การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

เกรียงไกร สุวรรณ

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

เกรียงไกร สุวรรณ

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE REINFORCEMENT OF HUMAN RESOURCES SKILL BY SIMULATED WORKSTATION TRAINING PACKAGE FOR AN INDUSTRIAL WORK STUDY SUBJECT

GREANGKRAI SUWAN

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF ENGINEERING
IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
BURAPHA UNIVERSITY
2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ เกรียงไกร สุวรรณ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

วรัตถา อุทยารัตน์.
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรัตถา อุทยารัตน์)

คณะกรรมการสอบงานนิพนธ์

ภาวิณี ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวิณี จันทรสา)

วรัตถา อุทยารัตน์. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรัตถา อุทยารัตน์)

กรรมการ
(ดร.จักรวาล คุณะดิลก)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล)
วันที่ 20 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
วันที่ 22 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

65920201: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: สถานีงานจำลอง/ การอบรมด้านวิศวกรรมอุตสาหการ/ การศึกษางาน/ เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการ/ การวิเคราะห์กระบวนการผลิต/ การปรับปรุงกระบวนการ

เกรียงไกร สุวรรณ : การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม. (THE REINFORCEMENT OF HUMAN RESOURCES SKILL BY SIMULATED WORKSTATION TRAINING PACKAGE FOR AN INDUSTRIAL WORK STUDY SUBJECT) คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์: วรัตถา อุทยารัตน์ ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิผลของชุดฝึกสถานีงานจำลองการผลิตและหลักสูตรอบรมด้านการศึกษางานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมอุตสาหการ โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างทักษะการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิศวกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 จำนวน 60 คน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม เพื่อทดสอบความรู้และทักษะก่อนและหลังการอบรม

โดยวิธีการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การประกอบโมเดลสถานีงาน Part A ในรอบแรกเพื่อวัดผลลัพธ์พื้นฐาน จากนั้นนักศึกษาจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับแนวคิดและเครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการที่สำคัญ เช่น การวิเคราะห์เวลา (Time Study), การปรับปรุงกระบวนการด้วย ECRS, หลักการจัดการ 5ส, และการลดของเสียตามแนวคิด 7 Waste หลังจากนั้นทำการทดลองประกอบโมเดลซ้ำเพื่อวัดผลลัพธ์หลังการอบรม และปิดท้ายด้วยการทดสอบความสามารถในการปรับปรุงกระบวนการผ่านการประกอบโมเดล Part B ในรอบที่ 3 เพื่อวิเคราะห์การนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่าง

ผลการวิจัยที่ได้นั้น แสดงให้เห็นว่าการอบรมและการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลองมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะและประสิทธิภาพการผลิตของนักศึกษา โดยรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของการประกอบโมเดลในรอบที่ 2 และ 3 ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับรอบแรก นอกจากนี้ คะแนนการทดสอบหลังการอบรมสะท้อนถึงความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นของนักศึกษา โดยเฉพาะในกลุ่มชั้นปีที่ 3 ที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาความสามารถด้านการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการได้อย่างโดดเด่น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยนี้ยืนยันว่าการใช้สถานีงานจำลองและหลักสูตรการอบรมที่พัฒนาขึ้นสามารถเสริมสร้างทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการให้แก่นักศึกษาได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ การฝึกปฏิบัติและการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองมีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้าใจเชิงลึกและความสามารถในการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และการทำงานในอุตสาหกรรมในอนาคต

65920201: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORDS: SIMULATED WORKSTATION/ INDUSTRIAL ENGINEERING TRAINING/ WORK STUDY/ INDUSTRIAL ENGINEERING TOOLS/ PROCESS ANALYSIS/ PROCESS IMPROVEMENT

GREANGKRAI SUWAN : THE REINFORCEMENT OF HUMAN RESOURCES SKILL BY SIMULATED WORKSTATION TRAINING PACKAGE FOR AN INDUSTRIAL WORK STUDY SUBJECT. ADVISORY COMMITTEE: WARATTA AUTHAYARAT, Ph.D. 2024.

The objective of this research is to develop and evaluate the effectiveness of a simulated production workstation training set and an industrial engineering training curriculum for engineering students. The focus is on enhancing skills in process analysis and improvement, as well as the ability to apply engineering concepts to increase production efficiency. The sample group in this study comprised 60 third- and fourth-year students from the Department of Industrial Engineering at Burapha University, divided into 12 groups to assess knowledge and skills before and after the training.

The research methodology was divided into three main stages. First, the students assembled the Part A model workstation in the initial round to measure baseline outcomes. Next, they underwent training on key industrial engineering concepts and tools such as Time Study, process improvement using ECRS, 5S principles, and the 7 Wastes of Lean. After the training, they reassembled the model to measure post-training outcomes. Finally, they were tested on their ability to improve processes by assembling the Part B model in the third round, to analyze the application of theories in different scenarios.

The research findings demonstrated that the training and use of the simulated workstation significantly enhanced the students' skills and production efficiency. The cycle time for assembling the models in the second and third rounds showed a clear reduction compared to the first round. Additionally, post-training test scores reflected the increased understanding of the students, particularly among the

third-year students, who exhibited remarkable improvements in their ability to analyze and improve processes.

Thus, it can be concluded that this research confirms that the use of simulated workstations and the developed training curriculum effectively enhances industrial engineering skills among students. Practical training and learning through simulated scenarios play an important role in fostering deep understanding and the ability to apply industrial engineering tools, which will be beneficial for both learning and future work in the industry.

กิตติกรรมประกาศ

ในโอกาสที่งานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วง กระผมขอแสดงความขอบพระคุณอย่างสุดซึ้งต่อทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมและสนับสนุนกระผมตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย ทั้งในด้านวิชาการและด้านกำลังใจ ซึ่งการสนับสนุนจากทุกฝ่ายเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

กระผมขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. วรัตถา อุทยารัตน์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของกระผม ซึ่งได้ให้คำแนะนำและความรู้ที่มีค่าในทุกขั้นตอนของการทำวิจัย และได้แสดงให้กระผมเห็นถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีระบบ

นอกจากนี้ กระผมยังขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา และ ดร. จักรวาล คุณะดิลก คณะกรรมการสอบที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะแก่กระผม เพื่อให้การวิจัยนี้มีคุณภาพและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กระผมขอขอบพระคุณครอบครัวและพ่อแม่ของกระผมที่เป็นแรงสนับสนุนที่สำคัญตลอดมา ซึ่งได้ให้กำลังใจและเป็นที่พึ่งพิงในทุกช่วงเวลาของการศึกษา

สุดท้ายนี้ กระผมขอขอบคุณนักศึกษา ชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่ได้มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ ซึ่งการมีส่วนร่วมของพวกท่านเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้กระผมสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกรียงไกร สุวรรณ

BURAPHA UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฏ

สารบัญตาราง ..... ฑ

บทที่ 1 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

สมมติฐานงานวิจัย 2

ขอบเขตของงานวิจัย 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3

ตัวแปรและกรอบแนวคิดงานวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 6

รายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย 6

บทที่ 2 7

การศึกษาเวลา (Time study) 7

ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) 9

แนวคิด ECRS 11

มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten) 11

แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) 12

แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) 14
วงจร PDCA (Plan-Do-Check-Action) 16
แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke) 17
ชุดฝึกอบรม 18
การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ 19
การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ (IOC: Index of Item Objective Congruence) 20
การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 21
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 22
รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติ 23
การประเมินความพึงพอใจ 24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24
บทที่ 3 29
การจัดทำรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์ 29
การกำหนดลำดับการผลิตและพื้นที่จำลองสถานการณ์การผลิต 35
การจัดทำข้อสอบวัดความรู้ แบบฟอร์มบันทึกเวลาการทำงานและแบบประเมินความพึงพอใจ 57
การกำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง 65
บทที่ 4 77
ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลอง 77
ผลการดำเนินงานในการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องของการทดลอง 80
ผลการเปรียบเทียบเพศของกลุ่มตัวอย่างกับผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง 110
ผลลัพท์จากการเปรียบเทียบประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่าง 116
ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง 126

บทที่ 5 131
สรุปผลการดำเนินการ 131
อภิปรายผลการดำเนินงาน 135
ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 138
ข้อเสนอแนะ 138
บรรณานุกรม 140
ภาคผนวก 143
ภาคผนวก ก 144
ภาคผนวก ข 177
ภาคผนวก ค 180
ภาคผนวก ง 217
ภาคผนวก จ 224
ภาคผนวก ฉ 230
ประวัติย่อของผู้วิจัย 232

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในการวิจัย 4
ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5
ภาพที่ 1-3 การดำเนินงานวิจัยระยะที่ 1 และระยะที่ 2 6
ภาพที่ 2-1 แบบฟอร์มตัวอย่าง มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต 12
ภาพที่ 2-2 ลักษณะการใช้แผนภาพยามาซูมิของเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น 13
ภาพที่ 2-3 แผนภาพยามาซูมิ (Yamazumi Chart) 14
ภาพที่ 3-1 โมเดล Part A และโมเดล Part B 29
ภาพที่ 3-2 ส่วนประกอบย่อยทั้ง 5 ประเภท 30
ภาพที่ 3-3 รายการวัสดุของโมเดล Part A 31
ภาพที่ 3-4 รายการวัสดุของโมเดล Part B 33
ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A ทั้ง 4 สถานีงาน 35
ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part B ทั้ง 4 สถานีงาน 46
ภาพที่ 3-7 แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) 60
ภาพที่ 3-8 แผนภาพการทำงาน (Standardize Work Chart) 61
ภาพที่ 3-9 ตารางมาตรฐานผสม (Standardize Work Combination Table) 62
ภาพที่ 3-10 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) 63
ภาพที่ 3-11 ผังสถานีงานต่าง ๆ ของสายการผลิตแบบประกอบโมเดลแต่ละส่วนโมเดล Part A 65
ภาพที่ 3-12 ผังสถานีงานต่าง ๆ ของสายการผลิตแบบประกอบโมเดลแต่ละส่วนโมเดล Part B 66
ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างแบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลอง 70
ภาพที่ 3-14 แสดงลำดับขั้นตอนของการทำการทดลองในงานวิจัยนี้ 76
ภาพที่ 4-1 กล่องสำหรับใส่ชิ้นส่วนการประกอบโมเดล Part A และมาตรฐานการประกอบขั้นตอนการประกอบ Part a-1, Part a-2, Part a-3, Part a-4 และ Part a-5 80
ภาพที่ 4-2 ตำแหน่งของกล่องสำหรับใส่ชิ้นส่วนการประกอบโมเดล Part A และมาตรฐานการประกอบขั้นตอนการประกอบ Part a-1, Part a-2, Part a-3, Part a-4 และ Part a-5 ของแต่ละสถานีงาน 80
ภาพที่ 4-3 การอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง 82
ภาพที่ 4-4 ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) 86
ภาพที่ 4-5 แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) Part a-1 ของกลุ่มที่ 1 87

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4-6 8 ความสูญเปล่าที่เกิดจากระยะห่างระหว่างสถานีงาน 88
ภาพที่ 4-7 กลุ่มตัวอย่างหาชิ้นส่วนประกอบสำหรับการประกอบโมเดลจากกล่องใส่ชิ้นส่วน 88
ภาพที่ 4-8 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) การประกอบโมเดล Part A 108
ภาพที่ 4-9 ผลของคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 110
ภาพที่ 4-10 ผลของคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 4..... 122
ภาพที่ 4-11 ผลของคะแนนจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 124
ภาพที่ 5-1 กราฟแสดงรอบเวลาในการผลิตทั้ง 3 รอบ ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 133
ภาพที่ 5-2 กราฟแสดงรอบเวลาในการผลิตทั้ง 3 รอบ ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 133

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุของโมเดล Part A 32
ตารางที่ 3-2 รายการวัสดุของโมเดล Part B 34
ตารางที่ 3-3 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-a1 36
ตารางที่ 3-4 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a2 37
ตารางที่ 3-5 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a3 39
ตารางที่ 3-6 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-a4 41
ตารางที่ 3-7 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-a5 43
ตารางที่ 3-8 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-b1 47
ตารางที่ 3-9 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b2 49
ตารางที่ 3-10 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b3 50
ตารางที่ 3-11 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-b4 52
ตารางที่ 3-12 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-b5 54
ตารางที่ 3-13 ตารางแสดงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จำนวนข้อสอบทั้งหมดและจำนวนข้อสอบที่นำไปใช้ . 57
ตารางที่ 3-14 ข้อคำถามในการประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมทดลอง 64
ตารางที่ 3-15 ตารางแสดงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จำนวนข้อสอบทั้งหมดก่อนและหลังการทดลอง 67
ตารางที่ 3-16 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับเอกสารการฝึกอบรม 69
ตารางที่ 4-1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองสถานีงานจำลอง 77
ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงการกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) 78
ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงการกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) 79
ตารางที่ 4-4 ตารางแสดงผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 81
ตารางที่ 4-5 ตารางแสดงการนำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาใช้ของแต่ละกลุ่ม 84
ตารางที่ 4-6 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part a-1 90
ตารางที่ 4-7 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part a-2 และ Part b-1 91
ตารางที่ 4-8 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part a-4 92
ตารางที่ 4-9 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part a-5 และ Part b-5 93

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-10 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part b-3 94
ตารางที่ 4-11 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part b-4 95
ตารางที่ 4-12 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 1 96
ตารางที่ 4-13 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 2 97
ตารางที่ 4-14 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 3 98
ตารางที่ 4-15 ขั้นตอนการประกอบโมเดล Part B 99
ตารางที่ 4-16 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part B รูปแบบที่ 1 100
ตารางที่ 4-17 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part B รูปแบบที่ 2 101
ตารางที่ 4-18 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบตัว I 103
ตารางที่ 4-19 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปสี่เหลี่ยม 104
ตารางที่ 4-20 การใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ในการประกอบ Part A และ Part B รูปแบบที่ 1 106
ตารางที่ 4-21 การใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ในการประกอบ Part A และ Part B รูปแบบที่ 2 107
ตารางที่ 4-22 ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) ของแต่ละกลุ่ม 109
ตารางที่ 4-23 ตารางแสดงผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 – 3 110
ตารางที่ 4-24 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตและผลคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง 114
ตารางที่ 4-25 ผลการเปรียบเทียบเพศของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ Two Sample t-test unequal variances 115
ตารางที่ 4-26 ผลการเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test.116
ตารางที่ 4-27 ผลการเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 118

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-28 ผลการเปรียบเทียบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 119
ตารางที่ 4-29 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 กลุ่ม 120
ตารางที่ 4-30 ผลของคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 121
ตารางที่ 4--31 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 122
ตารางที่ 4-32 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 123
ตารางที่ 4-33 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 123
ตารางที่ 4-34 ผลการเปรียบเทียบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลลัพท์ของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test 125
ตารางที่ 4-35 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลอง 127

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยสัดส่วนมูลค่าของผลผลิตอุตสาหกรรมภายในประเทศ และมูลค่าการส่งออกสินค้ามีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสินค้าอุตสาหกรรมที่ต้องใช้เทคโนโลยี ระดับกลางและสูง อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการพึ่งพาการนำเข้า ชิ้นส่วน องค์ประกอบ ทุนและเทคโนโลยีจากต่างประเทศในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน สิ่งสำคัญที่จะทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมเติบโตได้เร็วและมีความได้เปรียบคู่แข่ง จำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการแปลงสภาพ (Production Process) และ ผลผลิต (Output)

ส่วนสำคัญที่จะทำให้การผลิตดำเนินไปอย่างราบรื่น มีปัญหาให้น้อยที่สุดนั้น จำเป็นต้องใช้หลักของวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งหน้าที่หลักคือ การออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ และการประเมินผลของระบบเพื่อบริหารจัดการกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับ วิธีการทำงานของมนุษย์ วิธีการทำงานของเครื่องจักร การควบคุมคุณภาพ การควบคุมคงคลังสินค้า การไหลของวัสดุ การวิเคราะห์ต้นทุนในองค์กร และนำพาให้กิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรเป็นไปตามเป้าหมายด้วยวิธีการและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการอย่างเหมาะสม

วิธีการและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ (IE Techniques) ที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยทั่วไปจะเป็นเรื่องการศึกษาการทำงาน (Work Study) ที่เน้นการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time study) (Monden, 2011; Taylor, 1911) ซึ่งเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นและหาวิธีทำงานที่ดีที่สุด และเร็วที่สุด ในการปฏิบัติงานรวมไปถึงการปรับปรุงมาตรฐานวิธีการทำงาน และเครื่องมือในการทำงานต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้แก่องค์กรและลดการเคลื่อนไหวของมนุษย์ลง นำไปสู่การทำงานได้สะดวกและปลอดภัย ทำให้ลดเวลาการทำงานลง โดยมุ่งเน้นในการวิเคราะห์ปรับปรุงการทำงานที่เกี่ยวกับมนุษย์กับเครื่องจักร หรือมนุษย์กับเครื่องมือ เป็นต้น (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2563)

สิ่งสำคัญที่แต่ละองค์กรอุตสาหกรรมต้องทำความรู้ความเข้าใจคือกระบวนการผลิตของตนเองมีความเร็วในการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Takt Time) และรอบเวลาในการผลิตต่องาน 1 ชิ้น (Cycle Time) เป็นเท่าใด (Liker, 2021) ข้อมูลส่วนนี้จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดแนวทางการผลิตภายในองค์กรให้เป็นระบบ และจะช่วยลดความเสี่ยงด้านการผลิตลง ทำ

ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นจะช่วยเหลือให้องค์กรสามารถรักษาสมดุลการผลิตได้ (Line Balancing) ซึ่งความเร็วในการผลิตที่สมบูรณ์แบบควรเท่ากับรอบเวลาในการผลิต (Takt Time = Cycle Time) เพราะถ้าความเร็วในการผลิตน้อยกว่ารอบเวลาในการผลิต (Takt Time < Cycle Time) อาจส่งผลให้กระทบต่อความสมดุลของกระบวนการการผลิตได้ ไม่ว่าจะเป็นการทำงานล่วงเวลาของบุคลากร ค่าขนส่งเร่งด่วน คุณภาพของชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า การสูญเสียยอดขาย และการค้างชำระหรือการมีสินค้าค้างส่ง เป็นต้น

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ เป็นหลักสูตรที่ผลิตบัณฑิตเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม มีรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study) ที่ช่วยให้นิสิตในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สามารถมีความรู้และความเข้าใจ เกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักความสูญเปล่า 7 ประการ ในระบบการผลิต (Ohno, 1988) การวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นระบบ และการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลัก ECRS (สรณ์ศิริ เรืองโลก, 2560) การใช้หลัก 5ส (บัณฑิต คงตระกูล, 2553) การจัดทำมาตรฐานการทำงานโดยใช้มาตรฐานสามอย่าง (3 Standard table, 3 Ten) และการหาสมดุลของกระบวนการผลิตโดยใช้แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) (วสันต์ ทิพย์ปัญญา, 2558) เนื้อหาสาระดังกล่าวทั้งหมดนี้ มีความสำคัญต่อการทำงานในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มีความต้องการที่จะพัฒนาบัณฑิตของหลักสูตรให้มีความสามารถและมีทักษะการทำงานที่สอดคล้องต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม จึงเป็นที่มาของการพัฒนาชุดฝึกสถานีงานจำลองที่จะสามารถช่วยเพิ่มพูนทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับการศึกษางานอุตสาหกรรมให้กับนิสิตในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

สมมติฐานงานวิจัย

1. ปัจจัยเรื่อง เพศ พื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

2. ผลของคะแนนจากแบบทดสอบหลังการทดลองต้องได้มากกว่า 50%

3. ผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) หลังการทดลองและการทดสอบชุดฝึกสถานีงานจำลองต้องสั้นกว่าก่อนการทดลอง

4. ผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับหลังการฝึกอบรมและการทดสอบชุดฝึกสถานีงานจำลองได้มากกว่า 70%

ขอบเขตของงานวิจัย

1. พัฒนาชุดฝึกสถานีงานจำลองการผลิตและหลักสูตรการอบรมเกี่ยวกับรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Work study) กรณีศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างนิสิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ศึกษาเวลาของการผลิตของแต่ละสถานีงานจำลอง วิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนดและสรุปผลผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) จากการแก้ไขปรับปรุงในการประกอบโมเดลจำลอง

3. ชุดฝึกสถานีงานจำลองอยู่ภายใต้การพัฒนาทักษะ 7 เรื่อง ดังนี้

3.1 ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

3.2 การศึกษาเวลา (Time Study)

3.3 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

3.4 แนวคิด ECRS

3.5 แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส

3.6 มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten)

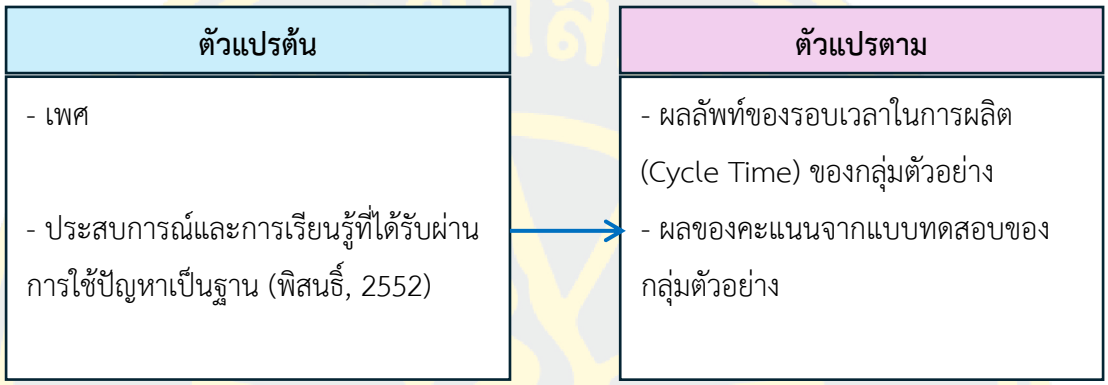
3.7 การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาสภาพปัญหาความไม่เข้าใจของกลุ่มตัวอย่างผ่านแบบทดสอบ
2. การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม
3. การออกแบบขั้นตอนการประกอบโมเดลจำลอง
4. การออกแบบการจำลองสถานการณ์การผลิต
5. การจัดทำและยื่นเอกสารเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
6. การดำเนินการทดลองการผลิต เก็บข้อมูลเวลาพร้อมทำมาตรฐานการทำงาน
7. การอบรมกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม
8. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้และแก้ไขปรับปรุงชุดฝึกสถานีงานจำลองตามเงื่อนไขต่าง ๆ
9. การเปรียบเทียบเวลาการผลิตและสรุปผลการจำลองสถานการณ์การผลิตกรณีที่เงื่อนไขแตกต่างกัน
10. การสรุปและอภิปรายผลการดำเนินงานวิจัย

ตัวแปรและกรอบแนวคิดงานวิจัย

ภาพที่ 1-1 แสดงถึงตัวแปรต้นประกอบไปด้วย ตัวแปรต้นประกอบไปด้วย เพศ พื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างและคะแนนของการทำข้อสอบ

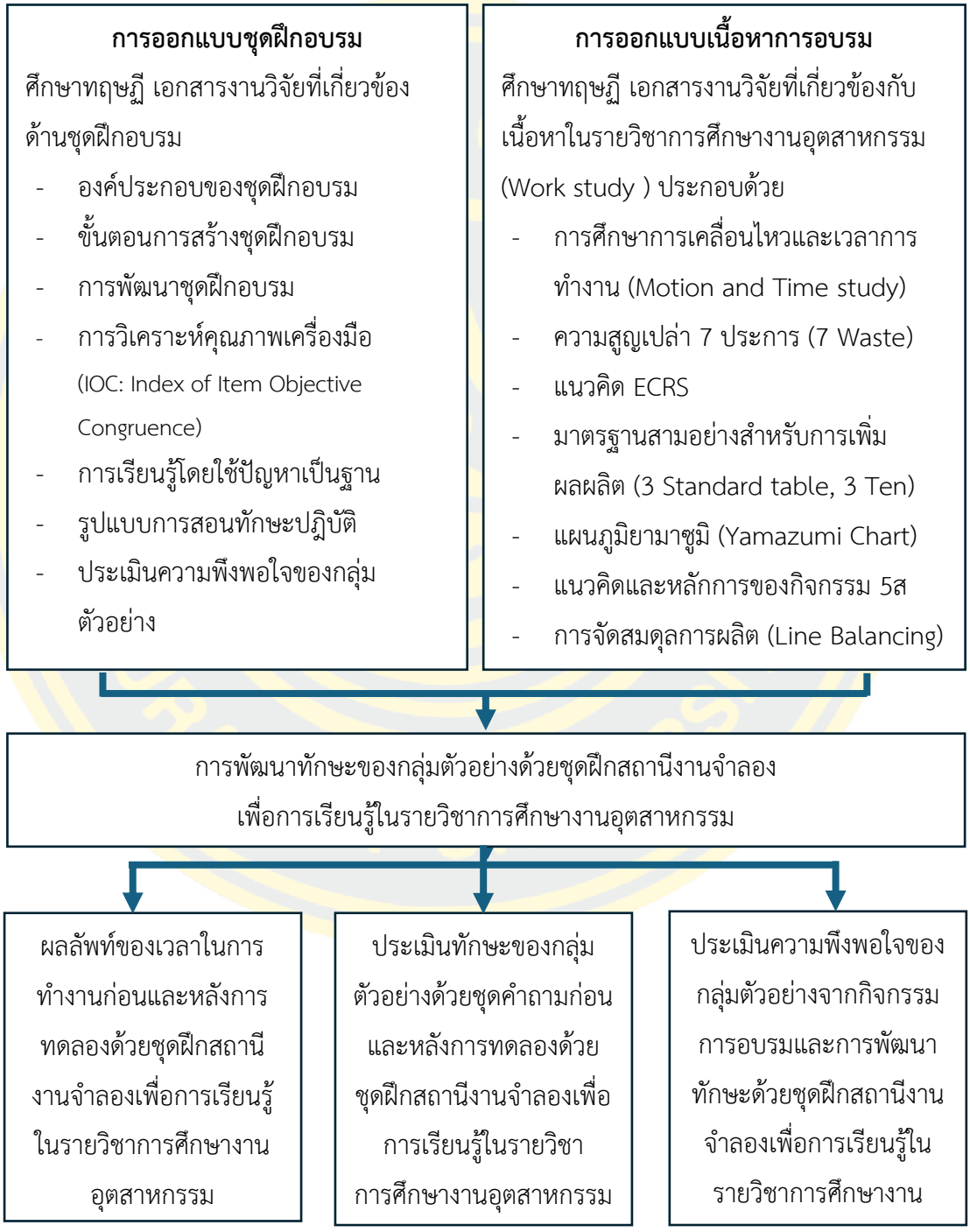


ภาพที่ 1-1 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ที่เป็นตัวแปรต้น จำแนกตัวแปร ได้ดังนี้ เพศ และ ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ทุกรอบของกลุ่มตัวอย่างและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนทำการทดลองและหลังทำการทดลอง

ภาพที่ 1-2 แสดงกรอบแนวคิดสำหรับการการออกแบบชุดฝึกอบรมและการออกแบบเนื้อการอบรมสำหรับการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

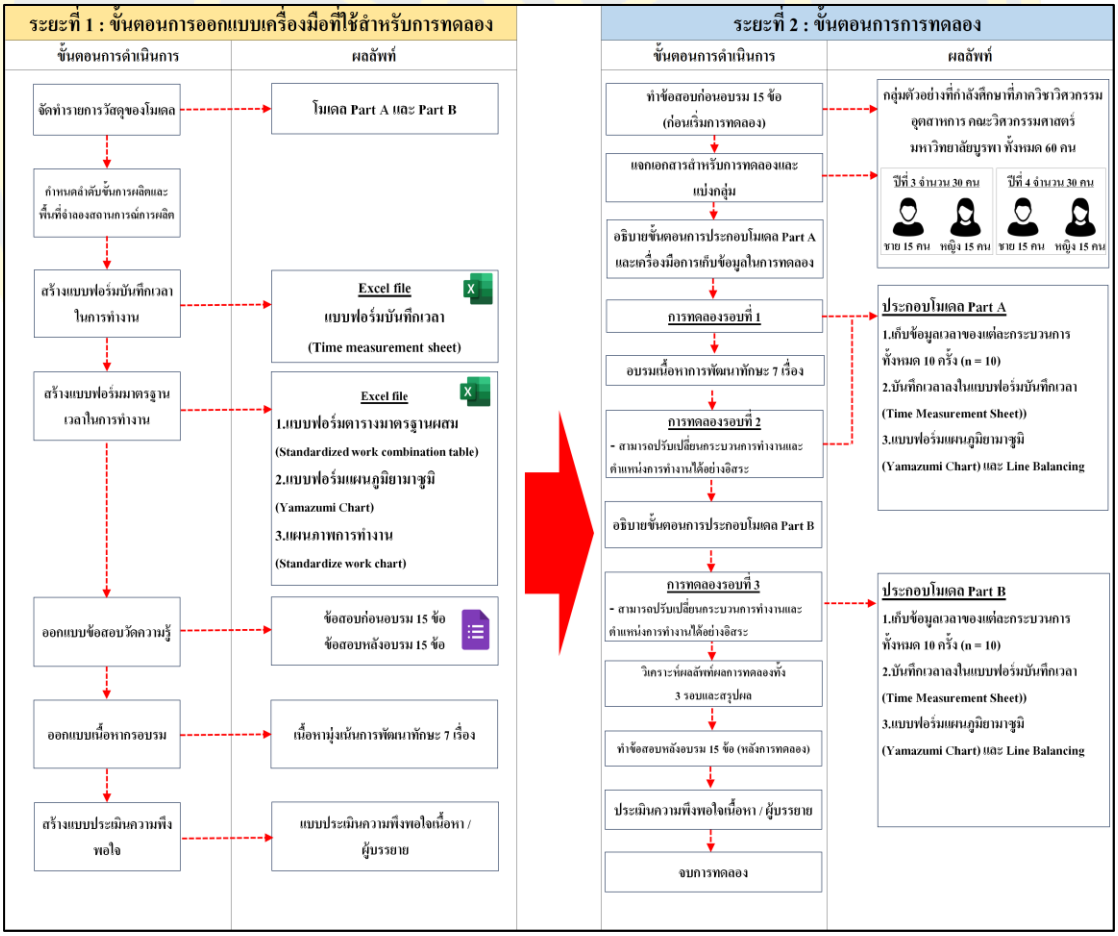
1. ผู้สอนสามารถนำชุดฝึกแบบจำลองสถานการณ์การผลิตนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมได้

2. ชุดฝึกสามารถเสริมสร้างความเข้าใจให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเห็นภาพของการทำงานในอุตสาหกรรมจริงได้

3. กลุ่มตัวอย่างได้ฝึกฝนการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการทำงานในอนาคตได้

รายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดลอง และระยะที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง ดังภาพที่ 1-3



ภาพที่ 1-3 การดำเนินงานวิจัยระยะที่ 1 และระยะที่ 2

บทที่ 2
ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

การศึกษาเวลา (Time study)

Ralph M. Barnes (1991) ได้ให้คำจำกัดความของการศึกษาเวลาไว้ว่าเป็นการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบและวิธีการที่ต้องการ 2) สร้างมาตรฐานให้กับระบบ 3) กำหนดเวลาที่มีคุณสมบัติและได้รับการฝึกอบรมมาเป็นอย่างดีซึ่งต้องทำงานได้ตามปกติและสามารถถ่ายทอดการทำงานตามมาตรฐานได้

ชานนท์ แสงเทียรมงคล (2558) ได้กล่าวว่า การศึกษาเวลา คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานนั้น ๆ เพื่อเป็นตัวกำหนดผลงานที่เป็นเวลาในการทำงานได้ผลของการศึกษาเวลา คือ เวลามาตรฐาน (Standard Time)

ยศวริศกร รเณศอัครพงษ์ (2559) ได้กล่าวว่า การศึกษาเวลาคือเทคนิคการวัดผลงานซึ่งมีกระบวนการเพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสมซึ่งทำงานในอัตราที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดงาน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การศึกษาเวลาคือเทคนิคที่นำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต พัฒนาการทำงานกับปริมาณการผลิตเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยผลที่ได้จะมีหน่วยเป็นนาที หรือวินาทีที่คนงานสามารถทำงานนั้น ๆ ได้ตามวิธีการที่กำหนดให้ (Monden, 2011) โดยแบ่งออกเป็น 2 เทคนิค ดังนี้

1. เทคนิคในการศึกษาเวลาโดยทั่วไป

การศึกษาเวลาที่นิยมใช้ในการดำเนินงานมี 4 วิธีดังนี้

1.1 Direct Time Study คือการศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรง

1.2 Predetermined Motion-Time Systems คือการหาเวลาล่วงหน้าโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่าง ๆ

1.3 Work Sampling คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนเวลามาตรฐาน

1.4 Standard Time Data and Formula คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีตและสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา เทคนิคแต่ละเทคนิคจะมีความเหมาะสมกับงานแต่ละงานแตกต่างกันไป

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน (Direct Time Study) เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานอย่างละเอียดและเวลาที่ได้จากการจับเวลาเป็นเวลาที่ทำงานจริง

2. การคำนวณเวลา

มาโนช ริทินโย (2551) กล่าวไว้ว่าการคำนวณเวลามีหลายรูปแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้การคำนวณเวลาที่เกี่ยวข้อง ดังต่อนี้

2.1 เวลาปกติ (Normal Time): เวลาที่เลือกไว้เป็นเวลาของงานย่อยที่เราเลือกมาโดยถือเป็นตัวแทนของกลุ่มเวลา อาจเป็นเวลาที่วัดได้ หรือเวลาเลือกพื้นฐาน โดยสามารถคำนวณหาเวลาปกติได้จากสมการที่ (2-1)

$$NT = \text{Selected Time} \times \text{Rating Factor} \quad (2\text{-}1)$$

เมื่อ NT คือ เวลาปกติ

Selected Time คือเวลาเฉลี่ยของงานย่อย

Rating Factor คือ ค่าอัตราความสามารถการทำงานของพนักงาน

2.2 เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ 1 ชิ้น (Takt time, T.T.): เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ 1 ชิ้น ควรจะใช้เวลาในการผลิตเป็นเท่าไหร่ (หน่วยเป็นวินาที) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-2)

$$\text{เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ 1 ชิ้น} = \frac{\text{เวลาในการผลิต (Production Time)}}{\text{เป้าหมายการผลิตต่อเดือน (Production Planning)}} \quad (2\text{-}2)$$

2.3 รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time, C.T.): เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามหน้าที่ที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงานโดยพนักงานหนึ่งคนอาจจะรับผิดชอบงานเพียงงานเดียวหรือหลายงานก็ได้ซึ่งจะเริ่มนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของงานนั้น จนถึงเวลาที่กลับมาเริ่มต้น เพื่อจะเริ่มทำการผลิตในรอบต่อไป

2.4 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing): การจัดเนื้องานให้กับสถานีงานต่าง ๆ ภายในโรงงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องกันไปตลอดสายการผลิต โดยพยายามทำให้หน้าที่การทำงานในแต่ละสถานีงานมี ความสมดุลกัน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-3)

$$\text{ประสิทธิภาพสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมเวลาการประกอบชิ้นงาน} \times 100}{\text{จำนวนพนักงาน} \times \text{รอบเวลาการทำงานสูงสุด (Bottleneck)}} \qquad (2\text{-}3)$$

ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

Ohno Taiichi (1988) ได้อธิบายถึงขั้นตอนเบื้องต้นในการผลิตแบบโตโยต้าโดยเน้นที่การระบุของเสียหรือการระบุความสูญเปล่าให้ครบถ้วน ซึ่งความสูญเปล่าดังกล่าวถูกแบ่งได้เป็น 7 ประเภท

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกิน (Waste of Overproduction) หมายถึง การเกิดการสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินความต้องการ อาจเนื่องมาจากการผลิตที่ขาดการวางแผน การผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน ในที่นี้อาจคิดว่าต้องการลดต้นทุนโดยผลิตให้ครั้งเดียวจบ รวมไปถึงการผลิตที่มากกว่าความต้องการลูกค้า ทั้งหมดนี้นำไปสู่ความสูญเปล่าทั้งงานและเวลา การเสื่อมสภาพของสินค้าและเครื่องจักรที่ตามมา การจัดพื้นที่จัดเก็บให้มากขึ้น เกิดความล้าช้าในการแก้ไขเมื่อเกิดของเสีย ขนย้ายวัสดุซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น เป็นต้น โดยวิธีแก้ไขปัญหาสามารถแก้ไขได้โดยการเลือกผลิตสินค้าเท่าที่จำเป็น หรือผลิตสินค้าในปริมาณที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

2. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Waste of Inventory) หมายถึง การเกิดความสูญเปล่าจากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง อาจเนื่องมาจากการตัดสินใจสั่งซื้อวัสดุครั้งละมาก ๆ สั่งซื้อมาเป็นก้อนใหญ่เพราะอาจจะต้องการส่วนลดต้นทุนในการจัดส่ง แต่ไม่คำนึงถึงต้นทุนในคลังที่ต้องจัดเก็บที่มากเกินความจำเกินความจำเป็น เป็นภาระในการดูแลรักษา ยากต่อการจัดการและค้นหางานได้ยากขึ้น บางครั้งการเก็บไว้ในระยะเวลานานอาจทำให้เกิดเป็นของเสียได้ วิธีแก้ไขปัญหาคือวางแผนการสั่งซื้อวัสดุให้ตรงกับความต้องการที่ใช้ในการผลิต กำหนดยอดให้ชัดเจน เลือกใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)

3. ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่ง (Waste in Transportation) หมายถึง การเกิดความสูญที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม อาจเนื่องมากจากระยะทางในการขนส่งที่มากเกินไป การขนย้ายสินค้าที่ไม่จำเป็น การวางแผนเส้นทางการเดินทางที่ไม่ดี หรือการวางผังโครงสร้างสถานที่เก็บสินค้าที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้สูญเสียเวลาในการผลิต และอาจส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น เช่น แรงงานคน แรงงานเชื้อเพลิง เป็นต้น วิธีแก้ปัญหาได้โดยการศึกษาเส้นทางในการขนส่งใหม่ ให้ระยะทางสั้นและเร็วที่สุด จัดแผนขั้นตอนการขนส่งไม่ซ้ำซ้อนพร้อมปรับผังโครงสร้างให้เหมาะสม

4. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว (Waste of Motion) หมายถึง การจัดสภาพร่างกาย การวางท่าทางขณะทำงานไม่เหมาะสม การวางอุปกรณ์ที่ไม่เอื้อต่อการใช้งาน มีระยะการเดินหรือหยิบจับงานที่ไกล ทำให้เหนื่อยล้าได้ง่าย สูญเสียเวลาในการทำงาน วิธีแก้ปัญหาคือการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานให้เหมาะสม การวางอุปกรณ์การทำงานให้ใกล้มือ ไม่ฝืนร่างกายจนเกินไป วางผังการทำงานให้มีระยะการเดินหรือเคลื่อนไหวให้น้อยที่สุด เพื่อทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น

5. ความสูญเปล่าจากกระบวนการ (Waste of Processing) หมายถึง การวางกระบวนการผลิตบางกระบวนการแบบไม่จำเป็น ทำให้เกิดการทำงานมากขั้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลให้มีต้นทุนเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นและประสิทธิภาพการผลิตลดลง วิธีการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่มากเกินความจำเป็นนั้นแก้ไขได้โดยวิเคราะห์ความจำเป็นของกระบวนการผลิต นำหลัก 5W1H มาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างเหมาะสมทำให้ช่วยลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นลงได้

6. ความสูญเปล่าจากการรอ (Waste of Time on Hand or Waiting) หมายถึง การรอคอยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การรอเวลาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เช่น เครื่องจักรเสีย รอการซ่อมแซม ทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ สูญเสียทั้งเวลาในการทำงาน สูญเสียต้นทุนในการผลิต กระบวนการผลิตชะงัก ไม่ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง และการรอคอยจากการทำงานของพนักงาน พนักงานทำงานช้ากว่าเวลามาตรฐาน ทำให้กระบวนการถัดไปเกิดการรอ ทำให้กระบวนการผลิตเสียหายเช่นกัน สามารถแก้ไขได้โดยการวางแผนระบบการผลิตให้สมดุลทั้งในเรื่องของคนและเวลาในการทำงาน บำรุงรักษาเครื่องจักรตามรอบเวลาเพื่อลดความเสี่ยงที่เครื่องจักรเสียหาย

7. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตของเสีย (Waste of Defective Products) หมายถึง การผลิตแล้วเกิดของเสีย ซึ่งเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขงาน เกิดการทำงานซ้ำซ้อน ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้นและมีผลต่อการลดความน่าเชื่อถือของสินค้าได้ สามารถแก้ไขได้โดยการสร้างมาตรฐานการทำงานให้ชัดเจน เลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม ฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความสามารถในการตรวจสอบ มีจิตสำนึกด้านคุณภาพ พัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการผลิต ลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการผลิต

นอกจากนั้นยังให้ความสำคัญกับการผลิตเฉพาะปริมาณที่ต้องการเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลให้สามารถกำจัดให้ไม่เกิดของเสียหรือความสูญเปล่าอื่น ๆ ตามมา และสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างสมบูรณ์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เมื่อทำการศึกษาเวลาการทำงานทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการมองหาปัญหาคอขวดของกระบวนการ (Bottleneck) ซึ่งในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นหลักการสังเกตปัญหาโดยใช้ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) หรือความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่แฝงอยู่ใน

กระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ความสูญเปล่ายังทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลสืบเนื่องจากการที่มีความสูญเสียต่าง ๆ

แนวคิด ECRS

แนวคิด ECRS เป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต **ต้องการลดต้นทุนที่ไม่ได้สร้างผลตอบแทนใด ๆ ให้กับองค์กร** แนวคิดนี้มาจากการใช้ตัวอักษรย่อ 4 ตัวที่มาจาก การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ ดังนี้

1. การกำจัด (Eliminate) หมายถึงการกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นหรือกระบวนการที่ไม่มีค่าเพิ่มออกจากกระบวนการผลิตหรือการทำงาน การกำจัดความไม่จำเป็นช่วยลดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ

2. การรวมกัน (Combine) หมายถึงการรวมกิจกรรมหรือกระบวนการที่สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ โดยที่ไม่เสียคุณค่าหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การรวมกันช่วยลดความซับซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้

3. การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึงการจัดลำดับหรือโครงสร้างกระบวนการใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดใหม่อาจเป็นการเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงการจัดทำงานเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ

4. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) หมายถึงการลดความซับซ้อนในกระบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่จะมุ่มเน้นหาอุปกรณ์มาอำนวยความสะดวกหรือการใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อทำให้การทำงานง่ายขึ้น ซึ่งช่วยให้กระบวนการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดความสับสนของการทำงานลงได้

มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten)

วสันต์ ทิพย์ปัญญา (2558) ได้กล่าวไว้ว่า งานมาตรฐานเป็นงานที่ทำซ้ำ ๆ กันและเหมือนกันทุกรอบโดยเน้นการเคลื่อนไหวของคนเป็นหลัก มุ่งเน้นที่การกำหนดวิธีการทำงานที่ไม่มีความสูญเปล่า (Muda) เพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ พนักงานเกิดความปลอดภัย และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้ โดยเอกสารการทำงานมาตรฐาน 3 ชนิด ประกอบด้วย 1) ตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) 2) แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized Work Chart) 3) ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process Capacity)

โดยองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการของงานมาตรฐานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

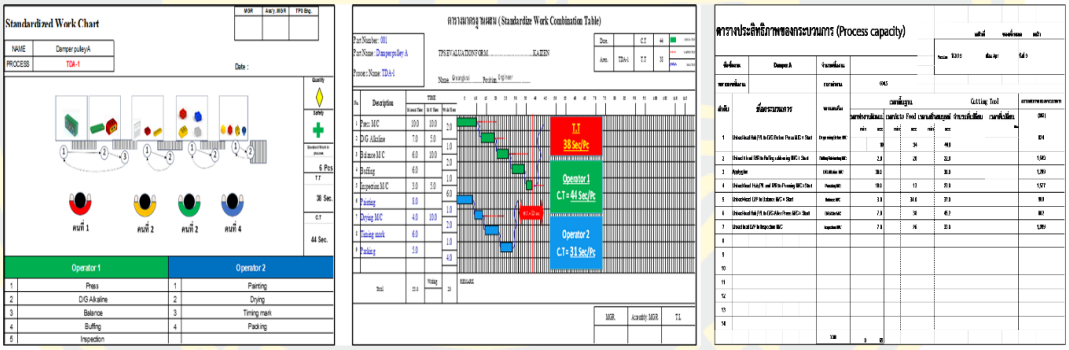
1. Takt time (T.T): มาตรฐานทางเวลาในการผลิตของ 1 ชิ้น ให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดหรือก็คือเวลากำหนดความเร็วในการขาย

2. ลำดับการทำงาน (Work Sequence): ลำดับขั้นตอนในการผลิต

3. สต๊อกมาตรฐานในกระบวนการ (Standard stock in process): จำนวนชิ้นงานที่จำเป็นต้องมีเพื่อทำซ้ำในลำดับเดียวกัน

ในการดำเนินการพัฒนามาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten) จะมีเอกสารการทำงานมาตรฐานมี 3 ชนิด เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเอกสารทั้ง 3 ชนิด จะเป็นตารางหรือแผนภาพที่ใช้ในการกำหนดเวลาที่ควรใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยส่วนมากมักจะใช้ประโยชน์ในการศึกษาเวลาจริงในการทำงานและการปรับปรุงเพื่อสร้างข้อมูลมาตรฐานสำหรับเวลาที่ควรใช้ในงานนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยในการวางแผนการผลิตและประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการได้ โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. ตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table)
2. แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized Work Chart)
3. ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process Capacity)



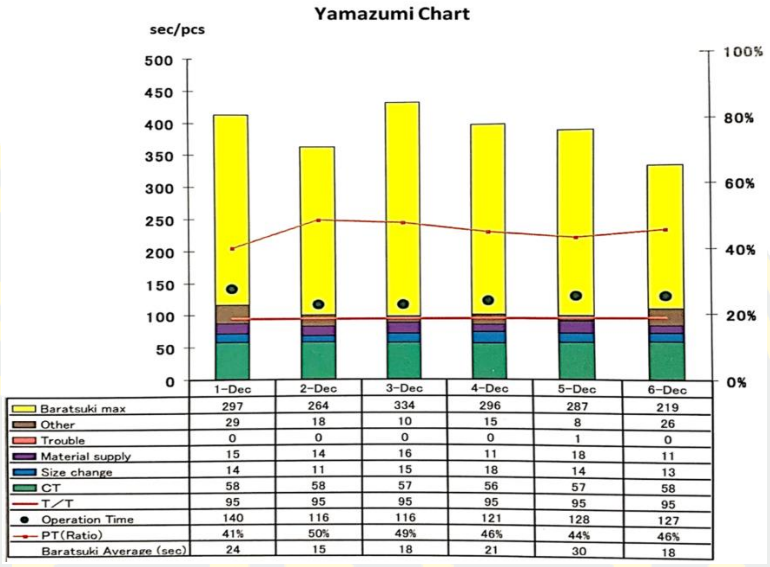
ภาพที่ 2-1 แบบฟอร์มตัวอย่าง มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) เป็นแผนภูมิเพื่อใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balanice) โดยให้ความสำคัญกับการจัดงานหรือการแบ่งกลุ่มของงานประกอบต่าง ๆ ของแต่ละสถานีทำงาน เพื่อให้การผลิตมีความต่อเนื่องกันอย่างสม่ำเสมอโดยให้เวลาการทำงานของแต่ละสถานีมีความสมดุล จัดการงานให้มีเวลาว่างงานน้อยที่สุดซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิต

ในขณะที่ วสันต์ ทิพย์ปัญญา (2558) ให้คำจำกัดความของ แผนภูมิยามาซูมิไว้ว่า เป็นภาพที่แสดงเวลาการทำงานของพนักงานพร้อมทั้งเวลาที่มีการว่างของการทำงาน นั่นคือ เวลาการทำงานที่มีค่ามากสุดและน้อยสุด (Max-Min) พร้อมทั้งเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Set up Time) ของ

เครื่องจักรนำมาเขียนลงในแผนภูมิยามาซูมิ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และการหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานต่อไป ในบางครั้งอาจเรียกแผนภูมินี้ว่า Unbalance Chart



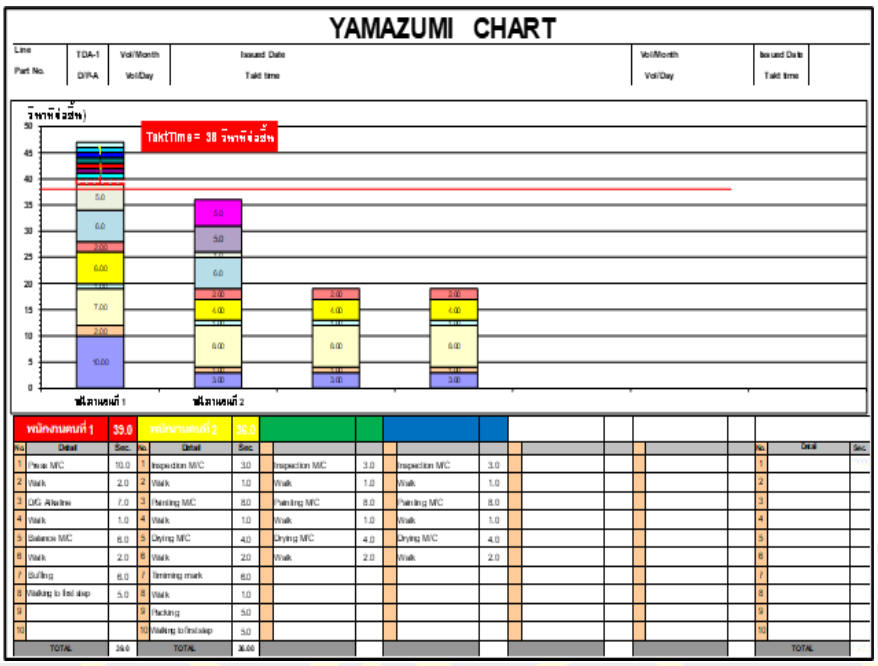
	1-Dec	2-Dec	3-Dec	4-Dec	5-Dec	6-Dec
Baratsuki max	297	264	334	296	287	219
Other	29	18	10	15	8	26
Trouble	0	0	0	0	1	0
Material supply	15	14	16	11	18	11
Size change	14	11	15	18	14	13
CT	58	58	57	56	57	58
T／T	95	95	95	95	95	95
Operation Time	140	116	116	121	128	127
PT(Ratio)	41%	50%	49%	46%	44%	46%
Baratsuki Average (sec)	24	15	18	21	30	18

ภาพที่ 2-2 ลักษณะการใช้แผนภาพยามาซูมิของเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น

จากภาพที่ 2-2 สามารถอธิบายได้ว่าค่าเวลาที่ใช้การผลิตงาน 1 ชิ้นมีค่าสูงกว่าความต้องการของลูกค้า หรือมากกว่า Takt time แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถตอบสนองค่าเป้าหมายได้โดยมีองค์ประกอบความสูญเปล่า 4 ส่วน ดังนี้

1. ค่าเวลาทำงานในหนึ่งรอบ (Cycle Time)
2. ค่าเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Set up Time)
3. ค่าเวลาสูญเสียในการเติมวัตถุดิบ (Material Supply Loss)
4. ค่าเวลาสูญเสียอื่น ๆ อันเนื่องมาจากปัญหาการรอวัตถุดิบ, ปัญหาด้านเครื่องจักร, ปัญหาด้านสุขภาพ, การเริ่มงานช้า และการเลิกงานก่อนเวลา เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) คือเป็นเครื่องมือที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในองค์กรที่มุ่งมั่นในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยเป็นแผนภาพที่แสดงค่าเวลาการทำงานของพนักงานพร้อมทั้งเวลาที่แกว่งของการทำงาน นั่นคือเวลาการทำงานที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่กระบวนการ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงกระบวนการต่อไป



ภาพที่ 2-3 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

จากภาพที่ 2-3 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) แสดงรายละเอียดเวลาของแต่ละกระบวนการ ซึ่งตัวแปรที่สำคัญและจำเป็นต้องรู้ ได้แก่

1. เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ 1 ชิ้น (Takt Time, T.T.)
2. เวลาในการผลิตสินค้าต่อ 1 ชิ้นใน (Cycle Time, C.T.) ในแต่ละกระบวนการผลิต

ข้อดีของแผนภูมิยามาซูมิคือ จะทำให้เห็นว่ากระบวนการใดมีเวลาในการผลิตมากกว่าเวลาที่ลูกค้าต้องการ (Cycle Time > Takt Time) กระบวนการใดมีเวลาในการผลิตน้อยกว่าเวลาที่ลูกค้าต้องการ (Cycle Time < Takt Time) ส่งผลให้เกิดเวลารอ (Waiting Time) การเข้าใจรายในละเอียดและวิธีประยุกต์ใช้ของแผนภูมิยามาซูมิ จะทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและจัดสมดุลการผลิตใหม่ของกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นได้

แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S)

กิจกรรม 5ส เป็นปัจจัยสำคัญในการบริหารการผลิต เป็นเทคนิคหรือวิธีการปรับปรุงสถานที่ทำงานที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้เกิดความสะดวก ความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีบรรยากาศในการทำงานที่ดี มีการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า ทำให้สามารถสร้างผลผลิตและก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในที่ทำงาน โดย 5ส แบ่งออกได้ดังนี้

1. สะสาง

สะสางเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ แยกแยะสิ่งของและจัดให้เป็นหมวดหมู่ เช่น แยกของที่ใช้เป็นประจำกับของที่ไม่ได้ใช้ออกจากกัน แยกของที่มีมูลค่ากับของที่ไม่มีมูลค่าให้ชัดเจน จัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามชนิดหรือประเภทของงานนั้น ๆ เช่น วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือในการทำงาน เครื่องจักร เป็นต้น การสะสางนี้เพื่อให้เหลือเฉพาะสิ่งของที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานเท่านั้น และสิ่งที่ไม่แน่ใจว่าใช้หรือไม่ได้ใช้แล้วต้องกำจัดออกไป โดยวิธีการสะสางที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยส่วนใหญ่ จะกำหนดพื้นที่หรือจุดที่ต้องทำการสะสาง เพื่อให้ทราบพื้นที่ จำนวนและปริมาณของสิ่งของที่ต้องการสะสาง กำหนดผู้รับผิดชอบในการดูแลและตรวจสอบพร้อมกำหนดมาตรฐานให้ชัดเจน ส่งผลให้พื้นที่ในการทำงานจะมีแต่สิ่งที่ต้องใช้และจำเป็นเท่านั้น

ปัญหาสำคัญที่สุดของขั้นตอนการสะสางคือ การเริ่มต้นที่จะสะสาง โดยเฉพาะกับคนที่มีพฤติกรรมวางงานกองจนเป็นนิสัยซึ่งมักจะปฏิเสธการทำ 5ส ดังนั้น ส่วนสำคัญที่องค์กรจะนำขั้นตอนการสะสางมาใช้ให้ได้คือ ผู้บริหารจะต้องกำหนดนโยบายให้ชัดเจน ผู้บริหารต้องลงไปสัมผัสด้วยสายตาและมือของตัวเองพร้อมตรวจสภาพความเป็นจริง เพื่อให้เข้าใจและสามารถวางแผนแนวทางการตัดสินใจได้ว่า สิ่งไหนในองค์กรที่จำเป็น สิ่งไหนที่ไม่จำเป็น

2. สะดวก

สะดวกเป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องมาจากการทำสะสาง การกำหนดที่วางของที่จำเป็นให้ชัดเจน ของแบบใดควรอยู่ตรงไหน ซึ่งต้องกำหนดอย่างสมเหตุสมผล อีกสิ่งที่มองข้ามไม่ได้คือการทำแผนผังรวมของการจัดวาง กำหนดแนวทางการจัดวางซึ่งจะแสดงสถานที่วางสิ่งของหรือเครื่องมือเพื่อสามารถรวบรวมสิ่งของที่ต้องการใช้ไว้ในที่เดียวกันได้ แสดงป้ายชี้บ่ง ป้ายสถานะการใช้งาน เมื่อพนักงานที่ได้ปฏิบัติขั้นตอนสะดวกแล้ว ส่งผลให้เวลาในการค้นหาสิ่งของ เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ น้อยลง สิ่งของไม่สูญหาย และตรวจสอบได้ง่าย

