การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

กิตติพงษ์ แสงบุดดี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULITY PROPOSE HANDLING EQUIPMENT IN HEALTH INDUSTRY

KITTIPONG SANGBUDDEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
MAJOR IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2021
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของหลายหน่วยงาน ที่ได้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ในการดำเนินงานเพื่อใช้ประกอบในการดำเนินงานจนทำให้สำเร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร ภูนิคม อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยให้ความกรุณาช่วยเหลือแนะนำและตรวจสอบการดำเนินงาน ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ สินธุ์เชาวน์ และ รองศาสตราจารย์เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิงดัชรินทร์ ภูนิคม รองผู้อำนวยการฝ่ายห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัยตลอดจนข้อมูลอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เจ้าหน้าที่ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำแนะนำ

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ท่านกรรมการผู้บริหาร บริษัท DAISIN CO., LTD. ให้การสนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจในการดำเนินงานและเป็นแรงบันดาลใจในการทำวิจัยให้สำเร็จ ดังที่ผู้วิจัยได้ตั้งใจไว้

กิตติพงษ์ แสงบุดดี
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

ผู้วิจัย : กิตติพงษ์ แสงบุดดี

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศร ภูนิคม

คำสำคัญ : เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ, อุปกรณ์ยกแนวตั้ง

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบอุปกรณ์ ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมเพื่อสุขภาพ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment เพื่อในการออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง ให้ตอบสนองต่อกลุ่มผู้ใช้งาน การดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มต้นจาก การศึกษาข้อมูลของผู้ใช้งาน คือ เจ้าหน้าที่ในธนาคารคลังกลางเลือดโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น แผนกงานเตรียมส่วนประกอบของเลือด ในกระบวนการปั่นเลือด การออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง ให้มีรูปร่างและลักษณะการใช้งานที่เที่ยงตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการดำเนินงานวิจัย จากนั้นจึงทำการศึกษาเสียงความต้องการของผู้ใช้งาน (Voice of the Customer: VOC) และทำการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนน ความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานและคะแนนความสำคัญจะนำไป เป็นข้อมูล ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD การวิเคราะห์เทคนิคแยกออกเป็น 2 เมตริกซ์คือ (1) เมตริกซ์การวางแผนระบบการปั่นเลือด ด้วยการแปลงความ ต้องการของผู้มีส่วนผู้ใช้งาน ให้เป็นความต้องการด้านทางเทคนิค (2) เมตริกซ์เพื่อการออกแบบ ให้เป็นความต้องการทางด้านเทคนิค หลังจากนั้นจึงนำเป้าหมาย ด้านทางเทคนิค ไปออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง ให้ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน จากผลงานวิจัยพบว่าเป้าหมายด้านทางเทคนิค ที่มีระดับความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรกคือ อุปกรณ์ควบคุสมีคุณภาพและมาตรฐาน 18.54 ล้อมีความแข็งแรงไม่ลื่น 18 วัสดุโครงสร้างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 16.05 ระบบมีความยืดหยุ่น 12.64 และความคงทนของชิ้นส่วน 11.07

ABSTRACT

TITLE : DESIGN AND DEVELOPMENT OF MULITY PROPOSE HANDLING EQUIPMENT IN HEALTH INDUSTRY
AUTHOR : KITTIPONG SANGBUDDEE
DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY
MAJOR : INDUSTRIAL ENGINEERING
ADVISOR : ASST. PROF. KANITSORN POONIKOM, Ph.D.
KEYWORDS : QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD), VERTICAL LIFTING DEVICES

This research aimed to design vertical lifting devices in the healthcare industry. Quality Function Deployment (QFD) was applied to design vertical lifting devices that can meet users' requirements. Methodologically, the first step was to collect information about the users who are the staff at the blood component preparation department of the Blood Transfusion Centre, Srinagarind Hospital, Khon Kaen, and to study the design of vertical lifting devices with an appearance and function that meet user needs. Second, the researcher identified the "Voice of the Customer" (VOC) and drew up questionnaires to determine the important requirements according to user ratings. Moreover, user requirements and ratings were analyzed by means of QFD. This technique consists of 2 matrices: (1) a planning matrix that translates user requirements into technical specifications and (2) a part deployment matrix that translates technical specifications into technical goals applied to design vertical lifting devices to fulfill users' needs. The results of the research indicated that the top 5 most important technical targets are (1) qualified device controllers (18.54), (2) strong and no-slip wheels (18), (3) eco-friendly materials (16.05), (4) a flexible system (12.64), and (5) durability of parts (11.07).

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพ	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	4
1.3 สมมติฐานงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักการไคเซ็น	6
2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ	8
2.3 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS	12
2.4 การยศาสตร์	13
2.5 ท่าทางการทำงานที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์	17
2.6 การวิเคราะห์และการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์	17
2.7 เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ	32
2.8 ระบบการขนถ่ายวัสดุ	35
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน	49
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	50
3.3 การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพ	58
3.4 การปรับเพื่อการพัฒนา	59
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์	62
4.2 ขั้นตอนการทำงานของ Six Sigma	63
4.3 แยกแยะข้อเท็จจริงและตัวเลขเพื่อสันนิษฐานสาเหตุปัญหา	66
4.4 การวิเคราะห์ปัญหา	67

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง 73
4.6 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ 74
4.7 ผลการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ด้วยเทคนิค QFD ร่วมกับเทคนิคการหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (engineering design) 82
4.8 ผลการประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ 83
4.9 ผลการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ 87
4.10 การควบคุม 88

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 สรุปผล 90
5.2 ข้อเสนอแนะ 93

เอกสารอ้างอิง 94

ภาคผนวก

ก แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อการวิจัย 99
ข ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 104
ค ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยโปรแกรม Expert Choice 107

ประวัติผู้วิจัย 114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปผลการให้คะแนนจากนำข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 ถึง 4	20
2.2	สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขน และมือ	21
2.3	คะแนนท่าทางของคอ (ศีรษะ) ลำตัว และขา	23
2.4	การสรุปผลระดับคะแนนของ RULA	24
2.5	เวลาในการลุกลามของเพลิงไหม้ตามอัตราการปล่อยความร้อน (HRR)	18
2.6	แบบประเมิน REBA ใช้ในการรวมคะแนนข้นตอนที่ 7 – 9	30
2.7	แบบประเมิน REBA ใช้รวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 6 และ 12	31
2.8	ผลการคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI)	32
3.1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน และระยะเวลาในการดำเนินงาน	49
4.1	ชนิดเครื่องมือลำเลียงวัสดุ 7 ชนิด	69
4.2	ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุ	70
4.3	ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และREBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน	73
4.4	ผลการแปลงเสียงผู้ต้องการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ให้อยู่ในรูปความต้องการของพนักงาน	75
4.5	ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ	77
4.6	ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ	78
4.7	ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก	79
4.8	ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์	80
4.9	ค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัย 3 อันดับแรก	81
4.10	สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต	84
4.11	กลไกการทำงาน	86

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ถังปั่นเลือดแบบเซ็นติฟิวส์ขนาดใหญ่	3
1.2	ผังและขนาดพื้นที่ห้องเตรียมแยกส่วนของเลือด (คลังเลือดกลาง)	4
2.1	การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนบน	18
2.2	การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนล่าง	19
2.3	การประเมินอิริยาบถท่าทางของมือ และข้อมือ	19
2.4	การประเมินอิริยาบถท่าทางของคอ	22
2.5	การประเมินอิริยาบถท่าทางของลำตัว	22
2.6	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของคอ (Neck)	26
2.7	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของลำตัว (Trunk)	26
2.8	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของขา และเท้า (Leg)	27
2.9	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน (Upper arm)	28
2.10	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง (Lower arm)	29
2.11	ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ และข้อมือ (Hand and wrist)	30
2.12	บ้านคุณภาพ House of Quality	33
2.13	กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process)	36
2.14	องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ	36
2.15	แผนผังการขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน	38
2.16	แผนผังการขนย้ายภายในสายการผลิต	38
2.17	แผนผังการขนย้ายระหว่างสายการผลิต	39
3.1	การวางแผนงาน	48
3.2	กรอบแนวคิดของการวิจัยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ	55
3.3	กรอบแนวคิดของการวิจัยนวัตกรรมเทคโนโลยีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ	56
3.4	กระบวนการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ	60
4.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	62
4.2	กราฟพาเรโตข้อบกพร่องในการยกสิ่งของ น้ำหนักโดยเฉลี่ย (หน่วย: กรัม)	64
4.3	เจ้าหน้าที่ ทำการส่วนแยกของเลือด ด้วยเครื่องปั่นเลือด	65
4.4	แผนผังเหตุและผลในการยกถุงเลือด	65
4.5	การเชื่อมโยงระหว่างเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน	66
4.6	แผนภาพพาเรโตดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ข้อบกพร่องวิธีการปฏิบัติงาน	67
4.7	ตัวอย่างเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์เทคนิค QFDE	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ	72
4.9	แผนผังต้นไม้แสดงคุณลักษณะการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ	76
4.10	โมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์	82
4.11	แบบชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์	82
4.12	การออกแบบงาน 3 มิติ อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์	83
4.13	กระบวนการ (Process Chart) ลักษณะการทำงาน	88

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการบริการด้านสุขภาพเป็นระบบการผลิตที่มีการแปรรูปทรัพยากรผ่านกระบวนการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์และหรือการบริการ ประเทศต่าง ๆ ได้พยายามจัดให้เป็นสวัสดิการพื้นฐานเบื้องต้นในด้านการรักษา อย่างไรก็ตามในอีกหลายประเทศก็ไม่มีงบประมาณเพียงพอในการสนับสนุนสวัสดิการดังกล่าวและให้การสนับสนุนเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้นทำให้เกิดโรงพยาบาลเอกชนเพิ่มสูงขึ้น รูปแบบในการบริหารโรงพยาบาลเอกชนต่าง ๆ คือการแสวงหากำไร จึงมุ่งเน้นในเรื่องคุณภาพในการรักษาตลอดจนความเชื่อมั่นและความประทับใจของลูกค้า โรงพยาบาลเอกชนพยายามดึงบุคลลากรทางด้านการแพทย์ที่มีความรู้ ความสามารถเข้าร่วมงานกับหน่วยงานตนเอง มีการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการรักษาต่าง ๆ ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสาธารณูปโภคและสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า นอกจากโรงพยาบาลซึ่งเป็นองค์กรที่มุ่งแสวงหากำไรแล้วยังถูกควบคุมให้มีมาตรฐานในการรักษา จึงต้องมีการปรับคุณภาพองค์กรอย่างต่อเนื่องเน้นเพิ่มอัตราผลผลิต ลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนต่อหน่วย สร้างภาพลักษณ์ที่ดีเพื่อให้สามารถอยู่รอดในสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงในปัจจุบันได้ อย่างไรก็ตามในระบบการแข่งขันอย่างเสรี โรงพยาบาลเอกชนและโรงพยาบาลของรัฐ ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายได้แก่ผู้ป่วยเป็นกลุ่มเดียวกัน ทำให้เกิดการเปรียบเทียบสมรรถนะการดำเนินงานของโรงพยาบาลในมุมมองของลูกค้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ลูกค้าส่วนใหญ่ที่มีฐานะปานกลางถึงร่ำรวยเข้ารับบริการในโรงพยาบาลเอกชน ในขณะที่ลูกค้าฐานะยากจนเข้ารับการบริการจากโรงพยาบาลภาครัฐซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพและมาตรฐานที่แตกต่างกันทั้งในรูปแบบองค์กรและความเหลื่อมล้ำของบุคคล ส่งผลให้เกิดช่องว่างทางสังคมและคุณภาพชีวิตที่แตกต่างกัน ทำให้รัฐบาลที่เน้นพัฒนาทรัพยากรมนุษย์หันมาใส่ใจในเรื่องความแตกต่างดังกล่าว และผลักดันให้โรงพยาบาลของรัฐมีศักยภาพที่ดีขึ้นจะเห็นได้ว่าการดำเนินงานของโรงพยาบาลในยุคกระแสโลกาภิวัฒน์มีรูปแบบทั้งการให้บริการและรูปแบบผลิตภัณฑ์ในรูปเวชภัณฑ์หรือตัวยาการพัฒนาตัวยาที่มีประสิทธิภาพและราคาถูกจากวัตถุดิบที่หาง่าย และมีคุณสมบัติที่ดีในแง่การรักษามาแปรเปลี่ยนสภาพเป็นยาเพียงแค่การผ่านกระบวนการเพียงเล็กน้อยนั้นในปัจจุบันรู้จักกันดีในนาม “โลหิต” ซึ่งสามารถรับ ซึ่งหน่วยงานของรัฐสามารถขอรับบริจาคโลหิตได้ฟรี

โลหิต เป็นของเหลวชนิดหนึ่ง มีสีแดงที่ไหลเวียนอยู่ภายในหลอดโลหิตในร่างกายโดยสูบฉีดจากหัวใจ โลหิตเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยเหลือชีวิตมนุษย์ให้อยู่รอด ไม่ว่าจะเป็นอุบัติเหตุ การผ่าตัดหรือแม้แต่ในการรักษาโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นคว้ามาเป็นเวลานานแต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จในการหาสารประกอบอื่นมาทดแทนโลหิตได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องให้โลหิตจากมนุษย์บริจาคให้แก่กันโลหิตทำหน้าที่สำคัญหลายอย่างคือ ขนส่งก๊าซออกซิเจนจากการหายใจเข้า และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย เมื่อหายใจออกมีหน้าที่ขนส่งสารอาหารโดยการดูดซึมสารอาหารจากกระเพาะอาหาร และลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิตแล้วไหลเวียนผ่านไปยังตับ

และส่งต่อให้เซลล์เนื้อเยื่อของอวัยวะนอกจากนี้โลหิตยังมีหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำ และเกลือแร่ปรับระดับอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่โดยการไหลเวียนของโลหิตไปทั่วร่างกาย การบริจาคโลหิต คือการสละโลหิตส่วนหนึ่งที่ร่างกายเหลือใช้เพื่อให้กับผู้ป่วย เป็นสิ่งที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและโลหิตที่ได้รับบริจาคไปนั้นจะถูกนำเข้าสู่ธนาคารเลือดเพื่อเข้าสู่กระบวนการจัดเก็บ และแยกส่วนประกอบของโลหิตออก ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของโลหิตจะถูกนำไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

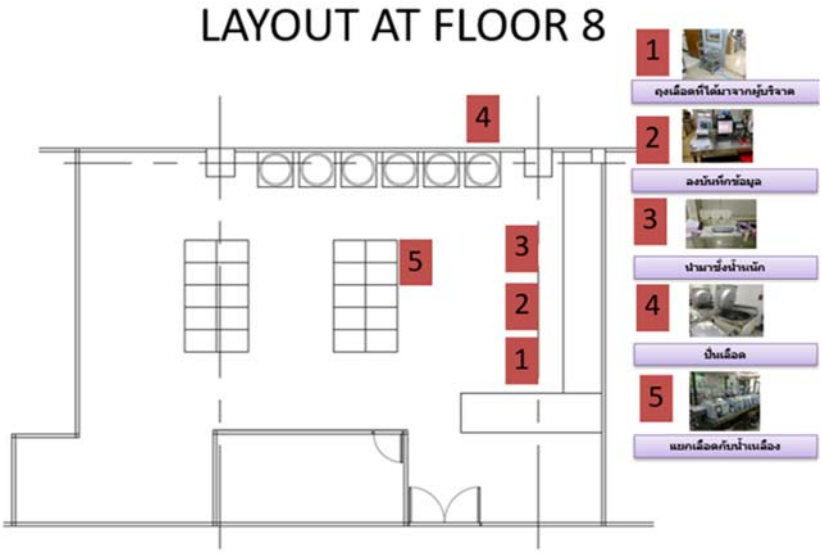
ปัจจุบันนี้การใช้ประโยชน์จากเลือดซึ่งมีหลายคุณลักษณะตามประโยชน์ของการใช้งาน (คุณลักษณะเลือดที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน) เพิ่มขึ้น เนื่องจากทำให้ผู้ป่วยได้รับส่วนของเลือดตรงตามที่ขาดในปริมาณเพียงพอโดยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาจากส่วนแยกอื่นของคนไข้ไม่ต้องการ และก็ยังสามารถที่จะใช้ส่วนแยกอื่นของเลือดกับผู้ป่วยได้อีกหลายคน นอกจากนี้ส่วนแยกบางชนิดสามารถเก็บในสภาพแช่แข็งได้นานเป็นปีการแยกเลือดส่วนใหญ่โดยทั่วไปทำโดยผ่านกระบวนการปั่นโลหิต และบีบแยกส่วนประกอบโลหิต อย่างไรก็ตามผู้ผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์บางรายที่นำเข้าจากต่างประเทศจะรวมกระบวนการปั่นและแยกโลหิตไว้ในเครื่องเดียวกันซึ่งทำให้เครื่องมือดังกล่าวมีราคาแพง และชำรุดเสียหายง่าย มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง และในปัจจุบันได้มีการแยกกระบวนการทั้งสองออกจากกันโดยผ่านเครื่องปั่นและเครื่องบีบแยกส่วนประกอบโลหิต

ปัจจุบันนี้การใช้ส่วนแยกของเลือดเพิ่มขึ้นเนื่องจากทำให้ผู้ป่วยได้รับส่วนของเลือดตรงตามที่ขาดในปริมาณเพียงพอโดยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาจากส่วนแยกอื่นของคนไข้ไม่ต้องการและก็ยังสามารถที่จะใช้ส่วนแยกอื่นของเลือดกับผู้ป่วยได้อีกหลายคน นอกจากนี้ส่วนแยกบางชนิดสามารถเก็บในสภาพแช่แข็งได้นานเป็นปีการแยกเลือดส่วนใหญ่โดยทั่วไปทำโดยใช้เครื่องปั่นแยกเลือดชนิดที่ทำความเย็นได้ครั้งละ 4-6 ยูนิต เลือดที่จะปั่นควรเป็นเลือดในถุงพลาสติกทำให้สะดวกในการปั่นและแยกส่วนไปสู่ถุงพลาสติกที่ต่อกันจะได้ส่วนแยกที่ปราศจากการปนเปื้อนเชื้อโรคหรือเชื้อแบคทีเรีย เนื่องจากเม็ดเลือดแต่ละชนิดมีขนาดและน้ำหนักที่ไม่เท่ากันจะต้องมีการอาศัยแรงเหวี่ยงจากปั่นเลือดในอัตราความเร็วที่เหมาะสมจึงจะทำให้แยกเลือดเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ซึ่งสามารถแบ่งแยกลักษณะการปั่น ได้คือ 1) การปั่นเบา ใช้ความเร็วประมาณ 1800 รอบ/นาที นาน 7 นาที เพื่อแยกเม็ดเลือดแดงออกจากพลาสมาเกร็ดเลือด และเม็ดเลือดขาวโดยบีบส่วนของพลาสมาออกไปไว้อีกถุงหนึ่งและ 2) การปั่นแรง ใช้ความเร็วประมาณ 3000 รอบ/นาที นาน 10 นาที ปั่นพลาสมาที่ได้จากการปั่นเบาเพื่อแยกเกร็ดเลือดออกจากพลาสมา เมื่อบีบพลาสมาที่มีสีใสส่วนบนออกอีกถุงหนึ่งจะได้เกร็ดเลือดเข้มข้นเหลืออยู่จากการศึกษากระบวนการปั่นเลือดพบว่าแม้การปั่นเลือดจะเป็นวิธีการไม่ซับซ้อนแต่มีความสำคัญ ถ้ากรณีใช้แรงเหวี่ยงไม่เหมาะสมหรือเบาเกินไปจะทำให้การบีบแยกส่วนประกอบโลหิตออกจากกันได้ยาก และกรณีปั่นแรงเกินไปทำให้ส่วนประกอบโลหิตเสียหาย

โรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีคลังเลือดกลางเป็นของตัวเองจะนิยมใช้ถังปั่นเซ็นติฟิวส์ขนาดใหญ่ปั่นรวมครั้งละหลาย ๆ ชุดทีเดียว ดังแสดงในภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 ถังปั่นเลือดแบบเซ็นติฟิวส์ขนาดใหญ่

จากภาพที่ 1.1 จะเห็นว่าถังปั่นเลือดเซ็นติฟิวส์ขนาดใหญ่ จะทำงานได้ต้องมีเจ้าหน้าที่ประจำคอยนำถุงเลือดจำนวน 4 ถุงวางลงในพาชนะย่อยในแนวตั้ง จากนั้นนำพาชนะย่อยที่บรรจุเลือดไปวางลงในถังปั่นเลือดเซ็นติฟิวส์ขนาดใหญ่ และในการทำงานของเครื่องปั่นเลือดดังกล่าวใน 1 รอบสามารถบรรจุชุดพาชนะย่อยได้ 4 ชุด รวมแล้วสามารถปั่นเลือดได้ครั้งละ 16 ถุง เมื่อรวมน้ำหนักเลือด 16 ถุง และน้ำหนักของพาชนะย่อย 4 ชุด มีน้ำหนักโดยรวม 1 กิโลกรัม ซึ่งเจ้าหน้าที่ประจำเครื่องปั่นเลือดต้องคอยยกชุดพาชนะย่อยไปวางลงในถังปั่นของเครื่องปั่นซึ่งมีความสูง 80 เซนติเมตรเมื่อวัดจากพื้น การกระทำดังกล่าวได้ใช้แรงงานคนโดยตรง โดยไม่มีอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงใด ๆ และใน 1 วันทำงาน (8 ชั่วโมง) ต้องทำซ้ำ ๆ ด้วยความถี่สูง ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกายและเกิดความเครียดทางด้านจิตรใจที่เจ้าหน้าที่ต้องทำงานสภาพเดิม ๆ กับวัสดุที่เป็นเลือดและทำด้วยความระมัดระวังตลอดเวลา ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อแก่เลือดที่นำไปปั่น และทำให้อัตราผลผลิตออกมาน้อยกว่าที่ควรจะเป็น (เลือดที่ผ่านการปั่นต่อวันมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น) ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่ประสงค์จะทำงานในกระบวนการปั่นแยกเลือดและลาออกจากงานบ่อย (ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่จะเป็นลูกจ้างชั่วคราว เงินเดือนน้อย ใช้แรงงานมาก) นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการตรวจเลือด (คลังเลือดกลาง) ยังมีพื้นที่จำกัดคับแคบ ไม่สะดวกต่อการนำเครื่องมือขนถ่ายลำเลียงที่ใช้พื้นที่ในการเคลื่อนย้ายมาก มาใช้ขนถ่ายในแนวราบ ดังแสดงได้ดังผังห้องปฏิบัติการตรวจเลือด (คลังเลือดกลาง) ที่ได้แสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 ผังและขนาดพื้นที่ห้องเตรียมแยกส่วนของเลือด (คลังเลือดกลาง)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้บริหารคลังเลือดและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติในกระบวนการปั่นแยกเลือดในห้องปฏิบัติการตรวจเลือด และผู้ที่เกี่ยวข้อง จึงมีความประสงค์ให้ผู้วิจัยเข้าไปช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว จึงเป็นที่มาและความสำคัญของปัญหาที่เป็นโจทย์จริงจากการทำความร่วมมือระหว่างโรงพยาบาลศรีนครินทร์ (คลัง/ศูนย์เลือดกลาง) คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กับกลุ่มนักศึกษาปริญญาเอกภายใต้การควบคุมของอาจารย์ที่ปรึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีขึ้นมาเพื่อศึกษาหาทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบระบบขนถ่ายเพื่อเพิ่มสมรรถนะการดำเนินงานในอุตสาหกรรมสุขภาพให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้งทบทวนทฤษฎีการ การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

1.2.2 เพื่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

1.2.3 เพื่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพและหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของ

1.2.4 เพื่อทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

การพัฒนาระบบขนถ่ายลำเลียงที่เหมาะสมทำให้เพิ่มความสามารถในการขนถ่ายลำเลียง ลดต้นทุน และสามารถช่วยในการลดความเมื่อยล้าของบุคลากรในห้องปฏิบัติการคลังเลือด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบระบบขนถ่ายเพื่อเพิ่มสมรรถนะการดำเนินงานในอุตสาหกรรมสุขภาพในครั้งนี้มีขอบเขตในการวิจัยดังต่อไปนี้

1.4.1 เป็นการศึกษาในห้องเตรียมส่วนแยกส่วนของเลือด ศูนย์เลือดกลางกลาง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.4.2 ศึกษาระบบการขนถ่ายลำเลียงเดิม และพัฒนาระบบขนถ่ายลำเลียงที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการคลังเลือด กลาง

1.4.3 ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์การเคลื่อนย้ายแบบกึ่งอัตโนมัติถุงบรรจุเลือด ที่ต้องการการทำงานที่เน้นการผ่อนแรงและเร่งการลดการเมื่อยล้า โดยเพิ่มประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการใช้งาน ที่ห้องปฏิบัติการคลังเลือดกลางคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลและทบทวนทฤษฎีหลักการในการออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์เป็นการเลือกแบบเจาะจง

1.4.5 ได้แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ และ พัฒนารูปแบบ ให้สอดคล้องกับหลักการยศาสตร์และความปลอดภัยจากปัจจัยความต้องการจาก เจ้าหน้าที่หรือพนักงานที่เกี่ยวข้อง ที่คลังเลือดกลางคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.4.6 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบอุปกรณ์ ในการเก็บข้อมูลคือนักวิชาการจาก คลังเลือดกลางคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและโรงพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบเข้าใจวิธีการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการออกแบบและพัฒนาระบบการขนถ่ายลำเลียงพร้อมทั้งสามารถสังเคราะห์และได้หลักการหรือทฤษฎีที่ใช้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่เหมาะสม ถึงกระบวนการออกแบบการเคลื่อนย้ายแบบกึ่งอัตโนมัติและนำทฤษฎีหลักการในการออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ ที่ต้องการความละเอียดสูงและได้มาตรฐาน

1.5.2 ได้รู้ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Key Success Factor: KSF) ในการออกแบบอุปกรณ์เคลื่อนย้ายแบบกึ่งอัตโนมัติและได้ระบบวัดและประเมินผลในการขนถ่ายลำเลียงในการช่วยเพิ่มประมรรถนะการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการคลังเลือด

1.5.3 สามารถออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่ผ่อนแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายแบบกึ่งอัตโนมัติให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

1.5.4 สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบขนถ่ายลำเลียแบบเดิมและระบบลำเลียงที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

"โลหิต" เป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกายและเป็นสิ่งที่จำเป็นในการดำรงรักษาชีวิต มนุษย์ให้อยู่รอด ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นคว้าวิจัยมาเป็นเวลานาน แต่ยังไม่ประสบ ผลสำเร็จในการหาสารประกอบอื่นทีจะนำมาทดแทนโลหิตได้ ฉะนั้น เมื่อร่างกายสูญเสียโลหติ จากอุบัติเหตุ ผ่าตัด หรือโรคที่ต้องรักษาด้วยโลหติ ผู้ป่วยจึงจำเป็นต้องได้รับโลหิตจากบุคคลอื่น เพื่อช่วยเหลือชีวิตให้ทันท่วงที (ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2562: เว็บไซต์) ในการปฏิบัติงานทางด้านธนาคารเลือด หน้าที่ที่สำคัญของผู้ปฏิบัติงาน คือ การจัดหาเลือดที่ปลอดภัย ให้กับผู้ป่วย ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการจัดหาเลือด คือ เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบทางธนาคาร เลือด จะต้องมีความถูกต้องและได้มาตรฐาน เพื่อให้ผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการมีความถูกต้องมากที่ถู และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด นำไปสู่การจัดหาเลือดที่เหมาะสมและปลอดภัยให้กับผู้ป่วย ในขั้นตอนการ เตรียมเลือด ปฏิกิริยาระหว่างแอนติบอดีและแอนติเจนของหมู่เลือดมีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดหาเลือดที่ ปลอดภัยให้กับผู้ป่วยเนื่องจากเป็นหลักการพื้นฐานในการตรวจหมู่เลือดระบบต่าง ๆ ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมเลือดให้ผู้ป่วยประกอบด้วย การตรวจหมู่เลือดระบบต่าง ๆ (Red blood cell phenotyping) การตรวจความเข้ากันได้ของเลือด (Compatibility testing) การตรวจกรองหาแอนติบอดีต่อแอนติเจนของเม็ดเลือดแดง (Antibody screening) รวมถึงการตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีเหล่านั้น (Antibody identification) นอกจากนี้ งานทางด้านเวชศาสตร์การบริการโลหิตยังเกี่ยวข้องกับผู้ป่วยซึ่งได้รับการวินิจฉัยภาวะ Hemolytic disease of the newborn (HDN) และผู้ป่วยที่เกิดปฏิกิริยาไม่พึงประสงค์หลังการรับส่วนประกอบของเลือด (Transfusion reaction) ตลอดจนการเลือกและเตรียมส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมและมีความปลอดภัย ให้กับผู้ป่วย

ในกระบวนการผลิตใด ๆ ก็ตาม ย่อมต้องมีการขนส่ง เคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ ทั้งภายในหน่วยงาน ในสายการผลิต ระหว่างหน่วยงาน และระหว่างสายการผลิต ซึ่งหากขาดการออกแบบระบบขนย้ายและการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการสูญเสีย ทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบการผลิต ทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายได้ หาก กระบวนการผลิตใดใช้ระบบขนถ่ายที่เหมาะสมก็จะส่งผลดีต่าง ๆ ตามมามากมาย อาทิเช่น จะช่วยเพิ่มความคล่องตัวและทำให้เกิดความต่อเนื่อง ในกระบวนการผลิต ช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสินค้าและ วัตถุดิบ ในระหว่างขนส่ง เป็นต้น ซึ่งผลลัพธ์ในภาพรวมนั้น หมายถึง การปรับปรุงและประกันคุณภาพ ทั้งของกระบวนการผลิตและถ่ายทอด ไปสู่ตัวผลิตภัณฑ์ และนำไปสู่การลดต้นทุนในการผลิต จึงช่วยให้ผล กำไรเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นระบบขนส่งหรือขนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ ภายใน โรงงาน จึงมีความสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบันเป็นอย่างมาก เพื่อช่วยให้การขนย้ายสินค้าและวัตถุดิบไปยังสถานีงานต่าง ๆ เป็นไปได้ อย่างสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยจึงได้มีการประดิษฐ์ คิดค้น และ พัฒนาเครื่องมือ และวิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับ งานรูปแบบต่าง ๆ ทั้งเข้ามาแทนที่และที่เข้ามาปรับปรุง วิธีการขนย้าย แบบเดิมที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งระบบขนย้ายสินค้าและวัตถุดิบในปัจจุบัน

นั้นมีหลายประเภท โดยบทความนี้นำเสนอผลการศึกษาพัฒนาและสร้างแบบจำลองระบบรถขนย้ายนำทางอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้รถขนถ่ายสินค้าหรือ วัตถุดิบ ที่สามารถควบคุมได้แบบอัตโนมัติ และทำงานได้โดยไม่ต้องใช้คนบังคับ

คลังกลางเลือด โรงพยาบาทศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น มีหน้าที่ให้การบริการโลหิต และส่วนประกอบโลหิตให้เพียงพอใช้สำหรับผู้ป่วยในเขตพื้นที่ภาคอีสาน ตามมาตรฐานขององค์อนามัยโลก ปริมาณโลหิตที่เพียงพอสำหรับผู้ป่วย การวิเคราะห์เลือด และการจ่ายเลือดให้แก่ผู้ป่วย โดยยึดหลักว่า "จัดหาเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่มีคุณภาพ และปลอดภัย ให้แก่ผู้ป่วยได้ทันเวลามุ่งพัฒนาความรู้ ความชำนาญ และความละเอียดรอบคอบของเจ้าหน้าที่เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลเป็นที่เชื่อถือ โดยไม่มีข้อผิดพลาด" การบริการหลักของคลังเลือดกลาง ประกอบด้วย การเตรียมเลือดให้แก่ผู้ป่วย การจ่ายเลือดให้แก่ผู้ป่วย การรับจัดเก็บเลือดจากหน่วยรับบริจาคโลหิต และการตรวจวิเคราะห์เลือดแต่จากผลของการศึกษา พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่มีผลต่อกระบวนการบริหาร จัดการโลหิตของคลังเลือดกลางที่สำคัญ คือ

(1) สถานที่มีความคับแคบไม่เพียงต่อการให้บริการตลอดจนไม่สามารถที่จะนำเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัยและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในหน่วยงานได้ ดังนั้นทางโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จึงได้ทำการสร้างอาคารสุกัลยาณิวิฒนานุสรณ์อาคารหลังใหม่ เพื่อการให้บริการของคลังกลางเลือดให้มีความคลองตัวและการให้บริการได้อย่างรวดเร็วด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย

(2) การออกแบบและการวางผังของหน่วยงานภายในคลังกลางเลือดในอาคารหลังใหม่นั้นมีพื้นที่ 2,415 ตารางเมตร (แบบการก่อสร้างอาคารสุกัลยาณิวิฒนานุสรณ์) ซึ่งมีผลสำคัญต่อการเดินในการขนส่งถุงโลหิตของพนักงานจากจุดรับถุงโลหิต

(3) กำลังคนทีมีไม่เพียงพอต่อปริมาณงาน ดังนันทางศูนย์บริการโลหิต คลังเลือดกลาง ควรมีการปรับปรุงโครงสร้างองค์กร ในเรื่องของบุคลากร คือ เจ้าหน้าที่ ไม่เพียงพอกับปริมาณงาน เพื่อไม่ให้บุคลากรทีมีอยู่รู้สึกอ่อนล้ากับงานทีทำจนเกินไป

2.1 หลักการไคเซ็น

หลักการไคเซ็น ไคเซ็น (Kaizen) มาจากภาษาญี่ปุ่น นิยมนำมาใช้เป็นวิธีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทำงานที่ดีขึ้น ในลักษณะของการปรับปรุงแบบต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด ประเด็นสำคัญหลัก คือ การพัฒนาเรื่องวิธีการ แนวคิด และมาตรการนำ เสนอเพื่อดูที่มาของการแก้ปัญหาแต่ละเรื่องโดยการจะพัฒนาถึงวิธีการ แนวคิดและมาตรการนำเสนอดังกล่าวได้นั้นเราต้องไม่ติดอยู่กับกรอบความคิดเดิม ๆ ไม่ยึดติดอยู่กับวิธีการมองวิธีการคิดหรือการกระทำในแบบ เก่า ๆ อีกต่อไปมีการพัฒนาการวิธีการมากมายขึ้นมาเพื่อการแก้ปัญหา แต่วิธีการเหล่านั้นต่างมีข้อจำกัดว่าผู้ใช้ต้องมีทักษะความรู้ในวิธีการนั้น ๆ ณ ระดับหนึ่งจึงจะผลสำเร็จได้ซึ่งตรงข้ามกับนวัตกรรม เป็นสิ่งที่เรากล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วอย่างก้าวกระโดด เพื่อให้กรรมวิธีการ ทำงานหรือผลิตภัณฑ์ให้มีความทันสมัย มีคุณค่าโดยใช้เทคโนโลยีในการขับเคลื่อน การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วแต่อาจไม่ยาวนาน

2.1.1 ความหมายของไคเซ็น

เป็นแนวคิดธรรมดาและเป็นส่วนหนึ่งในทฤษฎีการบริหารของญี่ปุ่น ซึ่งโดยธรรมชาติหรือด้วยการฝึกฝนนั้น ทำให้คนญี่ปุ่นมีความรู้สึกรับผิดชอบในการที่จะทำ ให้ทุกอย่างดำเนินไปโดยราบรื่นเท่าที่จะสามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องในชีวิตประจำวัน หรือการทำงาน เป็นจุดแข็ง ที่ทำ ให้ไคเซ็น ดำเนินไปได้อย่างดีในประเทศญี่ปุ่น เพราะโดยหลักแล้วไคเซ็นไม่ใช่เพียงการปรับปรุงเท่านั้น แต่ความหมายรวมไปถึงการปรับปรุง อย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดด้วย

2.1.2 วิธีการใช้ไคเซ็น

การปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตามจะสำเร็จไม่ได้หากขาดความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ในทางกลับกัน สิ่งต่างไม่ว่าจะเป็น โครงการ แผนงาน หรืองานที่ได้รับมอบหมาย ย่อมจะทำสำเร็จได้โดยง่ายถ้าได้รับความร่วมมือ การมีส่วนร่วม การจูงใจ และการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของสมาชิกแต่ละคนในองค์กร คากล่าวที่ว่า “การให้พนักงานมีส่วนร่วม” นั้นเป็นสิ่งที่ไม่ยากนักแต่เป็นที่ทราบกันดีในหมู่ผู้บริหารว่าการบริหารคนคือสิ่งที่ยากที่สุด อย่างไรก็ตามการผลักดันให้สมาชิกในองค์กร การมามีส่วนร่วมได้นั้น สำคัญอยู่ที่ความมุ่งมั่น และความตั้งใจจริงของผู้บริหารระดับสูง ความอุตสาหพยายามและการมีนโยบายและแผนงานที่ชัดเจนทั้งนี้ เนื่องจากการทำงานที่ดีได้อย่างเนื่องนั้นจำเป็นต้องมีระบบที่ดีมารองรับจึงจะสร้างสรรค์ให้เกิดผลอย่างที่ต้องการได้ จุดเริ่มต้นที่ดีคือการมุ่งเน้นให้เกิดบรรยากาศของการมีความคิดสร้างสรรค์จากพนักงานทุกคนอย่างกว้างขวางทั่วทั้งองค์กร โดยมีแนวคิดของไคเซ็นเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงถึงค่านิยมและบรรทัดฐานทุกอย่างในองค์กร ไม่ใช่เพียงใช้เครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่ง

2.1.3 การรักษาไคเซ็น

หากการนำไคเซ็นมาใช้ ไม่สามารถประสานให้เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน ของทุกคนในองค์กรได้ ก็เป็นการยากที่จะรักษาไคเซ็น ให้ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องสำหรับไคเซ็นนั้น สิ่งที่สำคัญคือต้องทำให้ไคเซ็น เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมองค์กรอย่างแท้จริงผู้บริหารซึ่งมีทัศนคติในเชิงบวกรู้จักกระตุ้นและให้รางวัล รู้จักส่งเสริมการมีส่วนร่วมและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทั้งนี้โดยการสร้างลักษณะทางการบริหารที่ดี เป็นต้นว่าการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การมีส่วนร่วม การฝึกอบรมและพัฒนา การวัดผล การสร้างวัฒนธรรมที่ไม่กล่าวโทษ การให้ความสำคัญและรางวัล ไคเซ็นในทางปฏิบัติตั้งอยู่บนความเชื่อที่ว่าผู้ที่ปฏิบัติงาน จะทราบปัญหาหรือข้อขัดแย้งของงานนั้นดีกว่าผู้อื่นดังนั้นจึงรู้ว่างานนั้นควรจะปรับปรุงอย่างไร ดังนั้นการเข้ามามีส่วนร่วมของพนักงานทุกคนในองค์กร ที่ร่วมกันปรับปรุงงานของตนเองคนละเล็กคนละน้อยได้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพไปสู่ความเป็นเลิศได้

2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process: WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

2.2.1.1 ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

1) เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น

2) เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP

3) เกิดการขนย้าย

4) ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที

5) ต้นทุนจม

6) ปิดบังปัญหาการผลิต

2.2.1.2 การปรับปรุง

1) บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา

2) ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร โดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุง

2.1) จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง

2.2) แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำ เมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น

2.3) จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

2.3) กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรองาน

2.4) จัดหา/ทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

3) ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottle-neck) ในกระบวนการ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

4) ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น

5) ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

2.2.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การซื้อวัสดุคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

2.2.2.1 ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

1) ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก

2) ต้นทุนจม

3) วัสดุเสื่อมคุณภาพ (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)

4) สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ)

5) ต้องการแรงงานและการจัดการมาก

2.2.2.2 การปรับปรุง

1) กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน

2) ควบคุมปริมาณวัสดุ โดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control) เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย

3) ใช้ระบบเข้าก่อน ออกก่อน (First in first out) เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

4) วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทน เพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทาการจัดเก็บ

2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transporation)

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จาเป็นเท่านั้น

2.2.3.1 ปัญหาจากการขนส่ง

1) ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน

2) เสียเวลาในการผลิต

3) วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

4) เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

2.2.3.2 การปรับปรุง

1) วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน

2) ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

3) ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

4) ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้นไม่ต้องเสียเวลารอนาน

2.2.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

2.2.4.1 ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

1) เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต

2) เกิดความล้าและความเครียด

3) อุบัติเหตุ

4) เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

2.2.4.2 การปรับปรุง

1) ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้

2) จัดสภาพการทำงาน (Working condition) ให้เหมาะสม

3) ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

4) ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

5) ออกกำลังกาย

2.2.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทางานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

2.2.5.1 ปัญหาจากกระบวนการผลิต

1) เกิดต้นทุนที่ไม่จาเป็นของการทำงาน
2) สูญเสียพื้นที่การทำงานสาหรับกระบวนการนั้น ๆ
3) ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

2.2.5.2 การปรับปรุง

1) วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart
2) ใช้หลักการ 5 W 1 H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ
3) หากระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

2.2.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

2.2.6.1 ปัญหาจากการรอคอย

1) ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
2) เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
3) เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

2.2.6.2 การปรับปรุง

1) จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี
2) บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
3) จัดสรรงานให้มีความสมดุล
4) วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม
5) เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง
6) ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

2.2.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

2.2.7.1 ปัญหาจากการผลิตของเสีย

1) ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

2) สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย
3) เกิดการทางานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน
4) เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

2.2.7.2 การปรับปรุง

1) มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
2) พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
3) พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด (Poka-Yoke)
4) ฝึกให้พนักงานมีจิตสานึกทางด้านคุณภาพ
5) ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต (Quick response system)
6) ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
7) ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transpiration)
8) ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
9) ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)
10) ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
11) ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.3 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS

การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด การรวมกัน การจัดใหม่ และการทำให้ง่าย ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าลงได้เป็นอย่างดีซึ่งสามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

2.3.1 การกำจัด (Eliminate) การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จาเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และ ของเสีย

2.3.2 การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

2.3.3 การจัดใหม่ (Rearrange) การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

2.3.4 การทำให้ง่าย (Simplify) การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบตัวจับยึด (jig) หรือ สิ่งติดตรึง (fixture) เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

2.4 การยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหลายสาขาวิชาด้วยกัน ได้แก่ แพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ จิตวิทยา สังคมศาสตร์ และสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการปรับปรุงคุณภาพการทำงานให้มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสูงสุด โดยให้ความสำคัญที่คนในการทำงานเป็นอันดับแรกว่ามีผลกระทบจากการออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างไรบ้าง ซึ่งก็รวมไปถึงวิธีการทำงานหรือท่าทางในการทำงานที่เหมาะสม เพื่อจะได้ใช้พลังงานในการทำงานน้อยที่สุด เกิดความเครียด ความล้า และความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสมเรื้อรัง (Cumulative trauma disorders: CTDs) น้อยที่สุด ผลโดยรวมคือการเพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัยและความสบายในการทำงานนั่นเอง

การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านการยศาสตร์ในอันที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพความปลอดภัย และความสบายในการทำงานสามารถทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีให้เกิดขึ้นระหว่างคนเครื่องมือกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานของเขา ดังนั้นงานทางด้านการยศาสตร์ก็คือ การพัฒนา และปรับปรุงสภาพการทำงาน ความหนักเบาของงาน การใช้เครื่องมือที่เหมาะสม รวมไปถึงท่าทางการทำงาน เพื่อให้คนงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายถึงการลดข้อผิดพลาดในการทำงาน และการเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตในการทำงานอีกด้วย

การยศาสตร์หมายความว่า “ศาสตร์ในการจัดสภาพงานให้เหมาะกับคนทำงาน” หรือ “การศึกษาคนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน” นั่นเอง และอีกความหมายหนึ่ง การยศาสตร์ คือ การศึกษาสภาวะแวดล้อมของการทำงานโดยใช้หลักคิดว่า "เราจะทำให้คนทำงาน อย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างไร" การจัดสภาพแวดล้อมอย่างไร ที่จะทำให้คนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจ่ายค่าแรงน้อยที่สุด ใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด เพื่อให้ผลผลิตออกมามากที่สุด หรือพูดอีกอย่างว่าทำให้งานนั้นมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลไปพร้อม ๆ กันในปัจจุบันคนส่วนใหญ่มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นกว่าเมื่อก่อน และได้มีสหภาพแรงงานเกิดขึ้น (องค์การแรงงานระหว่างประเทศ, 2550) ได้ให้คำจำกัดความของการยศาสตร์ไว้ว่า “การประยุกต์ใช้วิชาการทางด้านชีววิทยาของมนุษย์ และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับคนงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงานของเขาเพื่อให้คนงานเกิดความพอใจในการทำงาน และได้ผลผลิตสูงสุด” ดังนั้น การยศาสตร์จึงเป็นวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปรับงานให้เข้ากับความสามารถทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจ ในหลายทศวรรษที่ผ่านมาได้มีผู้ให้ความหมายของ “Ergonomics” ในเชิงปฏิบัติว่าคือ “การศึกษาเกี่ยวกับการประสานกันหรืออันตรกิริยาระหว่างมนุษย์ และเครื่องมืออุปกรณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ทำงานอยู่” (สุทธิดา กรุงไกรวงศ์, 2544) ความหมายนี้ดูเหมือนจะครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดไว้แล้ว คือ มนุษย์ เครื่องมืออุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม และอันตรกิริยาที่ซับซ้อนระหว่างปัจจัยทั้งสามนี้ ความหมายของคำว่า “Ergonomics” อีกอย่างหนึ่งที่ขยายความเพิ่มขึ้นจากที่กล่าวมาแล้วโดยครอบคลุมถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องมืออุปกรณ์สถานีงาน และระบบงาน เพื่อให้บุคคลผู้ใช้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด Sanders and McCormick (1987) ได้ให้ความหมายที่เน้นความสำคัญของมนุษย์เป็นหลักกล่าวคือ การยึดลักษณะธรรมชาติมนุษย์เป็นเกณฑ์สำหรับการออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ และวิธีการทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมใด ๆ อย่างมีเป้าหมายกล่าวคือการใช้ความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยอาศัยเหตุผลที่

สอดคล้องกันระหว่างระบบ คน เครื่องมืออุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนทำงาน

ความหมายของคำว่าการยศาสตร์นั้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดาใช้คำว่า Human factors ในขณะที่ประเทศทางแถบยุโรป รวมถึงประเทศไทยใช้คำว่า เออร์โกโนมิคส์ ทั้งสองคำนี้มีความหมายในทางปฏิบัติไม่แตกต่างกัน บางครั้งอาจได้ยินคำว่า Human factors engineering หรือ Human engineering บ้าง ก็ให้เข้าใจว่าหมายถึง เออร์โกโนมิคส์นั่นเอง

สำหรับการใช้คำภาษาไทยในความหมายของเออร์โกโนมิคส์นั้นเท่าที่ผ่านมาก็ใช้คำว่า “วิทยาการจัดสภาพงาน” หรือคำอื่น ๆ แล้วแต่ความต้องการในการสื่อความหมาย และในท้ายที่สุดคณะกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์สาขาเครื่องกล และอุตสาหกรรมของราชบัณฑิตยสถานได้ พิจารณาบัญญัติศัพท์ของคำว่า เออร์โกโนมิคส์ ไว้คือ “การยศาสตร์” ได้อธิบายว่า การย เป็นคำในภาษาสันสกฤต หมายถึง การงานหรือ work และศาสตร์ก็คือ วิทยาการ หรือ science นั่นเอง รวมความเป็น Work science ในปัจจุบันคำว่า “การยศาสตร์” เป็นที่ยอมรับ และใช้กันแพร่หลายมากขึ้น (โกวิท ศาสตราวุฒิ, 2529)

2.4.1 ความสำคัญของการยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นการจัดสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ตลอดจนการปฏิสัมพันธ์ระห่างคนกับเครื่องมือ มีอะไรบ้างที่เรารู้เกี่ยวกับร่างกาย และจิตใจมนุษย์ขณะทำงาน “จากความรู้ดังกล่าว เราควรออกแบบงาน เครื่องมือ สถานที่ทำงานให้มนุษย์ได้ทำงาน อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งมีความพอใจ และมีความสุขในการทำงาน” Kroemer and et al. (1993) ส่วนประกอบในการทำงานประกอบด้วย

2.4.1.1 มนุษย์

2.4.1.2 Interaction ในการทำงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เป็นต้น

2.4.1.3 สภาวะแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ แสง สี เสียง

ซึ่งหลักทางการยศาสตร์เป็นการพยายามปรับงานให้เข้ากับคนคือปรับงานให้ทุกคนทำได้ และในท้ายสุดคือการปรับคนให้เข้ากับงาน ตัวอย่างเช่น การคัดเลือกคนเข้าทำงานเป็นแอร์โฮสเตส ต้องดูรูปร่างประกอบ ถ้าอ้วนไปการทำงานบนเครื่องบินอาจไม่คล่องตัว เป็นต้น

2.4.2 ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

2.4.2.1 สภาพแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ เสียง แสง ความสั่นสะเทือน อุณหภูมิ อากาศ สารเคมี

2.4.2.2 สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ เครื่องมือ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องจักร

2.4.2.3 ลักษณะงานปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

1) จิตวิทยาสังคม ได้แก่ ความพอใจในการทำงาน ครอบครัว บุคลิกภาพ

2) ร่างกายได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัว ความสูง และน้ำหนักสัดส่วนของร่างกาย

3) ปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโรคทางระบบกระดูก และกล้ามเนื้อ

4) กิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก (Forceful Exertions)

5) กิจกรรมที่ทำซ้ำซาก (Repetitive Motions)

6) การบริหารจัดการ และจิตวิทยาสังคม (Organization and Psychosocial Work Factors)

7) ความสั่นสะเทือน (Vibration)

8) กิจกรรมที่ยาวนาน (Prolonged Activities)

9) ท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Awkward Working Postures)

10) การกดเฉพาะที่ (Localized Contact Stress)

การประยุกต์ใช้หลักการทำงาน ควรปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ไม่ควรอยู่ในท่านั้นนาน ๆ ที่สำคัญการออกกำลังกายแบบแอโรบิค หรือการ Stretching ซึ่งจะพบเห็นได้ว่า พนักงานที่มี aerobic capacity สูง อัตราการพบแพทย์น้อยลง ในบริบทของการทำงานนั้น จะเห็นได้ชัดว่าถ้ามีการนำหลักการของการยศาสตร์มาใช้ในสถานที่ทำงานจะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของงาน ตลอดจนลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากงานได้อีกด้วย

2.4.3 การวิเคราะห์งานทางการยศาสตร์

การดำเนินงานในการจัดเก็บ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ด้วยเทคนิค และวิธีการต่าง ๆ เหมาะสม เช่น การใช้แบบสอบถาม แบบสำรวจ ตรวจสอบ หรือ การวัดด้วยเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการออกแบบ และปรับปรุงงานให้มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยที่ดีขึ้น ซึ่งจะต้องหาข้อมูลประกอบ ได้แก่

2.4.3.1 คน และท่าทางการทำงาน

2.4.3.2 ลักษณะงาน หรือ วิธีการทำงาน

2.4.3.3 ลักษณะเครื่องมือ และการใช้

2.4.3.4 ลักษณะเครื่องจักร และการใช้

3.4.3.5 ลักษณะของสถานีงาน และเนื้อที่ในการทำงาน

3.4.3.6 ลักษณะของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

3.4.3.7 ลักษณะขององค์กร และการจัดการ

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ในทางการยศาสตร์

ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของมนุษย์นั้นมีอยู่มากมายหลายปัจจัยโดยมีทั้งปัจจัยในตัวของมนุษย์เอง เช่น สุขภาพกาย สุขภาพจิต ความถนัด เป็นต้น และปัจจัยภายนอก เช่น สิ่งแวดล้อมทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต ซึ่งได้แก่ บุคคล องค์กร อาคารสถานที่ ลักษณะงาน เป็นต้น

ในการนำเอาหลักการทางการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดสภาพแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์นั้น ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งถูกใช้งานมากน้อยไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะอาชีพ และงานของ แต่ละบุคคล รวมทั้งในส่วนของตัวบุคคลเองนั้น อวัยวะในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะต้องทำงานสอดประสานกันภาวะผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งจะมีผลกระทบต่ออวัยวะอีก ส่วนหนึ่งเสมอ ดังนั้นการศึกษาถึงลักษณะการทำงานของอวัยวะแต่ละส่วน และหาวิธีหลีกเลี่ยงหรือป้องกันอันตรายจากการทำงาน รวมทั้งการเข้าใจถึงวิธีการทำงาน และความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในการใช้โครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงาน ซึ่งมีโครงสร้างหลักที่มักถูกใช้ งานอยู่ตลอดเวลา 5 ส่วน คือ ส่วนของมือ และข้อมือ ส่วนของแขน และไหล่ ส่วนของคอ และหลัง ส่วนของเข่า และขา และส่วน

ของดวงตา จึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการเพิ่มสมรรถภาพการทำงานของมนุษย์ โครงสร้างหลักของมนุษย์ 5 ส่วน ที่มักถูกใช้งานอยู่ ตลอดเวลานั้นอาจอธิบายได้ดังนี้

2.4.4.1 มือ และข้อมือ

ลักษณะโครงสร้างของมือ และข้อมือ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือส่วนของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวกับส่วนของระบบประสาทที่ช่วยรับความรู้สึก ในการใช้มือ และข้อมือทำงานควรคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ เพื่อความปลอดภัย และสุขภาพ โดยต้องคำนึงถึง ท่าทางปกติ และการออกแรงจับถือ ในการทำงานมือ และข้อมือควรอยู่ในตำแหน่งปกติที่เป็น ธรรมชาติในลักษณะเป็นแนวตรงคล้ายกับการจับมือทักทายกัน การวางตำแหน่งชิ้นงานควรให้

ข้อควรระวังในการใช้มือ และข้อ คือ พยายามหลีกเลี่ยงการบิด หรืองอข้อมือบ่อยครั้งเกินไป ไม่ควรออกแรงมากเกินความจำเป็น อาจใช้ถุงมือเพื่อป้องกันการบาดเจ็บถ้ามีความจำเป็น

2.4.4.2 แขน และไหล่

แขน และไหล่เป็นโครงร่างของร่างกายที่ต้องทำงานประสานกับข้อ และมือ แขนและไหล่สามารถเคลื่อนไหวได้หลายทิศทาง เช่น การเคลื่อนไหวโดยเหยียดแขน และไหล่ตรงออกไปข้างหน้า (Flexion) ซึ่งทำงานตรงกันข้ามกับการที่แขน และไหล่เคลื่อนไปทางด้านหลัง (extension) รวมทั้งการเหยียดแขนตรงไปทางด้านข้างของลำตัว (abduction) และงอแขนกลับเข้าหาลำตัว adduction ในการทำงานควรให้แขน และไหล่อยู่ในท่าปกติหรือใกล้เคียงท่าปกติถือว่าสบายมากที่สุด คือให้อยู่ในระดับของการจับมือทักทายกัน ข้อศอกควรอยู่แนบลำตัว และเมื่อทำงานข้อศอก ควรอยู่ในระดับต่ำหรือระดับที่รองรับน้ำหนักในการทำงานของท่อนแขนเพื่อให้ท่อนแขนทำงานได้สะดวก

ข้อควรระวังในการทำงานของแขน และไหล่ คือ ควรหลีกเลี่ยงการยกแขน และไหล่ เอื้อมมือไปจับสิ่งใดจนสุดเอื้อม การลดความถี่ในการยืนแขนออกไปจับวัสดุอุปกรณ์โดยจัดวางวัสดุอุปกรณ์ไว้ตรงหน้า การหลีกเลี่ยงการยกหรือโยนชิ้นงานขึ้นเหนือศีรษะ การเคลื่อนไหวควร เป็นไปอย่างช้า ๆ สม่ำเสมอ ไม่ควรเร่งทำหรือออกแรงรวดเร็ว การหลีกเลี่ยงการทำงานท่าเดิม หรืองานเดียวตลอด และหาโอกาสขยับแขน และไหล่ให้มีการคลายตัวของกล้ามเนื้อ บริหารกล้ามเนื้อแขน และไหล่อยู่เสมอรวมทั้งการใช้เครื่องมือช่วยในการจับวัสดุหรือชิ้นงาน เป็นต้น

2.4.4.3 คอ และหลัง

โครงสร้างคอ และหลังของมนุษย์ประกอบด้วยข้อกระดูกย่อย ๆ ต่อกันมากมายของกระดูกสันหลัง และมีกล้ามเนื้อเอ็นช่วยยึดส่วนต่าง ๆ ของโครงร่างเข้าด้วยกัน ท่ายืนปกติใน ลักษณะตัวตรงกระดูกสันหลังมีรูปร่างคล้ายตัวเอส โดยโค้งสลับกัน คือ กระดูกสันหลังส่วนคอ และเอวจะโค้งไปด้านหน้า ส่วนลำตัว สะโพก และก้นกบจะโค้งไปตามด้านหลัง กระดูกสันหลัง ถือเป็นแกนของร่างกายที่ทำหน้าที่รับแรงกด และเป็นส่วนที่อยู่ของเส้นเลือด และเส้นประสาท หากเกิดอาการบาดเจ็บที่ส่วนนี้จะทำให้เจ็บปวด และทรมานมาก

ข้อควรระวังในการเคลื่อนไหวของคอในขณะทำงานที่ไม่ควรให้เกิดขึ้นบ่อย ได้แก่การเอียงคอ (tilt) ไปทางด้านข้าง การก้มเงยคอ (Flexion and extension) ไปมา การหันหน้าไปมา (Side to side) ซึ่งจะทำให้กระดูกส่วนคอซ้อนหมุนทับกันไปมา ทำให้เกิดแรงกดบนหมอนรองกระดูกส่วนการเคลื่อนไหวส่วนหลังขณะทำงานที่ไม่ควรเกิดขึ้นบ่อย คือ การงอหลัง หรือการโน้มตัวไปทาง

ด้านหน้า (Forward bending) การบิดเอี้ยวตัวตรงกระดูกส่วนเอว (Lumbar twisting) และการเอียงลำตัวไปทางด้านใดด้านหนึ่ง (Lateral back movement)

ในการทำงานในท่านั่งไม่ควรทำให้เกิดความรู้สึกอ่อนล้าของช่วงคอ และหลัง ควรนั่งให้โครงกระดูกโค้งงอได้จังหวะพอดีตามธรรมชาติ ส่วนของท่อนขาเหนือหัวเข่าทำมุมกับลำตัว ±90 องศา เก้าอี้ควรมีส่วนรองรับสะโพก ข้อศอก และส่วนหลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณช่วง เอว ซึ่งขัดยอกได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น การเอื้อมหยิบจับวัสดุอุปกรณ์ควรอยู่ในรัศมีที่หยิบจับได้ง่าย ควรเปลี่ยนท่านั่งเป็นครั้งคราวอย่างสม่ำเสมอช่วยให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น

การทำงานในท่ายืนควรยืนให้ได้โครงสร้างของกระดูกจัดเรียงกันได้จังหวะตามธรรมชาติ ปรับระดับของพื้นที่ทำงานให้มีความสูงพอเหมาะ จัดวางวัสดุอุปกรณ์ให้อยู่ในระยะ เอื้อมถึงได้สะดวกหลีกเลี่ยงท่าโค้งงอตัวลงในขณะทำงาน ในส่วนการรักษาสมดุลในการยืน ควรมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนท่าไปมา และใช้วิธีกายบริหารเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อบริเวณหลัง

2.5 ท่าทางการทำงานที่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์

หลักเกี่ยวกับการออกแบบท่าทางสำหรับยืนทำงาน

2.5.1 ไม่ควรแหงนคอ เงยหน้า หรือก้มหน้ามากเกินไปขณะยืนทำงาน

2.5.2 ไม่ควรเอื้อมมือไปในระดับที่สูงมากกว่าระดับความสูงไหล่/ท่ายืน หรือระดับต่ำกว่าระดับความสูงข้อนิ้ว (Knuckle height) เพราะการหยิบฉวยสิ่งของทำได้ลำบาก ต้องยืดตัวต้องเขย่งปลาย เท้าหรือต้องย่อตัวก้มตัวมาหยิบจับสิ่งของ

2.5.3 ไม่ควรบิดลำตัว เอี้ยวตัว หรือเอียงตัวไปทางด้านข้างมากเกินไปเป็นเวลานาน ๆ

2.5.4 ไม่ควรเอนร่างกายส่วนบนไปทางด้านหลังหรือโน้มไปข้างหน้ามากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานยกย้ายสิ่งของด้วยแรงคน

2.5.5 ไม่ควรยืนทิ้งน้ำหนักตัวลงบนเท้าข้างใดข้างหนึ่งเพียงเท้าเดียว เช่น หลีกเลี่ยงการทำงานที่ต้องใช้เท้าข้างเดียวควบคุมดันบังคับเครื่องจักรอยู่ตลอดเวลาขณะที่อีกเท้าหนึ่งใช้เพื่อการยืนทรงตัว เท่านั้น

2.5.6 ควรสวมรองเท้าที่เหมาะสม มีความมั่นคง แข็งแรง และคับพอดีเท้า รองเท้าที่ดีควรมีรองพื้นด้านในที่นุ่มหนาเพียงพอที่จะรองรับส้นเท้า และส่วนโค้งช่วงกลางฝ่าเท้าได้ดี

2.5.7 ขณะเอื้อมมือหยิบของที่อยู่สูง ให้ใช้ที่หนุนเท้าช่วยต่อระยะให้มีความสูงพอดี และเก็บสะโพกอยู่ในแนวย้อยต่ำลง อย่ายกบิดสะโพกให้งอนยกขึ้น

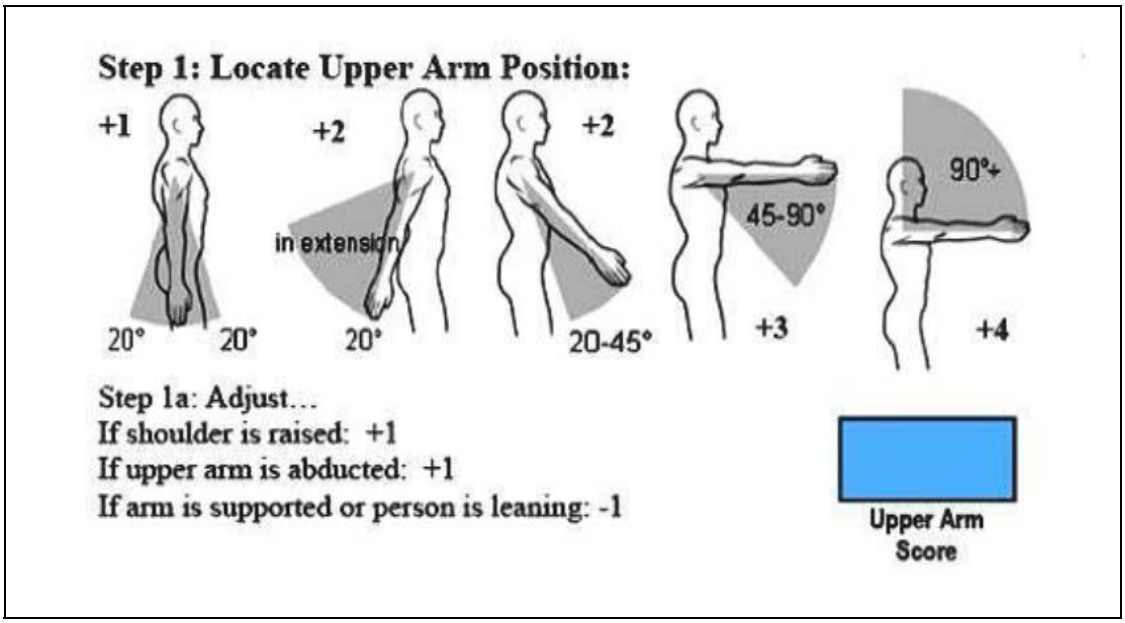
2.6 การวิเคราะห์และการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์

2.6.1 การวิเคราะห์ และการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยใช้ RULA

RULA (Rapid Upper Limb Assessment) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ และประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Dr. Lynn McAtamney และ Dr. E Nigel Corlett จาก Institute for Occupational Ergonomics, University of No ttingham ประเทศอังกฤษ โดยได้เผยแพร่เรื่อง RULA: a survey method for the investigation of work - related upper limb disorders ในวารสาร Applied Ergonomics (1993)

2.6.1.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ และประเมินปัจจัยเสี่ยงในการวิเคราะห์ และการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยใช้ RULA จะแบ่งร่างกายออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรก หรือ ส่วน A ประกอบด้วยแขนส่วนบน (Upper Arm) แขนส่วนล่าง (Lower Arm) และข้อมือ (Wrist) และกลุ่มที่สอง หรือ ส่วน B ประกอบด้วยคอ (Neck) ลำตัว (Trunk) และขา (Leg) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1) กลุ่มแรก (ส่วน A): เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน แขนส่วนล่าง และของข้อมือ



ภาพที่ 2.1 การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนบน
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

1.1) ขั้นตอนที่ 1 การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนบน (Upper Arm)

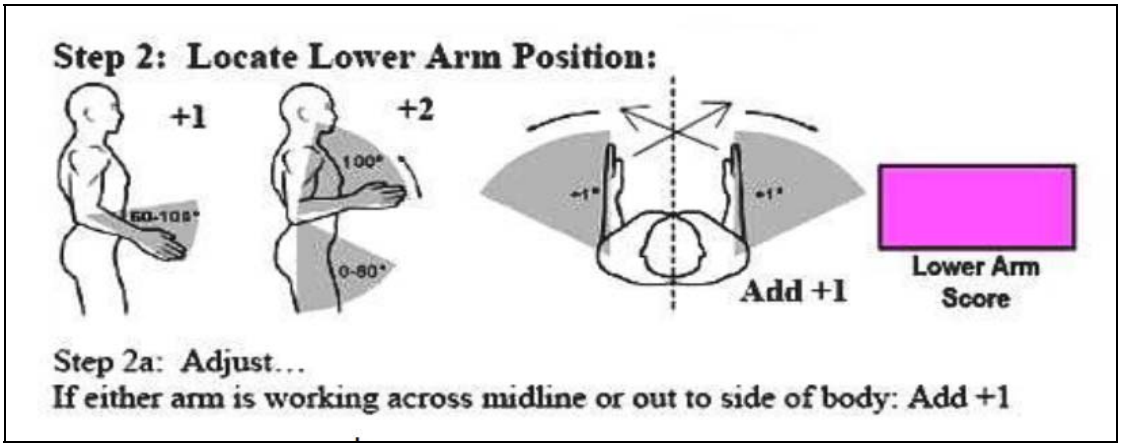
คะแนน 1 = แขนส่วนบนยกขึ้นด้านหลัง (Extension) 20 องศา ถึงด้านหน้า(Flexion) 20 องศา

คะแนน 2 = แขนส่วนบนยกขึ้นด้านหลัง (Extension) มากกว่า 20 องศา หรือด้านหน้า (Flexion) 20 ถึง 45 องศา ดังแสดงในภาพที่ 2.1

คะแนน 3 = แขนส่วนบนยกขึ้นด้านหน้า 45 ถึง 90 องศา ดังแสดงในภาพที่ 2.1

คะแนน 4 = แขนส่วนบนยกขึ้นด้านหน้ามากกว่า 90 องศา ดังแสดงในภาพที่ 2.1

ถ้ามีการยกของไหล่ ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 ถ้ามีการกางแขน ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 ถ้าแขนมีที่รองรับหรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน -1



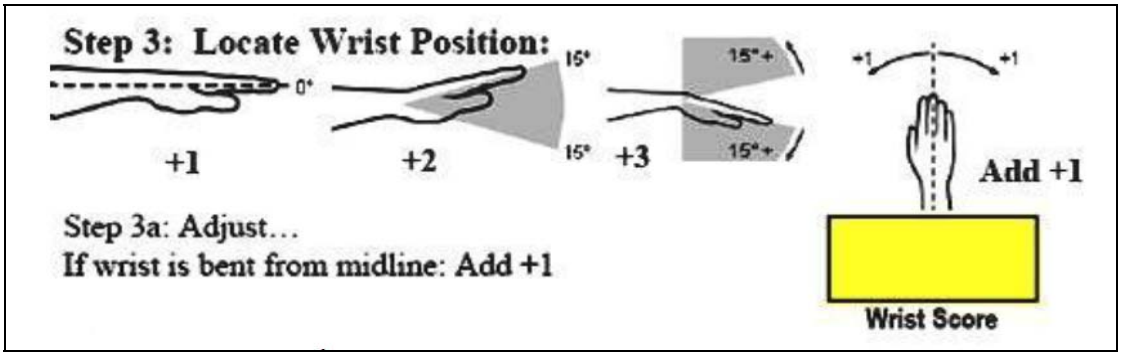
ภาพที่ 2.2 การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนล่าง
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

1.2) ขั้นตอนที่ 2 การประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนล่าง (Lower Arm หรือ Forearm)

คะแนน 1 = แขนส่วนล่างอยู่ในแนวระดับการทำงานปกติ งอขึ้น (Flexion) 60 ถึง 100 องศา

คะแนน 2 = แขนส่วนล่างงอลงน้อยกว่า 60 องศาจากแนวดิ่ง หรืองอขึ้น (Flexion) มากกว่า 60 องศาถ้ามีการทำงานไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 ถ้ามีลักษณะกางแขนออกไปด้านข้างลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก + 1 ดังแสดงในภาพที่ 2.2

1.3) ขั้นตอนที่ 3 การประเมินอิริยาบถท่าทางของมือ และข้อมือ (Hand and Wrist)



ภาพที่ 2.3 การประเมินอิริยาบถท่าทางของมือ และข้อมือ
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

คะแนน 1 = ข้อมืออยู่ในแนวตรงเป็นปกติตามธรรมชาติ
คะแนน 2 = ข้อมือกระดกขึ้น หรือลงไม่เกิน 15 องศา

คะแนน 3 = ข้อมือกระดกขึ้น หรือลงตั้งแต่ 15 องศา ถ้ามีการเบี่ยงข้อมือออก ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 ดังแสดงในภาพที่ 2.3

1.4) ขั้นตอนที่ 4 การประเมินอิริยาบถท่าทางการบิดข้อมือ (Wrist Twist)

คะแนน 1 = ข้อมือไม่บิด

คะแนน 2 = ข้อมือหมุนบิดข้อมือหรือมากเกือบสุด

1.5) ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 โดยใช้ตารางที่ 2.1 นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ท่าทางของแขน และข้อมือในขณะทำงานมาเปิดค่าคะแนนรวมในตารางที่ 2.1 เช่น จาการประเมินอิริยาบถท่าทางของแขนส่วนบน แขนส่วนล่างและของข้อมือได้ดังนี้คะแนนของแขนส่วนบน (แขนส่วนบนยกขึ้นด้านหน้า 20 ถึง 45 องศา) = 2 คะแนนของแขนส่วนล่าง (แขนส่วนล่างอยู่ในแนวระดับการทำงานปกติ งอขึ้น 60 ถึง 100 องศา) = 1 คะแนนของมือ/ข้อมือ (ข้อมืออยู่ในแนวตรงเป็นปกติตามธรรมชาติ) = 1 คะแนนของการบิดข้อมือ (ข้อมือไม่บิด) = 1 ได้คะแนนท่าทางของมือและข้อมือ = 2 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปผลการให้คะแนนจากนำข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 ถึง 4

UPPER ARM	LOWER ARM	WRIST POSTURE SCORE							
		1		2		3		4	
		TWIST		TWIST		TWIST		TWIST	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

1.6 ขั้นตอนที่ 6 ประเมินระดับของการใช้แรงของกล้ามเนื้อ

ถ้าท่าทางการทำงานมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่ (Static) เช่น ใช้แรงเกร็งกล้ามเนื้อต่อเนื่องนานกว่า 10 นาที หรือทำซ้ำ ๆ เกินกว่า 4 ครั้งต่อนาที หรือมากกว่า ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก 1คะแนน

1.7 ขั้นตอนที่ 7 ประเมินภาระงาน/แรง

คะแนน 0 = ภาระงานที่ทำ ได้แก่ แรงที่ใช้ หรือน้ำหนักที่ถือ น้อยกว่า 2 กิโลกรัม

คะแนน 1 = ภาระงาน ถือ หรือใช้แรงนาน ๆ ครั้ง 2 ถึง 10 กิโลกรัม

คะแนน 2 = ภาระงาน ถือ หรือใช้แรงตลอดเวลา หรือซ้ำ ๆ 2 ถึง 10 กิโลกรัม

คะแนน 3 = ภาระงาน ถือ หรือใช้แรงแบบ Static หรือซ้ำ ๆ มากกว่า 10 กิโลกรัมหรือออกแรงอย่างรวดเร็ว

1.8) ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขน และมือ

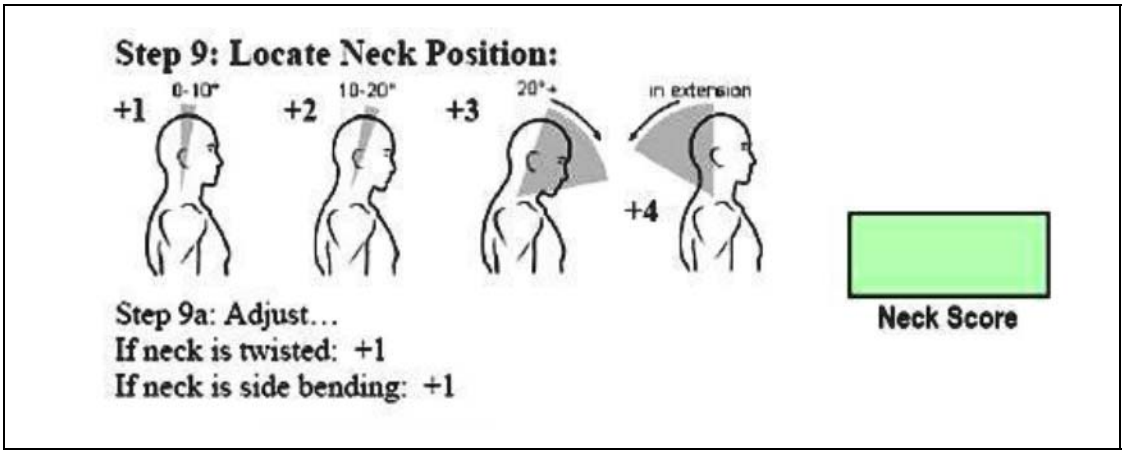
รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 5 ถึง 7 ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้เปิดตารางที่ 2.4 ในการประเมินผลร่วมกับร่างกายส่วนที่เหลือดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขน และมือ

	คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 15 (คอ ลำตัว ขา)							
		1	2	3	4	5	6	7+
คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8 (มือ และข้อมือ)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

2) กลุ่มที่สอง (ส่วน B) เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของคอ ลำตัว และขา

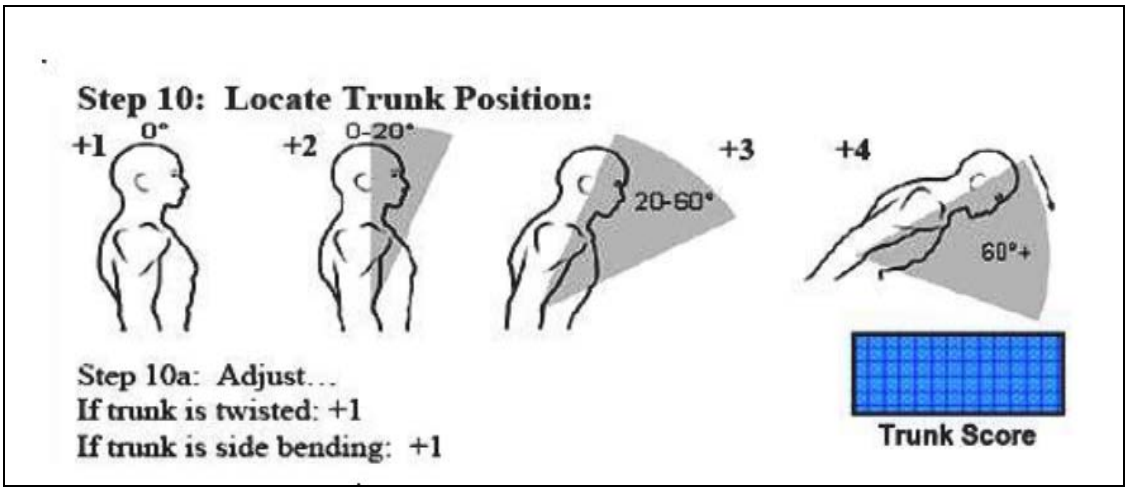
2.1) ขั้นตอนที่ 9 การประเมินอิริยาบถท่าทางของคอ



ภาพที่ 2.4 การประเมินอิริยาบถท่าทางของคอ
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

คะแนน 1 = ก้มศีรษะ 0 - 10 องศา
คะแนน 2 = ก้มศีรษะ 10 - 20 องศา
คะแนน 3 = ก้มศีรษะมากกว่า 20 องศา
คะแนน 4 = เงยศีรษะ ดังแสดงในภาพที่ 2.4
ถ้ามีการหมุน (Twist) ศีรษะด้วย ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก + 1
ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก + 1 ดังภาพที่ 2.4

2.2) ขั้นตอนที่ 10 การประเมินอิริยาบถท่าทางของลำตัว (Trunk)



ภาพที่ 2.5 การประเมินอิริยาบถท่าทางของลำตัว
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

คะแนน 1 = ลำตัวอยู่ในแนวตรงเมื่อยืน หรือนั่งโดยมีพนักพิงหลังอย่างดี มีมุมที่สะโพกตั้งแต่ 90 องศาเอียงไม่เกิน - 20 องศา

คะแนน 2 = ลำตัวโน้มไปด้านหน้า 0 - 20 องศา

คะแนน 3 = ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 20 - 60 องศา

คะแนน 4 = ลำตัวโน้มไปด้านหน้ามากกว่า 60

ถ้ามีการหมุนลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก + 1

ถ้ามีการเอียงลำตัวไปด้านข้าง ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก + 1 ดังรูปที่ 2.5

2.3) ขั้นตอนที่ 11 การประเมินอิริยาบถท่าทางของขา

คะแนน 1 = ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา โดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี

คะแนน 2 = ถ้าไม่สมดุล หรือพื้นรองรับเท้าไม่ดี

2.4) ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นตอนที่ 9 - 11 เป็นการสรุปท่าทางของศีรษะ ลำตัว ขา และเท้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 9 ขั้นตอนที่10 และขั้นตอนที่ 11 (วิธีการเดียวกับการใช้ตาราง A ในขั้นตอนที่ 5) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คะแนนท่าทางของคอ (ศีรษะ) ลำตัว และขา

คะแนนท่าทางของคอ (ศีรษะ)	คะแนนท่าทางของลำตัว											
	1		2		3		4		5		6	
	ขา		ขา		ขา		ขา		ขา		ขา	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	77
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

2.5) ขั้นตอนที่ 13 ประเมินระดับลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ

เป็นการประเมินลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อว่าเป็นแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่ (Static) หรือแบบเคลื่อนไหว (Dynamic) ด้วยความถี่มากน้อยขนาดไหนถ้ามีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่เป็นเวลานาน (เช่น นานกว่า 10 นาที) หรือการทำงานแบบซ้ำ ๆ ไปมา ด้วยความถี่ 4 ครั้งต่อนาที หรือสูงกว่า ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1

2.6) ขั้นตอนที่ 14 ประเมินระดับภาระงานจากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้เป็น การพิจารณาน้ำหนักของที่ยกหรือแรงที่ใช้ในการทำงาน เช่น แรงผลัก แรงกด แรงดึง เป็นต้น

คะแนน 0 = ภาระงานหรือออกแรง น้อยกว่า 2 กิโลกรัม ทำนาน ๆ ครั้ง

คะแนน 1 = ภาระงานหรือออกแรง 2 - 10 กิโลกรัม ทำครั้งคราว

คะแนน 2 = ภาระงานแบบ Static 2 กิโลกรัม หรือภาระงาน หรือออกแรงซ้ำ ๆ 2 -10 กิโลกรัม

คะแนน 3 = ภาระงานแบบ Static ตั้งแต่ 10 กิโลกรัม หรือภาระงานหรือออกแรง ตั้งแต่ 10 กิโลกรัม หรือออกแรงอย่างรวดเร็ว

2.7) ขั้นตอนที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า

เป็นผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 12 ซึ่งได้จากตารางที่ 2.3 รวมกับคะแนนในขั้นตอนที่ 13 - 14 ซึ่งเป็นลักษณะการใช้งานกล้ามเนื้อ และภาระงานที่ต้องทำ คะแนนรวมที่ได้ใส่ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อนาไปเปิดตารางสรุปผลของ RULA ในตารางที่ 2.4

2.8) ขั้นตอนที่ 16 หรือขั้นสุดท้าย คือการสรุปผลระดับคะแนนของ RULA ในตารางที่ 2.4

นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 และคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 15 ไปใช้ในการเปิดตารางที่ 2.4 ช่องที่ตัดกันระหว่างคะแนนทั้งสอง เป็นระดับคะแนนสุดท้ายของ RULA ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การสรุปผลระดับคะแนนของ RULA

ตาราง ก		**คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 15**						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7+**
คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

2.6.1.2 การสรุปผลการวิเคราะห์งานโดยใช้ RULA

จากตารางที่ 2.4 สามารถประเมินปัจจัยเสี่ยง ได้ 4 ระดับ ดังนี้

1) ระดับคะแนน 1 ถึง 2 หมายความว่า งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาการศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำ ๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

2) ระดับคะแนน 3 ถึง 4 หมายความว่า งานนั้นควรมีการศึกษาในละเอียดมากขึ้นและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง อาจมีความจำเป็นต้องมีการออกแบบงานใหม่

3) ระดับคะแนน 5 ถึง 6 หมายความว่า งานนั้นเริ่มมีปัญหาการยศาสตร์ ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติม และรีบดำเนินการปรับปรุงแก้ไขลักษณะงานดังกล่าวโดยเร็ว

4) ระดับคะแนน 7 หมายความว่า งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงในทันที

2.6.2 การวิเคราะห์ และการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยใช้ REBA

การประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA เป็นการประเมินความเสี่ยงต่อระบบกล้ามเนื้อ และโครงร่างที่พัฒนาขึ้นโดย Hignett and McAtamney จากสถาบันการยศาสตร์ในการทำงานแห่งมหาวิทยาลัย น๊อตติงแฮม ประเทศอังกฤษ ซึ่งพัฒนามาจาก RULA เพื่อใช้ในการตรวจสอบปัจจัยเสี่ยงของการบาดเจ็บของโรคทางระบบกล้ามเนื้อ และโครงกระดูก โดยใช้หลักการเช่นเดียวกับ RULA ซึ่งในการประเมิน REBA นั้นใช้วิธีการให้คะแนนในแต่ละส่วนของร่างกาย เทียบกับตาราง 3 ตาราง ได้แก่ ตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.6 และการให้คะแนนได้แบ่งอวัยวะในการพิจารณาออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ประกอบด้วย ลำตัว คอ และขา กลุ่ม B ได้แก่ ต้นแขน แขน และข้อมือ อวัยวะในกลุ่ม A ประเมินคะแนนเทียบโดยจากตารางที่ 2.4 และอวัยวะกลุ่ม B ประเมินคะแนนโดยเทียบจากตารางที่ 2.5 แล้วนำคะแนนที่ได้จากทั้ง 2 ตารางมาคำนวณร่วมกันในตารางที่ 2.4 โดยคะแนนที่ได้เป็นคะแนนสรุปเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง และการตัดสินใจในการปรับปรุงแก้ไขในการทำงานขั้นตอนการประเมินด้วย REBA มีดังนี้

วิธี REBA นั้นจะแบ่งการประเมินออกเป็น กลุ่ม A คือ ลำตัว คอ ขา และกลุ่ม B คือ แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ โดยกลุ่ม A จะรวมกับค่าการใช้แรง และกลุ่ม B จะนำมารวมกับค่าการจับยึดของการทำงาน

ขั้นตอนการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี REBA ทำได้โดยนำภาพ วิดีโอ การทำงานแบ่งเป็นภาพนิ่ง เป็นส่วนย่อย ๆ (Frame by frame) เพื่อกำหนดในแต่ละส่วนมีการเคลื่อนไหวน้อยมาก หรือไม่มีเลย ทำให้สามารถใช้วิเคราะห์เชิงสถิติ (Static Analysis) ได้

2.6.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะ และคอ

ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0 ถึง 20 องศาให้คะแนนเป็น 1

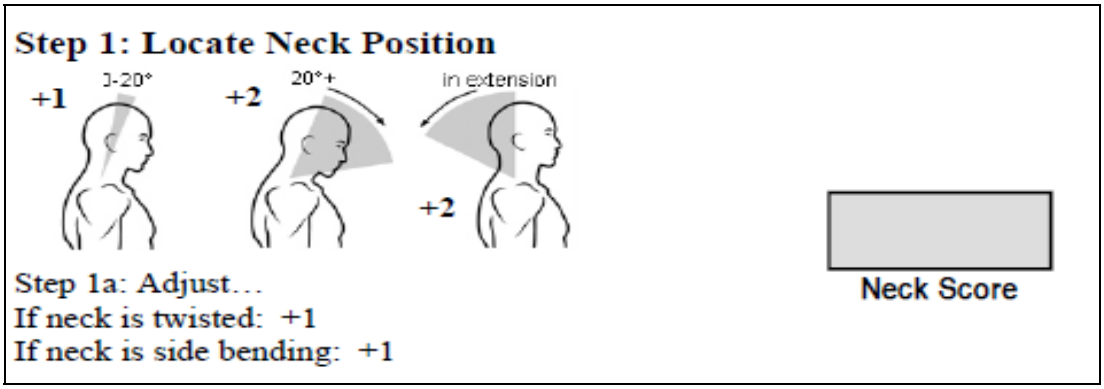
ถ้ามุมก้มมากว่า 20 องศา ให้คะแนนเป็น 2

ถ้ามีการเงยศีรษะคะแนนเป็น 2

ถ้ามีการหมุนศีรษะ (Twist) ให้คะแนนเพิ่ม 1

ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มเป็นอีก 1

คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน



ภาพที่ 2.6 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของคอ (Neck)
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

2.6.2.2 ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว

ลำตัวอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงเมื่อยืน หรือกรณีการนั่งมีพนักพิงรองรับอย่างดีที่มุมเอียงไม่เกิน -20 องศา ให้คะแนนเป็น 1

โน้มตัวไปทางด้านหน้าระหว่าง 1 ถึง 20 องศา ให้คะแนนเป็น 2

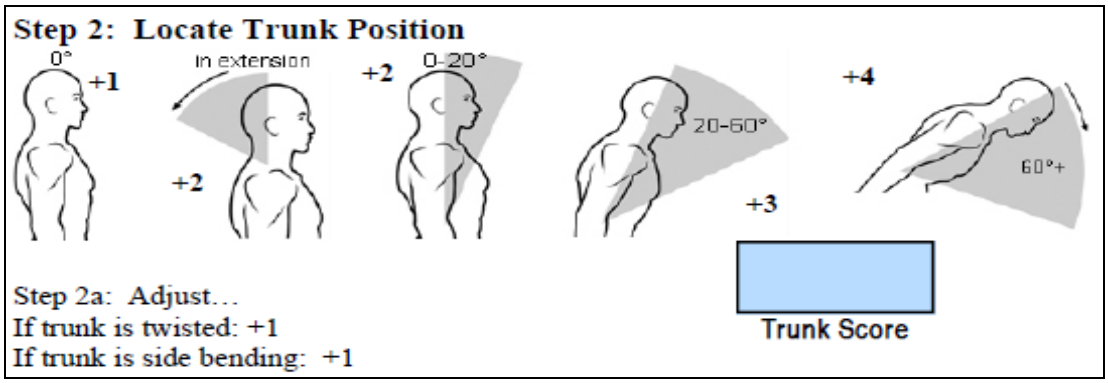
ลำตัวโน้มไปข้างหน้าระหว่าง 20 ถึง 60 องศา ให้คะแนนเป็น 3

ลำตัวโน้มไปข้างหน้ามากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเป็น 4

ลำตัวมีการหมุนให้คะแนนเพิ่มขึ้นอีกเป็น 1

ลำตัวมีการเอียงไปด้านหน้าให้คะแนนเพิ่มอีก 1

คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 5 คะแนน



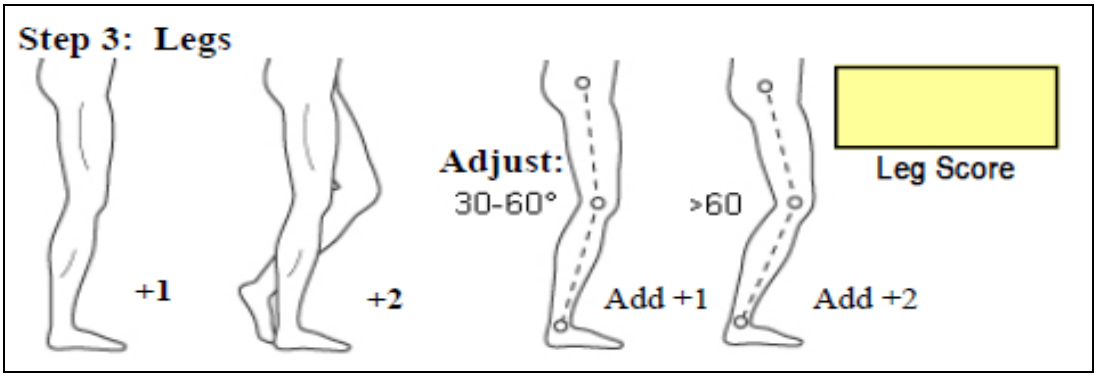
ภาพที่ 2.7 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของลำตัว (Trunk)
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

2.6.2.3 ขั้นตอนที่ 3 การประเมินท่าทางของขา และเท้า

ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา ตั้งตรง โดยเท้าสามารถวางลงบนที่มีการรองรับที่ดี ให้คะแนนเป็น 1

ถ้าไม่สมดุล งอเพียงเล็กน้อย หรือพื้นรองไม่ดี ให้คะแนนเป็น 2 ส่วน

มุมงอระหว่าง 30 ถึง 60 องศา ให้คะแนนเพิ่มอีก 1
มุมงอมากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเพิ่มอีก 2
คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน



ภาพที่ 2.8 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของขา และเท้า (Leg)
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

2.6.2.4 ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของคอ ลำตัว และขาทั้งสองข้าง
รวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 1 - 3 ไว้ในขั้นตอนนี้แล้วเปิดตารางที่ 2.5 จะได้คะแนนของการวิเคราะห์ คอ ลำตัว และขาทั้งสองข้าง

ตารางที่ 2.5 แบบประเมิน REBA ใช้ในการรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 1 – 3

Trunk posture score	Neck											
	1				2				3			
	Legs				Legs				Legs			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

2.6.2.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินภาระงานที่ทำ
ภาระงานที่ทำได้แก่แรงที่ใช้ หรือน้ำหนักที่ถือ น้อยกว่า 4 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0
ถ้าภาระงานมากกว่า 4 ถึง 10 กิโลกรัม ถือหรือใช้แรงนาน ๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น 1

