include 17, 42, 19, 50, 10.8, and $\varnothing 38.6$. A label 'PT1/8' is shown. A detailed view of the bottom section shows a length of 360, a tube diameter of $\varnothing 4 \times 1$, a length of 311, a diameter of 15, a length of 30, a diameter of 13, a length of 227, a diameter of $\varnothing 10$, and a thread specification of $M5 \times 0.8$.</p>	 <p>Photograph of the lift cylinder and its components. The top image shows the complete assembly. Below it are individual parts: a long thin rod, a piston rod with a seal, a piston head, a seal ring, and a brass bush.</p>

ภาพที่ 49 แนวความคิด Lift Cylinder

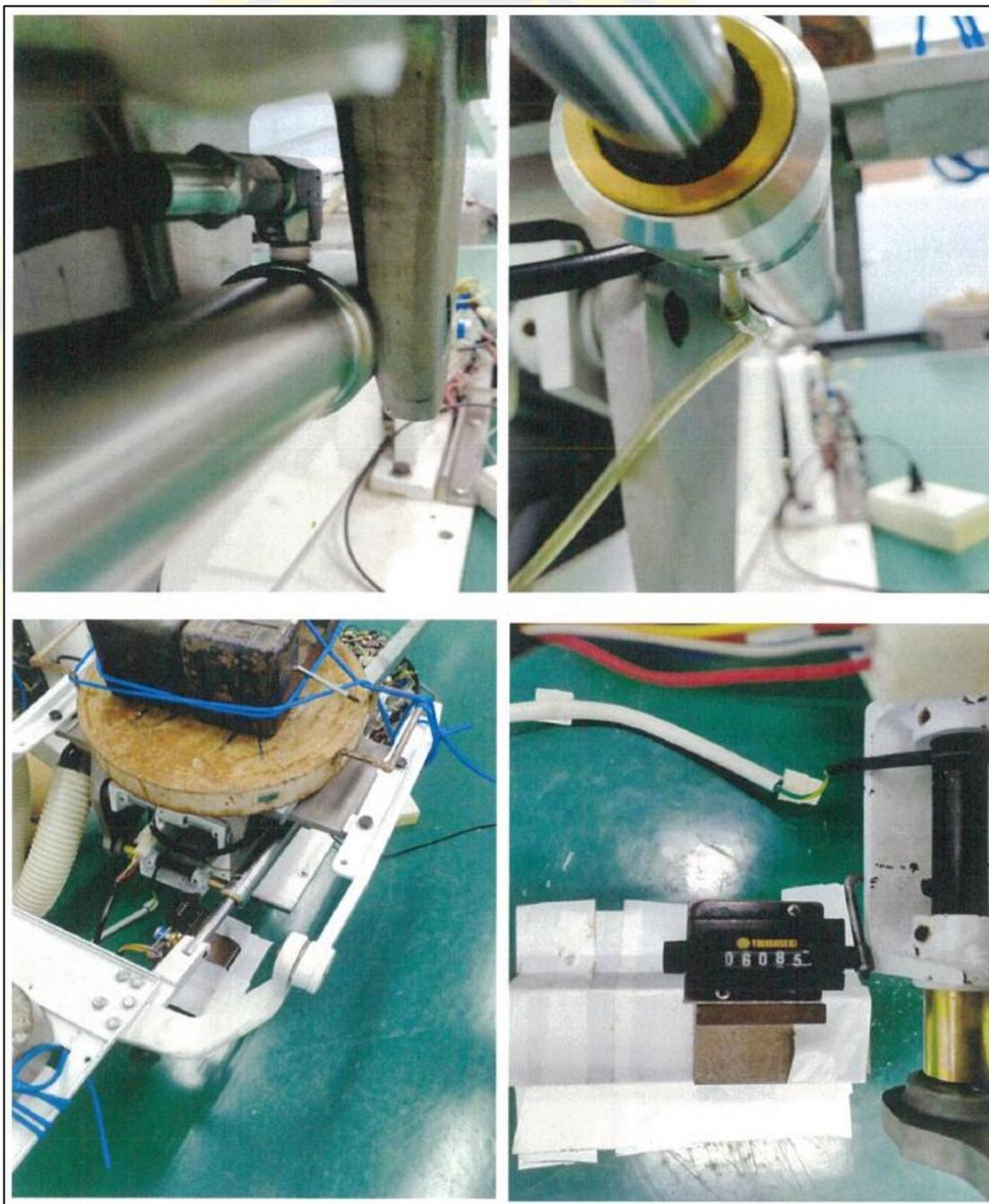
การทำงานได้จำนวน 7,576 ครั้ง ทำการถอดชิ้นส่วนออกมาดูยังสีสภาพการใช้งานได้ปกติและสามารถใช้งานได้เกินมาตรฐานการทดสอบ ดังภาพที่ 51