3. สะอาด

สะอาดเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก ฝุ่น บริเวณพื้นที่ทำงานหรือตามอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำให้สะอาดอยู่เสมอ หลักการสำคัญของสะอาดคือการทำความสะอาดพื้นที่ของหน่วยงานที่รับผิดชอบ กำหนดวัน เวลาการทำความสะอาดเป็นประจำทุกวัน ประโยชน์ที่ได้รับคือเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา ลดความสกปรกที่อาจก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ลดความเสี่ยงด้านคุณภาพของสินค้า และที่สำคัญคือเมื่อกระบวนการผลิตมีความสะอาดเรียบร้อยจะเป็นภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กรอีกด้วย

4. สุขลักษณะ

สุขลักษณะเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรักษามาตรฐาน ความเป็นระเบียบเรียบร้อย ความสะดวก ความสะอาด ในสถานที่ทำงานให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา รวมทั้งการพยายามปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ หลักการสำคัญของสุขลักษณะนั้นต้องมีการจัดทำมาตรฐานการดำเนินกิจกรรมของ 3ส แรก คือ สะสาง สะดวก สะอาด อย่างชัดเจน เพื่อให้มีการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่องและสร้างจิตสำนึกให้ทุกคนทำตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ มีการร่วมมือของทุกฝ่าย นับตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงไปจนถึงพนักงานระดับล่าง ที่ต้องช่วยกันดูแล ช่วยกันปฏิบัติอย่างเป็นประจำ เมื่อทุกคนถูกปลูกฝังการปฏิบัติจนเป็นนิสัย สามารถมั่นใจได้ว่าทุกคนทำ 5ส ด้วยตัวเอง ไม่ต้องมีการกระตุ้นและเป็นวัฒนธรรมที่ดีขององค์กรได้

5. สร้างนิสัย

หลักสำคัญของการสร้างลักษณะนิสัยต้องมีการกำหนดกฎระเบียบเกี่ยวกับ 5ส ให้ผู้ปฏิบัติงานทำตามอย่างเคร่งครัด ในการทำงานทุกขั้นตอนต้องมีการตรวจสอบ และคู่มือปฏิบัติงานที่ชัดเจน โดยการสร้างนิสัยนั้นมุ่งเน้นให้ผู้ปฏิบัติการทำงานให้ได้ตามมาตรฐานอย่างสม่ำเสมอนั้นอาจจะสนับสนุนในรูปแบบการฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจต่อระเบียบมาตรฐานที่องค์กรกำหนดไว้ เข้าใจขั้นตอนและปฏิบัติ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ จนกลายเป็นเรื่องติดตัว และปฏิบัติโดยไม่มีใครมาบังคับ องค์กรต้องตอกย้ำเรื่องนี้อยู่เสมอ ให้มีความต่อเนื่องของกิจกรรม และรณรงค์ด้วยการสื่อสารต่าง ๆ การประกวดพื้นที่และให้รางวัล เป็นต้น

กิจกรรม 5ส ต้องมีการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดของระดับต่าง ๆ แลกเปลี่ยนระหว่างแผนก เพื่อหาแนวทางร่วมกันในการพัฒนา หากทุกคนในองค์กรมีการทำ 5ส เป็นนิสัย ผลที่ได้รับคือมาตรฐานที่ดีในการทำงาน สภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น ตลอดจนสามารถสร้างความน่าเชื่อถือและไว้วางใจให้กับลูกค้า

วงจร PDCA (Plan-Do-Check-Action)

เอ็ดวาร์ด เดมมิ่ง (ชนินทร์ แสงแก้ว, 2546) ได้เสนอขั้นตอนการบริหารงานคุณภาพที่มีชื่อว่า “วงจรเดมมิ่ง” (Deming Cycle) โดยวงจรเดมมิ่งนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจัดทำและการวางแผน (Plan): การทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนแล้วกำหนดหัวข้อที่จำแก้ไขปัญหาหรือควบคุม กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้บรรลุ กำหนดระยะเวลาของแต่ละขั้นตอนที่จะดำเนินการ และกำหนดวิธีการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

2. การปฏิบัติตามแผน (Do): การดำเนินการตามแผนที่กำหนด ค้นหากระบวนการในการแก้ไขปัญหา ลงมือทดลองและแก้ไขปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและผลลัพธ์ของหัวข้อปัญหานั้น ๆ

3. การตรวจสอบ ติดตามและประเมินผล (Check): การตรวจสอบว่าปฏิบัติงานไปตามวิธีการทำงานมาตรฐานหรือไม่ ผลลัพธ์ที่เก็บข้อมูลมาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ และผลที่ได้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

4. การกำหนดมาตรฐานการแก้ไขปัญหาและการให้ข้อเสนอแนะที่ทำให้ไม่เป็นไปตามแผน (Act): การปฏิบัติงานที่ไม่เป็นไปตามวิธีการทำงานมาตรฐาน จะต้องหามาตรการแก้ไขปัญหา หรือถ้าผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขที่ต้นตอเพื่อไม่ให้เกิดซ้ำอีก

แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke)

แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke) เป็นแนวคิดในการจัดการคุณภาพที่มีวัตถุประสงค์ในการป้องกันข้อผิดพลาดหรือความล่าช้าในกระบวนการผลิตหรือการให้บริการ โดยแนวคิดนี้มาจากภาษาญี่ปุ่นโดยคำว่า "Poka" หมายถึงป้องกัน และ "Yoke" หมายถึงควบคุม รวมกันจะหมายถึงการป้องกันและการควบคุมความผิดพลาด (Shimbun, 1989)

แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke) หลักสำคัญคือมุ่งเน้นการออกแบบกระบวนการหรือระบบให้มีความเสถียรและป้องกันข้อผิดพลาดจากการเกิดขึ้น หรือหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจะทำให้สามารถตรวจจับและแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแล้วมีหลักการดังนี้

1. การป้องกัน (Prevention): การออกแบบกระบวนการหรือระบบให้มีความเสถียรและไม่เป็นที่ต้องการให้เกิดข้อผิดพลาด โดยใช้เทคนิคหรืออุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันข้อผิดพลาดอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การควบคุม (Detection): การตรวจจับข้อผิดพลาดหรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ในกรณีที่ไม่สามารถป้องกันได้ โดยใช้เซนเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจจับ

3. การแก้ไข (Correction): การทำงานในกระบวนการเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดหรือความผิดปกติที่ตรวจพบโดยมักใช้กระบวนการออกแบบให้ง่ายต่อการแก้ไข

4. การแจ้งเตือน (Notification): การใช้สัญญาณหรือการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดเพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้ดูแลระบบทราบถึงความผิดปกติและทำให้สามารถรีแอคชันได้อย่างรวดเร็ว

5. การกำหนดขั้นตอน (Standardization): การกำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการที่เป็นมาตรฐานที่ถูกต้องและตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่างานถูกดำเนินตามมาตรฐาน

6. การศึกษาข้อผิดพลาด (Mistake Proofing): การศึกษาและวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำในอนาคต

แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke) ถูกนำมาใช้เพื่อลดความผิดพลาดในขั้นตอนการทำงานหรือในกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน โดยส่วนใหญ่จะใช้ในรูปแบบเซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งแบ่งได้หลายประเภท ดังนี้

1. การควบคุมโดยใช้เซ็นเซอร์ (Sensor-Based Pokayoke)
2. อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด (Mistake-Proofing Devices)
3. การควบคุมโดยใช้สี (Color-Coded Pokayoke)
4. การควบคุมโดยใช้รายการตรวจสอบ (Checklist Pokayoke)
5. อานดอนโปกะโยเค (Andon Pokayoke)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-Yoke) มีความสำคัญในการจัดการคุณภาพและช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพ ช่วยป้องกันและช่วยควบคุมข้อผิดพลาดที่ต้องเฝ้าระวังในกระบวนการผลิตหรือในการให้บริการ ช่วยลดความสูญเปล่าและช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการ แนวคิดนี้มีการนำไปใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม และอุตสาหกรรมการผลิตอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อปรับปรุงความคุ้มค่าและความพึงพอใจของลูกค้า

ชุดฝึกอบรม

มานพ สุขสนิท (2559) ได้ให้ความหมายของคำว่าชุดฝึกอบรมว่าหมายถึง สื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่ง ที่อยู่ในรูปแบบของชุดการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกทักษะ ประกอบไปด้วย คู่มือชุดฝึกอบรม เอกสารประกอบการฝึกอบรม (เนื้อหา) กิจกรรมฝึกทักษะ แบบทดสอบวัดความรู้และประเมินผลการเรียนรู้ มีกระบวนการเรียนรู้แบบเป็นลำดับขั้นตอน โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีวิทยากรเป็นผู้ให้ความรู้และควบคุมในการฝึกอบรม

องค์ประกอบของชุดฝึกอบรมประกอบด้วย คู่มือวิทยากรเพื่อทำหน้าที่ในการชี้แจงลักษณะและวิธีการใช้ชุดฝึกอบรม คู่มือ แบบทดสอบ โดยการดำเนินการนำชุดฝึกอบรมที่ได้ไปพบผู้ชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมิน จำนวนอย่าน้อย 3 ท่าน เพื่อพิจารณาคุณภาพเครื่องมือ ความสอดคล้อง IOC (Index of Consistency) แบบประเมินผลและวัดผลความก้าวหน้าของผู้ฝึกอบรม

การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อสอบจะต้องวิเคราะห์ความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และ ค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) ดังนี้

1. ค่าความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนของคนที่ตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-4)

$$P = \frac{R}{N} \tag{2-4}$$

เมื่อ P = ค่าความยากของข้อสอบ
R = จำนวนคนตอบถูก
N = จำนวนคนทั้งหมด
ซึ่งค่าความยากง่ายที่ยอมรับได้ต้องอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

2. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามที่จำแนกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำนวนคนเก่งคนไม่เก่ง จำแนกคนที่มีความสามารถกับคนที่ไม่มีความสามารถออกจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งหรือคนที่มีความสามารถจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ และคนไม่เก่งหรือคนที่ไม่มีความสามารถจะทำข้อสอบข้อนั้นไม่ได้ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-5)

$$r = \frac{Ru - Re}{\frac{N}{2}} \tag{2-5}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
Ru = จำนวนคนตอบคำถามถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง (ชั้นปีที่ 4)
Re = จำนวนคนตอบคำถามถูกในข้อนั้นในกลุ่มไม่เก่ง (ชั้นปีที่ 3)
N = จำนวนคนทั้งหมด
ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. ค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) หมายถึง วิธีการหาความเชื่อมั่นที่กำหนดว่าการให้คะแนนแต่ละข้อของแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกได้ 1 และตอบผิดได้ 0 โดยมีคำนวณ 2 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 คือ KR-20 การคำนวณนี้ต้องทราบค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ หรืออัตราส่วนของจำนวนคนที่ตอบแต่ละข้อถูกและผิดกับจำนวนคนทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-6)

$$rtt = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right) \quad (2\text{-}6)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p = อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น

q = อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

รูปแบบที่ 2 คือ KR-21 การคำนวณนี้ต้องทราบค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และความค่าความแปรปรวน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-7)

$$rtt = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\bar{x}\,(n-\bar{x})}{nS^2}\right) \quad (2\text{-}7)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ (IOC: Index of Item Objective Congruence)

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ (IOC: Index of Item Objective Congruence) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับวัตถุประสงค์ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อ จากนั้นนำคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร (Rowinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน มานพ สุขสนิท,

2559) จากนั้นพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบคุณภาพของคำถาม

การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-8)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2\text{-}8)$$

เมื่อ IOC = ค่าความเหมาะสมของเนื้อหาในการจัดอบรม

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิกเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

เกณฑ์ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 มีความเที่ยงตรงใช้ได้ ถ้าคำถามมีค่าต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการอบรมทำได้โดยวิเคราะห์ผลแบบทดสอบก่อนและหลัง สำหรับกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Paired Sample t-test ดังสมการ (ศรุตา สงวนวรพงศ์, พิชชาพร เชื้อแดง และ อภิญญา จันพินิจ, 2562)

$$t = \frac{\boldsymbol{\Sigma D}}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} \text{ ; } df = n\text{-}1 \quad (2\text{-}9)$$

เมื่อ t = ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงปกติ

D = คะแนนหลังเรียน – คะแนนก่อนเรียน

N = จำนวนคู่คะแนน

เมื่อคำนวณแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจะทำให้สรุปได้ว่าผู้เข้ารับการอบรมมีสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การศึกษาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อจำลองปัญหาในการฝึกอบรม ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์ การนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในแก้ไขปัญหา ทำให้ผู้เข้าร่วมการอบรมสามารถนำทักษะความรู้ที่ได้นั้นไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้

บาเรลล์ (1998) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน มีความยากหรือมีข้อสงสับมาก สามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ

สนิท ดีเมืองซ้าย (2552) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า หมายถึง การเรียนรู้เพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหาโดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยและมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก การฝึกอบรมโดยเน้นผู้ฝึกอบรมเป็นศูนย์กลางให้ผู้ฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น เพื่อให้ผู้ฝึกอบรมเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหา ทำให้ผู้ฝึกอบรมสามารถนำทักษะความรู้ที่ได้นั้นไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้

ในขณะที่ พิสนธิ์ จงตระกูล (2552) ได้สรุปการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการพัฒนาและกระบวนการช่วยเหลือผู้ฝึกอบรมมีการเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ปัญหา โดยวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเองก่อน และการเรียนรู้จากวิทยากรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูล เน้นเทคนิคการสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 6-8 คน เน้นผู้ฝึกอบรมเป็นศูนย์กลาง โดยที่วิทยากรเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น เพื่อให้ผู้ฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง เน้นการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชา และเน้นให้มีสื่อการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมและแหล่งเรียนรู้ที่เพียงพอเพื่อให้ผู้ฝึกอบรมสามารถปรับปรุงทักษะการแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองได้ (จงตระกูล, 2552)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้และพัฒนากระบวนการผู้ฝึกอบรมให้มีการเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ปัญหา สามารถทำได้ทั้งเรียนรู้ด้วยตัวเองหรือได้รับคำชี้แนะผ่านการฝึกอบรม โดยขั้นตอนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานนั้น คือ การได้รับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญหรือการอบรม โดยการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดกลุ่มเพื่อให้เกิดการร่วมมือกัน มีการทำงานเป็นทีม

2. ขั้นตอนการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

3. ขั้นตอนจำลองสถานการณ์หรือสร้างสมมุติฐานของปัญหา เพื่อให้กลุ่มร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหา

4. ขั้นตอนการทำสื่อหรือเนื้อหาวิชา สำหรับการอบรมให้ความรู้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ฝึกอบรมไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในหลาย ๆ ด้าน

5. ขั้นตอนการนำสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งเครื่องมือการวิเคราะห์ อุปกรณ์ เพื่อให้ผู้ฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้และประยุกต์ใช้

6. ขั้นตอนการสังเคราะห์ข้อมูลของสมมุติฐานในกระบวนการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

7. ขั้นตอนการสรุปผลการปรับปรุงแก้ไขของแต่ละกลุ่ม พร้อมประเมินผลทั้งด้านความรู้

รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติ

รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัตินั้นมีหลายรูปแบบ ทั้งขั้นตอนการสอนทักษะการขั้นตอนการสาธิตจากครู ขั้นตอนการสาธิตจากผู้เรียน ขั้นตอนการให้แบบฝึกหัด เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการออกแบบการฝึกอบรมได้

มานพ สุขสนิท (2559) ได้ให้ความหมายว่า การสอนทักษะปฏิบัติสามารถพัฒนาได้ด้วยการเรียนรู้ การฝึกฝนจนชำนาญและคล่องแคล่ว ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความเร็ว ความแม่นยำ ความถูกต้องในการจัดการ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้การสอนรูปแบบมีทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตอนการรับรู้ (Perception) เป็นขั้นตอนการให้ผู้เรียนรับรู้ในสิ่งที่จะทำโดยการสังเกตการณ์ทำงานอย่างตั้งใจ

2. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม (Readiness) เป็นขั้นตอนการปรับตัวให้พร้อมเพื่อการทำงานทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และอารมณ์

3. ขั้นตอนการตอบสนองภายใต้การควบคุม (Guided Response) เป็นขั้นตอนที่ให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ โดยวิธีการเลียนแบบ หรือการลองผิดลองถูก จนสามารถตอบสนองได้อย่างถูกต้อง

4. ขั้นตอนการให้ลงมือทำจนกลายเป็นกลไกลที่สามารถกระทำได้เอง (Mechanism) เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติ

5. ขั้นตอนการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Overt Response) เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการกระทำนั้น ๆ จนสามารถทำได้อย่างคล่องแคล่ว

6. ขั้นตอนการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation) เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะหรือการปฏิบัติงานได้ดียิ่งขึ้น และประยุกต์ใช้ทักษะที่ตนได้รับการพัฒนาในสถารการณ์ต่าง ๆ ได้

7. ขั้นตอนการคิดริเริ่ม (Origination) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้อย่างชำนาญและสามารถประยุกต์ใช้ทักษะของตนในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ และผู้ปฏิบัติเกิดความคิดใหม่ ๆ ในการกระทำหรือประบการกระทำนั้นให้ดีขึ้นได้

การประเมินความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ความชอบ ความพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นทัศนคติทางบวกหรือทิศนคติทางลบ โดยการวัดระดับความพึ่งพอใจนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่ละเลือกใช้ใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสะดวก และเป้าหมายของการวัด ซึ่งในการอบรมหรือการให้ความรู้นั้น จะมีการวัดความพึงพอใจดังนี้ (มานพ สุขสนิท, 2559)

1. การใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย โดยการขอความร่วมมือจากกลุ่มที่ต้องการวัดความเห็นในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เหลือหรือเป็นคำตอบอิสระ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีในการที่จะทราบถึงความพึงพอใจโดยอาศัยเทคนิค และความชำนาญของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การสัมภาษณ์นั้นเป็นเครื่องมือการวัดระดับความพึงพอใจที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3. การสังเกตุ เป็นวิธีที่ทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจได้ เช่น การสังเกตกิริยาท่าทาง การพูด สีหน้า การตอบสนอง เป็นต้น การวัดความพึงพอใจวิธีนี้ ผู้วัดต้องกระทำอย่างจริงจังและมีแบบแผนที่แน่นอนจึงจะสามารถประเมินความพึงพอใจอย่างถูกต้องได้

โดยส่วนใหญ่แบบประเมินความพึงพอใจ แบ่งส่วนการประเมินคือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป มีข้อคำถามได้แก่ เพศ ระดับชั้นปีการศึกษา วุฒิการศึกษา เป็นต้น ส่วนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเรื่องที่สนใจศึกษา แบ่งการประเมินออกเป็น 5 ระดับได้แก่

4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธัชณนท์ แดนเขต (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง โดยผู้แต่งได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนแช่แข็ง TRK 184 โดยทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนและทำการจับเวลาเฉลี่ยโดยเทียบนาทีต่อกิโลกรัมและแปลงออกมาเป็นขั้นตอนใน กระบวนการผลิต (Cycle time) หน่วยคือวินาทีต่อกิโลกรัม จากนั้นเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อคำนวณหาความเร็วในการผลิต (Takt Time) ซึ่งเท่ากับ 6.42 วินาทีต่อกิโลกรัม แต่มีกระบวนการที่มีเวลาเกินความต้องการลูกค้า (Takt Time) คือตรวจก้างมือ 1 (100%) และติด Kirimi โดยเวลาของแต่ละกระบวนการ

วิธีการแก้ไขปัญหาคือใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิเคราะห์การจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมให้กับแต่ละกระบวนการทำงาน จากนั้นทำการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต หลังการประยุกต์แนวทางปรับปรุงและเก็บข้อมูลผลการดำเนินงานพบว่าสามารถลดขั้นตอนการผลิตจาก 31 ขั้นตอนเหลือ 30 ขั้นตอน ลดเวลารอบการผลิตลงได้คิดเป็นร้อยละ 3.23 ของเวลาเดิม สามารถลดระยะทางโดยรวมของกระบวนผลิตได้ 7.66 เมตร คิดเป็นร้อยละ 14.74 ของระยะทางเดิมและจากการจัดสมดุลสายการผลิตทำให้ สามารถลดเวลาในการผลิตต่อรอบลดลง 0.55 นาที ส่งผลให้กำลังการผลิต (Capacity) เพิ่มขึ้นมาเป็น 359.34 กิโลกรัมต่อรอบหรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.63 ของกำลังการผลิตเดิม ดังนั้นโดยสรุปแล้วงานวิจัยนี้สามารถนาไปประยุกต์ใช้ได้จริงในกระบวนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มจากกระบวนการผลิตทั้งสิ้น 45,906,117 บาทต่อปี

จักรินทร์ กลั่นเงิน (2558) ได้ศึกษาเรื่องการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ในกรณีศึกษาโรงงานผลิตตู้แช่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการประกอบในโรงงานผลิตตู้แช่แห่งหนึ่ง ผู้แต่งพบว่าสายการประกอบตู้แช่รุ่น UC-28 ยังไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการที่กำหนด สามารถประกอบได้เฉลี่ยเพียง 500 ตู้ต่อเดือน แต่มีปริมาณความต้องการของลูกค้าเฉลี่ย 510 ตู้ต่อเดือน โดยทางโรงงานได้กำหนดอัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ไว้ที่ 12 นาที/ตู้ ในกระบวนการทำงานมีสถานีงาน 8 สถานี รอบเวลาการทำงาน 16.34 นาทีต่อตู้ มีประสิทธิภาพสายการประกอบเท่ากับร้อยละ 72.28 และการสูญเสียความ สมดุลเท่ากับร้อยละ 27.72

ผลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการประกอบโดยใช้หลักการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Takt Time) มีจำนวนสถานีงานทั้งสิ้น 9 สถานี ถึงแม้ว่าจำนวนสถานีงานที่จัดจะมีค่ามากกว่าจำนวนสถานีที่น้อยที่สุดตามทฤษฎี 1 สถานี แต่เมื่อพิจารณา Takt Time ของแต่ละสถานีนั้นมีค่าต่ำกว่าความต้องการของลูกค้าทั้งสิ้น และ Cycle Time หลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 11.41 นาที

ภาคภูมิ ใจชมภู (2566) ได้ศึกษาเรื่องการปรับปรุงกระกวนการลำเลียงลุมล้อรถจักรยานยนต์โดยใช้แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-yoke) โดยผู้แต่งได้ทำการศึกษาปรับปรุงกระบวนการลำเลียงดุมล้อรถจักรยานยนต์ที่ติดขัดบนรางลำเลียงชิ้นงาน จากการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ 7 QC Tool พบว่าปัญหาหลักคือรางลำเลียงดุมล้อรถจักรยานยนต์มีจุดบกพร่องหลายจุด เช่น ลูกล้อในชุดรางลำเลียงแตกหักเสียหายเนื่องมาจากลูกล้อผลิตมาจากพลาสติก ซึ่งชิ้นงานผลิตมาจากอลูมิเนียมจะเคลื่อนที่ไปตามรางลำเลียงที่มีความลาดเอียง จำนวน 3 ชั้น ทำให้เกิดปัญหาเรื่องการกระแทกระหว่างชิ้นงานกับลูกล้อจนเกิดความเสียหาย ส่งผลทำให้เกิดงานติดขัดและเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียมากที่สุด เมื่อทำการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงรางลำเลียงชิ้นงานจำนวน 207 ชิ้น พบว่าเกิดปัญหาชิ้นงานที่ทำให้งานไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้อยู่ที่ 116 ชิ้น คิด

เป็น 56.04 เปอร์เซ็นต์ หลังจากปรับปรุงรางลำเลียงชิ้นงาน โดยใช้แนวคิดโปกะ-โยเค (Poka-yoke) ในการป้องกันข้อผิดพลาด นักวิจัยได้ทำการติดตั้งตัวบังคับทิศทาง เปลี่ยนจากรางพลาสติกเป็นรางสแตนเลส และติดตั้งตัวกันกระแทกชิ้นงาน ทำให้ลดการติดขัดของชิ้นงาน เมื่อปรับปรุงแล้วพบว่าเกิดปัญหาเหลือเพียง 13 ชิ้น คิดเป็น 6.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถลดปัญหาของชิ้นงานในระหว่างการลำเลียง จากเดิมได้ร้อยละ 88.80 สรุปได้ว่าการปรับปรุงลำเอียงดุมล้อรถจักรยานยนต์ สามารถลดปัญหาการติดขัดของชิ้นงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สุชาดี ธำรงสุข และ สมชาย เปรียงพรม (2564) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนปรับปรุงกระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันรถแทรกเตอร์กรณีศึกษา บริษัท เอ.บี.ซี จำกัด โดยศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนการดัดขึ้นรูปชิ้นงานจนถึงขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานและบรรจุภัณฑ์ชิ้นงาน ซึ่งปัญหาที่พบภายในโรงงานคือรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มากกว่าความเร็วในการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ซึ่งสาเหตุเกิดจากมีบางขั้นตอนที่มากเกินความจำเป็นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) โดยมีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยหลักการระดมความคิด และการวิเคราะห์โดยการใช้ Why-Why Analysis จากนั้นปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน (Lean) ซึ่งเป็นระบบกำจัดความสูญเสียและปรับปรุงคุณภาพ โดยการใช้หลักการ ECRS และการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) มาปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างของการปรับปรุงในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การปรับปรุงปัญหาสนิมปัญหาร้อยละ 20 ของจำนวนชิ้นงานที่ส่งไปล้าง ทำการแก้ไขโดยการเคลือบผิวชิ้นงานด้วยการชุบสังกะสี หลังทำการเพิ่มกระบวนการชุบสังกะสี พบว่าจำนวนของเสียไม่เกิดขึ้นในกระบวนการ คิดเป็นของเสียลดลงร้อยละ 100 และในการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งน้ำมันด้วยการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปโดยใช้หลักการ ECRS พบว่ารอบเวลาการผลิตลดลงจากเดิม 89.13 วินาทีต่อชิ้น เหลือ 51.61 วินาทีต่อชิ้น สามารถลดรอบเวลาการผลิตคิดเป็นร้อยละ 42.10 และลดรอบเวลาการผลิตรวมจากเดิม 289.33 วินาทีต่อชิ้น ลดลงเหลือ 177.14 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงร้อยละ 38.78 และสามารถลดจำนวนพนักงานจากเดิม 6 คนเหลือเพียง 4 คน และสามารถลดขั้นตอนการทำงานจากเดิม 26 ขั้นตอนย่อย เหลือเพียง 18 ขั้นตอนย่อย คิดเป็นร้อยละ 30.77

ธนพล สมบัติ และ คณิศร ภูมิคม (2566) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนโดยการจำลองสถานการณ์ในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากการเก็บข้อมูลสภาพปัญหาในการผลิตโดยการสร้างแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) ก่อนการปรับปรุง และจำลองสถานการณ์ปัจจุบันพบว่ามีแผนกที่ต้องปรับปรุง 2 แผนก คือแผนกพิมพ์ที่มีของเสีย 14.32% และแผนกปักไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าหมาย 200 ตัวต่อวัน (กำลังผลิตจริง 137 ตัวต่อวัน) จากข้อมูลดังกล่าวมีความสูญเปล่าเกิดขึ้น 2 ส่วน คือ แผนกพิมพ์ลายมีการพิมพ์ลายไม่เต็ม สาเหตุมาจากโรงงานมีฝุ่นเยอะทำให้ฝุ่น

เกาะที่เครื่องจักรและไม่มีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยนำหลัก 5ส มาใช้และสร้างวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ที่เป็นมาตรฐาน เพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาดของพนักงาน ส่วนถัดมาที่แผนกปักมีกระบวนการในการปักนาน สาเหตุมาจากใช้เวลาเตรียมงานนานและการวางชิ้นงานและชิ้นส่วนไม่เป็นระเบียบ ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Parato Chart) และใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) หลักจากนั้นนำหลัก 5ส โดยเน้น 3ส แรกคือ สะสาง สะดวก สะอาด มาแก้ไขปัญหาโดยการสร้างอุปกรณ์จับยึดสะดึงในการปัก และใช้หลักการจัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม โดยการสร้างชั้นวางเพื่อวางของที่จำเป็นในการทำงานเท่านั้น มีการติดป้ายชี้บ่ง และทาสีพื้นเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การใช้งาน

ผลการวิจัยหลังการปรับปรุงในแผนกพิมพ์ลายพบว่าสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นจากเดิม 14.32% ลดลงเหลือ 2.87% กำลังการผลิตเดิม 342 ตัวต่อวัน หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 388 ตัวต่อวัน สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 7,127 บาทต่อวัน และจากการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดการใช้เวลาในการเตรียมงานของแผนกปัก สามารถลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยจากเดิมผลิตได้ 137 ตัวต่อวัน หลังจากการปรับปรุงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 195 ตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น 29%

กุลรัศมิ์ วงศ์พิริยะวาทิน (2557) ได้ศึกษาเรื่องการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยแนวคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในกระบวนการฉีดขึ้นรูป จากการศึกษาพบว่า มีความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ได้แก่ การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น มีการปรับปรุง 4 ขั้นตอนหลักตามแนวคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่ การควบคุมสภาพการทำงานหน้างานโดยใช้ระบบลีน (Lean System) การทำให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง การทำมาตรฐานการทำงาน (Work Standardization) และการทำระบบดึง (Pull System) ผลการดำเนินงานพบว่า เวลานำของระบบลดลงร้อยละ 64.41 ชิ้นงานในระหว่างกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 88 ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลงร้อยละ 71 พื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนลดลงร้อยละ 66 และพนักงานลดลงได้ 1 คนจากทั้งหมด 11 คน

มานพ สุขสนิท (2559) ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะปฏิบัติสำหรับพนักงานปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรม และเปรียบเทียบทักษะของพนักงานทั้งในด้านประสิทธิภาพการทำงานของคนและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานของบริษัท จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ ชุดฝึกอบรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการปฏิบัติงาน แบบประเมินทักษะ แบบวัดผลประเมินประสิทธิภาพการทำงาน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะปฏบัติสำหรับพนักงานโดยรวมเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนด 76.50/77.79 คะแนนทักษะปฏิบัติของพนักงานหลังรับการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนเข้ารับการฝึกอบรม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .053 ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานสูงขึ้น และความพึงพอใตของพนักงานปฏิบัติการที่มีต่อชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับมาก

ธนสร กิรัมย์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดฝึกการควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบพีซซี การกำหนดให้มีวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยศึกษาชุดการสอนควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบพีซซี ที่สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11) มีเนื้อหารายวิชาและมีวิธีการสอนที่ใช้ปัญหากระตุ้นและเน้นที่กิจกรรมของผู้เรียน การเรียนรู้นี้จะเริ่มต้นด้วยการให้ปัญหาเป็นสถานการณ์จริงแก่ผู้เรียนก่อน แทนที่จะให้ความรู้ของเนื้อหาวิชาก่อนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยนำผลคะแนนทดสอบก่อนและหลังการอบรมไปหาประสิทธิภาพชุดการสอน โดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์ผลที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.02 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และสอดคล้องกับค่าประเมินทักษะความสามารถโดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.1) และพฤติกรรมกลุ่มผู้เรียน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0) ที่อยู่ในระดับมาก รวมทั้งผลการประเมินตนเองและสมาชิกในกลุ่ม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9) ซึ่งอยู่ในระดับมาก

(Barnes, 1991; Feldman, 2016; Freivalds & Niebel, 2009; Hirano, 1989; Imai, 2021; Masaaki, 1986; Monden, 2011; Ohno, 1988; Shimbun, 1989; Taylor, 1911; เรืองโลก, 2560; แดนเขต, 2560; แสงเทียรมงคล, 2558; แสงแก้ว, 2546; แสงมณี, 2558; ใจชมภู, 256[illegible] กลั่นเงิน, 2558; กิรัมย์ & และคณะ, 2553; คงตระกูล, 2553; จงตระกูล, 2552; ชิโงคาสึ, 25[illegible] เมืองซ้าย, 2552; ทิพย์ปัญญา, 2558; ธำรงสุข & เปรียงพรม, 2564; บุญก่อน & วงษ์มณี, [illegible] า, 2555; ม่วงเงิน, 2562; มุสิกะนันทน์, 2558; รเณศอัครพงษ์, 2559; วงศ์พิริยะวาทิน[illegible] ลย์, 2525; สมบัติ & ภูมิคม, 2566; สิริเกษมสุข, 2563; สุขสันต์, 2559; อาริย[illegible]

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

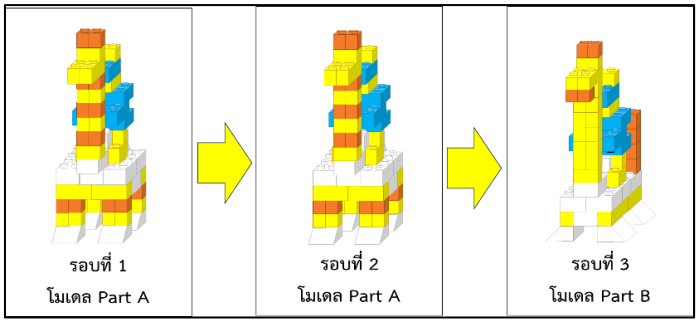
เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีดำเนินงานวิจัย ที่ประกอบไปด้วยการจัดทำรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในสถานีงานจำลอง การกำหนดลำดับขั้นการผลิตและพื้นที่จำลองสถานการณ์การผลิต การจัดทำข้อสอบวัดความรู้ เอกสารที่เกี่ยวข้องสำหรับการบันทึกเวลาในการทำงาน แบบประเมินความพึงพอใจ และการกำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับการทดลองจำลองสถานการณ์กับกลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลอง

การจัดทำรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์

1. การจัดทำรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 3-1 เป็นโมเดลจำลองของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในสถานีงานจำลอง แนวคิดในการเลือกโมเดลจำลองมาจากตัวต่อ (Brick) หรือที่คนส่วนใหญ่มักจะเรียกกันว่า เลโก้ (Lego) เป็นของเล่นที่ใช้ฝึกทักษะทั้งกับเด็กและผู้ใหญ่ เสริมสร้างมโนทัศน์และใช้เป็นสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มตัวอย่างได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการเสริมสร้างพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ การเรียนรู้ และแนวคิดการแก้ไขปัญหาต่อผู้รับการฝึก ต่อจากนี้จะเรียกโมเดลจำลองว่า โมเดล Part A และ โมเดล Part B

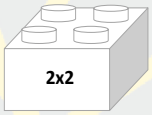
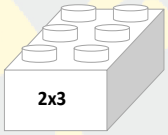
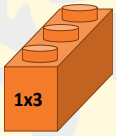
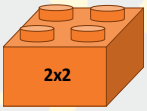
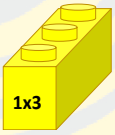
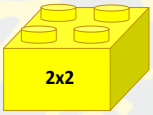
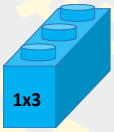
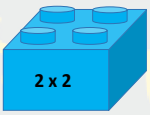
การกำหนดโมเดล Part A ถูกกำหนดเพื่อเปรียบเสมือนชิ้นงานในกระบวนการผลิตที่มีส่วนประกอบหลากหลายประเภท ใช้สำหรับทดลองประกอบโมเดลในรอบที่ 1 ถึงรอบที่ 2 ส่วนการประกอบโมเดล Part B ในรอบที่ 3 มีลักษณะชิ้นงานคล้ายโมเดล Part A มีจำนวนส่วนประกอบของชิ้นเท่ากัน ขั้นตอนการประกอบเท่ากัน ดังนั้นระดับความยากง่ายจึงไม่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบเวลาของการทดลองว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงโมเดลในการทดลอง ผู้ทำการทดลองจะสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการประกอบโมเดล



ภาพที่ 3-1 โมเดล Part A และ โมเดล Part B

ภาพที่ 3-2 แสดงส่วนประกอบสำหรับการประกอบโมเดล ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 5 ประเภท แบ่งออกเป็น 5 สี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

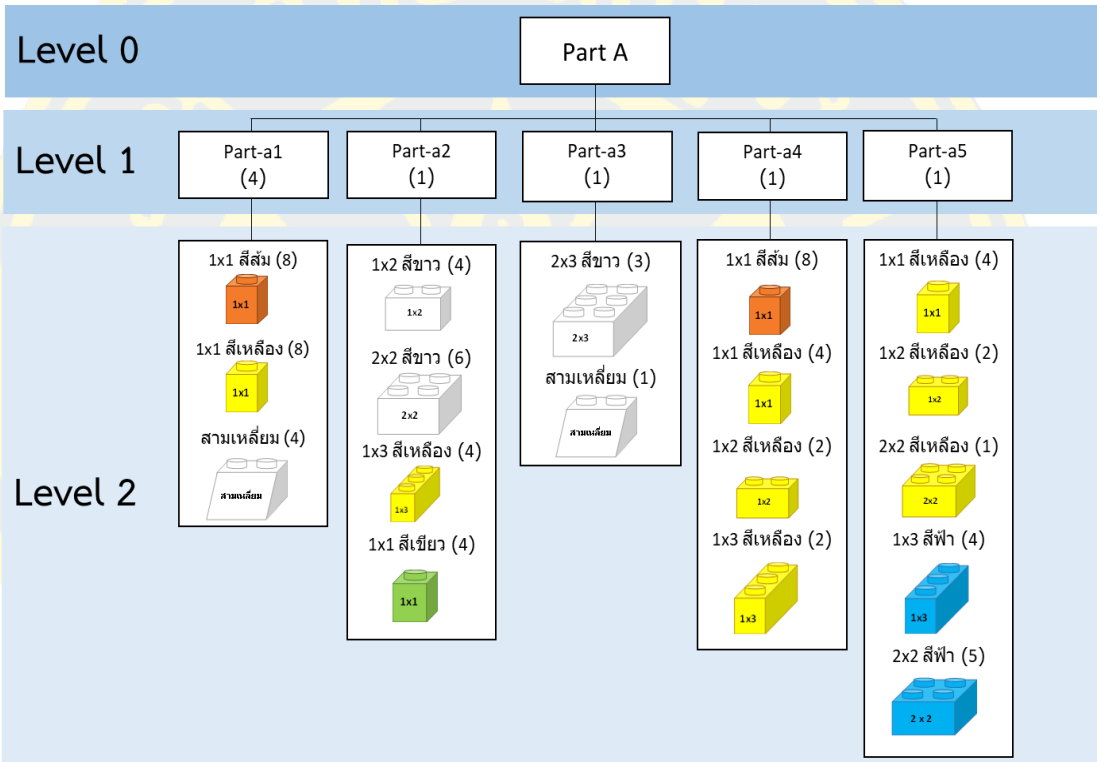
1. สีขาวมี 5 ประเภท คือ 1x1, 1x2, 2x2, 2x3 และ สามเหลี่ยม
2. สีส้มมี 4 ประเภท คือ 1x1, 1x2, 1x3 และ 2x2
3. สีเหลืองมี 4 ประเภท คือ 1x1, 1x2, 1x3 และ 2x2
4. สีฟ้ามี 2 ประเภท คือ 1x3 และ 2x2
5. สีเขียวมี 1 ประเภท คือ 1x1

สี	ประเภท				
สีขาว	1 x 1	1 x 2	2 x 2 	2 x 3 	สามเหลี่ยม
สีส้ม	1 x 1	1 x 2	1 x 3 	2 x 2 	
สีเหลือง	1 x 1	1 x 2	1 x 3 	2 x 2 	
สีฟ้า	1 x 3 	2 x 2 			
สีเขียว	1 x 1				

ภาพที่ 3-2 ส่วนประกอบย่อยทั้ง 5 ประเภท

ภาพที่ 3-3 แสดงข้อมูลรายการวัสดุ (Bill of Materials) ของโมเดล Part A และ Part B มีส่วนประกอบย่อยทั้งหมด 74 ชิ้น แบ่งออกได้เป็นส่วนประกอบของรายการวัสดุลำดับที่ 0 ถึง 2 ได้ดังต่อไปนี้

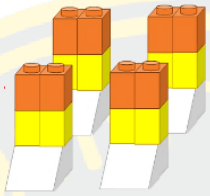
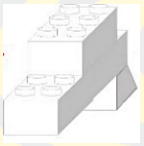
- รายการวัสดุลำดับที่ 0 (Level 0) มี 1 รายการ
- รายการวัสดุลำดับที่ 1 (Level 1) มี 5 รายการ
- รายการวัสดุลำดับที่ 2 (Level 2) มี 5 รายการ

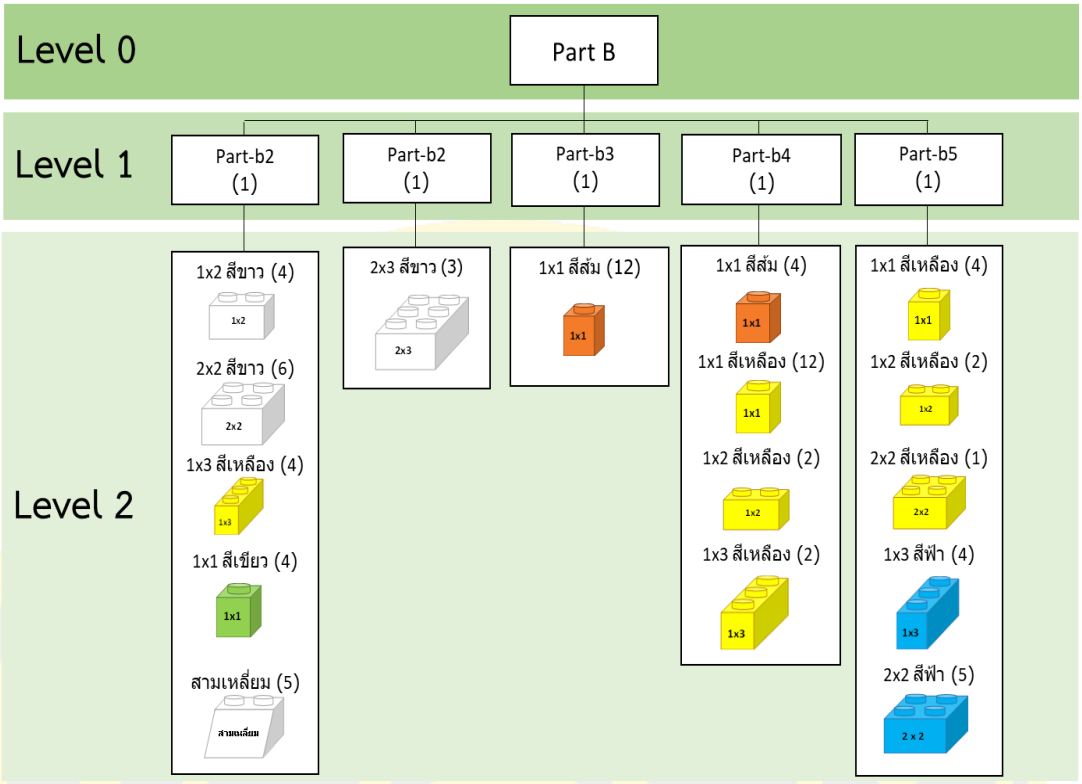


ภาพที่ 3-3 รายการวัสดุของโมเดล Part A

จากข้อมูลรายการวัสดุ (Bill of Materials) ของโมเดล Part A ของรายการวัสดุลำดับที่ 0 ถึง 2 ในภาพที่ 3-3 สามารถแบ่งส่วนประกอบหลักได้ 5 ชิ้นส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย Part-a1, Part-a2, Part-a3, Part-a4 และ Part-a5 โดยทั้ง 5 ชิ้นส่วนหลักนั้น มีภาพจำลองและจำนวนชิ้นส่วนย่อย แสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุของโมเดล Part A

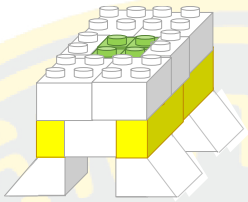
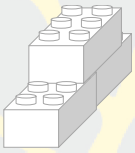
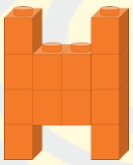
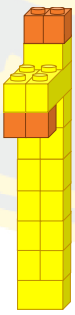
ลำดับ	ชิ้นส่วน	จำนวน	ส่วนประกอบ
1	Part-a1 	4	1x1 สีส้ม (8) 1x1 สีเหลือง (8) สามเหลี่ยม (4)
2	Part-a2	1	1x2 สีขาว (4) 2x2 สีขาว (6) 1x3 สีเหลือง (4) 1x1 สีเขียว (4)
3	Part-a3 	1	2x3 สีขาว (3) สามเหลี่ยม (1)
4	Part-a4	1	1x1 สีส้ม (8) 1x1 สีเหลือง (4) 1x2 สีเหลือง (2) 1x3 สีเหลือง (2)
5	Part-a5	1	1x1 สีเหลือง (4) 1x2 สีเหลือง (2) 2x2 สีเหลือง (1) 1x3 สีฟ้า (4) 2x2 สีฟ้า (5)



ภาพที่ 3-4 รายการวัสดุของโมเดล Part B

ภาพที่ 3-4 แสดงจากข้อมูลรายการวัสดุ (Bill of Materials) ของโมเดล Part B ของรายการวัสดุลำดับที่ 0 ถึง 2 ในภาพที่ 3-4 สามารถแบ่งส่วนประกอบหลักได้ 5 ชิ้นส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย Part-b1, Part-b2, Part-b3, Part-b4 และ Part-b5 โดยทั้ง 5 ชิ้นส่วนหลักนั้น มีภาพจำลองและจำนวนชิ้นส่วนย่อยแสดงดังตารางที่ 3-2

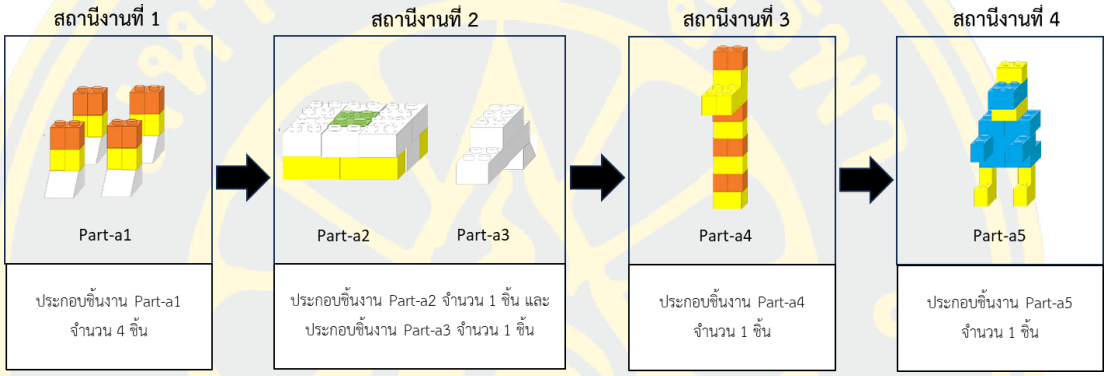
ตารางที่ 3-2 รายการวัสดุของโมเดล Part B

ลำดับ	ชิ้นส่วน	จำนวน	ส่วนประกอบ
1	Part-b1 	1	1x2 สีขาว (4) 2x2 สีขาว (6) 1x3 สีเหลือง (4) 1x1 สีเขียว (4) สามเหลี่ยม (5)
2	Part-b2 	1	2x3 สีขาว (3)
3	Part-b3 	1	1x2 สีส้ม (12)
4	Part-b4 	1	1x1 สีส้ม (4) 1x1 สีเหลือง (12) 1x2 สีเหลือง (2) 1x3 สีเหลือง (2)
5	Part-b5	1	1x1 สีเหลือง (4) 1x2 สีเหลือง (2) 2x2 สีเหลือง (1) 1x3 สีฟ้า (4) 2x2 สีฟ้า (5)

การกำหนดลำดับการผลิตและพื้นที่จำลองสถานการณ์การผลิต

1. การกำหนดลำดับการผลิต

เมื่อทราบรายการวัสดุของโมเดล Part A และ Part B เสร็จเรียบร้อย ขั้นตอนถัดมา คือ การกำหนดลำดับขั้นตอนการประกอบโมเดลสำหรับสถานีงานต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต โดยผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดของขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโมเดล Part A แบ่งออก 4 สถานีงาน คือ สถานีประกอบ Part-a1 สถานีประกอบ Part-a2 และ Part-a3 สถานีประกอบ Part-a4 และสถานีประกอบ Part-a5 ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A ทั้ง 4 สถานีงาน

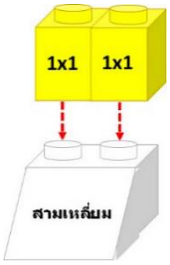
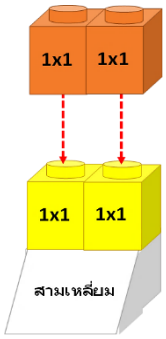
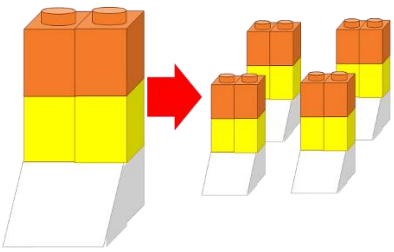
1.1 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-a1

สถานีงานที่ 1 มีขั้นตอนการประกอบ Part-a1 ทั้งหมด 4 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนเท้าของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

- 1x1 สีส้ม จำนวน 8 ชิ้น
- 1x1 สีเหลือง จำนวน 8 ชิ้น
- สามเหลี่ยม จำนวน 4 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-a1

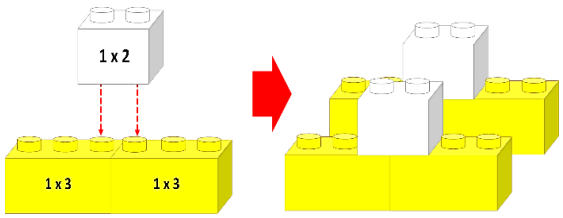
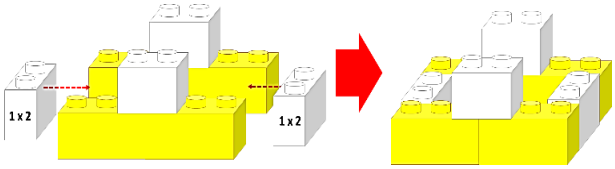
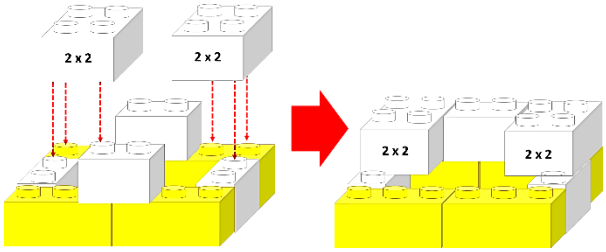
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x1 สีเหลือง 2 ชิ้น ประกอบบนสามเหลี่ยม
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x1 สีส้ม 2 ชิ้น ประกอบบน 1X1 สีเหลือง
ขั้นตอนที่ 3		ทำทั้งหมด 4 ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.2 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a2 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนลำตัวของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

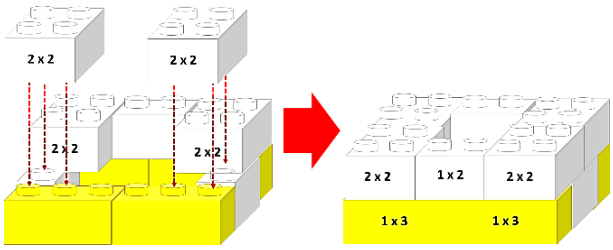
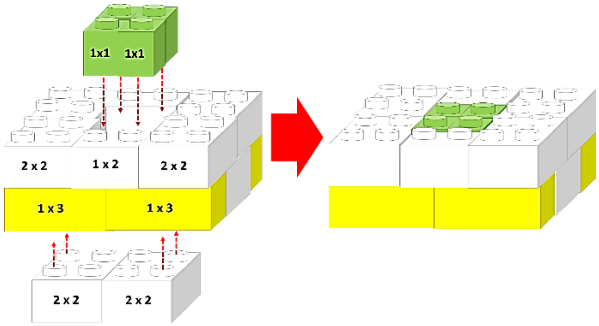
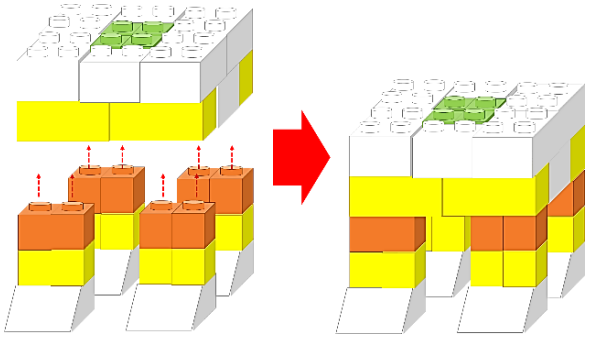
- 1x2 สีขาว จำนวน 4 ชิ้น
- 2x2 สีขาว จำนวน 6 ชิ้น
- 1x3 สีเหลือง จำนวน 4 ชิ้น
- 1x1 สีเขียว จำนวน 4 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a2

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x3 สีเหลือง 2 ชิ้นวางติดกันและนำ 1x2 สีขาวประกอบบนกึ่งกลาง ทำทั้งหมด 2 ชิ้น ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x2 สีขาว 2 ชิ้น วางอยู่กึ่งกลางของทั้งทางซ้ายและทางขวา
ขั้นตอนที่ 3		นำ 2x2 สีขาว 2 ชิ้น ประกอบทางด้านหลัง ดังภาพ

ตารางที่ 3-4 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a2 (ต่อ)

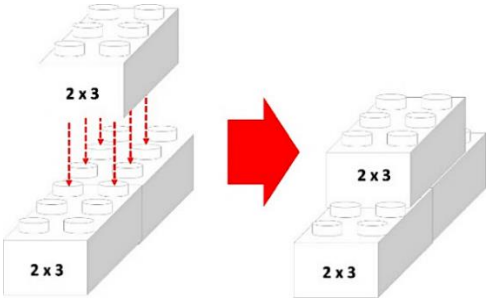
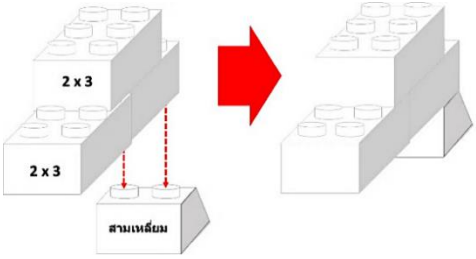
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 4		นำ 2x2 สีขาว 2 ชิ้น ประกอบทางด้านหน้า ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 5		นำ 1x1 สีเขียว 4 ชิ้น ประกอบส่วนตรงกลางจากด้านบน และนำ 2x2 สีขาว ประกอบตรงกลางด้านล่าง ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 6		นำ Part-a1 ทั้ง 4 ชิ้นประกอบเข้ากับ Part- a2 ดังภาพ ตรวจสอบคุณภาพ

1.3 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a3 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนอานของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

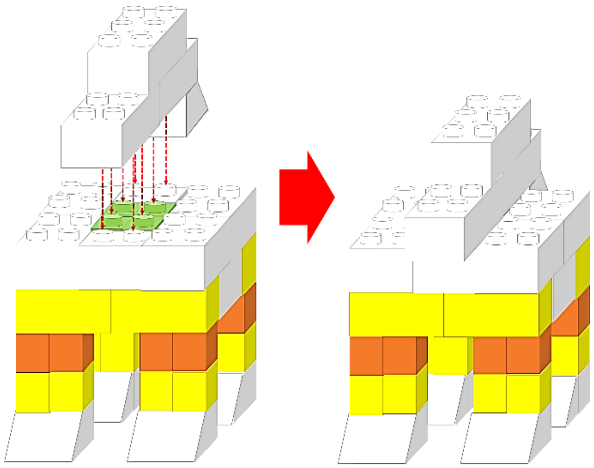
- 2x3 สีขาว จำนวน 3 ชิ้น
- สามเหลี่ยม จำนวน 1 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a3

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 2x3 สีขาว 2 ชิ้น วางชิดกัน และนำ 2x3 สีขาวประกอบจากทางด้านบน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำชิ้นส่วนจากขั้นตอนที่ 1 ประกอบเข้ากับสามเหลี่ยม ดังภาพ

ตารางที่ 3-5 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-a3

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำ Part-a3 ประกอบจากทางด้านบนเข้ากับส่วนประกอบ Part-a1 และ Part-a2 จากนั้นตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

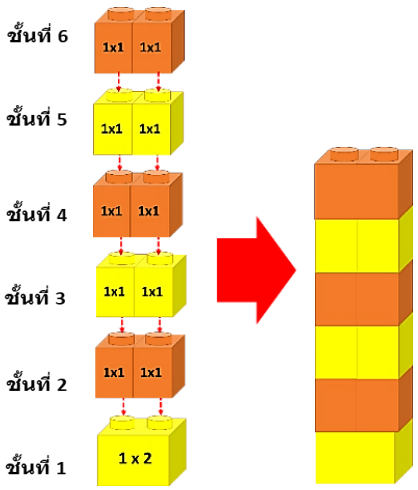
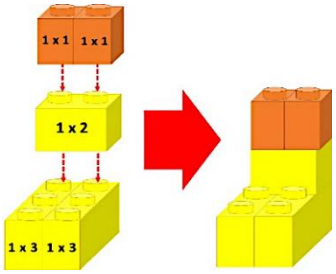
BURAPHA UNIVERSITY