ถ้าภาระงานมากกว่า 10 กิโลกรัม หรือใช้แรงแบบสถิต ให้คะแนนเป็น 2

ถ้าเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ หรือมีการใช้แรงทำงานดังกล่าวอย่างรวดเร็วให้คะแนนเพิ่ม +1

2.6.2.6 ขั้นตอนที่ 6 คะแนน Part A นำไปใช้ในตารางที่ 2.5

รวมคะแนนขั้นตอนที่ 4 ถึง 5 ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้เปิดตารางที่ 2.5 ในการประเมินผลร่วมกับร่างกายส่วนที่เหลือ

2.6.2.7 ขั้นตอนที่ 7 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (Upper Arm)

ระดับของแขน การยกที่สูงขึ้น ระดับคะแนนที่ให้มาขึ้น คะแนนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 4

ยกแขนส่วนบนไปด้านหลัง 20 องศา จนถึงยกแขนบนมาด้านหน้า 20 องศา ให้คะแนนเป็น 1

ยกแขนส่วนบนไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา จนถึงยกแขนส่วนบนมาด้านหน้ามากกว่า 20 ถึง 45 องศา ให้คะแนนเป็น 2

ยกแขนส่วนบนมาด้านหน้า 45 ถึง 90 องศา ให้คะแนนเป็น 3

ยกแขนส่วนบนมาด้านหน้า มากกว่า 90 องศา ให้คะแนนเป็น 4

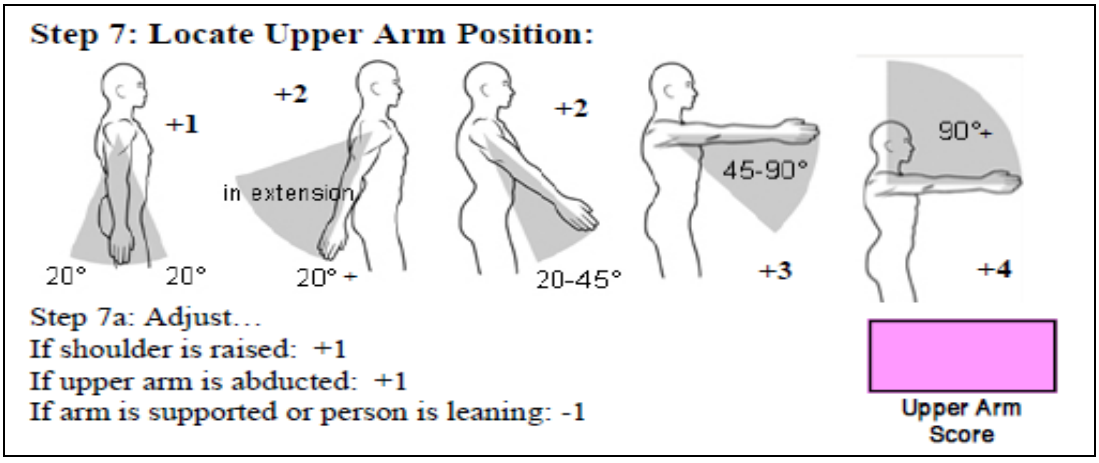
ถ้ามีการยกไหล่ให้เพิ่มคะแนนอีก 1

ถ้ามีการกางแขน ให้เพิ่มคะแนนอีก 1

ถ้าแขนมีที่รองรับหรือพาดอยู่ให้คะแนนเป็น – 1

คะแนนสูงสุดของขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน

ให้แยกการประเมินแขนซ้าย และแขนขวา



ภาพที่ 2.9 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน (Upper arm)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

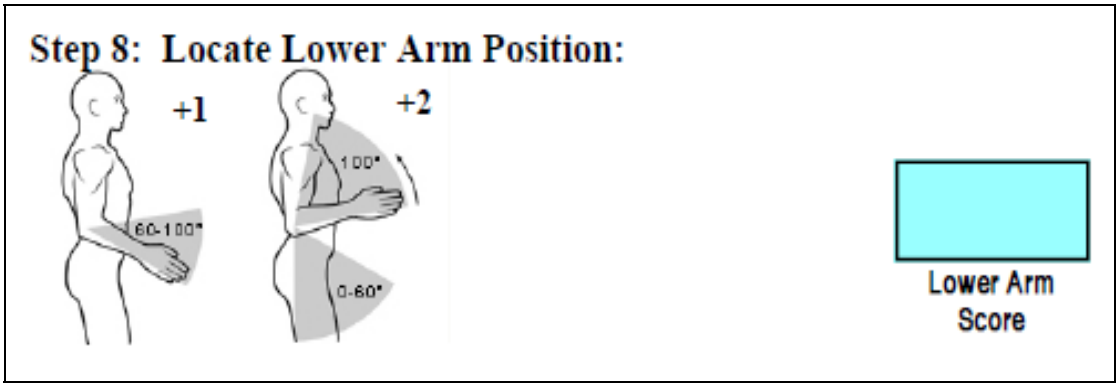
2.6.2.2 ขั้นตอนที่ 8 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (Lower are or Forearm)

ระดับของแขนส่วนล่างควรอยู่ในแนวระดับขณะทำงานหรืออยู่ในช่วงประมาณ 60 - 100 องศา วัดจากแนวดิ่ง ถ้ามุมของแขนส่วนล่างอยู่นอกช่วงดังกล่าวคะแนนตามรูปที่สองจากซ้าย

งอแขนส่วนล่างอยู่ในช่วง 60 ถึง 100 องศา ให้คะแนนเป็น 1

งอแขนส่วนล่างน้อยกว่า 60 องศา หรืองอแขนส่วนล่างมากกว่า 100 องศา ให้คะแนน 2

ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้าย และแขนขวา



ภาพที่ 2.10 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง (Lower arm)
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

2.6.2.9 ขั้นตอนที่ 9 การประเมินตำแหน่งมือ และข้อมือ (Hand and wrist)

ขณะทำงานข้อมือควรอยู่ในลักษณะตรงไม่บิดงอ ถ้าข้อมือมีการบิดงอจะให้คะแนนตามรูป (Flexion) และ (Extension)

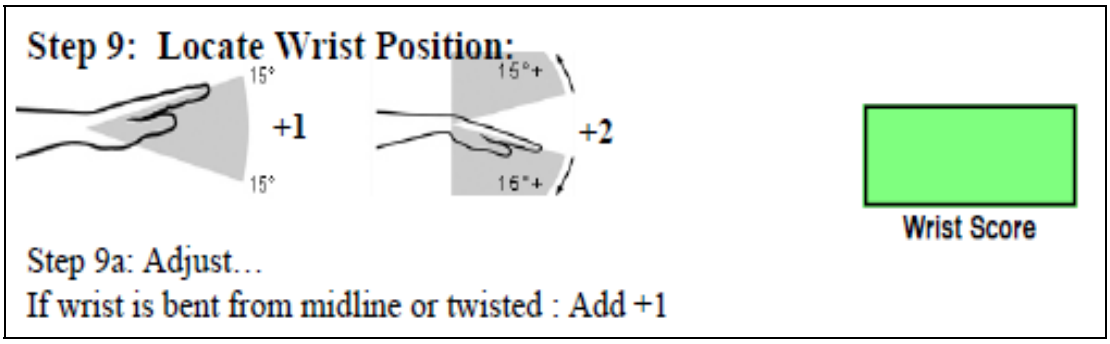
งอข้อมือ และกระดูกข้อมือขึ้นลง 0 ถึง 15 องศา ให้คะแนนเป็น 1

งอข้อมือ และกระดูกข้อมือขึ้นลงมากกว่า 15 องศา ให้คะแนนเป็น 2

ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงเบนข้อมือออก (deviation) ให้บวกคะแนนอีก 1

คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 3

ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้าย และแขนขวา



ภาพที่ 2.11 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ และข้อมือ (Hand and wrist)
ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

2.6.2.10 ขั้นตอนที่ 10 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 7 ถึง 9 โดยใช้ตารางที่ 2.6

ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 7 ถึง 9 ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ท่าทางของแขน และมือในขณะทำงานมาดูค่าคะแนนรวมในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แบบประเมิน REBA ใช้ในการรวมคะแนนข้นตอนที่ 7 – 9

Upper arm score	Lower arm					
	1			2		
	Wrist			wrist		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

2.6.2.11 ขั้นตอนที่ 11 ที่จับชิ้นงาน

มีที่จับชิ้นงานที่ดี เหมาะสม สามารถทำให้เกิดแรงในการทำงานให้คะแนน 0

มีที่จับชิ้นงานอยู่ในระดับพอใช้ ให้คะแนน 1

มีที่จับชิ้นอยู่ในระดับที่ไม่ดี ให้คะแนน 2

ไม่มีที่จับทำให้เกิด ท่าทางที่ไม่เหมาะสม ให้คะแนน 3

2.6.2.12 ขั้นตอนที่ 12 คะแนน Part B นำไปในตารางที่ 2.7

รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 10 ถึง 11 ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้เปิดตารางที่ 2.7 ในการประเมินผลร่วมกับร่างกายส่วนที่เหลือ

2.6.2.13 ขั้นตอนที่ 13 คะแนนกิจกรรม

ถ้ามีส่วนร่างกายอยู่ในท่าสถิต มากกว่า 1 นาที หรือเคลื่อนไหวด้วยท่าเดิมซ้ำ ๆ (มากกว่า 4 ครั้ง/นาที) หรือการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว และมีการเปลี่ยนท่าทางการทำงานไปให้คะแนน 1

2.6.2.14 ขั้นตอนที่ 14 สรุปผล

นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 6 และคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 12 ในการเปิดตารางที่ 2.4

นำคะแนนจากขั้นตอนที่ 13 มารวมกัน จะได้คะแนน REBA

ตารางที่ 2.7 แบบประเมิน REBA ใช้รวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 6 และ 12

	Score B												
Score A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

การสรุปผลการวิเคราะห์งานโดยใช้ REBA

เพื่อทราบถึงความเสี่ยงในการเกิด Work - related musculoskeletal disorders และระดับของความต้องการการแก้ไข โดยการให้คะแนน และแบ่งผลการประเมินเป็น 5 ระดับตามความเสี่ยง ดังนี้

ระดับที่ 1 คะแนนเท่ากับ 1 งานนั้นยอมรับได้ ไม่มีความเสี่ยง ยังไม่ต้องดำเนินการใด ๆ

ระดับที่ 2 คะแนนอยู่ที่ 2 ถึง 3 งานนั้นมีความเสี่ยงเล็กน้อย อาจมีความจำเป็นต้องปรับปรุงงาน

ระดับที่ 3 คะแนนอยู่ที่ 4 ถึง 7 งานนั้นมีความเสี่ยงปานกลาง เริ่มเป็นปัญหา ควรทำการปรับปรุงแก้ไข

ระดับที่ 4 คะแนนอยู่ที่ 8 ถึง 10 งานนั้นมีความเสี่ยงสูง ต้องได้รับการปรับปรุงอย่างรวดเร็ว

ระดับที่ 5 คะแนนตั้งแต่ 11 ขึ้นไปงานนั้นมีความเสี่ยงสูงมาก ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงทันที

2.6.3 Abnormal Index

Abnormal Index คือ ค่าดัชนีความผิดปกติ ซึ่งใช้สำหรับประเมินความล้า ทั้งทางด้านร่างกาย และทางด้านจิตใจภายหลังจากการทำงานครบรอบระยะเวลาการทำงานของพนักงาน โดยใช้ความรู้สึกของพนักงานเป็นเกณฑ์ในการประเมินเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การประเมิน ทำโดยสัมภาษณ์ใน 8 ด้าน ด้วยระดับคะแนน 0 - 9 (โดย 0 หมายถึง น้อยสุด และ 9 คือมากสุด)

2.6.3.1 ความล้าทั่วไป

2.6.3.2 ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวด และบาดเจ็บ

2.6.3.3 ระดับความสนใจต่องานที่ทำ

2.6.3.4 ความซับซ้อนของลักษณะงาน

2.6.3.5 ความยากง่ายของการทำงาน

2.6.3.6 จังหวะการทำงาน

2.6.3.7 ความรับผิดชอบในการทำงาน

2.6.3.8 ความเป็นอิสระในการทำงาน

การคำนวณค่าดัชนีความผิดปกติ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังสมการ

$$AI = \frac{\Sigma(1, 2, 4, 5, 6, 7) - \Sigma(3, 8)}{8} \qquad (2.1)$$

การคำนวณค่าดัชนีสามารถใช้ประเมินผลดังนี้

ตารางที่ 2.8 ผลการคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI)

AI	ผลประเมิน
0	ไม่มีปัญหาอะไรเลย
0 - 2	มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้
2 - 3	ต้องระมัดระวังเอาใจใส่
3 - 4	เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ได้
4	ผิดปกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที

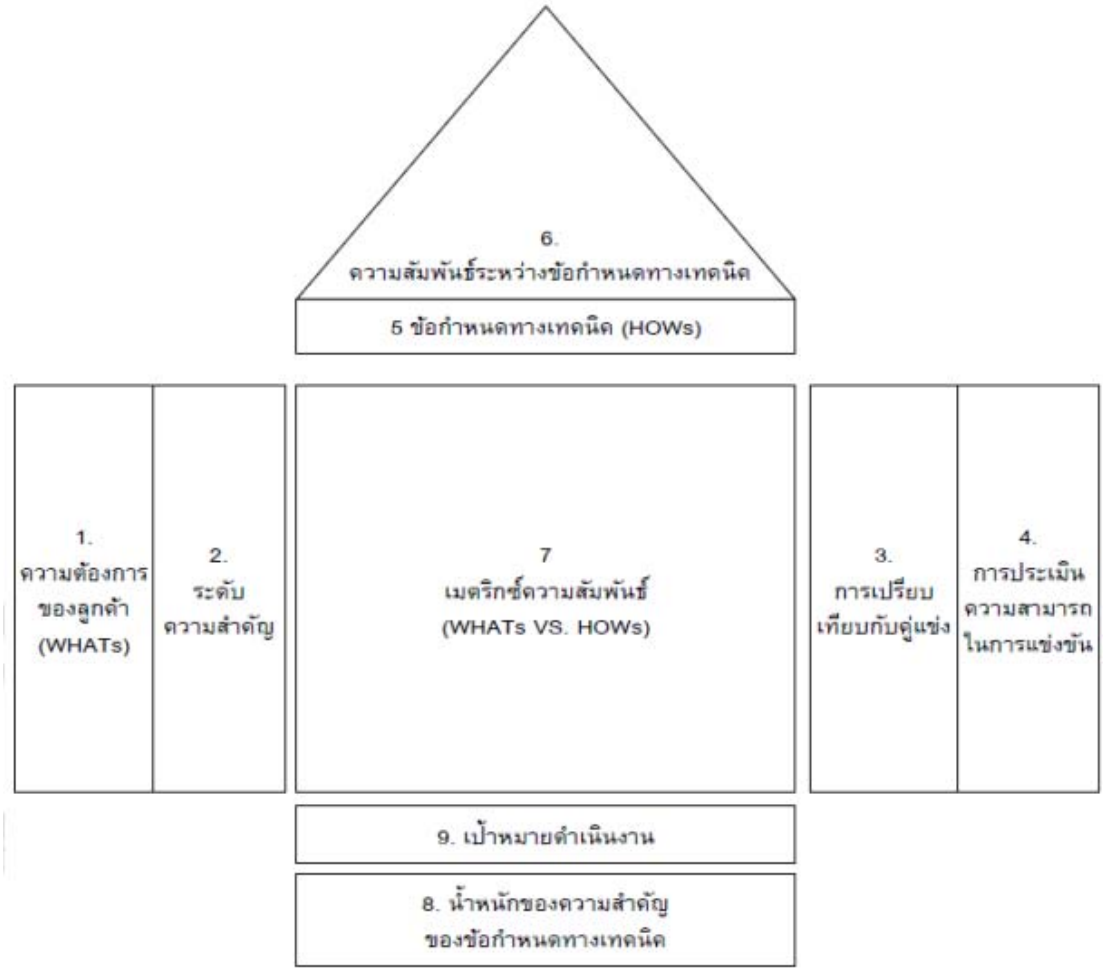
2.7 เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) หรือ QFD เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่นที่อู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ จังหวัดโกเบ ต่อมา ในปี 1960 บริษัทโตโยต้าประเทศญี่ปุ่นได้นำ QFD มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้ในบริษัทโตโยต้าและบริษัทในเครือ ทำให้ QFD เป็นที่นิยมแพร่หลายในญี่ปุ่นมากขึ้น มีบริษัทยักษ์ใหญ่ในอเมริกาหลายบริษัทได้ให้ความสนใจและนำเทคนิคของ QFD ไปใช้ด้วยในกาสำรวจความต้องการของลูกค้า จะมีการประเมินระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อ จากนั้นทีมงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทซึ่งประกอบด้วยฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย ฝ่ายการตลาด ตลอดจนฝ่ายการวางแผน จะร่วมกันปรึกษาวิเคราะห์ เพื่อแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นต้องมี เพื่อตอบสนองความต้องการของ

ลูกค้าโดยดูจากระดับความสำคัญ ข้อมูลของคู่แข่งและความสามารถในการแข่งขัน จากนั้น จะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ (Benner and et al., 2002)

2.7.1 QFD กับบ้านคุณภาพ (House of Quality)

เมื่อได้ผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า (Whats) และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อแล้ว ทีมงานจะต้องพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิคต่าง ๆ (Hows) ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยนำมาเขียนอยู่ในรูปของแมทริกซ์ความสัมพันธ์ (What V.S. Hows) และข้อกำหนดทางเทคนิคต่าง ๆ นั้นจะถูกนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยเขียนเป็นแมทริกซ์รูปสามเหลี่ยม เหนือแมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง Whats กับ Hows อันเปรียบเสมือนหลังคาของบ้านคุณภาพ (Benner and et al., 2002)



ภาพที่ 2.12 บ้านคุณภาพ House of Quality

ที่มา: Benner and et al. (2002)

2.7.2 ขั้นตอนการทำ QFD

2.7.2.1 ระบุความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) หรือคุณรูปที่ลูกค้าต้องการ (Required Quality) โดยการสัมภาษณ์ หรือ ออกแบบสอบถาม หรือ จากข้อมูลการร้องเรียนของลูกค้า นำมาจัดเรียงความต้องการของลูกค้า (Whats) ลงในช่องริมซ้ายสุดของบ้านคุณภาพ

2.7.2.2 ประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ

2.7.2.3 เปรียบเทียบสินค้าของบริษัทกับสินค้าของคู่แข่งจากมุมมองของลูกค้าและ

2.7.2.4 ประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองและคู่แข่งแล้วกรอกลงในช่องทางขวามือของบ้านคุณภาพแยกตามความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ

2.7.2.5 ระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Characteristics) หรือองค์ประกอบคุณภาพ (Quality Element) ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ (Hows) ลงในช่องด้านบนของบ้านคุณภาพ

2.7.2.6 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อไว้ที่ส่วนหลังคาของบ้านคุณภาพ

ความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิคมี 4 แบบ

1) ความสัมพันธ์ทางบวกมาก
2) ความสัมพันธ์ทางบวก
3) ความสัมพันธ์ทางลบมาก
4) ความสัมพันธ์ทางลบ

โดยอาจกำหนดเป็นสัญลักษณ์หรือค่าตัวเลขก็ได้ เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าใจว่าถ้าเรามีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดทางเทคนิคข้อใดข้อหนึ่งแล้วจะมีผลกระทบต่อข้อกำหนดทางเทคนิคข้ออื่นอย่างไรมากน้อยแค่ไหน

2.7.2.7 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อลงในแมทริกซ์ความสัมพันธ์ตรงส่วนกลางของตัวบ้านคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์แสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า ว่ามีความสัมพันธ์มาก ปานกลาง หรือ น้อย และในการแสดงแมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคนั้น จะแสดงด้วยสัญลักษณ์

หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย

หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง

หมายถึง มีความสัมพันธ์มาก

โดยอาจระบุคะแนนมากน้อยตามลำดับ เช่น 1, 3, 9 เป็นต้น

2.7.2.8 กำหนดระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อโดยพิจารณาจากระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า แมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง Whats กับ Hows และข้อมูลเปรียบเทียบกับคู่แข่งประกอบกัน

2.7.2.9 ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน

2.8 ระบบการขนถ่ายวัสดุ

ระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) เริ่มจากวิวัฒนาการด้านการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและ ต่อเนื่อง ซึ่งล้วนแต่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงจึงควรให้ความสนใจและติดตามความเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา แต่เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยดังกล่าวอาจจะอยู่ในสภาพที่ด้อยสมรรถนะกว่าที่ มีอยู่หรือไม่อาจดำเนินการได้เต็มความสามารถ หากว่าขาดตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่ง ตัวแปรดังกล่าวก็คือ การเคลื่อนที่ ดังที่เรียกว่า “การขนถ่าย” การขนถ่ายมีบทบาทที่สำคัญที่เข้ามาสนับสนุนกระบวนการผลิต เริ่มต้นตั้งแต่การนำวัตถุดิบมายัง โรงงาน ส่งผ่านไปยังกระบวนการผลิตจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีการเคลื่อนที่ทั้งสิ้น หากว่าขาดการ เคลื่อนที่แล้วการผลิตย่อมไม่อาจเกิดขึ้นได้เลย ซึ่งการเคลื่อนที่นั้นขึ้นอยู่กับว่าจะให้ปัจจัยการผลิตตัวใด เคลื่อนที่ โดยอาจจะเป็น คน วัสดุ หือเครื่องจักร ตัวใดตัวหนึ่งเคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ทุกตัว การเคลื่อนที่ ของปัจจัยการผลิต หลักการสำคัญก็คือทำอย่างไรจึงจะทำให้การเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายนั้นเป็นไปอย่างมี ประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงตลอดเวลาเพราะปัญหาด้านการขนถ่ายวัสดุมักจะเกิดขึ้นใน โรงงานอยู่เสมอ การจัดการการขนถ่ายวัสดุไม่ได้มุ่งหวังที่จะกำจัดปัญหาการขนถ่ายให้หมดไปแต่เป็นการ พยายามลดปัญหาให้น้อยลง กล่าวคือทำอย่างไรจึงจะทำให้การขนถ่ายเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัด ซึ่งต้องทราบถึงตัวปัญหาและพยายามวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุอย่างเป็นระบบ ใน โรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีกระบวนการผลิตหรือกระบวนการแปลงสภาพ จากปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ และสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible Assets) เช่น แรงงาน ระบบการ จัดการ ข่าวสาร ทรัพยากรที่ใช้ จะต้องมีคุณสมบัติและประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสมและมีต้นทุนการผลิตที่ ต่ำ เพื่อให้สินค้าสำเร็จรูป สามารถแข่งขันทางด้านราคาได้ในท้องตลาด โดยผ่านกระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) กระบวนการแปลงสภาพเป็นขั้นตอนที่ทำให้ปัจจัยนำเข้าที่ผ่านเข้ามามีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตในโรงงาน การขนส่ง การเก็บเข้าคลังสินค้า การค้าปลีก การค้าส่ง การติดต่อสื่อสาร และสุดท้ายจนมาเป็น ผลผลิต (Output) เป็นผลได้จากระบบการผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่าปัจจัย นำเข้าที่รวมกันอันเนื่องมาจากที่ได้ผ่านกระบวนการแปลงสภาพผลผลิตสินค้า (Goods) และบริการ (Service) โดยภายในกระบวนการแปลงสภาพปัจจัยนำเข้าให้กลายเป็นสินค้าและบริการดังกล่าวนั้น เมื่อ พิจารณาในแง่ของการทำงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลากับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต โดยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 องค์ประกอบ คือ

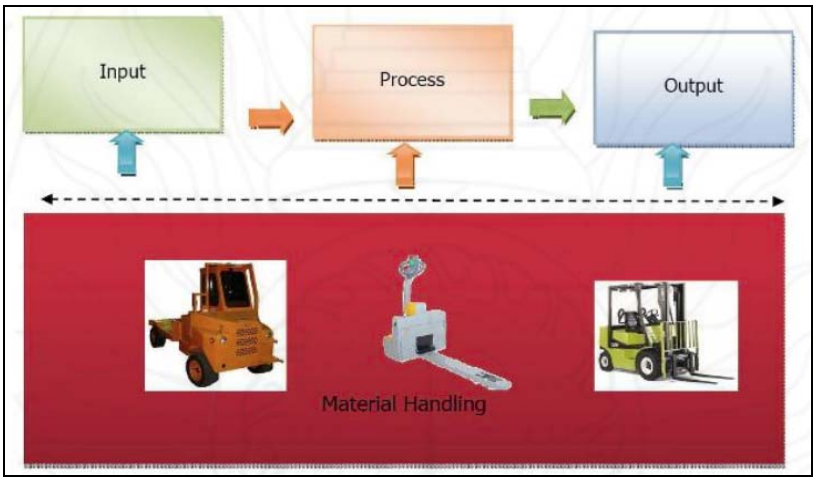
(1) ปัจจัยนำเข้า (Input)

(2) กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process)

(3) ผลผลิต (Output)

โดยการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตดังกล่าว เรียกว่า “การขนถ่ายวัสดุ” (Material Handling) ซึ่งเป็นการลำเลียงส่วนต่าง ๆ ทั่วทั้งกระบวนการผลิต การขนถ่ายวัสดุเริ่มตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาถึงโรงงาน ผ่านกระบวนการผลิต จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ หากขาดการขนถ่ายวัสดุแล้วการผลิต จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุจึงไม่ได้หมายถึงการจัดการขนถ่ายให้ หมดไปแต่เป็นการพยายามลดปัญหาให้น้อยลง กล่าวโดยสรุป คือ ทำอย่างไรให้การเคลื่อนย้ายวัสดุ

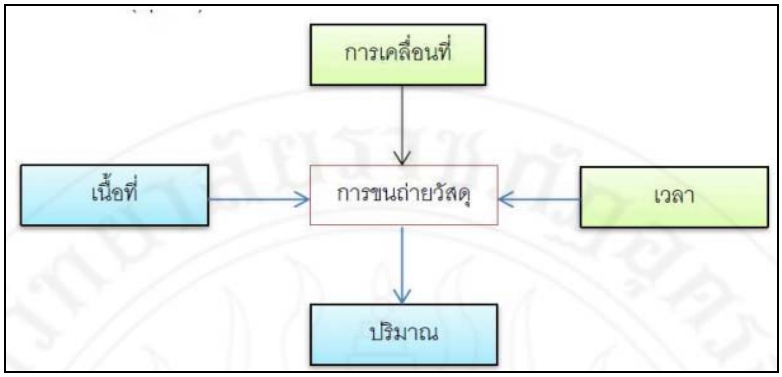
เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และ ประหยัด ดังนั้น การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) จึงเป็นเรื่องของกระบวนการผลิตที่องค์กรต้องให้ ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตของ โรงงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 2.13 กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process)
ที่มา: อนุวัฒน์ สุทธวงศ์ (2562: เว็บไซต์)

2.8.1 ความหมายของการขนถ่ายวัสดุ

การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่อ อำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ ต้องอาศัยศิลปะใน การสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากนั้นยังต้องมีศิลปะใน การออกแบบสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเป็นไปอย่างมีระบบตามหลักการ ความสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ สามารถสรุปได้อย่างง่าย ๆ ก็คือ การเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ต้องอาศัยศิลปะและวิทยาศาสตร์ในการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุนั่นเอง 1.3 องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ



ภาพที่ 2.14 องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ
ที่มา: บริษัท พีเอ็นไครส์ จำกัด (2562: เว็บไซต์)

2.8.1.1 การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุสินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือ การเคลื่อนย้ายวัสดุ - สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่ง การเคลื่อนย้ายของวัสดุ สินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไป ท าอย่างไรจึงจะให้ วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพ สูงกว่า

2.8.1.2 เวลา เวลานับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของ การเคลื่อนที่ว่า สูง-ต่ำ แค่ ไหนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัว กำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบ และเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้น เวลายังเป็นกำหนดการของการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทาง หรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

2.8.1.3 ปริมาณ ปริมาณของวัสดุและสินค้า ที่ต้องเคลื่อนที่ต้องสัมพันธ์กับปริมาณ ความต้องการของจุดต่าง ๆ ต้อง สอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบและประหยัดค่าใช้จ่าย

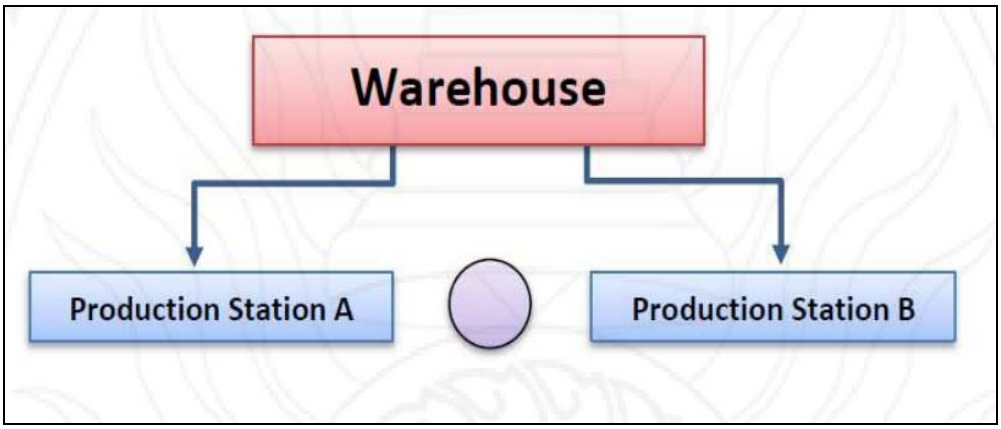
2.8.1.4 เนื้อที่ เนื้อที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่ หรือการขนถ่ายวัสดุ จำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับตั้งกลไกของระบบ การขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพ ต่อไป องค์ประกอบ สำคัญของการขนถ่ายวัสดุทั้ง 4 ประการดังที่กล่าวมานั้น ต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายวัสดุที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพ ต่อไป งานการขนถ่ายวัสดุ ประกอบด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ งานเคลื่อนย้ายวัสดุ และงานเก็บ พักวัสดุ 1) งานเคลื่อนย้ายวัสดุ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตำแหน่งที่ ทำงานเอง หรือ ระหว่างตำแหน่งที่ทำงาน ระหว่างเครื่องจักร ระหว่างแผนก ระหว่างโรงงาน หรือ ระหว่างอาคาร ตลอดจนการขนวัสดุ ขึ้นและลง 2) งานเก็บพักวัสดุ คือ การเก็บพักวัตถุดิบที่ส่งเข้ามา ก่อนป้อนเข้ากระบวนการผลิต การ เก็บพักวัสดุในขั้นตอนงานผลิต ตลอดจนการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก่อนที่จะส่งออกไปยังผู้ใช้

2.8.2 ขอบเขตการขนย้ายวัสดุ

ในการขนย้ายวัสดุนั้น เราสามารถดำเนินการได้หลายขอบเขต ซึ่งสามารถแบ่งออก ได้ดังต่อไปนี้

2.8.2.1 การขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน

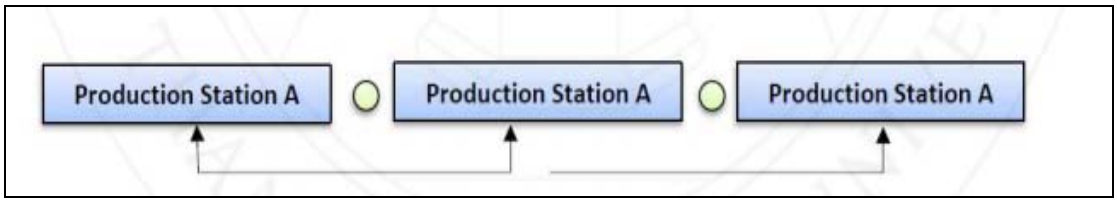
การขนย้ายประเภทนี้ เป็นลักษณะของการทำงานที่ต้องการมาขนย้ายวัสดุ เข้า – ออก ในพื้นที่การ ทำงานจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่มีการผลิตเกิดขึ้น อาทิ พื้นที่การประกอบ สินค้า พื้นที่การผลิต ชิ้นงานเพื่อน าไปสู่กระบวนการผลิตต่อไป ทำให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้าตลอดเวลา หรือมีความถี่มากในการ ขนย้าย เพราะบริเวณดังกล่าวมีพื้นที่จำกัด บางโรงงานไม่สามารถนำ วัสดุ เพื่อประกอบชิ้นงานมารวมไว้ได้ มาก จะต้องทยอยการเคลื่อนย้ายวัสดุมาต่อเนื่อง เพื่อมิให้เกิดปัญหา คอขวด (Bottle Neck) ในการผลิต



ภาพที่ 2.15 แผนผังการขนย้ายบริเวณพื้นที่ทำงาน
ที่มา: บริษัท พีเอ็นไครส์ จำกัด (2562: เว็บไซต์)

2.8.2.2 การขนย้ายภายในสายการผลิต

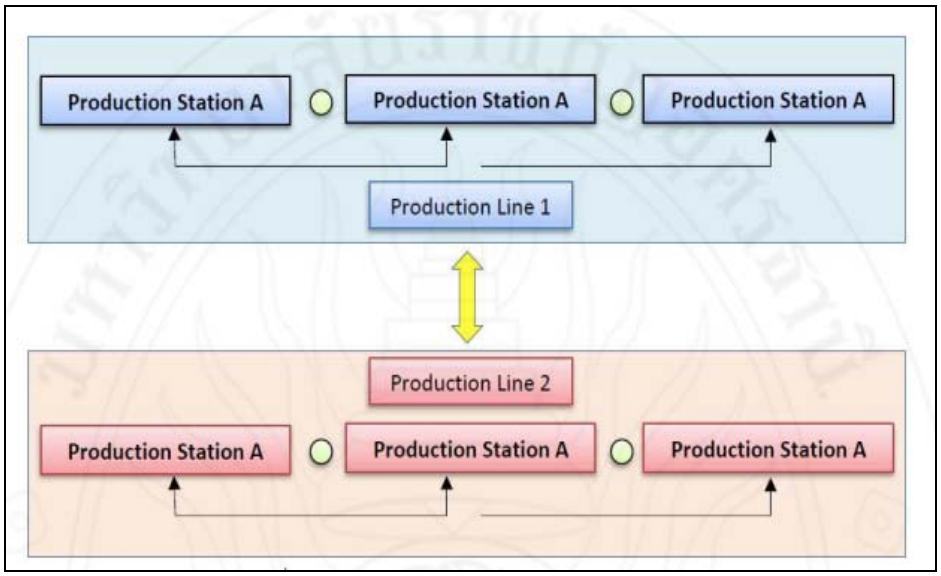
ในกระบวนการผลิตโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process หรือ Continuous Flow Production) เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวใน ปริมาณที่มากมายอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องจักรเฉพาะอย่าง ซึ่งมักจะเป็นการผลิตหรือแปรรูปทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตขั้นตอนต่อไป เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตสารเคมี การทำ กระดาษ ฯลฯ ทำให้มีสถานีการผลิตหลายแห่งด้วยกัน



ภาพที่ 2.16 แผนผังการขนย้ายภายในสายการผลิต
ที่มา: บริษัท พีเอ็นไครส์ จำกัด (2562: เว็บไซต์)

2.8.2.3 การขนย้ายระหว่างสายการผลิต

เมื่อกระบวนการผลิตในโรงงานเสร็จสิ้น จนได้วัตถุดิบเพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนต่อไป การขนส่ง วัสดุก็จะเริ่มขึ้น เพื่อนำชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตในสายการผลิตถัดไป ทั้งนี้การขนย้ายระหว่างสายการผลิต จะไม่ได้คำนึงถึงการขนถ่ายภายในของแต่ละสายการผลิต เช่น การขนถ่ายวัสดุจาก สายการผลิตไปยังสถานประกอบการ เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 แผนผังการขนย้ายระหว่างสายการผลิต
ที่มา: บริษัท พีเอ็นไครส์ จำกัด (2562: เว็บไซต์)

2.8.3 กฎของการขนถ่ายวัสดุ

ถ้าไม่มีการวางแผนที่ดี การดำเนินการผลิตไม่สอดคล้องกันและไม่สัมพันธ์กัน ทำให้เกิดความไม่ สะดวก ล่าช้า และต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงได้กำหนดกฎของการขนถ่ายวัสดุขึ้นมา ดังนี้

กฎของการวางแผนการขนถ่ายวัสดุ (Planning Principle) ควรมีการวางแผนในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวกับการขนถ่ายวัสดุ ข้อแนะนำของการใช้กฎของ การวางแผน

2.8.3.1 ควรหลีกเลี่ยงการวางวัสดุบนพื้นโดยตรง ควรมีแผ่นรอง (Pallet) เพื่อสะดวกในการขนถ่าย

2.8.3.2 ต้องมีพื้นที่ (Space) เพียงพอสำหรับการเก็บวัสดุบริเวณที่ทำงาน

2.8.3.3 พิจารณาความสมารถในการรับน้ำหนักของพื้น ความสูงของเพดาน คาน และช่วงเสา ของอาคารโรงงาน

2.8.3.4 ความกว้างของทางเดิน ช่วงระหว่างแนวเครื่องจักร ควรกำหนดให้ชัดเจน ไม่มีสิ่งของล้ำออกมา

2.8.3.5 กำหนดบริเวณพื้นที่รอบที่ทำงาน เพื่อสะดวกในการขนถ่าย

2.8.3.6 ฝึกอบรมพนักงานขนถ่ายแต่ละคนให้ทำงานถูกต้อง ตามวิธีที่กำหนด

2.8.3.7 กำหนดตำแหน่งรับและออกของวัสดุ ของบริเวณที่ทำงาน

2.8.3.8 หาวิธีใช้อุปกรณ์การขนถ่ายให้สอดคล้องกับการผลิต

2.8.3.9 ควรใช้แรงงานคนให้เหมาะสมกับการขนถ่ายวัสดุ และให้เกิดการเดินน้อยที่สุดในขณะ ขนถ่าย

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรกฤษณ์ ลัทธวนิชพันธ์ (2551) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา “ส่วนผลิตอุปกรณ์ต่อพ่วง ในโรงงานตัวอย่าง” ปัญหาที่พบเวลาการผลิตของสายงานผลิตภายในและภายนอก ไม่สมดุลกัน จึงได้ทาการศึกษาขั้นตอนการผลิตและเวลามาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง นาข้อมูลมาจัดสมดุลสายการผลิตโดยมีวิธีจัดสมดุล 3 วิธี หลังจากที่ได้วิธีในการจัดสมดุลสายการผลิตแล้ว ได้ใช้เทคนิคการปรับปรุงแบบ ECRS ได้พบว่าของรุ่น RX162 ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 48 และ 49 ชิ้นต่อวัน ส่วนรอบเวลารุ่น RX180 พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้น 42 และ 44 ชิ้นต่อวัน ตามลาดับ

นิธิเศรษฐ เพชรจู (2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการทำงานของเจ้าหน้าที่สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด จากการใช้แบบสอบถาม และสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด สรุปได้ว่าเจ้าหน้าที่มีอาการเจ็บปวดส่วนใหญ่มาจากสถานีรับซื้อน้ำยาง และมีค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) สูงมากเมื่อเทียบเท่ากับสถานอื่น คือมีค่าเฉลี่ย 3.35 ซึ่งหมายถึง จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข จากนั้นจึงนำเจ้าหน้าที่ทั้งหมด 5 คนในสถานีงานรับซื้อน้ำยาง มาทำการวิเคราะห์ 2 ตัวแปร คือ RULA และEMG ขณะทำงานปกติ จากการศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าที่และประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน (RULA) พบค่าเฉลี่ย 6.03 (±1.44) คะแนน อยู่ในระดับสูง ซึ่งบ่งบอกว่าการทำงานอยู่ในสรูปที่ไม่เหมาะสม ควรมีการปรับปรุงการทำงาน และค่ากระแสไฟฟ้าในกล้ามเนื้อขณะทำงาน (EMG) ที่บริเวณหลังส่วนบนใช้ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ trapezius (ซ้าย และขวา) และในขณะบริเวณหลังส่วนล่างใช้ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ erector spinae (ซ้าย และขวา) พบว่ามีค่า 47.52 (±7.77) %, 42.29 (±8.82) %, 50.08 (±5.06) % และ 45.67 (±3.74) % ของกระแสไฟฟ้าสูงสุดของกล้ามเนื้อ (MVE) ตามลำดับ ดังนั้นการปรับปรุงสถานีงานเพื่อปรับเปลี่ยนสภาพการทำงานจึงเป็นสิ่งสมควร เพื่อลดปัญหาได้เปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่โดยใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการเท และเคลื่อนย้ายถังน้ำยางที่ได้ออกแบบมาช่วยให้ท่าทางการทำงานดีขึ้น หลังการปรับปรุงสถานีงานพบว่าค่าคะแนนท่าทางการทำงานมีค่าเฉลี่ย 3.85(±1.53) หรือลดลง 36.15% และสำหรับค่ากระแสไฟฟ้าในกล้ามเนื้อทั้ง 4 ตำแหน่งข้างต้นมีค่า 19.33 (±4.01) %, 21.17 (±5.90) %, 17.29 (±1.62) % และ 17.95 (±1.74) % ตามลำดับ และสามารถลดรอบเวลาการทำงานลงได้ 64%

องุ่น สังขพงศ์, กลางเดือน โพชนา และวรพล เอื้อสุจริตวงศ์ (2556) ได้ทำการวิจัยเพื่อลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ โดยการสำรวจอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อการทำงานในกระบวนการผลิตปลาทูน่าด้วยแบบสำรวจเบื้องต้นทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของแรงงาน และประเมินผลกระทบทางกายภาพต่อร่างกายในสภาพการปฏิบัติงานก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบผลสถิติด้วยคะแนนท่าทางการทำงานด้วย RULA แรงกด และแรงเฉือนต่อหมอนรองกระดูก L5/S1 และค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วย EMG พบว่าแรงงานในขั้นตอนขูดแยกเลือดปลาเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 92 โดยตำแหน่งบนร่างกาย ซึ่งเกิดอาการปวดเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ตำแหน่งหัวไหล่ซ้าย และขวาตำแหน่งสะโพกตำแหน่งหลังส่วนล่าง และตำแหน่งขาส่วนล่างซ้ายและขวาทำการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานในขั้นตอนขูดแยกเลือดปลาเป็นการปฏิบัติงานแบบงานนั่งด้วยการสร้างเก้าอี้ และชั้นวางถาด พร้อมกับประเมินผลกระทบทางกายภาพต่อร่างกายของแรงงานในสภาพการปฏิบัติงานก่อน และหลังปรับปรุง พบว่าคะแนนการประเมินท่าทางการทำงานด้วย RULA มีคะแนนเฉลี่ยลดลง ผลการวิเคราะห์แรงกด และแรงเฉือนตรง

บริเวณหมอนรองกระดูก L5/S1 นั้นมีค่าของแรงกด และแรงเฉือนลดลง ผลการประเมินค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วย ค่าความถี่เฉลี่ยของกล้ามเนื้อ Erector Spines กล้ามเนื้อ Trapezius และกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid นั้นพบว่าความถี่เฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อทั้งหมดในสภาพการปฏิบัติหลังปรับปรุงมีค่าน้อยกว่าสภาพการปฏิบัติงานก่อนปรับปรุง และเมื่อประเมินผลอัตราผลิตภาพ และอัตราผลิตภาพในสภาพการปฏิบัติงานหลังปรับปรุงเพิ่มขึ้น 1.17 กิโลกรัมต่อคนต่อวันโดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 6 เดือนจากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงาน แบบงานนั่งด้วยการสร้างเก้าอี้และชั้นวางถาด สามารถลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของแรงงานอีกทั้งเพิ่มผลผลิตด้วย

กิตติพงษ์ ประสงค์การ และคณะ (2557) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงท่าทางการทำงานในกระบวนการผลิตเส้นขนมจีนโดยประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน โดยหลักการทางการยศาสตร์ทั้งหมด 2 วิธี 1) ประเมินด้วยดัชนีค่าความผิดปกติวิธี Abnormal Index: AI และ 2) ประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment: RULA ผลการวิจัยพบว่าค่าคะแนนเฉลี่ย Abnormal Index: AI = 4.08 ซึ่งหมายถึงรับไม่ได้แก้ไขทันที และผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment: RULA ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7 ซึ่งหมายถึงงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที ในขั้นตอนกระบวนการผลิตเส้นขนมจีน มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน โดยทุกขั้นตอนเกี่ยวเนื่องกับการทำงานด้วยแรงงานผู้ปฏิบัติงานประจำที่ต้องมีการยกย้ายสิ่งของในกระบวนการผลิตอยู่เสมอ สำหรับแนวทางการปรับปรุงงานได้มุ่งเน้นสำหรับการลดปัจจัยเสี่ยงใน 3 ขั้นตอน 1) ขั้นตอนการตักแป้งออกจากเครื่องปั่น 2) การยกแป้งเหลวเพื่อทำการกรองเศษ และ 3) การเทแป้งเหลวลงในถัง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานมีปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางการปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ และมีการออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์เข้ามาช่วยสาหรับการทำงานทั้ง 3 ขั้นที่มีความเสี่ยง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานลดการใช้แรงกายในการยกย้ายสิ่งของให้ลดลง ซึ่งจะส่งให้สามารถลดปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ จากการทำงานของพนักงานลงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และเมื่อทำการปรับปรุงโดยการติดตั้งเครื่องช่วยลำเลียง และกรองแป้ง จากผลการทดลองที่ได้กล่าวมานั้นทำให้อาการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงานลดลงจากเดิม

เจษฎา เกตุพ่อค้า (2557) การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามหลักการยศาสตร์ในห้องปฏิบัติการของโรงงานปุ๋ย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสถานีงาน ตรวจสอบค่าธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี โดยใช้หลักการยศาสตร์ เพื่อความเสี่ยงที่ส่งผลต่อความเมื่อยล้า และความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูก และกล้ามเนื้อ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในสถานีงานตรวจค่าธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี ผลจากการสำรวจข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามกับพนักงานในหน่วยงานจัดการคุณภาพสินค้า ซึ่งพบปัญหาการปวดเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน รวมทั้งประเมินดัชนีความไม่ปกติของสถานีงาน (Abnormal Index: AI) และใช้แบบประเมินท่าทางการทำงานที่ เรียกว่า “RULA” พบว่ามี 5 ขั้นตอน การทำงาน จากทั้งหมด 9 ขั้นตอน ที่มีความเสี่ยง จึงดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานทั้ง 5 ขั้นตอน ภายหลังการปรับปรุงสถานีทั้ง 5 ขั้นตอน ได้ทำการสำรวจข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถาม รวมทั้งประเมินดัชนีความไม่ปกติของสถานีงาน (Abnormal Index : AI) และแบบประเมินท่าทางการทำงาน “RULA” ใหม่หลังการปรับปรุง พบว่าค่าคะแนนดัชนีความไม่ปกติของสถานีงาน(Abnormal Index: AI) ลดลงจาก 4.03 คะแนน มาอยู่ที่ 1.39 คะแนน และค่าคะแนนท่าทางการทำงาน “RULA” ลดลงจาก

4.35 คะแนน มาอยู่ที่ 2.33 คะแนน ซึ่งคะแนนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามแนวทางของการยศาสตร์ และสามารถลดระยะเวลาการทำงานลงได้ 65 วินาที จาก 680 วินาที เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของงาน คิดเป็น 9.6%

เมธินี ครุสันธิ์ และสุนิสา ชายเกลี้ยง (2557) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานสำนักงานมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 231 คน ที่ใช้คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะในการทำงานมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน มีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ด้วยเทคนิค Rapid Office Strain Assessment (ROSA) พบว่า พนักงานมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานในระดับที่สูงร้อยละ 66.23 รองลงมา คือ ระดับปานกลางร้อยละ 19.48 และระดับสูงมากร้อยละ 13.85 ตามลำดับ แสงสว่างในการทำงานกับคอมพิวเตอร์ไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 99.13 ผลการวิจัยนี้พบว่า จากการใช้แบบประเมินมาตรฐาน ROSA พบความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานกับคอมพิวเตอร์ของส่วนใหญ่ในพนักงานกลุ่มนี้พบอยู่ในระดับสูง จึงเสนอแนะให้มีการปรับปรุงทั้งด้านพฤติกรรม และออกแบบสถานีงานของพนักงานให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันปัญหาโรคทางระบบโครงร่าง และกล้ามเนื้อ

วีรชัย มัฏฐารักษ์ และคณะ (2557) งานวิจัยแนวทางการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดปัญหาทางการยศาสตร์ของชาวเกษตรกรชาวสวนยาง มีวัตถุประสงค์ศึกษาแนวทางการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดปัญหาทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล ในการศึกษาเป็นการศึกษากลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งมีผู้ประกอบอาชีพสวนยางประมาณ 136 หลังคาเรือน โดยมีทำเป็นแผ่นยาง 6 หลังคาเรือนโดยงานวิจัยได้ทำการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดปัญหาทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยาง โดยตรวจสอบ และประเมินภาวะทางการยศาสตร์โดยใช้วิธีการ RULA และวิธีการ REBA ในขั้นตอนการนวดยางแผ่น ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RULA พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 7 ซึ่งหมายถึงว่า มีปัญหาทางการยศาสตร์ต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานโดยทันที ผลนี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วย วิธีการ REBA ซึ่งพบว่ามีคะแนนเท่ากับ 11 ซึ่งหมายถึงการทำงานที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งต้องการการตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อช่วยลดปัญหาทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยาง 2 แนวทาง คือ การออกแบบปรับปรุงสถานที่ทำงาน และการออกแบบสร้างเครื่องนวดยางแผ่นเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับสุขภาวะอนามัยในการทำงาน จากผลการวิเคราะห์ทางการยศาสตร์พบว่ามีท่าทางในการกางแขนออกไปด้านข้างลำตัว อีกทั้งยังมีการทำงานเป็นแบบช้า ๆ โดยมีการเคลื่อนไหวไปมา มีการยกน้ำหนัก ศีรษะและคอ มีการก้มลำตัวมีการเคลื่อนไหวขา และเท้ามีลักษณะไม่สมดุลกับการรองรับบนพื้นที่ไม่ดี จึงทำให้มีระดับคะแนนค่อนข้างสูง โดยการนำเสนอการออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงานโดยการออกแบบสร้างเครื่องนวดยางแผ่นที่นอกจากคำนึงถึงผลการวิเคราะห์ทางการยศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยก็ได้คำนึงถึงจำนวนผู้ปฏิบัติงาน และเวลาที่ลดลง รวมถึงท่าทางการทำงานที่มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย อีกทั้งเพื่อการปรับเปลี่ยนตำแหน่ง และระดับความสูงที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการนวดยาง และสามารถลดท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม และช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยในการทำสวนของเกษตรกรชาวสวนยาง

อรุณีย์ พรหมศรี (2557) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินท่าทางการทำงานและการบาดเจ็บจากการทำงานในกลุ่มผู้จักสานผักตบชวา ตำบลสันป่าม่วง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา อาสาสมัครจำนวน 10 คน ได้รับการบันทึกภาพเคลื่อนไหวขณะจักสานด้วยกล้องดิจิตอล และได้รับบันทึกข้อมูลการบาดเจ็บจากการทำงานด้วยแบบประเมิน Standard Nordic Questionnaires ฉบับภาษาไทย ซึ่งท่าทางการทำงานของอาสาสมัครจะถูกประเมินด้วยแบบประเมิน Rapid upper limb assessment (RULA) ผลการศึกษาพบว่า ระดับคะแนนสุดท้ายจากการประเมินด้วยแบบประเมิน RULA ของอาสาสมัครทั้งหมดอยู่ในระดับ 2 (3-4 คะแนน) หมายถึงท่าทางการทำงานของอาสาสมัครควรจะได้รับการตรวจสอบต่อไป และอาจต้องแก้ไข นอกจากนี้ ข้อมูลการบาดเจ็บจากการทำงานพบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง เมื่อวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน พบว่า อาสาสมัครส่วนใหญ่มีการยกและงอแขนส่วนบนและส่วนล่างอยู่ในช่วง 20-45 และ 60-100 องศา ตามลำดับ และมีการก้มลำตัวและคออยู่ในช่วง 10-20 องศา ซึ่งท่าทางดังกล่าวถือเป็นท่าทางที่ไม่เหมาะสมและยังเพิ่ม ความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บจากการทำงานอีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบท่าทางการทำงานใหม่หรือการปรับสถานีงานใหม่ การให้คำแนะนำสำหรับอาสาสมัครในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน จัดให้มีที่พิงรองรับหลังเพื่อลดการทำงาน และผ่อนคลายกล้ามเนื้อบริเวณหลังไม่ให้มีการเกร็งตัวต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน แนะนำให้อาสาสมัครเพิ่มระยะเวลาในการพกระหว่างทำงานให้มากขึ้นร่วมกับมีการยืดเหยียด และผ่อนคลายกล้ามเนื้อด้วยเมื่อเกิดอาการบาดเจ็บ สามารถช่วยให้อาสาสมัครทำงานได้สะดวกขึ้น ลดปัญหาการปวดเมื่อยบริเวณหลังได้ ทั้งนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้อีกด้วย

สุวิทย์ ธรรมแสง และดนัย สอนสุภาพ (2560) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการออกแบบเครื่องเก็บกะหล่ำสำหรับติดรถไถนาเดินตาม มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องเก็บกะหล่ำปีและประเมินคุณภาพของแบบเครื่องเก็บกะหล่ำปีสำหรับติดรถไถนาเดินตาม โดยศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการของ Quality Function Development: QFD และ หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ FSUDE System ประกอบด้วยการวิเคราะห์ด้านหน้าที่การใช้งาน(Function) ด้านความปลอดภัย (Safety) ด้านประโยชน์ใช้สอย (Usability) ด้านการออกแบบ (Design) และด้านวิศวกรรม (Engineering) จากนั้นสังเคราะห์หลักการทั้งสองเพื่อดำเนินการออกแบบเครื่องเก็บกะหล่ำปีสำหรับติดรถไถนาเดินตาม ออกแบบใบประเมินความสอดคล้องของหัวข้อคำถามด้วยหลักการวิเคราะห์ IOC จากนั้นประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิตและแบบภาพ 3 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผลการดำเนินงานพบว่าผลการประเมินคุณภาพของแบบสั่งงานการผลิตมีคุณภาพ 91.24% แบบภาพ 3 มิติมีคุณภาพ 95.17% ดังนั้นเครื่องเก็บกะหล่ำปีสำหรับติดรถไถนาเดินตามมีคุณภาพเฉลี่ย 90.33% และจากการวิเคราะห์ระบบเครื่องที่ออกแบบสามารถใช้แรงดึงสูงสุดได้ 250 N ที่มุมเอียงสูงสุด 23 องศา เก็บกะหล่ำปีได้สูงสุด 7.83 ตัน/ชั่วโมง ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน ประกอบด้วยคนขับรถไถนาเดินตามและคนจัดเรียงกะหล่ำปี

Freund and Mayr (1997) ได้ศึกษาถึงปัญหาในการควบคุมเส้นทางของ เอจีวี โดยจะไปด้วยกับการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้งที่ต้องการซึ่งเป็นการพิจารณาของพลศาสตร์ด้านข้างและด้านยาวซึ่งรวมด้วยกันในเอจีวี จะแสดงในตัวควบคุมการเชื่อมต่อแบบไม่เป็นเชิงเส้นและตำแหน่งของขั้วโดยสามารถได้รับพฤติกรรมการป้อนกลับซึ่งเป็นอิสระจากจุดปฏิบัติการของเอจีวีสำหรับสภาพของตำแหน่งของขั้ว

ทั้งหมดมีความจำเป็นตั้งแต่การลื่นไถลด้านข้างไม่ได้ให้ประโยชน์จากการวัดเลย ผู้สังเกตุเป็นการประยุกต์การประมาณการลื่นไถลด้านข้างโดยตรงกับสเตทดีร์สเตท (Steady-State) ซึ่งกำหนดโดยตัวควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งจะใช้การทำนายโดยใช้การคำนวณความผิดผลาดสเตทดีร์สเตท (Steady-State) ซึ่งเกิดผลแก่ตัวควบคุมโดยจะแสดงด้วยการจำลอง (Simulate)

Pararach, Chansestikul and Sukcharoenpong (2006) ได้ศึกษาและจัดการวางผังสำหรับเส้นทางของเอจีวี ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถมอเตอร์ไซค์ ซึ่งเอจีวีใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบจากโกดังไปยังจุดส่งมอบในหน่วยการผลิตและส่งชิ้นงานกึ่งสำเร็จรูปสำหรับใช้ในหน่วยการประกอบ การวางผังเส้นทางของเอจีวีจะเลือกโดยเส้นทางที่สั้นและเวลาเดินทางรวมน้อยที่สุดโดยใช้อัลกอริธึมในการคิดซึ่งใช้โปรแกรมลิงค์โก (LINGO) ในการคำนวณเส้นทาง ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ Senoo, Mino and Funabiki (1992) ได้ศึกษาถึงการควบคุมการเลี้ยวของเอจีวีโดยใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ (Fuzzy control) ซึ่งเป็นวิธีที่ตอบสนองอย่างรวดเร็วและเป็นการประหยัดพลังงานกว่าตัวควบคุมแบบพีไอ (Proportional Integral: PI) โดยเอจีวีจะมี ล้อหน้าล้อเดียว ล้อตามสองล้อและมีเซนเซอร์ (Guide Sensor) สำหรับตรวจสอบเส้นทางติดอยู่ที่ด้านหน้าของเอจีวี ล้อหน้าจะทำหน้าที่บังคับทิศทางการเลี้ยวส่วนล้อตามจะทำหน้าที่ขับเคลื่อน เซนเซอร์มีระยะตรวจสอบ ±100 มิลลิเมตร แถบแม่เหล็กมีความกว้าง 50 มิลลิเมตร ซึ่งจะใช้สำหรับเป็นเส้นทางการเดิน ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์ (2540) ได้ทำการออกแบบและสร้างยานขนส่งนำร่องอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมโดยโครงข่ายประสาทเทียม มีมอเตอร์ขับเคลื่อนที่เป็นอิสระต่อกัน 2 ตัวขับเคลื่อนแบบความเร็วแตกต่าง มีความเร็วตามแนวราบสูงสุด 15 เมตรต่อนาที ตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายนอก 40 ตัว ประกอบด้วยตัวตรวจจับเส้นทางเดินแบบเมตริกซ์ ขนาด 4×4 จำนวน 1 ชุด ตัวตรวจจับทางแยก 4 ตัว ตัวตรวจจับสถานีปฏิบัติงาน 8 ตัว ตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางแบบอินฟาเรดและอุลตร้าโซนิค อย่างละ 3 ชุด ตัวตรวจจับบางชนิดให้สัญญาณออกได้ทั้งแบบอนาลอกและดิจิตอล นอกจากนั้นยังมีระบบควบคุมยานขนส่งจากระยะไกลและระบบป้องกันยานขนส่งอีกหลายอย่าง เช่น กันชน ไฟและเสียงสำหรับขอทางตัวประมวลผลกลางใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 80386 DX40 แบบจำลองของโครงข่ายระบบประสาทที่นำมาใช้ควบคุมยานขนส่งจะเป็นแบบแพร่กระจายกลับ (Back Progragation) ซึ่งเหมาะกับระบบที่มีหลายอินพุตหลายเอาท์พุต ซึ่งจากผลการทดลองโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัวควบคุมสามารถทำการควบคุมยานขนส่งได้ดี

Reveliontis (2000) ได้ศึกษาถึงการจัดเส้นทางที่ขัดแย้งกันในระบบเอจีวี ซึ่งมีองค์ประกอบข้อใดข้อหนึ่งตามนี้ 1) การจัดลำดับปัญหาตลอดถึงการเลือกรับเอาของการไหลของส่วนย่อยเส้นทางหรือเรียงลำดับของโครงสร้าง 2) แยกแยะการประทะหรือชนกันอย่างหวุดหวิดด้วยวิธีการตรวจจับทางด้านหน้าและผ่านการตรวจจับทางด้านหลังหรือส่งไปโดยเส้นทางต่าง ๆ 3) การกำหนดการควบคุมของพื้นที่และการวางแผนเส้นทางก่อน โดยจะหลีกเลี่ยงจุดที่เอจีวีจะชนหรือปะทะกันโดยนำข้อมูลการเคลื่อนที่ของเอจีวีมาเขียนเป็นโมเดลอาร์เอเอส (Resource Allocation System: RAS) ซึ่งจะเห็นจุดตัดที่เกิดการปะทะกันจากนั้นก็นำอัลกอริธึมของแบงก์เกอร์ (Banker) ใช้ในการแก้ไข (Generic Logic of Banker’s Algorithm)ซึ่งผลการทดลองแสดงด้วยการจำลองการเคลื่อนที่ของเอจีวี จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยส่วนใหญ่จะใช้แบบจำลองต่าง ๆ ช่วยในการทดลองอัลกอริธึมเพียงอย่างเดียวไม่ได้มีการทดลองสร้างเอจีวีจริง ๆ ซึ่งในบางครั้งการจำลองในคอมพิวเตอร์นั้นอาจไม่ได้ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่

แท้จริงในการคำนวณ ส่งผลให้การคำนวณผิดพลาดได้ นอกจากนี้แล้วโดยส่วนใหญ่เอจีวีมีระบบนำร่องแบบตายตัว เช่น แถบแม่เหล็ก แถบสี แล้วใช้เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับเส้นทางเดิน ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงสายการผลิตอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ไม่ค่อยมีความยืดหยุ่น เพราะการติดตั้งแถบแม่เหล็กนั้นต้องทำการฝังลงในพื้นโรงงาน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงสร้างเอจีวีขึ้นมาจริง ๆ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการวิจัย โดยสามารถดูพฤติกรรมในการทดลองจริงเปรียบเทียบกับการจำลองในคอมพิวเตอร์ได้ แล้วใช้ระบบนำร่องชนิดอิสระแบบพิกัดตำแหน่ง X-Y เพราะสามารถปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินง่าย เพียงแค่เปลี่ยนพิกัดตำแหน่ง X-Y ของเส้นทางเดินเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถตรวจติดตามการทำงานของเอจีวีได้ด้วย

Govers (2001) กล่าวว่า การดำเนินงานการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) จำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงปรัชญามากกว่าที่จะมองว่าเป็นเพียงแค่เครื่องมือที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความขัดแย้งทางด้านมุมมองและวัฒนธรรมจะทำให้เกิดความแตกต่างทางด้านวิธีการดำเนินการ ซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมามักจะมองเพียงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD หรือมองเพียงแค่ QFD เป็นวิธีการทางเทคนิค แต่ในความจริงแล้วเทคนิค QFD เป็นวิธีการของการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง โดยเน้นที่ผลกระทบขององค์กรที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมใหม่ ๆ เนื่องจากปรัชญานี้มีความสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมขององค์กร เพราะจะต้องมีการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อนำความต้องการจากผู้บริโภคมาช่วยในการขับเคลื่อนการทำงานทุกอย่างขององค์กร หรืออาจกล่าวได้ว่า QFD เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการจัดการเกี่ยวกับคุณภาพ ปัญหาที่พบของการดำเนินงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ ปัญหาเกี่ยวกับองค์กร และปัญหาเกี่ยวกับนโยบายด้านผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการรวบรวมสารสนเทศที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับธรรมชาติขององค์กร ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่ใหญ่ที่สุด เนื่องจากลักษณะของการจัดการแบบตะวันตกจะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับประสิทธิผลของเทคนิค โดยจะเน้นความสนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับนโยบายด้านผลิตภัณฑ์และวิธีการที่จะใช้คนหลาย ๆ หน้าที่ร่วมมือกัน เพื่อทำให้ QFD มีคุณภาพและช่วยองค์กรในการพัฒนาโครงการใหม่ ๆ จากการวิจัยโดยใช้เอกสารและกรณีศึกษาต่าง ๆ ในประเทศอเมริกาและเนเธอร์แลนด์พบว่ามีความแตกต่างทางด้านการปฏิบัติการและผลการดำเนินงานกับประเทศญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก

Chin et al. (2002) การศึกษาในครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลักและปัจจัยรองสำหรับองค์กรที่ดำเนินการนำระบบบริหารคุณภาพโดยรวม (TQM) มาปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้หลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) กลุ่มที่ใช้ในการประเมินครั้งนี้มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพนักงานภายในองค์กรและกลุ่มบริษัทข้ามชาติที่ร่วมลงทุน ปัจจัยหลักที่ใช้ในการพิจารณามีทั้งสิ้น 4 ปัจจัย คือ องค์กร ระบบและเทคนิค ผลตอบกลับ และพนักงานจากการวิเคราะห์พบว่าควรให้ความสำคัญกับองค์กรและพนักงาน

Cecco (2002) ได้ศึกษาถึงอัลกอริธึมในการสอบเทียบด้วยตนเอง (Self Calibration) และวิธีการสำหรับระบบนำร่อง (Naivigation System) ใช้ระบบนำร่องแบบ (Inertial-Odometric) ที่ได้รับจากระบบนำร่องแบบสัมบูรณ์ โดยอัลกอริธึมไม่มีการวัดจากภายนอกหรือปิดระบบแล้ววัดโดยคำนึงถึงเวลาและการจำแนกค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการสอบเทียบ รายละเอียดของอัลกอริธึมสามารถหามาได้จากค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน โดยทดลองกับต้นแบบซึ่งผลการทดลองความแม่นยำค่อนข้างสูงหลังจากมีการสอบเทียบด้วยตนเอง (Self Calibration)

Benner et al. (2002) ได้ทำงานวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถนำ QFD เข้ามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารได้หรือไม่ เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน ซึ่งจากที่ผู้วิจัยได้ทำการงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ประยุกต์ใช้ QFD ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งพบว่าส่วนใหญ่มีข้อจำกัดทางด้านความต้องการของลูกค้า มีบทความหรืองานวิจัยน้อยมากที่สามารถนำ QFD ไปใช้ในผลิตภัณฑ์ได้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงการปรับปรุงลักษณะของ QFD ทั้งทางด้านวิธีการทำและลักษณะเฉพาะให้เข้ากับอุตสาหกรรมอาหารโดยพบว่าลักษณะของ DFD ควรจะแบ่งออกเป็น 2 เส้นทาง คือ บรรจุภัณฑ์ และอาหาร โดยจากความต้องการของลูกค้าซึ่งเป็นเฟสที่ 1 ของ QFD จะมีทั้งความต้องการของบรรจุภัณฑ์และอาหารดังนั้นในเฟสที่ 2 ควรจะทำการวิเคราะห์แยกกันโดยในส่วนที่เป็นบรรจุภัณฑ์ เฟสที่ 2 จะเป็นการพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เฟสที่ 3 จะเป็นการวางแผนกระบวนการบรรจุภัณฑ์ และเฟสที่ 4 จะเป็นการวางแผนการผลิตบรรจุภัณฑ์ แต่ในส่วนที่เป็นอาหาร เฟสที่ 2 และเฟสที่ 3 จะทำการวิเคราะห์รวมกันในรูปแบบของการวางแผนส่วนประกอบและกระบวนการ และในเฟสที่ 4 จะเป็นการวางแผนกระบวนการผลิตอาหาร ซึ่งจากการที่ทำการแบ่งการดำเนินการ QFD เป็น 2 เส้นทางทำให้สามารถทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้นนอกจากนี้ยังได้แสดงให้เห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของการนำเทคนิค QFD ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกด้วย

Borenstein and et al. (2003) ได้ศึกษาถึงหลักการเซนเซอร์ ระบบ วิธีการและเทคโนโลยีการหาตำแหน่งของ Mobile Robot โดยสามารถแบ่งออกเป็น 7 ประเภทดังนี้คือ 1) Odometry 2) Inertial Navigation 3) Magnetic Compasses 4) Active Beacons 5) Global Positioning Systems 6) Landmark Navigation 7) Model Matching และ Wu (2005) ได้ศึกษาถึงหัวข้อทางตันหรือจุดตาย (Deadlock) ในระบบการผลิตอัตโนมัติมีความสำคัญมากในการปฏิบัติงาน ปัญหาทางตันหรือจุดตายเป็นการแยกการรักษาสำหรับส่วนประกอบในการผลิตและการขนส่งโดยที่มีหลาย ๆ เทคนิค ที่พัฒนาสำหรับแต่ละปัญหาโดยพบว่ามีสองปัญหาในทางโดยรวม ขั้นแรกต้องจำลองระบบเอจีวีและส่วนประกอบในกระบวนการโดยใช้แผนภาพแพทริเนตส์ (Petri-Net) หลังจากนั้นก็รวมแบบจำลอง 2 แบบ โดยใช้การเปลี่ยนมาโครบนพื้นฐานการรวมกันของแบบจำลอง หลักการควบคุมแบบใหม่นี้สำหรับเสนอการหลบหลีกทางตันหรือจุดตาย แสดงกับการคำนวณเชิงซ้อน

Berman, Hsu and Look (2003) ได้ศึกษาถึงหลักการของระบบนำร่องสำหรับการกระจายของเอจีวีซึ่งใช้เพื่อการขนถ่ายวัสดุ โดยมีหลักการของระบบนำร่องอยู่บนพื้นฐานการเพิ่มการควบคุมพฤติกรรมกับพิกัดของเอจีวีหลายตัวและการจัดลำดับก่อนหลังของเส้นทาง ผลลัพธ์แสดงกับการพัฒนาหลักการซึ่งรวมเข้าด้วยดี ระหว่างเส้นทางที่เหมาะสมของเอจีวี ที่มีอยู่และการกระจายปฏิกิริยาของเอจีวีที่เหลือ โดยใช้การคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดในการจัดลำดับและใช้แบบจำลอง (Hieerarchical Fuzzy Behavior-Based: HFBB)

Ngai and Chan (2005) งานวิจัยฉบับนี้ได้ประยุกต์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ในการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการความรู้ความเข้าใจ วิธีการที่นำมาใช้นี้อยู่บนพื้นฐานการตัดสินใจที่หลากหลาย ช่วยให้วิเคราะห์และเปรียบเทียบเครื่องมือบริหารจัดการความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้ซอฟต์แวร์ทางการตลาด วิธีการนี้อยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบแบบจับคู่ระหว่างปัจจัยทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อการเลือกเครื่องมือบริหารจัดการ

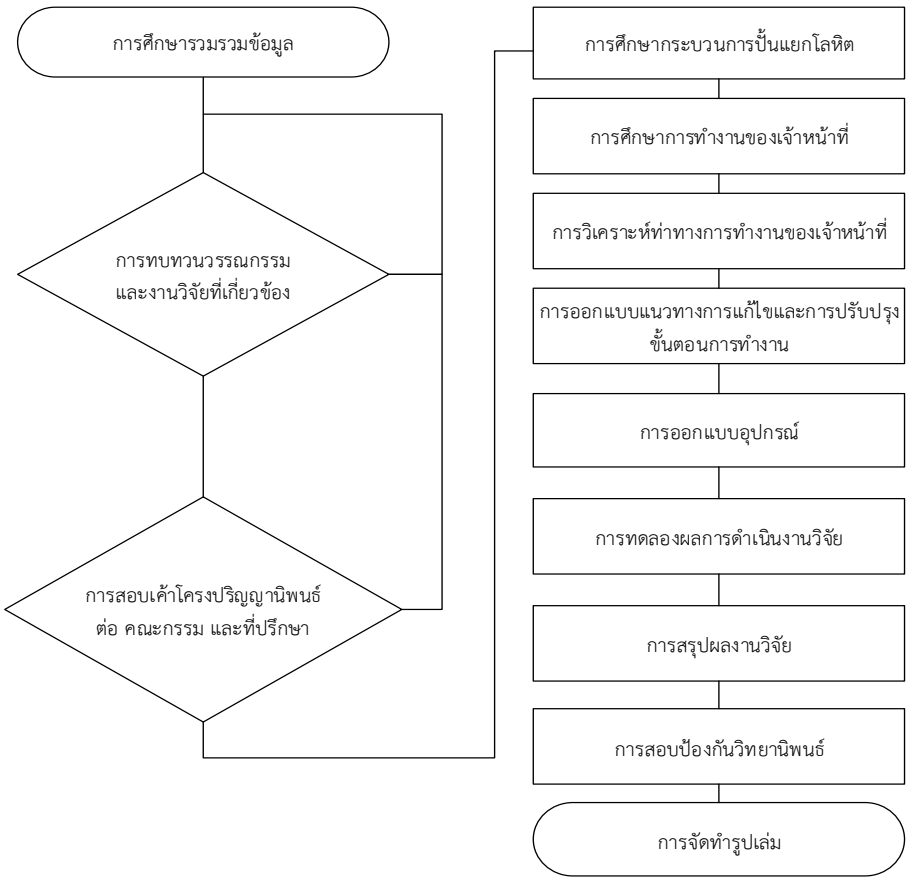
ความรู้ให้เหมาะสมที่สุด โมเดลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) คือระบบที่ได้รับการประยุกต์ใช้เป็นผู้ช่วยตัดสินใจกับเหตุการณ์จริง ในบริษัทด้านการสื่อสาร เพื่อประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือ ซึ่งเชื่อว่าผลจากการประยุกต์ใช้วิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) สามารถช่วยบริหารจัดการ เพราะมีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ

Beji and Bestaoui (2005) ได้ศึกษาถึงพลศาสตร์ของเอจีวี โดยอธิบายได้ด้วยความไม่เป็นเชิงเส้นของแบบจำลอง (Nonholonomics) โดยมีอินพุตสองอย่างคือแรงบิดของแกนตามและแรงบิดเชิงมุมของการเลี้ยว แบบจำลองนี้ใช้การรวมกันของพฤติกรรมด้านยาวและด้านข้าง โดยเกี่ยวข้องกับการกำเนิดการเคลื่อนที่ การคำนวณพลศาสตร์และข้อจำกัดเกี่ยวกับมอเตอร์ การจำกัดความเร็วกระแสของมอเตอร์ และข้อจำกัดของสรูเรตต์ (Slew Rate) โดยพิสูจน์ผลลัพธ์หลักซึ่งอยู่บนพื้นฐานของลาร์ปูนอปส์ (Lyapunov) และอธิบายผลด้วยการแสดงตัวอย่างโดยการจำลอง (Simulation)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการออกแบบและพัฒนาระบบการขนถ่ายลำเลียงพร้อมทั้งหลักการหรือทฤษฎีที่ใช้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่เหมาะสมภายในห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ และหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของ อุปกรณ์การช่วยยกโลหิต เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ด้วยอุปกรณ์การช่วยยกโลหิต ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
3.3 การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพ
3.4 การปรับเพื่อการพัฒนา



ภาพที่ 3.1 การวางแผนงาน

จากนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงได้กำหนดรอบเวลาในการดำเนินงานด้วยแผนภูมิการดำเนินงาน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน และระยะเวลาในการดำเนินงาน

หัวข้อในการดำเนินงาน	ปี 2562			ปี 2563										
	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ศึกษาข้อมูลของสถานประกอบการ	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►											
ศึกษากระบวนการทำงาน	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►											
เก็บข้อมูลปัญหาก่อนการแก้ไข	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►							
วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา				◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►						
แก้ไข ปรับปรุงและกำหนดมาตรฐาน									◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►			
สรุปผลการดำเนินงาน											◄- - -► ◄──►			
สอบป้องกัน												◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	
การแก้ไขและจัดทำเล่มปริญญาดุษฎีบัณฑิต									◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►	◄- - -► ◄──►

หมายเหตุ:

◄- - - -► แสดงแผนการดำเนินงาน

◄────► แสดงการดำเนินงานจริง

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงาน (Planning) เพื่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการออกแบบและพัฒนาระบบการขนถ่ายลำเลียงพร้อมทั้งหลักการหรือทฤษฎีที่ใช้ออกแบบและพัฒนา

อุปกรณ์ที่เหมาะสมภายในห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด และระบุปัญหาพร้อมทั้งการทบทวนทฤษฎีการออกแบบการลำเลียงขนถ่ายโลหิต การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ และหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของ อุปกรณ์การช่วยยกโลหิต เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์การช่วยยกโลหิต ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้ ในภาพที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.1 อย่างรอบคอบ ครอบคลุม ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน Plan การจัดอันดับความสำคัญ ของเป้าหมาย กำหนดการดำเนินงาน กำหนดระยะเวลาการดำเนินงาน สามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย (DO) ดังนี้

3.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัย ครั้งนี้มีทั้งหมด 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกหาปัจจัยคลังกลางเลือด ชั้น 8 อาคารกัลยาณิวัฒนานุสรณ์ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ ผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาไม่ต่ำกว่า 10 ปี

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบและสร้างเครื่องและอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ อาจารย์นักวิชาการที่ทำการสอนทางด้านการออกแบบและสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ จำนวน 5 ท่าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในด้านระบบการข้นย้าย (ยก-ขึ้นลง) จำนวน 5 ท่าน

3.2.2 การออกแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพ

การวิจัยเชิงปริมาณ เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง ถึงปัจจัยในการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวิจัยเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง และผู้ที่ส่วนได้เสียและผู้บริหาร จากการประชุมสนทนา กลุ่มย่อยเพื่อทำการตรวจสอบและให้ค่าน้ำหนักนวัตกรรมการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

3.2.3 ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาแนวคิด/ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบขนส่งระบบการข้นย้าย (ยก-ขึ้นลง) แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องการระบบการขนส่งแนวดึง และ ส่วนที่ 2 สัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง เพื่อนำมาพิจารณาประกอบในการสร้างนวัตกรรม การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง การสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อให้ได้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) โดยนำแบบสัมภาษณ์เชิงลึกให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจสอบก่อนนำไปสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ปฏิบัติงานในผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง และผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการยกขึ้นลง จำนวน 5 คน เพื่อให้การซักถาม การสนทนาและการต่อยอดความคิด การออกแบบการสัมภาษณ์นี้ นอกจาก จะมุ่งเน้นข้อมูลเพื่อให้ได้ซึ่งมาความเหมาะสมกับงาน และให้ได้ข้อมูลในเชิงความคิดและองค์ความรู้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่นำมาสกัดเป็นข้อมูลหาองค์ประกอบของธุรกิจน้ำดื่มที่สำคัญ เพื่อนำมาจัดทำแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมเชิงปริมาณนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร ตำราข้อมูลที่สกัดได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ คือแนวคิดทฤษฎี 7S Model ของ Mckinsey 7-S Framework กำหนดเป็นปัจจัยเป็นแนวทางในการกำหนดปัจจัยภายนอกของ การออกแบบ ระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งโลหิตและกำหนดปัจจัยความต้องการเครื่องมืออุปกรณ์การ จากนั้นนำแบบสอบถามที่เป็นต้นฉบับไปตรวจสอบคุณภาพ โดยแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของ (Content Validity) เนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์หรือประเด็นการวิจัย (Item Objective Consistency: IOC) และปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์แล้วจัดส่งแบบสอบถามให้แก่ผู้มีส่วนได้เสีย ในคลังกลางเลือด จำนวน 5 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยทะเบียน หน่วยเคมีคลินิก หน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย และ หน่วยจุลชีววิทยาคลินิก จำนวนทั้งสิ้น 300 คน

ขั้นตอนที่ 4 การรวบรวมข้อมูลและประมวลผล/วิเคราะห์ข้อมูล

แบบสอบถามที่จัดส่งไปยังกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 300 ฉบับ ได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาจำนวน 251 ฉบับ ต่อจากนั้นได้นำข้อมูลมาประมวลผล/วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญตามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ จะนำไปสร้างนวัตกรรม การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

ขั้นตอนที่ 5 การจัดทำนวัตกรรมการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

ผู้วิจัยนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มาจัดทำโครงร่างนวัตกรรมการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพโดยใช้วิธีการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group) ประกอบด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับระบบการข้นย้าย (ยก-ขึ้นลง) ได้แก่ ผู้ผู้ปฏิบัติงานในคลังกลางเลือดและนักวิชาการที่ทำการสอนทางด้านระบบการข้นย้าย(ยก-ขึ้นลง) จำนวนทั้งสิ้น 15 คน เพื่อระดมความคิดเห็นร่วมกัน เกี่ยวกับลักษณะแนวทางการสร้างนวัตกรรมการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็นนวัตกรรมการออกแบบ

และพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ ต้องมาจากผู้มีความรอบรู้เกี่ยวกับการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพโดยกำหนดจัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group) ณ ห้องประชุมคณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ร่วมพิจารณาและอภิปรายประเด็น เรื่อง “นวัตกรรมการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ” เพื่อรับข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่อนวัตกรรมการออกแบบและการวางระบบการขนส่ง ตามที่ผู้วิจัยได้นำรูปแบบนวัตกรรมเพื่อพิจารณา

ขั้นตอนที่ 6 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลปัจจัยความต้องการของผู้ปฏิบัติหน้าที่ในในคลังกลางเลือดจากการสัมภาษณ์และได้นำแบบสอบถามหาค่าความสำคัญของปัจจัยมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมิน โดยทำการตัดค่าระดับที่ต่ำกว่า 3 โดยวิธีแบบกราฟเรด้า เมื่อได้ปัจจัยความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชันสูตร (Specimen ที่มีค่ามากกว่าระดับ 3 แล้ว มาทำแผนภูมิต้นไม้เพื่อจัดกลุ่มปัจจัยให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือองค์ประกอบเดียวกันโดยใช้วิธีการสนทนาแบบกลุ่ม (Focus Group) นำข้อมูลที่ได้จากการสนทนาแบบกลุ่มมาจัดลำดับความสำคัญ จากนั้นนำปัจจัยที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์การออกแบบด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิค FSUDEE

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ ผลที่ได้จากการประชุมสนทนากลุ่มย่อย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาปรับปรุงและสร้างนวัตกรรมการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ รูปแบบที่เหมาะสมกับการหน่วยงานต่าง ๆ ออกแบบและเขียนแบบนวัตกรรมระบบขนส่งโลหิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการขนส่ง Specimen ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติ โดยออกแบบให้เหมาะสมกับหน่วยงาน

ขั้นตอนที่ 8 การทดสอบหาประสิทธิภาพของาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดสถานีหรือหน่วยงานในการขนส่ง ตามความต้องการของผู้ใช้จำนวน 1 สถานีงานในการทดสอบระบบการขับเคลื่อนตามเส้นแนวดิงที่กำหนด เพื่อประเมินประสิทธิภาพทางด้านคุณภาพและทางด้านปริมาณของนวัตกรรม

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.4.1 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพได้แก่

1.1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก กึ่งโครงสร้าง

1.2) แบบบันทึกการประชุมสนทนาแบบกลุ่ม (Focus Group)

1.3) แบบบันทึกการประชุมผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของนวัตกรรมการออกแบบาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่

2.1) แบบสอบถามข้อคำถามเฉพาะเจาะจง

2.2) แบบสอบถามข้อคำถามแสดงความคิดเห็นและแบบการประมาณค่า 5 ระดับ

3.2.4.2 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

1) การสร้างและพัฒนาเครื่องมือด้านเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือด้านเชิงคุณภาพใช้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้าง แบบบันทึกการประชุมการสนทนากลุ่ม (Focus Group) และแบบประเมินด้วยมติที่เห็นชอบ โดยนำกรอบแนวคิดและทฤษฎี รวมทั้งนำวัตถุประสงค์ในการวิจัยมาเป็นตัวกำหนดข้อมูลที่ต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูล นำเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบความครอบคลุมเนื้อหาของเครื่องมือสัมภาษณ์แบบเจาะจง ก่อนนำไปสัมภาษณ์

2) การสร้างและพัฒนาเครื่องมือเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามโดยนำเอากรอบแนวคิด ทฤษฎีที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกมาประมวลสร้างแบบสอบถามและนำแบบสอบถาม (Questionnaires) ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) และความถูกต้องของภาษาและเนื้อหาให้ครอบคุ้มในแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญแบบสอบถามประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklists) สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา ระยะเวลาในการทำงานและตำแหน่งงาน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามแบบให้เลือกตอบและแบบแสดงความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในผู้ปฏิบัติหน้าที่ในในคลังกลางเลือด เพื่อหาระดับความสำคัญแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

แบบสอบถามตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ เพื่อหาความสำคัญขององค์ประกอบของรูปแบบการขั้นตอนการขนส่ง ในคลังกลางเลือด แบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลเป้าหมายในองค์ประกอบของรูปแบบ การขั้นตอนการขนส่ง ในคลังกลางเลือด แนวคิดทฤษฎี 7S Model ของ McKinsey 7-S Framework มาเป็นพื้นฐานในการจัดทำแบบสอบถาม เพื่อถามเกี่ยวกับลักษณะของ คลังกลางเลือด ซึ่งรวมถึงองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ของหน่วยงานภายในคลังกลางเลือด ที่ได้จากการสังเคราะห์แบบสัมภาษณ์เชิงลึก ข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของ ลิเคิร์ท (Likert Scales) แบบ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

แบบสอบถามตอนที่ 3 เป็นการสอบถามความคิดเห็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในสร้างรูปแบบด้านการออกแบบพาหนะขนส่งโลหิต

3) การกำหนดระดับค่าคะแนนในมาตราส่วนประมาณค่า แบบสอบถามที่กำหนดค่ามาตราส่วนประมาณค่า แบบ 5 ระดับ มีการกำหนดด้วยระดับค่าคะแนน ดังนี้

ระดับความสำคัญมากที่สุด	5	คะแนน
ระดับความสำคัญมาก	4	คะแนน
ระดับความสำคัญปานกลาง	3	คะแนน
ระดับความสำคัญน้อย	2	คะแนน
ระดับความสำคัญน้อยที่สุด	1	คะแนน

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับค่าคะแนนใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถาม เห็นด้วยกับรูปแบบที่กำหนดในระดับมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถาม เห็นด้วยกับรูปแบบที่กำหนดในระดับมาก

2.50-3.49 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถาม เห็นด้วยกับรูปแบบที่กำหนดในระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถาม เห็นด้วยกับรูปแบบที่กำหนดในระดับน้อย

1.00-1.49 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถาม เห็นด้วยกับรูปแบบที่กำหนดในระดับน้อยที่สุด

4) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา (IOC) และความถูกต้องของภาษาและเนื้อหาครอบคุ้มจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของเครื่องมือ โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสอดคล้องดังนี้

+ 1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่ารายการคำถาม มีความสอดคล้องกับประเด็นการวิจัย

0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่ารายการคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นการวิจัยหรือไม่

-1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่ารายการคำถาม ไม่สอดคล้องกับประเด็นการวิจัย

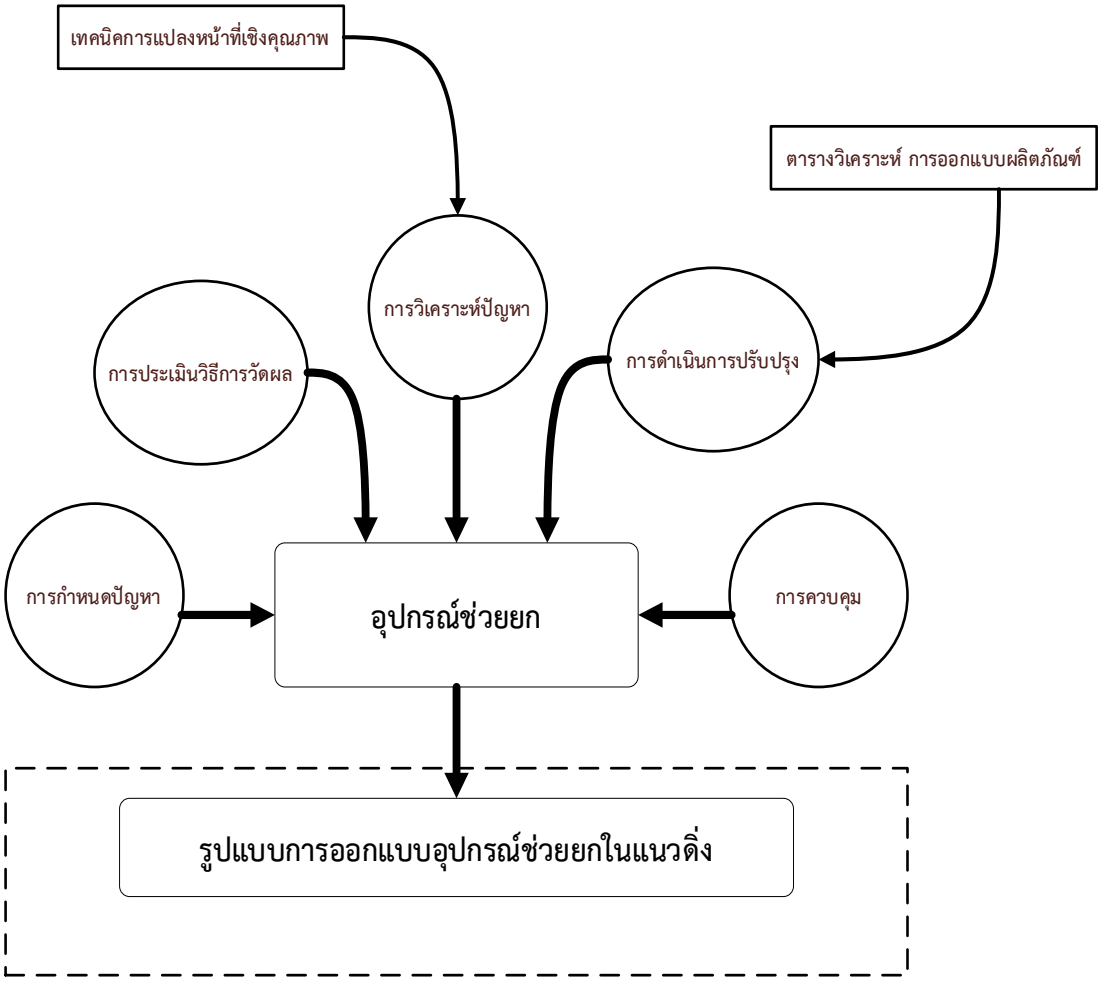
การแปลความหมายผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญ เห็นว่ารายการข้อนั้นสอดคล้องกับประเด็นการวิจัย