ผลการทดสอบกระบอกไฮดรอลิค						
น.น.เทียบ	แรงดัน	จำนวนที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ		หมายเหตุ	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน		
   	150 kg	20	7446	OK		
<p>รายละเอียด ทำการทดสอบโดยเปิดเครื่องตลอด 3 วันโดยไม่หยุดเครื่อง ได้จำนวน 7446 ครั้ง และทำการถอดชิ้นส่วนดูยังปกติดี สามารถใช้งานได้อีกยาวนาน</p>						
   	60 kg	20	7576	OK		
<p>รายละเอียด ทำการทดสอบโดยเปิดเครื่องตลอด 3 วันโดยไม่หยุดเครื่อง ได้จำนวน 7576 ครั้ง และทำการถอดชิ้นส่วนดูยังปกติดี สามารถใช้งานได้อีกยาวนาน</p>						
หมายเหตุ	วันที่	ผู้จัดทำ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้อนุมัติ		

ภาพที่ 51 แนวความคิด Lift Cylinder and Back Cylinder

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลการทดลอง

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการตรวจสอบการประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับยูนิตทำพื้นว่าสามารถใช้งานได้ตามการออกแบบจริงหรือไม่ ซึ่งผู้ทำวิจัยจะเป็นผู้ทำการทดลองเสมือนการทำงานจริงของยูนิตทำพื้นดังภาพที่ 52



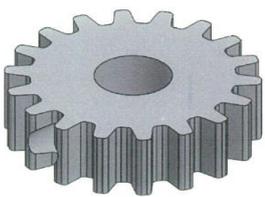
ภาพที่ 52 แนวความคิด Back Cylinder และ Lift Cylinder

การยืนยันการทดสอบ Lift Cylinder ไม่ส่งผลกระทบต่อความยากง่ายในการประกอบ และไม่พบปัญหาในการประกอบ จึงผ่านตามข้อกำหนดในการประกอบ

2. การยืนยันการทดสอบ Gear C และ Gear D นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ ชิ้นส่วนประกอบและการเปลี่ยนวัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกลงกว่า ด้วยการทดลองประกอบเข้ากับยูนิททำฟัน และการทำงานเสมือนการทำงานจริงของยูนิททำฟัน แสดงรายละเอียดผลการดำเนินงาน ตาม ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิด

ผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานตัวอย่าง เพื่อป้องกันการผิดพลาดเมื่อนำชิ้นงาน ตัวอย่างมาทดลอง ดังภาพที่ 53

GEAR C	
ปัจจุบัน	นำเสนอ
	
GEAR D	
ปัจจุบัน	นำเสนอ
	

ภาพที่ 53 แนวความคิด Gear C และ Gear D

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานทดสอบ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการตรวจเช็คขนาดให้เป็นได้ตามขนาดที่ออกแบบไว้ ซึ่งผู้ผลิต ชิ้นส่วนจะเป็นผู้ทำการตรวจเช็คและออกเอกสารบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงานแนบมาพร้อมกัน ชิ้นงานดังภาพที่ 54