1.4 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-a4 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนหัวของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

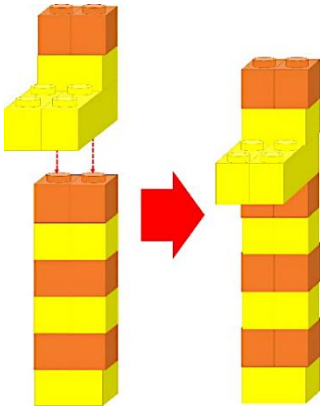
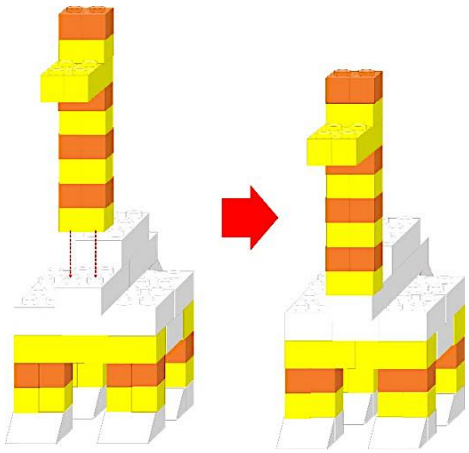
- 1x1 สีส้ม จำนวน 8 ชิ้น
- 1x1 สีเหลือง จำนวน 4 ชิ้น
- 1x2 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น
- 1x3 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-a4

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x2 สีเหลือง 1 ชิ้น วางเป็นฐานชั้นที่ 1 จากนั้นนำ 1x1 สีส้ม 2 ชิ้นประกอบสลับกับ 1x1 สีเหลือง 2 ชั้น สลับสีกันจนครบ 6 ชั้น ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x3 เหลือง 2 ชิ้น วางชิดกัน จากนั้นนำ 1x2 สีเหลืองและนำ 1x1 สีส้ม 2 ชิ้น ประกอบจากด้านบนตามลำดับ ดังภาพ

ตารางที่ 3-6 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-a4 (ต่อ)

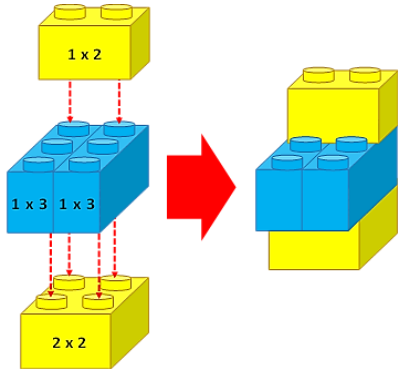
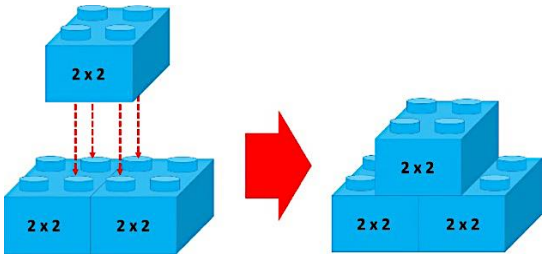
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำชิ้นส่วนของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 4		นำ Part-a4 ประกอบเข้ากับส่วนที่รับมาจากสถานีก่อนหน้า ตรวจสอบคุณภาพ และส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.5 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-a5 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนคนของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

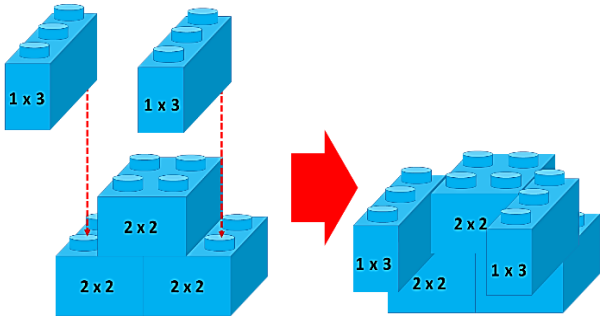
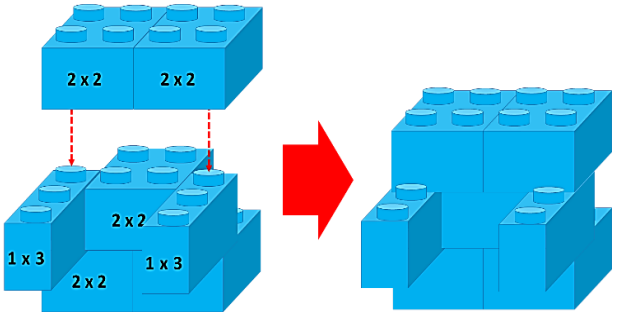
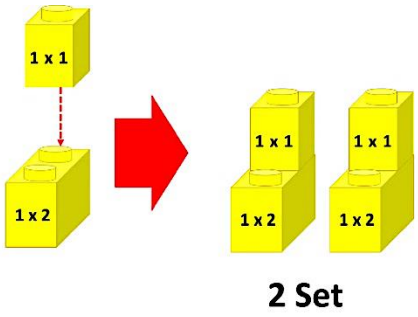
- 1x1 สีเหลือง จำนวน 4 ชิ้น
- 1x2 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น
- 2x2 สีเหลือง จำนวน 1 ชิ้น
- 1x3 สีฟ้า จำนวน 4 ชิ้น
- 2x2 สีฟ้า จำนวน 5 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-7

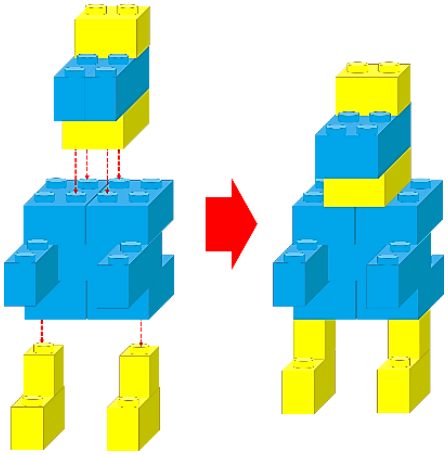
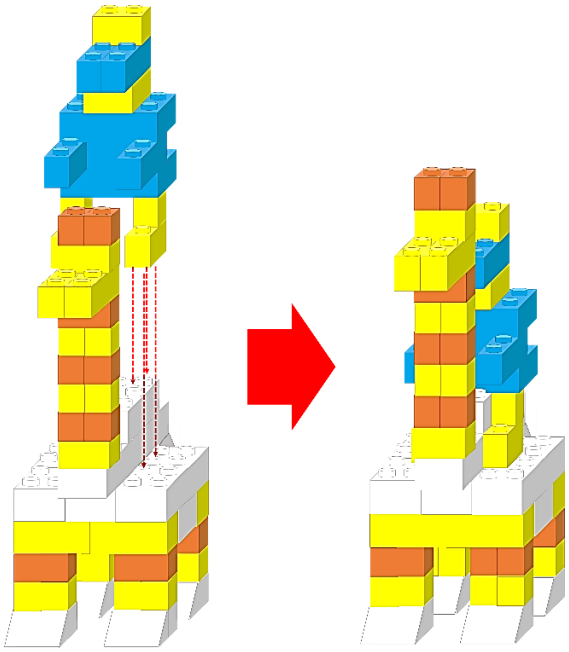
ตารางที่ 3-7 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-a5

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 2x2 สีเหลือง 1 ชิ้นวางเป็นฐาน จากนั้นนำ 1x3 สีฟ้า 2 ชิ้น และ 1x2 สีเหลือง 1 ชิ้น ประกอบจากด้านบนตามลำดับ ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 2x2 สีฟ้า 2 ชิ้น วางชิดกัน จากนั้นนำ 2x2 สีฟ้าประกอบจากด้านบน ดังภาพ

ตารางที่ 3-7 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-a5 (ต่อ)

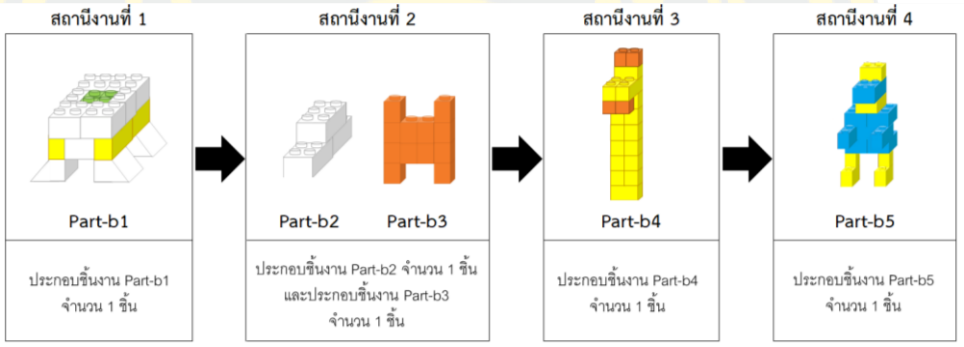
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำ 1x3 สีฟ้า 2 ชิ้น ประกอบจากด้านบนทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 4		นำ 2x2 สีฟ้า 2 ชิ้น ประกอบเข้ากับส่วนของขั้นตอนที่ 3 ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 5		นำ 1x2 สีเหลือง ประกอบกับ 1x1 สีเหลือง ประกอบทั้งหมด 2 ชิ้น ดังภาพ

ตารางที่ 3-7 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-a5 (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 6		นำส่วนประกอบของขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 7		นำ Part-5 ประกอบเข้ากับส่วนประกอบจากสถานีงานก่อนหน้าตามตำแหน่ง ดังภาพ Part A ถือเป็นอันสำเร็จ

โมเดล Part B ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความแตกต่างจากโมเดล Part A คือ ส่วนประกอบของ Part-b2 และ Part-b3 แต่มีจำนวนส่วนประกอบของชิ้นเท่ากัน โดยวัตถุประสงค์ของประกอบโมเดล Part B เพื่อเปรียบเทียบเวลาของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเปลี่ยนแปลงโมเดลในการทดลองแล้ว ผู้ทำการทดลองจะสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการประกอบโมเดลในรอบที่ 3

โมเดล Part B แบ่งออก 4 สถานีงาน คือ สถานีประกอบชิ้นงาน Part-b1 สถานีประกอบ Part-b2 และ Part-b3 สถานีประกอบ Part-b4 และสถานีประกอบ Part-b5 ดังภาพที่ 3-6



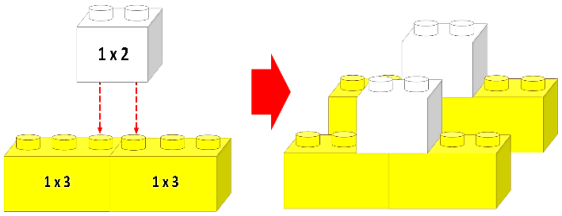
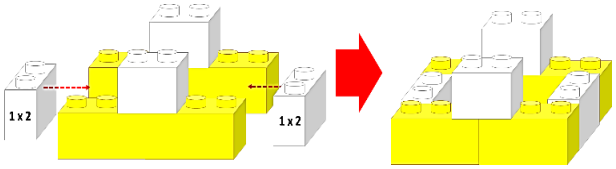
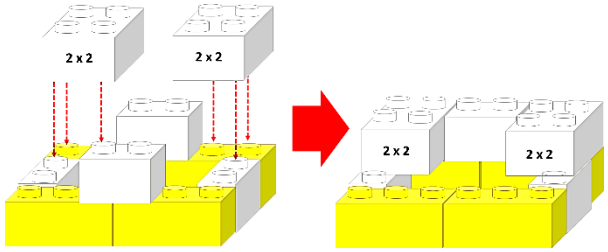
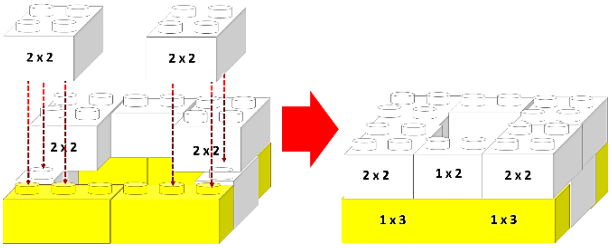
ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part B ทั้ง 4 สถานีงาน

1.6 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-b1 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนลำตัวของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

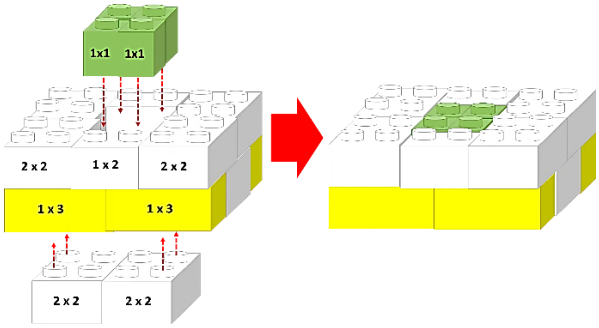
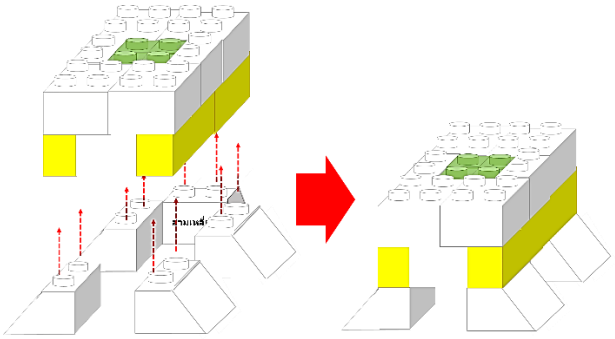
- 1x2 สีขาว จำนวน 4 ชิ้น
- 2x2 สีขาว จำนวน 6 ชิ้น
- 1x3 สีเหลือง จำนวน 4 ชิ้น
- 1x1 สีเขียว จำนวน 4 ชิ้น
- สามเหลี่ยม จำนวน 5 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-b1

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x3 สีเหลือง 2 ชิ้นวางติดกันและนำ 1x2 สีขาวประกอบบนกึ่งกลาง ทำทั้งหมด 2 ชิ้น ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x2 สีขาว 2 ชิ้นวางอยู่กึ่งกลางของทั้งทางซ้ายและทางขวา
ขั้นตอนที่ 3		นำ 2x2 สีขาว 2 ชิ้นประกอบทางด้านหลัง ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 4		นำ 2x2 สีขาว 2 ชิ้นประกอบทางด้านหน้า ดังภาพ

ตารางที่ 3-8 สถานีงานที่ 1 ขั้นตอนการประกอบ Part-b1 (ต่อ)

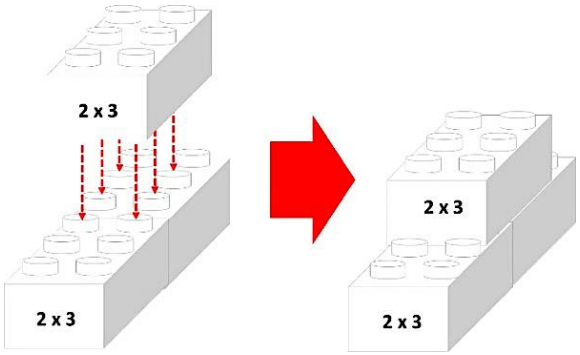
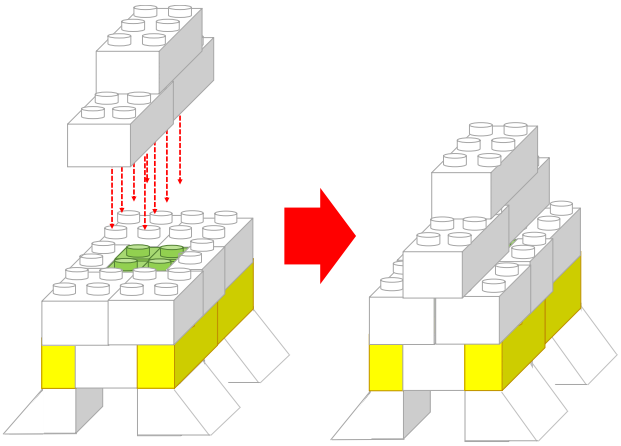
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 5		นำ 1x1 สีเขียว 4 ชิ้น ประกอบส่วนตรงกลางจากด้านบน และนำ 2x2 สีขาว ประกอบตรงกลางด้านล่าง ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 6		นำสามเหลี่ยมทั้ง 5 ชิ้นประกอบเข้าดังล่าง ดังภาพ ตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.7 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b2 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนอานของโมเดล Part B ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

- 2x3 สีขาว จำนวน 3 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 2 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b2

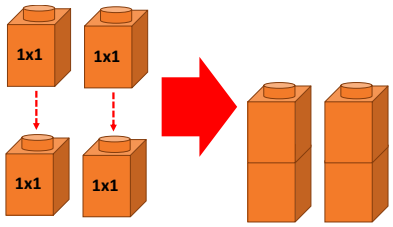
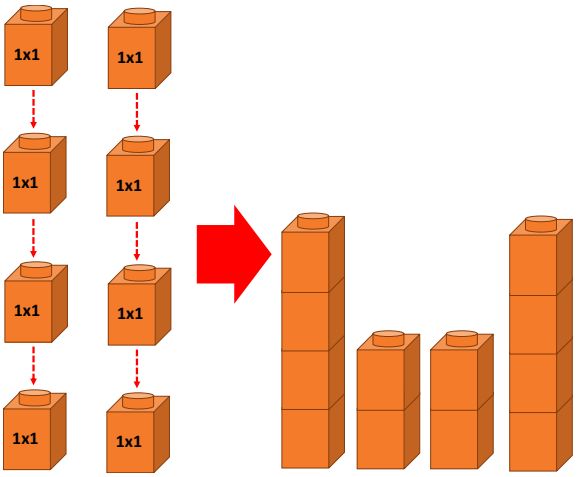
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 2x3 สีขาว 2 ชิ้น วางชิดกัน และนำ 2x3 สีขาวประกอบจากทางด้านบน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ Part-b2 ประกอบจากทางด้านบนเข้ากับส่วนประกอบ Part-b1 จากนั้นตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.8 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b3 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนอานของโมเดล Part A ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

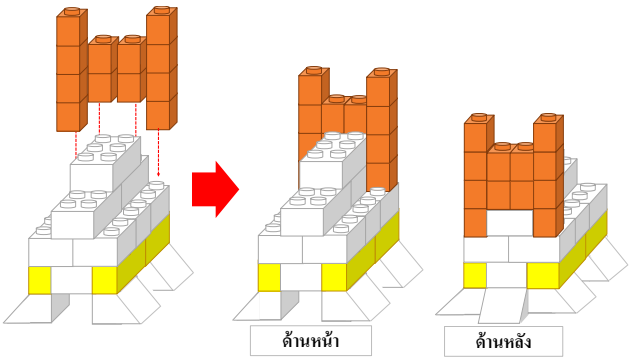
- 1x1 สีส้ม จำนวน 12 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b3

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x1 สีส้ม 2 ชิ้น ประกอบกันจากทางด้านบน ทำทั้งหมด 2 Set ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x1 สีส้ม 4 ชิ้น ประกอบกันจากทางด้านบน รวมทั้งหมด 2 Set ดังภาพ

ตารางที่ 3-10 สถานีงานที่ 2 ขั้นตอนการประกอบ Part-b3 (ต่อ)

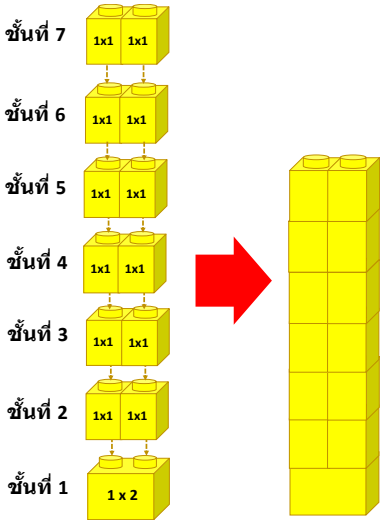
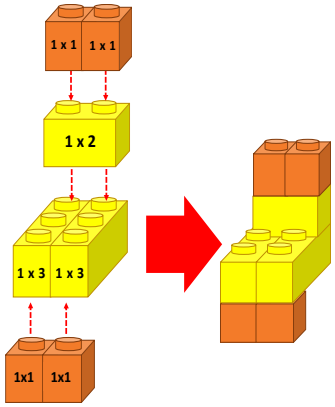
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำ Part-b1 ที่ประกอบกับ Part-b2 ประกอบกับชิ้นส่วนจากขั้นตอนที่ 2 ดังภาพ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.9 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-b4 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนหัวของโมเดล Part B ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

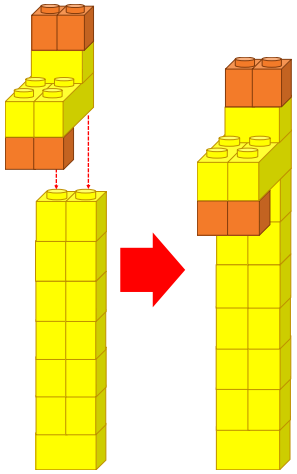
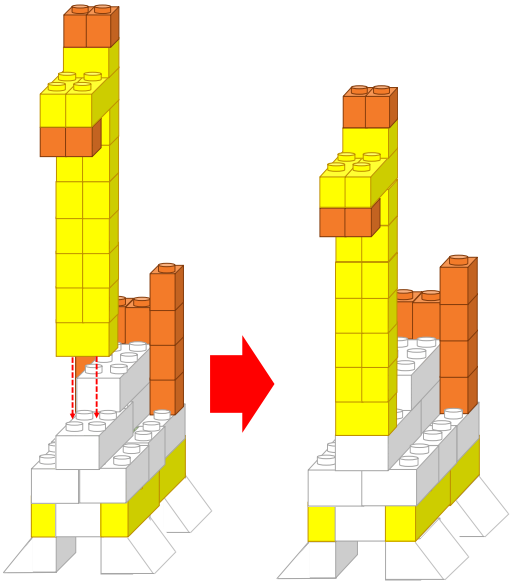
- 1x1 สีส้ม จำนวน 4 ชิ้น
- 1x1 สีเหลือง จำนวน 12 ชิ้น
- 1x2 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น
- 1x3 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-b4

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 1x2 สีเหลือง 1 ชิ้น วางเป็นฐานชั้นที่ 1 จากนั้นนำ 1x1 เหลือง 2 ชิ้น ประกอบสลับกับ 1x1 สีเหลือง 2 ชั้น สลับสีกันจนครบ 7 ชั้น ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 1x3 เหลือง 2 ชิ้น วางชิดกัน จากนั้นนำ 1x2 สีเหลืองและนำ 1x1 สีส้ม 2 ชิ้น ประกอบจากด้านบนและด้านล่าง ตามลำดับ ดังภาพ

ตารางที่ 3-11 สถานีงานที่ 3 ขั้นตอนการประกอบ Part-b4 (ต่อ)

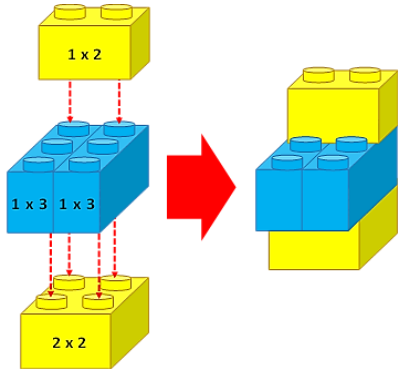
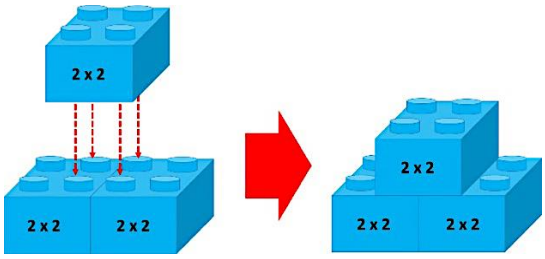
ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำชิ้นส่วนของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 4		นำ Part-b4 ประกอบเข้ากับส่วนที่รับมาจากสถานีก่อนหน้า ตรวจสอบคุณภาพ และส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

1.10 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-b5 จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนคนของโมเดล Part B ส่วนประกอบย่อยประกอบไปด้วย

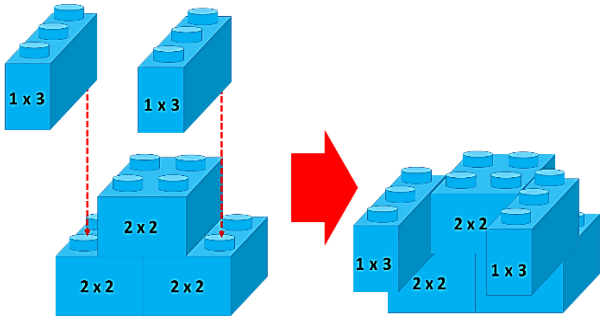
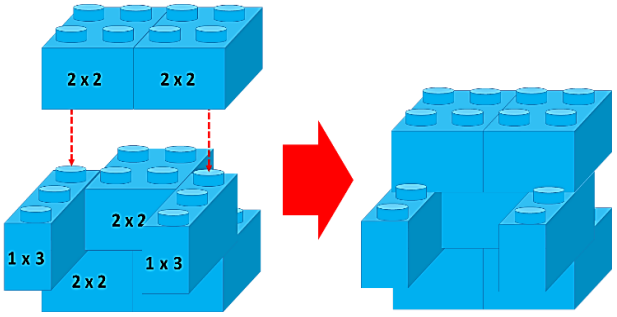
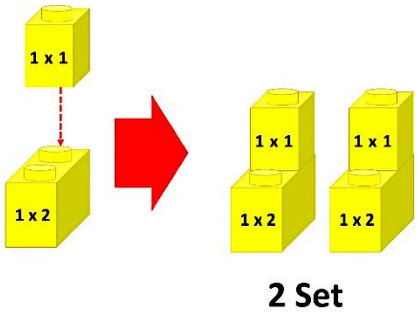
- 1x1 สีเหลือง จำนวน 4 ชิ้น
- 1x2 สีเหลือง จำนวน 2 ชิ้น
- 2x2 สีเหลือง จำนวน 1 ชิ้น
- 1x3 สีฟ้า จำนวน 4 ชิ้น
- 2x2 สีฟ้า จำนวน 5 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการประกอบทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3-12

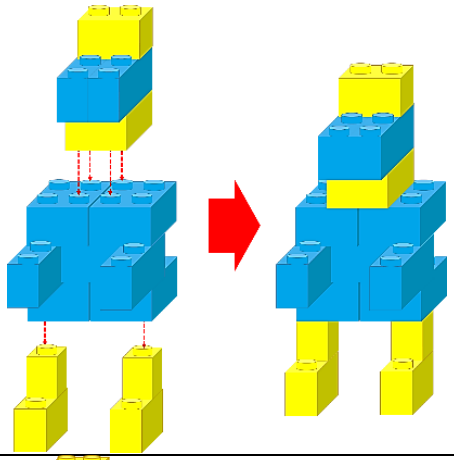
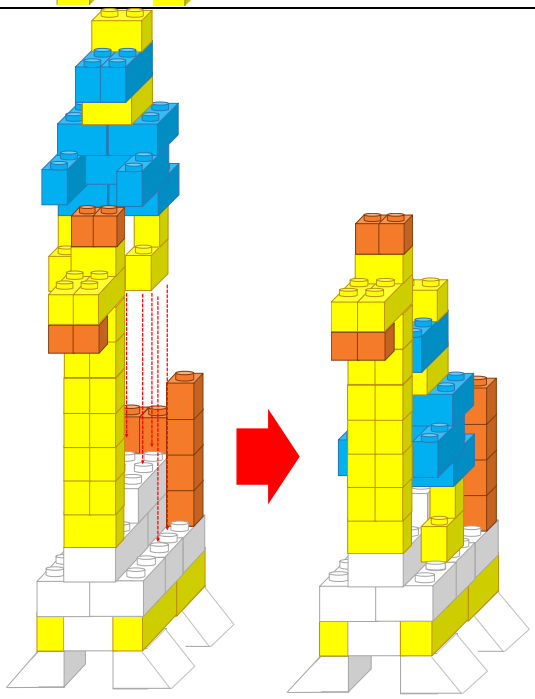
ตารางที่ 3-12 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-b5

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 1		นำ 2x2 สีเหลือง 1 ชิ้นวางเป็นฐาน จากนั้นนำ 1x3 สีฟ้า 2 ชิ้น และ 1x2 สีเหลือง 1 ชิ้น ประกอบจากด้านบนตามลำดับ ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 2		นำ 2x2 สีฟ้า 2 ชิ้น วางชิดกัน จากนั้นนำ 2x2 สีฟ้าประกอบจากด้านบน ดังภาพ

ตารางที่ 3-12 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-b5 (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 3		นำ 1x3 สีฟ้า 2 ชิ้น ประกอบจากด้านบนทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 4		นำ 2x2 สีฟ้า 2 ชิ้น ประกอบเข้ากับส่วนของขั้นตอนที่ 3 ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 5		นำ 1x2 สีเหลือง ประกอบกับ 1x1 สีเหลือง ประกอบทั้งหมด 2 ชิ้น ดังภาพ

ตารางที่ 3-12 สถานีงานที่ 4 ขั้นตอนการประกอบ Part-b5 (ต่อ)

ขั้นตอน	รูปภาพ	วิธีการปฏิบัติ
ขั้นตอนที่ 6		นำส่วนประกอบของขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพ
ขั้นตอนที่ 7		นำ Part-b5 ประกอบเข้ากับส่วนประกอบจากสถานีงานก่อนหน้าตามตำแหน่ง ดังภาพ Part B ถือเป็นอันสำเร็จ

การจัดทำข้อสอบวัดความรู้ แบบฟอร์มบันทึกเวลาการทำงานและแบบประเมินความพึงพอใจ

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารสำหรับผู้ร่วมการทดลองที่จะต้องใช้ตลอดการร่วมทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองนี้ รายละเอียดจะแสดงดังต่อไปนี้

1. ข้อสอบวัดความรู้

ในการออกแบบข้อสอบวัดความรู้นั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อสอบ 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ข้อสอบสำหรับวัดความจำและข้อสอบสำหรับวัดความเข้าใจ โดยข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาเรื่องความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม การศึกษาเวลา 7 ความสูญเปล่า แนวคิด ECRS แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต และการจัดสมดุลการผลิต ซึ่งข้อสอบที่นำไปทดสอบก่อนและหลังการทดลองจำนวน 15 ข้อ แสดงดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 ตารางแสดงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จำนวนข้อสอบทั้งหมด และจำนวนข้อสอบที่นำไปใช้

ลำดับ	เนื้อหา	ข้อที่	จำนวนข้อสอบทั้งหมด	สัดส่วน
1	ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)	ข้อ 1-4	4	13%
2	การศึกษาเวลา (Time Study)	ข้อ 5-13	9	30%
3	ความสูญเปล่า 7 ประการ	ข้อ 14-16	3	10%
4	แนวคิด ECRS	ข้อ 17-20	4	13%
5	แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส	ข้อ 21-24	4	13%
6	มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table ,3 Ten)	ข้อ 25-27	3	10%
7	การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)	ข้อ 28-30	3	10%
จำนวนข้อสอบทั้งหมด			30	100%

จากตารางที่ 3-13 การกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบไม่เท่ากัน โดยข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาเวลาจะให้ความสำคัญมากที่สุด มีสัดส่วนเท่ากับ 30% เนื่องจากในการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองนี้มุ่งเน้นให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจเครื่องมือและตัวแปรสำคัญของการบันทึกเวลาที่เป็นพื้นฐานของสำคัญของการปรับปรุงกระบวนการผลิต ส่วนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับนิยาม

ของการศึกษาวิธีการทำงาน แนวคิด ECRS 5ส และ 7 ความสูญเปล่า (7 Waste) มีสัดส่วนเท่ากับ 13% ที่เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้สำหรับการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิต สุดท้ายเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องการจัดทำมาตรฐาน และการจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing) มีสัดส่วนเท่ากับ 10% ตามลำดับ

ตัวอย่างข้อสอบสำหรับวัดความรู้ของผู้ร่วมการทดลอง (วัดความจำ)

<u>คำถาม</u> Takt Time คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

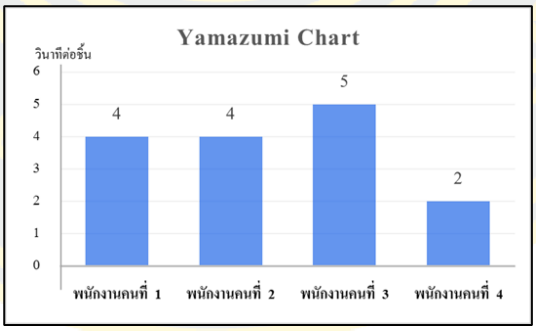
ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal Time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance Time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข. ความหมายของ Takt time คือเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ตัวอย่างข้อสอบสำหรับวัดความรู้ของผู้ร่วมการทดลอง (วัดความเข้าใจ)

<u>คำถาม</u> จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck)



ก. พนักงานคนที่ 1

ข. พนักงานคนที่ 2

ค. พนักงานคนที่ 3

ง. พนักงานคนที่ 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค. เพราะพนักงานคนที่ 3 มีเวลาการผลิตชิ้นงานนานที่สุด

ในการออกแบบข้อสอบวัดความรู้นั้น ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำข้อสอบวัดความรู้สำหรับก่อนและหลังการอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญเหมาะสมวัดผลและประเมิน จำนวนอย่าง

น้อย 3 ท่าน เพื่อพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือและความสอดคล้อง IOC (Index of Consistency) ผลการหาค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นในชุดข้อสอบของผู้วิจัยผ่านการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน(แสดงในภาคผนวก ก) มีความเหมาะสมจากผลการวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดข้อสอบวัดความรู้ มีค่าเฉลี่ยของดัชนีเท่ากับ 0.72 จึงสรุปได้ว่าชุดข้อสอบวัดความรู้สำหรับก่อนและหลังการทดลองสามารถนำไปใช้ได้และทำให้ได้ข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการฝึกอบรม แสดงในภาคผนวก ก-2.1 และภาคผนวก ก-2.2 โดยรายละเอียดของสัดส่วนจำนวนข้อสอบต่อเนื้อหาแต่ละส่วนจะแสดงในหัวข้อที่ 3.4.2.1

หลังจากการทดลองผู้วิจัยจะหาค่าประสิทธิภาพของข้อสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม โดยใช้วิธีการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ (Mequigans) โดยการคำนวณหาค่าจากสัดส่วนคะแนนข้อสอบก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม ถ้าหากค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าการฝึกอบรมนั้นมีประสิทธิภาพสูง (ธนสร กิรัมย์, 2553) สามารถคำนวณได้จากสมการ 3-1

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Posttest}}{\text{Pretest}} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ Posttest = คะแนนที่ได้จากการทำข้อสอบหลังฝึกอบรม

Pretest = คะแนนที่ได้จากการทำข้อสอบก่อนฝึกอบรม

2. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกเวลาการทำงาน

ผู้วิจัยได้ออกแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ในการทดลองประกอบด้วย แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Chart) แผนภาพการทำงาน (Standardize work sheet) แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination table) และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

2.1 แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet)

เอกสารนี้จะถูกใช้ในขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นผู้ทำการเก็บข้อมูลเวลาจากการบันทึกวิดิโอของแต่ละสถานีงานและบันทึกเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) ตามที่ปรากฏในภาพที่ 3-7

เอกสารมีรายละเอียดที่สำคัญสำหรับการบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกเวลานี้ประกอบด้วยข้อมูล 8 ส่วน ดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. กระบวนการ (Process)

3. ผู้รับผิดชอบ (Responsible)

4. วันที่ (Date)

5. ลำดับ

6. รายละเอียดแต่ละกระบวนการ เช่น หยิบชิ้นงาน ประกอบชิ้นงาน เดิน

7. เวลาของการสังเกต หน่วยเป็นวินาที

8. เวลาเฉลี่ยจากการจับเวลาครบ 10 ครั้ง หน่วยเป็นวินาที

9. หมายเหตุ

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

โมเดล (Model)	1	ผู้รับผิดชอบ (Responsible)	3
กระบวนการ (Process)	2	วันที่ (Date)	4

Allowance = 5%

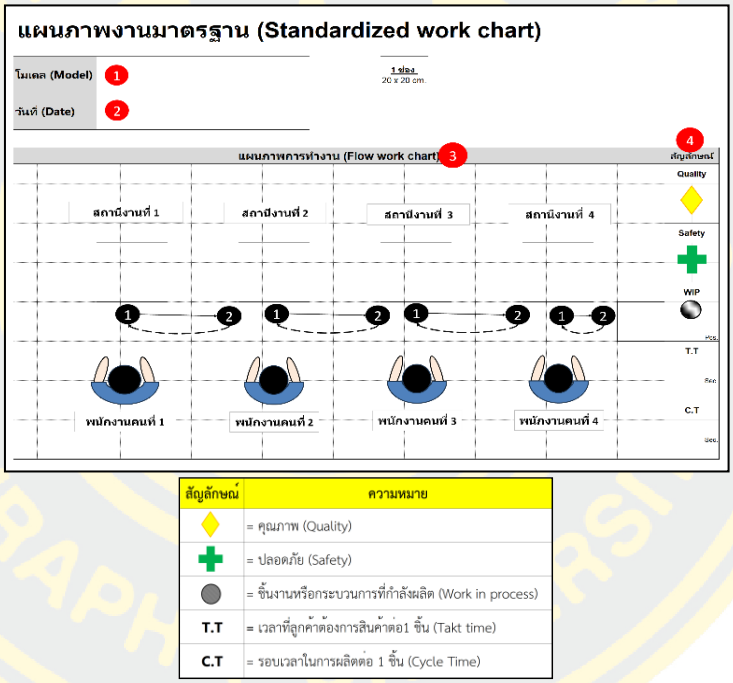
ลำดับ 5	รายละเอียดแต่ละกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที) 7										เวลาเฉลี่ย (วินาที) 8
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
หมายเหตุ 9												

ภาพที่ 3-7 แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet)

2.2 แผนภาพการทำงาน (Standardize Work Chat)

แผนภาพนี้ใช้เขียนแสดงรายละเอียดพื้นที่การทำงานของแต่ละสถานีงาน ดังภาพที่ 3-8เป็นเครื่องมือที่แสดงแผนผังเชื่อมโยงการปฏิบัติงานและการกำหนดขอบเขตการทำงานของพนักงานแต่ละคนที่เป็นมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่ต้องทำการบันทึก ดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. วันที่ (Date)
3. แผนภาพการทำงาน (Flow Work Chart)
4. สัญลักษณ์



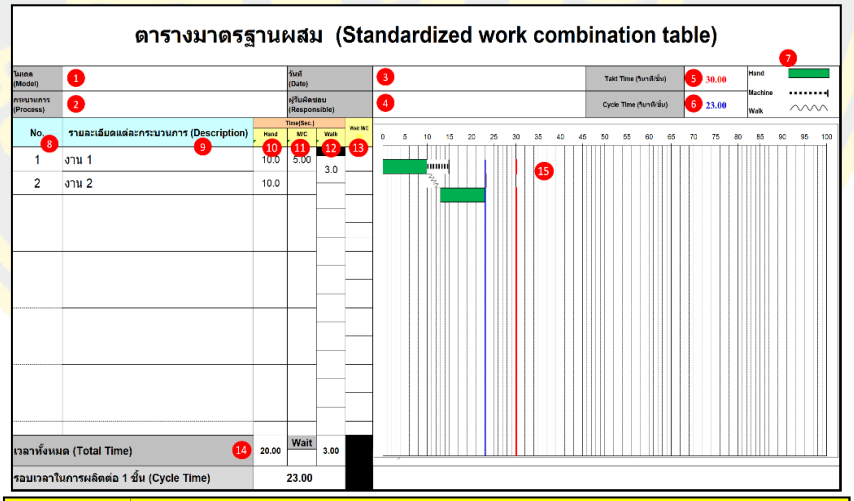
ภาพที่ 3-8 แผนภาพการทำงาน (Standardize Work Chart)

2.3 แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination table)

ตารางมาตรฐานผสมจะใช้สำหรับการนำเวลาเฉลี่ยงานย่อยของแต่ละสถานีงานจากแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) มาบันทึกลงในโปรแกรมแสดงตารางมาตรฐานผสม เพื่อศึกษาและแสดงรายละเอียดลำดับขั้นตอนการทำงานและสรุปรอบเวลาในการผลิต (Cycle time) ของแต่ละสถานีงาน ดังภาพที่ 3-9 โดยมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. กระบวนการ (Process)

3. วันที่ (Date)
4. ผู้รับผิดชอบ (Responsible)
5. เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ1 ชิ้น (Takt Time)
6. รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time)
7. สัญลักษณ์
8. ลำดับ (No.)
9. รายละเอียดแต่ละกระบวนการ (Description)
10. ช่องกรอกเวลาสำหรับการทำงานโดยใช้มือ (Hand)
11. ช่องกรอกเวลาสำหรับการทำงานโดยใช้เครื่องจักร (Machine)
12. ช่องกรอกเวลาสำหรับการเดินในกระบวนการผลิต (Walk)
13. ช่องกรอกเวลาสำหรับเวลารอคอยในการทำงาน (Wait)
14. ช่องสรุปเวลาทั้งหมด (Total Time)
15. แผนภาพที่จะแสดงสัญลักษณ์ของเวลาแต่ละประเภทจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด



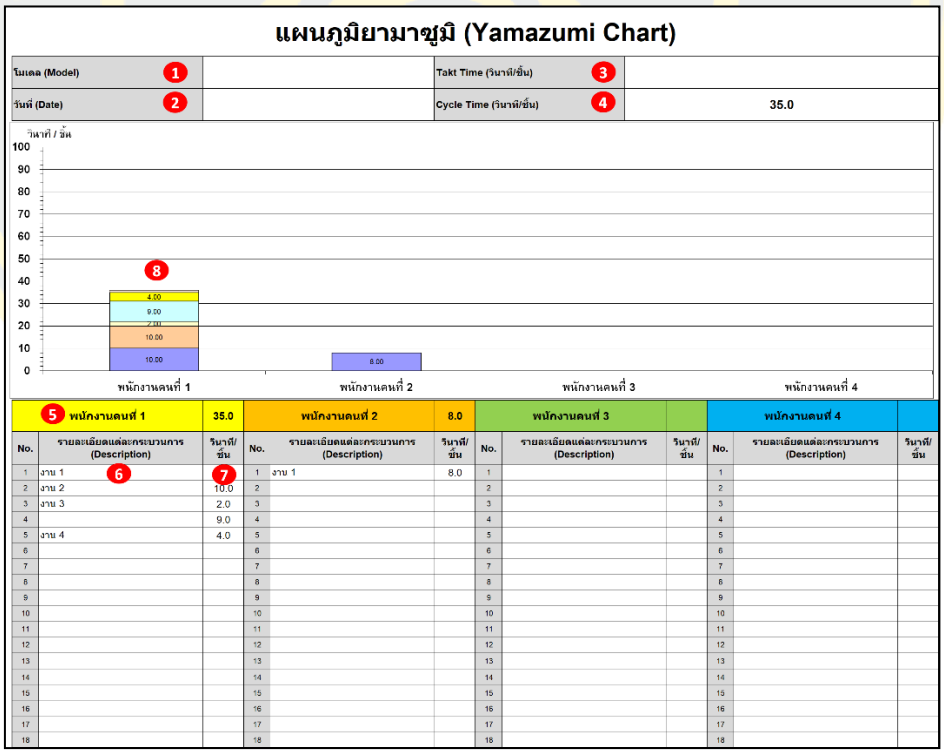
สัญลักษณ์	ความหมาย
	= ช่วงเวลาการทำงานโดยใช้มือในกระบวนการผลิต (Hand)
	= ช่วงเวลาการทำงานโดยใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต (Machine)
	= ช่วงเวลาการเดินในกระบวนการผลิต (Walk)

ภาพที่ 3-9 ตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table)

2.4 แบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

แผนภูมินี้ใช้สำหรับนำเวลาเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการจากแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) มาบันทึกลงในโปรแกรมแสดงแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าเวลาของการทำงานและสามารถนำไปใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ได้แสดงดังภาพที่ 3-10 ซึ่งข้อมูลที่ผู้เข้าร่วมการทดลองต้องบันทึกลงในแบบฟอร์มดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. วันที่ (Date)
3. เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ1 ชิ้น (Takt time)
4. รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time)
5. ช่องแสดงลำดับพนักงานและเวลาในการทำงาน
6. รายละเอียดแต่ละกระบวนการ (Description)
7. เวลาของแต่ละกระบวนการ หน่วยเป็นวินาทีต่อชิ้น
8. แผนภาพแสดงภาพรวมการทำงานทั้งหมดของพนักงานแต่ละคน



ภาพที่ 3-10 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

3. แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลอง แบ่งส่วนการประเมิน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป มีหัวข้อทั้งหมด 4 ข้อได้แก่ เพศ ระดับชั้นปีการศึกษา วุฒิการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงานภาคอุตสาหกรรม

ส่วนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมการทดลองที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมทั้งหมด 3 ข้อ คือ ประเมินชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B ประเมินการฝึกอบรมและประเมินวิทยากร ดังตารางที่ 3-14 (มานพ สุขสนิท, 2559) โดยการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับได้แก่

4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตารางที่ 3-14 ข้อคำถามในการประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมการทดลอง

ข้อคำถามในแบบประเมินความพึงพอใจ
1. ประเมินชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B
1.1 กำหนดวิธีการและขั้นตอนการประกอบได้ชัดเจน
1.2 ระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B มีความเหมาะสม
1.3 ขั้นตอนการประกอบได้เข้าใจง่าย
1.4 สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B ได้
1.5 สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้
2. ประเมินการฝึกอบรม
2.1 เนื้อหาในการฝึกอบรมตรงตามวัตถุประสงค์
2.2 ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม
2.3 หลักสูตรเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของผู้ร่วมการทดลอง
2.4 สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

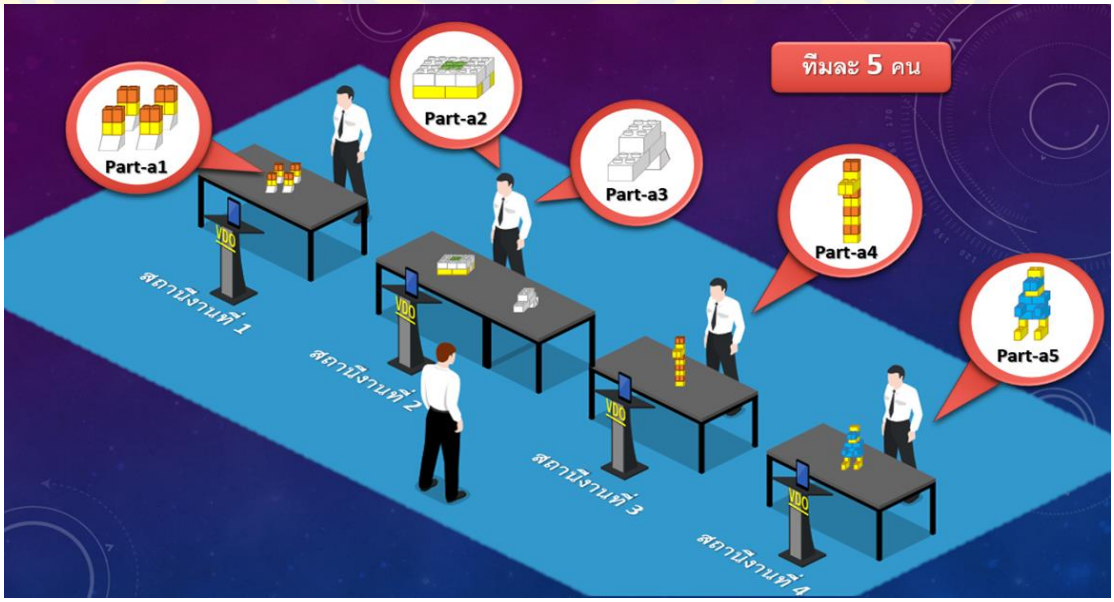
ตารางที่ 3-14 ข้อคำถามในการประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมการทดลอง (ต่อ)

ข้อคำถามในแบบประเมินความพึงพอใจ
. ประเมินวิทยากร
3.1 ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร
3.2 การเรียงลำดับบรรยายเนื้อหาได้ครบถ้วน
3.3 การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น
3.4 การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน

การกำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง

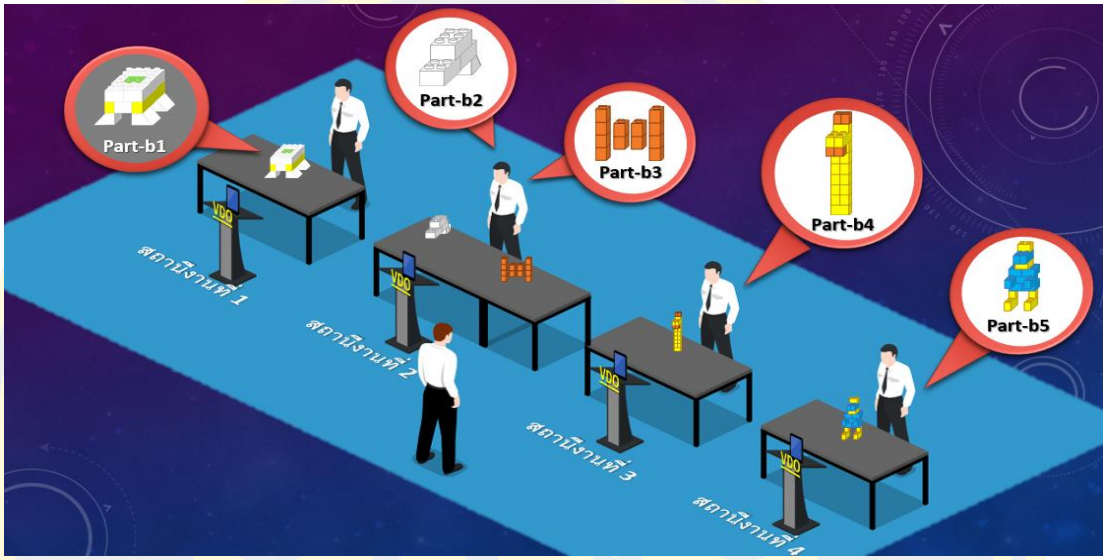
1. การกำหนดสถานีงาน

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโมเดล Part A แบ่งออก 4 สถานีงาน คือ สถานีประกอบชิ้นงาน Part-a1 สถานีประกอบ Part-a2 และ Part-a3 สถานีประกอบ Part-a4 และสถานีประกอบ Part-a5 มีกลุ่มตัวอย่างประจำตำแหน่งสถานีละ 1 คน และกลุ่มตัวอย่างทำหน้าที่บันทึกภาพ 1 คน ดังแสดงในภาพที่ 3-11 (รายละเอียดประกอบชิ้นงานได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ที่หัวข้อ 3.2)



ภาพที่ 3-11 ผังสถานีงานต่าง ๆ ของสายการผลิตแบบประกอบโมเดลแต่ละส่วนโมเดล Part A

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part B มีรูปแบบคล้าย Part A โดยแบ่งออก 4 สถานีงาน คือ สถานีประกอบชิ้นงาน Part-b1 สถานีประกอบ Part-b2 และ Part-b3 สถานีประกอบ Part-b4 และสถานีประกอบ Part-b5 มีกลุ่มตัวอย่างประจำตำแหน่งสถานีละ 1 คนและทำหน้าที่บันทึกภาพ 1 คน ดังแสดงในภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ผังสถานีงานต่าง ๆ ของสายการผลิตแบบประกอบโมเดลแต่ละส่วนโมเดล Part B

2. วิธีการทดลอง

วิธีในการทดลองสำหรับชุดฝึกสถานีงานจำลองการประกอบโมเดล Part A และ Part B นั้นจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

2.1 ข้อสอบก่อนและหลังการทดลอง

ข้อสอบก่อนและหลังการทดลองมีทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งข้อสอบที่นำไปทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีจำนวน 15 ข้อ แสดงในตารางที่ 3-15

ตารางที่ 3-15 ตารางแสดงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง จำนวนข้อสอบทั้งหมด และจำนวนข้อสอบที่นำไปใช้ก่อนและหลังการทดลอง

ลำดับ	เนื้อหา	ข้อที่	จำนวนข้อสอบ		ข้อสอบก่อนการทดลอง	ข้อสอบหลังการทดลอง
			ทั้งหมด	นำไปใช้		
1	ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)	ข้อ 1-4	4	2	1, 2	1, 4
2	การศึกษาเวลา (Time Study)	ข้อ 5-13	9	6	5, 6, 7, 10 , 12, 13	5, 8, 9, 10 , 12, 13
3	ความสูญเปล่า 7 ประการ	ข้อ 14-16	3	1	16	15
4	แนวคิด ECRS	ข้อ 17-20	4	2	17, 20	17, 18
5	แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส	ข้อ 21-24	4	1	22	21
6	มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต	ข้อ 25-27	3	2	25, 27	25, 27
7	การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)	ข้อ 28-30	3	1	30	30
	จำนวนข้อสอบรวม		30	15		

จากตารางที่ 3-15 ผู้วิจัยได้เลือกจำนวนข้อสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลองมีจำนวน 15 ข้อโดยปัจจัยที่ใช้เลือกคือ ค่าความยากง่ายของข้อสอบคะแนนอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกที่คะแนนมากกว่า 0.20 ขึ้นไป ค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 และค่า IOC ที่มากกว่า 0.50 ขึ้นไป และแบ่งสัดส่วนของข้อสอบที่ชี้วัดความจำและชี้วัดความเข้าใจเท่า ๆ กันที่ร้อยละ 50 (ประเภทข้อสอบชี้วัดความจำและชี้วัดความเข้าใจแสดงในภาคผนวก ก-1) และข้อสอบหลังการทดลองจะมีการสลับ

คำถาม (ข้อสอบก่อนการทดลอง 15 ข้อ แสดงในภาคผนวก ก-2.1 และข้อสอบหลังการทดลอง 15 ข้อ แสดงในภาคผนวก ก-2.2)

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองจะทำพร้อมกันครั้งละ 2 กลุ่ม ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่มการทดลอง มีดังนี้

- โมเดล Part A และ Part B จำนวนอย่างละ 10 ชุดต่อกลุ่ม (จำนวนครั้งในการทดลองได้แสดงที่มาในภาคผนวก ข)
- โต๊ะเรียนจำนวน 5 ชุดสำหรับ 4 สถานีงาน (ดังภาพที่ 3-11 และ ภาพที่ 3-12)
- กล่องสำหรับใส่ส่วนประกอบของโมเดลจำนวน 18 ชุดต่อกลุ่ม
- เอกสารประกอบการอบรมเนื้อหาในการทดลอง จำนวน 5 ชุดต่อกลุ่ม (แสดงในภาคผนวก ค-1)
- เอกสารอธิบายขั้นตอนการประกอบ Part a-1, Part a-2, Part a-3, Part a-4, Part a-5, Part b-1, Part b-2, Part b-3, Part b-4 และ Part b-5 รวมเป็น 1 ชุดต่อกลุ่ม และติดตั้งอยู่ที่แต่ละสถานีงานนั้น ๆ อีก 1 ชุดต่อกลุ่ม (แสดงในภาคผนวก ค-2)
- เอกสารประกอบการทดลอง (Lap Sheet) จำนวน 5 ชุดต่อกลุ่ม (แสดงในภาคผนวก ค-3)
- คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คจำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างใช้กรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา แผนภาพการทำงาน แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิในโปรแกรม Excel (แสดงในข้อ 3.3.2)
- โทรศัพท์มือถือพร้อมขาจับจำนวน 4 ชุดต่อกลุ่ม สำหรับบันทึกภาพและเวลาในการทำงานของแต่ละสถานี (ดังภาพที่ 3-11 และ ภาพที่ 3-12)
- คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คจำนวน 1 เครื่อง และ โปรเจคเตอร์ 1 เครื่อง สำหรับการบรรยายและการอธิบายวิธีการทดลอง

2.3 กลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นนิสิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน และชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน สัดส่วนสมดุลกันระหว่างเพศชายและหญิง แบ่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5 คน ดังนั้นจะมีกลุ่มตัวอย่างจากชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 อย่างละ 6 กลุ่ม รวมเป็น 12 กลุ่ม กำหนดให้สมาชิก 1 คนดูแล 1 สถานีงาน และแต่ละกลุ่มจะมีผู้บันทึกภาพเคลื่อนไหว 1 คน

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (วิรัตน์ แก้วสุด และคณะ, 2561) โดยกำหนดลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) แล้ว

2.4 เนื้อหาการอบรม

สำหรับหัวข้อการอบรมจะมุ่งเน้นเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับการใช้งานจริง หลักการวิเคราะห์ปัญหา การสร้างมาตรฐานในการทำงาน และหลักการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่สำคัญในการทำงาน โดยมีหัวข้ออบรมดังตาราง 3-16 (รายละเอียดเนื้อหาการอบรมแสดงในภาคผนวก ค-1)

ตารางที่ 3-16 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับเอกสารการฝึกอบรม

ลำดับ	เนื้อหาการพัฒนาทักษะ 7 ข้อ	นำเสนอในสไลด์หน้าที่
1	ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)	8-9
2	การศึกษาเวลา (Time Study)	10-12
3	ความสูญเปล่า 7 ประการ	13-21
4	แนวคิด ECRS	22-31
5	แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส	32-37
6	มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table ,3 Ten)	38-43
7	การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)	33-46

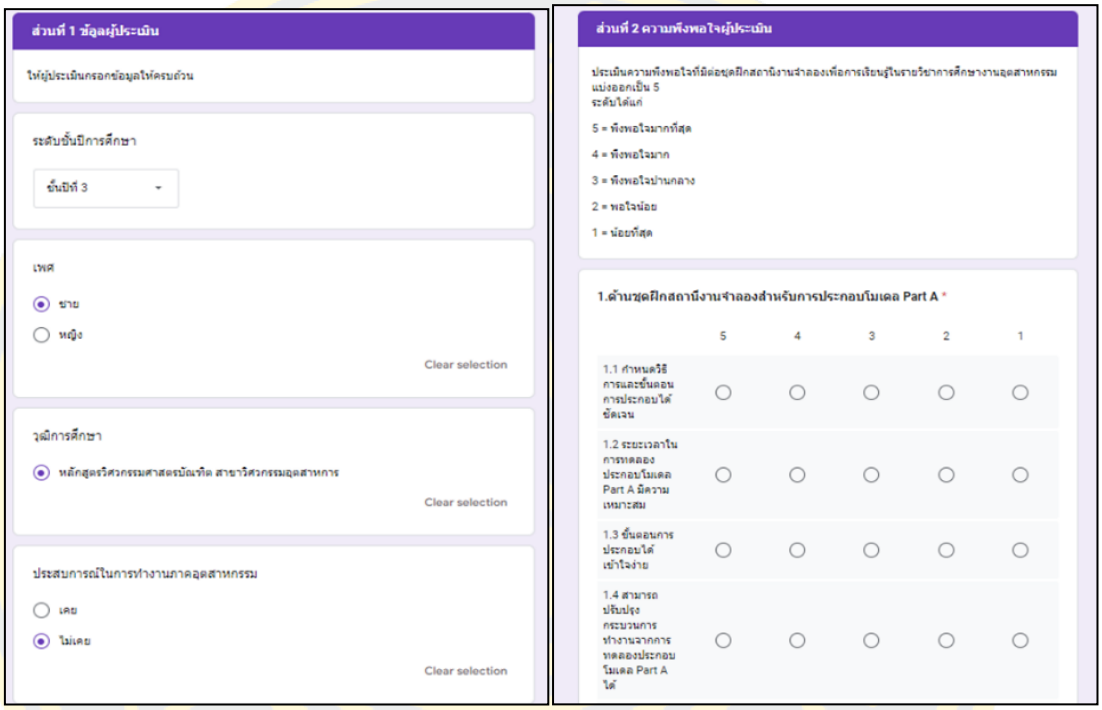
2.5 แบบฟอร์มการบันทึกเวลา

ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างบันทึกเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet) แผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ลงโปรแกรม Excel ที่ทางผู้วิจัยเตรียมไฟล์ไว้ให้

2.6 แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลองจะใช้ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form โดยแบ่งส่วนการประเมินส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป มีหัวข้อให้เลือกทั้งหมด 4

ข้อได้แก่ เพศ ระดับชั้นปีการศึกษา วุฒิการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงานภาคอุตสาหกรรม และส่วนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยแสดงภาพตัวอย่างดังภาพที่ 3-13 (แบบประเมินความพึงพอใจแสดงในภาคผนวก ง.)



ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างแบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลองผ่านระบบออนไลน์ Google form

2.7 การทดสอบสมมติฐาน

กำหนดสมมติฐานเชิงบรรยายหรือพรรณนา (Descriptive hypothesis) เพื่อคาดคะเนความสัมพันธ์หรือความแตกต่างที่ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม โดยมีสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เพศของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

H_0 : เพศของกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

H_1 : เพศของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการทำงานภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบัน โดยเฉพาะสายการผลิต ถ้าเป็นงานที่มีน้ำหนักเบาก็จะไม่กำหนดเพศในการทำงาน ยกเว้นแต่ถ้าเป็นงานที่มีน้ำหนักมาก จะระบุเป็นเพศชายโดยส่วนใหญ่โดยธรรมชาติเพศชายมักจะแข็งแรง และช่วยเหลือตัวเองได้ดีกว่าเพศหญิง แต่ในทางกลับกัน เพศหญิงมีความละเอียดและปราณีตมากกว่าเพศชายขึ้นอยู่กับว่าจะทำงานประเภทไหน

ซึ่งในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B นั้นเป็นวัสดุที่เบา และผู้วิจัยได้กำหนดเพศของแต่ละสถานีงานของแต่ละกลุ่มมีสัดส่วนเพศชายและเพศหญิงที่แตกต่างกัน ส่วนของผู้ทำหน้าที่บันทึกเวลาที่ไม่มีผลกับรอบเวลาการผลิต ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่มีเพศต่างกันอาจไม่ส่งผลหรือส่งผลน้อยต่อเวลาในการผลิตและผลของคะแนนแบบทดสอบ

สมมติฐานที่ 2 ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

H_0 : ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบ

H_1 : ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบ

เนื่องจากประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการพัฒนาและกระบวนการช่วยเหลือกลุ่มตัวอย่างมีการเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ปัญหาโดยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเกิดการเรียนรู้ในการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหาโดยต้องอาศัยการร่วมมือกันในทีม และสามารถปรับปรุงทักษะการแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองได้ โดยเปรียบเทียบผลจากก่อนการอบรมและหลังการอบรม ซึ่งถ้ากลุ่มตัวอย่างที่สามารถเรียนรู้ได้ดี วิเคราะห์ได้ดี มีการร่วมมือกันในทีมที่ดี ก็จะส่งผลให้รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนดีขึ้น แต่ในทางกลับกันถ้ากลุ่มตัวอย่างที่สามารถเรียนรู้ได้น้อย วิเคราะห์ปัญหาได้ไม่ดี และไม่มีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม ก็อาจส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนแย่ลง ดังนั้นการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านที่ไม่เท่ากันล้วนส่งผลต่อความสัมพันธ์กับผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบกลุ่มตัวอย่าง

จากเกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมที่ต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางาน อุตสาหกรรม (Industrial Work study) มาแล้ว ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา แต่เนื่องจากในระหว่างกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่ผ่านการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ซึ่ง

แน่นอนว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ต้องผ่านรายวิชาเรียนที่มากกว่า และยังผ่านการฝึกงานในภาคอุตสาหกรรมมาแล้ว อาจส่งผลให้สามารถเข้าใจกระบวนการผลิตได้ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 แต่ในทางกลับกัน กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 พึ่งผ่านการเรียนในรายวิชาการศึกษางาน อุตสาหกรรม (Industrial Work study) ทำให้ยังมีความจำที่แม่นยำอยู่ ดังนั้นระดับชั้นปีการศึกษาที่ต่างกันอาจส่งผลต่อความสัมพันธ์กับผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

2.8 รายละเอียดการทดลอง

การวิจัยนี้มีการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้หนึ่งกลุ่มตัวอย่างและมีการวัดซ้ำ 4 รอบเพื่อเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละรอบ

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง : กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางาน อุตสาหกรรม (Industrial Work study) มาแล้ว ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นนิสิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน และชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน สัดส่วนสมดุลกันระหว่างเพศชายและหญิง แบ่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5 คน ดังนั้นจะมีกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 อย่างละ 6 กลุ่ม รวมเป็น 12 กลุ่ม กำหนดให้สมาชิก 4 คนรับผิดชอบใน 5 สถานีงาน และแต่ละกลุ่มจะมีผู้บันทึกภาพเคลื่อนไหว 1 คน

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดลองครั้งนี้เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามโอกาสทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (วิรัตน์ แก้วสุด และคณะ, 2561) โดยกำหนดลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) แล้ว

ผู้วิจัยจัดทำใบประชาสัมพันธ์ประกาศรับสมัครกลุ่มตัวอย่างโดยในใบประชาสัมพันธ์ได้มีการชี้แจงวัตถุประสงค์การทำงานวิจัยและคำชี้แจงของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- เป็นนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
- เป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4
- เป็นผู้ที่ต้องการฝึกทักษะจากเนื้อหารายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม
- กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) มาแล้ว

- หมายเหตุ เกณฑ์การคัดออก คือกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบและถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่มีคุณสมบัติดัง 4 ข้อ ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์
- เปิดรับสมัครวันที่ 1 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567 ถึง 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567 ผ่าน Google form และทำการนัดหมายผ่านโทรศัพท์หรือทางอีเมล
- ติดประกาศใบประชาสัมพันธ์ที่ใต้ตึกคณะวิศวกรรมอุตสาหการ
- สถานที่ดำเนินกิจกรรมที่ ห้อง IE2206 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลองนี้ประกอบด้วย นิสิตชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และ นิสิตชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน (รวมทั้งหมด 60 คน) ทดลองพร้อมกันครั้งละ 3 กลุ่ม ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงต่อครั้ง

- ก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยเริ่มอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย อธิบายสิทธิประโยชน์ที่กลุ่มตัวอย่างจะได้รับ (AF 06-02) พร้อมให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในเอกสารการเข้าร่วมโครงการ (AF 06-03)

2. ผู้วิจัยดำเนินการให้ผู้ร่วมการทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียนทั้งหมด 15 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ก-2.1)

3. ผู้วิจัยแจกเอกสารและอธิบายเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย

- เอกสารประกอบการอบรมเนื้อหาในการทดลอง จำนวน 5 ชุดต่อกลุ่ม (แสดงในภาคผนวก ค-1)
- เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการประกอบ Part a-1, Part a-2, Part a-3, Part a-4, Part a-5, Part b-1, Part b-2, Part b-3, Part b-4 และ Part b-5 อย่างละ 1 ชุดต่อกลุ่ม และจะวางอยู่ที่แต่ละสถานีงานอีกอย่างละ 1 ชุดต่อกลุ่ม (แสดงในภาคผนวก ค-2)
- เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) จำนวน 5 ชุดต่อกลุ่ม ซึ่งรายละเอียดของเอกสารประกอบไปด้วย อุปกรณ์ที่ต้องใช้ต่อกลุ่ม วิธีการทดลอง แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) แบบฟอร์มแผนภาพการทำงาน (Standardize Work Chart) และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) สำหรับการจัดสมดุลการผลิต (วสันต์ ทิพย์ปัญญา, 2558) อยู่ในรูปแบบไฟล์ Microsoft Excel (แสดงในภาคผนวก ค-3)

- ระหว่างการทดลอง

4. การทดลองรอบที่ 1 ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A และเครื่องมือการเก็บข้อมูลในกิจกรรม โดยมีผู้ประกอบชิ้นงาน 4 คน และผู้บันทึกวิดีโอการทำงาน 1 คน หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่าง ประกอบโมเดล Part A โดยประกอบทั้งหมด 10 ชิ้น พร้อมเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการ บันทึกข้อมูลลงในเอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) และบันทึกเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) แบบฟอร์มแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ผ่านไฟล์โปรแกรม Excel ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ (ดังกล่าวไว้ที่หัวข้อ 3.3.2)

5. หลังจากทดลองรอบที่ 1 จะทำการอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง ดังนี้

- ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)
- การศึกษาเวลา (Time Study)
- ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)
- แนวคิด ECRS
- แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5 ส.
- มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten)
- การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

โดยใช้เวลาอบรม 1 ชั่วโมง การอบรมกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการอบรมครั้งละ 2 กลุ่ม (10 คน) (เนื้อหาแสดงในภาคผนวก ค-1)

6. การทดลองรอบที่ 2 หลังจากการอบรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part A รอบที่ 2 ทั้งหมด 10 ชิ้น (เพิ่มเงื่อนไขให้ผู้ทำการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและตำแหน่งการทำงานได้อย่างอิสระ) พร้อมเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการและบันทึกข้อมูลเวลาเช่นเดียวกับการทดลองรอบที่ 1

7. การทดลองรอบที่ 3 หลังจากผู้อบรมประกอบโมเดล Part A รอบที่ 2 พร้อมสรุปข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการเสร็จ หลังจากนั้นจะให้ผู้อบรมประกอบโมเดล Part B ทั้งหมด 10 ชิ้น พร้อมเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการพร้อมบันทึกข้อมูลเวลาเหมือนการทดลองรอบที่ 1

หมายเหตุ ผู้อบรมต้องประกอบโมเดล Part B เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเวลาของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบโมเดลในการทดลอง ผู้ทำการทดลองจะสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่

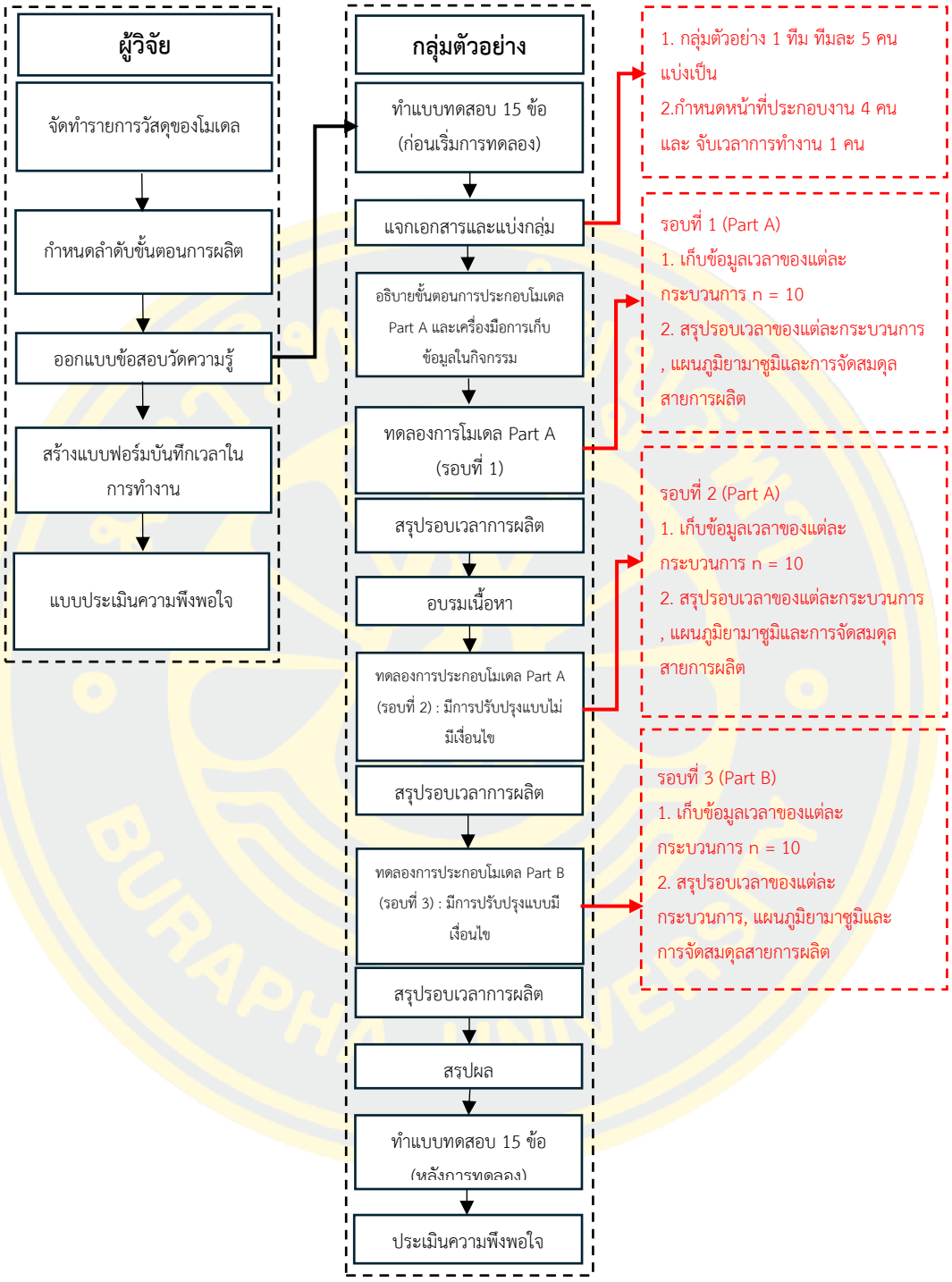
8. สรุปผลและเปรียบเทียบผลลัพท์ของการทดลองประกอบ Part A ละ Part B

9. ผู้วิจัยดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมด 15 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ก-2.2)

10. ผู้วิจัยดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจ (แสดงในภาคผนวก ง.)

11. ผู้วิจัยรวบรวมผลลัพท์ของการทดลองทั้งหมดทุกกลุ่ม แบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองจนครบจำนวนแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ

12. สำหรับการเก็บรักษาความลับและข้อมูลเวลาที่ได้จากการทดลอง ผู้วิจัยจะการบันทึกข้อมูลที่เป็นส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่างลงในระบบคอมพิวเตอร์ส่วนตัว ซึ่งมีการเข้ารหัสและผู้วิจัยเท่านั้นที่มีรหัสเปิด มีระบบดูแลรักษาความลับไม่ให้ผู้ไม่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล ผู้วิจัยจะลบข้อมูลในคอมพิวเตอร์ทิ้ง หลังเสร็จสิ้นโครงการวิจัยไปแล้ว 3 ปี



ภาพที่ 3-14 แสดงลำดับขั้นตอนของการทำการทดลองในงานวิจัยนี้

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

การดำเนินงานสำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด 6 กลุ่ม และ ชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 6 กลุ่ม รวมทั้งหมด 60 คน (จำนวน 12 กลุ่มตัวอย่าง) สามารถรายงานผลการทดลองเป็น 6 หัวข้อหลักดังนี้

1. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลอง
2. ผลการดำเนินงานในการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องของการทดลอง
3. ผลการเปรียบเทียบเพศของกลุ่มตัวอย่างกับผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง
4. ผลลัพท์จากการเปรียบเทียบประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่าง
5. ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลอง

ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งสัดส่วนได้เป็น เพศชายจำนวน 18 คน จากชั้นปีที่ 3 จำนวน 9 คน และจากชั้นปีที่ 4 จำนวน 9 คน เพศหญิงจำนวน 42 คน จากชั้นปีที่ 3 จำนวน 21 คน และจากชั้นปีที่ 4 จำนวน 21 คน แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองสถานีงานจำลอง

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
เพศชาย	18	
ชั้นปีที่ 3	9	15
ชั้นปีที่ 4	9	15
เพศหญิง	42	
ชั้นปีที่ 3	21	35
ชั้นปีที่ 4	21	35
จำนวนทั้งหมด	**60**	**100**

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ข้อมูลจากการทดลองสามารถแบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างได้เป็น เพศชาย 1 คน เพศหญิง 4 คน จำนวน 3 กลุ่ม และ เพศชาย 2 คน เพศหญิง 3 คน จำนวน 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงการกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3							
กลุ่มตัวอย่าง (6 กลุ่ม)		**กลุ่มที่ 1**	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**	**กลุ่มที่ 4**	**กลุ่มที่ 5**	**กลุ่มที่ 6**
คนที่ 1 (สถานีงานที่ 1)							
คนที่ 2 (สถานีงานที่ 2)							
คนที่ 3 (สถานีงานที่ 3)							
คนที่ 4 (สถานีงานที่ 4)							
คนที่ 5 (Leader) (ผู้บันทึกภาพเคลื่อนไหว)							
จำนวนตัวอย่าง (คน)	ชาย	1	1	2	2	1	2
	หญิง	4	4	3	3	4	3

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ข้อมูลจากการทดลองสามารถแบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างได้เป็น เพศชาย 1 คน เพศหญิง 4 คน จำนวน 5 กลุ่ม และ เพศชาย 3 คน เพศหญิง 2 คน จำนวน 1 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงการกำหนดกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4							
กลุ่มตัวอย่าง (6 กลุ่ม)		กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11	กลุ่มที่ 12
คนที่ 1 (สถานีงานที่ 1)							
คนที่ 2 (สถานีงานที่ 2)							
คนที่ 3 (สถานีงานที่ 3)							
คนที่ 4 (สถานีงานที่ 4)							
คนที่ 5 (Leader) (ผู้บันทึกภาพเคลื่อนไหว)							
จำนวนตัวอย่าง (คน)	ชาย	1	1	1	1	1	3
	หญิง	4	4	4	4	4	2

สรุปข้อมูลจากตารางที่ 4-2 และ ตารางที่ 4-3 พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงจะไม่ใช่จำนวนสัดส่วนสมดุลกันที่ 50:50 เพราะว่า จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ สถิติจำนวนประชากรในประเทศไทย พ.ศ. 2566 มีประชากรเพศชายร้อยละ 49 และประชากรเพศหญิงร้อยละ 51 ซึ่งประชากรเพศชายน้อยกว่าประชากรเพศหญิง สอดคล้องกับสัดส่วนเพศชายและเพศหญิงในคณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา มีจำนวนประชากรเพศชายน้อยกว่าประชากรเพศหญิงแบบนี้เช่นกัน

ผลการดำเนินงานในการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องของการทดลอง

ในการทดลองประกอบด้วยการทดลองรอบที่ 1 ที่เป็นการประกอบโมเดล Part A โดยมีผู้ประกอบชิ้นงาน 4 คน ประจำ 4 สถานีงาน สถานีงานละ 1 คน และมีผู้บันทึกวิดีโอการทำงาน 1 คน แสดงตำแหน่งดังภาพที่ 3-11 จากนั้นผู้วิจัยได้สาธิตวิธีการประกอบโมเดล Part A จำนวน 1 รอบ และให้กลุ่มตัวอย่าง ศึกษาวิธีประกอบและลงมือประกอบด้วยตัวเองอีก 1 รอบ หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part A โดยประกอบทั้งหมด 10 ชิ้น (ขั้นตอนการประกอบแสดงในหัวข้อ 3.2.1) สำหรับชิ้นส่วนสำหรับใช้ในการประกอบโมเดล Part A จะอยู่ในกล่องที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ในแต่ละสถานีงาน และกลุ่มตัวอย่างต้องทำตามขั้นตอนที่กำหนดตามใบมาตรฐานการประกอบที่วางไว้ในแต่ละสถานีงาน แสดงดังภาพที่ 4-1 และ ภาพที่ 4-2

ภาพที่ 4-1 กล่องสำหรับใส่ชิ้นส่วนสำหรับใช้ในการประกอบโมเดล Part A และมาตรฐานการประกอบขั้นตอนการประกอบโมเดล Part-a1, Part-a2, Part-a3, Part-a4 และ Part-a5

ภาพที่ 4-2 ตำแหน่งของกล่องสำหรับใส่ชิ้นส่วนการประกอบโมเดล Part A และมาตรฐานการประกอบโมเดล Part-a1, Part-a2, Part-a3, Part-a4 และ Part-a5 ที่วางอยู่บนสถานีงาน

ผลของรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในการทดลองรอบที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 จำนวน 6 กลุ่ม จากการเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการ 10 ครั้ง ที่ได้จากการบันทึกวิดีโอกลุ่มตัวอย่างแต่ละสถานีงาน ทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) เพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยของรอบเวลาของแต่ละสถานีงาน โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าเวลาเผื่อของแต่ละกระบวนการเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำแบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) และแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ผ่านไฟล์โปรแกรม Excel (แบบฟอร์มสำหรับบันทึกเวลาการทำงานทั้งหมดแสดงในข้อ 3.3.2) ผลของรอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงานในการทดลองรอบที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองรอบที่ 1

กลุ่ม	ชั้นปี	รอบเวลาในการผลิต รอบที่ 1 (วินาทีต่อชิ้น)				
		สถานีงานที่ 1	สถานีงานที่ 2	สถานีงานที่ 3	สถานีงานที่ 4	รอบเวลาในการผลิตของกลุ่ม
1	3	88.73	107.94	70.67	88.73	107.94
2	3	65.31	112.35	81.17	79.59	112.35
3	3	61.74	118.65	66.26	76.02	118.65
4	3	61.85	138.92	68.25	65.52	138.92
5	3	61.43	125.79	73.19	73.08	125.79
6	3	60.59	156.45	70.14	84.63	156.45
7	4	74.55	104.58	69.62	88.10	104.58
8	4	75.08	126.63	74.87	88.73	126.63
9	4	75.18	110.25	72.45	78.65	110.25
10	4	70.04	112.46	72.14	73.08	112.46
11	4	75.29	111.20	70.25	86.21	111.20
12	4	75.39	105.11	78.54	69.20	105.11

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1 - 6 เท่ากับ 107.94, 112.35,

118.65, 138.92, 125.79 และ 156.45 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ และรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7 - 12 เท่ากับ 104.58, 126.63, 110.25, 112.46, 111.20 และ 105.11 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ และพบว่ากระบวนการที่เป็นจุดคอขวด (Bottom neck) ของการทำงานในแต่ละกลุ่มจะอยู่ที่สถานีงานที่ 2 ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4-4

ภาพที่ 4-3 แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่ดำเนินการระหว่างการอบรม หลังการทดลองรอบที่ 1 สิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ดำเนินการอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง ให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เวลาอบรมประมาณ 1 ชั่วโมง (เนื้อหาของการอบรมแสดงในภาคผนวก ค-1)

ภาพที่ 4-3 การอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง

การทดลองรอบที่ 2 เกิดขึ้นหลังจากการอบรมได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มทำการปรึกษาหารือกันโดยนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาประยุกต์ใช้ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้สามารถลดเวลาการผลิต ให้เวลากลุ่มละประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part A รอบที่ 2 จำนวนทั้งหมด 10 ชิ้น กำหนดเงื่อนไขให้ผู้ทำการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและตำแหน่งการทำงานได้อย่างอิสระ พร้อมเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการและบันทึกข้อมูลเวลาเช่นเดียวกับการทดลองรอบที่ 1 สำหรับการทดลองในรอบที่ 3 จะเกิดขึ้นหลังจากกลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part A ในรอบที่ 2 พร้อมสรุปข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการเสร็จนั้น ใน

การทดลองรอบที่ 3 ผู้วิจัยได้สาธิตวิธีการประกอบโมเดล Part B (โจทย์ปัญหาใหม่) จำนวน 1 รอบ และให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาวิธีประกอบและลงมือประกอบด้วยตัวเองอีก 1 รอบ หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มได้ทำการปรึกษากัน 15 นาทีก่อนเริ่มประกอบโมเดล Part B หลังจากปรึกษากันเสร็จ จากนั้นกลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part B ทั้งหมด 10 ชิ้น พร้อมเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการพร้อมบันทึกข้อมูลเวลาเหมือนกับการทดลองรอบที่ 1

ผู้วิจัยได้สังเกตวิธีการประกอบโมเดลของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ทั้งระหว่างการทดลองและผ่านการบันทึกวิดีโอในการทดลองรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 นั้น พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้นำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องที่ได้จากการอบรมมาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบโมเดล Part A และ โมเดล Part B ให้รอบเวลาการผลิตสั้นลง ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 การนำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาใช้ของแต่ละกลุ่ม

หัวข้อ	ความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องที่ใช้ในการปรับปรุงงาน	กลุ่มตัวอย่าง											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	การศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	การศึกษาเวลา (Time Study)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten)												
	- ตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized Work Chart)												
	- ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process Capacity)												
4	ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)												
	- ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกิน (Waste of Overproduction)												
	- ความสูญเปล่าจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Waste of Inventory)												
	- ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Waste in Transportation)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว (Waste of Motion)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- ความสูญเปล่าจากกระบวนการ (Waste of Processing)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- ความสูญเปล่าจากการรอ (Waste of Time on Hand or Waiting)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- ความสูญเปล่าจากการผลิตของเสีย (Waste of Defective Products)												

ตารางที่ 4-5 ตารางแสดงการนำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาใช้ของแต่ละกลุ่ม (ต่อ)

หัวข้อ	ความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องที่ใช้ในการปรับปรุงงาน	กลุ่มตัวอย่าง											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	แนวคิด ECRS												
	- การกำจัด (Eliminate)												
	- การรวมกัน (Combine)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
	- การจัดใหม่ (Rearrange)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	- หลักการ 5ส: สะสาง	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- หลักการ 5ส: สะดวก	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- หลักการ 5ส: สะอาด	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	- หลักการ 5ส: สุขลักษณะ												
	- หลักการ 5ส: สร้างนิสัย												
7	การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

จากตารางที่ 4-5 แสดงการนำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการประกอบโมเดลของแต่ละกลุ่ม ซึ่งทุกกลุ่มได้นำความรู้จากการอบรมทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการทดลอง แต่รูปแบบการปรับปรุงมีทั้งที่คล้ายกันและแตกต่างกัน โดยหัวข้อความรู้ที่ทุกกลุ่มนำมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบการปรับปรุงในลักษณะที่คล้ายกันแสดงดังต่อไปนี้

1. การศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มเข้าใจการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรมผ่านเนื้อที่ได้อบรมไปดังภาพที่ 4-4 (รายละเอียดเนื้อหาจากภาคหนวก ค-1) โดยเข้าใจหน้าที่ของวิศวกรรมอุตสาหการ (Industrial Engineering) สำหรับการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการศึกษาเวลาการทำงาน การบริหารจัดการกระบวนการผลิตผ่านชุดฝึกสถานีงานจำลอง โดยกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มใช้ความรู้ในหัวข้อนี้ในการวิเคราะห์เวลาการทำงานจากภาพเคลื่อนไหว (VDO)

ภาพที่ 4-4 ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

2. การศึกษาเวลา (Time Study)

กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มเข้าใจการศึกษาเวลาของการผลิต เข้าใจการพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานที่ทำให้เกิดการทำงานที่ดีที่สุด จากการบันทึกเวลาการผลิตจริงลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) และคำนวณเวลาปกติของการผลิต (Normal Time) และรอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time, C.T.) ในโปรแกรม Excel ดังภาพที่ 4-5 (แสดงข้อมูลของทุกกลุ่มในลิ้งแนบภาคผนวก ฉ)

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)													
โมเดล (Model)	Part - a1				ผู้รับผิดชอบ (Responsible)				เมย์ (ปี 3)				
กระบวนการ (Process)	สถานีงานที่ 1				วันที่ (Date)				-				
													Allowance 5%
ลำดับ	รายละเอียดแต่ละกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 1	27	24	20	15	13	20	15	22	17	12	18.5	19.43
2	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 2	14	20	13	19	16	16	14	20	15	14	16.1	16.91
3	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 3	14	13	13	18	22	17	15	16	14	16	15.8	16.59
4	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 4	15	20	20	20	12	14	20	14	14	15	16.4	17.22
5	ส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4.2	4.41
													74.55
หมายเหตุ													

ภาพที่ 4-5 แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time Measurement Sheet) Part a-1 ของกลุ่มที่ 1

3. มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten) โดยกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มดำเนินการทำตารางมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table) เพื่อดูภาพรวมเวลาของกระบวนแต่ละสถานี และวิเคราะห์ว่าขั้นตอนไหนเป็นจุดคอขวดของกระบวนการ

4. ความสูญเปล่า 7 ประการ 7 (Waste)

กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มพยายามวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงผลการทดลอง ด้วยการพยายามลดความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่งของแต่ละสถานีงาน ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวของแต่ละสถานีงาน ความสูญเปล่าจากกระบวนการประกอบโมเดล และความสูญเปล่าจากการรอ

จากการทดลองในรอบที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 4-6 ความสูญเปล่าในการขนส่ง (Transportation) และความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว (Motion) ที่ทางผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งของแต่ละสถานีงานระยะห่างกัน 60 เซนติเมตร ทำให้ต้องใช้เวลาในการส่งต่องานไปแต่ละสถานีงาน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างได้แก้ไขปัญหาโดยใช้หลัก ECRS, 5ส ซึ่งจะแสดงการปรับปรุงในหัวข้อถัดไป

ภาพที่ 4-6 ความสูญเปล่าที่เกิดจากระยะห่างระหว่างสถานีงาน

ดังแสดงในภาพที่ 4-7 กลุ่มตัวอย่างต้องเสียเวลาในการค้นหาส่วนประกอบสำหรับการประกอบโมเดลต่างๆ ที่รวมกันในกล่องที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ในแต่ละสถานี กลุ่มตัวอย่างต้องใช้เวลาในการหาส่วนประกอบค่อนข้างนาน ส่งผลให้กระบวนการถัดไปไม่สามารถประกอบงานต่อได้เนื่องจากต้องรอกระบวนการก่อนหน้า ซึ่งทำให้เกิดความสูญเปล่าจากการรอ (Waiting) ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างได้แก้ไขปัญหา โดยการใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส เพื่อแยกชิ้นส่วนการประกอบโมเดลในกล่องที่ใช้และไม่ได้ใช้ออกจากกัน แล้วบรรจุใส่ในภาชนะที่เป็นกล่องแยกประเภทส่วนประกอบเพื่อให้สะดวกต่อการประกอบโมเดลและการจัดสมดุลการผลิตเพื่อให้รอบเวลาของกลุ่มสั้นลง ซึ่งจะแสดงการปรับปรุงในหัวข้อถัดไป

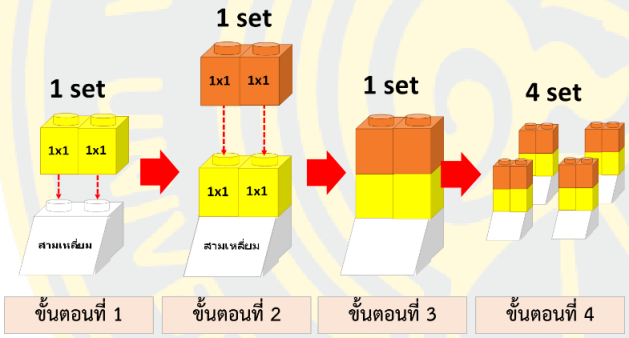
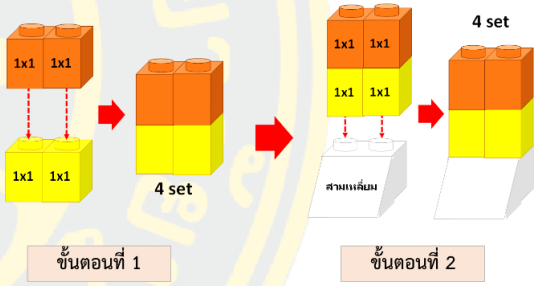
ภาพที่ 4-7 กลุ่มตัวอย่างหาชิ้นส่วนประกอบสำหรับการประกอบโมเดลจากกล่องใส่ชิ้นส่วน

5. แนวคิด ECRS

จากการทดลองประกอบโมเดล Part A โดยมีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 5 ชิ้นส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย Part-a1, Part-a2, Part-a3, Part-a4 และ Part-a5 (แสดงในตารางที่ 3-1) ในการทดลองรอบที่ 1 และ รอบที่ 2 และ การประกอบโมเดล Part B โดยมีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 5 ชิ้นส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย Part-b1, Part-b2, Part-b3, Part-b4 และ Part-b5 ในรอบที่ 3 (แสดงในตารางที่ 3-2) กลุ่มตัวอย่างได้ใช้แนวคิด ECRS การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) สำหรับปรับปรุงกระบวนการผลิต แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4-6

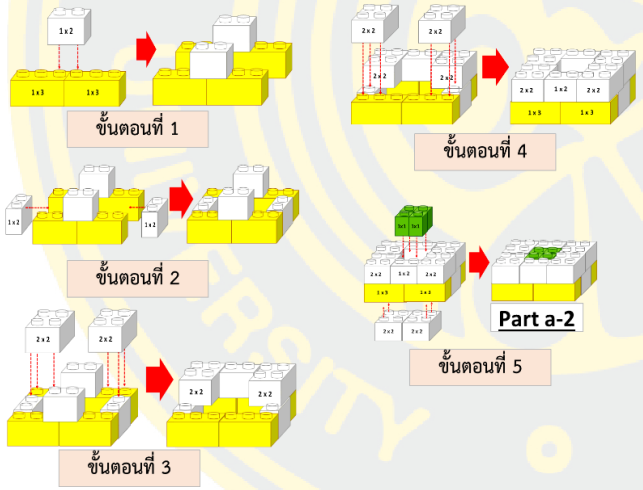
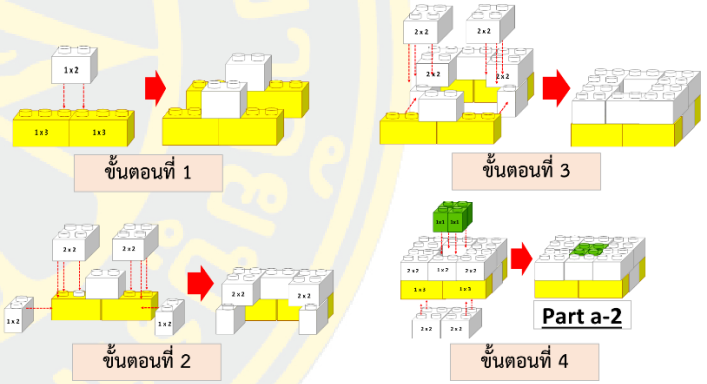
ตารางที่ 4-6 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 10 ได้ใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-a1 ในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 4 ขั้นตอน เหลือเพียง 2 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 2 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของสถานีงานที่ 1 ของกลุ่มที่ 10 ลดลง

ตารางที่ 4-6 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part-a1

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part-a1	กลุ่ม 10		

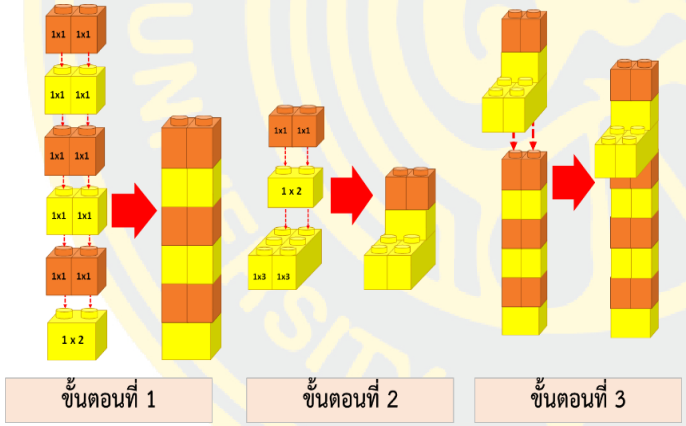
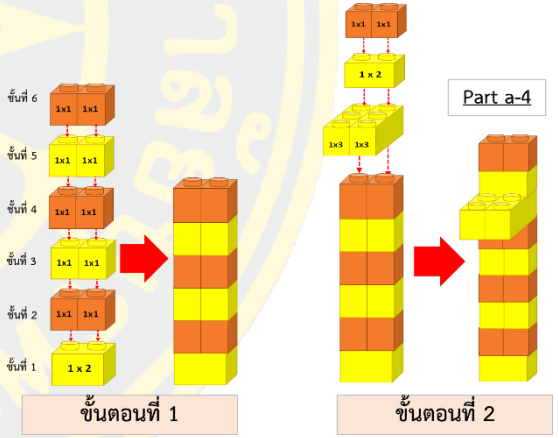
ตารางที่ 4-7 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 2, 3, 4, 6, 8 ,9 และ 10 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-a2 และ Part-b1 ในขั้นตอนที่ 2 และ ขั้นตอนที่ 3 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน เหลือเพียง 4 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 2 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของแต่ละกลุ่มลดลง

ตารางที่ 4-7 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part a-2 และ Part b-1

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part-a2 Part-b1	กลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม 6 กลุ่ม 8 กลุ่ม 10		

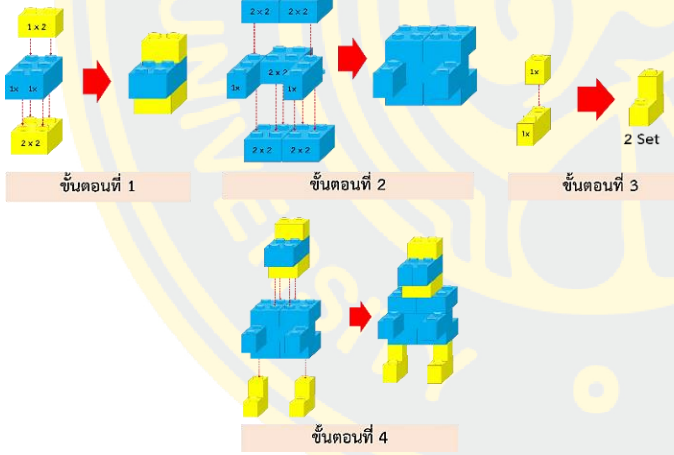
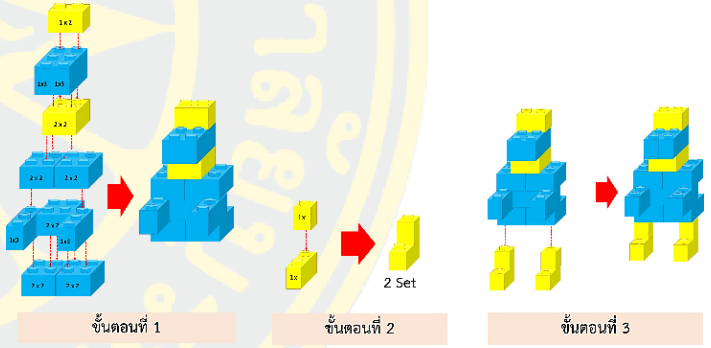
ตารางที่ 4-8 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 3, 4, 5, 7, 9 และ 10 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-a4 ในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 3 ขั้นตอน เหลือเพียง 2 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 1 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของแต่ละกลุ่มลดลง

ตารางที่ 4-8 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part-a4

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part-a4	กลุ่ม 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม 5 กลุ่ม 7 กลุ่ม 9 กลุ่ม 10		

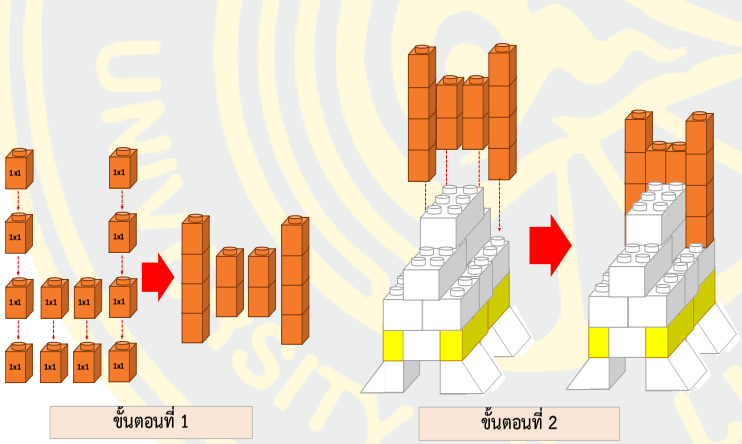
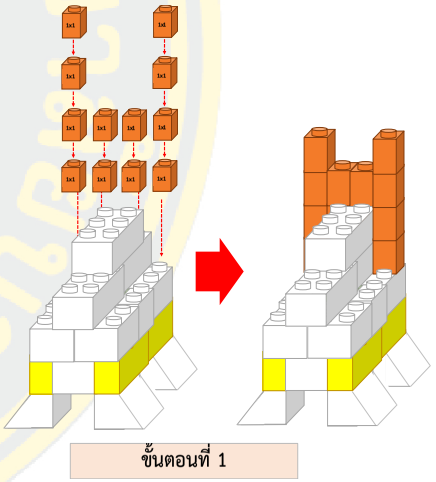
ตารางที่ 4-9 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 1, 3 และ 6 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-a5 และ Part-b5 ในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 4 ขั้นตอน เหลือเพียง 3 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 1 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของแต่ละกลุ่มลดลง

ตารางที่ 4-9 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part-a5 และ Part-b5

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part-a5 Part-b5	กลุ่ม 1 กลุ่ม 3 กลุ่ม 6		

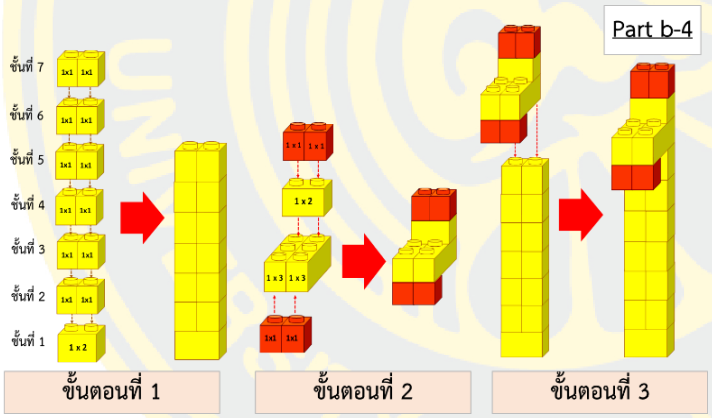
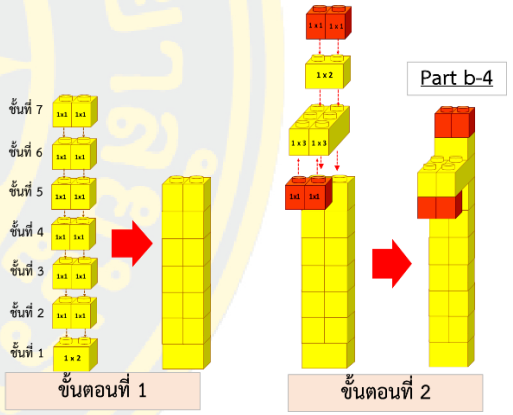
ตารางที่ 4-10 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 10 มีขั้นตอนการปรับปรุงโดยใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-b3 ในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 2 ขั้นตอน เหลือเพียง 1 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 1 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของกลุ่มที่ 10 ลดลง

ตารางที่ 4-10 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part-b3

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part b3	กลุ่ม 10		

ตารางที่ 4-11 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 3, 4 และ 9 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบ Part-b4 ในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เข้าด้วยกัน จากเดิมมีการประกอบทั้งหมด 3 ขั้นตอน เหลือเพียง 2 ขั้นตอน สามารถลดขั้นตอนการประกอบได้ 1 ขั้นตอน ส่งผลให้รอบเวลาของแต่ละกลุ่มลดลง

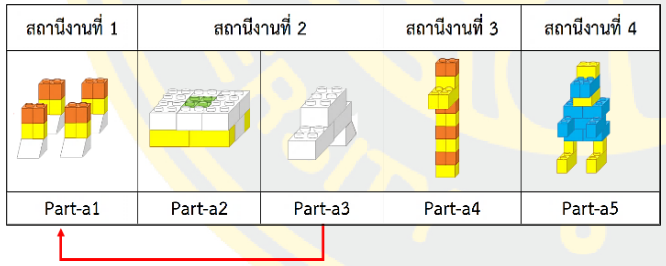
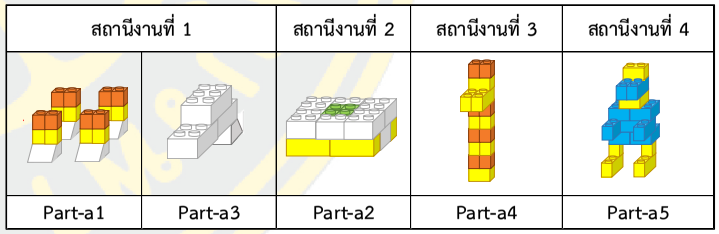
ตารางที่ 4-11 การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) ในการประกอบ Part-b4

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การรวมกัน (Combine) Part-b4	กลุ่ม 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม 9		

ในการประกอบโมเดล Part A ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนปรับปรุงกระบวนการในรอบที่ 1 ขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A ประกอบไปด้วย สถานีงานที่ 1 ประกอบ Part-a1 สถานีงานที่ 2 ประกอบ Part a-2 และ Part-a3 สถานีงานที่ 3 ประกอบ Part-a4 และ สถานีงานที่ 4 ประกอบ Part-a5 ตามลำดับ สำหรับการใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) หลังการปรับปรุงในรอบที่ 2 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 2, 3, 4, 8, 9 และ 10 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับการจัดงานใหม่โดยย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-a3 จากสถานีงานที่ 2 ที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการที่ทำให้เกิดเวลารอของกระบวนการอื่นๆ ไปยังสถานีงานที่ 1 ที่มีรอบเวลาการผลิตน้อยกว่าทุกสถานีงาน ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part A สั้นลงกว่าการทดลองรอบที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4-12

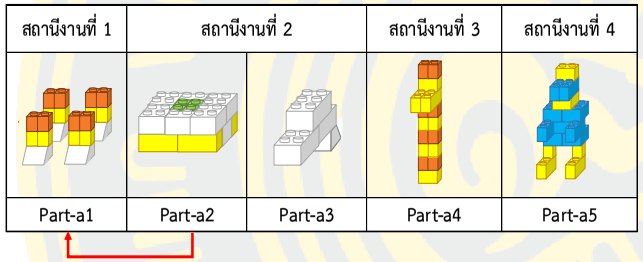
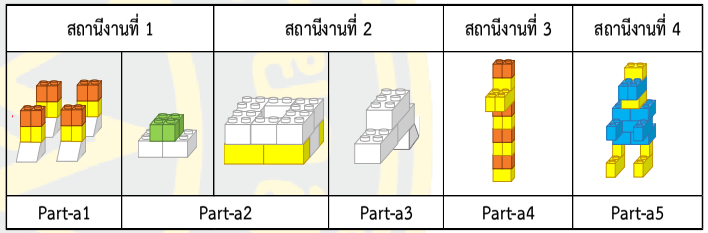
ตารางที่ 4-12 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 1

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม 8 กลุ่ม 9 กลุ่ม 10		

รูปแบบที่ 2 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 1 และ 7 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับการจัดงานใหม่โดยย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-a2 บางส่วนที่เป็นส่วนประกอบที่ประกอบค่อนข้างยาก จากสถานีงานที่ 2 ที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการที่

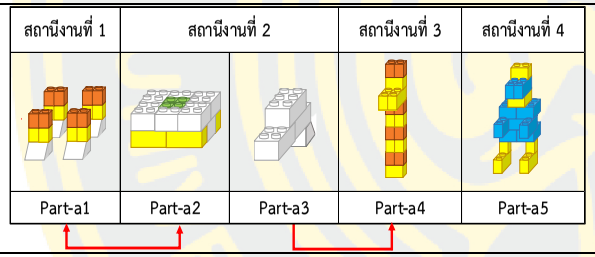
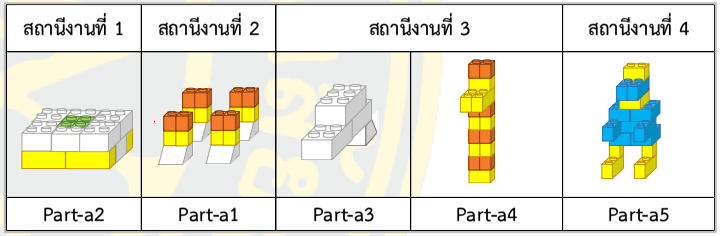
ทำให้เกิดเวลารอของกระบวนการอื่นๆ ไปยังสถานีงานที่ 1 ที่มีรอบเวลาการผลิตน้อยกว่าทุกสถานีงาน ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part A สั้นลงกว่าการทดลองรอบที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 2

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 1 กลุ่ม 7		

รูปแบบที่ 3 แสดงการปรับปรุงของกลุ่มที่ 5, 6, 11 และ 12 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับการจัดงานใหม่โดยย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-a3 จากสถานีงานที่ 2 ที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการที่ทำให้เกิดเวลารอของกระบวนการอื่นๆ ไปยังสถานีงานที่ 3 และสลับตำแหน่ง Part-a2 ไปยังสถานีงานที่ 1 หลังการปรับปรุงทำให้เกิดการเรียงลำดับสถานีงานใหม่ คือ Part-a2, Part-a1, Part-a3, Part-a4 และ Part-a5 ตามลำดับ ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part A สั้นลงกว่าการทดลองรอบที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 3

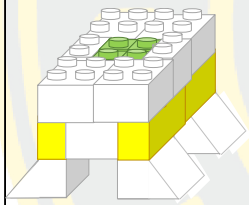
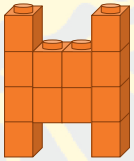
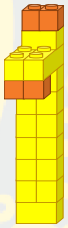
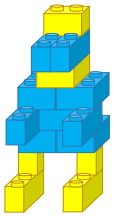
ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 5 กลุ่ม 6 กลุ่ม 11 กลุ่ม 12		

สรุปการใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ ของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มนั้น มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ การย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-a3 จากสถานีงานที่ 2 ที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ไปยังสถานีงานอื่นๆ ที่มีรอบเวลาในการประกอบน้อยกว่าสถานีงานที่ 2 และย้ายส่วนประกอบบางส่วนในสถานีงานที่ 2 ไปให้สถานีงานอื่นประกอบแทน ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part A ของทุกกลุ่มสั้นลง

ในการประกอบโมเดล Part B ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มในรอบที่ 3 ขั้นตอนการประกอบโมเดล Part B ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับการประกอบแสดงในหัวข้อที่ 3.2.1 คือ สถานีงานที่ 1 ประกอบ Part-b1 สถานีงานที่ 2 ประกอบ Part b-2 และ Part-b3 สถานีงานที่ 3 ประกอบ Part-b4 และ สถานีงานที่ 4

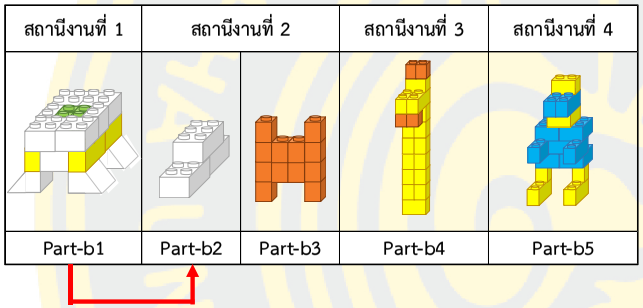
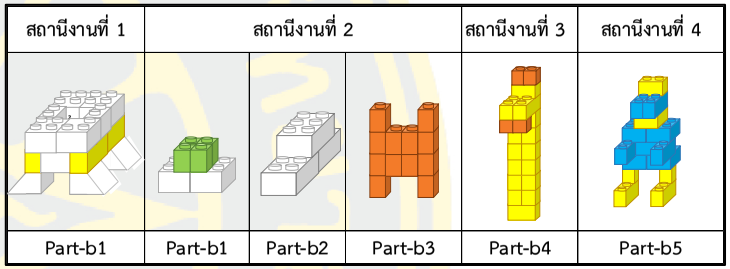
ประกอบ Part-b5 ตามดำลับ ซึ่งกลุ่มที่ทำตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดโดยไม่ได้เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ กลุ่มที่ 2, 8, 9, 10 และ 11 ดังแสดงในตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 ขั้นตอนการประกอบโมเดล Part B

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ขั้นตอนการประกอบโมเดล Part B				
		สถานีงานที่ 1	**สถานีงานที่ 2**		**สถานีงานที่ 3**	**สถานีงานที่ 4**
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 2 กลุ่ม 8 กลุ่ม 9 กลุ่ม 10 กลุ่ม 11					
		Part-b1	**Part-b2**	**Part-b3**	**Part-b4**	**Part-b5**