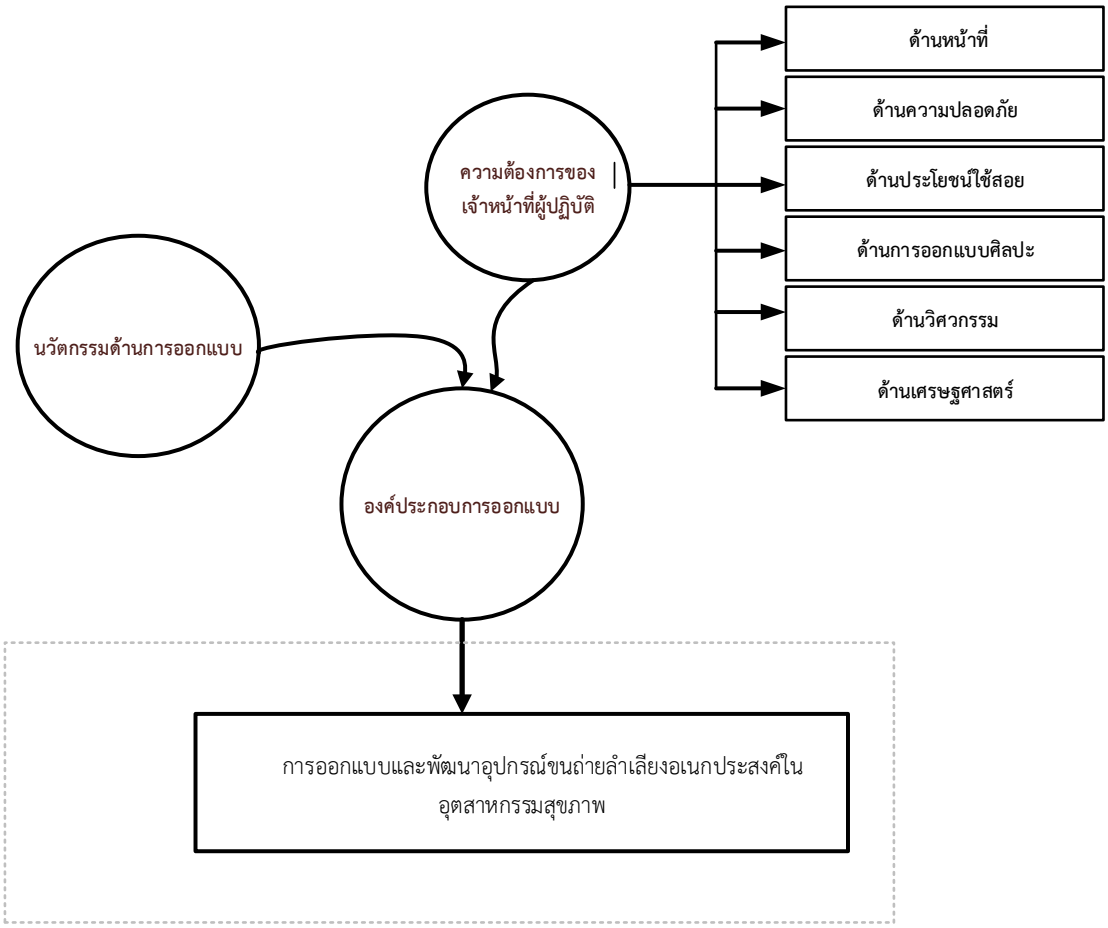
ค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญ เห็นว่ารายการข้อนั้นไม่สอดคล้องกับประเด็นการวิจัย

3.2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อวางกรอบในการวิจัย ดังแสดงภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กรอบแนวคิดของการวิจัยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ



ภาพที่ 3.3 กรอบแนวคิดของการวิจัยนวัตกรรมเทคโนโลยีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

3.2.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบบูรณาการ การวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.3.6.1 การรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นการสนทนาที่สามารถเก็บข้อมูลที่เป็นคำพูดและท่าทางในการทำงาน ที่แสดงความรู้สึกประกอบร่วมด้วยและการเสนอความคิดเห็นในเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยในการยกขึ้นลงและปัจจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมเทคโนโลยีการผลิตระบบการข้นย้าย(ยก-ขึ้นลง) การสัมภาษณ์เชิงลึกมีการปฏิบัติ ดังนี้

1) ผู้วิจัยขออนุญาต ผู้บริหารในหน่วยที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงาน

2) ผู้วิจัยทำ การนัดวัน และเวลา สถานที่ เพื่อทำ การสัมภาษณ์

3) ผู้วิจัยขออนุญาตบันทึกเสียงคำ สัมภาษณ์ และทำการสรุปทบทวนการสัมภาษณ์ทุกรายข้อ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้สัมภาษณ์ และ ผู้ให้สัมภาษณ์

4) ผู้วิจัยปฏิบัติตามหลักจรรยาบรรณของนักวิจัยให้สัญญาในการเก็บข้อมูลเป็นความลับ และในกระบวนการนี้ผู้ให้สัมภาษณ์มีสิทธิ์ที่จะขอยกเลิกหรือเปลี่ยนแปลงได้ในทุกกรณี

5) ผู้วิจัยสัมภาษณ์ตามลำดับข้อคำถามทุกข้อ แม้ว่าบางข้อคำถามจะมีส่วนที่ผู้ให้สัมภาษณ์เป็นข้อมูลไว้ในข้อคำถามอื่น

6) นำคำสัมภาษณ์มาถอดข้อความเพื่อวิเคราะห์เนื้อหา

3.3.6.2 รวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group) เป็นการปฏิบัติการประชุม โดยให้สมาชิกกลุ่มได้สนทนาและซักถามอย่างสร้างสรรค์ และครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการในเวลาที่กำหนด และประเมินเพื่อฉันทานุมัติเป็นมติเห็นชอบ การประชุมสนทนากลุ่ม มีการปฏิบัติ ดังนี้

1) ผู้วิจัยส่งหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญในด้านการเตรียมการปั่นแยกโลหิต

2) ผู้วิจัยจัดเตรียมสถานที่เพื่อดำเนินการประชุมสนทนากลุ่ม

3) ผู้วิจัยรวบรวมข้อวินิจฉัยและมติจากที่ประชุมสนทนากลุ่ม

4) ผู้วิจัยนำผลการประชุมสนทนากลุ่ม และผลการประเมินรูปแบบนวัตกรรมการเตรียมการปั่นแยกโลหิต

5) เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอรับความเห็นชอบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นนวัตกรรมการเตรียมการปั่นแยกโลหิต

3.3.6.3 รวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติการสัมมนากลุ่ม เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักการตัดสินใจเลือกรูปแบบนวัตกรรมการเตรียมการปั่นแยกโลหิต มีการปฏิบัติ ดังนี้

1) ผู้วิจัยส่งหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญในด้านการเตรียมการปั่นแยกโลหิต ผู้ประกอบการ และผู้ที่เกี่ยวข้อง

2) ผู้วิจัยจัดเตรียมสถานที่เพื่อดำเนินการสัมมนากลุ่มแจกแบบสอบถามเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักปัจจัยของรูปแบบนวัตกรรมการเตรียมการปั่นแยกโลหิต ที่สร้างขึ้น

3) ผู้วิจัยรวบรวมแบบสอบถามการกำหนดน้ำหนักปัจจัยรูปแบบนวัตกรรมที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Expert Choices

4) ผู้วิจัยนำผลการตัดสินใจเลือกรูปแบบนวัตกรรมการเตรียมการปั่นแยกโลหิตเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และที่ปรึกษาร่วมเพื่อขอรับความเห็นชอบ เพื่อนำไปดำเนินการทดสอบกับธุรกิจน้ำดื่มขนาดกลางและขนาดย่อมจำนวน 5 สถานประกอบการ

3.3.6.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการเตรียมการปั่นแยกโลหิต ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ด้วยวิธีการสกัดและสังเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพการวิเคราะห์ข้อวิพากษ์และข้อมูลเสนอแนะ ใช้วิธีการสกัดและสังเคราะห์เชิงเนื้อหาคุณภาพ

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่และประสบการณ์ในการทำงานใช้สถิติการวิเคราะห์ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.2) การวิเคราะห์ค่าระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของผู้ปฏิบัติเดินขนส่ง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3) การวิเคราะห์ค่าระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของปัจจัยการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Expert Choices) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

3.3 การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพ (Check) อ้างถึงที่มาจาก พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถอันทำให้ก่อเกิดผลในกระบวน การทำงาน ได้อย่างสูงสุด การเพิ่มประสิทธิการผลิต คือ การที่ทำให้ผลผลิต (Output – ผลิตภัณฑ์ คุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ ความปลอดภัย สุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม) มากที่สุด โดยการใส่ปริมาณเข้าไปใน การผลิต (Input – คน เครื่องจักร วัตถุดิบ) ในปริมาณน้อยที่สุด ซึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพ ต้อง อาศัยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงปริมาณ คือ การที่จะทำให้เวลาการขัดข้องของเครื่องจักรลดน้อยลง หรือเพิ่มผลผลิตต่อ ชั่วโมงให้มีปริมาณมากขึ้นได้อย่างไร ได้แก่

3.3.1.1 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร คือ การทำให้ประสิทธิภาพ ของเครื่องจักรสูงขึ้น หรือทำให้จำนวนผลผลิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นได้มากกว่าเดิม

3.3.1.2 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากร คือ การทำให้เครื่องจักรมี ความคงที่อยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น จะทำให้บุคลากรแต่ละคน มีเครื่องจักรที่ดูแลมีจำนวนเพิ่มขึ้น หรือลดบุคลากรลง โดยการผลักดันให้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างต่อเนื่อง

3.3.1.3 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร คือ การทำให้การผลิตมีความ ราบรื่น หรือการลดความสูญเสียในกระบวนการ ลดความสูญเสียของเครื่องจักรให้เหลือน้อยที่สุด

3.3.2 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงคุณภาพ คือ การที่จะทำให้ของเสียลดลง และยกระดับคุณภาพโดยการปรับปรุงคุณภาพ ได้แก่

3.3.2.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณภาพให้สูงขึ้น คือ การทำให้ของเสียลดลง หรือการ ซ่อมให้น้อยลง หรือการลดความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพให้น้อยลง

3.3.2.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดระบบการข้นย้าย (ยก-ขึ้นลง) คือ การแสวงหาเงื่อนไขให้ เกิดการเดินเครื่องโดยที่ไม่ต้องอาศัยบุคลากร

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้น มีเป้าหมายเพื่อสะท้อนภาพการ ใช้งานของเครื่องจักร หรือเพิ่มผลผลิต และการกำจัดความสูญเปล่า โดยมีดัชนีชี้วัดซึ่งสามารถ

แสดง ให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่ามีสถานะความพร้อมใช้งานเป็นอย่างไร การเดิน เครื่องจักรเต็มความสามารถ หรือไม่มีการผลิตชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน เราเรียกว่า “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE – Overall Equipment Effectiveness) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยดัชนีย่อย 3 ตัว คือ

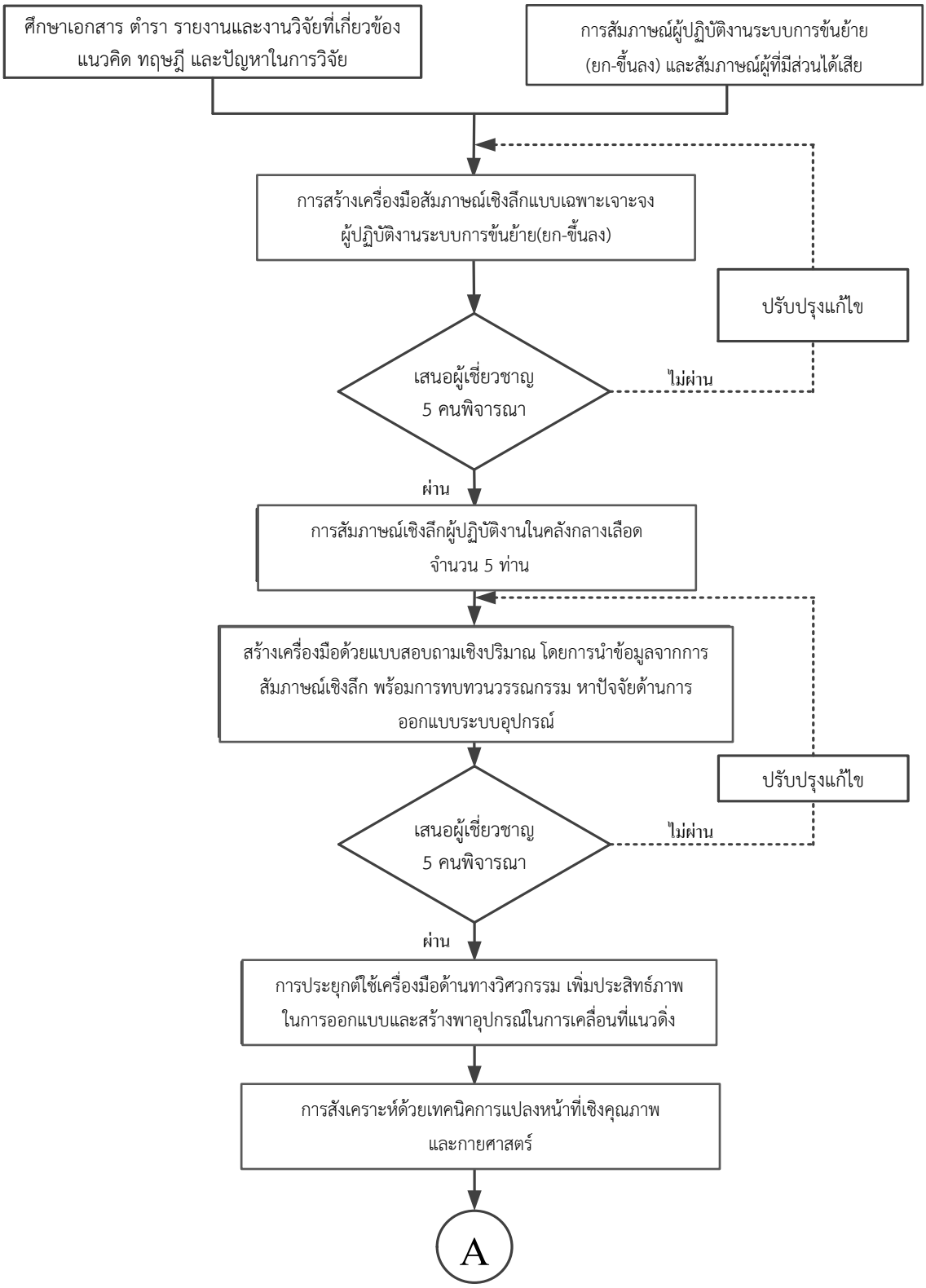
อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A)

อัตราประสิทธิภาพ (Performance Efficiency: P)

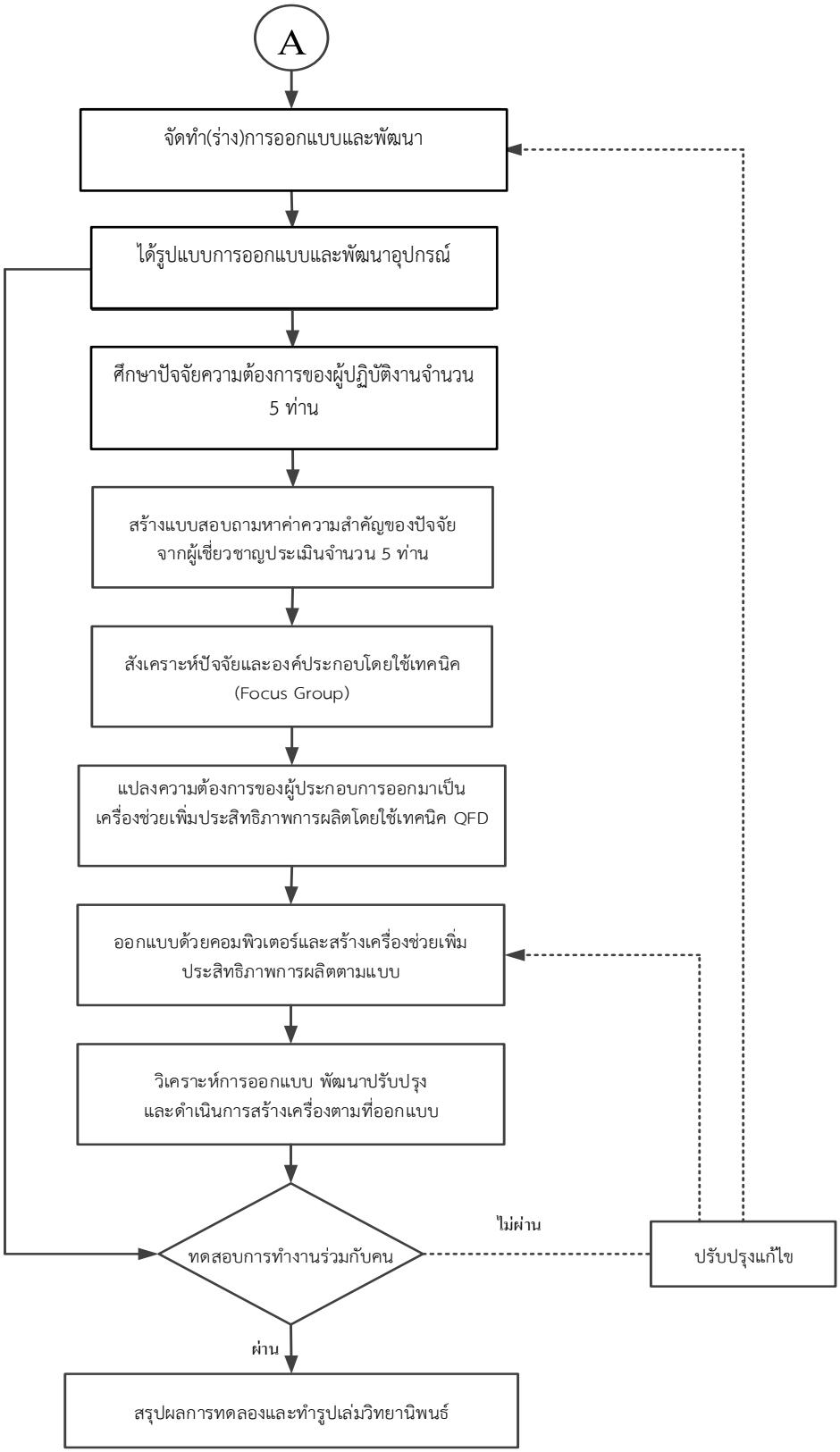
อัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q)

3.4 การปรับเพื่อการพัฒนา

การปรับเพื่อการพัฒนา (Act) มาจากผลของการทดสอบทดสอบประสิทธิภาพ (Check) นำข้อมูลดังข้างต้น มาทำการแก้ไขปรับปรุงนำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐานหรือมองหาทางเลือก และเป้าหมายใหม่ทีมีความจะเป็นไปได้เพื่อพัฒนาการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ ตามที่กำหนดคือวัตถุประสงค์ คือเพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้งการทบทวนทฤษฎีการออกแบบการลำเลียงขนถ่ายโลหิต การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ และหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของ อุปกรณ์การช่วยยกโลหิต ทดสอบประสิทธิภาพของระบบการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ด้วยอุปกรณ์การช่วยยกโลหิต ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 กระบวนการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ



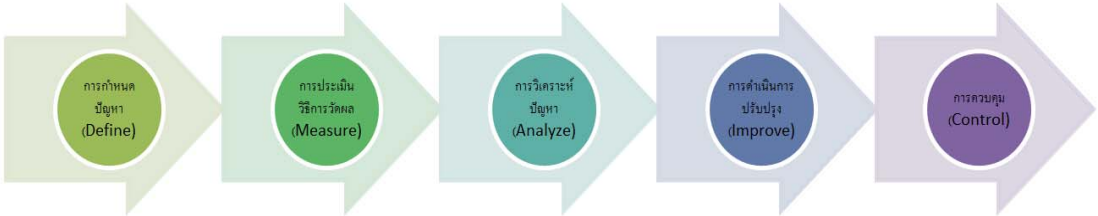
ภาพที่ 3.4 กระบวนการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ในอุตสาหกรรมสุขภาพ (ต่อ)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

งานวิจัย เรื่อง พัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ในห้องปฏิบัติการคลังเลือดกรณีศึกษาศูนย์คลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้งทบทวนทฤษฎีการ การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพและหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของเพื่อทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการดำเนินงาน รายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อออกแบบและพัฒนาพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยใช้เทคนิค กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย ซึ่งจะนำไปสู่อุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ ที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน และจะต้องทำการศึกษาถึงขั้นตอนการทำงานงานของพนักงาน นั้นก็คือการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานในสถานีการเตรียมโลหิต เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงจากการปฏิบัติงานด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ คอ ลำตัว และขา จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Six Sigma เกิดขึ้นครั้งแรก ณ บริษัท Motorola ในปี 2533 ทำการคิดค้นโดยทีมวิศวกรของบริษัทภายใต้การนำทีมโดย Dr. Mikel Harry โดย Mikel Harry ได้กล่าวว่า “Six Sigma คือวิถีแห่งระบบคุณภาพแบบหลายมิติ อันประกอบด้วยรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน การจัดการที่ลงตัวและการตอบสนองตามหน้าที่ในองค์กร” จึงได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยการประยุกต์ใช้แนวทางการแก้ปัญหาตามเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.2 ขั้นตอนการทำงานของ Six Sigma

Six Sigma Project เป็นโครงการย่อยที่จัดตั้งขึ้นเพื่อแก้ปัญหา โดยต้องพิจารณาระดับปัญหาในปัจจุบันและศักยภาพที่จะเกิดประโยชน์จากการแก้ไขปัญหา ซึ่งทุกโครงการจะต้องดำเนินการผ่านขั้นตอนของ Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C โดยมีขั้นตอนดังนี้

D: Define Target คือ การกำหนดเป้าหมาย เป็นการกำหนดขั้นตอนสำหรับโครงการถือเป็นส่วนที่ท้าทายและยากที่สุดสำหรับการทำโครงการ

M: Measure คือ การวัดความสามารถของกระบวนการ มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

(1) รวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ตรวจสอบและวัดปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญต่อการปรับปรุง

(2) แยกแยะข้อเท็จจริงและตัวเลขเพื่อสันนิษฐานสาเหตุปัญหา

A: Analyze คือ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยจะเจาะลึกในรายละเอียดและวิเคราะห์ครอบคลุม ถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ 1) Man (คน) 2) Machine (เครื่องจักร) 3) Materials (วัตถุดิบ) 4) Method (วิธีการ) 5) Measure (การวัด)

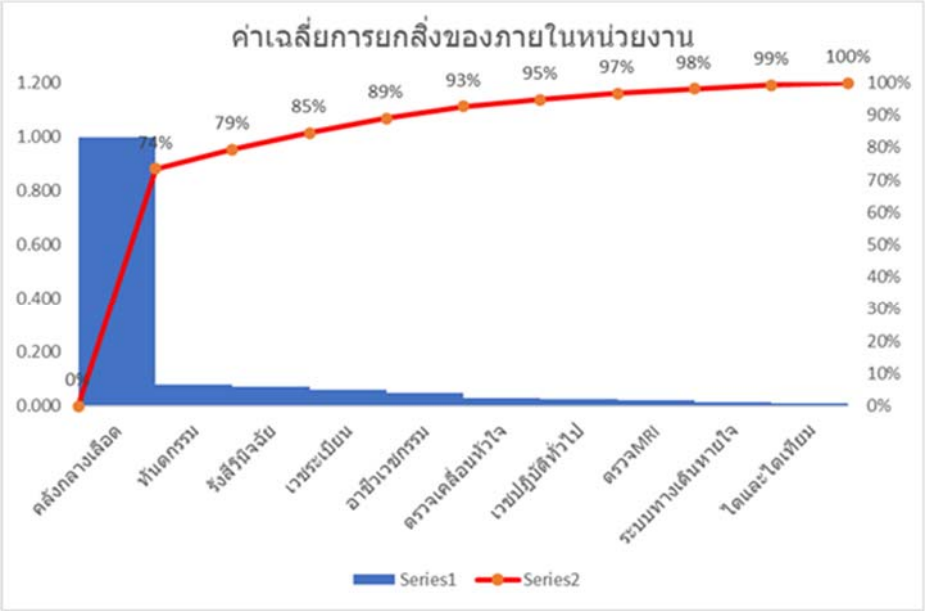
I: Improve คือ การปรับปรุงโดยเน้นที่ต้นเหตุของปัญหา ต้องตรวจสอบและบริหารอย่างรอบคอบและต้องวิเคราะห์ปัญหาอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

C: Control คือ การควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบและพัฒนากระบวนการติดตามเพื่อรักษากระบวนการที่ได้เปลี่ยนแปลงไว้ให้คงอยู่

4.2.1 การกำหนดปัญหา (Define phase)

จากการศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าภาย แผนก คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด มีจำนวน 3 คน ปัญหาคือ น้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งเจ้าจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย น้ำหนัก 288 กิโลกรัมต่อวัน พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำเป็นระยะเวลานาน แต่จากการตรวจวิเคราะห์การทำงานในหน่วย คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ดำเนินการโดยนักเทคนิคการแพทย์ พนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเจ้าหน้าที่และบุคลากรไม่พอต่อความต้องการรับภารกิจที่ต้องทำอย่างรวดเร็วแข็งขันกับเวลา ต่อความต้องการใช้เลือดของผู้ป่วย ที่มีความต้องการใช้เลือดที่มีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับอาการของโรค หากเกิดอุบัติเหตุการใช้เลือดจะต้องเร่งด่วน ในการนำส่งหากในคลังกลางเลือดมีเลือดที่ตรงตามความต้องการ แต่หากเป็นเลือดที่ไม่มีอยู่ในคลังกลางเลือดจะต้องขอรับบริจาค หรือจากญาติที่มีหมู่เลือดเดียวกัน นับเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นเรื่องชี้เป็นชี้ตายของชีวิตเลยทีเดียว หลังจากได้เลือดต้องเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบตามขั้นตอนของมาตรฐานสากล และมาตรฐานงานเทคนิคการแพทย์ เพื่อให้ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ในกระบวนการต้องแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆของห้องวิจัยโดยมีเจ้าหน้าจะต้องทำงานเตรียมส่วนแยกของเลือดการแยกสารด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงสาร เป็นเครื่องมือที่ใช้ใน

การเพิ่มแรงโน้มถ่วงให้กับสารที่แขวนลอยในสารละลาย หรือใช้ในการแยกสารตัวอย่างที่ไม่ละลาย หรือแยกตะกอนออกจากสารละลาย โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของสารตัวอย่างรอบแกน หรือภายใต้สนามการหมุนเหวี่ยง (centrifugal field)



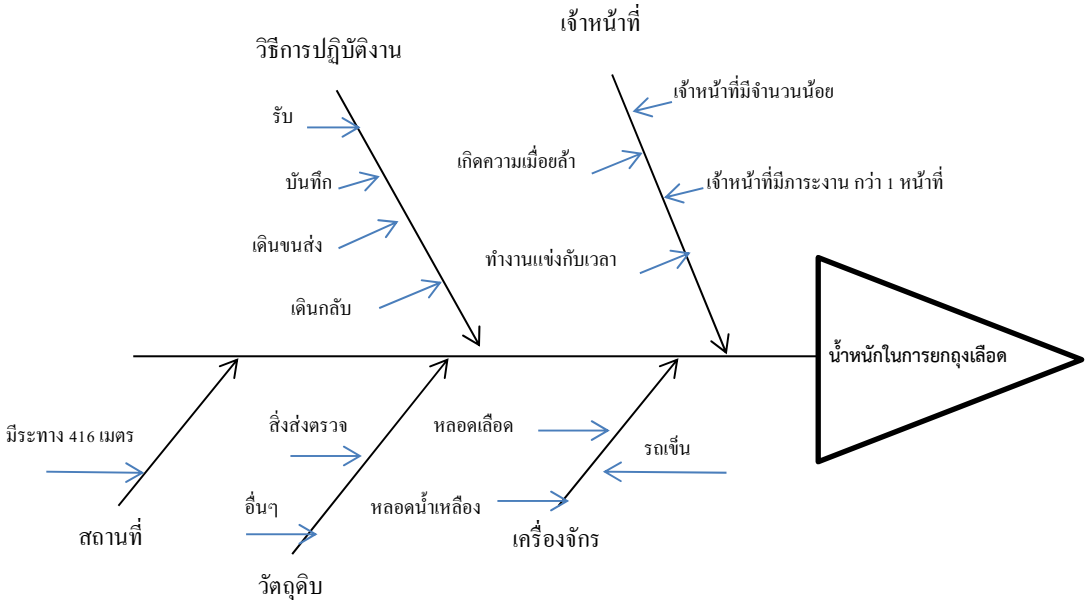
ภาพที่ 4.2 กราฟพาเรโตข้อบกพร่องในการยกสิ่งของ น้ำหนักโดยเฉลี่ย (หน่วย: กรัม)

จากการวิเคราะห์ลักษณะท่าทางการทำงานของเจ้าหน้าที่ ในการยกสิ่งของ คือน้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือด ในแผนก คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด จากภาพที่ 2 กราฟพาเรโต (Cause and effect diagram) มาประยุกต์ใช้เพื่อระบุข้อบกพร่องที่พบในการเดินขนส่ง พบว่าข้อบกพร่องในการยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด มีจำนวน 3 คน ปัญหา คือน้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย น้ำหนัก 288 กิโลกรัมต่อวัน ดังภาพที่ 4.3 งานเตรียมส่วนแยกเลือด ด้วยการปั่นเหวี่ยง พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำเป็นระยะเวลานานงานวิจัยนี้จึงเลือกการลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการเดินขนส่งสิ่งส่งตรวจในอุตสาหกรรมสุขภาพด้วยเทคนิคซิกซ์ม่า D-M-A-I-C

ภาพที่ 4.3 เจ้าหน้าที่ ทำการส่วนแยกของเลือด ด้วยเครื่องปั่นเลือด

4.2.2 การวัดผลเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure phase)

รวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ตรวจสอบและวัดปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญต่อการปรับปรุง หลังจากดำเนินการศึกษากระบวนการโดยละเอียดแล้วนั้น ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) ถูกประยุกต์ใช้เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อข้อบกพร่อง โดยวิธีการระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดปัจจัยนำเข้าทั้งหมดที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องดังกล่าวข้างต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.4

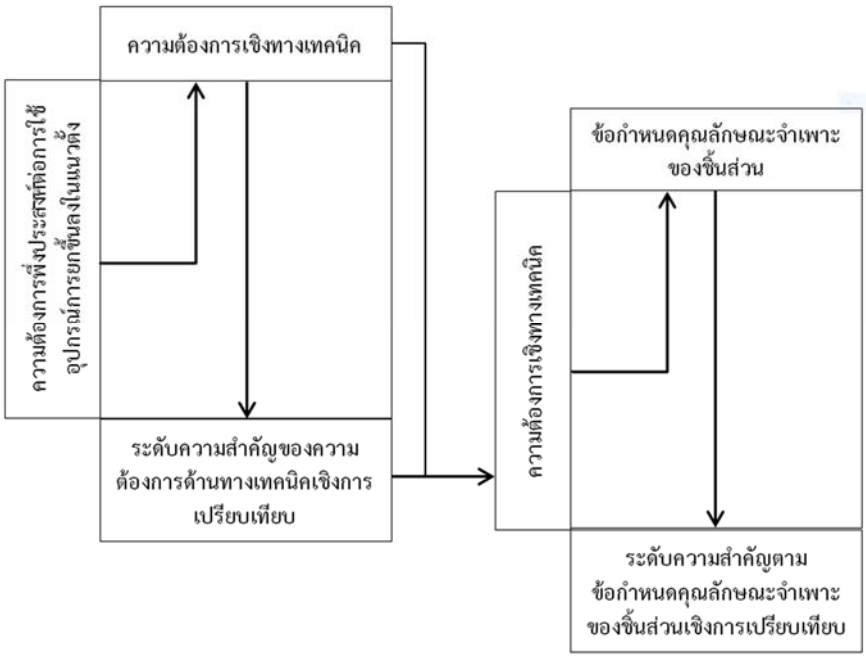


ภาพที่ 4.4 แผนผังเหตุและผลในการยกถุงเลือด

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่า เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหาจากการใช้แผนผังสาเหตุพบว่าที่เป็นปัญหา คือปัญหา น้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งเจ้าจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยน้ำหนัก 288 ถึง 300 กิโลกรัมต่อวัน พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

4.3 แยกแยะข้อเท็จจริงและตัวเลขเพื่อสันนิษฐานสาเหตุปัญหา

การวิเคราะห์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ไปเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการเคลื่อนที่ตามหลักการทฤษฎี ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD จึงทำการวิเคราะห์เมตริกซ์ทั้งหมด 2 เมตริกซ์ คือ เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และ เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.5

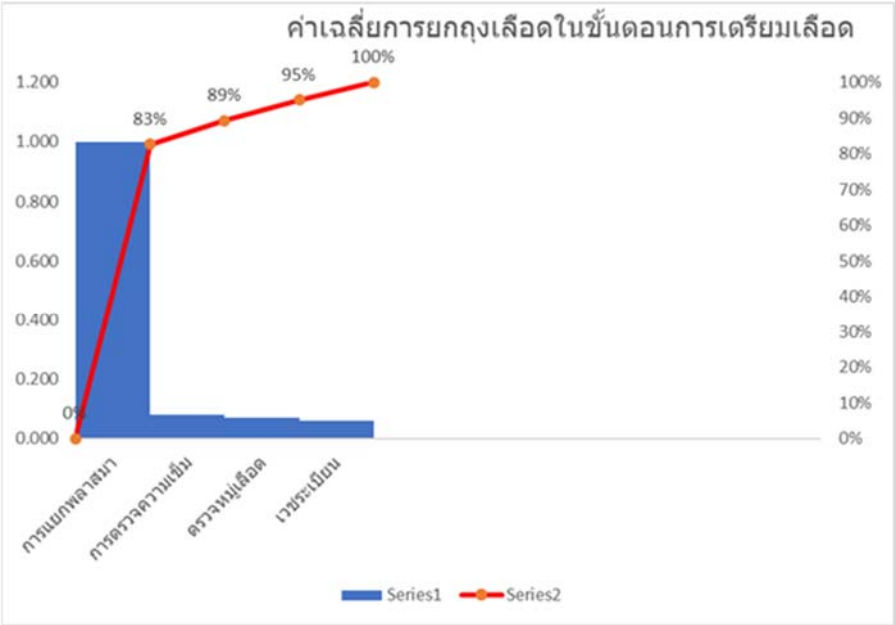


ภาพที่ 4.5 การเชื่อมโยงระหว่างเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

4.4 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase) ข้างต้นนำไปสู่การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ (Failure mode and effect analyze process: FMEA) ซึ่งเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของความผิดพลาดแต่ละชนิดที่ส่งกระทบต่อกระบวนการ โดยการพิจารณาจากดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk priority number: RPN) ซึ่งได้จากการประเมินค่าความรุนแรง (Serverity) โอกาสที่จะเกิด (Occurance) และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องนั้น ๆ (Detection) อย่างไรก็ตาม การพิจารณาดำเนินการเฉพาะสาเหตุที่ไม่ได้ตัดออกจากผังแสดงเหตุและผล

ดังอธิบายไว้ก่อนหน้านี้ จากนั้น นำสาเหตุที่เหลือมาวิเคราะห์ผลกระทบเพื่อหาค่า RPN และวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาด้วยแผนภาพพาเรโต เพื่อทำการเลือกผลกระทบที่มีความรุนแรงสูงนำไปทำการแก้ปัญหาต่อไป



ภาพที่ 4.6 แผนภาพพาเรโตดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ข้อบกพร่องวิธีการปฏิบัติงาน

จากภาพที่ 4.6 พบว่า สาเหตุที่มีความรุนแรงสูงที่ส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องการเดินขนส่ง คือ สาเหตุที่มีค่า RPN ที่สูง สำหรับงานวิจัยนี้จึงได้เลือกสาเหตุที่มีค่า RPN ใน 3 ลำดับแรก ตามแนวคิดของแผนภาพพาเรโตสำหรับการปรับปรุงแก้ไข นั่นคือ ขาดเครื่องทุ่นแรงในยกถุงเลือด ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ สาเหตุดังกล่าวถูกนำไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการกำหนดหัวข้อในการแก้ไขข้อบกพร่องในยกสิ่งของ ด้วยการเลือกใช้ เครื่องมือยกเลือดในการเตรียมเลือด นำมาแก้ไขปัญหา โดยให้ทำหน้าที่แทนเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนดังกล่าว

ผู้วิจัยได้นำหลักการระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) มาช่วยในการออกแบบเครื่องทุ่นแรงในยกถุงเลือด ซึ่งต่อมาเรียกว่า เครื่องมือยกถุงเลือด สำหรับขั้นตอนกระบวนการปั่นเหวี่ยงสารด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์ ขนาดความเร็ว 3000-5000 RPM ในการเตรียมเลือดกล่าวโดย

สรุป คือ ทำอย่างไรให้การเคลื่อนย้าย ยกถุงเลือด เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และ ประหยัด ดังนั้น การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) จึงเป็นเรื่องของกระบวนการผลิตที่องค์กรต้องให้ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตของโรงงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การแบ่งชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุจะอาศัยความแตกต่างของหน้าที่การทำงาน ดังสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ลักษณะของการลำเลียงและหน้าที่หลักของเครื่องมือเครื่องมือที่นำมาใช้ในการลำเลียงวัสดุจะมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น อุปกรณ์บางตัวสามารถจับหมุนวัสดุไปพร้อม ๆ กับการลำเลียงวัสดุ และมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ส่วนเส้นทางการลำเลียงที่บังคับไว้แล้วก็จะเป็นเครื่องมือประเภทสายพานลำเลียง เครน หรือรางเลื่อนต่าง ๆ ซึ่งในที่ได้กำหนดทิศทางเส้นทางการลำเลียง (the path traveled) ในแนวดิ่งและการเคลื่อนย้ายแบบผสมผสาน (the mixing of motion) เพื่อให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้น เพราะจะลำเลียงในทิศทางเดียวไม่ได้จะต้องผสมทิศทางอื่น ๆ ไปด้วย จึงถือได้ว่าเป็นการผสมผสานเพื่อให้สะดวกสาหรับการใช้งานซึ่งเครื่องมือที่มีการเคลื่อนย้ายแบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้เลือก เครื่องมือยก (elevating equipment) เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบให้สามารถลำเลียงในแนวดิ่งซึ่งผสมการเคลื่อนที่ทั้งแบบต่อเนื่อง แบบไม่ต่อเนื่อง และแบบเคลื่อนที่ส่งต่อจากทั้งหมด 4 กลุ่ม

ตารางที่ 4.1 ชนิดเครื่องมือลำเลียงวัสดุ 7 ชนิด

Types of material handling equipment	Force characteristics	Load capacity	Size	General properties	Speed	Ability to stand in lines	Distance	Frequency of movement	Flexibility in a path traveled	Ability to lift
Robotic arms	while operating	low-medium	medium	solid-bale	low-medium	none	short	often	low	high
Automated guided vehicles	while operating	medium	medium	solid-bale	medium	none	medium	often	high	high
Sorting transfer vehicles	while operating	high	medium-big	solid-bale	high	none	long	low	low	medium
Cranes	while operating	low-medium	medium	solid-bale	low	none	medium	low	low	high
Forklifts	while operating	high	big	solid - bale	medium	none	long	high	high	high
Conveyors	operating continuously	low-medium	small-medium	solid - bale	medium-high	none	short-medium	low	low	medium
Mans	while operating	low	medium	solid - bale	low	none	short	high	high	high

ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุการแบ่งชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุจะอาศัยความแตกต่างของหน้าที่การทำงานดังสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 โดยรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ลักษณะของการลำเลียงและหน้าที่หลักของเครื่องมือเครื่องมือที่นำมาใช้ในการลำเลียงวัสดุจะมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น อุปกรณ์บางตัวสามารถจับหมุนวัสดุไปพร้อม ๆ กับการลำเลียงวัสดุ และมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ส่วนเส้นทางการลำเลียงที่บังคับไว้แล้วก็จะเป็นเครื่องมือประเภทสายพานลำเลียง เครนหรือรางเลื่อนต่าง ๆ เครื่องมือที่สามารถป้อน-จ่ายวัสดุด้วยตัวเองจะอาศัยการออกแบบกลไกในการยกเท การส่งต่อ หรือการจับวางโดยที่วัสดุไม่เกิดความเสียหาย นอกจากนี้การรวมหน่วยวัสดุบนแผ่นรองวาง เครื่องมือลำเลียงจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อจับยึดวัสดุให้เป็นหน่วยเดียวกัน ไม่แยกหรือกระจายออกจากกันในขณะที่ทำการลำเลียงวัสดุ

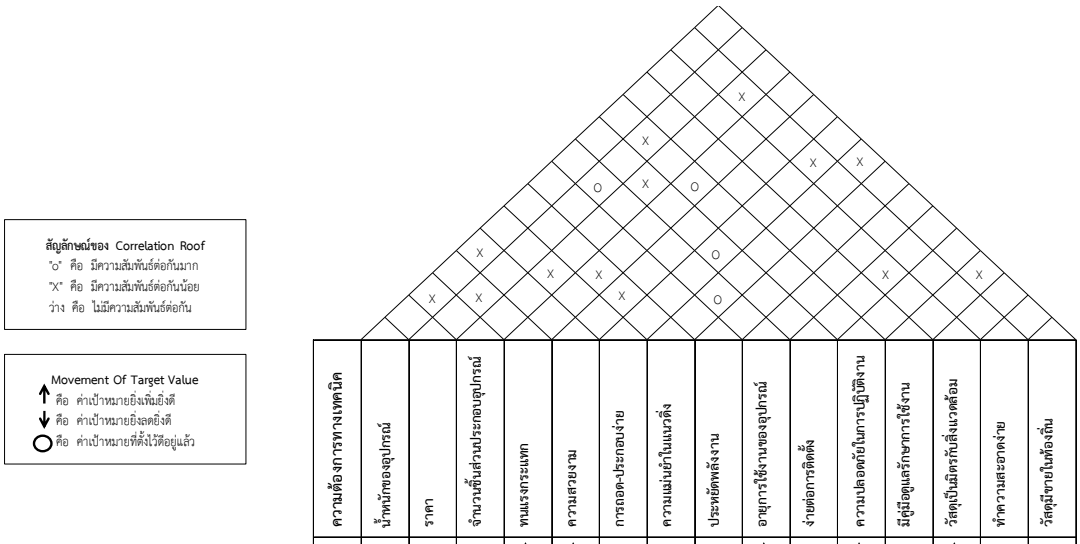
ตารางที่ 4.2 ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุ

Main functions	Functions		Path						Direction		Types of Movement		
			pattern-based				layout-based						
	Storing	Conveying	Horizontal	Vertical	Upward	Downward	Straight	Curved	Fixed	Unfixed	Continuous	Discontinuous	Point-to-point
Transporting equipment	✓		✓		•	•	✓	✓	✓	✓		✓	
Elevating equipment	✓	✓		✓	•	•			✓		✓		✓
Conveying equipment	✓	✓	✓	•	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Transferring equipment		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Automatic feeding equipment	✓	✓	✓	✓	•	•	✓	✓		✓		✓	

หรือบ้านแห่งคุณภาพดังภาพที่ 4.7 ความต้องการที่เป็นรายการข้อมูลนำเข้าจะอยู่ด้านซ้ายของบ้านแห่งคุณภาพ โดยด้านบนจะเป็นรายการที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการนำเข้าได้ครอบคลุมทุกรายการ ส่วนกลางบ้านจะเป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการนำเข้ากับความต้องการในการตอบสนอง โดยใช้สัญลักษณ์การให้คะแนนความสัมพันธ์ดังนี้ 9 หมายถึงมีความสัมพันธ์มาก 3 หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง 1 หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย และช่องว่าง หมายถึงไม่มีความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะแบ่งผลลัพธ์ออกเป็นความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง

ต่อความต้องการนำเข้า และระดับความสำคัญในแต่ละความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง ซึ่งแสดงให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะแบ่งผลลัพธ์ออกเป็นความต้องการที่ใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการนำเข้า และระดับความสำคัญในแต่ละความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในแต่ละความต้องการสามารถตอบสนองได้เพียงใดโดยมีระดับความสำคัญเป็นตัวชี้วัด

ดังนั้นการปรับปรุงแก้ไขปัญหาแบ่งออกเป็น 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ การปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลักวิศวกรรม (Engineering Redesign) และการปรับปรุงแก้ไขโดยหลักการบริหาร (Administration Control) ทั้งนี้ควรพิจารณาการดำเนินการโดยใช้หลักวิศวกรรมก่อนเนื่องจากเป็นการปรับปรุงแก้ไขที่ต้นตอ และถาวร (A Permanent One - Time Change) หลังจากนั้น จึงพิจารณาใช้หลักการบริหารงาน เช่น การหมุนเวียนผู้ปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อควบคุมปัญหาที่ไม่สามารถใช้หลักวิศวกรรมหรือในกรณีที่ใช้ได้ผลไม่เต็มที่ การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด



		ความต้องการทางเทคนิค	น้ำหนักของอุปกรณ์	ราคา	จำนวนชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์	ทนแรงกระแทก	ความสวยงาม	การถอด-ประกอบง่าย	ความแม่นยำในแนวดิ่ง	ประหยัดพลังงาน	อายุการใช้งานของอุปกรณ์	ง่ายต่อการติดตั้ง	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	มีคู่มือดูแลรักษาการใช้งาน	วัสดุเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ทำความสะอาดง่าย	วัสดุหาขายในท้องถิ่น
		IMP	↓	↓	↓	↑	↑	○	↓	↓	↑	○	↑	○	↑	○	○
การใช้งาน	สามารถเคลื่อนที่ตามต้องการ	3.96		3						3	9						
	สามารถหยุดได้ตรงตำแหน่งที่ต้องการ	3.44				3							9				
	ใช้งานได้นาน และต่อเนื่อง	3.54							9					3			3
รูปแบบ	โครงสร้างแข็งแรงและมีรูปทรงทันสมัย	4.17		3	1		3	1	9		3		3		3		1
	ง่ายต่อการประกอบ	4.04	9	3	3		3	3	3						1		3
	ราคาที่เหมาะสม	3.24	3					9				9	3			3	
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน	3.84		9	3		3		3	3			3			9	3
	ไม่เป็นสนิท	3.54		3		9	3						9				
	วัสดุไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	3.16							3								9
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยในการทำงาน	3.92				9							9	3			
	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย	3.49				3							9				
	การบำรุงรักษาได้ง่าย	3.58			3						3				9		
ความสะดวก	เคลื่อนย้ายสะดวก	3.96								3					9		
	ทำความสะอาดง่าย	3.83	3									3			3		
	ติดตั้งง่าย	3.64		3				3			9			9		3	
ระดับน้ำหนัก (Raw score)			57.57	92.61	38.55	87.93	46.77	56.37	102.51	35.28	91.65	40.65	142.32	55.14	95.9	55.2	66.87
ระดับความสำคัญ (% Relative)			5.4	8.69	3.61	8.25	4.39	5.29	9.62	3.31	8.6	3.81	13.35	5.17	9.00	5.18	6.27
ลำดับ (Rank)			8	4	14	6	12	9	2	15	5	13	1	11	3	10	7