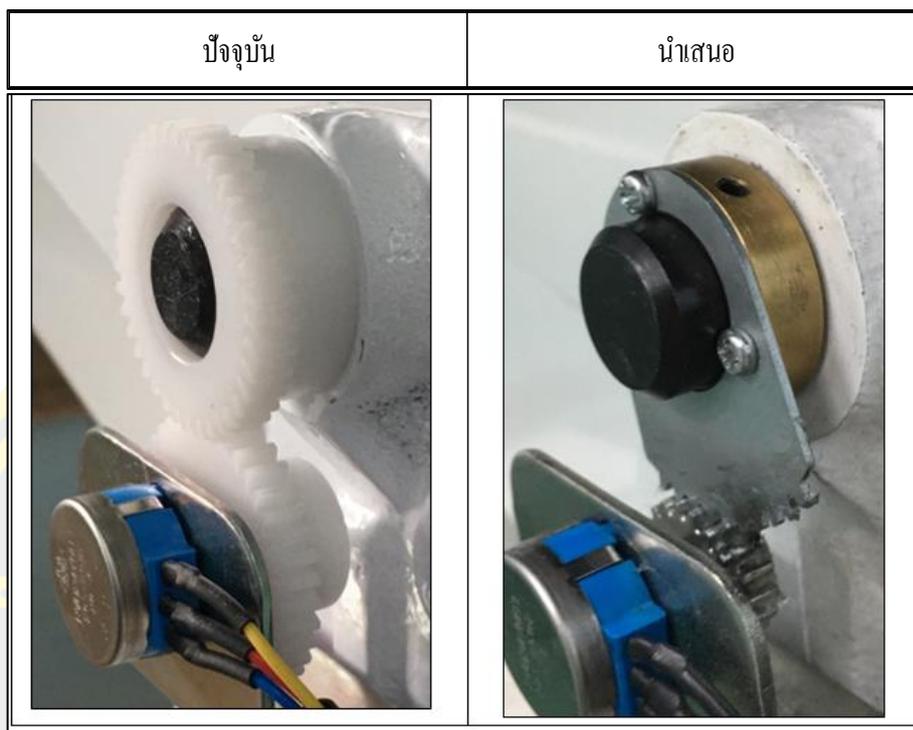
		Part No. : SX31C105100-T2		Material : SPCC		Customer : SIAMDENT								
		Part Name :		Issued Date : 22/6/64		Lot No. : E840025								
		Surface : ZINC		Q'TY : 2 PCS										
No.	Inspection Item	Inspection Standard	Class	Inspection Tool	Serial No.	Frequency	Sample no.					X	Error	OK/NG
							1	2	3	4	5			
1	MATERIAL	SPCC	A	MILL SHEET			OK					OK		OK
2	APPEARANCE	NO RUST, SCRATCH	C	VISUAL		1PCS/LOT	OK					OK		OK
3	THICKNESS	1.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	0.97					0.97	-0.03	OK
4	DISTANCE	20.00 +0.1/-0.05	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	20.00					20.00	0.00	OK
5	DIAMETER	3.20 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	3.10					3.10	-0.10	OK
6	DISTANCE	2.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	2.00					2.00	0.00	OK
7	DISTANCE	1.22 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	1.15					1.15	-0.07	OK
8	DISTANCE	10.83 +0.2/-0.2	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	10.88					10.88	0.05	OK
9	DISTANCE	18.75 +0.2/-0.2	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	18.73					18.73	-0.02	OK
10	DIAMETER	25.00 +0.2/-0.2	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	25.20					25.20	0.20	OK
11	DISTANCE	34.00 +0.3/-0.3	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	33.70					33.70	-0.30	OK

		Part No. : SX31C105101-T3		Material : SS400		Customer : SIAMDENT								
		Part Name :		Issued Date : 10/6/64		Lot No. : E640025								
		Surface : ZINC CR3		Q'TY : 2 PCS										
No.	Inspection Item	Inspection Standard	Class	Inspection Tool	Serial No.	Frequency	Sample no.					X	Error	OK/NG
							1	2	3	4	5			
1	MATERIAL	SS400	A	MILL SHEET			OK					OK		OK
2	APPEARANCE	NO RUST, SCRATCH	C	VISUAL		1PCS/LOT	OK					OK		OK
3	THICKNESS	6.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	6.02					6.02	0.02	OK
4	DISTANCE	3.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	3.10					3.10	0.10	OK
5	TAP	M4	C	SCREW		1PCS/LOT	M4					M4		OK
6	DIAMETER	6.10 +0.05/-0	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	6.15					6.15	0.05	OK
7	DISTANCE	1.22 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	1.15					1.15	-0.07	OK
8	DISTANCE	1.65 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	1.67					1.67	0.02	OK
9	RADIUS	8.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	8.01					8.01	0.01	OK
10	RADIUS	10.00 +0.1/-0.1	B	VERNIER	1149910	1PCS/LOT	9.90					9.90	-0.10	OK
11	TEETH	18.00 +0.1/-0.1	C	VISUAL		1PCS/LOT	18.00					18.00	0.00	OK

ภาพที่ 54 แนวความคิด Gear C และ Gear D

ขั้นที่ 3 ทดลองประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับยูนิททำฟัน

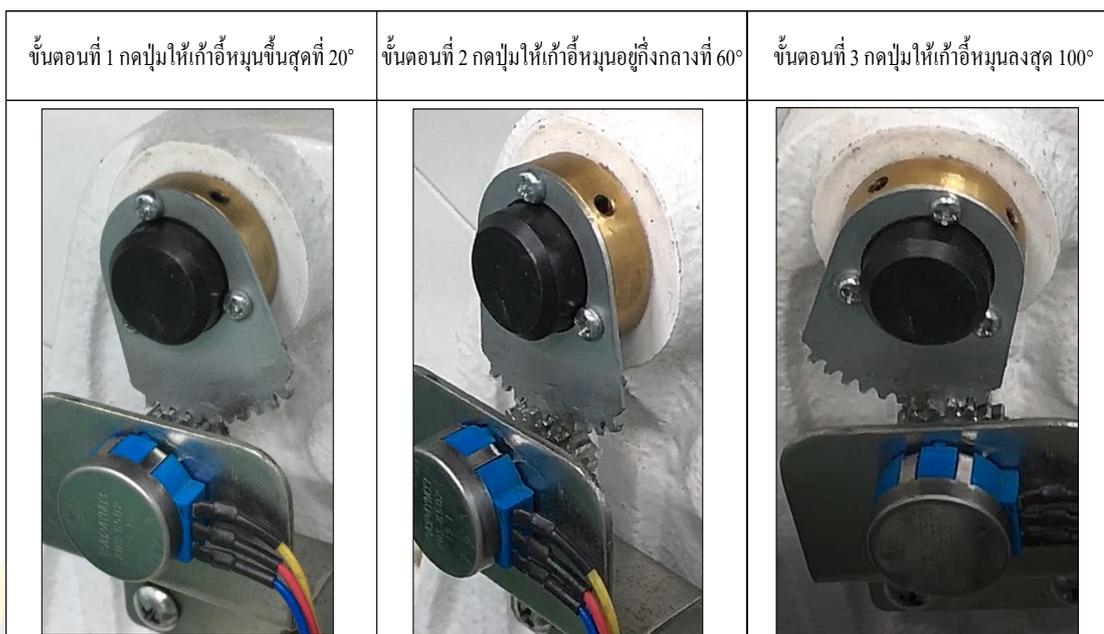
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับยูนิททำฟันให้เป็นไปตามการ
ออกแบบไว้ ซึ่งผู้ทำวิจัยจะเป็นผู้ทำการประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับยูนิททำฟันดังภาพที่ 55



ภาพที่ 55 แนวความคิด Gear C และ Gear D

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลการทดลอง

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการตรวจสอบการประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับยูนิตทำฟันว่าสามารถใช้งานได้ตามการออกแบบจริงหรือไม่ ซึ่งผู้ทำวิจัยจะเป็นผู้ทำการทดลองเสมือนการทำงานจริงของยูนิตทำฟัน คือ กดปุ่มควบคุมให้เก้อ้หมุนไปที่ 3 ตำแหน่ง คือ 20° , 60° และ 100° ดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 แนวความคิด Gear C และ Gear D

การยืนยันการทดสอบ Gear C และ Gear D ไม่ส่งผลกระทบต่อความยากง่ายในการประกอบและไม่พบปัญหาในการประกอบ จึงผ่านตามข้อกำหนดในการประกอบ

ผลการทดสอบและพิสูจน์ผ่านทั้งการทดสอบประกอบกับชุดทำฟันและการทดสอบตามข้อกำหนดมาตรฐาน ดังนั้นแนวคิดทั้งหมดนี้จึงจะถูกนำไปดำเนินการใช้งานจริง สำหรับชิ้นส่วนที่จะทำการปรับปรุงและติดตามผลในขั้นตอนต่อไป