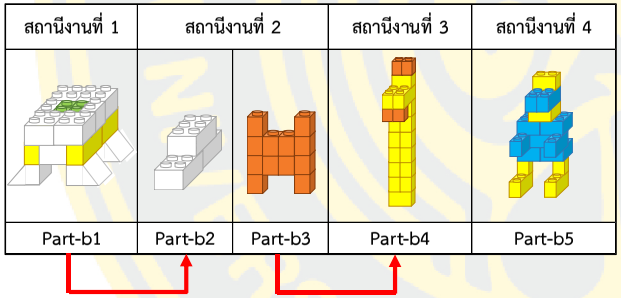
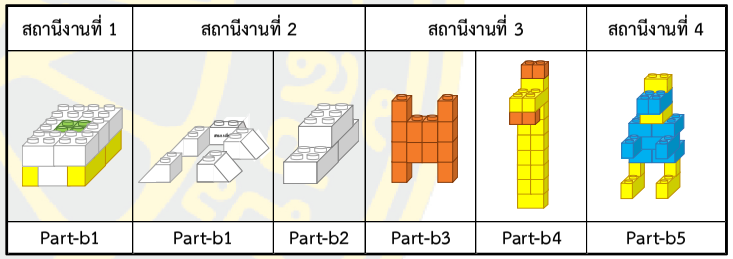
สำหรับรูปแบบที่ 1 กลุ่มที่ 1, 4, 5, 6 และ 7 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับการจัดงานใหม่โดยย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-b1 บางส่วนที่เป็นส่วนประกอบที่ประกอบค่อนข้างยาก จากสถานีงานที่ 1 ที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการที่ทำให้เกิดเวลารอของกระบวนการอื่นๆ ไปยังสถานีงานที่ 2 ที่มีรอบเวลาการผลิตน้อยกว่าทุกสถานีงาน ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part B สั้นกว่าการทดลองรอบที่ 1 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้จากการอบรมและได้นำประสบการณ์จากการทดลองในรอบที่ 2 มาประยุกต์ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part B รูปแบบที่ 1

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 1 กลุ่ม 4 กลุ่ม 5 กลุ่ม 6 กลุ่ม 7		

สำหรับรูปแบบที่ 2 กลุ่มที่ 3 และ 12 มีขั้นตอนการปรับปรุงที่คล้ายกันคือ ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับการจัดงานใหม่โดยย้ายขั้นตอนการประกอบ Part-b1 บางส่วนที่เป็นส่วนประกอบที่ประกอบค่อนข้างยาก ทำให้จากสถานีงานที่ 1 ที่เคยเป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการและทำให้เกิดเวลารอของกระบวนการอื่นๆ ไปยังสถานีงานที่ 2 และย้ายงาน Part-b3 จากสถานีงานที่ 2 ไปยังสถานีงานที่ 3 โดยรอบเวลาในการผลิต Part B ในรอบที่ 3 ของแต่ละกลุ่ม มีรอบเวลาในการผลิตโมเดลสั้นกว่าจากรอบที่ 1 เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part A รูปแบบที่ 2

ECRS	กลุ่มที่ใช้	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
การจัดใหม่ (Rearrange)	กลุ่ม 3 กลุ่ม 12		

สรุปการใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบ Part B ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 รูปแบบ ของกลุ่มบางทุกกลุ่มนั้น มีขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขที่คล้ายกัน คือ การย้ายส่วนประกอบ Part-b1 บางส่วน จากสถานีงานที่ 1 ที่คิดว่าเป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของกระบวนการ และเป็นจุดที่การความสูญเปล่าจากการรอ ไปยังสถานีงานอื่นๆ ที่มีรอบเวลาในการประกอบน้อยกว่าประกอบแทน ซึ่งคล้ายกับการประกอบโมเดล Part A ที่กลุ่มตัวอย่างได้พยายามแก้ไขปัญหาในลักษณะที่คล้ายกัน ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part B ของกลุ่มสั้นลง แต่บางกลุ่มที่ทำตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดโดยไม่ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) สำหรับเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน แต่สามารถนำแนวคิดอื่นๆที่ได้ความรู้จากการอบรมมาประยุกต์ใช้ แต่สามารถทำให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part B สั้นลงได้เช่นกัน

จากการทดลองในรอบที่ 1 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มพบปัญหาคล้ายกันคือ มีความสูญเปล่าจากการขนส่งระหว่างสถานี ทำให้ต้องเสียเวลาในการลำเลียงชิ้นงานจากสถานีงานหนึ่งไปยังอีกสถานีงานหนึ่ง ก่อนปรับปรุงกระบวนการในรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งของแต่ละสถานีงานระยะห่างกัน 60 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4-6 หลังการปรับปรุงในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้แก้ไขปัญหาโดยใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับปรุงพื้นที่การประกอบโมเดล Part A และ Part B โดยมีขั้นตอนการปรับปรุงแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบตัว I และการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบสี่เหลี่ยม

การปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบตัว I เป็นการประยุกต์ใช้จากแนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) โดยการจัดสถานีงานเป็นแนวยาวเรียงชิดติดกันคล้ายรูปตัว I ซึ่งรูปแบบนี้ทำให้สามารถลดการเกิดความสูญเปล่าในการขนส่งและความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว ส่งผลให้เวลาในการจัดส่งระหว่างสถานีงานสั้นลง ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบตัว I

ECRS	กลุ่มที่ใช้	รอบที่ 1	รอบที่ 2 และ รอบที่ 3
การจัดใหม่ (Rearrange) รูปแบบตัว I	กลุ่ม 1 กลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม 6 กลุ่ม 7 กลุ่ม 8 กลุ่ม 9 กลุ่ม 10 กลุ่ม 11 กลุ่ม 12	 	

การปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปสี่เหลี่ยม กลุ่มตัวอย่างได้ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) โดยการจัดสถานีงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งรูปแบบนี้ทำให้ สื่อสารกันระหว่างกระบวนการได้ง่ายขึ้น สามารถลดการเกิดความสูญเปล่าในการขนส่งและความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว ส่งผลให้เวลาในการจัดส่งระหว่างสถานีงานสั้นลงเช่นกัน

ตารางที่ 4-19 การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบสี่เหลี่ยม

ECRS	กลุ่มที่ใช้	รอบที่ 1	รอบที่ 2 และ รอบที่ 3
การจัดใหม่ (Rearrange) รูปแบบสี่เหลี่ยม	กลุ่ม 4		
	กลุ่ม 5		

สรุปการนำความรู้จากการอบรมและการประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการประกอบโมเดลในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 รูปแบบ ทั้งการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบตัว I และการปรับปรุงพื้นที่การทำงานรูปแบบสี่เหลี่ยม เพื่อลดระยะทางการเคลื่อนไหวจากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีงานหนึ่ง ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตโมเดล Part A และ Part B ของกลุ่มตัวอย่างสั้นลง

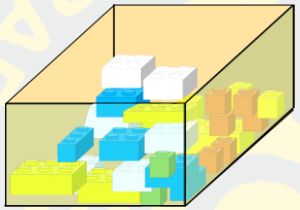
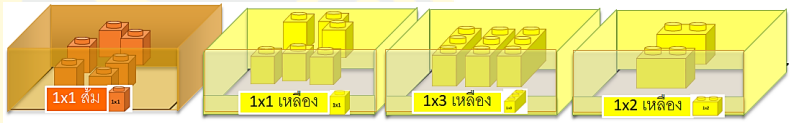
สำหรับแนวคิดการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) ในการประกอบโมเดล Part A และ Part B นั้น กลุ่มตัวอย่างมีแนวทางการปรับปรุงที่มีรูปแบบเหมือนกับแนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) โดยผู้วิจัยจะอธิบายวิธีการปรับปรุงของแต่ละกลุ่มในหัวข้อถัดไป

6. แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S)

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มได้นำแนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ซึ่งประกอบไปด้วย สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และ สร้างนิสัยมาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถลดเวลาการประกอบโมเดล Part A และ Part B โดยใช้เพียง 3ส ในการปรับปรุง คือ สะสาง สะดวก และ สะอาด สำหรับการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง 2 รูปแบบ คือแยกส่วนประกอบเป็นกลุ่มๆ ลงในภาชนะที่เป็นกล่อง และแยกส่วนประกอบเป็นกลุ่มๆบนภาชนะที่เป็นฝากล่อง

รูปแบบที่ 1 กลุ่มตัวอย่างได้สะสางชิ้นส่วนการประกอบโมเดลในกล่องเพื่อแยกส่วนประกอบที่ใช้และไม่ได้ใช้ออกจากกัน ขั้นตอนถัดมากลุ่มตัวอย่างได้แยกส่วนประกอบแยกเป็นกลุ่มๆ แล้วบรรจุใส่ในภาชนะที่เป็นกล่องที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ในแต่ละสถานีงานเพื่อให้สะดวกต่อการประกอบโมเดล จากนั้นกำหนดปริมาณให้พอดีกับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ในการประกอบแต่ละรอบ (รอบละ 10 ชิ้น) พร้อมติดป้ายชี้บ่งประเภทของแต่ละส่วนประกอบของโมเดล เพื่อให้สะดวกต่อการประกอบโมเดลและส่งผลให้รอบเวลาในการประกอบสั้นลง ดังแสดงในตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 การใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ในการประกอบ Part A และ Part B รูปแบบที่ 1

ECRS	กลุ่มที่ใช้	รอบที่ 1	รอบที่ 2 และ รอบที่ 3
5ส รูปแบบที่ 1	กลุ่ม 1 กลุ่ม 2 กลุ่ม 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม 5 กลุ่ม 8 กลุ่ม 9 กลุ่ม 12		ภาชนะใส่ส่วนประกอบที่เป็นกล่อง 

รูปแบบที่ 2 กลุ่มตัวอย่างได้ปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส คล้ายรูปแบบที่ 1 แต่เปลี่ยนจากการบรรจุส่วนประกอบในภาชนะที่เป็นกล่องเปลี่ยนเป็นภาชนะที่เป็นฝากล่อง เพื่อให้สะดวกต่อการหยิบสิ้นส่วนเพื่อประกอบโมเดล กำหนดปริมาณให้พอดีกับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ในการประกอบแต่ละรอบ (รอบละ 10 ชิ้น) เพื่อให้สะดวกต่อการประกอบโมเดลและส่งผลให้รอบเวลาในการประกอบสั้นลง ดังแสดงในตารางที่ 4-21

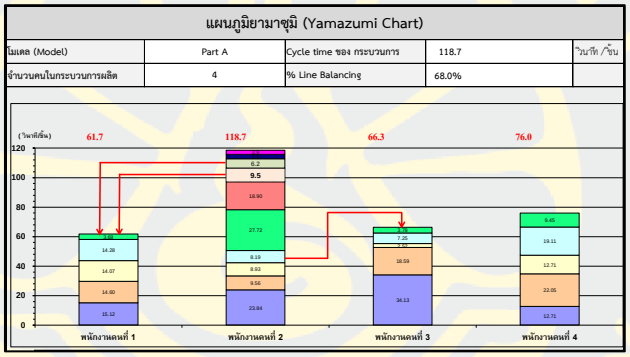
ตารางที่ 4-21 การใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ในการประกอบ Part A และ Part B รูปแบบที่ 2

ECRS	กลุ่มที่ใช้	รอบที่ 1	รอบที่ 2 และ รอบที่ 3
5ส รูปแบบที่ 2	กลุ่ม 6 กลุ่ม 7 กลุ่ม 10 กลุ่ม 11		ภาชนะใส่ส่วนประกอบที่เป็นฝากล่อง

ปัญหาที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเสียเวลาในการค้นหาส่วนประกอบสำหรับการประกอบโมเดลต่างๆ ที่รวมกันในกล่องเดียวกันในการทดลองรอบที่ 1 ส่งผลให้กระบวนการถัดไปไม่สามารถประกอบงานต่อได้เนื่องจากต้องรอกระบวนการก่อนหน้า แต่เมื่อใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) เพื่อแยกชิ้นส่วนการประกอบโมเดลในกล่องที่ใช้และไม่ได้ใช้ออกจากกัน จากนั้นบรรจุใส่ในภาชนะที่เป็นกล่องหรือฝากล่อง แสดงดังตารางที่ 4-20 และ ตารางที่ 4-21 ทำให้รอบเวลาในการผลิตของแต่ละกลุ่มสั้นลง และยังสามารถลดความสูญเปล่าจากการรอได้

7. การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

กลุ่มตัวอย่างใช้หลักการ ECRS และ 5ส สำหรับปรับปรุงกระบวนการทดลองเพื่อรวมขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน จัดเรียงงานใหม่ และ ลดเวลาการทำงานให้สั้นลงแล้ว กลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มใช้การจัดสมดุลการผลิตและการคำนวณประสิทธิภาพสายการผลิต (แสดงดังสมการที่ 2-2) ผ่านแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ในไฟล์โปรแกรม Excel ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เป็นเครื่องมือที่การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยเป็นแผนภาพที่แสดงค่าเวลาการทำงานของพนักงานพร้อมทั้งเวลาที่แกว่งของการทำงานที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่กระบวนการ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงสำหรับการทดลองในรอบที่ 2 และในรอบที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ 4-8



ภาพที่ 4-8 แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) การประกอบโมเดล Part A

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้การจัดสมดุลการผลิตผ่านแผนภูมิยามาซูมิหลังจากแก้ไขปรับปรุง สามารถคำนวณประสิทธิภาพสายการผลิตของแต่กระบวนการ ซึ่งผลที่ได้คือเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตหลังการปรับปรุงในการทดลองรอบที่ 2 และ รอบที่ 3 สูงกว่าการทดลองรอบที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4-22

ตารางที่ 4-22 ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) ของแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	ชั้นปี	รอบที่	Cycle time (Sec.)				ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต
			สถานีงานที่ 1	สถานีงานที่ 2	สถานีงานที่ 3	สถานีงานที่ 4	
1	3	รอบที่ 1	88.73	107.94	70.67	88.73	**82.5%**
		รอบที่ 2	69.09	67.62	69.83	69.83	**98.9%**
		รอบที่ 3	50.09	69.51	68.46	63.63	**90.5%**
2	3	รอบที่ 1	65.31	112.35	81.17	79.59	**75.3%**
		รอบที่ 2	70.04	57.02	60.69	57.54	**87.6%**
		รอบที่ 3	62.37	50.30	68.57	54.18	**85.8%**
3	3	รอบที่ 1	61.74	118.65	66.26	76.02	**68.0%**
		รอบที่ 2	64.58	63.74	68.36	58.28	**93.2%**
		รอบที่ 3	55.34	50.82	68.04	65.10	**87.9%**
4	3	รอบที่ 1	61.85	138.92	68.25	65.52	**60.2%**
		รอบที่ 2	59.54	96.18	52.50	49.67	**67.0%**
		รอบที่ 3	83.37	64.89	86.94	69.93	**87.7%**
5	3	รอบที่ 1	61.43	125.79	73.19	73.08	**66.3%**
		รอบที่ 2	44.63	90.62	55.02	78.02	**74.0%**
		รอบที่ 3	58.49	60.38	68.25	50.19	**86.9%**
6	3	รอบที่ 1	60.59	156.45	70.14	84.63	**59.4%**
		รอบที่ 2	72.45	58.07	64.16	60.06	**87.9%**
		รอบที่ 3	71.09	66.68	54.50	61.22	**89.1%**
7	4	รอบที่ 1	74.55	104.58	69.62	88.10	**80.5%**
		รอบที่ 2	61.01	62.27	67.10	55.13	**91.5%**
		รอบที่ 3	44.31	66.15	67.20	49.25	**84.4%**
8	4	รอบที่ 1	75.08	126.63	74.87	88.73	**72.1%**
		รอบที่ 2	53.13	75.08	66.15	61.64	**85.2%**
		รอบที่ 3	62.16	67.62	66.15	54.50	**92.6%**
9	4	รอบที่ 1	75.18	110.25	72.45	78.65	**76.3%**
		รอบที่ 2	65.31	84.42	56.49	58.49	**78.4%**
		รอบที่ 3	60.69	59.96	68.15	65.73	**93.4%**

ตารางที่ 4-22 ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) ของแต่ละกลุ่ม (ต่อ)

กลุ่มที่	ชั้นปี	รอบที่	Cycle time (Sec.)				ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต
			สถานีงานที่ 1	สถานีงานที่ 2	สถานีงานที่ 3	สถานีงานที่ 4	
10	4	รอบที่ 1	70.04	112.46	72.14	73.08	**72.9%**
		รอบที่ 2	43.89	64.16	52.08	54.29	**83.6%**
		รอบที่ 3	56.18	38.01	61.85	44.73	**81.2%**
11	4	รอบที่ 1	75.29	111.20	70.25	86.21	**77.1%**
		รอบที่ 2	55.13	71.93	60.17	75.60	**86.9%**
		รอบที่ 3	68.88	48.62	68.46	56.07	**87.8%**
12	4	รอบที่ 1	75.39	105.11	78.54	69.20	**78.1%**
		รอบที่ 2	63.95	66.15	67.31	57.33	**94.6%**
		รอบที่ 3	65.21	48.41	65.84	46.41	**85.8%**

ผลการเปรียบเทียบเพศของกลุ่มตัวอย่างกับผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ผลของรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) รอบที่ 1-3 ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 จำนวน 6 กลุ่ม รวมทั้งหมด 12 กลุ่ม แสดงดังตาราง 4-23

ตารางที่ 4-23 ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 - 3

กลุ่ม	ตำแหน่ง	ชั้นปี	เพศ	รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)			ผลคะแนนสอบก่อนและหลังการทดลอง	
				รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	ก่อน (คะแนน)	หลัง (คะแนน)
1	Leader	3	หญิง	107.94	69.83	69.51	9	14
	สถานี 1	3	ชาย				12	10
	สถานี 2	3	หญิง				13	14
	สถานี 3	3	หญิง				11	14
	สถานี 4	3	หญิง				10	15

ตารางที่ 4-23 ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 – 3 (ต่อ)

กลุ่ม	ตำแหน่ง	ชั้นปี	เพศ	รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)			ผลคะแนนสอบก่อนและหลังการทดลอง	
				รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	ก่อน (คะแนน)	หลัง (คะแนน)
2	Leader	3	หญิง	70.04	68.57	68.57	11	15
	สถานี 1	3	หญิง				10	14
	สถานี 2	3	หญิง				8	14
	สถานี 3	3	หญิง				4	14
	สถานี 4	3	ชาย				10	14
3	Leader	3	หญิง	68.36	68.04	68.04	11	15
	สถานี 1	3	ชาย				9	11
	สถานี 2	3	หญิง				13	12
	สถานี 3	3	ชาย				7	15
	สถานี 4	3	หญิง				10	12
4	Leader	3	หญิง	138.92	96.18	86.94	12	13
	สถานี 1	3	หญิง				9	12
	สถานี 2	3	ชาย				13	15
	สถานี 3	3	หญิง				11	14
	สถานี 4	3	ชาย				11	15
5	Leader	3	หญิง	125.79	90.62	68.25	9	13
	สถานี 1	3	หญิง				10	14
	สถานี 2	3	ชาย				9	14
	สถานี 3	3	หญิง				10	15
	สถานี 4	3	หญิง				8	14

ตารางที่ 4-23 ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 - 3 (ต่อ)

กลุ่ม	ตำแหน่ง	ชั้นปี	เพศ	รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)			ผลคะแนนสอบก่อนและหลังการทดลอง	
				รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	ก่อน (คะแนน)	หลัง (คะแนน)
6	Leader	3	หญิง	70.04	68.57	68.57	11	15
	สถานี 1	3	หญิง				10	14
	สถานี 2	3	หญิง				8	14
	สถานี 3	3	หญิง				4	14
	สถานี 4	3	ชาย				10	14
7	Leader	4	หญิง	104.58	67.10	67.20	9	14
	สถานี 1	4	หญิง				12	11
	สถานี 2	4	ชาย				13	14
	สถานี 3	4	หญิง				11	10
	สถานี 4	4	หญิง				10	15
8	Leader	4	ชาย	126.63	75.08	67.62	11	14
	สถานี 1	4	หญิง				10	14
	สถานี 2	4	ชาย				8	12
	สถานี 3	4	หญิง				4	12
	สถานี 4	4	หญิง				10	14
9	Leader	4	หญิง	110.25	84.42	68.15	11	15
	สถานี 1	4	หญิง				9	14
	สถานี 2	4	ชาย				13	15
	สถานี 3	4	หญิง				7	14
	สถานี 4	4	หญิง				10	15

ตารางที่ 4-23 ผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 - 3 (ต่อ)

กลุ่ม	ตำแหน่ง	ชั้นปี	เพศ	รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)			ผลคะแนนสอบก่อนและหลังการทดลอง	
				รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	ก่อน (คะแนน)	หลัง (คะแนน)
10	Leader	3	หญิง	112.46	64.16	61.85	12	12
	สถานี 1	3	หญิง				9	13
	สถานี 2	3	ชาย				13	13
	สถานี 3	3	หญิง				11	13
	สถานี 4	3	หญิง				11	14
11	Leader	3	หญิง	111.20	75.60	68.88	9	13
	สถานี 1	3	หญิง				10	14
	สถานี 2	3	ชาย				9	14
	สถานี 3	3	หญิง				10	14
	สถานี 4	3	หญิง				8	14
12	Leader	3	หญิง	105.11	67.31	65.84	7	15
	สถานี 1	3	ชาย				11	12
	สถานี 2	3	หญิง				10	9
	สถานี 3	3	ชาย				12	15
	สถานี 4	3	ชาย				8	13

จากตารางที่ 4-23 แสดงผลของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 2 ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1-6 เท่ากับ 69.83, 70.04, 68.36, 96.18, 90.62 และ 72.45 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7-12 เท่ากับ 67.10, 75.08, 84.42, 64.16, 75.60 และ 67.31 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ

รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 3 ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1-6 เท่ากับ 69.51, 68.57, 68.04, 86.94, 68.25 และ 71.09 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7-12 เท่ากับ 67.20, 67.62, 68.15, 61.85, 68.88 และ 65.84 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ

จำนวนกลุ่มตัวอย่างเพศชายชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 18 คน และ จำนวนกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 42 คน มีสัดส่วนเพศชายร้อยละ 30 และเพศหญิงร้อยละ 70 ซึ่งผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตเฉลี่ยและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ย ของเพศชายและเพศหญิง ดังแสดงในตารางที่ 4-24

ตารางที่ 4-24 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตและผลคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง

เพศ	จำนวน (คน)	รอบเวลาในการผลิตเฉลี่ย (Cycle Time)			ผลคะแนนสอบก่อนและหลังการทดลอง	
		รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	ก่อน (คะแนน)	หลัง (คะแนน)
ชาย	18	121.18	74.88	69.85	9.94	12.56
หญิง	42	118.34	75.19	69.10	9.79	13.33

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตเฉลี่ยและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel โดยใช้ Two Sample t-test unequal variances (มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05) เพื่อเปรียบเทียบดังตารางที่ 4-6 โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย (Mean)

n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

S.D. หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

df หมายถึง ระดับชั้นความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

t หมายถึง ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 รอบ

ตารางที่ 4-25 ผลการเปรียบเทียบเพศของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ Two Sample t-test unequal variances

รอบการทดลอง	เพศ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	*p*
การทดลองรอบที่ 1	เพศชาย	18	121.18	16.82	0.62	28	0.537
	เพศหญิง	42	118.34	6.84			
การทดลองรอบที่ 2	เพศชาย	18	74.88	10.12	0.11	31	0.913
	เพศหญิง	42	75.19	7.55			
การทดลองรอบที่ 3	เพศชาย	18	69.85	6.56	0.42	28	0.675
	เพศหญิง	42	69.10	2.40			
คะแนนก่อนการทดลอง	เพศชาย	18	9.94	1.51	0.32	46	0.748
	เพศหญิง	42	9.79	2.40			
คะแนนหลังการทดลอง	เพศชาย	18	12.56	2.00	1.50	24	0.147
	เพศหญิง	42	13.33	1.24			

เมื่อค่าทดสอบการเปรียบเทียบการทดลองในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และ รอบที่ 3 เท่ากับ 0.537, 0.913 และ 0.675 ตามลำดับ และค่าทดสอบการเปรียบเทียบผลของคะแนนก่อนการทดลองและผลคะแนนหลังการทดลองจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 0.748 และ 0.147 ตามลำดับ ดังนั้น สมมติฐานที่ 1 เพศของกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05

การกำหนดเพศของแต่ละสถานีงานของแต่ละกลุ่มมีสัดส่วนเพศชายและเพศหญิงที่แตกต่างกันที่ 30:70 สำหรับการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B ของกลุ่มตัวอย่างที่มีเพศต่างกันไม่ส่งผลต่อรอบเวลาในการผลิตและผลของคะแนนของแบบทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ

ผลลัพท์จากการเปรียบเทียบประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผลลัพท์จากการเปรียบเทียบประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน ด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองในการประกอบโมเดลทั้ง 3 รอบ และการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง จะช่วยให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน สามารถมีการเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ปัญหาโดยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง และสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตจากการร่วมมือกันในทีม โดยผู้วิจัยจะเปรียบเทียบผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน ในการผลิตรอบที่ 1 รอบที่ 2 และ รอบที่ 3 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test ดังแสดงในตารางที่ 4-26

ตารางที่ 4-26 ผลการเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

ข้อมูลการเปรียบเทียบ	**กลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลอง (คน) กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (n=60)**						
	รอบที่	**n**	**$\bar{X}$**	**S.D.**	**t**	**df**	**p**
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2	รอบที่ 1	60	119.19	14.99	10.53	11	0.000
	รอบที่ 2	60	75.10	9.75			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 3	รอบที่ 1	60	119.19	14.99	12.94	11	0.000
	รอบที่ 3	60	69.33	5.78			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 2 และรอบที่ 3	รอบที่ 2	60	75.10	9.75	2.79	11	0.018
	รอบที่ 3	60	69.33	5.78			

จากตารางที่ 4-26 แสดงผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานจากการทดลองรอบที่ 1 ได้รับความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง ทำให้รอบเวลาสั้นลง

ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตระหว่างรอบที่ 1 และ รอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานจากการทดลองรอบที่ 1 มาประยุกต์ใช้และแก้ไขปัญหา ทำให้รอบเวลาสั้นลง

เมื่อเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตระหว่างรอบที่ 2 และ รอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานจากการทดลองรอบที่ 1 และ รอบที่ 2 ได้รับความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องติดตัว ทำให้รอบเวลาในรอบที่ 3 สั้นลงกว่ารอบเวลาในการผลิตของรอบที่ 2

สรุปจากข้อมูลของรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จะเห็นได้ว่า ในการทดลองในรอบที่ 2 รอบเวลาในการผลิตลดลงจากจากการทดลองในรอบที่ 1 และรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 3 ลดลงจากการทดลองในรอบที่ 1 และรอบที่ 2 เช่นกัน ซึ่งหมายความว่า ชุดฝึกสถานีงานจำลองและการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง สามารถสร้างประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ช่วยให้กลุ่มตัวอย่างมีการเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ปัญหาโดยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น มีทักษะการแก้ปัญหาโดยต้องอาศัยการร่วมมือกันในทีม และสามารถปรับปรุงกระบวนการให้รอบเวลาในการผลิตลดลงได้

เมื่อดูข้อมูลผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตจากการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 เพื่อดูผลลัพท์รอบเวลาในการผลิตของแต่ละรอบจะพบว่าผลลัพท์ของข้อมูลมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ดังแสดงในดังตารางที่ 4-27

ตารางที่ 4-27 ผลการเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

ข้อมูลการเปรียบเทียบ	กลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลอง (คน) กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4						
	รอบที่	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 (n=30)							
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2	รอบที่ 1	30	126.68	16.91	15.98	29	0.0000
	รอบที่ 2	30	77.91	11.32			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 3	รอบที่ 1	30	126.68	16.91	19.56	29	0.0000
	รอบที่ 3	30	72.07	6.84			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 2 และรอบที่ 3	รอบที่ 2	30	77.91	11.32	3.93	29	0.0005
	รอบที่ 3	30	72.07	6.84			
กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 (n=30)							
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 2	รอบที่ 1	30	111.71	7.43	25.03	29	0.0000
	รอบที่ 2	30	72.28	6.99			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 1 และรอบที่ 3	รอบที่ 1	30	111.71	7.43	32.55	29	0.0000
	รอบที่ 3	30	66.59	2.35			
การเปรียบเทียบระหว่างรอบที่ 2 และรอบที่ 3	รอบที่ 2	30	72.28	6.99	5.61	29	0.0000
	รอบที่ 3	30	66.59	2.35			

จากตารางที่ 4-27 ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตระหว่างรอบที่ 1 กับรอบที่ 2 รอบที่ 1 กับรอบที่ 3 และ รอบที่ 2 กับรอบที่ 3 ผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตจากการเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) มีการพัฒนาทักษะเพิ่มมากขึ้นจากการเรียนรู้ ทำให้รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างดีขึ้นในแต่ละรอบของการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างทั้งชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 ล้วนมีประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานไม่ว่าจะเป็นการทดลองในระหว่างการเรียนของชั้นปีที่ 3 หรือการได้รับประสบการณ์จากการฝึกงานของชั้นปีที่ 4 ซึ่งหากพิจารณาตามโครงสร้างของหลักสูตรในการเรียนรู้พื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างอาจจะไม่เท่ากัน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ผ่านการเรียนรู้มา

มากกว่า ทำให้มีความรู้และประสบการณ์ที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในแต่ละรอบการทดลองจะพบว่า พื้นฐานความรู้ด้านวิศวกรรมอุตสาหการของกลุ่มตัวอย่างน่าจะมีผลต่อรอบเวลาในการผลิตเช่นกัน จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ในการทดลองรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีผลลัพท์ของรอบเวลาที่สั้นกว่าชั้นปีที่ 3 เพราะว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่มากกว่าชั้นปีที่ 3 และความคุ้นเคยกับกระบวนการทำงานที่ได้ประสบการณ์จากการฝึกงาน ทำให้รอบเวลาของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ดีกว่านั้นเอง ดังแสดงในตารางที่ 4-28

ตารางที่ 4-28 ผลการเปรียบเทียบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

หัวข้อการเปรียบเทียบ	**ชั้นปี**	**n**	**$\bar{X}$**	**S.D.**	**t**	**df**	***p***
ผลลัพท์รอบเวลาการทดลองในรอบที่ 1	3	30	126.68	16.91	3.961	29	0.0004
	4	30	111.71	7.43			
ผลลัพท์รอบเวลาการทดลองในรอบที่ 2	3	30	77.91	11.32	2.003	29	0.0546
	4	30	72.28	6.99			
ผลลัพท์รอบเวลาการทดลองในรอบที่ 3	3	30	72.07	6.84	3.285	29	0.0027
	4	30	66.59	2.35			

จากตางที่ 4-28 จากการเปรียบเทียบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองในรอบที่ 1 ถึงการทดลองในรอบที่ 3 ผลลัพท์ของรอบเวลาเฉลี่ยในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เท่ากับ 126.68, 77.91 และ 72.07 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ และผลผลลัพท์ของรอบเวลาเฉลี่ยในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 เท่ากับ 111.71, 72.28, และ 66.59 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ

ตารางที่ 4-29 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ของกลุ่มตัวอย่างของชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ทั้ง 12 กลุ่ม พบว่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง 60 คนในแบบทดสอบก่อนการทดลองอยู่ระหว่าง 4 ถึง 13 คะแนน และหลังการทดลองอยู่ระหว่าง 8 ถึง 15 คะแนน ซึ่งคะแนนจากแบบทดสอบหลังการทดลองมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและเมื่อพิจารณาจากคะแนน

เฉลี่ยที่แสดงในตารางที่ 4-29 และภาพที่ 4-9 จะพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง

ตารางที่ 4-29 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 กลุ่ม

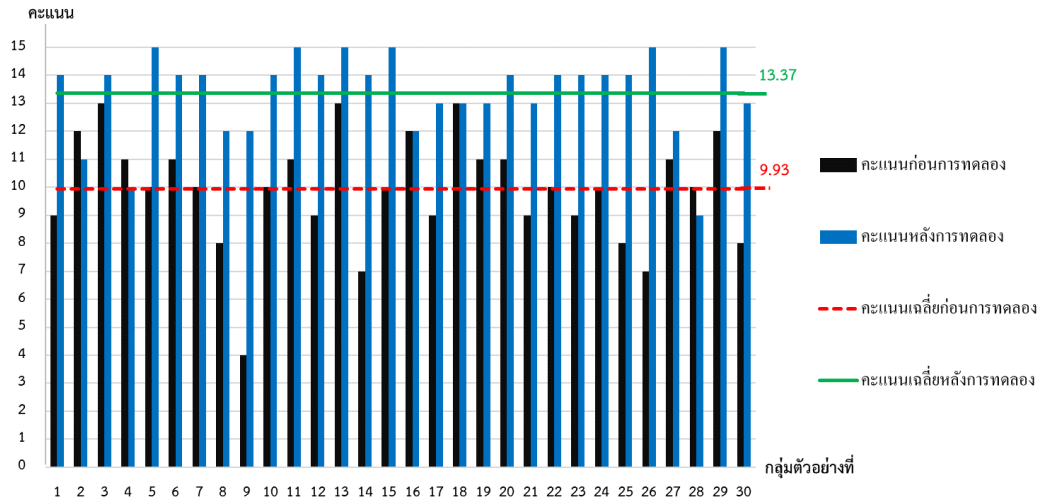
กลุ่ม	คะแนน (ก่อน)	คะแนน (หลัง)	กลุ่ม	คะแนน (ก่อน)	คะแนน (หลัง)	กลุ่ม	คะแนน (ก่อน)	คะแนน (หลัง)
1	9	14	5	9	13	9	8	14
	12	10		10	14		12	14
	13	14		9	14		10	14
	11	14		10	15		9	14
	10	15		8	14		8	11
2	11	15	6	7	14	10	12	14
	10	14		11	12		9	12
	8	14		10	13		9	8
	4	14		12	9		6	13
	10	14		8	13		7	14
3	11	15	7	9	12	11	11	15
	9	11		7	10		6	12
	13	12		11	11		8	11
	7	15		9	14		13	15
	10	12		13	14		13	13
4	12	13	8	11	12	12	11	12
	9	12		10	12		10	13
	13	15		11	11		9	12
	11	14		13	15		8	12
	11	15		10	14		9	15

จากการทดลองคะแนนเต็มของข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 15 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เท่ากับ 9.93 และ 13.37 คะแนน ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 เท่ากับ 9.73 และ 12.77 คะแนน ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 เท่ากับ 9.83 และ 13.10 คะแนน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-30

ตารางที่ 4-30 ผลของคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง	
		คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง	คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง
ชั้นปีที่ 3	30	9.93	13.37
ชั้นปีที่ 4	30	9.73	12.77
ทั้งหมด	60	9.83	13.10

จากตารางที่ 4-30 แสดงคะแนนเต็มของข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 15 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยของก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน เท่ากับ 9.93 และ 13.37 คะแนน ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4-9



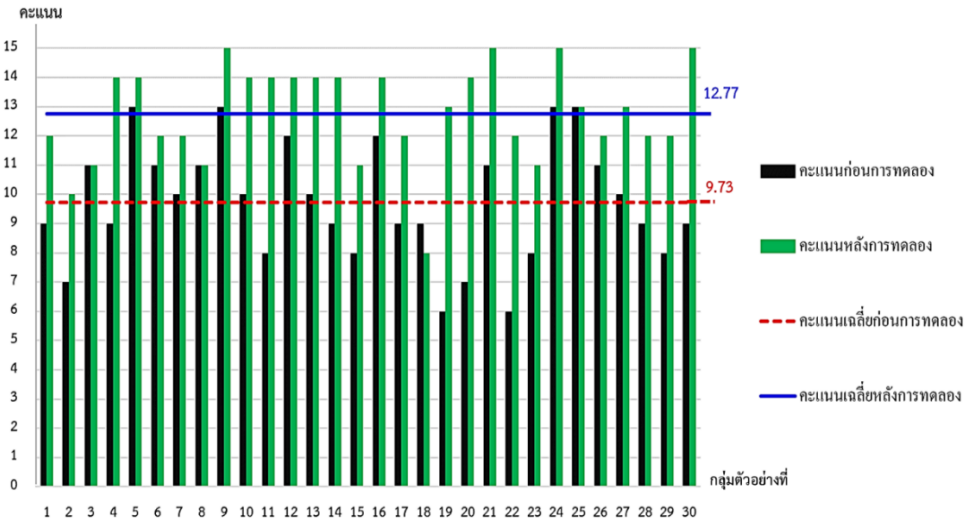
ภาพที่ 4-9 ผลของคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3

เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีทดสอบ Paired Sample t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนพบว่า ผลคะแนนในแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานและได้รับความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง ของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อการทำให้คะแนนของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เพิ่มขึ้นนั้นเอง ดังแสดงในตารางที่ 4-31

ตารางที่ 4-31 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

คะแนนของข้อสอบวัดความรู้	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	p
คะแนนก่อนการทดลอง	30	9.93	2.00	7.60	29	0.0000
คะแนนหลังการทดลอง	30	13.37	1.50			

ในส่วนของข้อมูลคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองจะ เท่ากับ 9.73 และ 12.77 คะแนน ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 ผลของคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 4

เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ Paired Sample t-test จะพบว่าผลคะแนนในแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานและได้รับความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง ของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อการทำให้คะแนนของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-32

ตารางที่ 4-32 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

คะแนนของข้อสอบวัดความรู้	**n**	**$\bar{X}$**	**S.D.**	**t**	**df**	***p***
คะแนนก่อนการทดลอง	30	9.73	2.03	7.82	29	0.0000
คะแนนหลังการทดลอง	30	12.77	1.68			

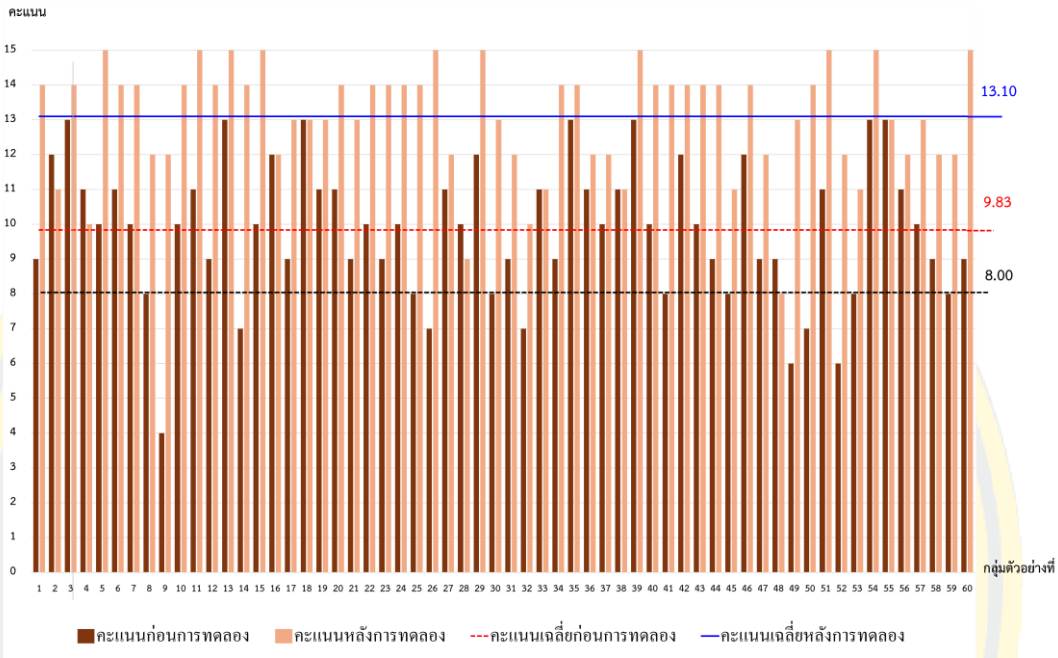
เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จำนวนทั้งหมด 60 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ Paired Sample t-test จะพบว่าผลคะแนนในแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4-33

ตารางที่ 4-33 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

คะแนนของข้อสอบวัดความรู้	**n**	**$\bar{X}$**	**S.D.**	**t**	**df**	***p***
คะแนนก่อนการทดลอง	60	9.83	2.00	10.33	59	0.0000
คะแนนหลังการทดลอง	60	13.10	1.62			

จากตารางที่ 4-33 แสดงสรุปข้อมูลของผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จำนวนทั้งหมด 60 คน สรุปได้ว่า ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ ช่วยให้กลุ่มตัวอย่างตอบคำถามจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นได้มากกว่าเดิม ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่คะแนนจากแบบทดสองต้องสูง

กว่าร้อยละ 50 (8 คะแนน) ภาพที่ 4-11 แสดงข้อมูลผลคะแนนจากแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พร้อมแสดงเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำที่ได้กำหนดไว้



ภาพที่ 4-11 ผลของคะแนนจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4

เมื่อนำข้อมูลคะแนนของแต่ละชั้นปีมาเปรียบเทียบด้วยสถิติ Paired Sample t-test จะพบว่า คะแนนก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เท่ากับ ผลคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 เท่ากับ 9.93 และ 13.43 คะแนน ตามลำดับ และผลคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 เท่ากับ 9.73 และ 12.77 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4-34

ตารางที่ 4-34 ผลการเปรียบเทียบพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Paired Sample t-test

หัวข้อการเปรียบเทียบ	ชั้นปี	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	*p*
คะแนนก่อนการทดลอง	3	30	9.93	2.00	0.334	29	0.7411
	4	30	9.73	2.03			
คะแนนหลังการทดลอง	3	30	13.43	1.52	1.734	29	0.0936
	4	30	12.77	1.68			

จากตารางที่ 4-34 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จะเห็นได้ว่า ผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 มีคะแนนที่ดีกว่าชั้นปีที่ 4 เนื่องจากโครงสร้างหลักสูตรและแผนการเรียนของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 พึ่งจะผ่านการเรียนการสอนในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมมาไม่นาน อาจทำให้กลุ่มตัวอย่างยังสามารถจดจำเนื้อหาความรู้จากบทเรียนได้อยู่ ซึ่งเนื้อหาของวิชานี้มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาในแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ทำให้กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการทำข้อสอบ ส่งผลให้คะแนนสูงกว่า และด้วยกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ซึ่งห่างเหินจากการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องมานานแล้ว ทำให้เกิดการลืมในเนื้อหาความรู้ตามทฤษฎีเรื่องของความสามารถในการจดจำของ จุฑามาศ แหนจอน และคณะ (2563) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ไม่มีการทบทวนอย่างต่อเนื่องหรือผู้เรียนไม่ได้มีโอกาศใช้ความรู้ที่เรียนมาเป็นเวลานาน ส่งผลให้ความสามารถในการจดจำลดลง ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะลืมเนื้อหาที่เรียนไปอย่างรวดเร็ว แต่ในทางตรงกันข้าม การเรียนรู้ที่ผ่านไปไม่นานและการมีข้อมูลที่สดใหม่อยู่ จะสามารถเรียกใช้ความรู้เหล่านั้นได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

สรุปจากข้อมูลของผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในรอบที่ 2 จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิตลดลงจากรอบที่ 1 และรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 3 ลดลงจากรอบที่ 1 เช่นกัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้ผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองในการประกอบโมเดลทั้ง 3 รอบ และการนำความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทดลอง และกลุ่มตัวอย่างใช้พื้นฐานความรู้ทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่มีติดตัวมาใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการในการทดลองชุดสถานีงานจำลองนี้ได้ ซึ่งผลผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตหลังการฝึกอบรมต้องสั้นกว่า

ก่อนการฝึกอบรม ส่วนการเปรียบเทียบผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ผลของคะแนนจากแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมได้มากกว่า 50%

ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง

แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลองจะใช้ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form โดยการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 มีเกณฑ์ในการวิเคราะห์และผลของข้อมูลดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองครั้งนี้ โดยแจกแจงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รายละเอียดข้อมูลแสดงในภาคผนวก ง-4 และสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 4-35

ตารางที่ 4-35 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลอง

ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลอง	กลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลอง (คน)					
	กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 (n=30)		กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 (n=30)		กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (n=60)	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
1.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล						
1.1 ความชัดเจนในการอธิบายวิธีการและขั้นตอนในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B	4.70	0.54	4.77	0.43	4.73	0.48
1.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B	4.60	0.56	4.47	0.73	4.53	0.65
1.3 ความสามารถในการสื่อสารของเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B เช่น ขนาดตัวหนังสือ รูปภาพ และสีที่ใช้	4.80	0.41	4.70	0.47	4.75	0.44
1.4 การสร้างความเข้าใจในกระบวนการปรับปรุงการทำงาน	4.80	0.41	4.67	0.48	4.73	0.45
คะแนนเฉลี่ยของชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล	4.73	0.48	4.65	0.53	4.69	0.50
2.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม						
2.1 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหามีความชัดเจน	4.80	0.41	4.73	0.45	4.77	0.43
2.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรมทั้งหมด	4.60	0.50	4.60	0.68	4.60	0.59
2.3 หลักสูตรการอบรมเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของท่าน	4.80	0.41	4.80	0.41	4.80	0.40
2.4 ความสามารถในการนำความรู้และทักษะจากการอบรมไปใช้ในอนาคต	4.80	0.41	4.87	0.35	4.83	0.38
คะแนนเฉลี่ยที่มีต่อการฝึกอบรม	4.75	0.43	4.75	0.47	4.75	0.45

ตารางที่ 4-35 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลอง (ต่อ)

ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลอง	กลุ่มตัวอย่างในการใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลอง (คน)					
	กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 (n=30)		กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 (n=30)		กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (n=60)	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
3.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อวิทยากร						
3.1 ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร	4.80	0.48	4.73	0.52	4.77	0.50
3.2 การเรียงลำดับบรรยายเนื้อหาได้ครบถ้วน	4.87	0.35	4.70	0.54	4.78	0.45
3.3 การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น	4.77	0.43	4.67	0.61	4.72	0.52
3.4 การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน	4.80	0.48	4.77	0.50	4.78	0.49
คะแนนเฉลี่ยที่มีต่อวิทยากร	4.81	0.44	4.72	0.54	4.76	0.49
คะแนนเฉลี่ยทั้งหมด	**4.76**	**0.45**	**4.71**	**0.51**	**4.73**	**0.48**
ร้อยละของระดับความพึงพอใจ	**95.22**		**94.11**		**94.67**	

จากตารางที่ 4-34 พบว่า ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 95.22 และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 94.11 ถ้ารวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 94.67 หรือมีความพึงพอใจที่มาก ผ่านเกณฑ์ความพึงใจที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70 ในการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลอง

คะแนนรวมเฉลี่ยทั้งหมดของความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง 60 คน มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยเมื่อพิจารณาถึงความพึงพอใจเป็นรายหัวข้อของแบบประเมิน ดังนี้

1. การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อ ดังนี้

1.1 ความชัดเจนในการอธิบายวิธีการและขั้นตอนในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

1.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

1.3 ความสามารถในการสื่อสารของเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B เช่น ขนาดตัวหนังสือ รูปภาพ และสีที่ใช้ มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

1.4 การสร้างความเข้าใจในกระบวนการปรังปรุงการทำงาน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

2. การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อดังนี้

2.1 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหามีความชัดเจน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

2.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรมทั้งหมด มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

2.3 หลักสูตรการอบรมเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของท่าน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

2.4 ความสามารถในการนำความรู้และทักษะจากการอบรมไปใช้ในอนาคต มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3. การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อวิทยากร มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

3.2 การเรียงลำดับบรรยายเนื้อหาได้ครบถ้วน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

3.3 การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

3.4 การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด)

หัวข้อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อวิทยากร มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการ

สรุปผลการดำเนินการ

ผลการทดลองในการพัฒนาชุดฝึกสถานีงานจำลองการผลิตและหลักสูตรการอบรมเกี่ยวกับรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Work study) กรณีศึกษาที่มีกลุ่มตัวอย่างภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างและเกณฑ์การเข้ารับการทดลอง

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คน สำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง โดยมีกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และ ชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน รวมทั้งหมด 12 กลุ่ม มีสัดส่วนเพศชายร้อยละ 30 สัดส่วนเพศหญิงร้อยละ 70 จำนวนกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 มีสัดส่วนร้อยละ 50 ในส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 100

2. ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ทั้ง 3 รอบ

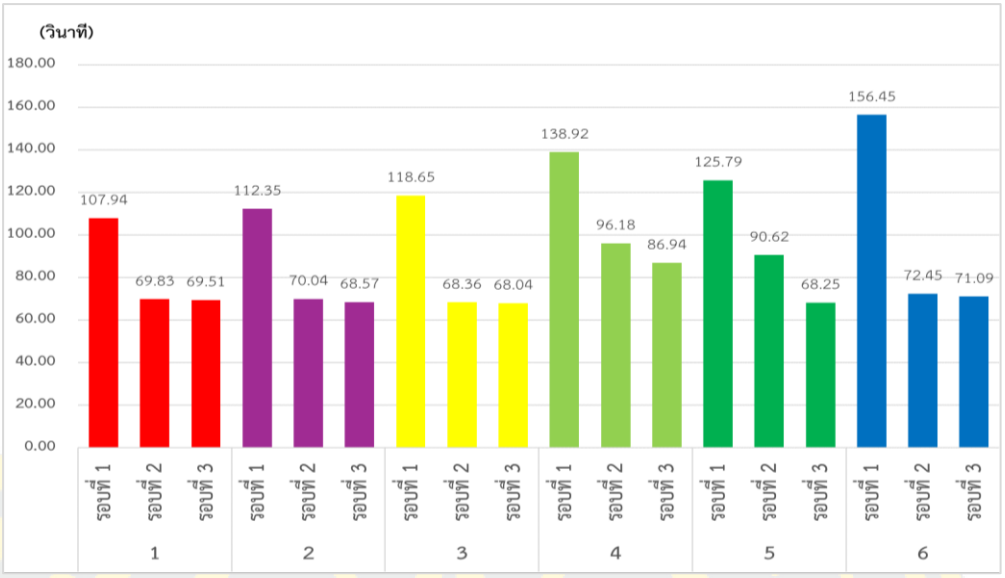
การทดลองรอบที่ 1 เป็นการประกอบโมเดล Part A โดยประกอบทั้งหมด 10 ชิ้น และหารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละกลุ่ม ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1 - 6 เท่ากับ 107.94, 112.35, 118.65, 138.92, 125.79 และ 156.45 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7 - 12 เท่ากับ 104.58, 126.63, 110.25, 112.46, 111.20 และ 105.11 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ

หลังจากการอบรม กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดลองรอบที่ 2 เป็นการประกอบโมเดล Part A โดยประกอบทั้งหมด 10 ชิ้น และหารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) โดยมีเงื่อนไขให้ผู้ทำการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและตำแหน่งการทำงานได้อย่างอิสระ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างสามารถนำหลังจากการอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง มาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถลดเวลาการผลิต ทั้งเรื่องของการศึกษาเวลา (Time Study), ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste), 5ส, ECRS และอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1-6 เท่ากับ 69.83, 70.04, 68.36, 96.18, 90.62 และ 72.45 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7-12 เท่ากับ 67.10, 75.08, 84.42, 64.16, 75.60 และ 67.31 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ ซึ่งรอบเวลาการผลิตของแต่ละกลุ่มสั้นลงกว่ารอบที่ 1 จะสรุปได้ว่า รอบเวลาในการผลิตรอบที่ 1 และ รอบที่ 2 ของทั้ง 12 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมี

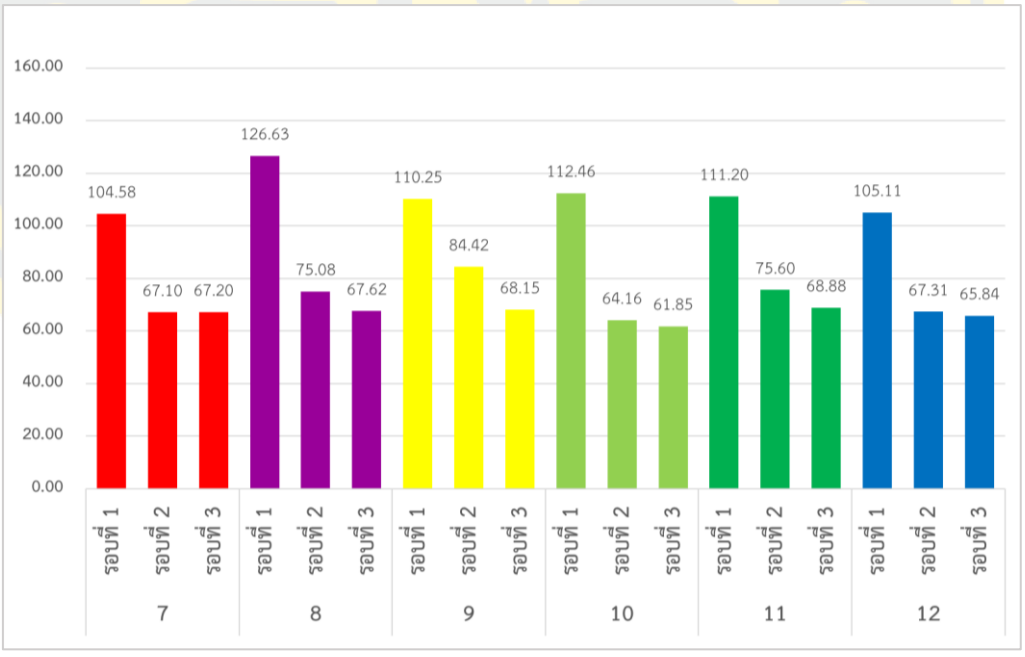
นัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05 หมายความว่า ถึงแต่ละกลุ่มจะมีสัดส่วนของเพศชายหญิงที่ไม่เท่ากัน แต่เมื่อทุกกลุ่มผ่านการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง และใช้ปัญหาจากการทดลองรอบที่ 1 มาวิเคราะห์และปรับปรุงในการทดลองรอบที่ 2 ได้ ส่งผลให้รอบเวลาในการผลิตสั้นลง สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) หลังการทดลองต้องสั้นกว่าก่อนการทดลอง

การทดลองรอบที่ 3 เป็นการประกอบโมเดล Part B ที่มีลักษณะของโมเดลที่แตกต่างจากโมเดล Part A แต่มีบางส่วนประกอบที่เหมือนกัน เช่น Part a-2 คล้าย Part b-1 และ Part a-5 เหมือน Part b-5 เป็นต้น จำนวนชิ้นของส่วนประกอบเท่ากัน ขั้นตอนการประกอบของแต่ละสถานีงานเท่ากัน โดยผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบเวลาของการทดลองว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงโมเดลในการทดลอง กลุ่มตัวอย่างจะสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ โดยกลุ่มตัวอย่างต้องประกอบทั้งหมด 10 ชิ้น และหารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ซึ่งรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ของกลุ่มที่ 1-6 เท่ากับ 69.51, 68.57, 68.04, 86.94, 68.25 และ 71.09 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ของกลุ่มที่ 7-12 เท่ากับ 67.20, 67.62, 68.15, 61.85, 68.88 และ 65.84 วินาทีต่อชิ้น ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการทดลองในรอบที่ 1 รอบเวลาการผลิตของแต่ละกลุ่มสั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ

สรุปจากข้อมูลของรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 12 กลุ่ม ในการทดลองรอบที่ 1 จะใช้เวลาในการผลิตนาน แต่เมื่อผ่านการอบรมและใช้ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในรอบที่ 2 จะเห็นได้ว่า รอบเวลาในการผลิตลดลงจากรอบที่ 1 และรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 3 ที่โมเดลแตกต่าง สามารถลดรอบเวลาในการผลิตลงได้ โดยเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตหลังการฝึกอบรมและการทดสอบชุดฝึกสถานีงานจำลองต้องสั้นกว่าก่อนการฝึกอบรม สรุปคือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แสดงดังภาพที่ 4-13 และ 4-14



ภาพที่ 5-1 กราฟแสดงรอบเวลาในการผลิตทั้ง 3 รอบ ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3



ภาพที่ 5-2 กราฟแสดงรอบเวลาในการผลิตทั้ง 3 รอบ ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

ผลคะแนนเต็มของข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 15 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยของก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 กลุ่มที่ 1-6 เท่ากับ 11.00, 8.60, 10.00,

11.20, 9.20 และ 9.60 คะแนน ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยของหลังการทดลอง เท่ากับ 12.80, 13.20, 14.60, 13.00, 13.80 และ 12.80 คะแนน ตามลำดับ และข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel โดยใช้ Paired Sample t-test ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ทั้ง 6 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05

ผลคะแนนเฉลี่ยของก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 กลุ่มที่ 7-12 เท่ากับ 9.80, 11.00, 9.40, 8.60, 10.20 และ 9.40 คะแนน ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยของหลังการทดลอง เท่ากับ 12.20, 12.80, 13.40, 12.20, 13.20 และ 12.80 คะแนน ตามลำดับ และข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Excel โดยใช้ Paired Sample t-test ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ทั้ง 6 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีระดับ 0.05

สรุปคือ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 กลุ่ม สามารถเพิ่มคะแนนของแบบทดสอบหลังการทดลองได้จากชุดการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง โดยบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ที่ผลของคะแนนจากแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมต้องได้มากกว่า 50% (ผลของคะแนนข้อสอบมากกว่า 8 คะแนน)

4. ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง

ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) ของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 95.22 และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 94.11 ถ้ารวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน มีความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 94.67 หรือมีความพึงพอใจที่มาก สรุปคือผลประเมินความพึงพอใจในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับหลังการฝึกอบรมและการทดสอบชุดฝึกสถานีงานจำลองได้มากกว่า 70% บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ในการทดลองรอบที่ 2 และ 3 ผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 กลุ่มที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 68.36 ถึง 96.18 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างมากในด้านประสิทธิภาพการทำงาน บางกลุ่มสามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานได้ดีขึ้นในขณะที่บางกลุ่มยังคงใช้เวลาในการผลิตมาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากการขาดประสบการณ์ในการปรับกระบวนการทำงาน หรือการไม่สามารถนำหลักการที่เรียนรู้มาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในส่วนของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 กลุ่มที่ 7-12 รอบเวลาในการผลิตมีความคงที่และสม่ำเสมอกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 64.16 ถึง 84.42 วินาทีต่อชิ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับความคาดหวังจากการที่กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีความสามารถในการปรับตัวและปรับปรุงประสิทธิภาพได้ดีกว่า เนื่องจากมี

ประสบการณ์และความเข้าใจที่มากกว่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของประสบการณ์และความรู้พื้นฐานในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่มากกว่า แต่ในทางกลับกัน ผลคะแนนข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างชั้นที่ 3 ทำคะแนนได้ดีกว่าชั้นปีที่ 4 เล็กน้อย ด้วยที่กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 พึ่งผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) ทำให้สามารถทำคะแนนได้ดีกว่านั้นเอง

สรุปก็คือการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) โดยใช้โมเดลจำลอง Part A และ Part B และเนื้อหาการอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง สามารถพัฒนากลุ่มตัวอย่าง ส่งผลให้ผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) หลังการฝึกอบรมและการทดสอบชุดฝึกสถานีงานจำลองต้องสั้นกว่าก่อนการฝึกอบรม บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการพัฒนาของกลุ่มตัวอย่างนี้ส่งผลให้ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมมากขึ้นกว่าเดิม

อภิปรายผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 12 กลุ่ม โดยใช้ชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดลองครั้งนี้เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามโอกาสทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (วิรัตน์ แก้วสุด และคณะ, 2561) โดยกำหนดลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมกิจกรรมผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) แล้ว

โดยการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการทดลองเป็น 3 รอบ เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาของกลุ่มตัวอย่างในการปรับปรุงรอบเวลาในการผลิต ในการทดลองรอบที่ 1 เป็นการทดลองประกอบโมเดล Part A กลุ่มตัวอย่างต้องทำตามขั้นตอนที่กำหนดตามใบมาตรฐานการประกอบที่วางไว้ในแต่ละสถานีงาน จากผลการทดลองที่เกิดขึ้น พบว่าการประกอบโมเดลนั้น เวลาที่ใช้ในการผลิตค่อนข้างมาก ซึ่งสาเหตุอาจมาจากการที่กลุ่มตัวอย่างยังขาดความคุ้นเคยกับขั้นตอนการประกอบ รวมถึงยังไม่ได้นำหลักการปรับปรุงการทำงานมาใช้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเข้าสู่การทดลองในรอบที่ 2 กลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้จากการปฏิบัติในรอบแรก และยังได้รับการอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องโดยผู้วิจัยเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำความรู้มาประยุกต์ใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการประกอบโมเดลของแต่ละกลุ่ม เช่น การใช้แนวคิดการรวมกัน (Combine) รวมขั้นตอนการที่งานที่ซ้ำซ้อน การใช้แนวคิดการจัดใหม่ (Rearrange) ในการปรับพื้นที่การทำงานใหม่ให้ชิดเรียงกัน เพื่อลดความสูญเปล่าในการขนส่ง (Transportation) และความสูญ

เปล่าจากการเคลื่อนไหว (Motion) การใช้แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส (5S) ทำให้การทำงานแต่ละขั้นตอนสะดวกขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดี (2564) ว่าด้วยเรื่องการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน และการจัดสมดุลการผลิตผ่านแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) และงานวิจัยของ ธัชณนท์ (2560) ที่พบว่าการจัดสมดุลสายการผลิตสามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตลงได้ จึงทำให้รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 2 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในการทดลองรอบที่ 3 กลุ่มตัวอย่างประกอบโมเดล Part B มีลักษณะของโมเดลที่แตกต่างจากโมเดล Part A แต่จากที่กลุ่มตัวอย่างมีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการความรู้ติดตัว และประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐาน จากการทดลองในรอบที่ 1 และรอบที่ 2 ทำให้รอบเวลาในการผลิตของกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 3 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถนำความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องมาใช้สำหรับการปรับปรุงกระบวนการประกอบโมเดลได้ทั้งหมด ทั้งในเรื่องของมาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต ที่กลุ่มตัวอย่างใช้เพียงเครื่องมือเดียวคือตารางมาตรฐานผสม เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดพื้นที่การทำงานของแต่ละสถานีงานไว้และกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างประกอบชิ้นงานเพียง 10 ชิ้นเท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการทำแผนภาพมาตรฐานและตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ และจากการที่ผู้วิจัยกำหนดจำนวนในการผลิตและส่วนประกอบของชิ้นงานไว้อย่างพอดี จึงทำให้ไม่เกิดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไปและความสูญเปล่าจากการเก็บวัสดุคงคลัง แต่ในส่วนความสูญเปล่าจากการผลิตของเสีย เนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างประกอบชิ้นงานตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง จึงไม่เกิดของเสียจากการผลิต

ในส่วนของแนวคิด ECRS ทุกกลุ่มไม่ได้นำแนวคิดการกำจัด (Eliminate) มาใช้ เนื่องจากผู้วิจัยการกำหนดส่วนประกอบของโมเดลไว้อย่างพอดี จึงไม่สามารถกำจัดส่วนประกอบหรือขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งออกไปได้ แต่มีกลุ่มตัวอย่างบางกลุ่มไม่ได้นำหลักการรวมกัน (Combine) และการจัดใหม่ (Rearrange) มาใช้เหมือนกลุ่มอื่นๆ แต่ด้วยการใช้ประสบการณ์ที่มีติดตัวในการประกอบชิ้นงานและนำแนวคิด 5ส หรือแนวคิดอื่นๆมาใช้ จึงสามารถปรับปรุงกระบวนการและทำให้รอบเวลาการผลิตสั้นลงได้เช่นกัน ในส่วนหลักการ 5ส ของสุขลักษณะ และสร้างนิสัยที่กลุ่มตัวอย่างไม่ได้นำมาประยุกต์ใช้นั้น เนื่องด้วยการทดลองนี้เป็นการทดลองระยะสั้น การที่จะเข้าใจเรื่องของสุขลักษณะและสร้างนิสัย ต้องใช้เวลาการทำงานสิ่งนั้นเป็นประจำและสม่ำเสมอ กลุ่มตัวอย่างจึงไม่สามารถนำหลักการสุขลักษณะ และสร้างนิสัยมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพได้

ผลการเปรียบเทียบผลลัพท์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน และ ชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน รวมทั้งหมด 60 คน จะเห็นได้ว่าเพศของกลุ่มตัวอย่าง ไม่มีผลต่อผลลัพธ์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยค่าความน่าจะเป็น p-value

มากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าเพศไม่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างในกิจกรรมครั้งนี้ ประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ได้รับผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลต่อผลลัพธ์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และผลของคะแนนจากแบบทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความน่าจะเป็น p-value น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานความรู้ มีประสบการณ์หรือได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาเป็นฐานซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนสร (2553) ว่าด้วยการเรียนรู้ควรเรียนรู้จากการใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งจากการทดลองในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลลัพท์ของรอบเวลาบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

พื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการมีผลต่อผลลัพธ์ของรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ในรอบที่ 1 และ รอบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความน่าจะเป็น p-value น้อยกว่า 0.05 เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่เคยเรียนมามากกว่าชั้นปีที่ 3 และคุ้นเคยกับกระบวนการทำงานที่ได้ประสบการณ์จากการฝึกงาน ทำให้รอบเวลาของกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 สั้นกว่า ส่วนพื้นฐานความรู้ของกลุ่มตัวอย่างทางด้านวิชาวิศวกรรมอุตสาหการไม่มีมีผลต่อผลลัพธ์ของรอบเวลาในการผลิตในรอบที่ 2 และผลของคะแนนจากแบบทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความน่าจะเป็น p-value มากกว่า 0.05 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ได้รับความรู้จากการฝึกอบรมการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่องที่เหมือนกัน มีรูปแบบการนำความรู้ที่ได้จากการอบรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่คล้ายกัน ทำให้ผลลัพท์ของรอบเวลาและผลคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลลัพท์ของรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตในรอบที่ 2 และ รอบที่ 3 และผลคะแนนก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ถึงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า พื้นฐานความรู้วิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และประสบการณ์ที่มีของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยเฉพาะเมื่อมีการนำเทคนิคการปรับปรุงมาประยุกต์ใช้ กลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์หรือความรู้พื้นฐานที่ดีกว่าสามารถนำหลักการ ทักษะทางวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 7 เรื่อง มาปรับปรุงกระบวนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกทักษะผ่านสถานีงานจำลองสามารถเสริมสร้างความเข้าใจและความชำนาญในการทำงานร่วมกันเป็นทีม และการปรับปรุงกระบวนการทำงานในเชิงอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างทักษะในการประยุกต์ใช้หลักการต่างๆ ในการปรับปรุงการทำงานจริง ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนิสิตวิศวกรรมอุตสาหการในการเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานในภาคอุตสาหกรรมในอนาคต

ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนาทักษะด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมแสดงให้เห็นว่าทั้งกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ

ชั้นปีที่ 4 มีระดับความพึงพอใจที่สูง โดยกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 95.22 และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 94.11 ซึ่งเมื่อรวมทั้งสองกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 คน พบว่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 94.67 ซึ่งถือว่ามีความพึงพอใจในระดับที่สูงมาก และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ว่าจะต้องมีความพึงพอใจไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกสถานีงานจำลองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะอย่างชัดเจน และสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างดี ไม่ว่าจะเป็นในกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 โดยมีระดับความพึงพอใจที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากชุดฝึกไปใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์ในการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. การควบคุมดูแลกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากและการทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดให้สามารถเข้าใจการทดลองจะค่อนข้างยาก และการทดลองแต่ละรอบต้องใช้เวลาค่อนข้างนาน ทำให้ไม่สามารถดำเนินการทดลองในรอบเดียวได้

2. ปัญหาในการบันทึกวิดีโอ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกรอบเวลาของแต่ละขั้นตอนในการทำงานเป็นโทรศัพท์มือถือของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ซึ่งมีหน่วยความจำไม่มาก หรือบางกลุ่มมีปัญหาแบตตารี่โทรศัพท์หมด ทำให้การบันทึกภาพการทำงานได้ไม่ครบถ้วน

3. การอัพโหลดวิดีโอลงใน Google drive ล่าช้า เนื่องจากขนาดไฟล์ของวิดีโอมีขนาดใหญ่ทำให้เกิดความล้าช้าในการอัพโหลด

ข้อเสนอแนะ

1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใหม่ ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมมาก่อน จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์การพัฒนาด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองนี้ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2. การเพิ่มขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรหรือการทำงานร่วมกันระหว่างคนกับเครื่องจักร (Man-Machine) จะทำให้การทดลองสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรมจริงมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ทดลองสามารถเข้าใจการทำงานในสถานการณ์จริงได้ชัดเจนขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่อุตสาหกรรมมีการพึ่งพาเครื่องจักรมากขึ้น

3. การเพิ่มสถานีงานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพถือเป็นข้อเสนอแนะที่สำคัญ เพราะการประกอบชิ้นงานที่แม้จะทำตามมาตรฐานได้แต่หากมีลักษณะที่บิดเบี้ยวหรือไม่สวยงาม ก็อาจไม่ผ่านมาตรฐานในงานจริง การเพิ่มการตรวจสอบคุณภาพจะช่วยให้กลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้และเข้าใจการทำงานที่ต้องเน้นคุณภาพ ไม่ใช่แค่ปริมาณ

4. การทดลองเพื่อการพัฒนาทักษะของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากรอบเวลาในการผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นเป็นเพียงงานที่ดีหรือผ่านคุณภาพ แต่เนื่องด้วยระหว่างการทดลองมีการประกอบทำให้เกิดของเสีย และต้องใช้เวลาในการแก้ไขงานใหม่ (Rework) ดังนั้นเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าใจถึงประสิทธิภาพการผลิตที่ครบถ้วน การเพิ่มการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะทำให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจการผลิตในเชิงลึกมากขึ้น โดยเรียนรู้ที่จะจัดการกับของเสียและวิธีการแก้ไขงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การพิจารณาใช้อุปกรณ์บันทึกวิดีโอที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือเตรียมอุปกรณ์สำรอง เช่น กล้องถ่ายวิดีโอโดยเฉพาะ หรือเลือกใช้อุปกรณ์เก็บข้อมูลภายนอก เช่น USB หรือฮาร์ดไดรฟ์ และการจัดการแบตเตอรี่สำรองอาจช่วยลดปัญหาแบตเตอรี่หมด

6. การกำหนดเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ในเงื่อนไขของการทดลอง เช่น การคำนวณปริมาณชิ้นงานที่ต้องผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า การเพิ่มการวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้ปรับขั้นตอนการผลิตและกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับรอบเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

บรรณานุกรม

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. (2563). การศึกษาการทำงานอุตสาหกรรม [งานเทคโนโลยีการศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง]. กรุงเทพฯ.

กุลรัศมิ์ วงศ์พิริยะวาทิน. (2557). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยแนวคิดระบบการผลิตแบบโตโยต้า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

จักรินทร์ กลั่นเงิน. (2558). การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตตู้แช่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา].

ชนินทร์ แสงแก้ว. (2546). การบริหารงานตามมาตรฐานโรงเรียน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.*2541* ด้วยวัฏจักรคุณภาพของเดมมิ่งในโรงเรียน สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี มหาวิทยาลัยศิลปากร].

ชานนท์ แสงเทียรมงคล. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตโดยการลดความสูญเปล่าและสมดุลการผลิตด้วยแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

ฐิติพร มุสิกะนันทน์. (2558). การประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีนในการเพิ่มกำลังการผลิตของกระบวนการผลิตปลาเส้น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].

ธนพล สมบัติ, & คณิศร ภูมิคม. (2566). การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนโดยการจำลองสถานการณ์ในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี].

ธนสร กิรัมย์, & และคณะ. (2553). การพัฒนาชุดการสอนการควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบพีซีซี *:* วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ]. กรุงเทพฯ.

ธัชณนท์ แดนเขต. (2560). การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง มหาวิทยาลัยสยาม]. กรุงเทพฯ.

ณัชพิมพ์ บุญก่อน, & วรินทร์ วงษ์มณี. (2564). การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการต้นทุนในกระบวนการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัท *ABC Logistics* จำกัด มหาวทิยาลัยหอการค้าไทย].

ภาคภูมิ ใจชมภู. (2566). การปรับปรุงกระบวนการลำเลียงดุมล้อรถจักรยานยนต์โดยเทคนิคโพคา-โยเกะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา].

บุญรักษา แสงมณี. (2558). การศึกษาการจัดสมดุลสถานีงาน สายการผลิต*J02C Camera* กรณีศึกษา *:* บริษัท มูราคามิแอมพาส *(*ประเทศไทย*)* จำกัด สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น].

บัณฑิต คงตระกูล. (2553). การบริหารงานกิจกรรม *5*ส ของศูนย์ไปรษณีย์ด่วนพิเศษกรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี].

พิสนธิ์ จงตระกูล. (2552). การจัดการเรียนการสอน *Problem based Learning (PBL)* เอกสารประกอบการอบรมโครงการพัฒนาคณาจารย์เพื่อการเรียนการสอนยุคใหม่ : (FACULTY DEVELOPMENT FOR TOMORROW TEACHING : FDT2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). การพัฒนาซอฟแวร์ทางการศึกษา. อภิชาการพิมพ์.

มานพ สุขสนิท. (2559). ชุดฝึกอบรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะปฏิบัติสำหรับพนักงานปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี].

ยาสุดะ ชิเงคาสึ. (2545). *5 ส* ง่ายนิดเดียว พิมพ์ครั้งที่ *3* กรุงเทพฯ *:* สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี *(*ไทย-ญี่ปุ่น*)*แปลและเรียบเรียงโดย นิยม ดีสวัสดิ์มงคล.

ยศวริศกร รเณศอัครพงษ์. (2559). การศึกษาการทางานและลดกาลังคนในไลน์การผลิตน้าอัดลม กรณีศึกษา บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น].

สนิท ดีเมืองซ้าย. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการช่วยเสริมศักยภาพ ทางการเรียนผ่านเครือค่ายคอมพิวเตอร์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ].

สุชาดี ธำรงสุข, & สมชาย เปรียงพรม. (2564). การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนปรับปรุงกระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันรถแทรกเตอร์กรณีศึกษา บริษัท เอ.บี.ซี จำกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ].

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2525). เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ]. กรุงเทพฯ.

สรณ์ศิริ เรืองโลก. (2560). การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสมอลล์เอิร์ทลีคเบรกเกอร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

วสันต์ ทิพย์ปัญญา. (2558). การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ มหาวิทยาลัยบูรพา].

อังศินนท์ อินทรกำแหง, & นิพิฐพนธ์ แวดด้วง, & ปิยะ บูชา. (2555). การวิเคราะห์ สังเคราะห์ งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ด้วยการวิเคราะห์อภิมารและวิเคราะห์เนื้อหา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ].

อติกานต์ ม่วงเงิน. (2562). การประยุกต์ใช้เทคนิคแบบลีน *(ECRS+IT)* เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานระบบตู้รับคืนหนังสืออัตโนมัติ. . สำนักบรรณสารการพัฒนา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

Andris Freivalds, & Benjamin W Niebel. (2009). *Methods, standards, and work design*.

Frederick W Taylor. (1911). The Principles of Scientific Management. Harper Brothers. *New York*.

Hiroyuki Hirano. (1989). *JIT factory revolution: A pictorial guide to factory design of the*

future. CRC Press.

Imai Masaaki. (1986). Kaizen: The key to Japan's competitive success. *New York, ltd: McGraw-Hill*.

Jeffrey K Liker. (2021). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Marc C Feldman. (2016). 5S Made Easy: A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program. *Quality Progress*, *49*(4), 68.

Nikkan Kogyo Shimbun. (1989). *Poka-yoke: improving product quality by preventing defects*. Crc Press.

Ralph M Barnes. (1991). *Motion and time study: design and measurement of work*. John Wiley & Sons.

Taiichi Ohno. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.

Yasuhiro Monden. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRc Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ก-1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยผลการพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

ก-2 การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง การทดสอบค่าอำนาจจำแนกของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง และ การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method)

ก-3 ข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลอง

ภาคผนวก ก-1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยผลการพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยผลการพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

   ตำแหน่งทางวิชาการ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

   วุฒิการศึกษาสูงสุด: ปริญญาเอก

   สังกัด: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

   ตำแหน่งทางวิชาการ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์

   วุฒิการศึกษาสูงสุด: ปริญญาเอก

   สังกัด: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

   ตำแหน่งทางวิชาการ: อาจารย์

   วุฒิการศึกษาสูงสุด: ปริญญาเอก

   สังกัด: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดคำถามก่อนและหลังการฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน สรุปดังตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก-1 การพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

เนื้อหา	ข้อ	การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC		ประเภทคำถาม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		เกณฑ์ข้อคำถามต้อง (มีค่า 0.50 – 1.00)		
นิยามของการศึกษาวิธีการทำงาน	1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	2	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	3	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	4	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
การศึกษาเวลา (Time study)	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความจำ
	6	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	7	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	8	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	9	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	10	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
การศึกษาเวลา (Time study)	11	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความเข้าใจ
7 Waste	14	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง	ความจำ
	15	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความจำ

ตารางที่ ก-1 การพิจารณาความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

เนื้อหา	ข้อ	การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC เกณฑ์ข้อคำถามต้อง (มีค่า 0.50 – 1.00)		ประเภทคำถาม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
แนวคิด ECRS	17	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	18	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	19	+1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง	ความเข้าใจ
	20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความเข้าใจ
5 ส	21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความจำ
	22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	23	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	24	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง	ความจำ
การจัดทำมาตรฐาน	25	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความจำ
	26	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	27	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
การจัดสมดุลการผลิต	28	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	29	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้	ความเข้าใจ
	30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้	ความเข้าใจ

การพิจารณาหาค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นในชุดข้อสอบของผู้วิจัยผ่านการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยค่าความเหมาะสมจากผลการวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดข้อสอบวัดความรู้ มีค่าเฉลี่ยของดัชนีเท่ากับ 0.72 จึงสรุปได้ว่า ชุดข้อสอบวัดความรู้สำหรับก่อนและหลังการฝึกอบรมมีความสอดคล้องใช้ได้ (ข้อสอบบางหัวข้อที่มีค่า -1 เมื่อแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญสามารถปรับค่าเป็น 0 หรือ 1 ได้)

ภาคผนวก ก-2 การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง การทดสอบค่าอำนาจจำแนกของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง และ การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method)

1. การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง

ค่าความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนของคนที่ตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด สามารถคำนวณดังสมการที่ ก-1

$$P = \frac{R}{N} \qquad \text{(ก-1)}$$

เมื่อ P = ค่าความยากของข้อสอบ
R = จำนวนคนตอบถูก
N = จำนวนคนทั้งหมด

ซึ่งค่าความยากง่ายที่ยอมรับได้ต้องอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

2. การทดสอบค่าอำนาจจำแนกของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลอง

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามที่จำแนกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำนวนคนเก่งคนไม่เก่ง จำแนกคนที่มีความสามารถกับคนที่ไม่มีความสามารถออกจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งหรือคนที่มีความสามารถจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ และคนไม่เก่งหรือคนที่ไม่มีความสามารถจะทำข้อสอบข้อนั้นไม่ได้ สามารถคำนวณดังสมการที่ ก-2

$$r = \frac{Ru - Re}{\frac{N}{2}} \qquad \text{(ก-2)}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
Ru = จำนวนคนตอบคำถามถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง (ชั้นปีที่ 4)

Re = จำนวนคนตอบคำถามถูกในข้อนั้นในกลุ่มไม่เก่ง (ชั้นปีที่ 3)

N = จำนวนคนทั้งหมด

ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. การทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method)

วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) เป็นวิธีการหาความเชื่อมั่นที่กำหนดว่าการให้คะแนนแต่ละข้อของแบบทดสอบถ้าตอบถูกได้ 1 และตอบผิดได้ 0 โดยมี 2 สมการ ได้แก่

- KR-20 การคำนวณนี้ต้องทราบค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ หรืออัตราส่วนของจำนวนคนที่ตอบแต่ละข้อถูกและผิดกับจำนวนคนทั้งหมด สามารถคำนวณดังสมการที่ ก-3

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right) \qquad \text{(ก-3)}$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p = อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น

q = อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

- KR-21 การคำนวณนี้ต้องทราบค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และความค่าความแปรปรวน สามารถคำนวณดังสมการที่ ก-4

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\bar{x}\,(n-\bar{x})}{nS^2}\right) \qquad \text{(ก-4)}$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ผู้วิจัยเลือกใช้สมการ KR-20 เนื่องจากว่าสมการ KR-21 จะใช้ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับแทนค่า pq ของแต่ละข้อ โดยถือว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายเท่ากัน แต่ในความเป็นจริงแล้วข้อสอบแต่ละข้อมีค่าความยากง่ายไม่เท่ากัน จึงทำให้สมการ KR-21 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าสมการ KR-20 ดังนั้นจึงเลือกใช้สมการ KR-20 สำหรับการทดสอบค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบ

ผู้วิจัยทำการคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20ของชุดข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด 5 คน และกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 5 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างต้องผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study) มาแล้ว และกำลังศึกษาที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.1 การคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบก่อนการทดลอง

การคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบก่อนการทดลอง จำนวน 15 ข้อ โดยใช้โปรแกรม Excel โดยสามารถคำนวณได้ดังภาพที่ ก-1

ชั้นปี	กลุ่มตัวอย่าง	ชุดข้อสอบก่อนการทดลอง ข้อที่															คะแนนรวม	P	Ru	Re	r	S^2	Σpq	KR-20
	คนที่ (N)	1	2	5	6	7	10	12	13	16	17	20	22	25	27	30								
ปีที่ 4	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	7	0.78	8.80	6.80	0.40	6.36	3.44	0.51
	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	8							
	3	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	10							
	4	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	6							
	5	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13							
ปีที่ 3	6	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	6							
	7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	6							
	8	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5							
	9	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	11							
	10	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	6							
	รวม	6	6	7	4	5	5	3	7	7	4	6	6	6	3	3								
	p	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3								
	q	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.7								
	pq	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2								

ภาพที่ ก-1 แสดงการคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบก่อนการทดลอง

3.1.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

จากสมการที่ (ก-1) $\mathrm{P} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{N}}$

$$\mathrm{P} = \frac{78}{10} = 0.78$$

ค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบก่อนการทดลองจำนวน 15 ข้อ มีเท่ากับ 0.78 ซึ่งอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนดคือต้องอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

3.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

จากสมการที่ (ก-2) $\mathrm{r} = \frac{\mathrm{Ru} - \mathrm{Re}}{\frac{N}{2}}$

$$\mathrm{r} = \frac{8.8 - 6.8}{\frac{10}{2}} = 0.40$$

ค่าอำนาจจำแนกของชุดข้อสอบก่อนการทดลองจำนวน 15 ข้อ มีเท่ากับ 0.40 ซึ่งค่าจำแนกดังกล่าวต้องอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนดคือ 0.20 ขึ้นไป

3.1.3 ค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20

จากสมการที่ (ก-3) $r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right)$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left(1 - \frac{3.44}{6.36}\right) = 0.51$$

ชุดข้อสอบก่อนการทดลอง 15 ข้อ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.51

3.2 การคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบหลังการทดลอง

การคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบหลังการทดลองจำนวน 15 ข้อ โดยใช้โปรแกรม Excel โดยสามารถคำนวณได้ดังภาพที่ 2

ชั้นปี	กลุ่มตัวอย่าง	ชุดข้อสอบหลังการทดลอง ข้อที่															คะแนน	P	Ru	Re	r	S^2	Σpq	KR-20
	คนที่ (N)	1	4	5	8	9	10	12	13	15	17	18	21	25	27	30	รวม							
ปีที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	10	0.77	8.60	6.80	0.36	6.61	3.49	0.52
	2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	6							
	3	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	7							
	4	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	7							
	5	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13							
ปีที่ 3	6	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	6							
	7	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	7							
	8	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5							
	9	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11							
	10	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	5							
	รวม	6	6	5	5	6	5	3	7	7	4	6	5	6	3	3								
	p	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.3	0.7	0.7	0.4	0.6	0.5	0.6	0.3	0.3								
	q	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	0.3	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4	0.7	0.7								
	pq	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2								

ภาพที่ ก-2 แสดงการคำนวณค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20 ของชุดข้อสอบหลังการทดลอง

3.2.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

จากสมการที่ (1) $$P = \frac{R}{N}$$

$$P = \frac{77}{10} = 0.77$$

ค่าความยากง่ายของชุดข้อสอบหลังการทดลองจำนวน 15 ข้อ มีเท่ากับ 0.77 ซึ่งอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนดคือต้องอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

3.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

จากสมการที่ (2) $$r = \frac{Ru - Re}{\frac{N}{2}}$$

$$r = \frac{8.6 - 6.8}{\frac{10}{2}} = 0.36$$

ค่าอำนาจจำแนกของชุดข้อสอบหลังการทดลองจำนวน 15 ข้อ มีเท่ากับ 0.36 ซึ่งค่าจำแนกดังกล่าวต้องอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนดคือ 0.20 ขึ้นไป

3.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) สมการ KR-20

จากสมการที่ (ก-3) $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1-\frac{\Sigma pq}{s^2}\right)$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left(1-\frac{3.49}{6.61}\right) = 0.52$$

ชุดข้อสอบหลังการทดลองจำนวน 15 ข้อ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.52

ภาคผนวก ก-3 ข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลอง

ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้ก่อนและหลังการทดลองทั้งหมด 30 ข้อ โดยจงเลือกคำตอบในข้อต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึงอะไร

ก. การศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรพร้อมกันเพื่อทำให้ผลผลิตสูงสุด โดยวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการทำงานเฉพาะเครื่องจักรอย่างเดียว

ข. การศึกษาวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานทำให้เกิดการทำงานที่ดีที่สุดโดยตั้งมาตรฐานเวลาในการทำงานและฝึกหัดคนงานให้ทำงานตามที่กำหนดไว้

ค. การศึกษาระบบและขั้นตอนการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตและทำให้คนงานทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น

ง. การศึกษาการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งของคนงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเพื่อลดเวลาที่ใช้ผลิต

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

2. ข้อใดคือต้นทุนสำคัญที่ผู้ประกอบการต้องการลดมากที่สุด ในสภาวะค่าแรงขั้นต่ำที่เพิ่มมากขึ้น

ก. ทรัพยากรบุคคล

ข. วัสดุสิ้นเปลือง

ค. สวัสดิการ

ง. เครื่องจักร

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

3. ทฤษฎีการศึกษาการทำงาน (Work Study) กล่าวถึงเนื้อหาสำคัญอะไรบ้าง

ก. การจัดการโรงงาน

ข. การบำรุงรักษาและการควบคุมคุณภาพ

ค. การศึกษาการผลิตและการประเมินคุณภาพ

ง. การศึกษาวิธีการทำงานและการวัดผลงาน

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

4. องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) คือข้อใด

ก. สถานที่ปฏิบัติงาน

ข. เครื่องจักร

ค. อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

ง. คน

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

5. เวลามาตรฐาน (Standard Time) คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงาน 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal Time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance Time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

6. Takt Time คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal Time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance Time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

7. Cycle Time คืออะไร

ก. รอบเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้น

ข. เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

8. "เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า" เป็นความหมายของคำศัพท์ในข้อใด

ก. Takt Time

ข. Cycle Time

ค. Lead Time

ง. Standard Time

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

9. "รอบเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้น" หมายถึงข้อใดต่อไปนี้

ก. Takt Time

ข. Cycle Time

ค. Lead Time

ง. Standard Time

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

10. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Takt Time และ Cycle Time ถูกต้องที่สุด

ก. Takt Time น้อยกว่า Cycle Time

ข. Takt Time มากกว่าหรือเท่ากับ Cycle Time

ค. ถูกทุกข้อ

ง. ผิดทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

11. ข้อใดมี Cycle Time ที่เร็วที่สุด

ก. Line A มี Cycle Time = 25 วินาทีต่อชิ้น

ข. Line B มี Cycle Time = 52 วินาทีต่อชิ้น

ค. Line C มี Cycle Time = 1 นาทีต่อชิ้น

ง. Line D มี Cycle Time = 0.5 นาทีต่อชิ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

12. Assembly Line A มี 3 สถานีงาน มีพนักงานรวม 3 คน แบ่งรับผิดชอบสถานีงานละ 1 คน และเป็นกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยมี Cycle Time ของแต่ละคนดังนี้

คนที่ 1 ใช้เวลาประกอบงาน 20 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 2 ใช้เวลาประกอบงาน 25 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 3 ใช้เวลาประกอบงาน 30 วินาทีต่อชิ้น

Cycle time ของ Assembly line A เท่ากับเท่าไหร่

ก. 20 วินาทีต่อชิ้น

ข. 25 วินาทีต่อชิ้น

ค. 30 วินาทีต่อชิ้น

ง. 75 วินาทีต่อชิ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

13. ในกรณีที่ Cycle time มีค่ามากกว่า Takt Time จะเกิดสิ่งใดขึ้น

ก. ต้องทำงานล่วงเวลา (Over Time)

ข. ต้องเพิ่มกำลังคนในการผลิต

ค. เสี่ยงต่อการผลิตงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

14. 7 Waste คืออะไร

ก. จุดบกพร่องของกระบวนการทำงานทั้ง 7 ประการ

ข. กระบวนการซ้ำซ้อน 7 ประการ

ค. ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ

ง. กระบวนการทำงานผิดพลาด 7 ประการ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

15. ข้อใดไม่ใช่ 7 Waste

ก. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

ข. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ค. ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay)

ง. ความสูญเปล่าเนื่องจากต้นทุนการผลิต (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

16. ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ต้องเอื้อมมือหยิบงานไกล นับเป็นความสูญเปล่าข้อใด

ก. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

ข. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ค. ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay)

ง. ความสูญเปล่าเนื่องจากต้นทุนการผลิต (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

17. แนวคิด ECRS ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

ก. การสั่งสอน (Education), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ข. การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education), การแยกกัน (Separation), การจัดการ (Management) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ง. การกำจัด (Eliminate), การลดต้นทุน (Cost), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

18. หน่วยงานวิศวกรรมได้ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยกำหนดให้มีการจัดส่งชิ้นงานด้วยระบบแขนกลหยิบชิ้นงานเพื่อทดแทนพนักงาน หน่วยงานวิศวกรรมใช้แนวคิดข้อไหนของหลัก ECRS

ก. การจัดใหม่ (Rearrange)

ข. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education)

ง. การลดต้นทุน (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

19. นาย ก. ปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยการเรียงลำดับงานใหม่ ส่งผลให้ Cycle time ของกระบวนการผลิตลดลง นาย ก. ใช้แนวคิดข้อไหนของหลัก ECRS

ก. การจัดใหม่ (Rearrange)

ข. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education)

ง. การลดต้นทุน (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

20. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นการออกแบบการทำงานที่ทำให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น (Simplify)

ก. นายไก่ ปูพื้นด้วยกระเบื้องแบบหิน เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษา

ข. นายไข่ ซื้อผ้าเนื้อดีมาตัดเย็บเอง เพราะซักง่ายและแห้งเร็ว

ค. นางคิม หั่นผักและต้มทีละมาก ๆ เพื่อจะได้ประหยัดแก๊ส

ง. นางงู ใช้รถเข็นเพื่อส่งข้าวสารให้ลูกค้า

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

21. กิจกรรม 5ส ประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง

ก. สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขสดใส ใส่ใจสิ่งแวดล้อม

ข. สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขภาพกาย สุขภาพใจ

ค. สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สร้างนิสัย

ง. สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขภาพ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

22. ข้อใดคือ ขั้นตอนการทำกิจกรรม สะสาง ของกิจกรรม 5ส เพื่อการจัดการรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อย

ก. สำรวจ สิ่งของ จากนั้นทำการแยกแยะจัดกลุ่มสิ่งของ ที่จำเป็นใช้งานกับสิ่งไม่จำเป็นใช้งาน

ข. จัดเก็บเป็นหมวดหมู่มีป้ายระบุชัดเจนและจัดแยกตามความบ่อยในการใช้งานและจัดให้เหมาะสม

ค. การทำความสะอาดทั่วไป ขจัดสาเหตุความสกปรก และจัดแบ่งเขตพื้นที่รับผิดชอบ

ง. ดำเนินการในกิจกรรม ส1 ส2 ส3 อย่างต่อเนื่องและมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

23. ข้อใดคือ ประโยชน์ของการดำเนินกิจกรรมการ 5ส ในการทำงานในสถานประกอบกิจการนั้น

ก. เพิ่มผลผลิต

ข. ลดความเสี่ยงด้านสุขภาพและอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน

ค. ลดความซ้ำซ้อนของการทำงาน

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

24. กิจกรรม 5ส สามารถนำมาใช้เป็นกิจกรรมการรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อยในงานประเภทใด

ก. งานสำนักงานทั่วไป

ข. งานซ่อมบำรุงรักษา

ค. กระบวนการผลิต

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

25. เอกสารการทำงานมาตรฐานมี 3 ชนิด หรือ 3 Three Standard table, 3 Ten ประกอบด้วยเอกสารอะไรบ้าง

ก. ตารางมาตรฐานผสม, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ข. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ค. ตารางมาตรฐานผสม, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ง. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

26. ข้อใดคือ หน้าที่ของการใช้แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

ก. เพื่อเพิ่มผลผลิตให้องค์กร

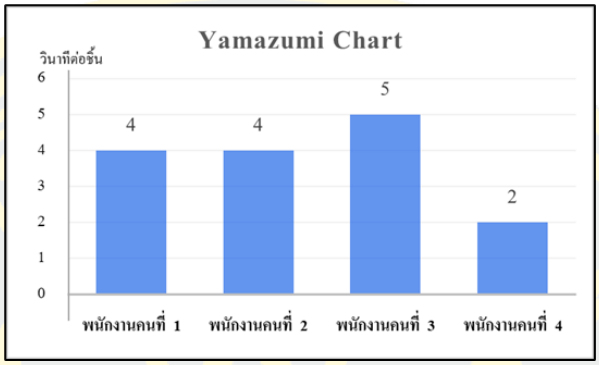
ข. เพื่อช่วยให้การผลิตรักษาสมดุลของการทำงานได้ (Line Balancing)

ค. ลดความซ้ำซ้อนของการทำงาน

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

27. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck)



ก. พนักงานคนที่ 1

ข. พนักงานคนที่ 2

ค. พนักงานคนที่ 3

ง. พนักงานคนที่ 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

28. ตามความหมายของแขนงความรู้ด้านวิศวกรรมอุตสาหการ "การเพิ่มผลผลิต" หมายถึงการลงมือทำสิ่งใด

ก. ปรับปรุงกระบวนการโดยลด Takt Time ลง

ข. ปรับปรุงกระบวนการโดยลด Cycle Time ของการผลิตลง

ค. ปรับปรุงกระบวนการโดยลดจำนวนคนในการผลิตลง

ง. เพิ่มความเร็วเครื่องจักรให้มากขึ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

29. ข้อใดคือ สิ่งสำคัญที่สุดที่จะทำให้การปรับปรุงกระบวนการให้ได้ประสิทธิภาพและคงเส้นคงวา

ก. การจัดทำมาตรฐานหลังการปรับปรุงทุกครั้งพร้อมอบรมพนักงาน

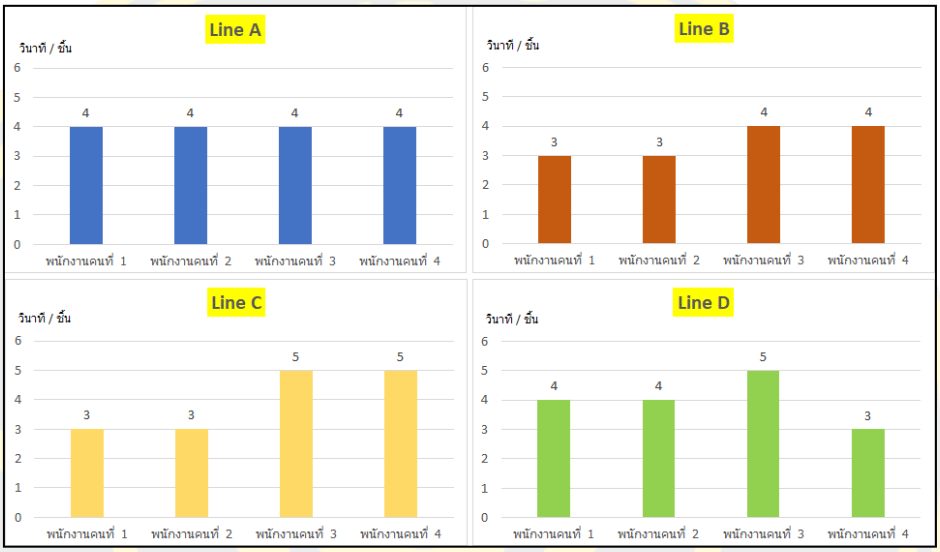
ข. การกำชับพนักงานอย่างต่อเนื่อง

ค. เดินตรวจกระบวนการทุกวัน

ง. หัวหน้างานคอยสอนอยู่เสมอ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

30. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดมีสมดุลการผลิตดีที่สุด



ก. Line A

ข. Line B

ค. Line C

ง. Line D

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

ก-3.1 ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้ก่อนการทดลองทั้งหมด 15 ข้อ

1. การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึงอะไร

ก. การศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรพร้อมกันเพื่อทำให้ผลผลิตสูงสุด โดยวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการทำงานเฉพาะเครื่องจักรอย่างเดียว

ข. การศึกษาวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานทำให้เกิดการทำงานที่ดีที่สุดโดยตั้งมาตรฐานเวลาในการทำงานและฝึกหัดคนงานให้ทำงานตามที่กำหนดไว้

ค. การศึกษาระบบและขั้นตอนการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตและทำให้คนงานทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น

ง. การศึกษาการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งของคนงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเพื่อลดเวลาที่ใช้ผลิต

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

2. ข้อใดคือต้นทุนสำคัญที่ผู้ประกอบการต้องการลดมากที่สุด ในสภาวะค่าแรงขั้นต่ำที่เพิ่มมากขึ้น

ก. ทรัพยากรบุคคล

ข. วัสดุสิ้นเปลือง

ค. สวัสดิการ

ง. เครื่องจักร

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

3. เวลามาตรฐาน (Standard Time) คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงาน 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal Time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

4. Takt Time คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal Time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance Time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

5. Cycle Time คืออะไร

ก. รอบเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้น

ข. เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

6. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Takt Time และ Cycle Time ถูกต้องที่สุด

ก. Takt Time น้อยกว่า Cycle Time

ข. Takt Time มากกว่าหรือเท่ากับ Cycle Time

ค. ถูกทุกข้อ

ง. ผิดทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

7. Assembly Line A มี 3 สถานีงาน มีพนักงานรวม 3 คน แบ่งรับผิดชอบสถานีงานละ 1 คน และเป็นกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยมี Cycle Time ของแต่ละคนดังนี้

คนที่ 1 ใช้เวลาประกอบงาน 20 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 2 ใช้เวลาประกอบงาน 25 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 3 ใช้เวลาประกอบงาน 30 วินาทีต่อชิ้น

Cycle Time ของ Assembly line A เท่ากับเท่าไหร่

ก. 20 วินาทีต่อชิ้น

ข. 25 วินาทีต่อชิ้น

ค. 30 วินาทีต่อชิ้น

ง. 75 วินาทีต่อชิ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

8. ในกรณีที่ Cycle Time มีค่ามากกว่า Takt Time จะเกิดสิ่งใดขึ้น

ก. ต้องทำงานล่วงเวลา (Over Time)

ข. ต้องเพิ่มกำลังคนในการผลิต

ค. เสี่ยงต่อการผลิตงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

9. ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ต้องเอื้อมมือหยิบงานไกล นับเป็นความสูญเปล่าข้อใด

ก. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

ข. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ค. ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay)

ง. ความสูญเปล่าเนื่องจากต้นทุนการผลิต (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

10. แนวคิด ECRS ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

ก. การสั่งสอน (Education), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ข. การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education), การแยกกัน (Separation), การจัดการ (Management) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ง. การกำจัด (Eliminate), การลดต้นทุน (Cost), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

11. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นการออกแบบการทำงานที่ทำให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น (Simplify)

ก. นายไก่ ปูพื้นด้วยกระเบื้องแบบหิน เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษา

ข. นายไข่ ซื้อผ้าเนื้อดีมาตัดเย็บเอง เพราะซักง่ายและแห้งเร็ว

ค. นางคิม หั่นผักและต้มทีละมาก ๆ เพื่อจะได้ประหยัดแก๊ส

ง. นางงู ใช้รถเข็นเพื่อส่งข้าวสารให้ลูกค้า

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

12. ข้อใดคือ ขั้นตอนการทำกิจกรรม สะสาง ของกิจกรรม 5ส เพื่อการจัดการรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อย

ก. สำรวจ สิ่งของ จากนั้นทำการแยกแยะจัดกลุ่มสิ่งของ ที่จำเป็นใช้งานกับสิ่งไม่จำเป็นใช้งาน

ข. จัดเก็บเป็นหมวดหมู่มีป้ายระบุชัดเจนและจัดแยกตามความบ่อยในการใช้งานและจัดให้เหมาะสม

ค. การทำความสะอาดทั่วไป ขจัดสาเหตุความสกปรก และจัดแบ่งเขตพื้นที่รับผิดชอบ

ง. ดำเนินการในกิจกรรม ส1 ส2 ส3 อย่างต่อเนื่องและมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

13. เอกสารการทำงานมาตรฐานมี 3 ชนิด หรือ 3 Three Standard table, 3 Ten ประกอบด้วยเอกสารอะไรบ้าง

ก. ตารางมาตรฐานผสม, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

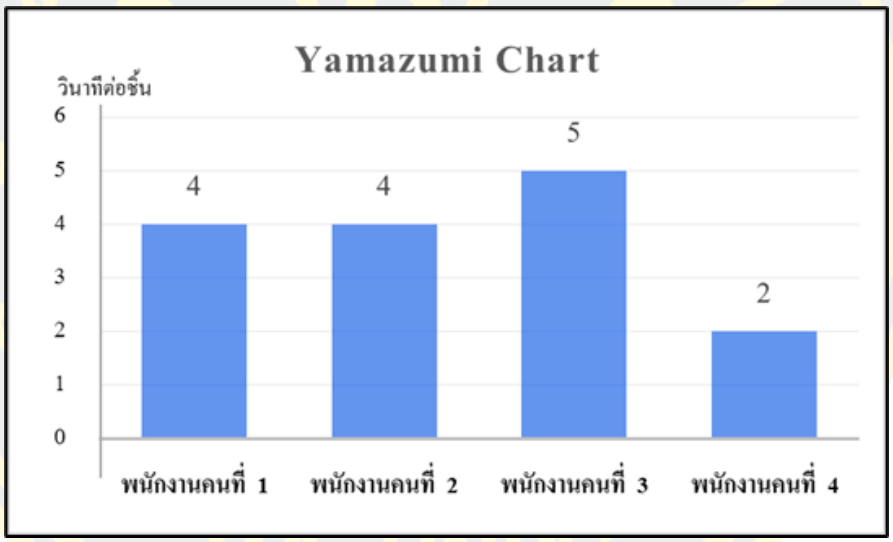
ข. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ค. ตารางมาตรฐานผสม, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ง. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

14. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck)



ก. พนักงานคนที่ 1

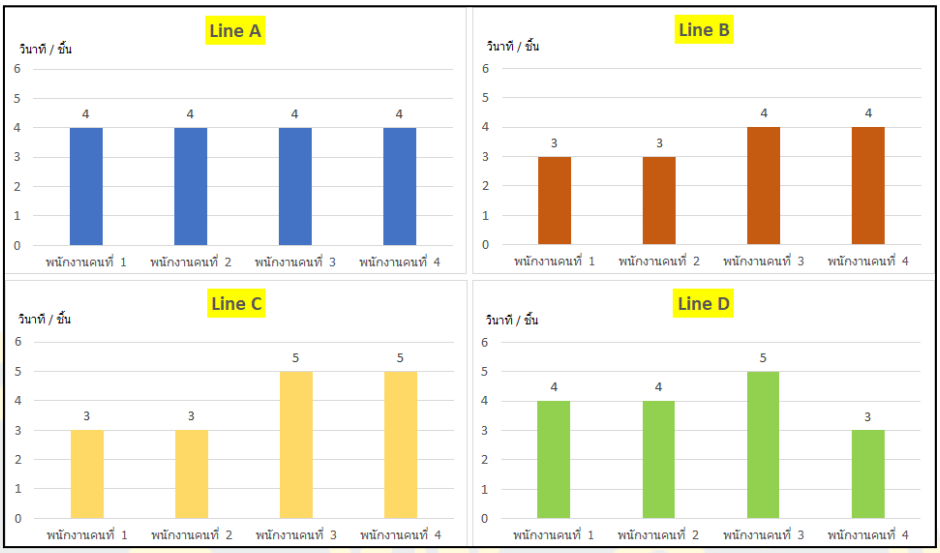
ข. พนักงานคนที่ 2

ค. พนักงานคนที่ 3

ง. พนักงานคนที่ 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

15. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดมีสมดุลการผลิตดีที่สุด



ก. Line A

ข. Line B

ค. Line C

ง. Line D

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

ก-3.2 ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้หลังการทดลองทั้งหมด 15 ข้อ

1. การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึงอะไร

ก. การศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรพร้อมกันเพื่อทำให้ผลผลิตสูงสุด โดยวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการทำงานเฉพาะเครื่องจักรอย่างเดียว

ข. การศึกษาวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานทำให้เกิดการทำงานที่ดีที่สุดโดยตั้งมาตรฐานเวลาในการทำงานและฝึกหัดคนงานให้ทำงานตามที่กำหนดไว้

ค. การศึกษาระบบและขั้นตอนการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตและทำให้คนงานทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น

ง. การศึกษาการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งของคนงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเพื่อลดเวลาที่ใช้ผลิต

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

2. องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) คือข้อใด

ก. สถานที่ปฏิบัติงาน

ข. เครื่องจักร

ค. อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ

ง. คน

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

3. เวลามาตรฐาน (Standard Time) คืออะไร

ก. เวลาในการทำงานเฉลี่ยของกลุ่มพนักงาน

ข. เวลาในการผลิตงาน 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ค. เวลาการทำงานพื้นฐาน (Basic หรือ Normal time) ที่มีการคิดรวมค่าเวลาเผื่อหรือเวลาลดหย่อน (Allowance time) ในการทำงาน

ง. จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อเวลาหนึ่งหน่วย

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

4. "เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า" เป็นความหมายของคำศัพท์ในข้อใด

ก. Takt Time

ข. Cycle Time

ค. Lead Time

ง. Standard Time

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

5. "รอบเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้น" หมายถึงข้อใดต่อไปนี้

ก. Takt Time

ข. Cycle Time

ค. Lead Time

ง. Standard Time

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

6. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Takt Time และ Cycle Time ถูกต้องที่สุด

ก. Takt Time น้อยกว่า Cycle Time

ข. Takt Time มากกว่าหรือเท่ากับ Cycle Time

ค. ถูกทุกข้อ

ง. ผิดทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

7. Assembly Line A มี 3 สถานีงาน มีพนักงานรวม 3 คน แบ่งรับผิดชอบสถานีงานละ 1 คน และเป็นกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยมี Cycle Time ของแต่ละคนดังนี้

คนที่ 1 ใช้เวลาประกอบงาน 20 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 2 ใช้เวลาประกอบงาน 25 วินาทีต่อชิ้น

คนที่ 3 ใช้เวลาประกอบงาน 30 วินาทีต่อชิ้น

Cycle Time ของ Assembly line A เท่ากับเท่าไหร่

ก. 20 วินาทีต่อชิ้น

ข. 25 วินาทีต่อชิ้น

ค. 30 วินาทีต่อชิ้น

ง. 75 วินาทีต่อชิ้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

8. ในกรณีที่ Cycle Time มีค่ามากกว่า Takt Time จะเกิดสิ่งใดขึ้น

ก. ต้องทำงานล่วงเวลา (Over Time)

ข. ต้องเพิ่มกำลังคนในการผลิต

ค. เสี่ยงต่อการผลิตงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

ง. ถูกทุกข้อ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

9. ข้อใดไม่ใช่ 7 Waste

ก. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

ข. ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ค. ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay)

ง. ความสูญเปล่าเนื่องจากต้นทุนการผลิต (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

10. แนวคิด ECRS ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

ก. การสั่งสอน (Education), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ข. การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education), การแยกกัน (Separation), การจัดการ (Management) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ง. การกำจัด (Eliminate), การลดต้นทุน (Cost), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

11. หน่วยงานวิศวกรรมได้ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยกำหนดให้มีการจัดส่งชิ้นงานด้วยระบบแขนกลหยิบชิ้นงานเพื่อทดแทนพนักงาน หน่วยงานวิศวกรรมใช้แนวคิดข้อไหนของหลัก ECRS

ก. การจัดใหม่ (Rearrange)

ข. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

ค. การสั่งสอน (Education)

ง. การลดต้นทุน (Cost)

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ข.