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์เทคนิค QFDE

การสังเคราะห์เทคนิค QFD ร่วมกับ เทคนิค Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C การออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) โดยนำข้อมูลปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น AHP มาใช้ร่วมกับเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการสังเคราะห์พบว่าสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในช่วงเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์มาใช้วิเคราะห์ร่วมกับเทคนิค D-M-A-I-C ได้ ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์มีคุณภาพและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น กระบวนการสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้ภาพที่ 4.7

จากการแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้าใน QFD นำมาจับคู่กับเทคนิค D-M-A-I-C ในส่วนที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน จากนั้นพิจารณาขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เข้าใจง่ายได้แสดงรายละเอียดในรูปแบบตารางวิเคราะห์ ภาพที่ 4.8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

Movement Of Target Value
↑ คือ ค่าเป้าหมายยิ่งดีมากยิ่งดี
↓ คือ ค่าเป้าหมายยิ่งลดยิ่งดี
○ คือ ค่าเป้าหมายที่ดีไม่ควรเปลี่ยนแปลง

	ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย	การยกถุงเลือดต่างหน่วยแม่นยำ	ความแข็งแรงของชิ้นส่วน	สามารถใช้งานได้ 8 ชม.	[illegible]	วิศวกรต้องสร้างสรรค์ [illegible]	[illegible]	มีระบบปิด - เปิด	ขั้นตอนสร้างระดับมีจำนวนน้อย	ขจดควบคุมการทำงานต้องมีคุณภาพ	มีต้องการรับการเสร็จสิ้น	อุปกรณ์ตัดระบบไฟต้องมีคุณภาพ	มีสวิตช์ไฟเปิดและทำงาน	
	IMP	↑	↑	↑	↑	↑	○	↑	↓	↑	○	↑	○	
การใช้งาน	ทำความสะอาดง่ายน้ำได้ดี	17.86	9		3	1			1					
	มีอายุการใช้งานนาน	9.84		9			3				1			
	ราคาของเครื่อง	8.15	3		3		1						3	
รูปแบบ	มีความแข็งแรงทนทาน	7.84		9			3							
	สร้างขึ้นได้รวดเร็ว	7.58	3		9	1			9					
	ต้องทนการกัดกร่อน	6.75		1			9							
วัสดุ	เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	6.38					1	3						
	มีคู่มือคุณลักษณะการใช้งาน	6.27				1		3					3	
	เป้าหมายของส่วนประกอบย่อย	6.19			9				9					
ความปลอดภัย	มีขจดควบคุมการทำงานมีประสิทธิภาพ	5.02									9		1	
	มีการเคลื่อนย้ายทำได้สะดวก	4.00										9		
	มีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน	3.90											3	
ความสะดวก	ใช้อุปกรณ์ที่คงทนถาวร	3.86		3			3				3			
	มีคู่มือถูกต้องไฟเดือนเวลาปฏิบัติงาน	3.73												9
	รัดคล้มสิ่งหรือจากการทำงาน	2.61		1			3							
ระดับน้ำหนัก (Raw score)			207.93	180.06	201.96	31.71	124.21	37.95	141.79	0	66.6	36	59.98	33.57	รวม 1121.76
ระดับความสำคัญ (% Relative)			18.54	16.05	18	2.83	11.07	3.38	12.64	0	5.94	3.21	5.35	2.99	100
ลำดับ (Rank)			1	3	2	11	5	8	4	12	6	9	7	10	
เป้าหมายของส่วนประกอบย่อย			อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพและมาตรฐาน	วัสดุใช้งานโครงสร้าง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สัดส่วนน้ำหนักเบา ไม่เสียง	[illegible]	ความแข็งแรงของชิ้นส่วน	คู่มือการคุณลักษณะการใช้งาน	ระบบปิดความดันสูง	ใช้การสตาร์ทเป็นอัตโนมัติ-ถอด น้อยที่สุด	ขจดควบคุมการทำงานต้องมีคุณภาพ	มีอุปกรณ์ตรวจสอบ [illegible]	[illegible]	มีสัญญาณไฟเตือนเวลาต้องทำงาน

ภาพที่ 4.8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์” โดยการเปรียบเทียบ = (ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค/ผลรวมของระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค) × 100%

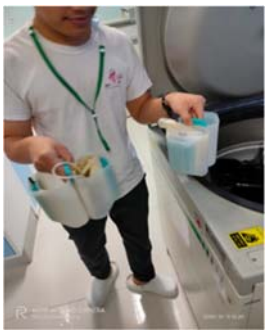
จากการคำนวณพบว่าความต้องการทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ตำแหน่งในการเคลื่อนที่ (18.54) ลักษณะการทำงานอย่างต่อเนื่อง (18) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (16.05) ตามลำดับ ซึ่งระดับความสำคัญ

ของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบที่ได้จะนำไปใช้ต่อในเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน โดยการวิเคราะห์จะมีหลักการเดียวกับการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

4.5 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานในสถานีการเตรียมโลหิต เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงจากการปฏิบัติงานด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ คอ ลำตัว และขา ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และ REBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน

ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และREBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน

ลำดับขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง	คะแนน RULA ก่อนปรับปรุง	คะแนน RUBA ก่อนปรับปรุง
การรับสิ่งส่งตรวจจากหน่วยต่าง ๆ ในโรงพยาบาล		2	1
การเตรียมเตรียมโลหิต		7	5
การปั่นแยกพลาสม่า ด้วยเครื่องปั่นหนีศูนย์		2	3

ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และREBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง	คะแนน RULA ก่อนปรับปรุง	คะแนน RUBA ก่อนปรับปรุง
การบีบโลหิต		2	4
คะแนนเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน		**3.25**	**3.25**

จากตารางที่ 4.3 ได้แสดงการประเมินท่าทางการทำงาน โดยผลการประเมินท่าทางการทำงานที่มีค่าคะแนนมากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 2 คือขั้นตอนการเตรียมเตรียมโลหิต เท่ากับ 7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 4 หมายความว่า งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงในทันที

ผลการเปรียบเทียบแบบประเมินท่าทางการทำงานโดยมีผลคะแนนการประเมินท่าทางในการยกถุงโลหิต เฉลี่ยเท่ากับ 3.25 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ได้และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง อาจมีความจำเป็นต้องมีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อช่วยในการขนย้าย

การประเมินท่าทางการทำงาน โดยผลการประเมินท่าทางการทำงานที่มีค่าคะแนนมากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 4 คือเจ้าหน้าที่การเตรียมโลหิต ทันที เท่ากับ 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า งานนั้นมีความเสี่ยงสูงต้องได้รับการปรับปรุงอย่างรวดเร็ว

ผลการเปรียบเทียบแบบประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีการ ให้คะแนนการประเมินท่าทางการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า งานนั้น เริ่มเป็นปัญหาควรทำการปรับปรุงแก้ไข

4.6 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์

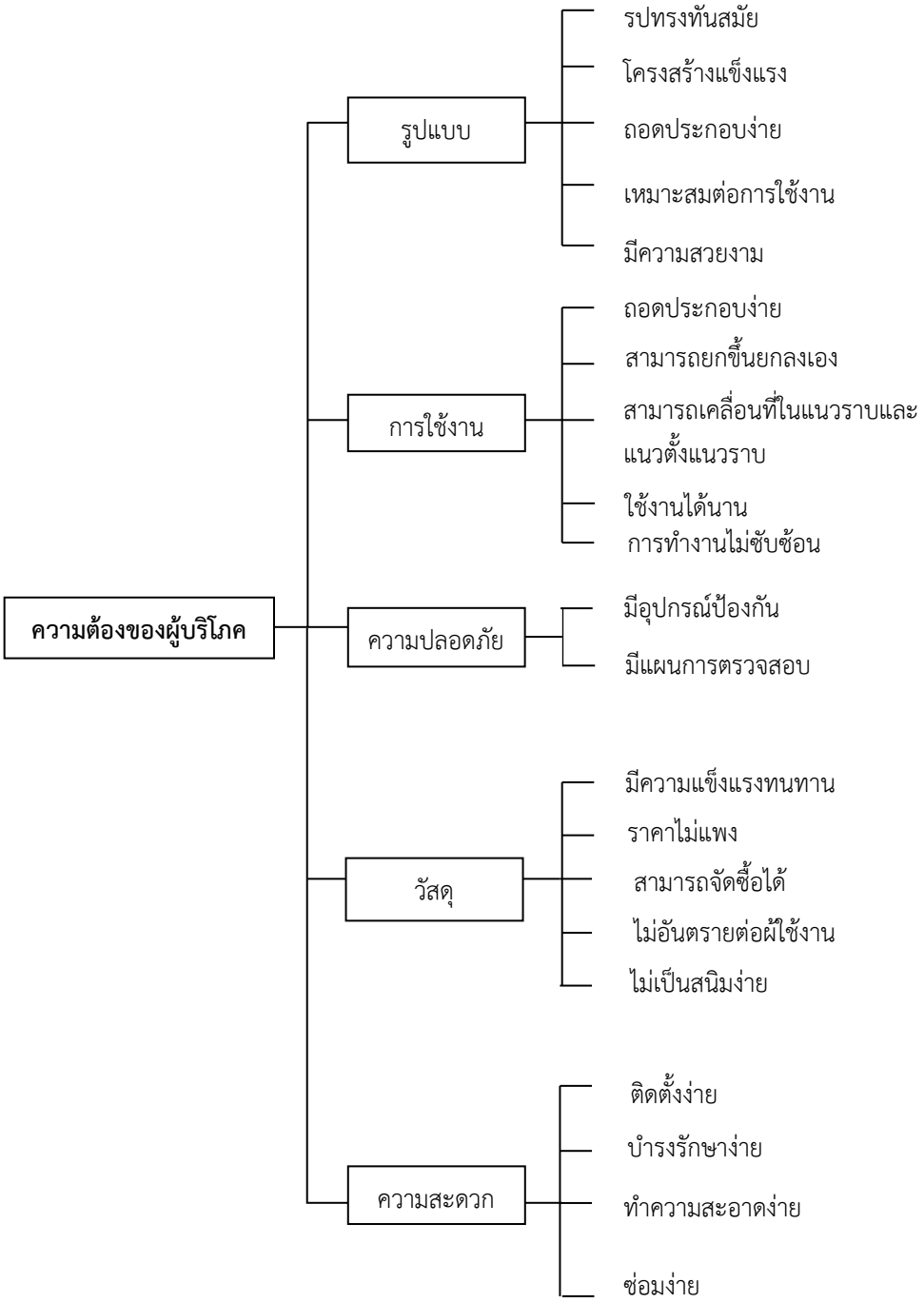
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งานต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการแปลงเสียงผู้ต้องการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ให้อยู่ในรูปความต้องการของพนักงาน

ความต้องการ	จัดเรียงถ้อยคำใหม่	ความต้องการ	จัดเรียงถ้อยคำใหม่
เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว	ฟังก์ชั่นการทำงาน	มีความทันสมัย	รูปแบบทันสมัย
มีระบบควาปลอดภัยในการใช้งาน		ดีไซด์ทันสมัย	
การทำงานไม่ซับซ่อน		มีความทันสมัย	
ประหยัดพลังงาน		ไม่ล้าสมัย	
มีรูปแบบที่ทันสมัย		มีรูปแบบที่ทันสมัย	
ปรับขนาดได้		ไม่เป็นสนิมง่าย	วัสดุมีคุณภาพ
ทนทาน	แข็งแรงทนทาน	วัสดุทนทาน	
มั่นคงแข็งแรง		ไม่ชำรุดง่าย	
ใช้ได้นาน		วัสดุมีคุณภาพ	
อายุการใช้งานนาน		วัสดุมีความแข็งแรง	
ไม่โคลงเคลง		วัสดุไม่เสื่อมสภาพ	
ไม่งอง่าย		ทำความสะอาดง่าย	ทำความสะอาดง่าย
ไม่เสียง่าย		ดูแลรักษาง่าย	
แข็งแรง		สะดวกต่อการล้าง	
ขนาดได้สัดส่วน	มีขนาดเหมาะสม	ง่านต่อการทำความสะอาด	
ขนาดมีความเป็นสากล		ดีไซด์สวยงาม	มีความสวยงาม
เหมาะต่อการใช้งาน		น่าใช้	
เหมาะกับพื้นที่		มีความสวยงาม	
นำหนักเบา		สวยงาม	
ไม่ติดขัด	ใช้งานได้สะดวก	รูปทรงดี	
ใช้งานได้ดี		ราคาไม่แพง	ราคาเหมาะสม
สะดวกต่อการใช้งาน		ราคาเหมาะสม	
ใช้งานง่าย		ราคาปานกลาง	
เคลื่อนย้ายสะดวก		ราคาไม่แพง	
ถอดประกอบง่าย		ราคาพอดี	
ติดตั้งง่าย			

การใช้แบบประเมินการทำงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติคลังกลางเลือด โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จากการสัมภาษณ์ เพื่อใช้ประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาวิเคราะห์ประเมินปัจจัยเสี่ยงต่อ ในการประเมิน ขั้นตอนการเตรียมโลหิต ของผู้ปฏิบัติงาน และถ่ายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวในการทำงานเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงเทคนิค หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาง

วิศวกรรม (engineering design) กระบวนการออกแบบและพัฒนาพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ นำข้อมูลปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น มา ซึ่งจากการสังเคราะห์พบว่าสามารถนำข้อมูลมาสู่การวางแผนผลิตภัณฑ์มาใช้วิเคราะห์ร่วมกับเทคนิค (engineering design) ได้ ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์มีคุณภาพและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น กระบวนการสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.9 แผนผังต้นไม้แสดงคุณลักษณะการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากแผนผังต้นไม้มาจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ รายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
รูปแบบ	รูปทรงทันสมัย
	โครงสร้างแข็งแรง
	ไม่ซับซ้อน
	เหมาะสมต่อการใช้งาน
	มีความสวยงาม
การใช้งาน	ถอดประกอบง่าย
	สามารถปรับสูงต่ำได้
	สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวตั้ง
	ใช้งานได้นาน
	การทำงานไม่ซับซ้อน
ความปลอดภัย	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย
	มีความปลอดภัยในการทำงาน
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน
	ราคาไม่แพง
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น
	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน
	ไม่เป็นสนิมง่าย
ความสะดวก	ติดตั้งง่าย
	บำรุงรักษาง่าย
	เคลื่อนย้ายสะดวก
	ซ่อมง่าย
	ทำความสะอาดง่าย

จากตารางที่ 4.5 ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการตัดสินใจแบบกลุ่ม Normal Group Technique (NGT) มาช่วยในการตัดสินใจและจัดกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการสนทนา (Focus Group Discussion) และให้ผู้เชี่ยวชาญสรุปกลุ่มปัจจัย ซึ่งผลที่ได้สามารถแบ่งกลุ่มได้ 5 กลุ่ม คือ ปัจจัยด้านรูปแบบมี 5 ข้อ ด้านการใช้งานมี 5 ข้อ ด้านความปลอดภัยมี 2 ข้อ ด้านวัสดุมี 5 ข้อ ด้านความสะดวกมี 5 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ความตรงของเนื้อหาสอดคล้องกับปัจจัยที่ใช้ออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ จากผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง	ตรงและครอบคลุม (ค่าเฉลี่ย)	ใช้งานได้ (ค่าเฉลี่ย)
รูปแบบ	รูปทรงทันสมัย	4.10	4.50
	โครงสร้างแข็งแรง	4.80	4.55
	ไม่ซับซ้อน	4.10	4.20
	เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.50	4.60
	มีความสวยงาม	4.12	4.30
การใช้งาน	ถอดประกอบง่าย	4.50	4.32
	สามารถปรับสูงต่ำได้	4.45	4.55
	สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวตั้ง	4.80	4.63
	ใช้งานได้นาน	4.54	4.80
	การทำงานไม่ซับซ้อน	4.15	8.20
ความปลอดภัย	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย	4.65	4.50
	มีความปลอดภัยในการทำงาน	4.44	4.60
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน	4.88	4.85
	ราคาไม่แพง	4.50	4.50
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น	4.30	4.60
	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4.13	4.23
	ไม่เป็นสนิมง่าย	4.11	4.00
ความสะดวก	ติดตั้งง่าย	4.55	4.85
	บำรุงรักษาง่าย	4.70	4.52
	เคลื่อนย้ายสะดวก	4.85	4.45
	ซ่อมง่าย	4.23	4.20
	ทำความสะอาดง่าย	4.45	4.30

จากตารางที่ 4.6 ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามและนำปัจจัยที่ได้มาสังเคราะห์และนำมาใช้ออกแบบสอบถามได้ยึดหลักกฎเกณฑ์ของ Keeney and Raiffa (1979) ซึ่งค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่ตรงและครอบคลุมมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4 แปลความหมายคือ มาก ดังนั้นปัจจัยที่ครอบคลุมในแต่ละด้านสามารถ

นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง เมื่อได้ปัจจัยในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ที่มีคุณสมบัติตรงและครอบคลุมและเป็นองค์ประกอบของปัจจัยรองแล้วสร้างแบบสอบถาม การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน นำแบบสอบถามมาประมวลผล เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและแม่นยำ เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะทำให้ทราบถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยและอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งหากค่าไม่เกิน 0.10 ถือว่ายอมรับได้ (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2556)

สำหรับการให้ค่าน้ำหนักจะเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ (Pairwise Comparison) โดยจะเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยหลักก่อน แล้วจึงทำการเปรียบเทียบปัจจัยรองตามลำดับ ซึ่งในผลการทดลองส่วนนี้จะแสดงการให้ค่าน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในส่วนของปัจจัยหลักและปัจจัยรองตามลำดับ และจะสรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยโดยเปรียบเทียบกันทุกปัจจัย เพื่อนำไปคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญ 3 ลำดับแรก เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ต่อไป

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ผู้ให้น้ำหนักความสำคัญ	ปัจจัยหลัก					อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
	รูปแบบ	การใช้งาน	วัสดุ	ความสะดวก	ความปลอดภัย	
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.18	0.373	0.294	0.050	0.103	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.127	0.580	0.176	0.065	0.052	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.162	0.442	0.277	0.052	0.067	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.135	0.497	0.241	0.057	0.070	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.135	0.497	0.241	0.057	0.070	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 6	0.13	0.578	0.176	0.070	0.046	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 7	0.104	0.620	0.159	0.069	0.048	0.08
ผู้เชี่ยวชาญ 8	0.159	0.458	0.275	0.054	0.054	0.08
ผู้เชี่ยวชาญ 9	0.185	0.373	0.289	0.058	0.095	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 10	0.174	0.449	0.229	0.057	0.091	0.07
ค่าเฉลี่ย	**0.149**	**0.4867**	**0.2357**	**0.0589**	**0.0696**	**0.07**

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบน้ำหนักของแต่ละปัจจัยหลัก เพื่อนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัยในการออกแบบเครื่อง เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัย Inconsistency Ratio CR = 0.07 น้อยกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับได้ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านการใช้งาน มีค่าน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 0.486 ลำดับต่อมาคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัย

หลักด้านวัสดุ มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.235 ลำดับต่อมาคือค่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านรูปแบบมีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.149 ลำดับต่อมาคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านความปลอดภัย มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.069 และลำดับสุดท้ายคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านความสะดวก มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.058

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	น้ำหนัก	น้ำหนักสะสม(%)
1	การใช้งาน	48.70	48.70
2	วัสดุ	23.60	72.30
3	รูปแบบ	14.90	87.20
4	ความปลอดภัย	6.90	94.10
5	ความสะดวก	5.90	100.00

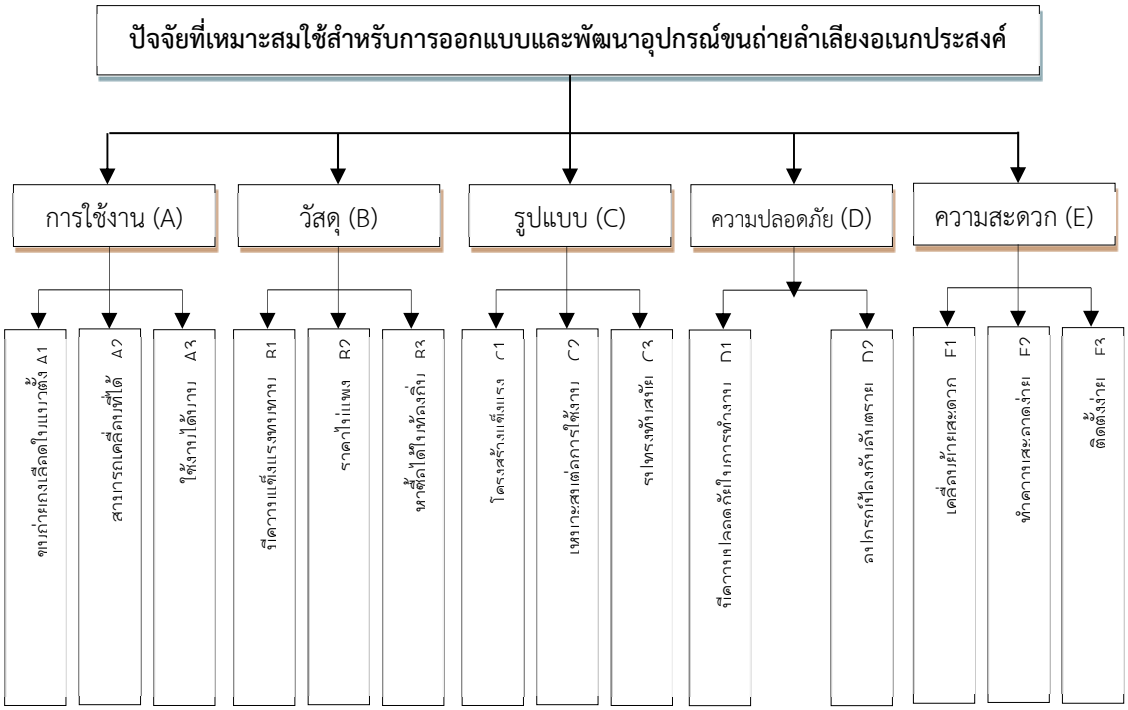
จากตารางที่ 4.8 พบว่าปัจจัยหลักด้านการใช้งานมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด เท่ากับ 48.70 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สองปัจจัยหลักด้านวัสดุ มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 23.60 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สาม ปัจจัยหลักด้านรูปแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 14.90 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สี่ ปัจจัยหลักด้านความปลอดภัย มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 6.90 เปอร์เซ็นต์และลำดับที่ห้าปัจจัยหลักด้านความสะดวก มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 5.90 เปอร์เซ็นต์

ผลจากค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ และผู้ต้องการใช้ 3 อันดับแรก ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัย 3 อันดับแรก

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ
การใช้งาน	สามารถปรับค่าความเร็วรอบได้
	สามารถเคลื่อนตามคำสั่ง
	ใช้งานได้นาน
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน
	ราคาไม่แพง
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น
รูปแบบ	โครงสร้างแข็งแรง
	เหมาะสมต่อการใช้งาน
	รูปทรงทันสมัย
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยในการทำงาน
	อุปกรณ์ไม่มีอันตรายต่อการทำงาน
	ทำความสะอาดง่าย
ความสะดวก	เคลื่อนย้ายสะดวก
	ทำความสะอาดง่าย
	ติดตั้งง่าย

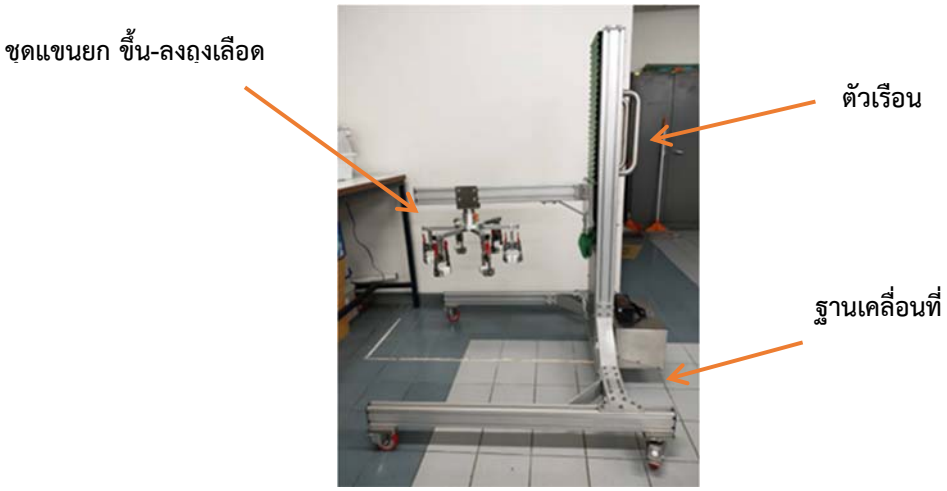
นำปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงลำดับ ข้อมูลในตารางที่ 4.9 ใช้ทำแผนภูมิหรือโมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ดังแสดงในภาพที่ 4.5 เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (engineering design) ต่อไป



ภาพที่ 4.10 โมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

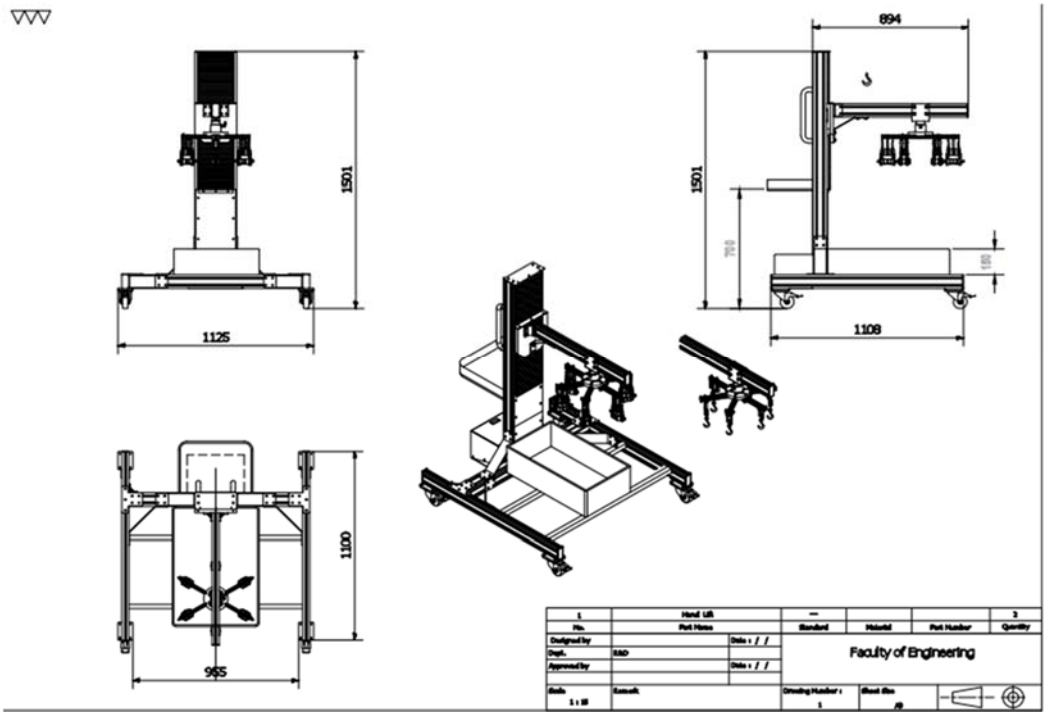
4.7 ผลการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ด้วยเทคนิค QFD ร่วมกับเทคนิคการหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (engineering design)

4.7.1 แบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ผ่านการวิเคราะห์และออกแบบชิ้นส่วนประกอบหลัก 12 ส่วน แสดงในรูปแบบภาพ 3 มิติ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.11 แบบชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

4.7.2 แบบสั่งงานการผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ประกอบด้วย แบบประกอบ 3 มิติ - แบบประกอบแยกชุด 3 มิติ



ภาพที่ 4.12 การออกแบบงาน 3 มิติ อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

4.8 ผลการประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงาน ดำเนินการโดยนำเครื่องมือซึ่งผ่านการวิเคราะห์และออกแบบให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดและได้ผ่านกระบวนการสุ่มตัวอย่างและทฤษฎีการเลือกรูปแบบต่าง ๆ มาแล้ว ทำการประเมินคุณภาพแต่ละหัวข้อคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญใช้ดุลยพินิจของตนเองและแสดงความคิดเห็นในแต่ละประเด็นของคำถามรายข้อ ดังแสดงในภาคผนวก

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนประเมิน จากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน กรอกข้อมูลค่าคะแนนแล้วนำผลที่ได้บันทึกลงในตารางสรุป จากนั้นแปลผลรายข้อโดยเฉลี่ยค่าคะแนนทั้งหมดในรายข้อนั้น และหาค่าร้อยละจากคะแนนเต็มของข้อนั้น ๆ โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 80 ถึง 100 = ผ่านเกณฑ์

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 50 ถึง 79 = มีความเสี่ยง

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 0 ถึง 49 = ไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต

หัวข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ค่าคะแนนรวม
	1	2	3	4	5	6	7	
การหาคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต								
แบบภาพประกอบ								
แบบภาพประกอบ - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	9	10	10	10	9	9	10	67
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	9	10	10	10	9	9	9	66
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	8	7	10	65
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	8	7	10	63
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	10	9	10	10	8	9	9	65
แบบภาพประกอบ - 3 มิติ								
การแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนครบถ้วน	9	10	10	10	9	10	10	68
การกำหนดรหัสชิ้นงานครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	7	66
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	7	66
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	8	9	63
แบบภาพแยกชุด								
แบบภาพแยกชุด - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	8	66
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	8	66
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	9	10	10	9	7	9	64
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	9	7	9	63
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	9	8	63

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต (ต่อ)

หัวข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ค่าคะแนนรวม
	1	2	3	4	5	6	7	
แบบภาพแยกชุด - 3 มิติ								
การแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนครบถ้วน	10	10	10	10	9	9	10	68
การกำหนดรหัสชิ้นงานครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	9	8	63
แบบภาพแยกชิ้น								
แบบภาพแยกชิ้น - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	10	68
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	10	69
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	9	10	10	9	8	9	65
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	9	8	10	65
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	9	9	9	65
(คะแนนเต็ม 260 คะแนน) ค่าคะแนนรวม	**250**	**250**	**260**	**260**	**223**	**232**	**239**	**1,714/1,820**

สรุปผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนประเมินผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้คัดเลือกมาแล้วทั้ง 7 ท่าน สรุปผลการประเมินได้ดังนี้

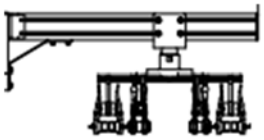
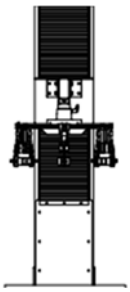
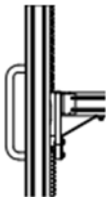
4.8.1 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 80 ถึง 100 มีจำนวน 26 ข้อ

4.8.2 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 50 ถึง 79 มีจำนวน 0 ข้อ

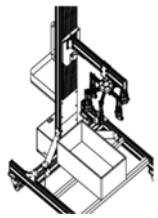
4.8.3 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 0 ถึง 49 มีจำนวน 0 ข้อ

* สรุปรวมค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 94.2% ถือว่าผ่านเกณฑ์เมื่อเทียบการสมมุติฐาน ≥90%

ตารางที่ 4.11 กลไกการทำงาน

ชิ้นส่วน	กลไก/ลักษณะการทำงาน		รูปภาพ
	เครื่องเดิม	**เครื่องที่พัฒนา**	
การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง			
Motor	ไม่มี	เป็นตัวส่งกำลังในการยกถุงเลือด	
ชุดหัวจับ	ไม่มี	เป็นตัวจับถุงเลือด สามารถถอดออกได้ และสามาเปลี่ยนหัวจับไปใช้งานอย่างอื่นได้	
คานยึดหัวจับ	ไม่มี	เป็นตัวรับน้ำหนักในแนวแกน X สามรถถอดออกได้ แล้วนำรถไปใช้ทำอย่างอื่นได้และบอกระดับสเกลในการเคลื่อนชุดหัวจับใน	
แกนเลื่อนในแนวตั้ง	ไม่มี	เป็นตัวรับน้ำหนักในแนวแกน Y	
การเคลื่อนที่ในแนวนอน			
ด้ามจับส่งกำลัง	เป็นแบบจับในแนวแกน X	เป็นแบบจับในแนวแกน Z เป็นตัวควบคุมบังคับทิศทางในแนวราบ	
ล้อ	ระบบล้อไม่มีเบรค	ระบบล้อมีเบรค	

ตารางที่ 4.11 กลไกการทำงาน (ต่อ)

ชิ้นส่วน	กลไก/ลักษณะการทำงาน		รูปภาพ
	เครื่องเดิม	เครื่องที่พัฒนา	
ตัวถังใส่ถุงเลือด	มีขนาดเล็กกว่าและที่จัดเก็บน้อยกว่า	มีขนาดใหญ่กว่าและพื้นจัดเก็บมากกว่า	
ฟังก์ชัน			
สวิตควบคุม	ไม่มี	มีสวิตควบคุมMotor	
หน้าจอโชว์	ไม่มี	เป็นหน้าจอLEDโชว์แรงดันไฟฟ้าและบอกพลังงานแบตเตอรี่	
ระบบไฟฟ้า	ไม่มี	เป็นระบบลแบบชาทไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่	

4.9 ผลการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

จากผลการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต จนได้อุปกรณ์และกลไกทำงาน จากตารางที่ 4.11 ทำการประกอบเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ มีทิศทางเคลื่อนที่ตามแนวดิ่งลักษณะการทำงาน จากภาพที่ 4.11 แบบชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ เป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่าง ละเอียด กระชับ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยายและลายเส้นเพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้น จนจบ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น ซึ่งในแผนภูมิกระบวนการนั้นมีหลากหลายแผนภูมิ แต่ที่จะพาไปรู้จักคือ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

4.10 การควบคุม

การควบคุม (Control phase) เป็นกระบวนการเพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิต โดยมีการดำเนินการดังนี้

4.10.1 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (Work instruction) เพื่อแสดงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และขจัดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีการปฏิบัติงานจากเจ้าหน้าที่ กับ เครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด

4.10.2 จัดทำใบตรวจสอบรายการ (Check sheet) เพื่อเป็นการตรวจสอบลักษณะของการออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด

4.10.3 จัดทำแผนการซ่อมบำรุงเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือดและอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการเสียหายจากอายุการใช้งานเกินกำหนด

อย่างไรก็ตาม เอกสารที่จัดทำขึ้นถูกประกาศใช้เป็นเอกสารควบคุมภายในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ กรณีศึกษาแผนกปฏิบัติการเวชศาสตร์ชันสูตร เพื่อควบคุมกระบวนขนส่งให้มีความสามารถถูกต้องแน่นยำในการขนส่งสูงที่สุด ตามเป้าหมายที่กำหนด

ภาพที่ 4.13 กระบวนการ (Process Chart) ลักษณะการทำงาน

การออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง สำหรับการงานเตรียมส่วนแยกของเลือด เตรียมส่วนประกอบโลหิตที่มีความจำเพาะต่อผู้ป่วยบางประเภท ด้วยวิธีปั้นเหวี่ยงหนีศูนย์ โดยใช่เทคนิค Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C เพื่อแก้ปัญหา ลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการ ของพนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำ เป็นระยะเวลานาน ให้มีลักษณะการใช้งานที่

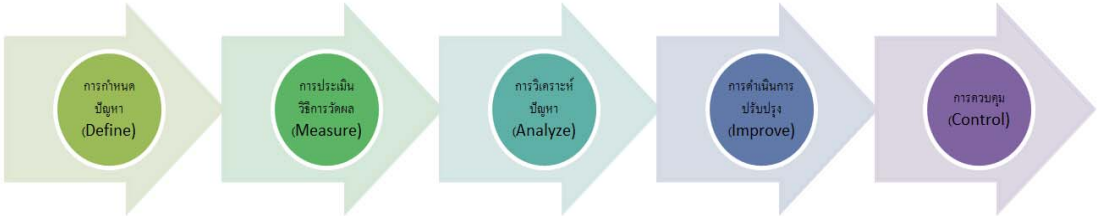
ถูกต้องต่อวิธีการยกสิ่งของด้วยอุปกรณ์ทุนแรง และถูกต้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านต่าง ๆ จากการศึกษาผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้เสียในงานเตรียมส่วนแยกของเลือด นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญ โดยนำมาประมวลผลเพื่อกำหนดปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง จากนั้นข้อกำหนดที่ได้จากเมตริกซ์ QED มี 5 อันดับแรก คือ อุปกรณ์ควบคุมมีคุณภาพและมาตรฐาน 18.54 ล้อมีความแข็งแรงไม่ลื่น 18 วัสดุโครงสร้างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 16.05 ระบบมีความยืดหยุ่น 12.64 และความคงทนของชิ้นส่วน 11.07 ร่วมสอดคล้องต่อทักษะ และประสบการณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งสามารถลดปัญหาในด้านการใช้อุปกรณ์และสามารถเพิ่มความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ได้ การดำเนินงานการออกแบบอุปกรณ์ในการงานเตรียมส่วนแยกของเลือด โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ มีเป้าหมายที่สำคัญที่สุดคือการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและถูกต้องตามวิธีการพยาบาลผู้ป่วย โดยความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดและเป็นข้อมูลเริ่มต้นของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัยคือเจ้าหน้าที่ภายในห้องปฏิบัติ งานเตรียมส่วนแยกของเลือด ผลการหาเสียงความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พบว่าความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์มีลักษณะที่หลากหลาย จึงนำความต้องการทั้งหมดมาจัดการข้อมูลโดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับผู้ป่วยเฝ้าระวังเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์จัดการข้อมูล หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ แล้วจึงนำความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และคะแนนความสำคัญเข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ตามลำดับ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่สามารถตอบสนองต่อการออกแบบอุปกรณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ โดยมีผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่นำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ นอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ยังทำให้มีข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และข้อกำหนดการออกแบบที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาการออกแบบในอนาคตได้อีกด้วย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

งานวิจัย เรื่อง พัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ในห้องปฏิบัติการคลังเลือดกรณีศึกษาศูนย์คลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้งทบทวนทฤษฎีการ การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพและหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของเพื่อทดสอบสมรรถนะของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลการดำเนินงาน รายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อออกแบบและพัฒนาพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยใช้เทคนิค กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย ซึ่งจะนำไปสู่อุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ ที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน และจะต้องทำการศึกษาถึงขั้นตอนการทำงานงานของพนักงาน นั้นก็คือการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานในสถานีการเตรียมโลหิต เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงจากการปฏิบัติงานด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ คอ ลำตัว และขา จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Six Sigma เกิดขึ้นครั้งแรก ณ บริษัท Motorola ในปี 2533 ทำการคิดค้นโดยทีมวิศวกรของบริษัทภายใต้การนำทีมโดย Dr. Mikel Harry โดย Mikel Harry ได้กล่าวว่า “Six Sigma คือวิถีแห่งระบบคุณภาพแบบหลายมิติ อันประกอบด้วยรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน การจัดการที่ลงตัวและการตอบสนองตามหน้าที่ในองค์กร” จึงได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยโดยการประยุกต์ใช้แนวทางการแก้ปัญหาตามเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.2 ขั้นตอนการทำงานของ Six Sigma

Six Sigma Project เป็นโครงการย่อยที่จัดตั้งขึ้นเพื่อแก้ปัญหา โดยต้องพิจารณาระดับปัญหาในปัจจุบันและศักยภาพที่จะเกิดประโยชน์จากการแก้ไขปัญหา ซึ่งทุกโครงการจะต้องดำเนินการผ่านขั้นตอนของ Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C โดยมีขั้นตอนดังนี้

D: Define Target คือ การกำหนดเป้าหมาย เป็นการกำหนดขั้นตอนสำหรับโครงการถือเป็นส่วนที่ท้าทายและยากที่สุดสำหรับการทำโครงการ

M: Measure คือ การวัดความสามารถของกระบวนการ มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

(1) รวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ตรวจสอบและวัดปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญต่อการปรับปรุง

(2) แยกแยะข้อเท็จจริงและตัวเลขเพื่อสันนิษฐานสาเหตุปัญหา

A: Analyze คือ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยจะเจาะลึกในรายละเอียดและวิเคราะห์ครอบคลุม ถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ 1) Man (คน) 2) Machine (เครื่องจักร) 3) Materials (วัตถุดิบ) 4) Method (วิธีการ) 5) Measure (การวัด)

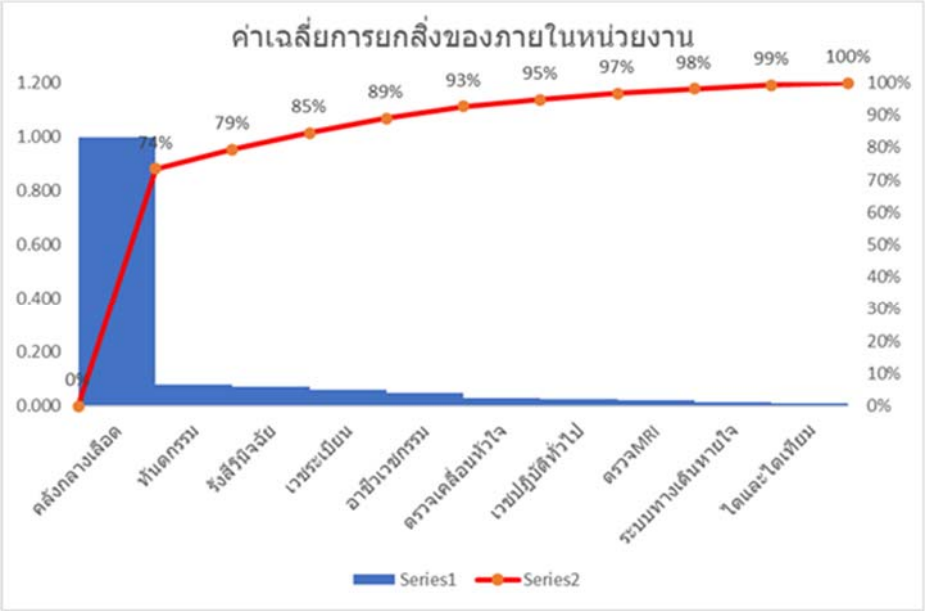
I: Improve คือ การปรับปรุงโดยเน้นที่ต้นเหตุของปัญหา ต้องตรวจสอบและบริหารอย่างรอบคอบและต้องวิเคราะห์ปัญหาอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

C: Control คือ การควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบและพัฒนากระบวนการติดตามเพื่อรักษากระบวนการที่ได้เปลี่ยนแปลงไว้ให้คงอยู่

4.2.1 การกำหนดปัญหา (Define phase)

จากการศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าภาย แผนก คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด มีจำนวน 3 คน ปัญหาคือ น้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งเจ้าจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย น้ำหนัก 288 กิโลกรัมต่อวัน พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำเป็นระยะเวลานาน แต่จากการตรวจวิเคราะห์การทำงานในหน่วย คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ดำเนินการโดยนักเทคนิคการแพทย์ พนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเจ้าหน้าที่และบุคลากรไม่พอต่อความต้องการรับภารกิจที่ต้องทำอย่างรวดเร็วแข็งขันกับเวลา ต่อความต้องการใช้เลือดของผู้ป่วย ที่มีความต้องการใช้เลือดที่มีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับอาการของโรค หากเกิดอุบัติเหตุการใช้เลือดจะต้องเร่งด่วน ในการนำส่งหากในคลังกลางเลือดมีเลือดที่ตรงตามความต้องการ แต่หากเป็นเลือดที่ไม่มีอยู่ในคลังกลางเลือดจะต้องขอรับบริจาค หรือจากญาติที่มีหมู่เลือดเดียวกัน นับเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นเรื่องชี้เป็นชี้ตายของชีวิตเลยทีเดียว หลังจากได้เลือดต้องเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบตามขั้นตอนของมาตรฐานสากล และมาตรฐานงานเทคนิคการแพทย์ เพื่อให้ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ในกระบวนการต้องแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆของห้องวิจัยโดยมีเจ้าหน้าจะต้องทำงานเตรียมส่วนแยกของเลือดการแยกสารด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงสาร เป็นเครื่องมือที่ใช้ใน

การเพิ่มแรงโน้มถ่วงให้กับสารที่แขวนลอยในสารละลาย หรือใช้ในการแยกสารตัวอย่างที่ไม่ละลาย หรือแยกตะกอนออกจากสารละลาย โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของสารตัวอย่างรอบแกน หรือภายใต้สนามการหมุนเหวี่ยง (centrifugal field)



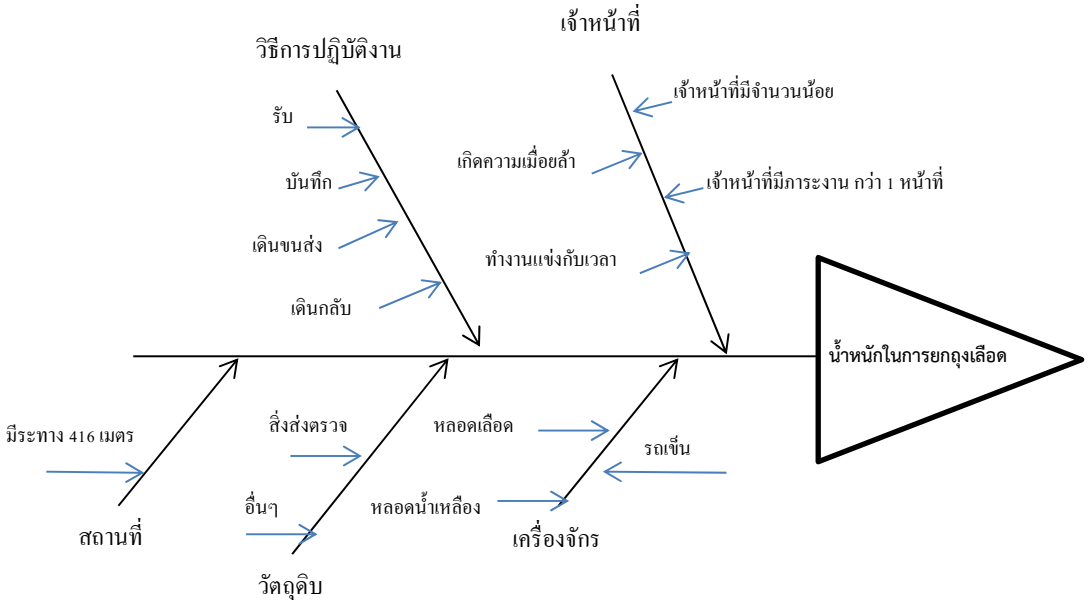
ภาพที่ 4.2 กราฟพาเรโตข้อบกพร่องในการยกสิ่งของ น้ำหนักโดยเฉลี่ย (หน่วย: กรัม)