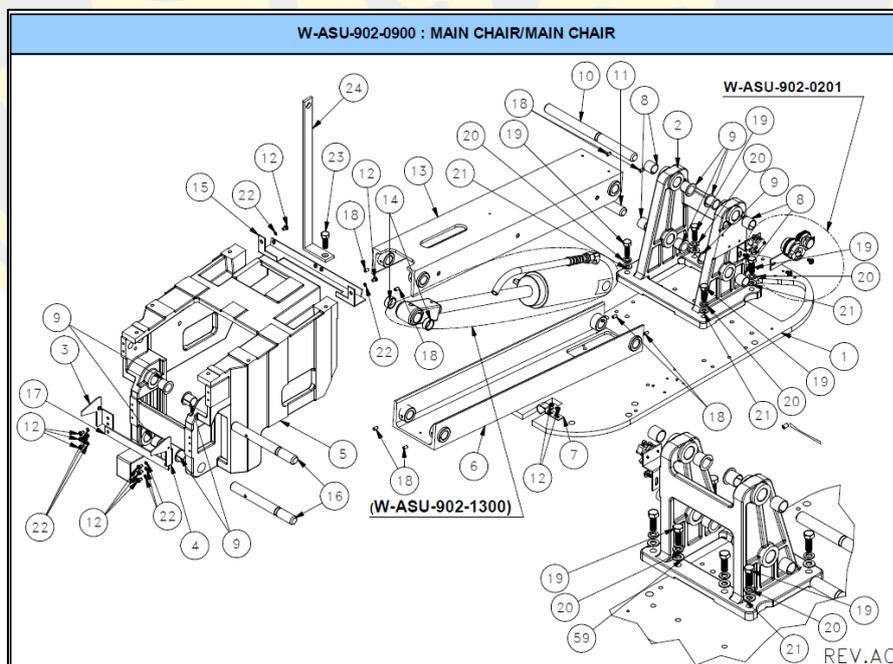
การทดสอบตามข้อกำหนด (Test Requirements)

ทางผู้ทำวิจัยซึ่งเป็นผู้ออกแบบชิ้นส่วนต้องทำการตรวจสอบตามข้อกำหนดสำหรับชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบตามแนวความคิดใหม่เพื่อลดต้นทุน และดำเนินการพิสูจน์ดังต่อตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การทดสอบความทนทาน

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับ ผิดชอบ	มาตรฐาน					จำนวน ครั้ง
			Patient	Time	Day	Year	Safety	
1	Durability Performance Test	QAS						168,000
	# Main Chair		8	8	250	7	1.5	
	ทดสอบความทนทาน โดยการให้ยูนิตทำงาน ขึ้นลง							

สำหรับแนวความคิด Gear C และ Gear D และ แนวความคิด Back Cylinder and Lift Cylinder นั้นอยู่ในตำแหน่งของ MAIN CHAIR ASM UNIT ทั้ง 2 ดังนั้นข้อกำหนดในการทดสอบตามมาตรฐานกำหนด คือ ทดสอบความทนทาน จึงเป็นข้อกำหนดเดียวกันดังภาพที่ 57



ภาพที่ 57 ตำแหน่งของ Gear C และ Gear D และ Back Cylinder and Lift Cylinder

Inspection Record									
Detail									
20174	พิจารณาชิ้นส่วน air drain เนื่องจากทาง ASU มีการแก้ไขชิ้นส่วน Back cylinder เพื่อป้องกันการไหลกลับ ซึ่งอาจมีปัญหาน้ำขึ้นเข้าน้ำลงที่ถ่านกรองออกได้ โดยทาง ASU เริ่มมีการผลิตชิ้นส่วน back cylinder ใน lot.U2004								
Part Code	Part Name			Date	Rev.				
SX31C17504A	BACK CYLINDER ASM (INSERT BEARING) (SX3000I)				-				
Type of Inspection									
<input type="checkbox"/> EDS Verification <input type="checkbox"/> Production Test <input checked="" type="checkbox"/> Durability Test (QAS) <input type="checkbox"/> Clinical Evaluation (Sales & Services)									
Approved by									
การทวนสอบ Verification (บันทึกโดยแผนกวิศวกรรม)									
ผู้ผลิตชิ้นงานตัวอย่าง Supplier									
การตรวจสอบด้วยสายตา								AC	RJ
Appearance Check.								✓	
การตรวจสอบขนาด									
จุดตรวจ	A	B	C	D	E	F	G	Conclusion	
Part Code								AC	RJ
Results Y/N								✓	
Refer to test result of supplier									
Checked By									
ส่วนที่ 2 (บันทึกโดยแผนกที่เกี่ยวข้อง)									
<input checked="" type="checkbox"/> ต้องทำ Validation <input type="checkbox"/> ไม่ต้องทำ Validation.....									
1. แผนกวิศวกรรมทำการทวนสอบแผนกที่ต้องรับทราบและเรียนเอกสารไปยังแผนกที่เกี่ยวข้อง 2. แผนกที่เกี่ยวข้องให้ทำการเรียนเอกสารต่อไป ภายใน 2 วัน									
Process flow	แผนที่เกี่ยวข้อง	รายละเอียดการดำเนินการ	Due date	Checked By	AC	RJ			
	PPU								
	MAU								
	PAU								
	UPU								
	ASU								
	PCU								
	TSS	ทดสอบ ใช้จน 6000 ครั้ง ไม่พบปัญหาน้ำขึ้นน้ำลง							
1	QAS	ดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุใน Drawing PT/14 Actual Pt...							
การทดสอบความคงทน Durability Test									
Test Report No.								AC	RJ
สรุปผลการทดสอบ									
การทดสอบทางการแพทย์ Clinical Evaluation									
สถานที่								AC	RJ
รายการที่ทดสอบ (ชื่อกำหนด)									
ส่วนที่ 3 (บันทึกโดยแผนกวิศวกรรมและประกันคุณภาพ)									
สรุปผลการตรวจสอบ								AC	RJ
								✓	