12. กิจกรรม 5ส ประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง

ก. สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขสดใส ใส่ใจสิ่งแวดล้อม

ข. สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขภาพกาย สุขภาพใจ

ค. สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สร้างนิสัย

ง. สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ สุขภาพ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

13. เอกสารการทำงานมาตรฐานมี 3 ชนิด หรือ 3 Three Standard table, 3 Ten ประกอบด้วยเอกสารอะไรบ้าง

ก. ตารางมาตรฐานผสม, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

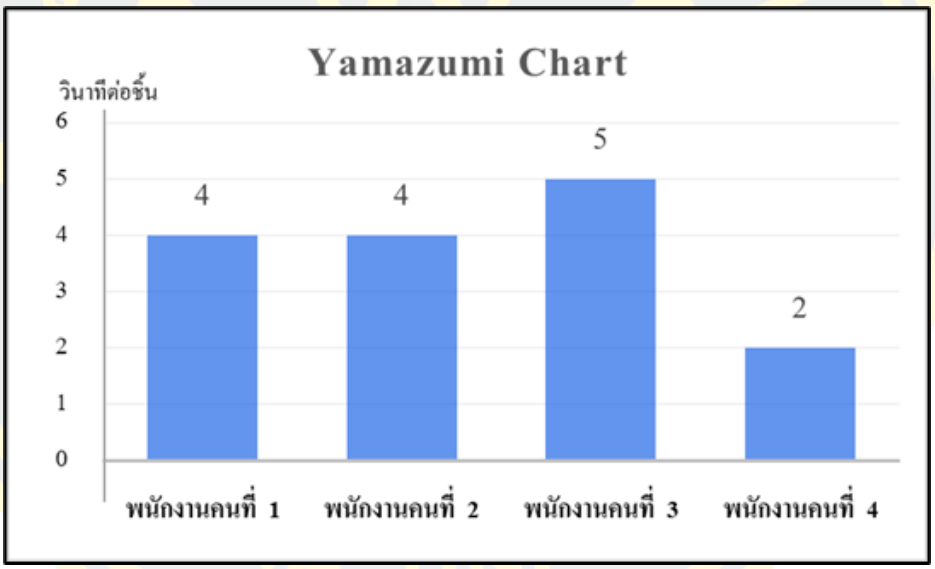
ข. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนภาพงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ค. ตารางมาตรฐานผสม, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

ง. ตารางมาตรฐานแจกแจง, แผนผลิตงานมาตรฐาน, ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

14. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck)



ก. พนักงานคนที่ 1

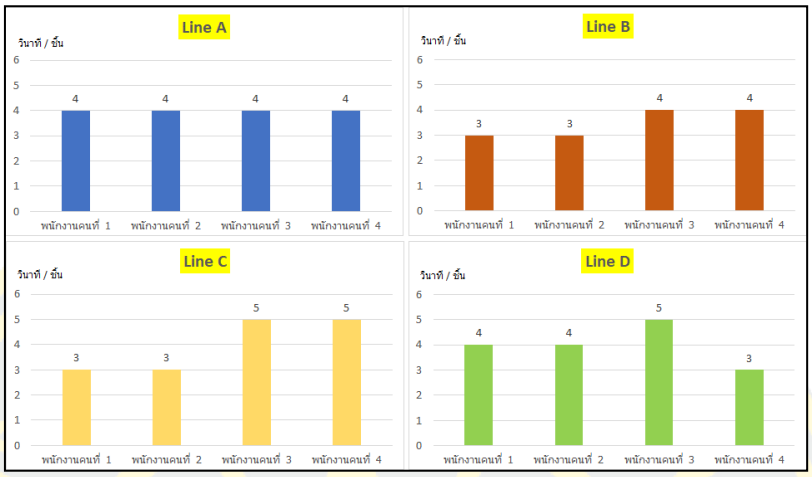
ข. พนักงานคนที่ 2

ค. พนักงานคนที่ 3

ง. พนักงานคนที่ 4

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

15. จากแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) ข้อใดมีสมดุลการผลิตดีที่สุด



ก. Line A

ข. Line B

ค. Line C

ง. Line D

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

เฉลยข้อสอบก่อนการทดลอง				
ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
1		X		
2	X			
3			X	
4		X		
5	X			
6		X		
7			X	
8				X
9		X		
10		X		
11				X
12	X			
13	X			
14			X	
15	X			

เฉลยข้อสอบหลังการทดลอง				
ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
1		X		
2				X
3			X	
4	X			
5		X		
6		X		
7			X	
8				X
9				X
10		X		
11		X		
12			X	
13	X			
14			X	
15	X			

ภาพที่ ก-3 เฉลยข้อสอบก่อนและหลังการทดลอง

ภาคผนวก ข

การหาจำนวนรอบเวลาที่เหมาะสมในการจับเวลา

ผลการหาจำนวนรอบเวลาที่เหมาะสมในการจับเวลาในการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

การจับเวลาสำหรับการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวเพียงไม่กี่ครั้ง อาจได้ค่าของเวลาที่ไม่แน่นอนและคลาดเคลื่อนได้ ความน่าเชื่อถือที่จะใช้เป็นเวลามาตรฐานไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสม ซึ่งการหาจำนวนรอบเวลาที่เหมาะสมในการจับเวลานั้นใช้วิธีการของ Maytag โดยมีขั้นตอนดังนี้

- หาค่า R ได้จาก ค่าเวลาสูงสุดลบกับค่าเวลาต่ำสุด (ค่าเวลาประมาณการสูงสุดเท่ากับ 90 วินาที และเวลาต่ำสุดเท่ากับ 75 วินาที)
- หาค่า X ซึ่งได้จากผลรวมของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูลหรืออาจประมาณได้จากค่าเวลาสูงสุดบวกกับค่าเวลาต่ำสุดหารด้วยสอง

$$X = \frac{90 + 75}{2}$$

$$= 82.5 \text{ วินาที}$$

- คำนวนหาค่า $\frac{R}{X}$

$$= \frac{90 - 75}{82.5}$$

$$= 0.182$$

หลังจากได้ค่า R หารด้วย X แล้วเท่ากับ 0.182 นำค่าไปเทียบกับตารางของ Maytag ดังภาพที่ ข-1

$\bar{R}$ / $\bar{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\bar{R}$ / $\bar{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\bar{R}$ / $\bar{x}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

ภาพที่ ข-1 ตารางของ Maytag

จากภาพที่ ข-1 เมื่อเทียบค่ากับตารางของ Maytag ได้จำนวณข้อมูลค่า N ที่เหมาะสมเท่ากับ 7 ดังนั้นในการเก็บข้อมูลเวลาจากการถ่ายวิดิโอของแต่ละสถานีงานและบันทึกเวลาทั้งหมด 7 ครั้ง แต่ด้วยกลุ่มตัวอย่างยังไม่มีประสบการณ์ในการประกอบโมเดล Part A เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการประกอบของกลุ่มตัวอย่าง ค่าของเวลาที่ไม่แน่นอนและคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงเพิ่มรอบการเก็บข้อมูลเป็น 10 ครั้ง

ภาคผนวก ค

ค-1 เนื้อหาการอบรมผู้ร่วมการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมโดยใช้ PowerPoint

ค-2 เอกสารอธิบายขั้นตอนการประกอบแต่ละสถานีงานในการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

ค-3 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) สำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

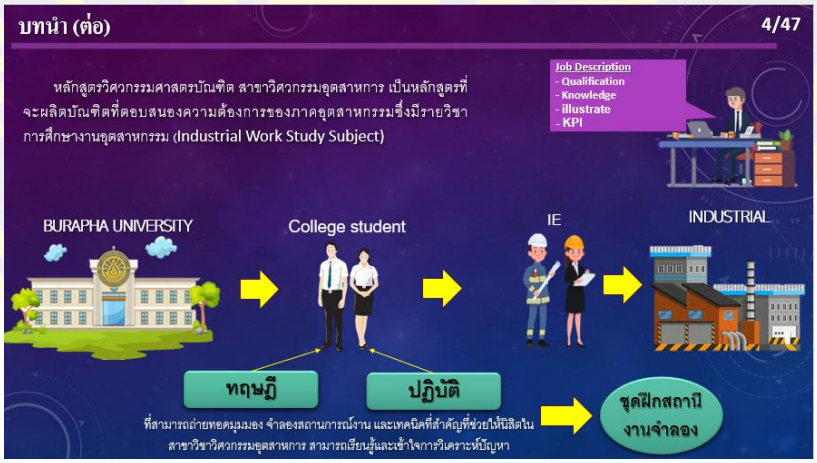
ภาคผนวก ค-1 เนื้อหาการอบรมผู้ร่วมการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมโดยใช้ PowerPoint

ผู้วิจัยได้กำหนดบทพูดสำหรับการเสนอของแต่ละหน้า ดังภาพที่ ค-1 ถึง ค-47

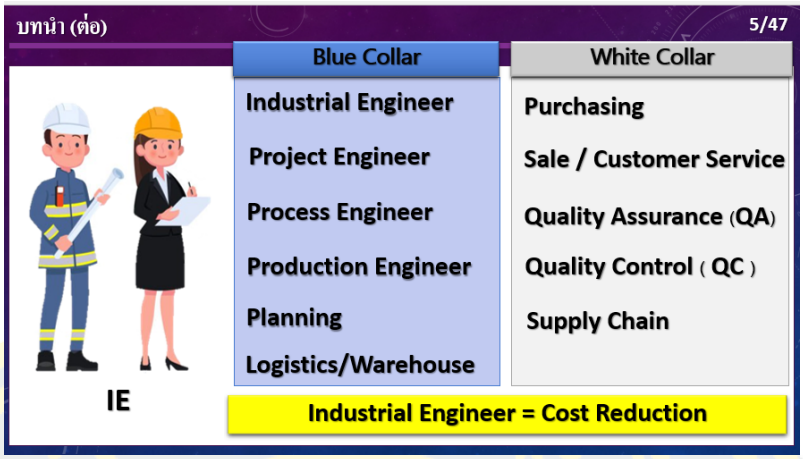
ภาพที่ ค-1 นำเสนอหน้าที่ 1 : สวัสดีครับ ผมเกรียงไกร สุวรรณ จะมาอบรมเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

ภาพที่ ค-2 นำเสนอหน้าที่ 2 : ในปัจจุบันสิ่งสำคัญที่จะทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมเติบโตได้เร็วขึ้นและได้เปรียบคู่แข่งนั้น ต้องใช้ศาสตร์ของวิชาวิศวอุตสาหการ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงาน ศึกษาเวลาการทำงานของพนักงาน ควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นต้น

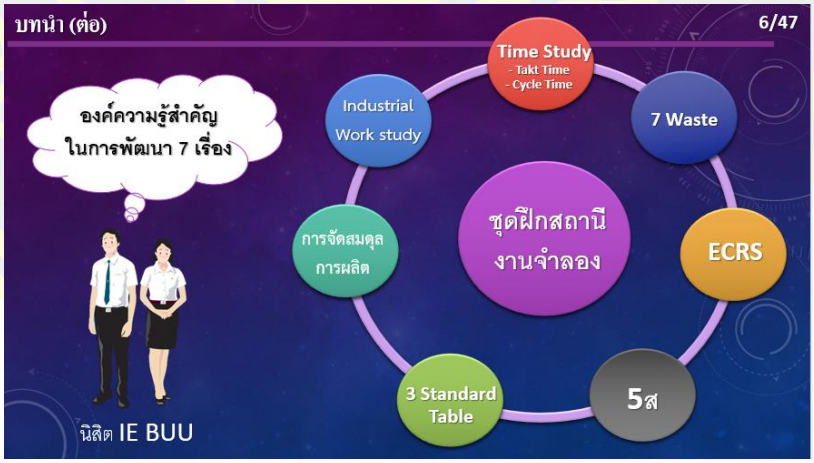
ภาพที่ ค-3 นำเสนอหน้าที่ 3 : วิวัฒนาการของกระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่ผลิตเป็นกระบวนการเดี่ยว (Single process) หลังจากนั้นพัฒนามาเป็นระบบการทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) และในยุคสมัยนี้ส่วนมากใช้ การทำงานแบบต่อเนื่องโดยใช้ระบบอัตโนมัติมาช่วย ซึ่งในการอบรมวันนี้จะทำการศึกษางานที่เป็นระบบการทำงานแบบต่อเนื่อง



ภาพที่ ค-4 นำเสนอหน้าที่ 4 : การอบรมในครั้งนี้จะมุ่งเน้นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study Subject) โดยในมหาลัยได้มุ่งเน้นในส่วนของทฤษฎี แต่ในการอบรมครั้งนี้จะเสริมแนวทางการปฏิบัติที่สามารถนำไปใช้หลังจากจบการศึกษาได้

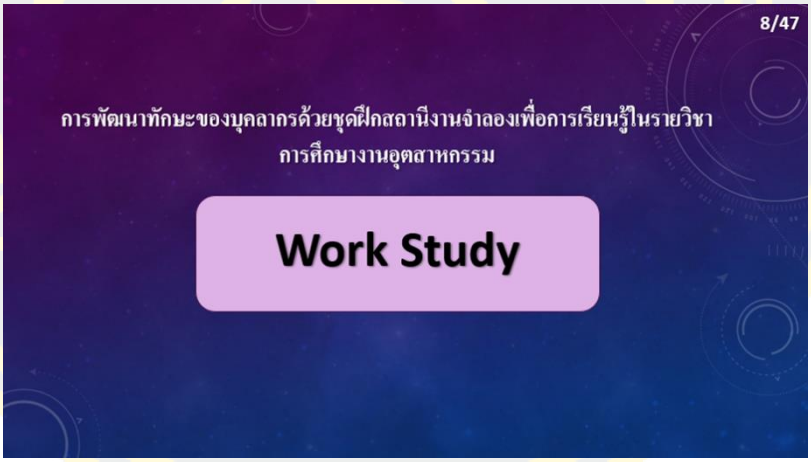


ภาพที่ ค-5 นำเสนอหน้าที่ 5 : สาขาวิศวกรรมอุตสาหการนั้น สามารถทำงานได้หลายสายงานทั้งในส่วนของฝ่ายปฏิบัติการ (Blue Collar) และฝ่ายสำนักงาน (White Collar) แต่ไม่ว่าจะอยู่ในสายงานไหน สิ่งสำคัญที่ทุกองค์กรต้องการจากเราคือ แนวคิดการปรับปรุงและพัฒนา เพื่อทำให้บริษัทขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้



ภาพที่ ค-6 นำเสนอหน้าที่ 6 : ซึ่งองค์ความรู้สำคัญที่จะนำมาอบรมเพื่อให้ผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในการทดลองประกอบงานในสถานีงานจำลองนี้ มีทั้งหมด 7 เรื่องได้แก่ ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study), การศึกษาเวลา (Time Study), ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste), แนวคิด ECRS, แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5ส, มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table ,3 Ten) และการจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

ภาพที่ ค-7 นำเสนอหน้าที่ 7 : ในวันนี้ กิจกรรมของเราจะมีทั้งหมด 10 ช่วง ซึ่งช่วงของการอบรมจะอยู่ในช่วงที่ 4



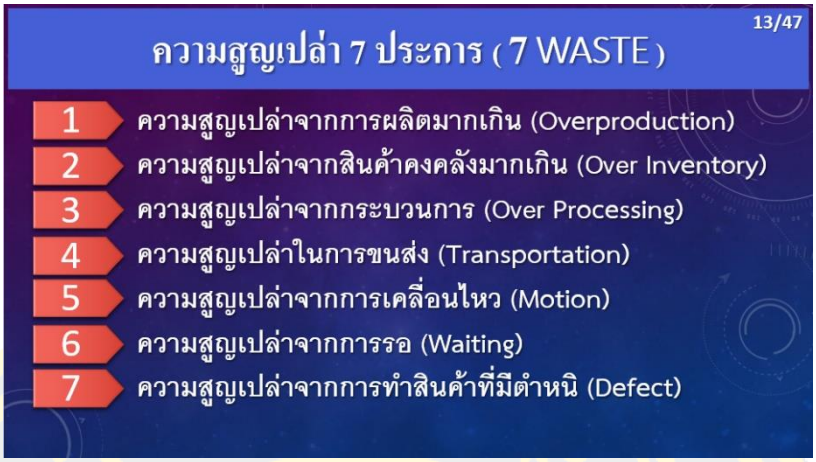
ภาพที่ ค-8 นำเสนอหน้าที่ 8 : เรื่องแรกจะพูดถึงความหมายของ Work Study

ภาพที่ ค-9 นำเสนอหน้าที่ 9 : Work study นั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาวิธีการทำงาน การเคลื่อนไหว และจัดทำมาตรฐาน และอีกส่วนหนึ่งคือการศึกษาเวลาของการทำงาน และจัดทำมาตรฐาน การศึกษาวิธีการทำงานและการวัดผลงานอย่างเป็นระบบโดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานทำให้เกิดการทำงานที่ดีที่สุด โดยตั้งมาตรฐานเวลาในการทำงานและฝึกหัดคนงานให้ทำงานตามที่กำหนดไว้ โดยจุดมุ่งหมายเพื่อลดทรัพยากรบุคคลที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของต้นทุนองค์กร

ภาพที่ ค-10 นำเสนอหน้าที่ 10 : ตัวแปรของการศึกษาเวลานั้นมีรายละเอียดสำคัญ 3 อย่างคือ Standard time, Takt Time และ Cycle time ลำดับแรก เวลามาตรฐาน (Standard time) มีสูตรคำนวณคือ Selected Time คูณด้วย Rating Factor

ภาพที่ ค-11 นำเสนอหน้าที่ 11 : Takt Time ก็คือ เวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้นที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งคำนวณได้จาก เวลาในการผลิต หารด้วยเป้าหมายการผลิตต่อวัน โดยมีตัวอย่างการคำนวณดังนี้ ในการผลิตต่อวันเท่ากับ 1,000 ชิ้น การทำงาน 1 กะเท่ากับ 8 ชม. หรือ 480 นาที ผันให้เป็นหน่วยวินาทีแล้วหารด้วย 1000 ชิ้น ค่าของ Takt Time จะเท่ากับ 28.8 วินาทีต่อชิ้น

ภาพที่ ค-12 นำเสนอหน้าที่ 12 : Cycle Time คือ รอบเวลาในการผลิตงานต่อ 1 ชิ้น ซึ่งต้องจำไว้เลยว่า Cycle time ยิ่งน้อยยิ่งดี โดยความสำพันธ์ระหว่าง Takt Time และ Cycle Time นั้น นักเรียนต้องจำไว้เสมอว่า Takt time ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ Cycle Time จะยกตัวอย่างกรณีถ้า Takt time น้อยกว่า Cycle time โดยการคำนวณเทียบกันจะเห็นได้ว่า ผลผลิตที่ต้องการของลูกค้าต้องการมากกว่าเวลาในการผลิต ซึ่งส่งผลให้ต้องทำงานล่วงเวลา (Over time), ต้องเพิ่มกำลังคนในการผลิต และเสี่ยงต่อการผลิตงานไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

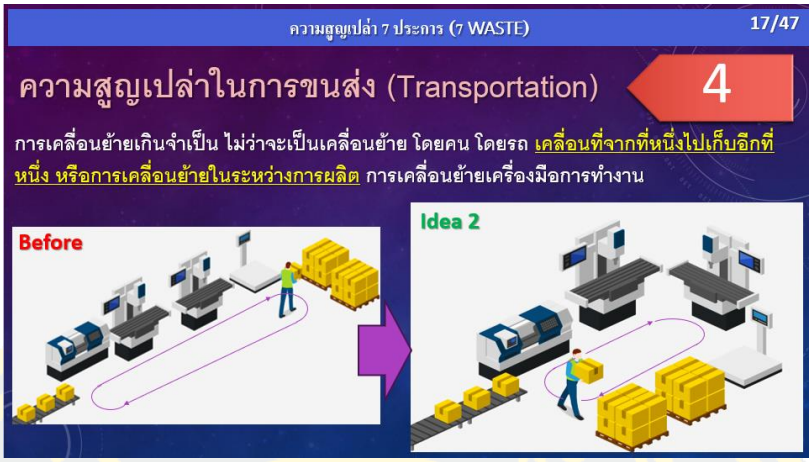


ภาพที่ ค-13 นำเสนอหน้าที่ 13 : ความสูญเปล่า 7 ประการ หรือก็คือ ความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่แฝงอยู่ในระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกิดกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลสืบเนื่องจากการที่มีความสูญเสียต่าง ๆ ความสูญเปล่า มี 7 ประการดังนี้

ภาพที่ ค-14 นำเสนอหน้าที่ 14 : ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) หมายถึง การเกิดการสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินความต้องการ อาจเนื่องมาจากการผลิตที่ขาดการวางแผน การผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน ในที่นี้อาจคิดว่าต้องการลดต้นทุนโดยผลิตให้ครั้งเดียวจบ รวมไปถึงการผลิตที่มากกว่าความต้องการลูกค้า

ภาพที่ ค-15 นำเสนอหน้าที่ 15 : ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) หมายถึง การเกิดความสูญเปล่าจากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง เนื่องมาจากการตัดสินใจสั่งซื้อวัสดุครั้งละมาก ๆ สั่งซื้อมาเป็นก้อนใหญ่เพราะอาจจะต้องการส่วนลดต้นทุนในการจัดส่ง แต่ไม่คำนึงถึงต้นทุนในคลังที่ต้องจัดเก็บที่มากเกินความจำเกินความจำเป็น

ภาพที่ ค-16 นำเสนอหน้าที่ 16 : ความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) หมายถึง การวางกระบวนการผลิตบางกระบวนการแบบไม่จำเป็น ทำให้เกิดการทำงานมากขั้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลให้มีต้นทุนเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นและประสิทธิภาพการผลิตลดลง



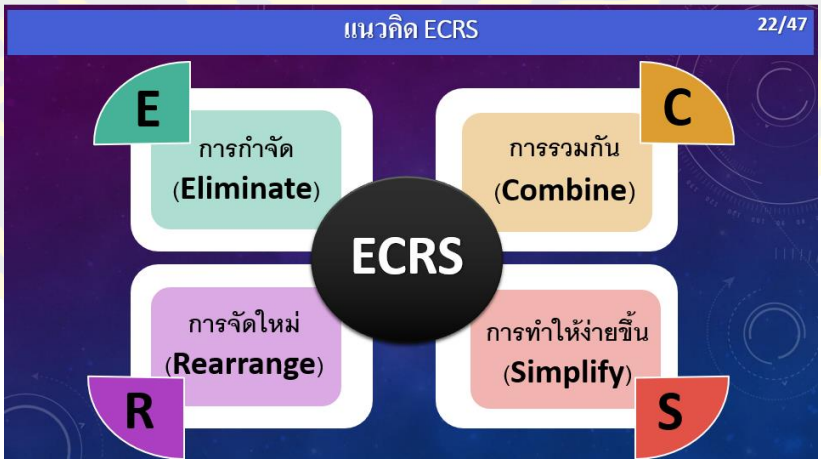
ภาพที่ ค-17 นำเสนอหน้าที่ 17 : ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเกิดความสูญที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม อาจเนื่องมากจากระยะทางในการขนส่งที่มากเกินไป การขนย้ายสินค้าที่ไม่จำเป็น การวางแผนเส้นทางการเดินทางที่ไม่ดี หรือการวางผังโครงสร้างสถานที่เก็บสินค้าที่ไม่เหมาะสม

ภาพที่ ค-18 นำเสนอหน้าที่ 18 : ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) เป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว หรือการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น โต๊ะทำงาน หรือวิธีการทำงาน ทำให้ต้องเอื้อมหยิบงานไกล หรือการก้มการเอียงหยิบชิ้นงาน

ภาพที่ ค-19 นำเสนอหน้าที่ 19 : ตังอย่างความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว โดยเปรียบเทียบการทำงานของทั้ง 2 กระบวนการ

ภาพที่ ค-20 นำเสนอหน้าที่ 20 : ความสูญเปล่าจากการรอ (Waiting) กระบวนการผลิตที่ไม่ลงตัวหรือขาดความสมดุล ไม่ว่าจะเป็นจากความไม่สมดุลความเร็วในการผลิต ความล่าช้าในการผลิต ระยะทางระหว่างกระบวนการผลิตที่ห่างไกลกัน การเติมวัตถุดิบในคลังสินค้า ความไม่สัมพันธ์ของเครื่องจักรอัตโนมัติกับพนักงานที่ทำงานแบบ Manual หรือแม้กระทั่งจากความสามารถของพนักงานเก่ากับพนักงานใหม่ในการส่งมอบงานต่อกัน เป็นต้น

ภาพที่ ค-21 นำเสนอหน้าที่ 21 : ความสูญเปล่าจากการทำสินค้าที่มีตำหนิ (Defect) ความสูญเปล่าที่เกิดจากงานเสียรวมไปถึงการที่ไม่สามารถแก้ไขงานเสียนั้นได้ทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ทำการผลิตเป็น Lot ใหญ่ ๆ จะมีงานสะสมอยู่ระหว่างแต่ละกระบวนการค่อนข้างมาก มีผลทำให้การตรวจพบงานเสียนั้นกระทำได้ช้า และยังรวมไปถึงความสูญเปล่าของการซ่อมงาน (Rework) อีกด้วย



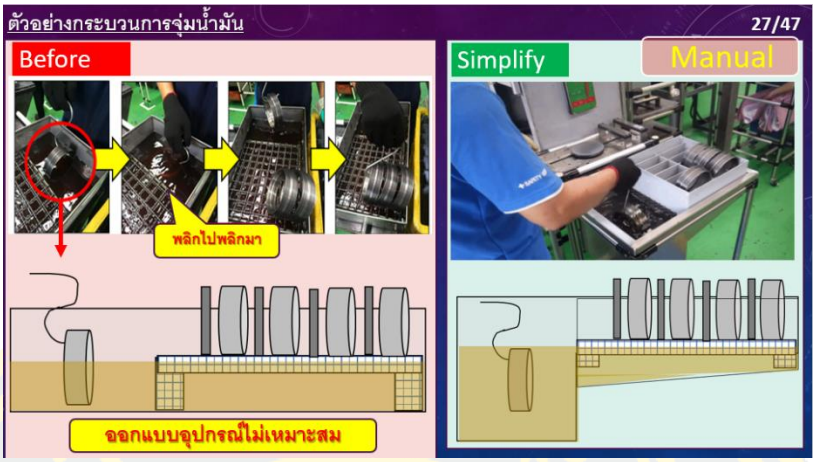
ภาพที่ ค-22 นำเสนอหน้าที่ 22 : แนวคิด ECRS เป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป ที่เน้นการเพิ่มความมีประสิทธิภาพในผลิต ช่วยลดความสูญเสียจากการที่ต้นทุนเกิดความเสียหาย หรือต้นทุนที่ไม่ได้สร้างผลตอบแทนใด ๆ ให้กับองค์กร นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มผลผลิตและกำไรให้มากขึ้น โดยชื่อของแนวคิดนี้มาจากการใช้ตัวอักษรย่อ 4 ตัวที่มาจาก การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ ดังนี้

ภาพที่ ค-23 นำเสนอหน้าที่ 23 : การกำจัด (Eliminate) หมายถึงการกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นหรือกระบวนการที่ไม่มีค่าเพิ่มออกจากกระบวนการผลิตหรือการทำงาน การกำจัดความไม่จำเป็นช่วยลดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ

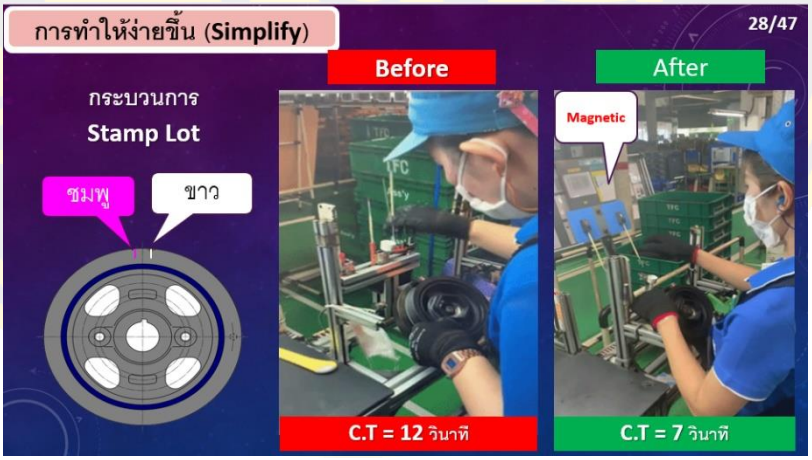
ภาพที่ ค-24 นำเสนอหน้าที่ 24 : การรวมกัน (Combine) หมายถึงการรวมกิจกรรมหรือกระบวนการที่สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ โดยที่ไม่เสียคุณค่าหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การรวมกันช่วยลดความซับซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้

ภาพที่ ค-25 นำเสนอหน้าที่ 25 : การจัดใหม่ (Rearrange) หมายถึงการจัดลำดับหรือโครงสร้างกระบวนการใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดใหม่อาจเป็นการเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงการจัดทำงานเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ

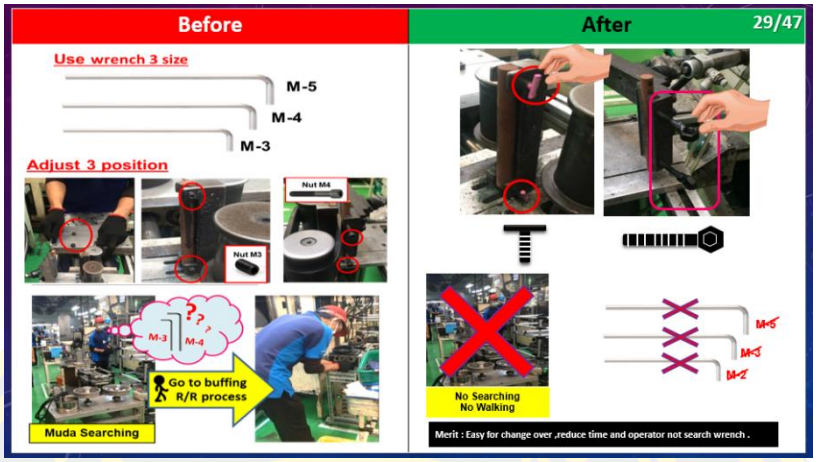
ภาพที่ ค-26 นำเสนอหน้าที่ 26 : การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) หมายถึงการลดความซับซ้อนในกระบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นหาอุปกรณ์มาอำนวยความสะดวกหรือการใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อทำให้การทำงานง่ายขึ้น ซึ่งช่วยให้กระบวนการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพการกำจัด (Eliminate)



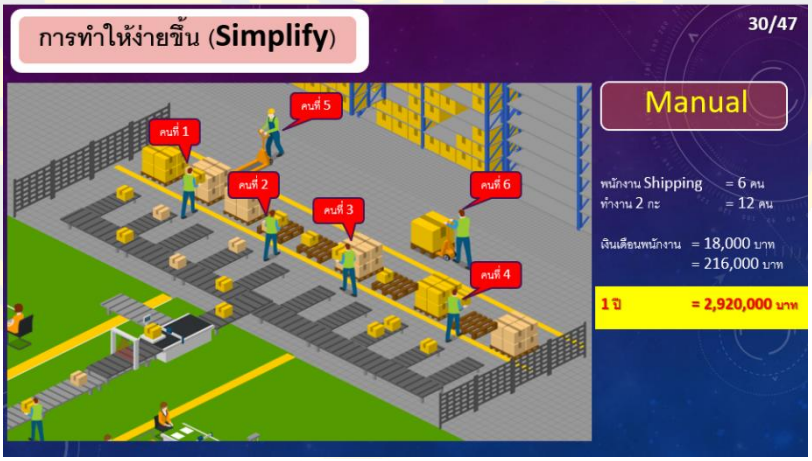
ภาพที่ ค-27 นำเสนอหน้าที่ 27 : ตัวอย่างของการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) โดยยกตัวอย่างกระบวนการจุ่มน้ำมัน ซึ่งเป็นการออกแบบกระบวนการที่ไม่เหมาะสม โดยมีแนวทางการปรับปรุงที่ง่ายและใช้ต้นทุนไม่มาก



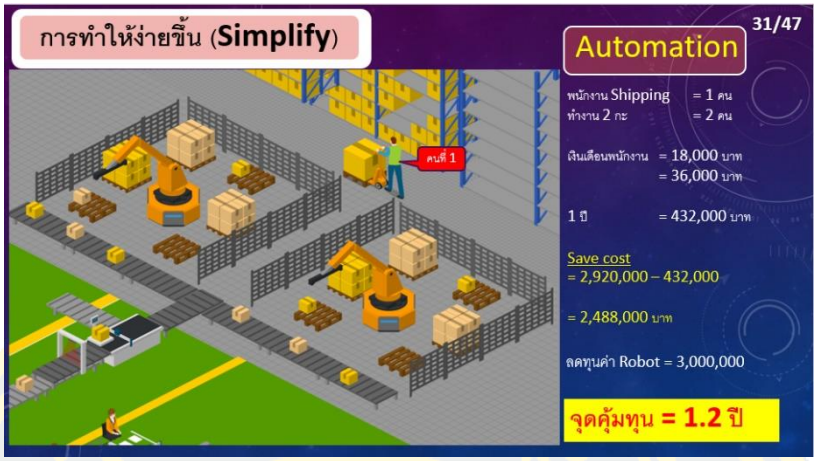
ภาพที่ ค-28 นำเสนอหน้าที่ 28 : ตัวอย่างของการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) โดยยกตัวอย่างกระบวนการ Stamp lot ในกระบวนการ Assembly ซึ่งเป็นการออกแบบกระบวนการที่ไม่เหมาะสม โดยมีแนวทางการปรับปรุงที่ง่ายและพนักงานทำงานได้รวดเร็วขึ้น



ภาพที่ ค-29 นำเสนอหน้าที่ 29 : ตัวอย่างของการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) โดยยกตัวอย่างกระบวนการ ปรับเปลี่ยนรุ่นการทำงาน จากเดิมใช้ประแจขันน้อต ปรับปรุงโดยการเชื่อมหัวน็อตให้ใช้มือขันได้ง่ายและไม่ต้องใช้ประแจ

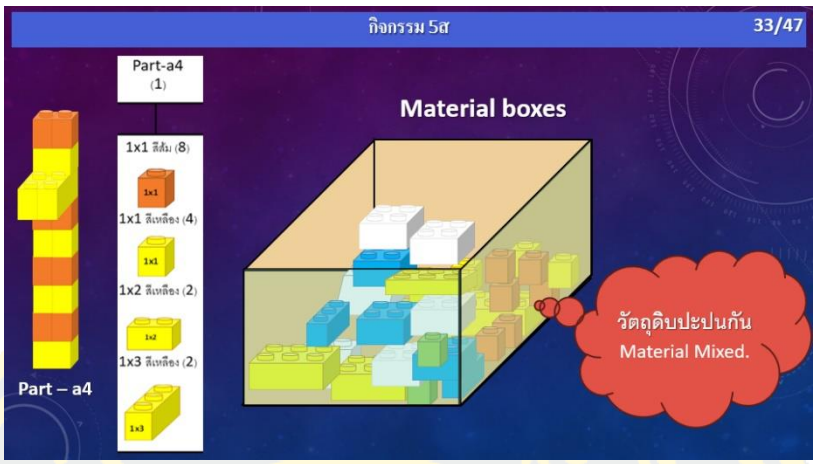


ภาพที่ ค-30 นำเสนอหน้าที่ 30 : ตัวอย่างของการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) โดยยกตัวอย่างระบบ Manual และการคำนวณ Cost Reduction

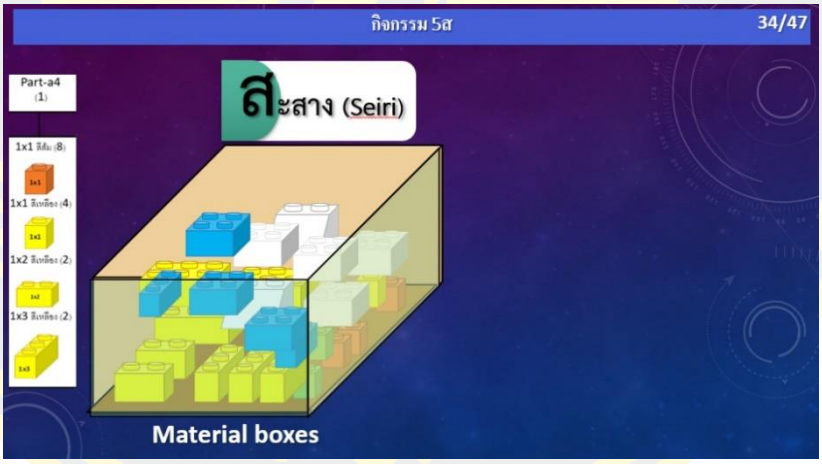


ภาพที่ ค-31 นำเสนอหน้าที่ 31 : ตัวอย่างการใช้ระบบ Automation เพื่อลดจำนวนพนักงานลงและการคำนวณจุดคุ้มทุน โดยจากการลงทุน Robot ทำให้สามารถลดต้นทุนลงได้ 2,488,000 บาทต่อปี และจุ้มคุ้มทุนเท่ากับ 1.2 ปี

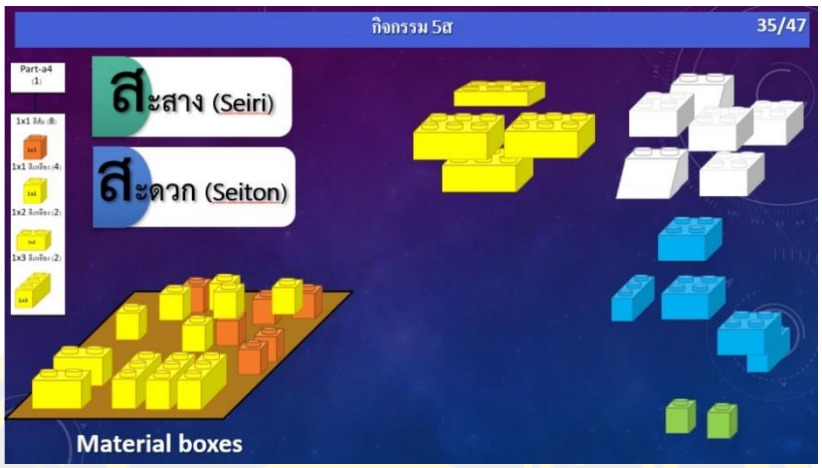
ภาพที่ ค-32 นำเสนอหน้าที่ 32 : จุดสำคัญในการสร้างนิสัย คือต้องฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจต่อระเบียบมาตรฐานที่องค์กรกำหนดไว้ เข้าใจขั้นตอนและปฏิบัติ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ จนกลายเป็นเรื่องติดตัว และปฏิบัติโดยไม่มีใครมาบังคับ องค์กรต้องตอกย้ำเรื่องนี้อยู่เสมอ และให้มีความต่อเนื่องของกิจกรรม ควรมีการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดของระดับต่าง ๆ โดย 3ส แรก คือสะสาง สะดวก สะอาด ต้องชัดเจน และเข้าใจง่าย จะเสริมสร้างให้สุขลักษณะ และการสร้างนิสัยเกิดขึ้นง่ายตามไปด้วย โดยการสร้างนิสัยนั้นมุ่งเน้นให้ผู้ปฏิบัติมีระเบียบวินัย สร้างนิสัยที่ดีต่อองค์กร ไม่ใช่การทำครั้งเดียวแล้วล้มเลิกไป



ภาพที่ ค-33 นำเสนอหน้าที่ 33 : ยกตัวอย่างการทดลองโมเดล Part-a4 โดยนำหลัก 5ส มาช่วยในการปรับปรุง



ภาพที่ ค-34 นำเสนอหน้าที่ 34 : การใช้หลัก สะสางแยกวัตถุดิบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการประกอบ Part-a4 โดยแยกสีที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปก่อน

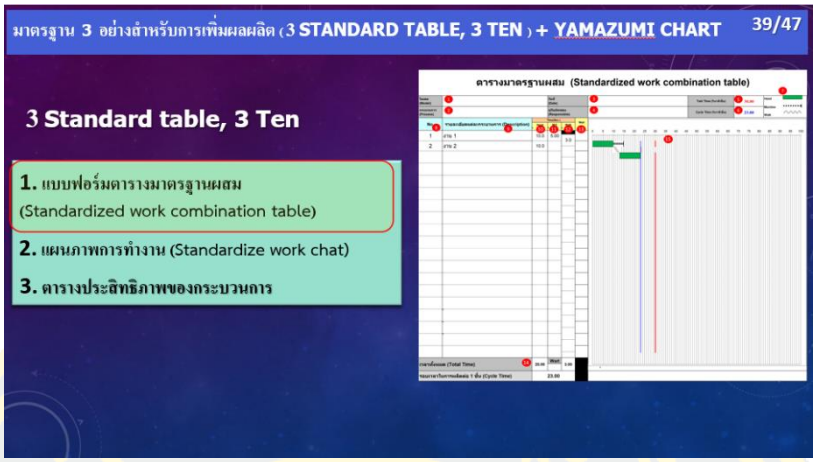


ภาพที่ ค-35 นำเสนอหน้าที่ 35 : หลังจากสะสางวัตถุดิบที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปแล้ว จากนั้นใช้หลักการสะดวก มาช่วยแยกแยะวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องออกเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาและหยิบจับ

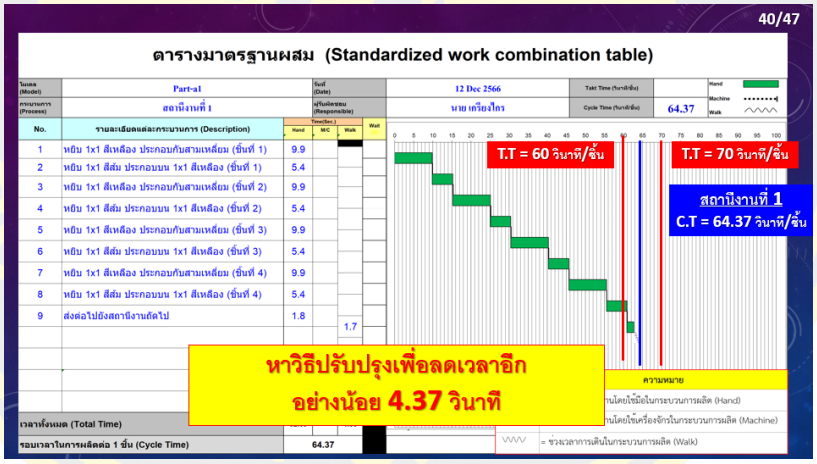
ภาพที่ ค-36 นำเสนอหน้าที่ 36 : จากนั้นใช้หลักสะอาด โดยการนำกล่องที่ระบุชื่อและรู)ภาพของงานเพื่อแยกแยะวัตถุดิบแต่ละส่วน เพื่อให้พื้นที่ทำงานมีมากขึ้น และสะอาด เท่ากับว่าเราใช้หลัก 3ส แรกได้ครบ

ภาพที่ ค-37 นำเสนอหน้าที่ 37 : จำลองก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงโดยใช้หลัก 5ส จะเห็นได้ว่าการใช้หลัก 5ส มาช่วยนั้นสามารถทให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพได้

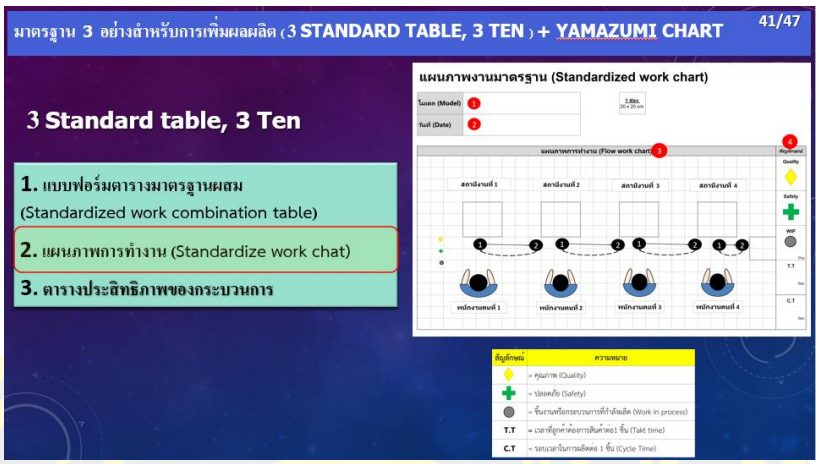
ภาพที่ ค-38 นำเสนอหน้าที่ 38 : มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table, 3 Ten) เอกสารการทำงานมาตรฐานมี 3 ชนิด คือตารางที่ใช้ในการกำหนดเวลาที่ควรใช้ในกระบวนการผลิตหรือการทำงานเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ โดยส่วนมากมักจะใช้ประโยขน์ในการศึกษาเวลาจริงในการทำงานและการปรับปรุงเพื่อสร้างข้อมูลมาตรฐานสำหรับเวลาที่ควรใช้ในงานนั้น ๆ รวมถึง Yamazumu chart ที่ใช้เพื่อช่วยให้การผลิตรักษาสมดุลของการทำงานได้ (Line Balancing)



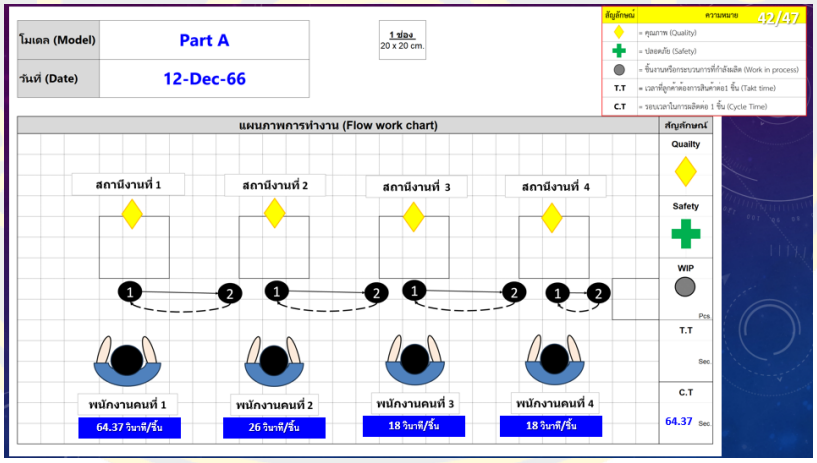
ภาพที่ ค-39 นำเสนอหน้าที่ 39 : ตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table)



ภาพที่ ค-40 นำเสนอหน้าที่ 40 : โดยยกตัวอย่างงาน 9 ขั้นตอน จะเห็นได้ว่า กระบวนการทั้งหมด ใช้เวลาไป 64.37 วินาทีต่อชิ้น การทำตารางมาตรฐานผสมเพื่อสร้างให้เป็นมาตรฐานเวลาสำหรับพนักงาน

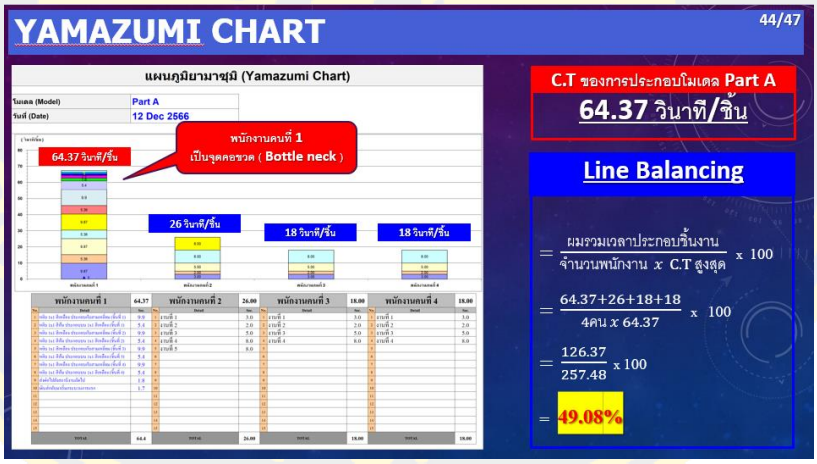


ภาพที่ ค-41 นำเสนอหน้าที่ 41 : แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized work chart)

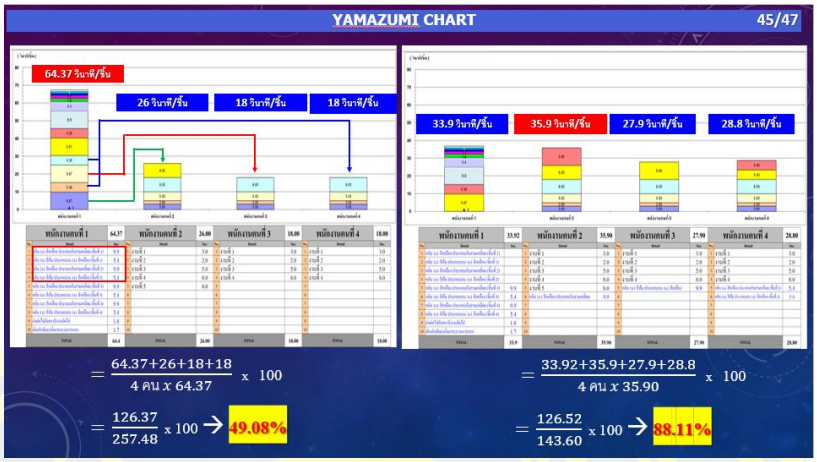


ภาพที่ ค-42 นำเสนอหน้าที่ 42 : แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized work chart) เป็นการสร้างรูปแบบการเดินและขั้นตอนการทำงานให้เป็นมาตรฐานการทำงานเดียวกันโดยแสดงออกมาเป็นรูปภาพ เข้าใจง่าย

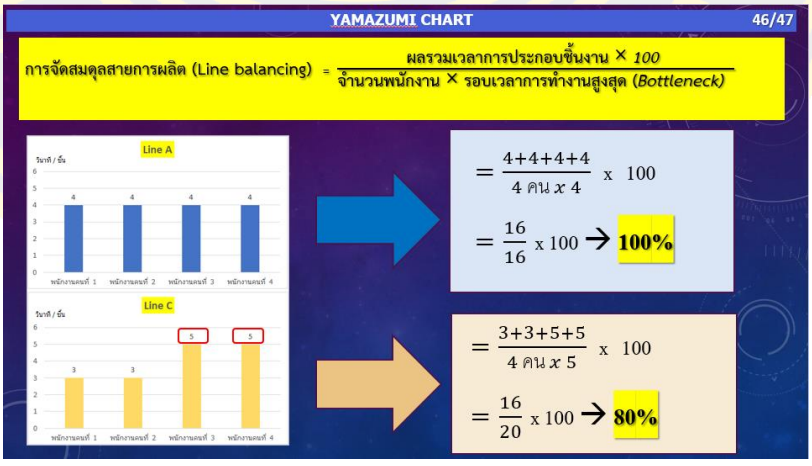
ภาพที่ ค-43 นำเสนอหน้าที่ 43 : ตารางประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process capacity) เพื่อคำนวณให้เห็นว่ากระบวนทั้งหมดผลิตงานได้จำนวนเท่าไหร่ต่อเวลาการทำงานที่บริษัทตั้งไว้



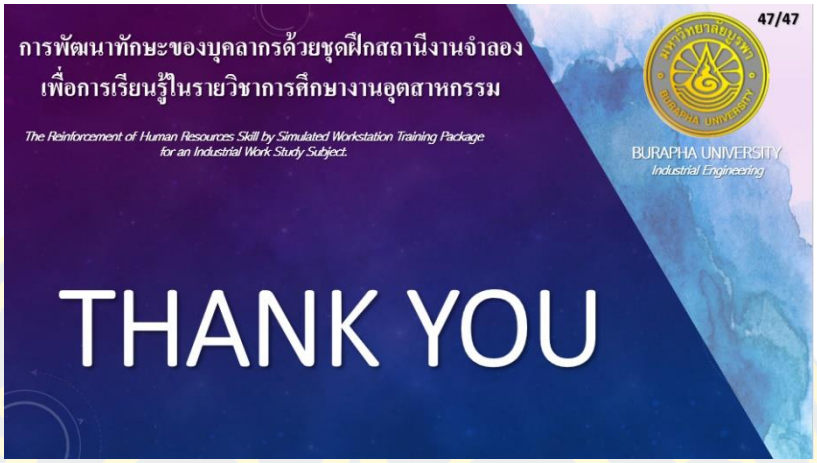
ภาพที่ ค-44 นำเสนอหน้าที่ 44 : แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) คือเป็นเครื่องมือที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในองค์กรที่มุ่นมั่นในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยเป็นแผนภาพที่แสดงค่าเวลาการทำงานของพนักงานพร้อมทั้งเวลาที่แกว่งของการทำงาน นั่นคือเวลาการทำงานที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่กระบวนการ เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และหาแนวสำหรับคำนวณหาค่าการจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing)



ภาพที่ ค-45 นำเสนอหน้าที่ 45 : ตัวอย่างการวิเคราะห์กระบวนการโดยใช้แผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart) จากเดิมมีคอขวดอยู่ที่ พนักงานคนที่ 1 เท่ากับ 64.37 วินาทีต่อชิ้น และค่าสมดุลสายการผลิต เท่ากับ 49.08% แต่เมื่อลองแบ่งงานของพนักงานคนที่ 1 ให้กับคนที่ 2 คนที่ 3 และคนที่ 4 ทำให้คอขวดของกระบวนการอยู่ที่พนักงานคนที่ 2 เท่ากับ 35.9 วินาที และค่าสมดุลสายการผลิต เท่ากับ 88.11% แสดงให้เห็นว่าสามารถทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพได้



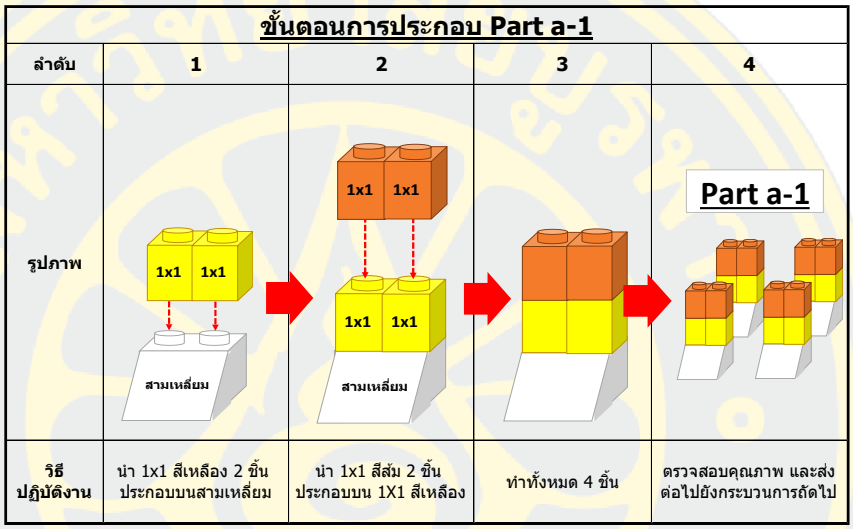
ภาพที่ ค-46 นำเสนอหน้าที่ 46 : ตัวอย่างการคำนวณ กลุ่มตัวอย่างลองคำนวณดูว่า Line A มีค่าสมดุลการผลิตเท่ากับเท่าไหร่ และ Line C มีค่าสมดุลการผลิตเท่ากับเท่าไหร่ ถ้าเข้าใจตรงนี้ก็ถือว่าผ่าน



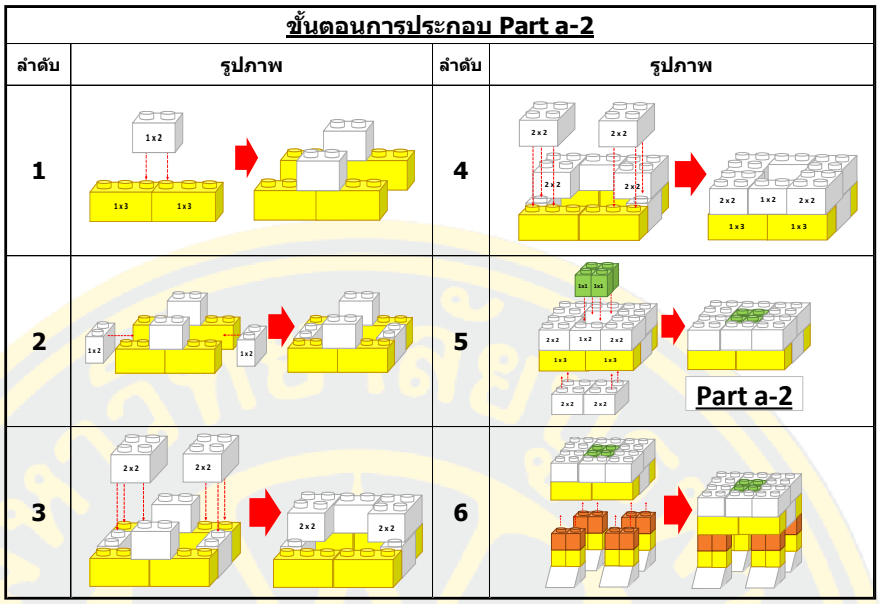
ภาพที่ ค-47 นำเสนอหน้าที่ 47 : สำหรับการอบรมการพัฒนาทักษะทั้ง 7 ด้านภายใต้รายวิชาการศึกษาการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study) จบเพียงเท่านี้

ภาคผนวก ค-2 เอกสารอธิบายขั้นตอนการประกอบแต่ละสถานีงานในการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

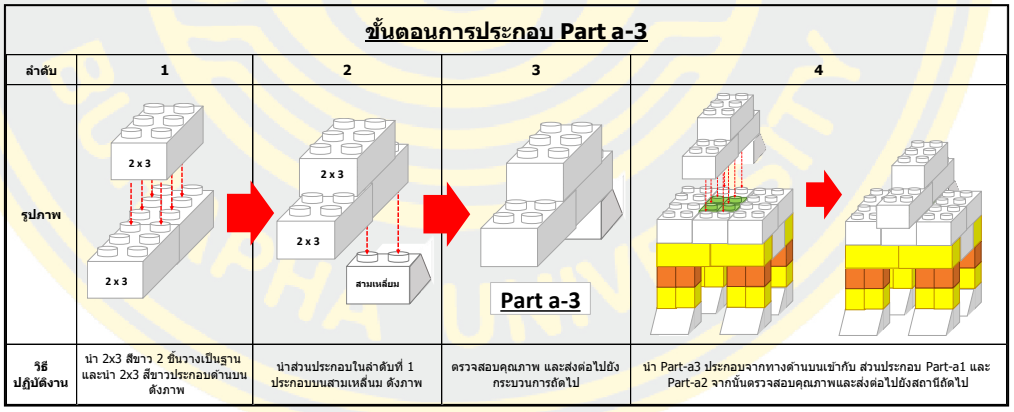
เอกสารรูปภาพพร้อมคำอธิบายขั้นตอนการประกอบของ Part a-1, Part a-2,Part a-3, Part a-4,Part a-5, Part b-1, Part b-2,Part b-3, Part b-4 และ Part b-5 ดังนี้



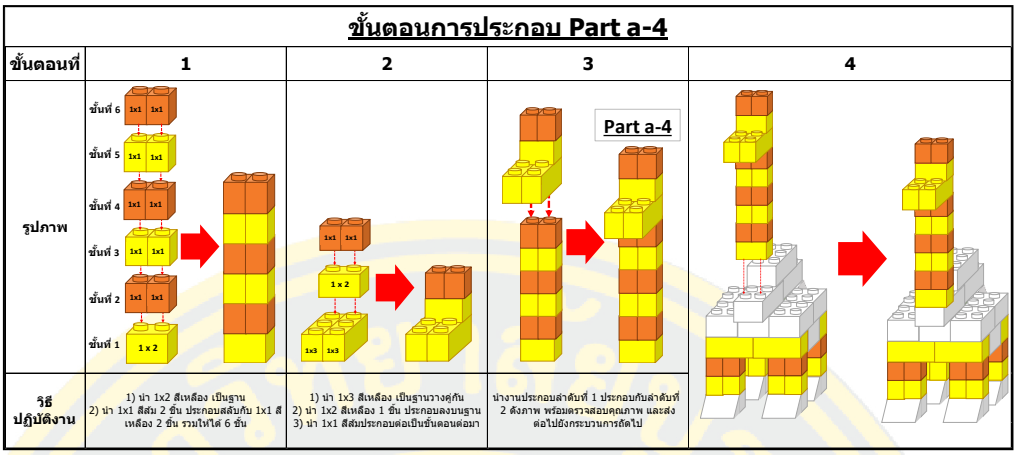
ภาพที่ ค-48 ขั้นตอนการประกอบ Part a-1



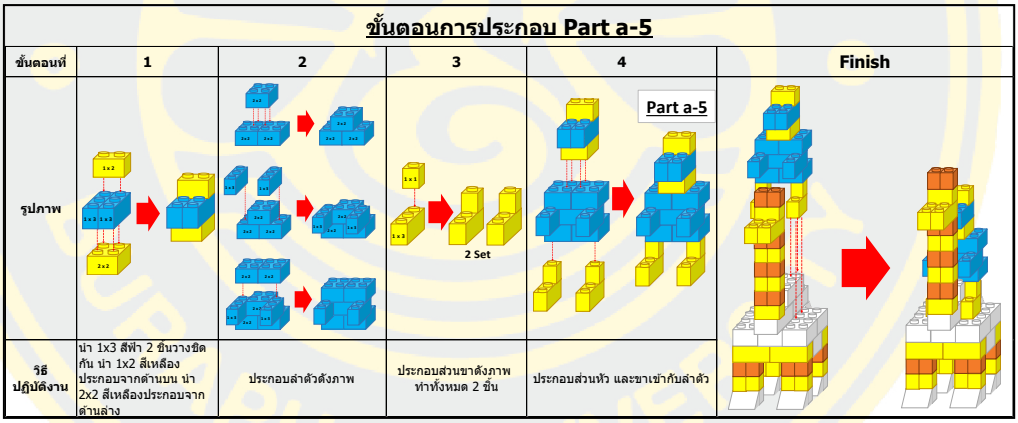
ภาพที่ ค-49 ขั้นตอนการประกอบ Part a-2



ภาพที่ ค-50 ขั้นตอนการประกอบ Part a-3

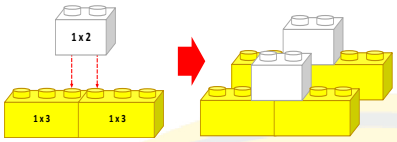
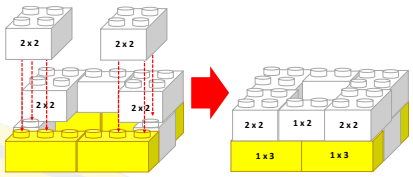
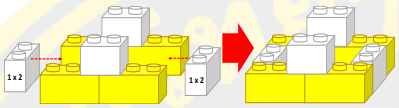
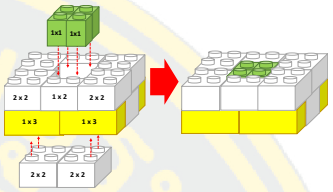
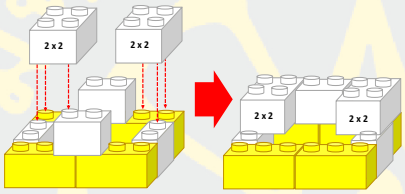
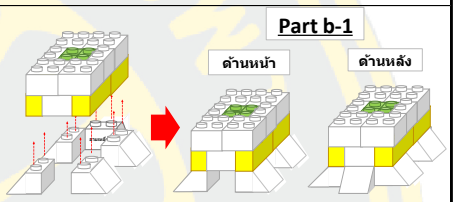