จากการวิเคราะห์ลักษณะท่าทางการทำงานของเจ้าหน้าที่ ในการยกสิ่งของ คือน้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือด ในแผนก คลังเลือดกลาง โรงพยาบาทศรีนครินทร์ ขอนแก่น ปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด จากภาพที่ 2 กราฟพาเรโต (Cause and effect diagram) มาประยุกต์ใช้เพื่อระบุข้อบกพร่องที่พบในการเดินขนส่ง พบว่าข้อบกพร่องในการยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดปัจจัยที่สำคัญคือจำนวนเจ้าหน้าผู้ปฏิบัติงานเตรียมส่วนแยกของเลือด มีจำนวน 3 คน ปัญหา คือน้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย น้ำหนัก 288 กิโลกรัมต่อวัน ดังภาพที่ 4.3 งานเตรียมส่วนแยกเลือด ด้วยการปั่นเหวี่ยง พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำเป็นระยะเวลานานงานวิจัยนี้จึงเลือกการลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการเดินขนส่งสิ่งส่งตรวจในอุตสาหกรรมสุขภาพด้วยเทคนิคซิกซ์ม่า D-M-A-I-C

ภาพที่ 4.3 เจ้าหน้าที่ ทำการส่วนแยกของเลือด ด้วยเครื่องปั่นเลือด

4.2.2 การวัดผลเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure phase)

รวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ตรวจสอบและวัดปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญต่อการปรับปรุง หลังจากดำเนินการศึกษากระบวนการโดยละเอียดแล้วนั้น ผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) ถูกประยุกต์ใช้เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อข้อบกพร่อง โดยวิธีการระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดปัจจัยนำเข้าทั้งหมดที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องดังกล่าวข้างต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.4

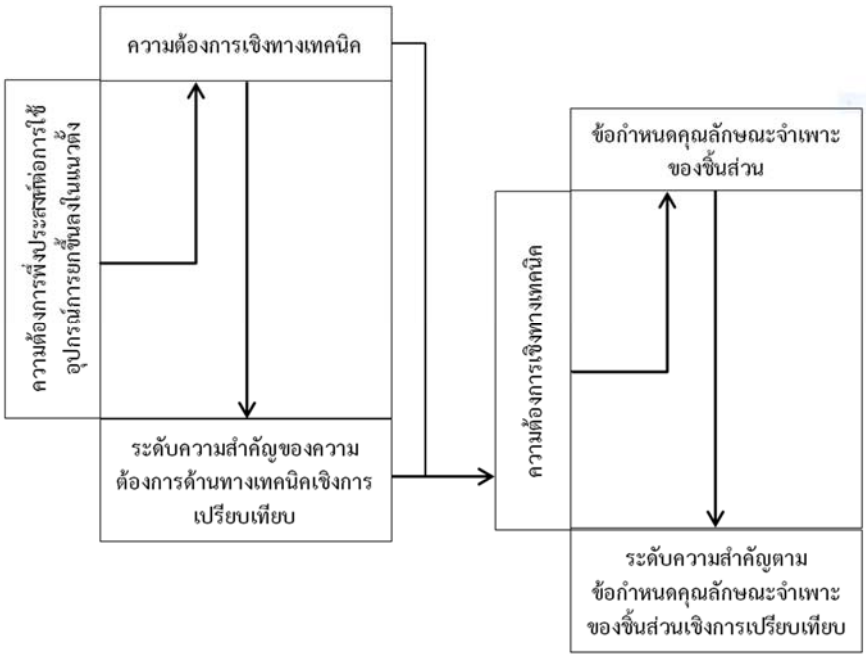


ภาพที่ 4.4 แผนผังเหตุและผลในการยกถุงเลือด

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่า เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหาจากการใช้แผนผังสาเหตุพบว่าที่เป็นปัญหา คือปัญหา น้ำหนักของอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งในการใส่เลือดจะมีน้ำหนักอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อตัว ในหนึ่ง 1 ถังปั้นจะมีอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้งใส่ถุงเลือดจำนวน 12 ถุง หากรวมน้ำหนักโดยเฉลี่ยทั้งหมด 12 กิโลกรัม ต่อการปั้น 1 ครั้ง ซึ่งเจ้าจะต้องยกขึ้น-ลง โดยนับชั่วโมงในการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยน้ำหนัก 288 ถึง 300 กิโลกรัมต่อวัน พนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

4.3 แยกแยะข้อเท็จจริงและตัวเลขเพื่อสันนิษฐานสาเหตุปัญหา

การวิเคราะห์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ไปเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการเคลื่อนที่ตามหลักการทฤษฎี ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD จึงทำการวิเคราะห์เมตริกซ์ทั้งหมด 2 เมตริกซ์ คือ เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และ เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.5

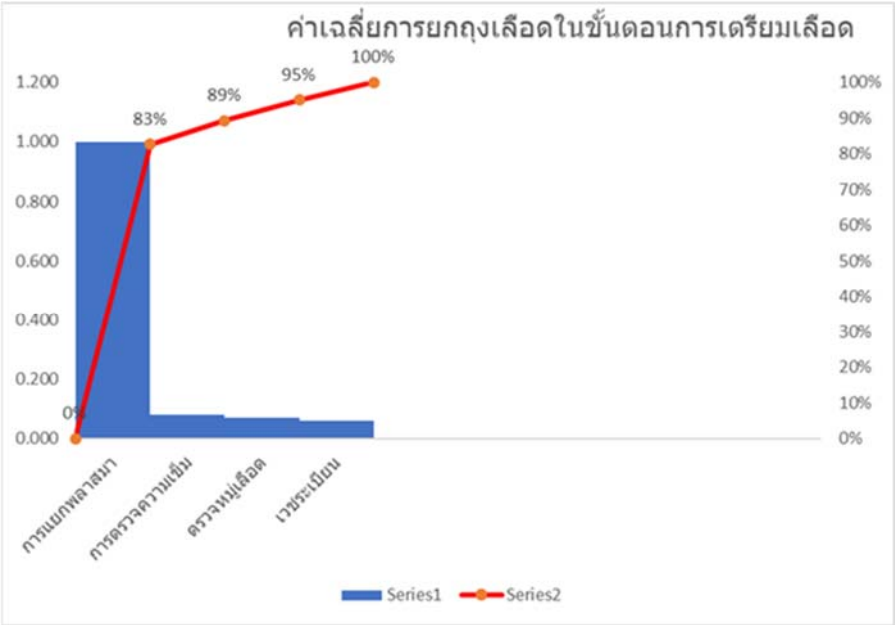


ภาพที่ 4.5 การเชื่อมโยงระหว่างเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

4.4 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase) ข้างต้นนำไปสู่การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ (Failure mode and effect analyze process: FMEA) ซึ่งเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของความผิดพลาดแต่ละชนิดที่ส่งกระทบต่อกระบวนการ โดยการพิจารณาจากดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk priority number: RPN) ซึ่งได้จากการประเมินค่าความรุนแรง (Serverity) โอกาสที่จะเกิด (Occurance) และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องนั้น ๆ (Detection) อย่างไรก็ตาม การพิจารณาดำเนินการเฉพาะสาเหตุที่ไม่ได้ตัดออกจากผังแสดงเหตุและผล

ดังอธิบายไว้ก่อนหน้านี้ จากนั้น นำสาเหตุที่เหลือมาวิเคราะห์ผลกระทบเพื่อหาค่า RPN และวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาด้วยแผนภาพพาเรโต เพื่อทำการเลือกผลกระทบที่มีความรุนแรงสูงนำไปทำการแก้ปัญหาต่อไป



ภาพที่ 4.6 แผนภาพพาเรโตดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ข้อบกพร่องวิธีการปฏิบัติงาน

จากภาพที่ 4.6 พบว่า สาเหตุที่มีความรุนแรงสูงที่ส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องการเดินขนส่ง คือ สาเหตุที่มีค่า RPN ที่สูง สำหรับงานวิจัยนี้จึงได้เลือกสาเหตุที่มีค่า RPN ใน 3 ลำดับแรก ตามแนวคิดของแผนภาพพาเรโตสำหรับการปรับปรุงแก้ไข นั่นคือ ขาดเครื่องทุ่นแรงในยกถุงเลือด ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ สาเหตุดังกล่าวถูกนำไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการกำหนดหัวข้อในการแก้ไขข้อบกพร่องในยกสิ่งของ ด้วยการเลือกใช้ เครื่องมือยกเลือดในการเตรียมเลือด นำมาแก้ไขปัญหา โดยให้ทำหน้าที่แทนเจ้าหน้าที่ในขั้นตอนดังกล่าว

ผู้วิจัยได้นำหลักการระบบการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling System) มาช่วยในการออกแบบเครื่องทุ่นแรงในยกถุงเลือด ซึ่งต่อมาเรียกว่า เครื่องมือยกถุงเลือด สำหรับขั้นตอนกระบวนการปั่นเหวี่ยงสารด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์ ขนาดความเร็ว 3000-5000 RPM ในการเตรียมเลือดกล่าวโดย

สรุป คือ ทำอย่างไรให้การเคลื่อนย้าย ยกถุงเลือด เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และ ประหยัด ดังนั้น การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) จึงเป็นเรื่องของกระบวนการผลิตที่องค์กรต้องให้ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการผลิตของโรงงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การแบ่งชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุจะอาศัยความแตกต่างของหน้าที่การทำงาน ดังสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ลักษณะของการลำเลียงและหน้าที่หลักของเครื่องมือเครื่องมือที่นำมาใช้ในการลำเลียงวัสดุจะมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น อุปกรณ์บางตัวสามารถจับหมุนวัสดุไปพร้อม ๆ กับการลำเลียงวัสดุ และมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ส่วนเส้นทางการลำเลียงที่บังคับไว้แล้วก็จะเป็นเครื่องมือประเภทสายพานลำเลียง เครน หรือรางเลื่อนต่าง ๆ ซึ่งในที่ได้กำหนดทิศทางเส้นทางการลำเลียง (the path traveled) ในแนวดิ่งและการเคลื่อนย้ายแบบผสมผสาน (the mixing of motion) เพื่อให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้น เพราะจะลำเลียงในทิศทางเดียวไม่ได้จะต้องผสมทิศทางอื่น ๆ ไปด้วย จึงถือได้ว่าเป็นการผสมผสานเพื่อให้สะดวกสาหรับการใช้งานซึ่งเครื่องมือที่มีการเคลื่อนย้ายแบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้เลือก เครื่องมือยก (elevating equipment) เป็นเครื่องมือที่ถูกออกแบบให้สามารถลำเลียงในแนวดิ่งซึ่งผสมการเคลื่อนที่ทั้งแบบต่อเนื่อง แบบไม่ต่อเนื่อง และแบบเคลื่อนที่ส่งต่อจากทั้งหมด 4 กลุ่ม

ตารางที่ 4.1 ชนิดเครื่องมือลำเลียงวัสดุ 7 ชนิด

Types of material handling equipment	Force characteristics	Load capacity	Size	General properties	Speed	Ability to stand in lines	Distance	Frequency of movement	Flexibility in a path traveled	Ability to lift
Robotic arms	while operating	low-medium	medium	solid-bale	low-medium	none	short	often	low	high
Automated guided vehicles	while operating	medium	medium	solid-bale	medium	none	medium	often	high	high
Sorting transfer vehicles	while operating	high	medium-big	solid-bale	high	none	long	low	low	medium
Cranes	while operating	low-medium	medium	solid-bale	low	none	medium	low	low	high
Forklifts	while operating	high	big	solid - bale	medium	none	long	high	high	high
Conveyors	operating continuously	low-medium	small-medium	solid - bale	medium-high	none	short-medium	low	low	medium
Mans	while operating	low	medium	solid - bale	low	none	short	high	high	high

ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุการแบ่งชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุจะอาศัยความแตกต่างของหน้าที่การทำงานดังสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 โดยรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ลักษณะของการลำเลียงและหน้าที่หลักของเครื่องมือเครื่องมือที่นำมาใช้ในการลำเลียงวัสดุจะมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น อุปกรณ์บางตัวสามารถจับหมุนวัสดุไปพร้อม ๆ กับการลำเลียงวัสดุ และมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ส่วนเส้นทางการลำเลียงที่บังคับไว้แล้วก็จะเป็นเครื่องมือประเภทสายพานลำเลียง เครนหรือรางเลื่อนต่าง ๆ เครื่องมือที่สามารถป้อน-จ่ายวัสดุด้วยตัวเองจะอาศัยการออกแบบกลไกในการยกเท การส่งต่อ หรือการจับวางโดยที่วัสดุไม่เกิดความเสียหาย นอกจากนี้การรวมหน่วยวัสดุบนแผ่นรองวาง เครื่องมือลำเลียงจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อจับยึดวัสดุให้เป็นหน่วยเดียวกัน ไม่แยกหรือกระจายออกจากกันในขณะที่ทำการลำเลียงวัสดุ

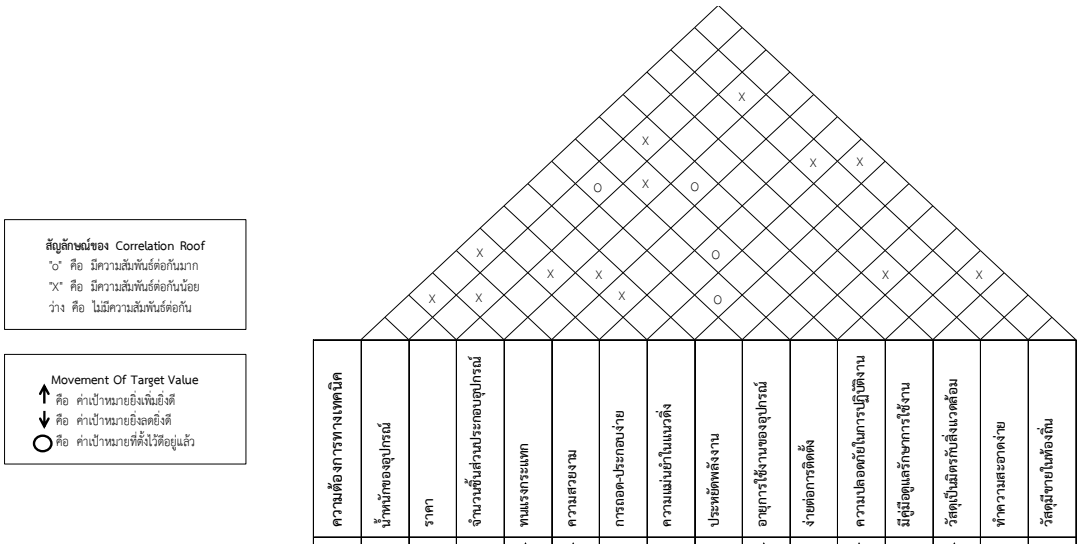
ตารางที่ 4.2 ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ลำเลียงวัสดุ

Main functions	Functions		Path						Direction		Types of Movement		
			pattern-based				layout-based						
	Storing	Conveying	Horizontal	Vertical	Upward	Downward	Straight	Curved	Fixed	Unfixed	Continuous	Discontinuous	Point-to-point
Transporting equipment	✓		✓		•	•	✓	✓	✓	✓		✓	
Elevating equipment	✓	✓		✓	•	•			✓		✓		✓
Conveying equipment	✓	✓	✓	•	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Transferring equipment		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Automatic feeding equipment	✓	✓	✓	✓	•	•	✓	✓		✓		✓	

หรือบ้านแห่งคุณภาพดังภาพที่ 4.7 ความต้องการที่เป็นรายการข้อมูลนำเข้าจะอยู่ด้านซ้ายของบ้านแห่งคุณภาพ โดยด้านบนจะเป็นรายการที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการนำเข้าได้ครอบคลุมทุกรายการ ส่วนกลางบ้านจะเป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการนำเข้ากับความต้องการในการตอบสนอง โดยใช้สัญลักษณ์การให้คะแนนความสัมพันธ์ดังนี้ 9 หมายถึงมีความสัมพันธ์มาก 3 หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง 1 หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย และช่องว่าง หมายถึงไม่มีความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะแบ่งผลลัพธ์ออกเป็นความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง

ต่อความต้องการนำเข้า และระดับความสำคัญในแต่ละความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง ซึ่งแสดงให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะแบ่งผลลัพธ์ออกเป็นความต้องการที่ใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการนำเข้า และระดับความสำคัญในแต่ละความต้องการที่ใช้ในการตอบสนอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในแต่ละความต้องการสามารถตอบสนองได้เพียงใดโดยมีระดับความสำคัญเป็นตัวชี้วัด

ดังนั้นการปรับปรุงแก้ไขปัญหาแบ่งออกเป็น 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ การปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลักวิศวกรรม (Engineering Redesign) และการปรับปรุงแก้ไขโดยหลักการบริหาร (Administration Control) ทั้งนี้ควรพิจารณาการดำเนินการโดยใช้หลักวิศวกรรมก่อนเนื่องจากเป็นการปรับปรุงแก้ไขที่ต้นตอ และถาวร (A Permanent One - Time Change) หลังจากนั้น จึงพิจารณาใช้หลักการบริหารงาน เช่น การหมุนเวียนผู้ปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อควบคุมปัญหาที่ไม่สามารถใช้หลักวิศวกรรมหรือในกรณีที่ใช้ได้ผลไม่เต็มที่ การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด



		ความต้องการทางเทคนิค	น้ำหนักของอุปกรณ์	ราคา	จำนวนชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์	ทนแรงกระแทก	ความสวยงาม	การถอด-ประกอบง่าย	ความแม่นยำในแนวดิ่ง	ประหยัดพลังงาน	อายุการใช้งานของอุปกรณ์	ง่ายต่อการติดตั้ง	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	มีคู่มือดูแลรักษาการใช้งาน	วัสดุเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ทำความสะอาดง่าย	วัสดุหาขายในท้องถิ่น
		IMP	↓	↓	↓	↑	↑	○	↓	↓	↑	○	↑	○	↑	○	○
การใช้งาน	สามารถเคลื่อนที่ตามต้องการ	3.96		3						3	9						
	สามารถหยุดได้ตรงตำแหน่งที่ต้องการ	3.44				3							9				
	ใช้งานได้นาน และต่อเนื่อง	3.54							9					3			3
รูปแบบ	โครงสร้างแข็งแรงและมีรูปทรงทันสมัย	4.17		3	1		3	1	9		3		3		3		1
	ง่ายต่อการประกอบ	4.04	9	3	3		3	3	3						1		3
	ราคาที่เหมาะสม	3.24	3					9				9	3			3	
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน	3.84		9	3		3		3	3			3			9	3
	ไม่เป็นสนิท	3.54		3		9	3						9				
	วัสดุไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	3.16							3								9
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยในการทำงาน	3.92				9							9	3			
	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย	3.49				3							9				
	การบำรุงรักษาได้ง่าย	3.58			3						3				9		
ความสะดวก	เคลื่อนย้ายสะดวก	3.96								3					9		
	ทำความสะอาดง่าย	3.83	3									3			3		
	ติดตั้งง่าย	3.64		3				3			9			9		3	
ระดับน้ำหนัก (Raw score)			57.57	92.61	38.55	87.93	46.77	56.37	102.51	35.28	91.65	40.65	142.32	55.14	95.9	55.2	66.87
ระดับความสำคัญ (% Relative)			5.4	8.69	3.61	8.25	4.39	5.29	9.62	3.31	8.6	3.81	13.35	5.17	9.00	5.18	6.27
ลำดับ (Rank)			8	4	14	6	12	9	2	15	5	13	1	11	3	10	7

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์เทคนิค QFDE

การสังเคราะห์เทคนิค QFD ร่วมกับ เทคนิค Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C การออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) โดยนำข้อมูลปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น AHP มาใช้ร่วมกับเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการสังเคราะห์พบว่าสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในช่วงเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์มาใช้วิเคราะห์ร่วมกับเทคนิค D-M-A-I-C ได้ ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์มีคุณภาพและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น กระบวนการสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้ภาพที่ 4.7

จากการแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้าใน QFD นำมาจับคู่กับเทคนิค D-M-A-I-C ในส่วนที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน จากนั้นพิจารณาขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เข้าใจง่ายได้แสดงรายละเอียดในรูปแบบตารางวิเคราะห์ ภาพที่ 4.8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

Movement Of Target Value
↑ คือ ค่าเป้าหมายยิ่งดีมากยิ่งดี
↓ คือ ค่าเป้าหมายยิ่งลดยิ่งดี
○ คือ ค่าเป้าหมายที่ดีไม่ควรเปลี่ยนแปลง

	ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย	การยกถุงเลือดต่างหน่วยแม่นยำ	ความแข็งแรงของชิ้นส่วน	สามารถใช้งานได้ 8 ชม.	[illegible]	วิศวกรต้องสร้างสรรค์ [illegible]	[illegible]	มีระบบปิด - เปิด	ขั้นตอนสร้างระดับมีจำนวนน้อย	ขจดควบคุมการทำงานต้องมีคุณภาพ	มีต้องการรับการเสร็จสิ้น	อุปกรณ์ตัดระบบไฟต้องมีคุณภาพ	มีสวิตช์ไฟเปิดและทำงาน	
	IMP	↑	↑	↑	↑	↑	○	↑	↓	↑	○	↑	○	
การใช้งาน	ทำความสะอาดง่ายน้ำได้ดี	17.86	9		3	1			1					
	มีอายุการใช้งานนาน	9.84		9			3				1			
	ราคาของเครื่อง	8.15	3		3		1						3	
รูปแบบ	มีความแข็งแรงทนทาน	7.84		9			3							
	สร้างขึ้นได้รวดเร็ว	7.58	3		9	1			9					
	ต้องทนการกัดกร่อน	6.75		1			9							
วัสดุ	เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	6.38					1	3						
	มีคู่มือคุณลักษณะการใช้งาน	6.27				1		3					3	
	เป้าหมายของส่วนประกอบย่อย	6.19			9				9					
ความปลอดภัย	มีขจดควบคุมการทำงานมีประสิทธิภาพ	5.02									9		1	
	มีการเคลื่อนย้ายทำได้สะดวก	4.00										9		
	มีอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน	3.90											3	
ความสะดวก	ใช้อุปกรณ์ที่คงทนถาวร	3.86		3			3				3			
	มีคู่มือถูกต้องไฟเดือนเวลาปฏิบัติงาน	3.73												9
	รัดคล้มสิ่งหรือจากการทำงาน	2.61		1			3							
ระดับน้ำหนัก (Raw score)			207.93	180.06	201.96	31.71	124.21	37.95	141.79	0	66.6	36	59.98	33.57	รวม 1121.76
ระดับความสำคัญ (% Relative)			18.54	16.05	18	2.83	11.07	3.38	12.64	0	5.94	3.21	5.35	2.99	100
ลำดับ (Rank)			1	3	2	11	5	8	4	12	6	9	7	10	
เป้าหมายของส่วนประกอบย่อย			อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพและมาตรฐาน	วัสดุใช้งานโครงสร้าง เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สัดส่วนน้ำหนักเบา ไม่เสียง	[illegible]	ความแข็งแรงของชิ้นส่วน	คู่มือการคุณลักษณะการใช้งาน	ระบบปิดความดันสูง	ใช้การสตาร์ทเป็นอัตโนมัติ-ถอด น้อยที่สุด	ขจดควบคุมการทำงานต้องมีคุณภาพ	มีอุปกรณ์ตรวจสอบ [illegible]	[illegible]	มีสัญญาณไฟเตือนเวลาต้องทำงาน

ภาพที่ 4.8 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์” โดยการเปรียบเทียบ = (ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค/ผลรวมของระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค) × 100%

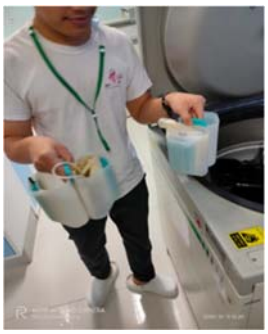
จากการคำนวณพบว่าความต้องการทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ตำแหน่งในการเคลื่อนที่ (18.54) ลักษณะการทำงานอย่างต่อเนื่อง (18) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (16.05) ตามลำดับ ซึ่งระดับความสำคัญ

ของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบที่ได้จะนำไปใช้ต่อในเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน โดยการวิเคราะห์จะมีหลักการเดียวกับการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

4.5 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของพนักงานในสถานีการเตรียมโลหิต เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงจากการปฏิบัติงานด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยง แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ คอ ลำตัว และขา ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และ REBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน

ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และREBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน

ลำดับขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง	คะแนน RULA ก่อนปรับปรุง	คะแนน RUBA ก่อนปรับปรุง
การรับสิ่งส่งตรวจจากหน่วยต่าง ๆ ในโรงพยาบาล		2	1
การเตรียมเตรียมโลหิต		7	5
การปั่นแยกพลาสม่า ด้วยเครื่องปั่นหนีศูนย์		2	3

ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน และผลการประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน RULA และREBA ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง	คะแนน RULA ก่อนปรับปรุง	คะแนน RUBA ก่อนปรับปรุง
การบีบโลหิต		2	4
คะแนนเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุงสถานีงาน		**3.25**	**3.25**

จากตารางที่ 4.3 ได้แสดงการประเมินท่าทางการทำงาน โดยผลการประเมินท่าทางการทำงานที่มีค่าคะแนนมากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 2 คือขั้นตอนการเตรียมเตรียมโลหิต เท่ากับ 7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 4 หมายความว่า งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงในทันที

ผลการเปรียบเทียบแบบประเมินท่าทางการทำงานโดยมีผลคะแนนการประเมินท่าทางในการยกถุงโลหิต เฉลี่ยเท่ากับ 3.25 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ได้และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง อาจมีความจำเป็นต้องมีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อช่วยในการขนย้าย

การประเมินท่าทางการทำงาน โดยผลการประเมินท่าทางการทำงานที่มีค่าคะแนนมากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 4 คือเจ้าหน้าที่การเตรียมโลหิต ทันที เท่ากับ 5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า งานนั้นมีความเสี่ยงสูงต้องได้รับการปรับปรุงอย่างรวดเร็ว

ผลการเปรียบเทียบแบบประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีการ ให้คะแนนการประเมินท่าทางการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ 3-4 หมายความว่า งานนั้น เริ่มเป็นปัญหาควรทำการปรับปรุงแก้ไข

4.6 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์

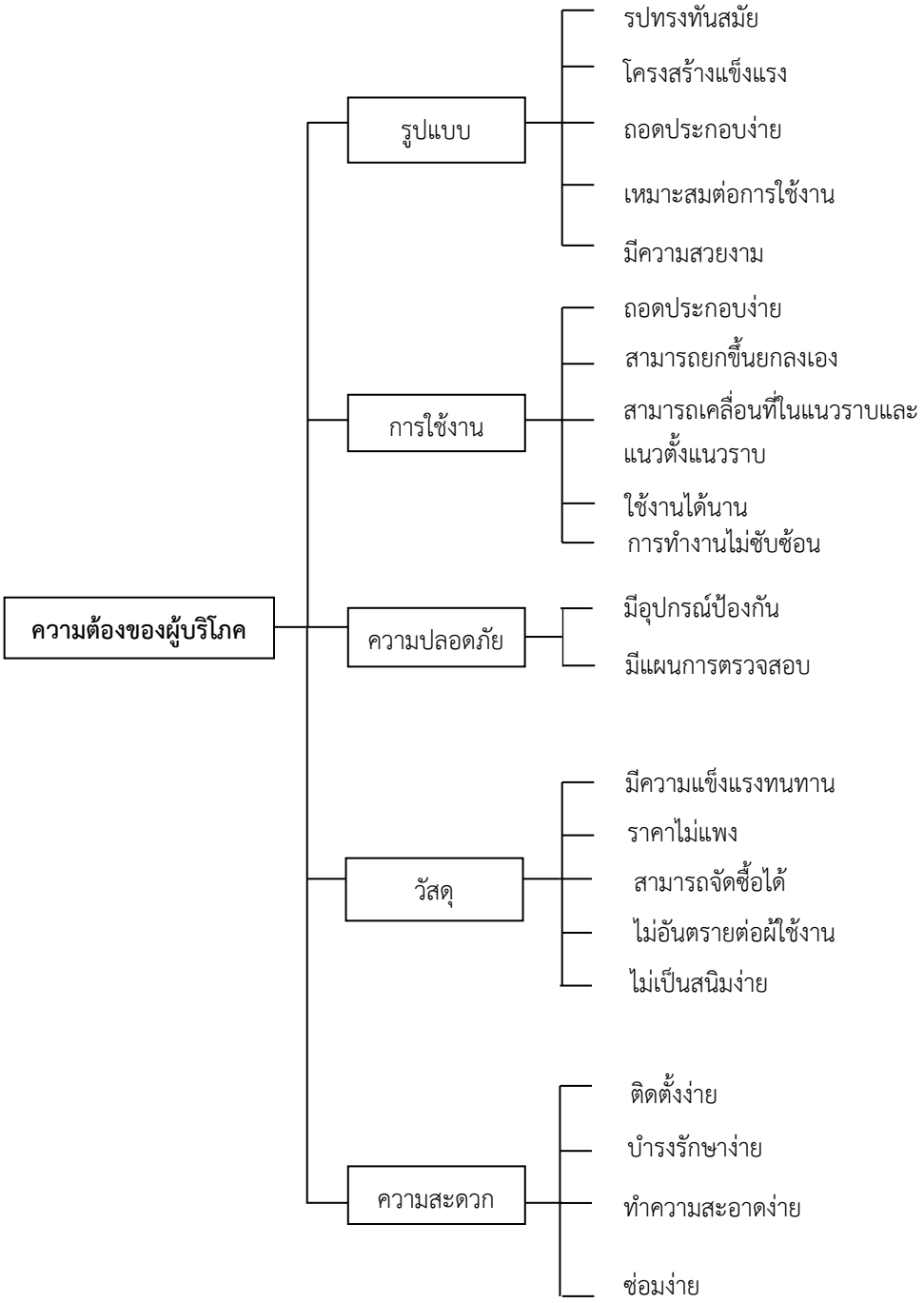
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งานต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการแปลงเสียงผู้ต้องการใช้งานอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ให้อยู่ในรูปความต้องการของพนักงาน

ความต้องการ	จัดเรียงถ้อยคำใหม่	ความต้องการ	จัดเรียงถ้อยคำใหม่
เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว	ฟังก์ชั่นการทำงาน	มีความทันสมัย	รูปแบบทันสมัย
มีระบบควาปลอดภัยในการใช้งาน		ดีไซด์ทันสมัย	
การทำงานไม่ซับซ่อน		มีความทันสมัย	
ประหยัดพลังงาน		ไม่ล้าสมัย	
มีรูปแบบที่ทันสมัย		มีรูปแบบที่ทันสมัย	
ปรับขนาดได้		ไม่เป็นสนิมง่าย	วัสดุมีคุณภาพ
ทนทาน	แข็งแรงทนทาน	วัสดุทนทาน	
มั่นคงแข็งแรง		ไม่ชำรุดง่าย	
ใช้ได้นาน		วัสดุมีคุณภาพ	
อายุการใช้งานนาน		วัสดุมีความแข็งแรง	
ไม่โคลงเคลง		วัสดุไม่เสื่อมสภาพ	
ไม่งอง่าย		ทำความสะอาดง่าย	ทำความสะอาดง่าย
ไม่เสียง่าย		ดูแลรักษาง่าย	
แข็งแรง		สะดวกต่อการล้าง	
ขนาดได้สัดส่วน	มีขนาดเหมาะสม	ง่านต่อการทำความสะอาด	
ขนาดมีความเป็นสากล		ดีไซด์สวยงาม	มีความสวยงาม
เหมาะต่อการใช้งาน		น่าใช้	
เหมาะกับพื้นที่		มีความสวยงาม	
นำหนักเบา		สวยงาม	
ไม่ติดขัด	ใช้งานได้สะดวก	รูปทรงดี	
ใช้งานได้ดี		ราคาไม่แพง	ราคาเหมาะสม
สะดวกต่อการใช้งาน		ราคาเหมาะสม	
ใช้งานง่าย		ราคาปานกลาง	
เคลื่อนย้ายสะดวก		ราคาไม่แพง	
ถอดประกอบง่าย		ราคาพอดี	
ติดตั้งง่าย			

การใช้แบบประเมินการทำงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติคลังกลางเลือด โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จากการสัมภาษณ์ เพื่อใช้ประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาวิเคราะห์ประเมินปัจจัยเสี่ยงต่อ ในการประเมิน ขั้นตอนการเตรียมโลหิต ของผู้ปฏิบัติงาน และถ่ายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวในการทำงานเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงเทคนิค หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาง

วิศวกรรม (engineering design) กระบวนการออกแบบและพัฒนาพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ นำข้อมูลปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น มา ซึ่งจากการสังเคราะห์พบว่าสามารถนำข้อมูลมาสู่การวางแผนผลิตภัณฑ์มาใช้วิเคราะห์ร่วมกับเทคนิค (engineering design) ได้ ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์มีคุณภาพและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น กระบวนการสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.9 แผนผังต้นไม้แสดงคุณลักษณะการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากแผนผังต้นไม้มาจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ รายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
รูปแบบ	รูปทรงทันสมัย
	โครงสร้างแข็งแรง
	ไม่ซับซ้อน
	เหมาะสมต่อการใช้งาน
	มีความสวยงาม
การใช้งาน	ถอดประกอบง่าย
	สามารถปรับสูงต่ำได้
	สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวตั้ง
	ใช้งานได้นาน
	การทำงานไม่ซับซ้อน
ความปลอดภัย	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย
	มีความปลอดภัยในการทำงาน
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน
	ราคาไม่แพง
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น
	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน
	ไม่เป็นสนิมง่าย
ความสะดวก	ติดตั้งง่าย
	บำรุงรักษาง่าย
	เคลื่อนย้ายสะดวก
	ซ่อมง่าย
	ทำความสะอาดง่าย

จากตารางที่ 4.5 ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการตัดสินใจแบบกลุ่ม Normal Group Technique (NGT) มาช่วยในการตัดสินใจและจัดกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการสนทนา (Focus Group Discussion) และให้ผู้เชี่ยวชาญสรุปกลุ่มปัจจัย ซึ่งผลที่ได้สามารถแบ่งกลุ่มได้ 5 กลุ่ม คือ ปัจจัยด้านรูปแบบมี 5 ข้อ ด้านการใช้งานมี 5 ข้อ ด้านความปลอดภัยมี 2 ข้อ ด้านวัสดุมี 5 ข้อ ด้านความสะดวกมี 5 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ความตรงของเนื้อหาสอดคล้องกับปัจจัยที่ใช้ออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ จากผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการจัดกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง	ตรงและครอบคลุม (ค่าเฉลี่ย)	ใช้งานได้ (ค่าเฉลี่ย)
รูปแบบ	รูปทรงทันสมัย	4.10	4.50
	โครงสร้างแข็งแรง	4.80	4.55
	ไม่ซับซ้อน	4.10	4.20
	เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.50	4.60
	มีความสวยงาม	4.12	4.30
การใช้งาน	ถอดประกอบง่าย	4.50	4.32
	สามารถปรับสูงต่ำได้	4.45	4.55
	สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวตั้ง	4.80	4.63
	ใช้งานได้นาน	4.54	4.80
	การทำงานไม่ซับซ้อน	4.15	8.20
ความปลอดภัย	มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย	4.65	4.50
	มีความปลอดภัยในการทำงาน	4.44	4.60
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน	4.88	4.85
	ราคาไม่แพง	4.50	4.50
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น	4.30	4.60
	ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4.13	4.23
	ไม่เป็นสนิมง่าย	4.11	4.00
ความสะดวก	ติดตั้งง่าย	4.55	4.85
	บำรุงรักษาง่าย	4.70	4.52
	เคลื่อนย้ายสะดวก	4.85	4.45
	ซ่อมง่าย	4.23	4.20
	ทำความสะอาดง่าย	4.45	4.30

จากตารางที่ 4.6 ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามและนำปัจจัยที่ได้มาสังเคราะห์และนำมาใช้ออกแบบสอบถามได้ยึดหลักกฎเกณฑ์ของ Keeney and Raiffa (1979) ซึ่งค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่ตรงและครอบคลุมมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4 แปลความหมายคือ มาก ดังนั้นปัจจัยที่ครอบคลุมในแต่ละด้านสามารถ

นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง เมื่อได้ปัจจัยในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ที่มีคุณสมบัติตรงและครอบคลุมและเป็นองค์ประกอบของปัจจัยรองแล้วสร้างแบบสอบถาม การให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน นำแบบสอบถามมาประมวลผล เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและแม่นยำ เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะทำให้ทราบถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยและอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ซึ่งหากค่าไม่เกิน 0.10 ถือว่ายอมรับได้ (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2556)

สำหรับการให้ค่าน้ำหนักจะเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ (Pairwise Comparison) โดยจะเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยหลักก่อน แล้วจึงทำการเปรียบเทียบปัจจัยรองตามลำดับ ซึ่งในผลการทดลองส่วนนี้จะแสดงการให้ค่าน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในส่วนของปัจจัยหลักและปัจจัยรองตามลำดับ และจะสรุปค่าน้ำหนักของปัจจัยโดยเปรียบเทียบกันทุกปัจจัย เพื่อนำไปคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญ 3 ลำดับแรก เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ต่อไป

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ผู้ให้น้ำหนักความสำคัญ	ปัจจัยหลัก					อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง
	รูปแบบ	การใช้งาน	วัสดุ	ความสะดวก	ความปลอดภัย	
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.18	0.373	0.294	0.050	0.103	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.127	0.580	0.176	0.065	0.052	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.162	0.442	0.277	0.052	0.067	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.135	0.497	0.241	0.057	0.070	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.135	0.497	0.241	0.057	0.070	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 6	0.13	0.578	0.176	0.070	0.046	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 7	0.104	0.620	0.159	0.069	0.048	0.08
ผู้เชี่ยวชาญ 8	0.159	0.458	0.275	0.054	0.054	0.08
ผู้เชี่ยวชาญ 9	0.185	0.373	0.289	0.058	0.095	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 10	0.174	0.449	0.229	0.057	0.091	0.07
ค่าเฉลี่ย	**0.149**	**0.4867**	**0.2357**	**0.0589**	**0.0696**	**0.07**

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบน้ำหนักของแต่ละปัจจัยหลัก เพื่อนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัยในการออกแบบเครื่อง เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัย Inconsistency Ratio CR = 0.07 น้อยกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับได้ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านการใช้งาน มีค่าน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 0.486 ลำดับต่อมาคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัย

หลักด้านวัสดุ มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.235 ลำดับต่อมาคือค่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านรูปแบบมีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.149 ลำดับต่อมาคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านความปลอดภัย มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.069 และลำดับสุดท้ายคือค่าเฉลี่ยน้ำหนักของปัจจัยหลักด้านความสะดวก มีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.058

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	น้ำหนัก	น้ำหนักสะสม(%)
1	การใช้งาน	48.70	48.70
2	วัสดุ	23.60	72.30
3	รูปแบบ	14.90	87.20
4	ความปลอดภัย	6.90	94.10
5	ความสะดวก	5.90	100.00

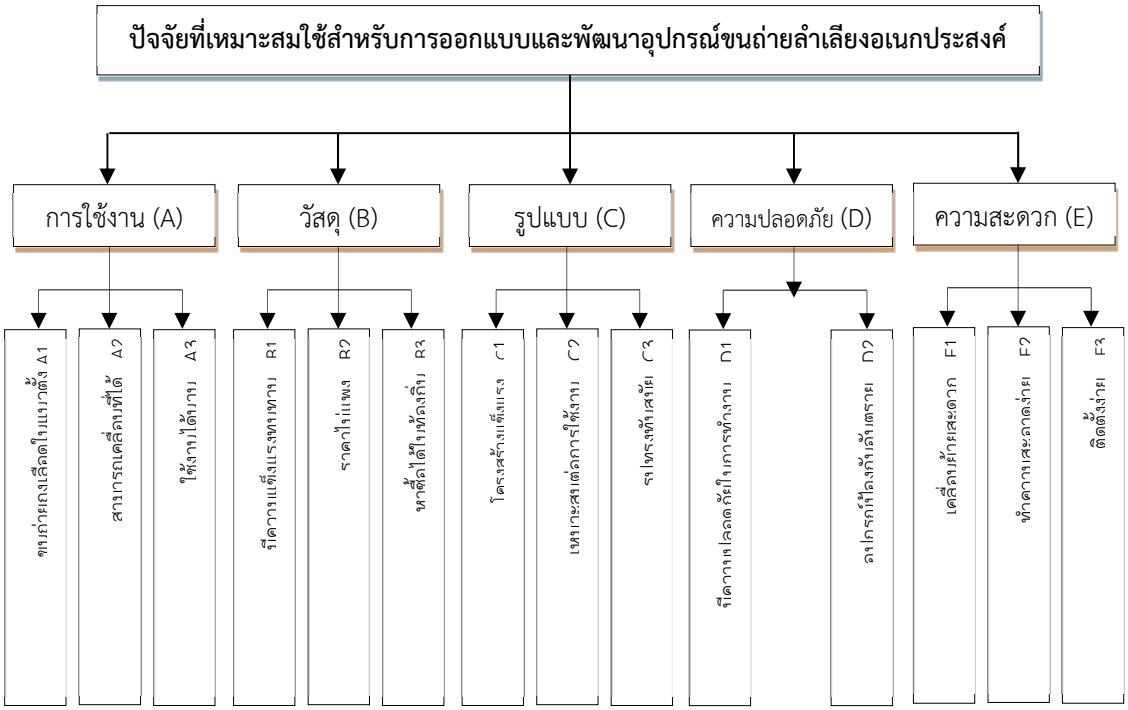
จากตารางที่ 4.8 พบว่าปัจจัยหลักด้านการใช้งานมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด เท่ากับ 48.70 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สองปัจจัยหลักด้านวัสดุ มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 23.60 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สาม ปัจจัยหลักด้านรูปแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 14.90 เปอร์เซ็นต์ ลำดับที่สี่ ปัจจัยหลักด้านความปลอดภัย มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 6.90 เปอร์เซ็นต์และลำดับที่ห้าปัจจัยหลักด้านความสะดวก มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 5.90 เปอร์เซ็นต์

ผลจากค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ และผู้ต้องการใช้ 3 อันดับแรก ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัย 3 อันดับแรก

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ
การใช้งาน	สามารถปรับค่าความเร็วรอบได้
	สามารถเคลื่อนตามคำสั่ง
	ใช้งานได้นาน
วัสดุ	มีความแข็งแรงทนทาน
	ราคาไม่แพง
	หาซื้อได้ในท้องถิ่น
รูปแบบ	โครงสร้างแข็งแรง
	เหมาะสมต่อการใช้งาน
	รูปทรงทันสมัย
ความปลอดภัย	มีความปลอดภัยในการทำงาน
	อุปกรณ์ไม่มีอันตรายต่อการทำงาน
	ทำความสะอาดง่าย
ความสะดวก	เคลื่อนย้ายสะดวก
	ทำความสะอาดง่าย
	ติดตั้งง่าย

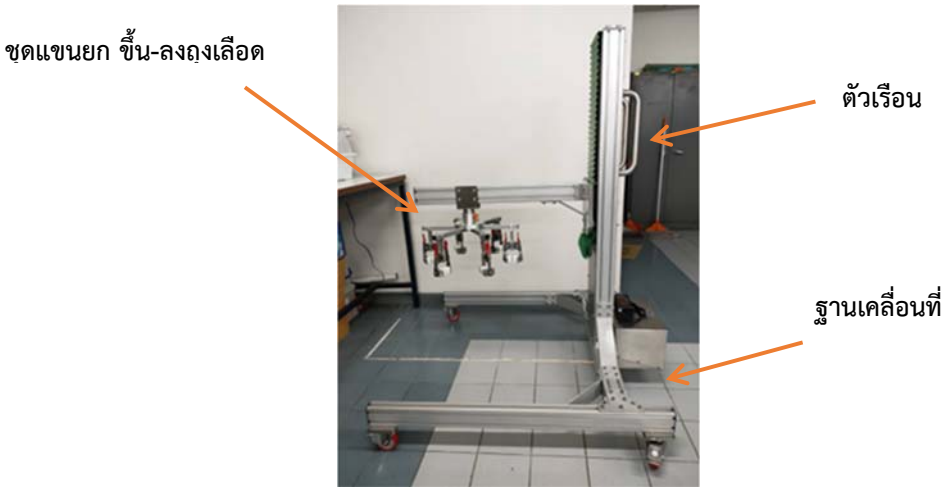
นำปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงลำดับ ข้อมูลในตารางที่ 4.9 ใช้ทำแผนภูมิหรือโมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ดังแสดงในภาพที่ 4.5 เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (engineering design) ต่อไป