ภาพที่ 58 ผลการทดสอบ Durability & Performance Test

จากภาพที่ 58 ทำการทดสอบโดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ 1) Back Cylinder ทำการทดสอบโดยเปิดการทำงานตลอด 3 วัน น้ำหนัก 150 กิโลกรัม แรงดัน 20 เมกะปาสคาลโดยไม่หยุดการ

ทำงานได้จำนวน 7,446 ครั้ง 2) Back Cylinder ทำการทดสอบโดยเปิดเครื่องตลอด 3 วัน น้ำหนัก 150 กิโลกรัม แรงดัน 20 เมกะปาสกาล โดยไม่หยุดการทำงานได้จำนวน 7,576 ครั้ง ผลการทดสอบ ไม่พบน้ำมันไฮดรอลิกส่ว ทำการถอดชิ้นส่วนออกมาดูยังมีสภาพการใช้งานได้ปกติและสามารถใช้งานได้เกินมาตรฐานการทดสอบผล ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการเพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยูนิต (Dental Patients Chairs) ทำฟันลงอย่างน้อย 10% โดยใช้แผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Arthur E. Mudge สถาบันประกอบการดำเนินการผลิตและจำหน่ายยูนิตทำฟัน 2 รุ่น ได้แก่ รุ่น A และรุ่น B การวิเคราะห์ต้นทุนยูนิตหลักระหว่างยูนิตทำฟันรุ่น A กับรุ่น B พบยูนิตทำฟันรุ่น B มีต้นทุนวัสดุสูงกว่ายูนิตทำฟันรุ่น A และยูนิตทำฟันรุ่น B ที่มีต้นทุนวัสดุสูงสุด MAIN CHAIR ASM UNIT มีต้นทุนวัสดุ 50,445 บาท และ การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของยูนิต MAIN CHAIR ASM UNIT ด้านต้นทุนวัสดุและประเมินวัสดุ พบชิ้นส่วนประกอบยูนิต มีต้นทุนวัสดุสูงสุด 4 ชิ้นส่วน คือ BACK CYLINDER ราคา 3,580 บาทต่อชิ้น LIFT CYLINDER ราคา 2,885 บาทต่อชิ้น GEAR C และ GEAR D ซึ่งมีต้นทุนวัสดุเท่ากัน คิดเป็นราคา 360 บาทต่อชิ้น ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยูนิตทำฟัน ลงอย่างน้อย 10% งานวิจัยมุ่งลดต้นทุนยูนิตทำฟันรุ่น B ยูนิต MAIN CHAIR ASM UNIT ซึ่งมีต้นทุนสูงที่สุด

โดยเทคนิคในการหาวิธีและแนวทางในการลดต้นทุนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ แบบระดมสมอง (Brainstorming) แนวทางที่ได้มีทั้งหมด 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางที่ 1 คือ เปลี่ยนวัสดุไปใช้วัสดุที่ถูกกว่า แนวทางที่ 2 คือ เปลี่ยนแหล่งผู้ผลิตชิ้นส่วน และแนวทางที่ 3 คือ เปลี่ยนรูปแบบของชิ้นส่วน 4 ชิ้นส่วน คือ LIFT CYLINDER BACK CYLINDER GEAR C และ GEAR D และ 4 กรอบแนวความคิด คือ

จากทั้ง 3 แนวทาง 4 กรอบแนวความคิด ได้ทำการประเมินผลจากตารางประเมินความสอดคล้อง และตาราง Evaluation matrix โดยมีปัจจัยในการตัดสินใจ คือ รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยแนวคิดที่ได้คะแนนประเมินสูงที่สุด คือ กรอบแนวคิดที่ 2 ในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ LIFT CYLINDER และ BACK CYLINDER มีคะแนนความสำคัญ 15 คะแนน และ กรอบแนวคิดที่ 2 ในการลดต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ GEAR C และ GEAR D มีคะแนนความสำคัญ 14 คะแนน

ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์ (Investigation phase) เพื่อเป็นการยืนยันการประกอบและคุณภาพของชิ้นงานเมื่อทำการประกอบสู่ขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์เพื่อเป็นการยืนยันการประกอบและคุณภาพเมื่อนำไปประกอบเข้ากับยูนิตทำฟันแล้วจะไม่ทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพและด้านอื่น ๆ ตามมา สามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การยืนยันการประกอบในไลน์การผลิต 2)

ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานทดสอบ 3) ทดลองประกอบชิ้นงานทดสอบเข้ากับUNITทำพื้น 4) ตรวจสอบผลการทดลอง

จากการทดลองตามแนวทางหลักทั้ง 2 แนวทาง และทดสอบตามมาตรฐาน ISO13485 เป็นระบบมาตรฐานการจัดการด้านคุณภาพซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบพัฒนา, การผลิต และการขาย เครื่องมือทางการแพทย์ ผลการทดสอบและพิสูจน์ของทั้ง 3 แนวทาง 4 ชิ้นส่วน ที่ได้ปรับปรุงตามแนวทางหลักได้ผ่านทั้งการทดสอบประกอบกับUNITทำพื้นและการทดสอบตามข้อกำหนด (Test Requirements)

สรุปผลที่ได้รับจากการวิจัย

การศึกษาวិเคราะห์การลดต้นทุนจากการนำเทคนิควิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis) มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุน โดยเริ่มโครงการตั้งแต่เดือนสิงหาคม ปีพ.ศ. 2560 ไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ปีพ.ศ. 2561 รวมระยะเวลาโครงการทั้งหมด 6 เดือน BACK CYLINDER สามารถลดต้นทุนได้ 380 บาทต่อชิ้น LIFT CYLINDER สามารถลดต้นทุนได้ 180 บาทต่อชิ้น GEAR C สามารถลดต้นทุนได้ 200 บาทต่อชิ้น และ GEAR D สามารถลดต้นทุนได้ 200 บาทต่อชิ้น สามารถคิดเป็นมูลค่ารวมกันทั้ง 4 ชิ้นส่วน ประหยัดได้ประมาณ 273,600.00 บาทต่อปี (245 วัน) คิดเป็นร้อยละ 13.36 ซึ่งเกินเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. การประยุกต์ในขั้นตอนวิเคราะห์นั้นเป็นการวิเคราะห์หาหน้าที่หลักของชิ้นส่วนนั้นๆ ได้มุ่งเน้นไปในด้านฟังก์ชันการทำงานของชิ้นส่วน เป็นหน้าที่ที่สำคัญลำดับแรกว่าจะสามารถนำไปพิจารณาลดต้นทุนได้ ต้องอาศัยหลายๆฝ่าย ได้แก่ผู้มีประสบการณ์เฉพาะทาง รวมไปถึงขอคำปรึกษาเฉพาะทางในด้านเทคนิคกับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน เพื่อให้ทราบถึงหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนประกอบและคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาผลิตชิ้นส่วนประกอบ

2. ขั้นตอนสร้างสรรค์ความคิด ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นขั้นตอนการระดมความคิด เพื่อขอความร่วมมือในการศึกษาหาแนวคิดร่วมกันจากผู้มีประสบการณ์ รวมไปถึงคำปรึกษาเฉพาะทางในด้านเทคนิคกับบริษัทผู้ส่งมอบชิ้นส่วน เพื่อให้ได้แนวทางที่ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐาน ISO13485 เป็นระบบมาตรฐานการจัดการด้านคุณภาพซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบพัฒนา, การผลิต และ การขาย เครื่องมือทางการแพทย์