ภาพที่ 4.10 โมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

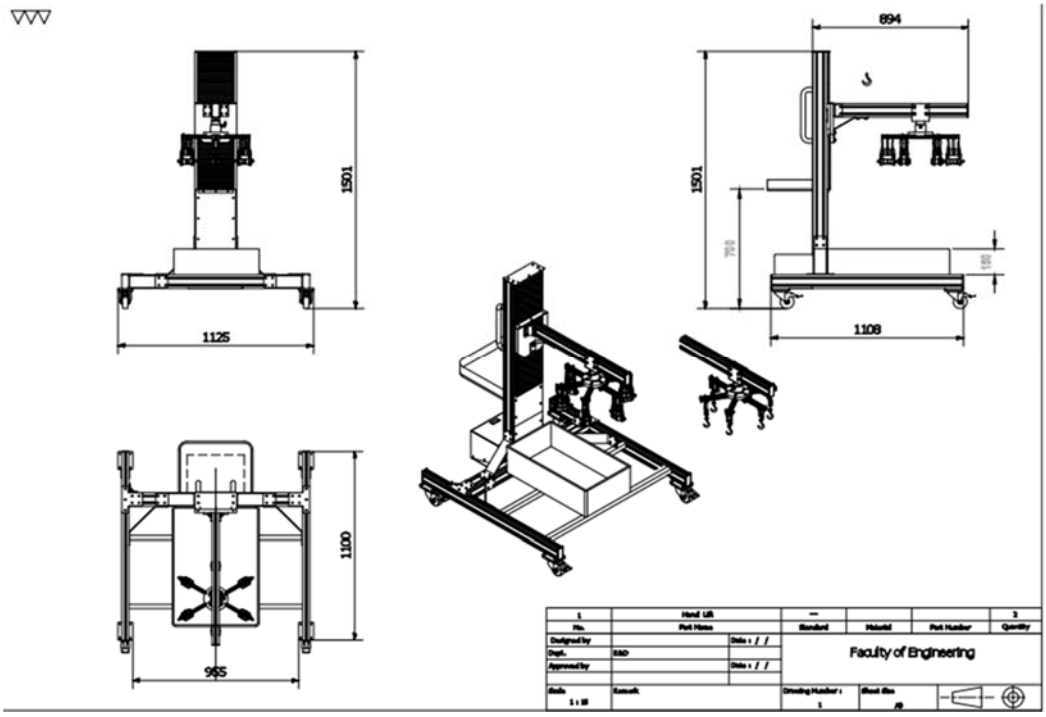
4.7 ผลการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ด้วยเทคนิค QFD ร่วมกับเทคนิคการหลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (engineering design)

4.7.1 แบบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ผ่านการวิเคราะห์และออกแบบชิ้นส่วนประกอบหลัก 12 ส่วน แสดงในรูปแบบภาพ 3 มิติ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.11 แบบชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

4.7.2 แบบสั่งงานการผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ประกอบด้วย แบบประกอบ 3 มิติ - แบบประกอบแยกชุด 3 มิติ



ภาพที่ 4.12 การออกแบบงาน 3 มิติ อุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

4.8 ผลการประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์

สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงาน ดำเนินการโดยนำเครื่องมือซึ่งผ่านการวิเคราะห์และออกแบบให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดและได้ผ่านกระบวนการสุ่มตัวอย่างและทฤษฎีการเลือกรูปแบบต่าง ๆ มาแล้ว ทำการประเมินคุณภาพแต่ละหัวข้อคำถาม โดยผู้เชี่ยวชาญใช้ดุลยพินิจของตนเองและแสดงความคิดเห็นในแต่ละประเด็นของคำถามรายข้อ ดังแสดงในภาคผนวก

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนประเมิน จากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน กรอกข้อมูลค่าคะแนนแล้วนำผลที่ได้บันทึกลงในตารางสรุป จากนั้นแปลผลรายข้อโดยเฉลี่ยค่าคะแนนทั้งหมดในรายข้อนั้น และหาค่าร้อยละจากคะแนนเต็มของข้อนั้น ๆ โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 80 ถึง 100 = ผ่านเกณฑ์

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 50 ถึง 79 = มีความเสี่ยง

ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 0 ถึง 49 = ไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต

หัวข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ค่าคะแนนรวม
	1	2	3	4	5	6	7	
การหาคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต								
แบบภาพประกอบ								
แบบภาพประกอบ - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	9	10	10	10	9	9	10	67
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	9	10	10	10	9	9	9	66
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	8	7	10	65
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	8	7	10	63
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	10	9	10	10	8	9	9	65
แบบภาพประกอบ - 3 มิติ								
การแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนครบถ้วน	9	10	10	10	9	10	10	68
การกำหนดรหัสชิ้นงานครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	7	66
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	7	66
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	8	9	63
แบบภาพแยกชุด								
แบบภาพแยกชุด - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	8	66
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	8	66
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	9	10	10	9	7	9	64
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	9	7	9	63
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	9	8	63

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต (ต่อ)

หัวข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ							ค่าคะแนนรวม
	1	2	3	4	5	6	7	
แบบภาพแยกชุด - 3 มิติ								
การแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนครบถ้วน	10	10	10	10	9	9	10	68
การกำหนดรหัสชิ้นงานครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	8	9	8	63
แบบภาพแยกชิ้น								
แบบภาพแยกชิ้น - 2 มิติ								
การฉายภาพครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	9	10	68
การกำหนดขนาดครบถ้วนและถูกต้อง	10	10	10	10	9	10	10	69
การกำหนดสัญลักษณ์ข้อมูลครบถ้วนและถูกต้อง	10	9	10	10	9	8	9	65
การระบุตารางรายการวัสดุและรหัสชิ้นงานถูกต้อง	10	10	10	10	8	10	10	68
น้ำหนักเส้นและขนาดตัวอักษรถูกต้อง	9	9	10	10	9	8	10	65
การแสดงภาพมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	9	9	10	10	9	9	9	65
(คะแนนเต็ม 260 คะแนน) ค่าคะแนนรวม	**250**	**250**	**260**	**260**	**223**	**232**	**239**	**1,714/1,820**

สรุปผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนประเมินผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้คัดเลือกมาแล้วทั้ง 7 ท่าน สรุปผลการประเมินได้ดังนี้

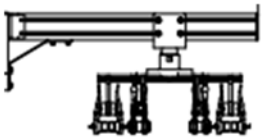
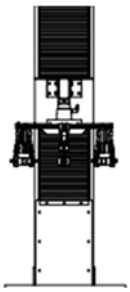
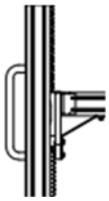
4.8.1 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 80 ถึง 100 มีจำนวน 26 ข้อ

4.8.2 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 50 ถึง 79 มีจำนวน 0 ข้อ

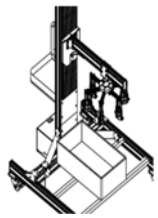
4.8.3 ค่าน้ำหนักคะแนนร้อยละ 0 ถึง 49 มีจำนวน 0 ข้อ

* สรุปรวมค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 94.2% ถือว่าผ่านเกณฑ์เมื่อเทียบการสมมุติฐาน ≥90%

ตารางที่ 4.11 กลไกการทำงาน

ชิ้นส่วน	กลไก/ลักษณะการทำงาน		รูปภาพ
	เครื่องเดิม	**เครื่องที่พัฒนา**	
การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง			
Motor	ไม่มี	เป็นตัวส่งกำลังในการยกถุงเลือด	
ชุดหัวจับ	ไม่มี	เป็นตัวจับถุงเลือด สามารถถอดออกได้ และสามาเปลี่ยนหัวจับไปใช้งานอย่างอื่นได้	
คานยึดหัวจับ	ไม่มี	เป็นตัวรับน้ำหนักในแนวแกน X สามรถถอดออกได้ แล้วนำรถไปใช้ทำอย่างอื่นได้และบอกระดับสเกลในการเคลื่อนชุดหัวจับใน	
แกนเลื่อนในแนวตั้ง	ไม่มี	เป็นตัวรับน้ำหนักในแนวแกน Y	
การเคลื่อนที่ในแนวนอน			
ด้ามจับส่งกำลัง	เป็นแบบจับในแนวแกน X	เป็นแบบจับในแนวแกน Z เป็นตัวควบคุมบังคับทิศทางในแนวราบ	
ล้อ	ระบบล้อไม่มีเบรค	ระบบล้อมีเบรค	

ตารางที่ 4.11 กลไกการทำงาน (ต่อ)

ชิ้นส่วน	กลไก/ลักษณะการทำงาน		รูปภาพ
	เครื่องเดิม	เครื่องที่พัฒนา	
ตัวถังใส่ถุงเลือด	มีขนาดเล็กกว่าและที่จัดเก็บน้อยกว่า	มีขนาดใหญ่กว่าและพื้นจัดเก็บมากกว่า	
ฟังก์ชัน			
สวิตควบคุม	ไม่มี	มีสวิตควบคุมMotor	
หน้าจอโชว์	ไม่มี	เป็นหน้าจอLEDโชว์แรงดันไฟฟ้าและบอกพลังงานแบตเตอรี่	
ระบบไฟฟ้า	ไม่มี	เป็นระบบลแบบชาทไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่	

4.9 ผลการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

จากผลการทดสอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ โดยการประเมินคุณภาพ ด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต จนได้อุปกรณ์และกลไกทำงาน จากตารางที่ 4.11 ทำการประกอบเป็นอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ มีทิศทางเคลื่อนที่ตามแนวดิ่งลักษณะการทำงาน จากภาพที่ 4.11 แบบชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ เป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่าง ละเอียด กระชับ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ คำบรรยายและลายเส้นเพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้น จนจบ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น ซึ่งในแผนภูมิกระบวนการนั้นมีหลากหลายแผนภูมิ แต่ที่จะพาไปรู้จักคือ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

4.10 การควบคุม

การควบคุม (Control phase) เป็นกระบวนการเพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิต โดยมีการดำเนินการดังนี้

4.10.1 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (Work instruction) เพื่อแสดงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และขจัดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีการปฏิบัติงานจากเจ้าหน้าที่ กับ เครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด

4.10.2 จัดทำใบตรวจสอบรายการ (Check sheet) เพื่อเป็นการตรวจสอบลักษณะของการออกแบบเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือด

4.10.3 จัดทำแผนการซ่อมบำรุงเครื่องมือยกถุงเลือดในการเตรียมเลือดและอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการเสียหายจากอายุการใช้งานเกินกำหนด

อย่างไรก็ตาม เอกสารที่จัดทำขึ้นถูกประกาศใช้เป็นเอกสารควบคุมภายในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ กรณีศึกษาแผนกปฏิบัติการเวชศาสตร์ชันสูตร เพื่อควบคุมกระบวนขนส่งให้มีความสามารถถูกต้องแน่นยำในการขนส่งสูงที่สุด ตามเป้าหมายที่กำหนด

ภาพที่ 4.13 กระบวนการ (Process Chart) ลักษณะการทำงาน

การออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง สำหรับการงานเตรียมส่วนแยกของเลือด เตรียมส่วนประกอบโลหิตที่มีความจำเพาะต่อผู้ป่วยบางประเภท ด้วยวิธีปั้นเหวี่ยงหนีศูนย์ โดยใช่เทคนิค Six Sigma หรือที่เรียกว่า D-M-A-I-C เพื่อแก้ปัญหา ลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการ ของพนักงานจะต้องยก การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำ เป็นระยะเวลานาน ให้มีลักษณะการใช้งานที่

ถูกต้องต่อวิธีการยกสิ่งของด้วยอุปกรณ์ทุนแรง และถูกต้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านต่าง ๆ จากการศึกษาผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้เสียในงานเตรียมส่วนแยกของเลือด นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญ โดยนำมาประมวลผลเพื่อกำหนดปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์การยกขึ้นลงในแนวตั้ง จากนั้นข้อกำหนดที่ได้จากเมตริกซ์ QED มี 5 อันดับแรก คือ อุปกรณ์ควบคุมมีคุณภาพและมาตรฐาน 18.54 ล้อมีความแข็งแรงไม่ลื่น 18 วัสดุโครงสร้างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 16.05 ระบบมีความยืดหยุ่น 12.64 และความคงทนของชิ้นส่วน 11.07 ร่วมสอดคล้องต่อทักษะ และประสบการณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งสามารถลดปัญหาในด้านการใช้อุปกรณ์และสามารถเพิ่มความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ได้ การดำเนินงานการออกแบบอุปกรณ์ในการงานเตรียมส่วนแยกของเลือด โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ มีเป้าหมายที่สำคัญที่สุดคือการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและถูกต้องตามวิธีการพยาบาลผู้ป่วย โดยความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดและเป็นข้อมูลเริ่มต้นของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัยคือเจ้าหน้าที่ภายในห้องปฏิบัติ งานเตรียมส่วนแยกของเลือด ผลการหาเสียงความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พบว่าความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์มีลักษณะที่หลากหลาย จึงนำความต้องการทั้งหมดมาจัดการข้อมูลโดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับผู้ป่วยเฝ้าระวังเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์จัดการข้อมูล หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ แล้วจึงนำความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และคะแนนความสำคัญเข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ตามลำดับ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่สามารถตอบสนองต่อการออกแบบอุปกรณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ โดยมีผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่นำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ นอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ยังทำให้มีข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และข้อกำหนดการออกแบบที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาการออกแบบในอนาคตได้อีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผล

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ กรณีศึกษาห้องเตรียมแยกของเลือด อาคารกัลยาณิวัฒนานุสร ศูนย์คลังเลือดกลาง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน และนำการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิศวกรรมใช้ เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่กับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงในสังคม

5.1.1 การศึกษาการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ ในอุตสาหกรรมสุขภาพจากกการศึกษากระบวนการออกแบบปรากฏว่าต้องมีการศึกษาหาความต้องการของผู้ใช้งานและหาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์และรวมไปถึงหลักการยศาสตร์มาช่วยในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพ และแปลงความต้องการของผู้ใช้งานมาหาค่าเป้าหมายโดยการใช้ QFD มาแปลงความต้องการของผู้ใช้งานและนำไปสู่การออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

5.1.2 การแสดงขั้นตอนในการศึกษาปัญหาของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพเก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด ศูนย์คลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อศึกษาปัญหาการทำงานในการขนถ่ายลำเลียงเลือดในห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด เพื่อให้ทราบถึงปัญหาในกระบวนการขนถ่ายลำเลียงเลือด พบว่ามีรอบในการทำงานและยะทางมากเกิน ทำให้เกิดการเมื่อยล้าในการทำงาน

5.1.3 สร้างความเข้าใจและแสดงขั้นตอนการใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการวางแผนการวิจัย แสดงขั้นตอนการใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในการทำงานและวางแผนการวิจัยในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายให้มีประสิทธิภาพ โดยการทำการเก็บข้อมูลและศึกษาหาปัญหาในห้องเตรียมส่วนแยกเลือด ทำให้ราบถึงปัญหาในการทำงานและทราบถึงความต้องการของผู้ทำงานในห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด ผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ไขปัญหาและหาแนวทางมาช่วยในการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์และนำปัจจัยที่ได้มาวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนารถอเนกประสงค์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย และได้นำเทคนิคการตัดสินใจแบบกลุ่ม Normal Group Technique (NGT) มาช่วยในการตัดสินใจและจัดกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการสนทนา (Focus Group Discussion) และให้ผู้เชี่ยวชาญสรุปกลุ่มปัจจัย ซึ่งผลที่ได้สามารถแบ่งกลุ่มได้ 5 กลุ่ม คือ ปัจจัยด้านรูปแบบมี 3 ข้อ ด้านการใช้งานมี 5 ข้อ ด้านงบประมาณมี 3 ข้อ ด้านวัสดุมี 7 ข้อ ด้านความสะดวกมี 6 ข้อ ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์ที่มีคุณลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งานต่อไป

ผลจากค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัยจากโปรแกรม Expert Choice พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อกับเครื่องบีบแยกส่วนประกอบของเลือด นำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัยในการออกแบบและพัฒนาเครื่องบีบแยกส่วนประกอบของเลือด จากโปรแกรม Expert Choice ที่มีค่าอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของปัจจัย Inconsistency Ratio น้อยกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับได้ โดยอ้างอิงจากผลการคำนวนหาปัจจัยแห่งความสำเร็วของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องผ่านโปรแกรม Expert Choice ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากกว่า 0.1 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.7

กระบวนการแปลงความต้องการโดยใช้เทคนิคเชิงคุณภาพและนำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบผลจากการจัดเรียงลำดับคะแนนความสำคัญโดยเปรียบเทียบ ให้ทราบว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องดำเนินการควบคุมในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงเลือด โดยข้อกำหนดทางเทคนิคที่เป็นปัจจัยสำคัญมากที่สุดในการออกแบบอันดับแรก คือ ความสามารถในการถอด สามารถถอดได้ง่าย คะแนนร้อยละ 22.29 อันดับสอง ได้แก่ ขนาดเหมาะสมและมีชิ้นส่วนมีน้ำหนักคะแนนร้อยละ 13.32 และอันดับสามที่เป็นปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ มีความแข็งแรงมากกว่าเพราะใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงกว่า11.28

5.1.4 การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมมาพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายอเนกประสงค์โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการขนถ่ายลำเลียงเลือดในห้องคลังเลือดกลางและประเมินลำดับความต้องการ และความพึงพอใจของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการขนถ่ายลำเลียงเลือด ปรากฏว่าการพัฒนาครั้งนี้มีความตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน

5.1.5 การยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบที่พัฒนาขึ้นจากการส่งแบบสอบถามยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบ ไปยังผู้เชี่ยวชาญกลุ่มต่าง ๆ 4 กลุ่ม รวมเป็นจำนวน 12 ท่าน ได้แก่กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน จำนวน 6 คน กลุ่มผู้บริหารจำนวน 2 คน กลุ่มช่างซ่อมบำรุงจำนวน 2 คน และกลุ่มนักวิจัยและพัฒนาของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ขนถ่ายหลักหรือนักวิชาการจำนวน 2 คน

ผลการส่งแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 ท่านซึ่งได้สุ่มแบบเจาะจงผู้ที่เกี่ยวข้องในจังหวัดขอนแก่น และได้ผลตอบกลับ 12 คนคิดเป็น 100% ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์แบบสอบถามดังกล่าวในส่วนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ หน้าที่/ความรับผิดชอบ และวุฒิการศึกษา เมื่อวิเคราะห์ตามเพศ มีเพศชาย 8 คน คิดเป็น 67% เพศหญิง 4 คน คิดเป็น 33%

กรณีวิเคราะห์แบบสอบถามออกตามอายุ มีอายุ 20-30 คิดเป็น 17% อายุ 31-40 คิดเป็น 58% อายุ 41-50+ คิดเป็น 8%

กรณีวิเคราะห์แบบสอบถามออกตามหน้าที่/ความรับผิดชอบ มี 3 หน้าที่/ความรับผิดชอบ 1) เจ้าหน้าที่ คิดเป็น 25% 2) ช่างซ่อมบำรุง คิดเป็น 50% 3) ผู้บริหาร คิดเป็น 25%

กรณีวิเคราะห์แบบสอบถามออกตามวุฒิการศึกษามี 4 วุฒิการศึกษา 1) มัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็น 50% 2) ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คิดเป็น 0% 3) ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) คิดเป็น 0% 4) ปริญญาตรี+ คิดเป็น 50%

สำหรับผลการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนา มีผลวิเคราะห์ในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 กลุ่ม มีผลการวิเคราะห์คุณลักษณะใน จากการวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบที่

พัฒนาขึ้นในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะอุปกรณ์ต้นแบบที่ระดับสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่วิธีใช้งานที่ไม่ซับซ้อน ความสะดวกในการเก็บรักษา (พื้นที่ในการจัดเก็บ) ความปลอดภัยในการใช้งานแก่ผู้ปฏิบัติงาน ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย สามารถใช้งานในระยะเวลานาน ๆ ติดต่อกัน ฟังก์ชันการใช้งานที่เหมาะ น้ำหนักที่เหมาะ สามารถใช้งานได้หลากหลายหน้าที่ (ใช้ขนในแนวราบและแนวตั้ง) ช่วยลดความเมื่อยล้าในการทำงาน สามารถลดระยะเวลาในการทำงานต่อชิ้น

เจ้าหน้าที่สำหรับผลการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนา มีผลวิเคราะห์ในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 กลุ่ม มีผลการวิเคราะห์คุณลักษณะในจากการวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะอุปกรณ์ต้นแบบที่ระดับสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ ความสะดวกในการเก็บรักษา (พื้นที่ในการจัดเก็บ) ความยืดหยุ่นในการใช้งาน (สามารถถอดชิ้นส่วนที่ใช้งานเฉพาะบางชิ้นออกและประกอบชิ้นส่วนอื่นที่มีหน้าที่อื่นแทนได้) สามารถใช้งานในระยะเวลานาน ๆ ติดต่อกัน ความปลอดภัย (มีระบบล็อคล้อไม่ให้เคลื่อนที่ระหว่างทำงาน) ลดระยะเวลาในการทำงานต่อชิ้น น้ำหนักที่เหมาะ สร้างภาพลักษณ์ต่อองค์กรเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการรักษา และส่งผลต่อคุณภาพในการให้บริหาร ใช้งานได้หลากหลายหน้าที่ (ใช้ขนในแนวราบและแนวตั้ง) สร้างความปลอดภัยในการใช้งานแก่ผู้ปฏิบัติงาน ค่าใช้จ่ายสมเหตุสมผลสำหรับการซ่อมบำรุง

ค่าเฉลี่ยผู้บริหาร สำหรับผลการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนา มีผลวิเคราะห์ในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 กลุ่ม มีผลการวิเคราะห์คุณลักษณะในจากการวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะอุปกรณ์ต้นแบบที่ระดับสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ ลดระยะเวลาในการทำงานต่อชิ้น สะดวกในการเคลื่อนย้าย ความยืดหยุ่นในการใช้งาน (สามารถถอดชิ้นส่วนที่ใช้งานเฉพาะบางชิ้นออกและประกอบชิ้นส่วนอื่นที่มีหน้าที่อื่นแทนได้) ความปลอดภัยต่อสิ่งของรอบข้าง ลดความเมื่อยล้าในการทำงาน ใช้งานในระยะเวลานาน ๆ ติดต่อกัน น้ำหนักที่เหมาะ อำนวยความสะดวกในการทำงาน ความสะดวกในการเก็บรักษา มีความปลอดภัย (มีระบบล็อคล้อไม่ให้เคลื่อนที่ระหว่างทำงาน)

ค่าเฉลี่ยช่าง สำหรับผลการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนที่ 2 เกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในคุณลักษณะของอุปกรณ์ขนถ่ายที่พัฒนา มีผลวิเคราะห์ในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 กลุ่ม มีผลการวิเคราะห์คุณลักษณะจากการวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลความถูกต้องของอุปกรณ์ขนถ่ายต้นแบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะอุปกรณ์ต้นแบบที่ระดับสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ ลดระยะเวลาในการทำงานต่อชิ้น วิธีใช้งานที่ไม่ซับซ้อน ฟังก์ชันการใช้งานที่เหมาะ ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ความยืดหยุ่นในการใช้งาน (สามารถถอดชิ้นส่วนที่ใช้งานเฉพาะบางชิ้นออกและประกอบชิ้นส่วนอื่นที่มีหน้าที่อื่นแทนได้) อำนวยความสะดวกในการทำงาน ความปลอดภัยต่อสิ่งของรอบข้าง ใช้งานในระยะเวลานาน ๆ ติดต่อกัน ความปลอดภัย (มีระบบล็อคล้อไม่ให้เคลื่อนที่ระหว่างทำงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะลักษณะเด่นและจุดที่ควรปรับปรุงของงานวิจัยการศึกษาและวิจัย

ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือส่งผลกระทบต่อการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์ในอุตสาหกรรมสุขภาพโดยการประยุกต์เทคนิคตัวชี้วัดสมรรถนะ (Key Performance Indicators: KPI) กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (The Analytic Hierarchy Process: AHP) และเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QED) ซึ่งวิจัยในครั้งนี้อาจมีข้อจำกัด และเหตุผลบางประการจึงทำให้งานวิจัยในครั้งนี้มีทั้งลักษณะเด่น และจุดที่ควรปรับปรุงซึ่งควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ต่อไปในความเป็นจริงการตัดสินใจไม่สามารถ ที่จะจัดเป็นรูปแบบของโครงสร้างที่เป็นลำดับชั้นได้เสมอ

5.2.1.1 งานวิจัยในครั้งนี้ในการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ ได้คำนึงถึงอิทธิพลที่มีต่อกันของเกณฑ์ทำให้การเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละทางเลือกใกล้เคียงกับกระบวนการตัดสินใจของมนุษย์มากที่สุด

5.2.1.2 ปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการส่งผลกระทบต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงเลือด ที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ได้มาจากกลุ่มเป้าหมายซึ่งทำให้ปัจจัยทั้งหมดได้มาจากความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริง

5.2.1.3 งานวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลทางด้านปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสำคัญปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงเลือด กรณีศึกษาห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด ศูนย์คลังเลือดกลาง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะศึกษาต่อไป

5.2.1.4 งานวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาเทคนิคตัวชี้วัดสมรรถนะ (Key Performance Indicators: KPI) กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (The Analytic Hierarchy Process: AIHP) และเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจอื่น ๆ ให้สามารถประยุกต์ใช้งานในการวิเคราะห์โครงสร้างปัญหาการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสำคัญปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงเลือด กรณีศึกษาห้องเตรียมส่วนแยกของเลือด ศูนย์คลังเลือดกลาง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะศึกษาต่อไป

5.2.2 จุดที่ควรปรับปรุงของงานวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

5.2.2.1 การใช้แบบสอบถามร่วมกับการสัมภาษณ์เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงอิทธิพลที่มีต่อกันของเกณฑ์เป็นการเปรียบเทียบที่ผู้ตอบแบบสอบถามอาจเกิดความสับสนได้ง่ายและทำให้มีโอกาสที่ผู้ตอบแบบสอบถามอาจให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความรู้สึกนึกคิดของผู้ตอบแบบสอบถาม

5.2.2.2 ในขั้นตอนของการให้คะแนนทางเลือกตามเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้การให้คะแนนภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ผู้ตอบแบบสอบถามอาจไม่เคยได้สัมผัสหรือรับรู้ด้านคุณสมบัติของทางเลือกนั้น ๆ ด้วยตนเองครบทุกประการ จึงทำให้การให้คะแนนภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านอาจอาศัยการรับรู้ข้อมูลข่าวสารมาจากผู้อื่นซึ่งอาจทำให้การเปรียบเทียบทางเลือกภายใต้เกณฑ์บางเกณฑ์เบี่ยงเบนไปจากความเป็นจริงที่เกิดขึ้นเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ประสงค์การ และคณะ. **รายงานวิจัยการประเมินปัจจัยเสี่ยง ท่าทางการทำงานในกระบวนการผลิตเส้นขนมจีน**. เชียงราย: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2557.

โกวิท ศาสตราวุฒิ. **การยศาสตร์**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกร์มหาวิทยาลัย, 2529.

ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์. **รายงานวิจัยยานขนส่งนำร่องอัตโนมัติควบคุมโดยโครงข่ายประสาทเทียม**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540.

เจษฎา เกตุพ่อค้า. **รายงานวิจัยการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามหลักการยศาสตร์ในห้องปฏิบัติการของโรงงานปุ๋ย กรณีศึกษา**. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2557.

จักรกฤษณ์ ลัทธวนิชพันธ์ **รายงานวิจัยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา: ส่วนผลิตอุปกรณ์ต่อพ่วงในโรงงานตัวอย่าง.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

นิธิเศรษฐ เพชรจู. **การลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการทางการยศาสตร์ กรณีศึกษา สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิต จำกัด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาสงขลานครินทร์, 2555.

บริษัท พีเอ็นไครส์ จำกัด. “องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ”, **คลังความรู้**. http://www.pnkreis.com. 20 ธันวาคม, 2562.

เมธินี ครุสันธิ์ และสุนิสา ชายเกลี้ยง. “การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานสำ นักงานมหาวิทยาลัย”, **วารสารวิจัย มข**. 19(5): 696-707; กันยายน- ตุลาคม, 2557.

ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพฯ: นานมีบุคส์พับลิเคชั่นส์, 2546.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. **AHP การตัดสินใจขั้นสูงเพื่อความก้าวหน้าขององค์กรและความอยู่ดีมีสุขของมหาชน**. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์, 2556.

วีรชัย มัฏฐารักษ์ และคณะ. “การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยาง: กรณีศึกษาในพื้นที่อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ครั้งที่ 10, 20-21 พฤศจิกายน 2557**. น. 452-463. สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2557.

ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ. (2556). “โลหิต”, **เฮลธ์เทค**. https://www.hfocus.org/topics. 20 ธันวาคม, 2562.

สุทธิดา กรุงไกรวงศ์. **การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน**. กรุงเทพฯ: เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์, 2544.

สุวิทย์ ธรรมแสง และดนัย สอนสุภาพ. “การออกแบบเครื่องเก็บกะหล่ำปลีสำหรับติดรถไถนาเดินตาม”, ใน **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2560**. น. 38-47. เชียงใหม่: โรงแรมดิเอ็มเพรส. 2560.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ. **มาตรฐานแรงงานระหวางประเทศว่าด้วยสิทธิแรงงานข้ามชาติ**. กรุงเทพฯ: สำนักงานแรงงานระหวางประเทศ, 2550.

องุ่น สังขพงศ์, กลางเดือน โพชนา และวรพล เอื้อสุจริตวงศ์. "การปรับปรุงสถานีงานตามหลักการยศาสตร์เพื่อลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของแรงงานในกระบวนการผลิตปลาทูน่า", **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 23(3): 654-663; กันยายน- ธันวาคม, 2556.

อนุวัฒน์ สุทธวงศ์. (2559). "อุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบต่าง ๆ", **กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process)**. http://anuwat.blogspot.com/2017. 20 ธันวาคม, 2562.

อรุณีย์ พรหมศรี. "ท่าทางการทำงานและการบาดเจ็บจากการทำงานในกลุ่มผู้จักสานผักตบชวา กรณีศึกษานำร่อง", **วารสารนเรศวรพะเยา**. 7(3): 204-211; กันยายน-ธันวาคม, 2557.

Beji, L. and Bestaoui, Y. "Motion generation and adaptive control method of automated guided vehicles in road following", **IEEE Trans. Intelligent Transportation systems**. 6(1):113-123; April, 2005.

Benner, M. and et al. "Quality Function Deployment (QFD) – can it be used to develop food products?", **Food Quality and Preference**. 14(1): 327-339; May, 2002.

Berman, J., Hsu, K. and Look, A. T. Zebrafish as a model organism for blood diseases. **British Journal of Haematology**. 123(4): 568-576; November, 2003.

Borenstein, J. and et al. "Mobile robot positioning: sensors and techniques", **Journal of Robotic Systems**. 14(4): 231-249; May, 2003.

Cecco, M. "Self-calibration of AGV inertial-odometric navigation using absolute-reference measurements", In **IMTC/2002. Proceedings of the 19th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 21-23 May 2002**. p. 1513-1518. Anchorage, AK: IEEE. 2002.

Chin, K. S. and et al. "An AHP base study of Critical factor for TQM implementation in Shanghai manufacturing industries", **Journal of Technovation**. 22(1): 707-715; January, 2002.

Freund, E. and Mayr, R. "Nonlinear path control in automated vehicle guidance", **IEEE transactions on robotics and automation**. 13(1): 49-60; February, 1997.

Govers, A. "QFD not just a tool but a way of quality management", **International Journal of Production Economics**. 69(1): 151-159; January, 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Keeney, R. L. and Raiffa, H. “Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs”, **IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics**. 9(7): 403 – 403; August, 1979.

Kroemer, K. H. E. and et al. **Ergonomics**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993.

McAtamney, L. and Corlett, N. “RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders”, **Applied Ergonomics**. 24(2): 91-99; April, 1993.

Ngai, E. W. T. and Chan, E. W. C. “Evaluation of knowledge management tools using AHP”, **Journal of Expert systems with Application**. 29(4): 889-899; April, 2005.

Pararach, S., Chansestikul, P. and Sukcharoenpong P. “Improvement of Branch and Bound Method for Flow Shop Scheduling Problem with Uncertainty Lead-time,” Journal of KMITLB. 23(1): 33-37; January, 2006.

Reveliontis. S. A. “Conflict resolution in AGV systems”, **IIE Transactions**. 32(2000): 647-659; November, 2000.

Sanders, M. S. and McCormick, E. J. **Human factors in engineering and design**. New York: McGraw-Hill, 1987.

Senoo, S., Mino, M. and Funabiki, S. “Steering control of automated guided vehicle for steering energy saving by fuzzy reasoning”, In **Industry Applications Society Annual Meeting, Conference Record of the 1992**. p. 1712-1716. Houston, TX: IEEE, 1992.

Wu, G. “The Mediating Role of Perceived Interactivity in the Effect of Actual Interactivity on Attitude Toward the Website”, **Journal of Interactive Advertising**. 5(2):45–60; March, 2005.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อการวิจัย

แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อการวิจัย
เรื่อง การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียงอเนกประสงค์
ในอุตสาหกรรมสุขภาพ

คำชี้แจง

การสัมภาษณ์เชิงลึกครั้งนี้ ผู้วิจัยอธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่จะต้องสร้างรูปแบบการบริหารการผลิตและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการขั้นตอนการเตรียมโลหิต จึงขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากผู้สัมภาษณ์ได้ให้ข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีกรอบคำถามดังต่อไปนี้

- ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....
- ชื่อสถานประกอบการ.....
- ที่ตั้งสถานประกอบการ.....
- ประสบการณ์ในการทำธุรกิจ.....ปี และประสบการณ์การบริหาร.....ปี
- ให้สัมภาษณ์วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คำถาม: ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิต

1. กระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิต ส่วนใหญ่จะมีการแบ่งแผนกหน้าที่ความรับผิดชอบการทำงาน ทั้งกระบวนการผลิต การบรรจุ การส่งมอบสินค้า ดังนั้นการบริหารจัดการเพื่อให้การผลิตที่ได้มาตรฐานเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อบ่งบอกถึงศักยภาพด้านการผลิตและคุณภาพของสินค้า กระบวนการขั้นตอนการเตรียมโลหิต จึงควรมีแนวทางการพัฒนารูปแบบการบริหารการผลิตเป็นอย่างไร

1.1 รูปแบบการบริหารการผลิต.....
.....
.....
.....

1.2 โครงสร้างขององค์กร.....
.....
.....
.....

2. ท่านคิดว่ากระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิต ควรจะต้องมีความสามารถในการแข่งขันในแต่ละด้านเป็นอย่างไร

2.1 ด้านต้นทุน

.....

.....

.....

2.2 ด้านคุณภาพ

.....

.....

.....

2.3 ด้านการให้บริการ/ความเชื่อถือ

.....

.....

.....

2.4 ด้านความรวดเร็วในการผลิต

.....

.....

.....

2.5 ด้านความปลอดภัย

.....

.....

.....

2.6 ด้านสภาพแวดล้อม

.....

.....

.....

3. ท่านคิดว่าระบบสารสนเทศ (IT) กับกระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิต มีบทบาทและความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ท่านคิดว่า ปัจจัยในการบริหารจัดการ (7M: Management Resources) ในกระบวนการขั้นตอนการเตรียมโลหิตควรเป็นอย่างไร

4.1 ด้านบุคลากร (Man)

.....

.....

.....

4.2 ด้านเครื่องจักร (Machine)

.....

.....

.....

4.3 ด้านการเงิน (Money)

.....

.....

.....

4.4 ด้านวัสดุอุปกรณ์ (Materials)

.....

.....

.....

4.5 ด้านขั้นตอนการผลิต (Method)

.....

.....

.....

4.6 ด้านการตลาด (Market)

.....

.....

.....

4.7 ด้านขวัญและกำลังใจ (Morale)

.....

.....

.....

5. รูปแบบการบริหารจัดการของกระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิตให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรจะต้องพิจารณาปัจจัยในด้านใดที่มีความสำคัญโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย (ลำดับที่ 1 หมายถึง มีความสำคัญมากที่สุด)

.....ด้านบุคลากร (Man)
.....ด้านเครื่อง (Machines)
.....ด้านการเงิน (Money)
.....ด้านวัสดุอุปกรณ์ (Materials)
.....ด้านขั้นตอนการผลิต (Methods)
.....ด้านการตลาด (Market)
.....ด้านขวัญและกำลังใจ (Morale)
.....ด้านต้นทุน
.....ด้านคุณภาพ
.....ด้านการบริการ/ความเชื่อถือ
.....ด้านความรวดเร็วในการผลิต

6. จากปัจจัยด้านการพัฒนาของกระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิตในข้อ 5 ท่านคิดว่าควรจะมีปัจจัยด้านใดที่เพิ่มเติมในการพัฒนาของกระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิตให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ

.....
.....
.....
.....

7. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอย่างไรบ้างเกี่ยวกับการพัฒนาการดำเนินงานในกระบวนการขั้นตอนการเตรียมโลหิต อันจะไปสู่การสร้างรูปแบบการสร้างมาตรฐานการผลิตที่เหมาะสมของกระบวนการ ขั้นตอนการเตรียมโลหิต

.....
.....
.....
.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ข้อมูลการสัมภาษณ์

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยโปรแกรม Expert Choice

ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยโปรแกรม Expert Choice
ผู้เชียวชาญ

ปัจจัยหลัก

Factor Good Design

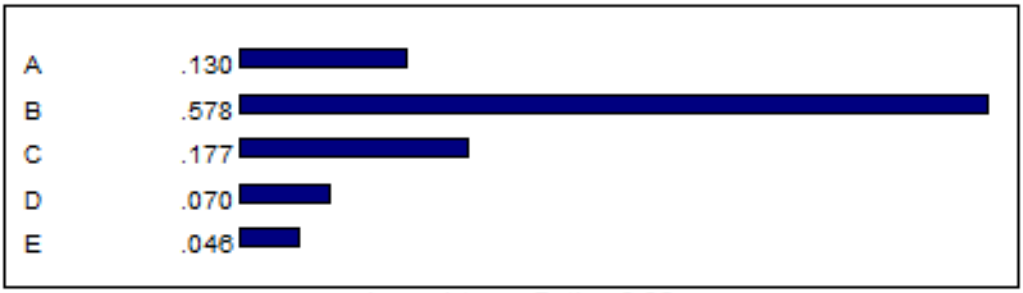
Node: 0

Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
2	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
3	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
4	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E
5	B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
6	B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
7	B	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E
8	C	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D
9	C	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E
10	D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
A	Machine Model
B	Using
C	Safety
D	Material
E	Easy of use



Inconsistency Ratio =0.06

ปัจจัยกลุ่มรูปแบบ

Factor Good Design

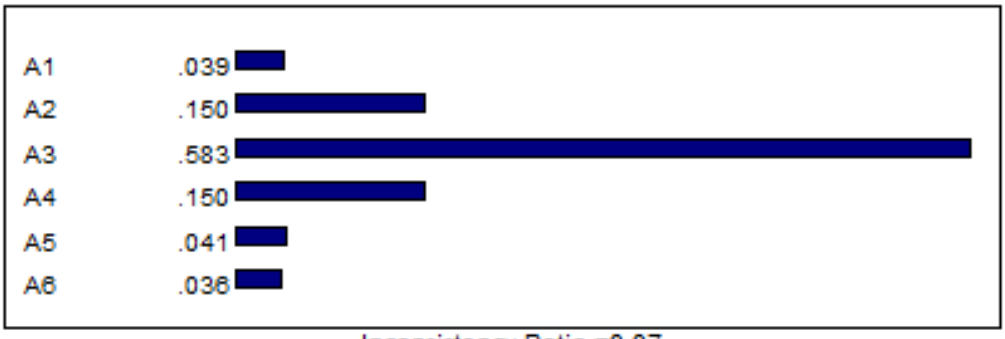
Node: 10000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: A < GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A2
2	A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3
3	A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4
4	A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5
5	A1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A6
6	A2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A3
7	A2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4
8	A2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5
9	A2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A6
10	A3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A4
11	A3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5
12	A3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A6
13	A4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A5
14	A4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A6
15	A5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A6

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
A	Machine Model
A1	Beautiful
A2	Right size
A3	Strong Structure
A4	Compact
A5	Design appropriate
A6	Value for money



Inconsistency Ratio =0.07

ปัจจัยกลุ่มด้านการใช้งาน

Factor Good Design

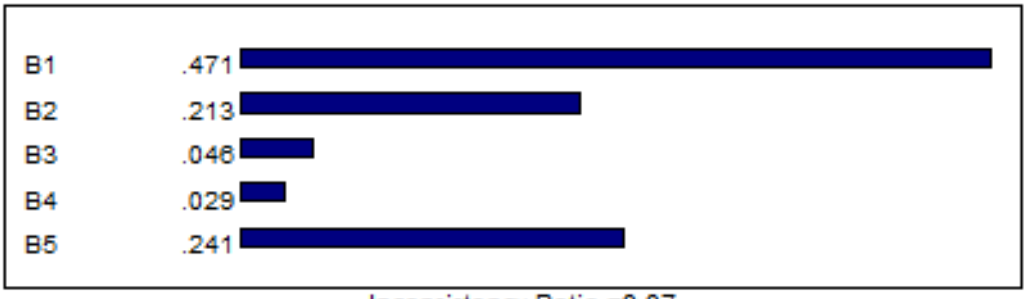
Node: 20000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: B < GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B2
2	B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B3
3	B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B4
4	B1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B5
5	B2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B3
6	B2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B4
7	B2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B5
8	B3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B4
9	B3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B5
10	B4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B5

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
B	Using
B1	Clean water well
B2	Clean fast
B3	Device has no heat
B4	Device Waterproof
B5	Long life time



Inconsistency Ratio =0.07

ปัจจัยกลุ่มความปลอดภัย

Factor Good Design

Node: 30000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: C < GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C2
2	C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
3	C1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C4
4	C2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C3
5	C2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C4
6	C3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C4

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
C	Safety
C1	Safety at work
C2	Electric Leakage Protection
C3	Warning signals tell time work
C4	Device control standards

Inconsistency Ratio =0.03

ปัจจัยกลุ่มด้านวัสดุ

Factor Good Design

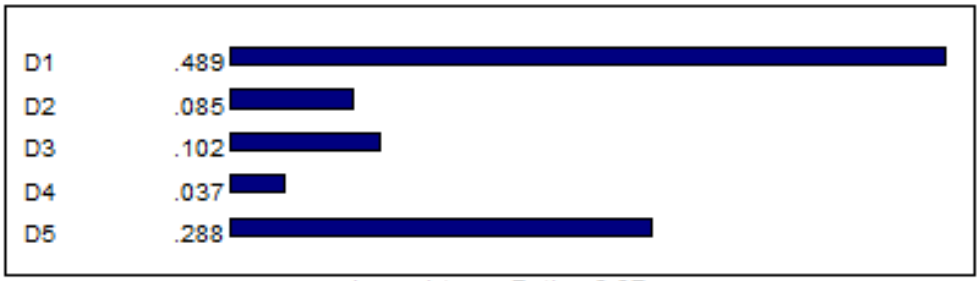
Node: 40000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: D < GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D2
2	D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
3	D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
4	D1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
5	D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D3
6	D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
7	D2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
8	D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D4
9	D3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5
10	D4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D5

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
D	Material
D1	Strength
D2	Not dirty easily
D3	Does not react with water
D4	Harmless to workers
D5	Buy Local



Inconsistency Ratio =0.07

กลุ่มปัจจัยด้านความสะดวก

Factor Good Design

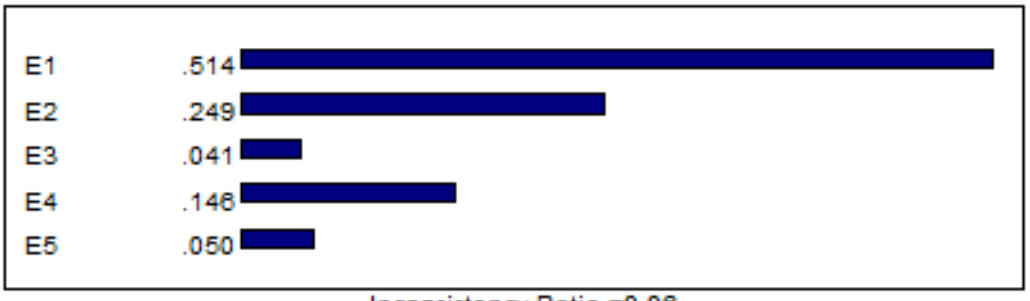
Node: 50000

Compare the relative PREFERENCE with respect to: E < GOAL

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	E1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E2
2	E1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3
3	E1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E4
4	E1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E5
5	E2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E3
6	E2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E4
7	E2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E5
8	E3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E4
9	E3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E5
10	E4	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	E5

Abbreviation	Definition
Goal	Factor Good Design
E	Easy of use
E1	Easy to clean
E2	Easy Maintenance
E3	Work Instruction are clear
E4	Movement Easy
E5	Remove-easy assembly When a device is defective



Inconsistency Ratio =0.06

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายกิตติพงษ์ แสงบุดดี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2554 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ.2545 อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น พ.ศ.2541 ประกาศนียบัตรชั้นสูง แผนกวิชา ช่างไฟฟ้าเครื่องกล เทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ พ.ศ.2539 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างไฟฟ้ากำลัง เทคนิคพิษณุโลก
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2542-2553 วิศวกร ฝ่ายคุณภาพ บริษัท ฮานา เซมิคอนดักเตอร์ พ.ศ. 2553-2563 ผู้จัดการแผนกฝ่ายคุณภาพ บริษัท ไดซิน จำกัด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 111/91 หมู่บ้านภัทรไพรเวท2 ถนนปทุมธานี- สามโคก ซอย 7 อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12160 หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 083-7066686