3. ขั้นตอนประเมินผลความคิด พบว่าวิธีการและเกณฑ์การเปรียบเทียบน้ำหนักของหน้าที่ยังไม่สามารถครอบคลุมสำหรับโครงการนี้ เนื่องด้วยเกณฑ์การให้คะแนนนั้นต้องใช้ความรู้สึกมา

ให้คะแนน ซึ่งความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน ทำให้ผลการประเมินออกมานั้น ไม่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของบุคคลที่หลากหลายได้ครบคลุมทั้งหมด

4. ขั้นตอนทดสอบพิสูจน์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นการยืนยันถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วน ปัญหาที่พบคือ ชิ้นส่วนที่ผลิตจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในแต่ละรอบการผลิต มีคุณภาพที่ไม่เหมือนกันเกินจำนวนจากเกณฑ์การสุ่มตรวจเช็ค ดังนั้นหน่วยงานคุณภาพได้มีการปรับจำนวนเกณฑ์การสุ่มตรวจ เพื่อให้เหมาะสมกับชิ้นส่วนประกอบนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี

5. สรุปผลการลดต้นทุนของการวิจัย เป็นผลจากการประมาณการ การลดต้นทุน เพราะเนื่องจากใช้ข้อมูลการพยากรณ์การผลิตในแต่ละเดือน ดังนั้นผลการผลิตจริงของแต่ละเดือนจะคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 1 ของการพยากรณ์การผลิต ซึ่งส่งผลให้ผลการลดต้นทุนมีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อถึงเวลาในการผลิตจริง

บรรณานุกรม

- กิตติ วิบูลย์ศิริเสวีกุล, & ประเสริฐ อัครประดมพงศ์. (2542). การลดต้นทุนโดยใช้เทคนิค วิศวกรรมคุณค่าการวิเคราะห์คุณค่า :กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชุดสายไฟรถยนต์. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จิรภา แสนเกษม. (2545). การวิจัยทางธุรกิจ. กรุงเทพฯ: พัทธอักษร.
- เถลิง พลเจริญ และสุรเชษฐ. (2555). การออกแบบ ชิ้นส่วนและการสร้างขดต่อทำความร้อน โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า. มหาวิทยาลัยธนบุรี,
- นที สิริโยธิน, & กฤษดา ประสพชัยชนะ. (2563). การลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ในโรงงานผลิตเทอร์โบชาร์จเจอร์โดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2563.
- นารีรัตน์ ปาระมีศักดิ์, & ปารเมศ ชูติมา. (2563). การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ชุดแต่งรถ. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนาปีที่ 25 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2557.
- มานพ นิลรัตน์. (2560). การลดการใช้พลังงานโดยประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าสำหรับพลังงานไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- วุฒิพันธ์ พานิชพงษ์. (2559). การลดต้นทุนตู้แอร์รถยนต์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ศุภมิตร สักดิ์เสวีกุล. (2560). การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตก้านสูบโดยวิศวกรรมคุณค่า. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สรวิชัย บุราณศรี. (2550). การประยุกต์วิธีทางวิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบเครื่องกดขวดขวดเข้าท่อนอามเจอร์.
- อดิศักดิ์ นาวเหนียว. (2550). การประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าในการลดต้นทุน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมประกอบเบาะรถยนต์. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- อรวรรณ สุขวานนท์. (2560). การลดต้นทุนโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่ากรณีศึกษา ชิ้นส่วนของระบบปรับอากาศรถยนต์. (วิศวกรรมศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- อัมพิกา ไกรฤกษ์. (2548). วิศวกรรมคุณค่า = *Value engineering*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุท ศุภคุณ, & ภัฏฐวิภา จันทร์สร. (2555). การประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าและการออกแบบ
เพื่อการประกอบในการออกแบบ และพัฒนาชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศเพื่อลดต้นทุน.





ภาคผนวก

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	บัณฑิต พรมสร
วัน เดือน ปี เกิด	07 May 1989 or 7 พฤษภาคม 2532
สถานที่เกิด	ลำปาง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	74/11 หมู่ที่ 4 ตำบลทับมา อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	Senior Process Engineer Electrolux Professional (Thailand) Co.,Ltd. Branch 00000 WHA Rayong Industrial Land 169/3 Moo.3, Tambol Nonglalo, Amphur Bankhai, Rayong, Thailand 21120
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการออกแบบและผลิตเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ
รางวัลหรือทุนการศึกษา	ไม่มี