ภาพที่ ค-51 ขั้นตอนการประกอบ Part a-4



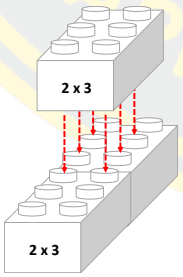
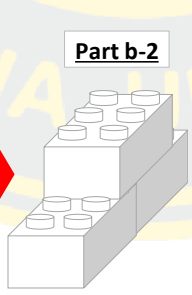
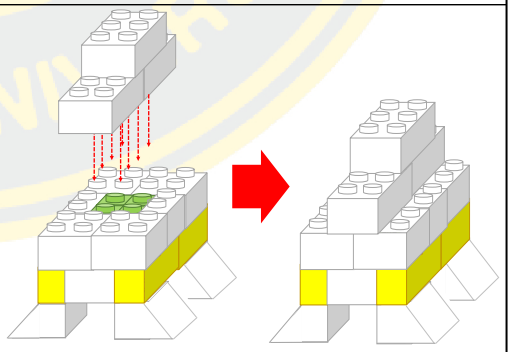
ภาพที่ ค-52 ขั้นตอนการประกอบ Part a-5

ขั้นตอนการประกอบ Part b-1

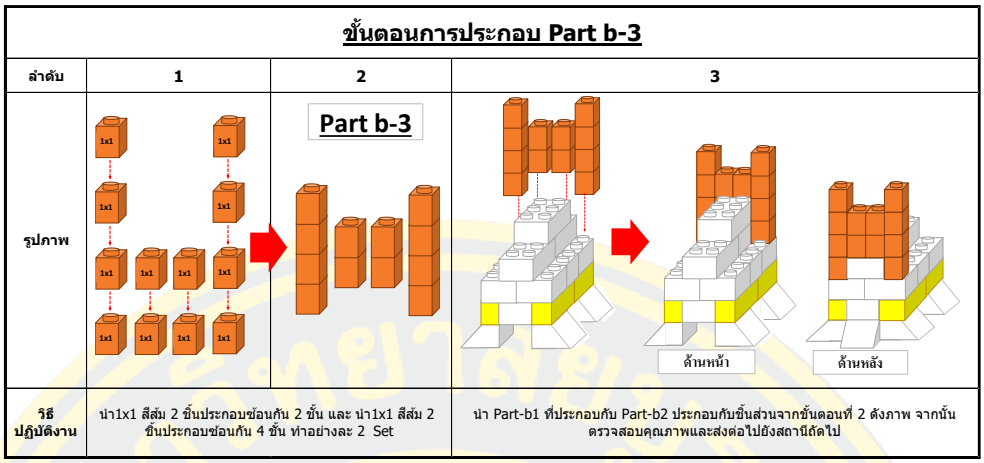
ลำดับ	รูปภาพ	ลำดับ	รูปภาพ
1		4	
2		5	
3		6	

ภาพที่ ค-53 ขั้นตอนการประกอบ Part b-1

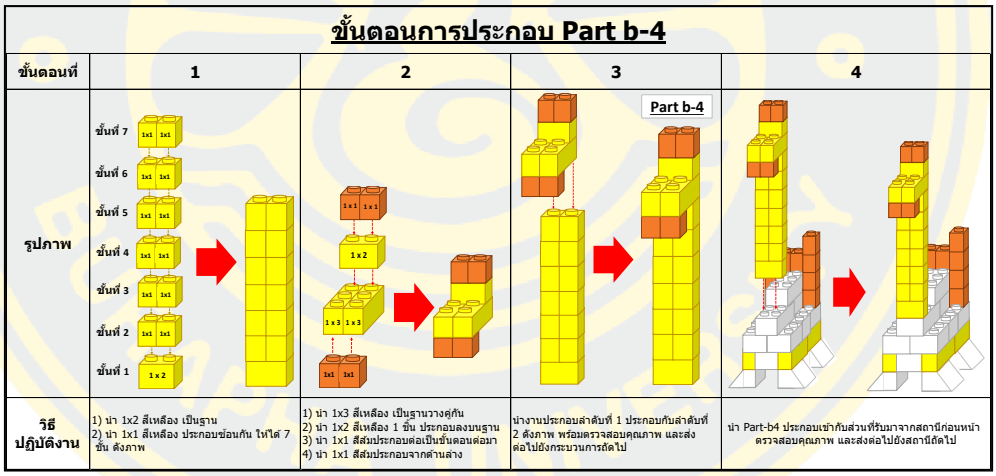
ขั้นตอนการประกอบ b-2

ลำดับ	1	2	3
รูปภาพ			
วิธีปฏิบัติงาน	นำ 2x3 สีขาว 2 ชิ้นวางเป็นฐาน และนำ 2x3 สีขาวประกอบด้านบน ดังภาพ	นำส่วนประกอบในลำดับที่ 1 ประกอบบนสามเหลี่ยม ดังภาพ	นำ Part-b2 ประกอบจากทางด้านบนเข้ากับ ส่วนประกอบ Part-b1จากนั้นตรวจสอบคุณภาพและส่งต่อไปยังสถานีถัดไป

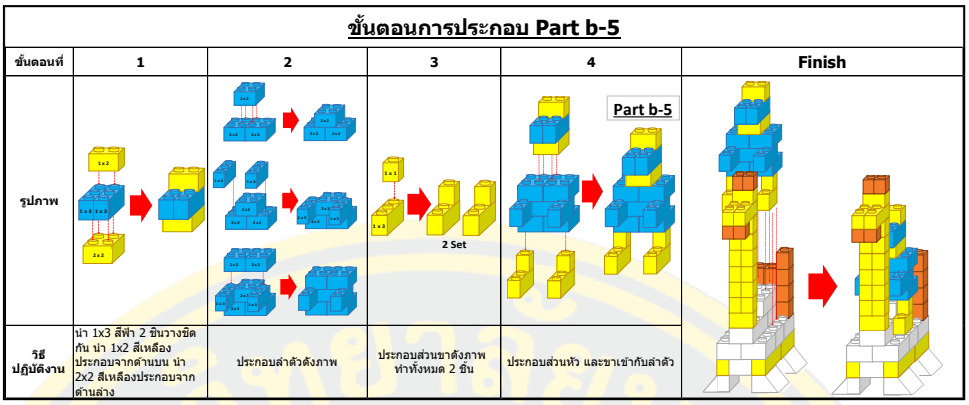
ภาพที่ ค-54 ขั้นตอนการประกอบ Part b-2



ภาพที่ ค-55 ขั้นตอนการประกอบ Part b-3



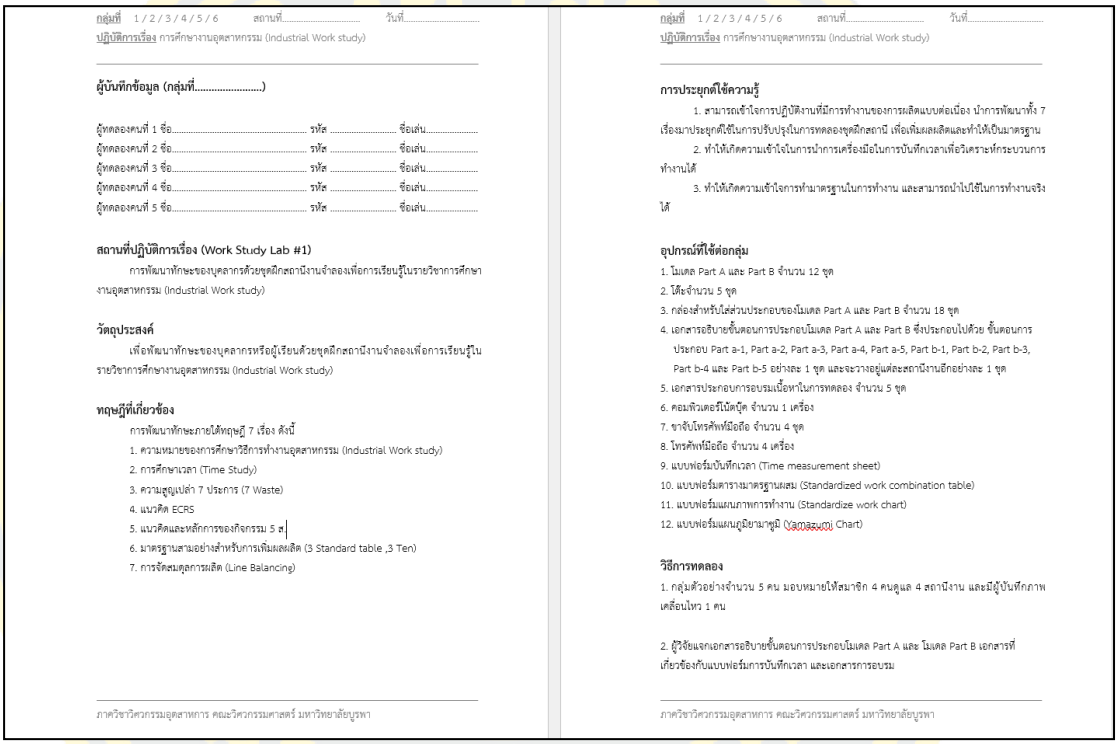
ภาพที่ ค-56 ขั้นตอนการประกอบ Part b-4



ภาพที่ ค-57 ขั้นตอนการประกอบ Part b-5

ภาคผนวก ค-3 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) สำหรับการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) ใช้ประกอบการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้



กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

ผู้บันทึกข้อมูล (กลุ่มที่.....)

ผู้ทดลองคนที่ 1 ชื่อ..... รหัส ..... ชื่อเล่น.....
ผู้ทดลองคนที่ 2 ชื่อ..... รหัส ..... ชื่อเล่น.....
ผู้ทดลองคนที่ 3 ชื่อ..... รหัส ..... ชื่อเล่น.....
ผู้ทดลองคนที่ 4 ชื่อ..... รหัส ..... ชื่อเล่น.....
ผู้ทดลองคนที่ 5 ชื่อ..... รหัส ..... ชื่อเล่น.....

สถานที่ปฏิบัติการเรื่อง (Work Study Lab #1)

การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะของบุคลากรหรือผู้เรียนด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะภายใต้ทฤษฎี 7 เรื่อง ดังนี้

1. ความหมายของการศึกษาวิธีการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)
2. การศึกษาเวลา (Time Study)
3. ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)
4. แนวคิด ECRS
5. แนวคิดและหลักการของกิจกรรม 5 ส
6. มาตรฐานสามอย่างสำหรับการเพิ่มผลผลิต (3 Standard table ,3 Ten)
7. การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

การประยุกต์ใช้ความรู้

1. สามารถเข้าใจการปฏิบัติงานที่มีการทำงานของการผลิตแบบต่อเนื่อง นำการพัฒนาทั้ง 7 เรื่องมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงในการทดลองชุดฝึกสถานี เพื่อเพิ่มผลผลิตและทำให้เป็นมาตรฐาน
2. ทำให้เกิดความเข้าใจในการนำการเครื่องมือในการบันทึกเวลาเพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานได้
3. ทำให้เกิดความเข้าใจการทำมาตรฐานในการทำงาน และสามารถนำไปใช้ในการทำงานจริงได้

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกลุ่ม

1. โมเดล Part A และ Part B จำนวน 12 ชุด
2. โต๊ะจำนวน 5 ชุด
3. กล่องสำหรับใส่ส่วนประกอบของโมเดล Part A และ Part B จำนวน 18 ชุด
4. เอกสารอธิบายขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A และ Part B ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการประกอบ Part a-1, Part a-2, Part a-3, Part a-4, Part a-5, Part b-1, Part b-2, Part b-3, Part b-4 และ Part b-5 อย่างละ 1 ชุด และจะวางอยู่แต่ละสถานีงานอีกอย่างละ 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการอบรมเนื้อหาในการทดลอง จำนวน 5 ชุด
6. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค จำนวน 1 เครื่อง
7. ขาจับโทรศัพท์มือถือ จำนวน 4 ชุด
8. โทรศัพท์มือถือ จำนวน 4 เครื่อง
9. แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet)
10. แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table)
11. แบบฟอร์มแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart)
12. แบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

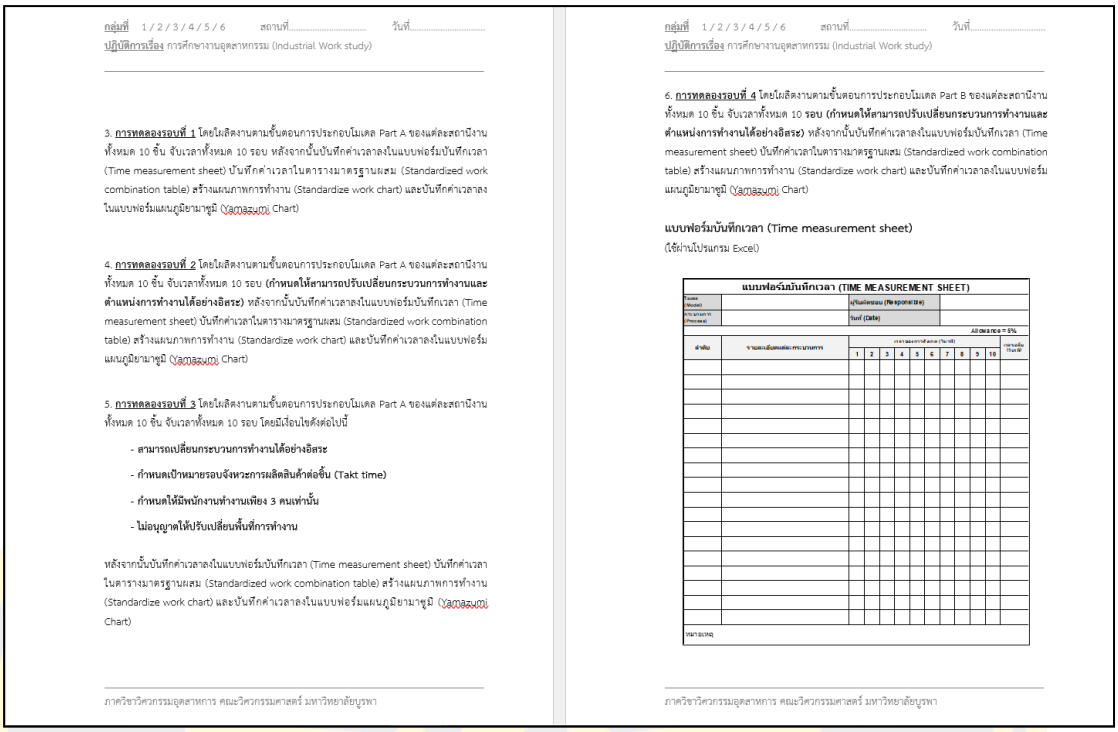
วิธีการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน มอบหมายให้สมาชิก 4 คนดูแล 4 สถานีงาน และมีผู้บันทึกภาพเคลื่อนไหว 1 คน

2. ผู้วิจัยแจกเอกสารอธิบายขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A และ โมเดล Part B เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฟอร์มการบันทึกเวลา และเอกสารการอบรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รูปภาพที่ ค-58 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 1 และหน้าที่ 2



กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

3. **การทดลองรอบที่ 1** โดยไลน์งานตามขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A ของแต่ละสถานีงาน ทั้งหมด 10 ชิ้น จับเวลาทั้งหมด 10 รอบ หลังจากนั้นบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet) บันทึกค่าเวลาในตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table) สร้างแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) และบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

4. **การทดลองรอบที่ 2** โดยไลน์งานตามขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A ของแต่ละสถานีงาน ทั้งหมด 10 ชิ้น จับเวลาทั้งหมด 10 รอบ **(กำหนดให้สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและตำแหน่งการทำงานได้อย่างอิสระ)** หลังจากนั้นบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet) บันทึกค่าเวลาในตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table) สร้างแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) และบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

5. **การทดลองรอบที่ 3** โดยไลน์งานตามขั้นตอนการประกอบโมเดล Part A ของแต่ละสถานีงาน ทั้งหมด 10 ชิ้น จับเวลาทั้งหมด 10 รอบ โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- **สามารถเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้อย่างอิสระ**
- **กำหนดเป้าหมายรอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น (Takt time)**
- **กำหนดให้มีพนักงานทำงานเพียง 3 คนเท่านั้น**
- **ไม่อนุญาตให้ปรับเปลี่ยนพื้นที่การทำงาน**

หลังจากนั้นบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet) บันทึกค่าเวลาในตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table) สร้างแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) และบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

6. **การทดลองรอบที่ 4** โดยไลน์งานตามขั้นตอนการประกอบโมเดล Part B ของแต่ละสถานีงาน ทั้งหมด 10 ชิ้น จับเวลาทั้งหมด 10 **รอบ (กำหนดให้สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานและตำแหน่งการทำงานได้อย่างอิสระ)** หลังจากนั้นบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet) บันทึกค่าเวลาในตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table) สร้างแผนภาพการทำงาน (Standardize work chart) และบันทึกค่าเวลาลงในแบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (Time measurement sheet)
(ใช้ผ่านโปรแกรม Excel)

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

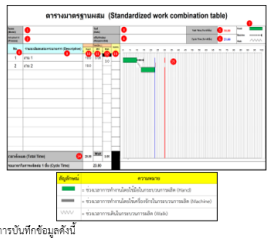
ลำดับ	รายละเอียดแต่ละกระบวนการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หมายเหตุ											

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รูปภาพที่ ค-59 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 3 และหน้าที่ 4

แบบฟอร์มตารางมาตรฐานผสม (Standardized work combination table)

(ใช้ผ่านโปรแกรม Excel)

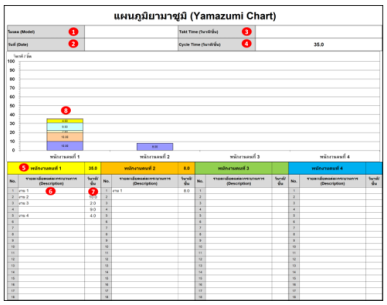


มีรายละเอียดการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. กระบวนการ (Process)
3. วันที่ (Date)
4. ผู้รับผิดชอบ (Responsible)
5. เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ1 ชิ้น (Takt time)
6. รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time)
7. สัญลักษณ์
8. ลำดับ (No.)
9. รายละเอียดแต่ละกระบวนการ (Description)
10. ช่องกรอกเวลาสำหรับการทำงานโดยใช้มือ (Hand)
11. ช่องกรอกเวลาสำหรับการทำงานโดยใช้เครื่องจักร (Machine)
12. ช่องกรอกเวลาสำหรับการเดินในกระบวนการผลิต (Walk)
13. ช่องกรอกเวลาสำหรับเวลารอคอยในการทำงาน (Wait)
14. ช่องสรุปเวลาทั้งหมด (Total Time)
15. แผนภาพที่จะแสดงสัญลักษณ์ของเวลาแต่ละประเภทจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด

แบบฟอร์มแผนภูมิยามาซูมิ (Yamazumi Chart)

(ใช้ผ่านโปรแกรม Excel)



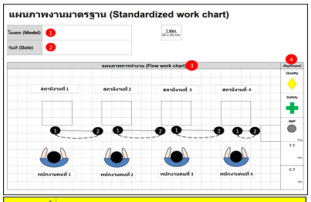
มีรายละเอียดการบันทึกลงในแบบฟอร์มดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. วันที่ (Date)
3. เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ1 ชิ้น (Takt time)
4. รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time)
5. ช่องแสดงลำดับพนักงานและเวลาในการทำงาน
6. รายละเอียดแต่ละกระบวนการ (Description)
7. เวลาของแต่ละกระบวนการ หน่วยเป็นวินาทีต่อชิ้น
8. แผนภาพแสดงภาพรวมการทำงานทั้งหมดของพนักงานแต่ละคน

รูปภาพที่ ค-60 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 5 และหน้าที่ 6

แผนภาพการทำงาน (Standardize work chat)

(ใช้ผ่านโปรแกรม Excel)



สัญลักษณ์	ความหมาย
◆	= คุณภาพ (Quality)
✚	= ปลอดภัย (Safety)
●	= ชิ้นงานหรือกระบวนการที่กำลังผลิต (Work in process)
T.T	= เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าต่อ1 ชิ้น (Takt time)
C.T	= รอบเวลาในการผลิตต่อ 1 ชิ้น (Cycle Time)

มีรายละเอียดข้อมูลที่ต้องทำการบันทึก ดังนี้

1. โมเดล (Model) หรือชื่อของชิ้นงาน
2. วันที่ (Date)
3. แผนภาพการทำงาน (Flow work chart)
4. สัญลักษณ์

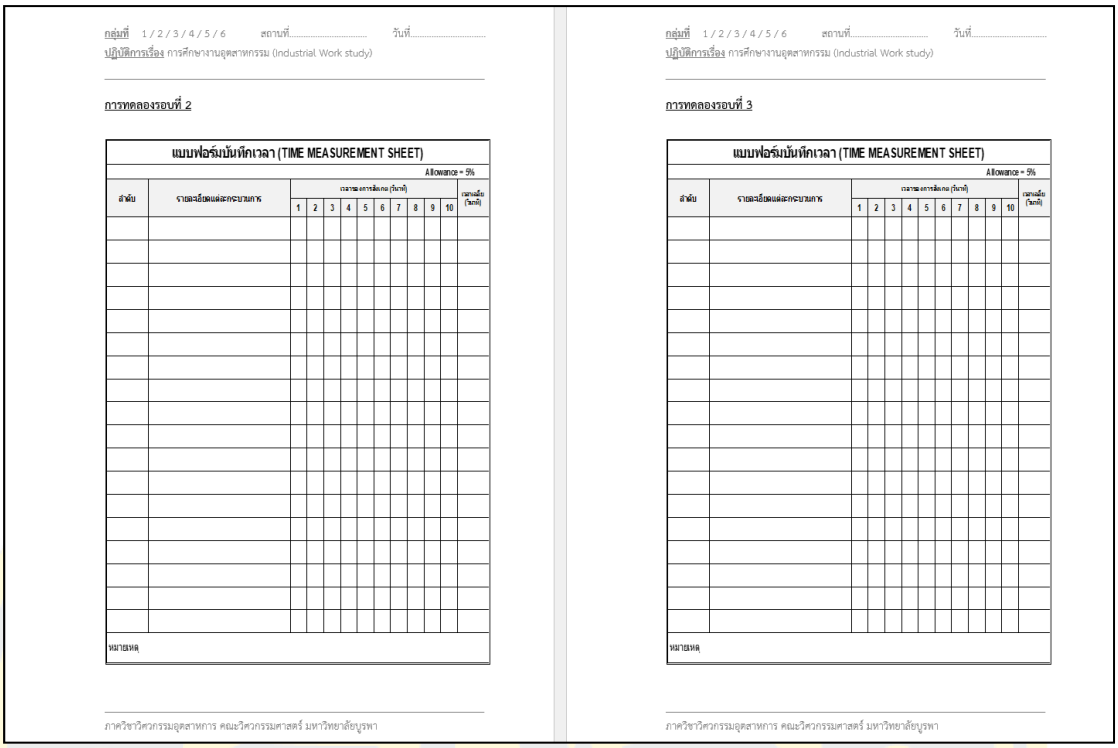
การทดลองรอบที่ 1

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

Allowance = 5%

ลำดับ	รายละเอียดแต่ละกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
หมายเหตุ												

รูปภาพที่ ค-61 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 7 และหน้าที่ 8



กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

การทดลองรอบที่ 2

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

Allowance = 5%

ลำดับ	รายละเอียดและกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที)										เฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
หมายเหตุ												

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

การทดลองรอบที่ 3

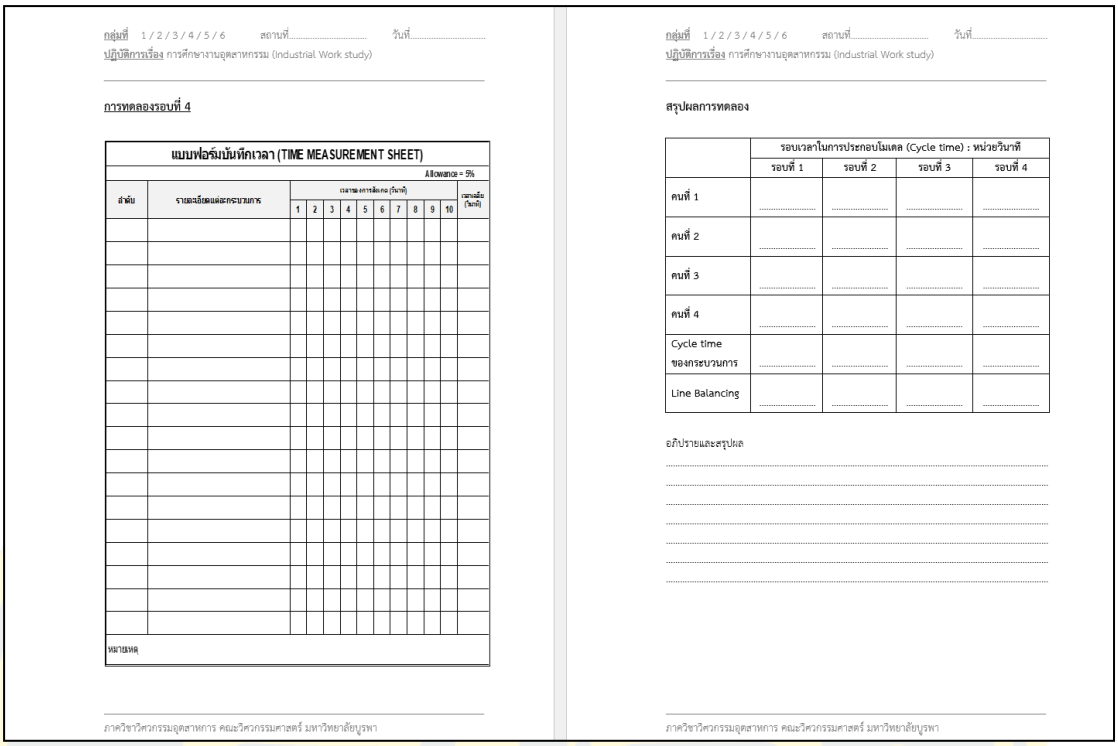
แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

Allowance = 5%

ลำดับ	รายละเอียดและกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที)										เฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
หมายเหตุ												

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รูปภาพที่ ค-62 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 9 และหน้าที่ 10



กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

การทดลองรอบที่ 4

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

Allowance = 5%

ลำดับ	รายละเอียดและกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที)										เฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
หมายเหตุ												

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กลุ่มที่ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 สถานที่..... วันที่.....
ปฏิบัติการเรื่อง การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

สรุปผลการทดลอง

	รอบเวลาในการประกอบโมเดล (Cycle time) : หน่วยวินาที			
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4
คนที่ 1	.....	.....	.....	.....
คนที่ 2	.....	.....	.....	.....
คนที่ 3	.....	.....	.....	.....
คนที่ 4	.....	.....	.....	.....
Cycle time ของกระบวนการ	.....	.....	.....	.....
Line Balancing	.....	.....	.....	.....

อภิปรายและสรุปผล

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

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รูปภาพที่ ค-63 เอกสารประกอบการทดลอง (Lab Sheet) หน้าที่ 11 และหน้าที่ 12

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจ

ง-1 แบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลองชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลอง แบ่งส่วนการประเมิน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป มีหัวข้อทั้งหมด 4 ข้อได้แก่ เพศ ระดับชั้นปีการศึกษา วุฒิการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงานภาคอุตสาหกรรม

ส่วนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมการทดลองที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมทั้งหมด 3 ข้อ คือ ประเมินชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B ประเมินการฝึกอบรมและประเมินวิทยากร โดยแสดงภาพตัวอย่างตารางที่ ง-1

ตารางที่ ง-1 ข้อคำถามในการประเมินความพึงพอใจของผู้ร่วมการทดลอง

ข้อคำถามในแบบประเมิน
1. ประเมินชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B
1.1 กำหนดวิธีการและขั้นตอนการประกอบได้ชัดเจน
1.2 ระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B มีความเหมาะสม
1.3 ขั้นตอนการประกอบได้เข้าใจง่าย
1.4 สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B ได้
1.5 สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้
2. ประเมินการฝึกอบรม
2.1 เนื้อหาในการฝึกอบรมตรงตามวัตถุประสงค์
2.2 ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม
2.3 หลักสูตรเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของผู้ร่วมการทดลอง
2.4 สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

3. ประเมินวิทยากร

3.1 ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร

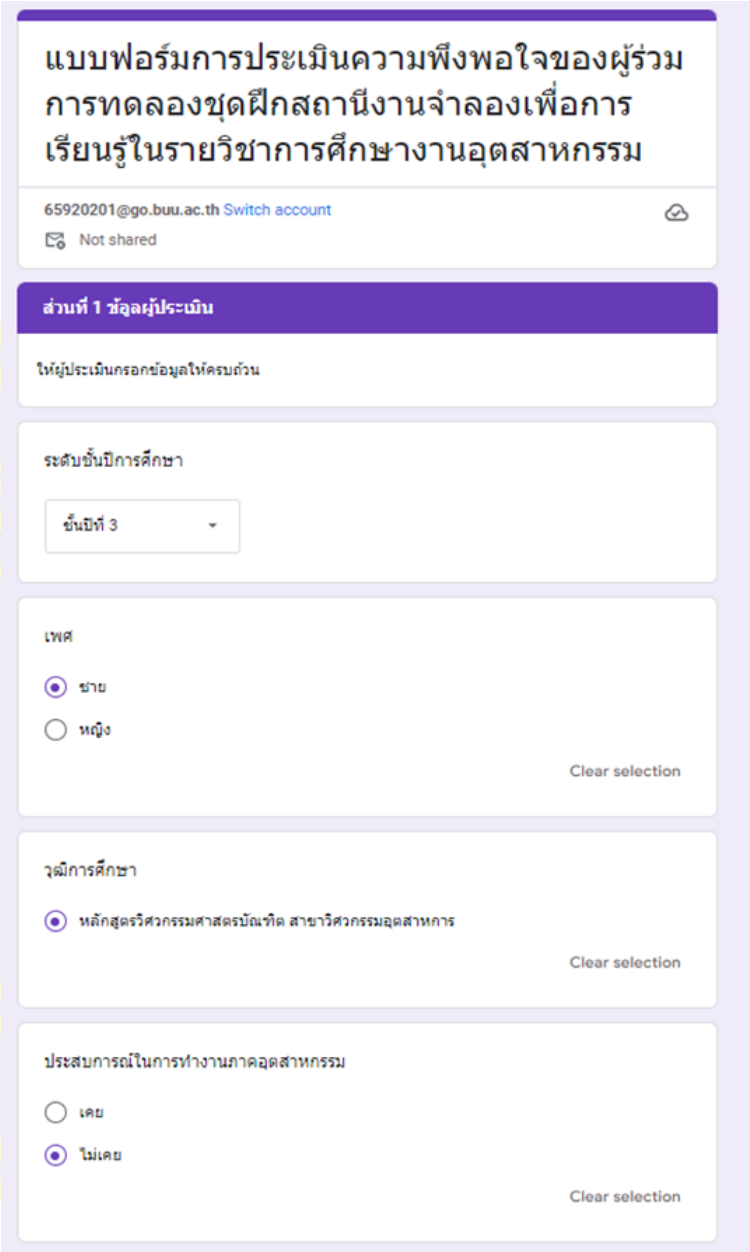
3.2 การเรียงลำดับบรรยายเนื้อหาได้ครบถ้วน

3.3 การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น

3.4 การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน

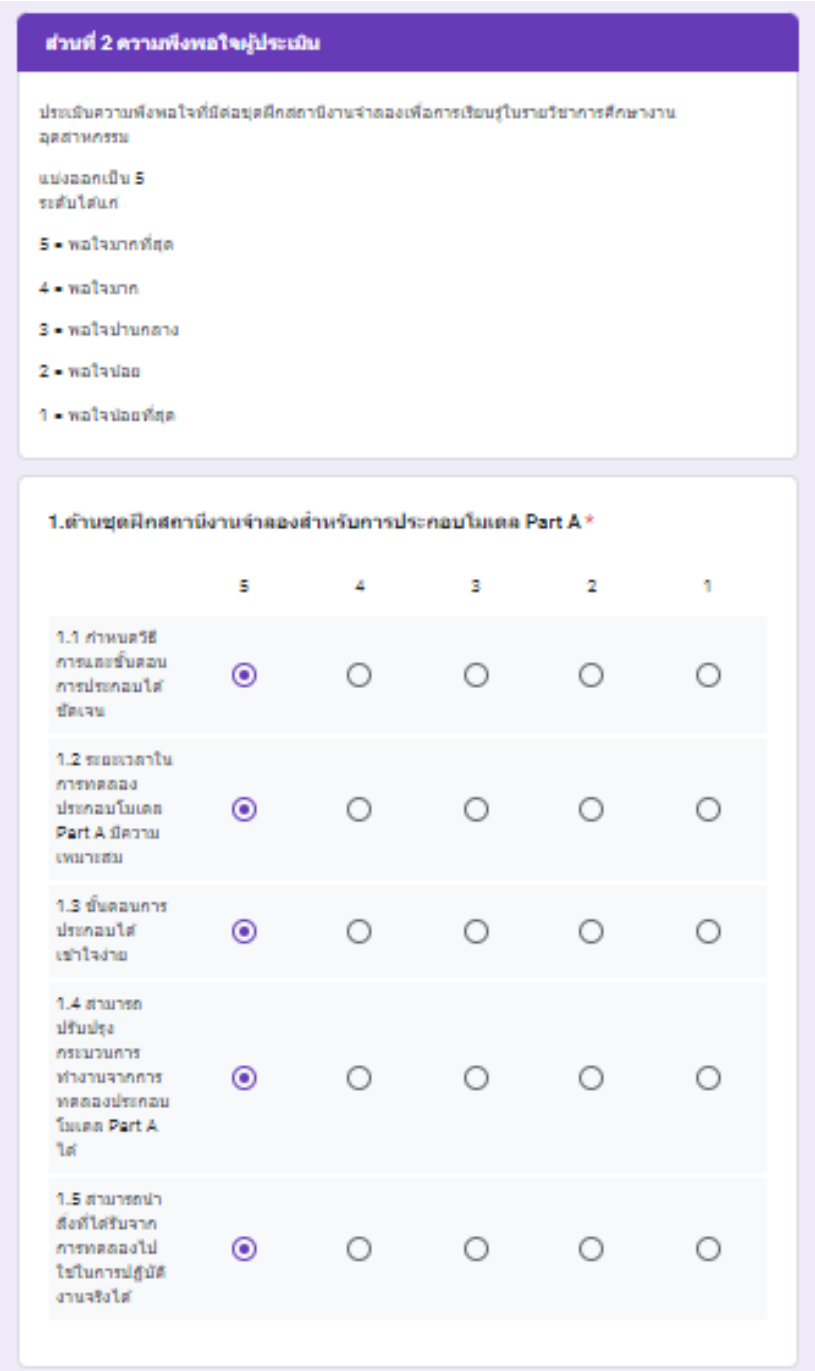
แบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ร่วมการทดลองจะใช้ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

การประเมินส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ประเมิน มีหัวข้อให้เลือกทั้งหมด 4 ข้อได้แก่ ระดับชั้นปีการศึกษา เพศ วุฒิการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงานภาคอุตสาหกรรมดังภาพที่ ง-1



ภาพที่ ง-1 การประเมินส่วนที่ 1 ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form

การประเมินส่วนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมมีหัวข้อคำถามประเมิน 3 หัวข้อ คือ ประเมินชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B ประเมินการฝึกอบรม และประเมินวิทยากรดังภาพที่ ง-2 และ ง-3



ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจผู้ประเมิน

ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

แบ่งออกเป็น 5 ระดับได้แก่

5 = พอใจมากที่สุด

4 = พอใจมาก

3 = พอใจปานกลาง

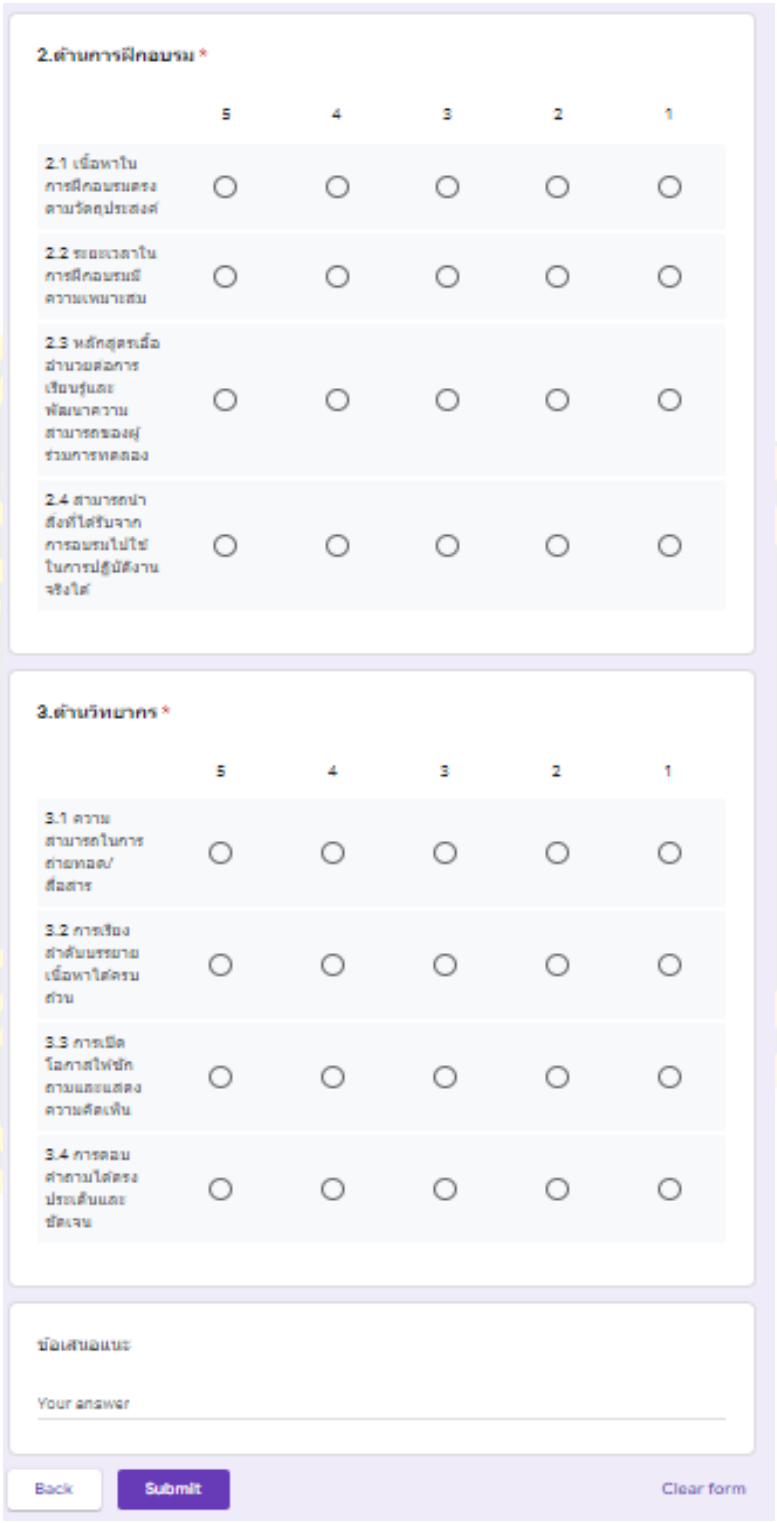
2 = พอใจน้อย

1 = พอใจน้อยที่สุด

1.ด้านชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A *

	5	4	3	2	1
1.1 กำหนดวิธีการและขั้นตอนการประกอบได้ชัดเจน	◉	○	○	○	○
1.2 ระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A มีความเหมาะสม	◉	○	○	○	○
1.3 ขั้นตอนการประกอบได้เข้าใจง่าย	◉	○	○	○	○
1.4 สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการทดลองประกอบโมเดล Part A ได้	◉	○	○	○	○
1.5 สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการทดลองไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้	◉	○	○	○	○

ภาพที่ ง-2 การประเมินส่วนที่ 2 ประเมินฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล Part A และ Part B ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form



ภาพที่ ง-3 การประเมินส่วนที่ 2 คือ ประเมินการฝึกอบรมและประเมินวิทยากร ผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ Google form

No.	เพศ	ลับชั้นปีการศึกษ	วุฒการศึกษา คือ ผ่าน รายวิชา การศึกษางานอุตสาหกรรม	1.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองสำหรับการประกอบโมเดล				2.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการฝึกอบรม				3.ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อวิทยากร				ข้อเสนอแนะ
				1.1 ความชัดเจนในการอธิบายวิธีการและขั้นตอนในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B	1.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทดลองประกอบโมเดล Part A และ Part B	1.3 ความสามารถในการสื่อสารของเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นส่วนโมเดล Part A และ Part B เช่น ขนาดตัวหนังสือ	1.4 การสร้างความเข้าใจในกระบวนการปรับปรุงการทำงาน	2.1 ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหามีความชัดเจน	2.2 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรมทั้งหมด	2.3 หลักสูตรการอบรมเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของท่าน	2.4 ความสามารถในการนำความรู้และทักษะจากการอบรมไปใช้ในอนาคต	3.1 ความสามารถในการถ่ายทอด/สื่อสาร	3.2 การเรียงลำดับบรรยายเนื้อหาได้ครบถ้วน	3.3 การเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น	3.4 การตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน	
1	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
2	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	
3	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
4	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
6	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
7	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
8	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	
9	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
10	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	
11	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	-
13	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
14	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
15	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
16	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
17	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
18	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
19	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
20	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
21	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-
22	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	
23	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-
24	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	สนุกมากเลยค่ะ
25	ชาย	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	
26	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
27	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
28	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
29	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	3	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4	3	-
30	หญิง	ชั้นปีที่ 3	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	
31	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
32	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
33	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	3	4	5	5	3	5	5	5	5	4	5	-
34	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	2	4	4	4	3	4	5	4	4	3	3	
35	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
36	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	
37	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	
38	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	
39	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	-
40	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	สนุกมากค่ะ เข้าใจง่าย
41	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
42	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	
43	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
44	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	
45	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	
46	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	
47	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
48	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	ขอเลโก้ขอต่อแบนๆ
49	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-
50	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	
51	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	4	5	
52	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	ได้เข้าใจการจัดสถานี
53	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	
54	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	ขอบคุณพี่ปโท ที่ใจดีมา
55	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-
56	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
57	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
58	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	
59	หญิง	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	
60	ชาย	ชั้นปีที่ 4	ผ่าน	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
คะแนนเฉลี่ย				4.77	4.47	4.70	4.67	4.73	4.60	4.80	4.87	4.73	4.70	4.67	4.77	

ภาพที่ ง-4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรมแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 สามารถดูข้อมูลได้ตามลิ้ง https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfKvdcm1kuMgYAd4mRn23BpZOOZddyaQqxa4Xxvl9wdLNbArw/viewform?usp=sf_link

ภาคผนวก จ

จริยธรรมวิจัยในมนุษย์

ภาคนวก จ-1 ใบประชาสัมพันธ์ร่วมการทดลอง

ภาคผนวก จ-2 เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม งานมาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัย โทร. ๒๖๒๐
ที่ อว ๘๑๐๐/- **วันที่** ๑๖ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๗
เรื่อง ขอส่งสำเนาเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เรียน นายเกรียงไกร สุวรรณ

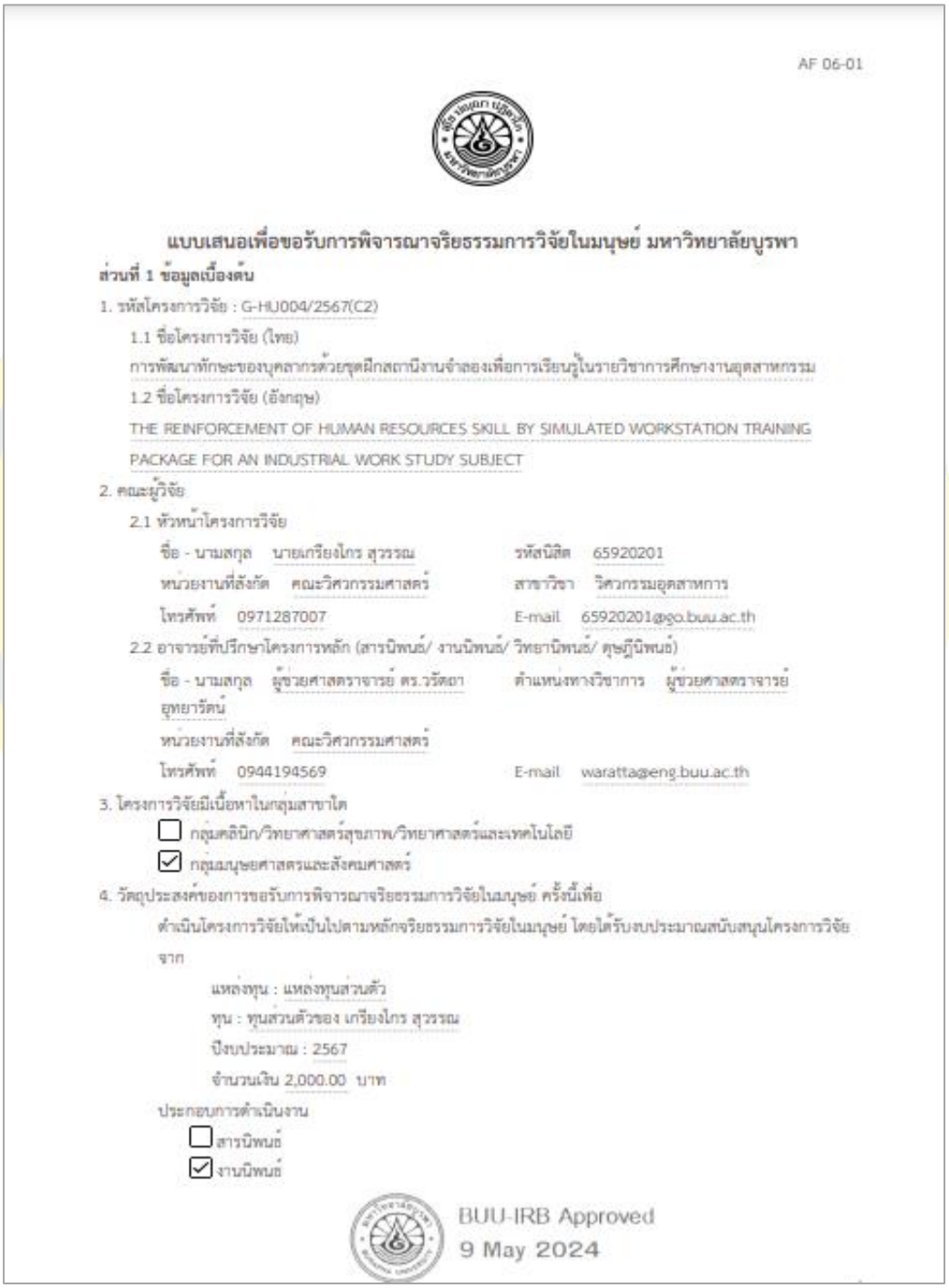
ตามที่ท่าน ได้ยื่นเอกสารคำร้องเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา รหัสโครงการวิจัย G-HU004/2567(C2) โครงการวิจัย เรื่อง
การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม นั้น

บัดนี้ โครงการวิจัยดังกล่าว ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับโครงการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาและระดับปริญญาตรี ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม ในฐานะผู้ประสานงาน จึงขอส่งสำเนาเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน ๑ ฉบับ เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย และเอกสารเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยประทับตรารับรองเรียบร้อยแล้ว มายังท่าน เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

นางสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ
(นางสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สำหรับโครงการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาและระดับปริญญาตรี
ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

ภาคผนวก จ-3 ตัวอย่างแบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ (AF 06-01)



AF 06-01

แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

1. รหัสโครงการวิจัย : G-HU004/2567(C2)

1.1 ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)

การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

1.2 ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

THE REINFORCEMENT OF HUMAN RESOURCES SKILL BY SIMULATED WORKSTATION TRAINING PACKAGE FOR AN INDUSTRIAL WORK STUDY SUBJECT

2. คณะผู้วิจัย

2.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล นายเกรียงไกร สุวรรณ รหัสนิสิต 65920201

หน่วยงานที่สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

โทรศัพท์ 0971287007 E-mail 65920201@go.buu.ac.th

2.2 อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ วิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์)

ชื่อ - นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรัตยา อุทยารัตน์ ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

หน่วยงานที่สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์

โทรศัพท์ 0944194569 E-mail waratta@eng.buu.ac.th

3. โครงการวิจัยมีเนื้อหาในกลุ่มสาขาใด

☐ กลุ่มคลินิก/วิทยาศาสตร์สุขภาพ/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☑ กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

4. วัตถุประสงค์ของการขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ครั้งนี้เพื่อ

ดำเนินโครงการวิจัยให้เป็นไปตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย จาก

แหล่งทุน : แหล่งทุนส่วนตัว

ทุน : ทุนส่วนตัวของ เกรียงไกร สุวรรณ

ปีงบประมาณ : 2567

จำนวนเงิน 2,000.00 บาท

ประกอบการดำเนินงาน

☐ สารนิพนธ์

☑ งานนิพนธ์

BUU-IRB Approved
9 May 2024

ภาคผนวก จ-4 เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (AF 06-02)

AF 06-02/v2.1

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

(Participant Information Sheet)

รหัสโครงการวิจัย : รหัสโครงการวิจัย: G-HU004/2567

(งานมาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัย กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

เรียน ผู้เข้าร่วมโครงงานวิจัย

ข้าพเจ้า เกรียงไกร สุวรรณ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม ก่อนที่ท่านจะตกลงเข้าร่วมการวิจัย ขอเรียนให้ท่านทราบรายละเอียดของโครงการวิจัย ดังนี้

1.วัตถุประสงค์งานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะของบุคลากรหรือผู้เรียนด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work study)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

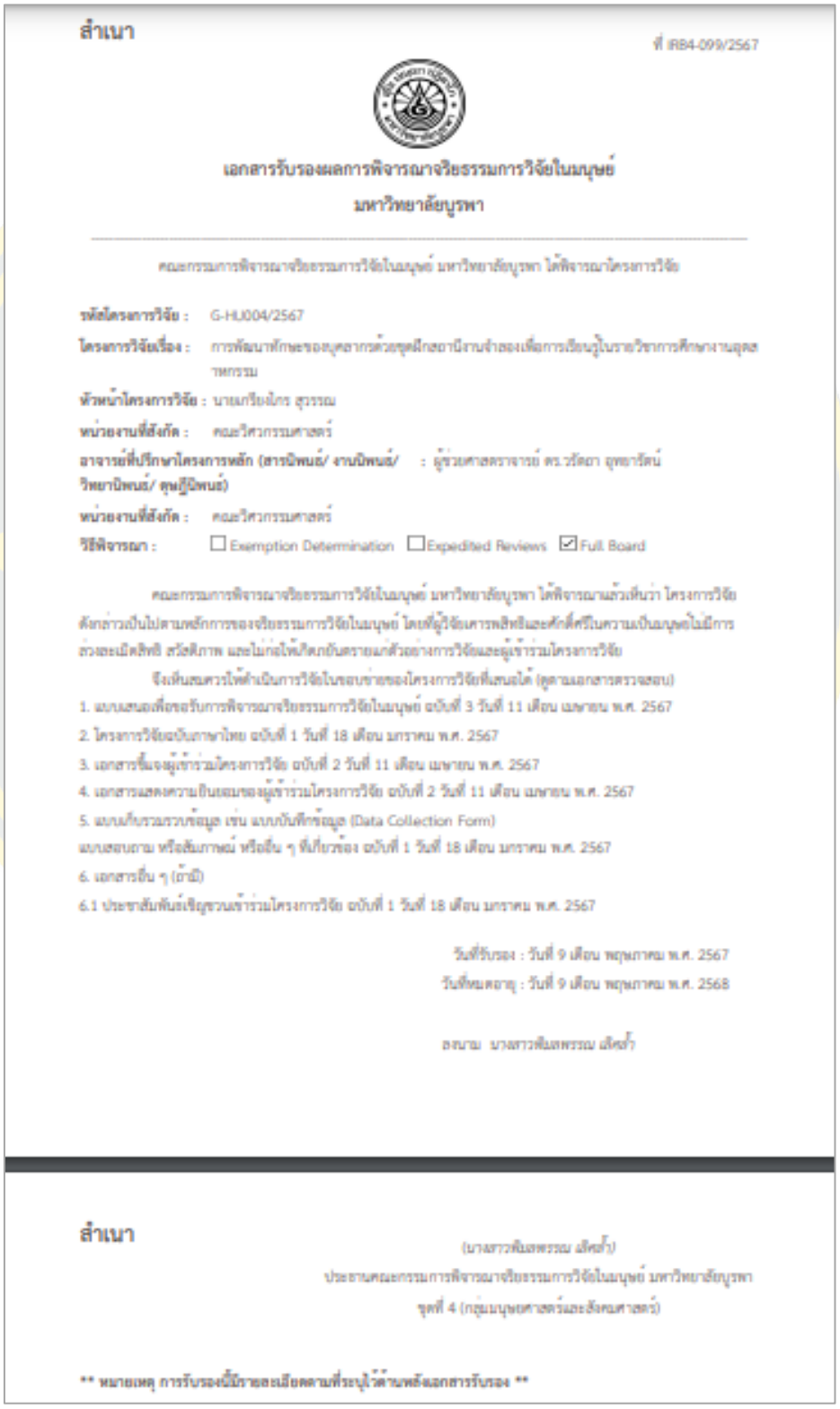
- กลุ่มตัวอย่างในการทดลองนี้ประกอบด้วย นิสิตชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และ นิสิตชั้นปีที่ 4 ทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน (รวมทั้งหมด 60 คน) ทดลองพร้อมกันครั้งละ 2 กลุ่ม ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงต่อครั้ง ทำการทดลองทั้งหมด 6 ครั้ง

2.2 ก่อนการทดลอง

- ผู้วิจัยเริ่มอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย อธิบายสิทธิประโยชน์ที่กลุ่มตัวอย่างจะได้รับ (AF 06-02) พร้อมให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในเอกสารการเข้าร่วมโครงการ (AF 06-03)
- ผู้วิจัยดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนทั้งหมด 15 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ทำการทดสอบความเชื่อมั่นความเที่ยงตรงของชุดข้อสอบสำหรับก่อนและหลังการทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว มีค่าเฉลี่ยของดัชนีเท่ากับ 0.72
- ผู้วิจัยแจกเอกสารและอธิบายเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย
  - เอกสารประกอบการอบรมเนื้อหาในการทดลอง จำนวน 5 ชุดต่อกลุ่ม

BUU-IRB Approved
9 May 2024

ภาคผนวก จ-5 เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย



สำเนา

ที่ IRB4-099/2567

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU004/2567

โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะของบุคลากรด้วยชุดฝึกสถานีงานจำลองเพื่อการเรียนรู้ในรายวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายเกรียงไกร สุวรรณ

หน่วยงานที่สังกัด : คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ วิทยานิพนธ์/ ดุษฎีนิพนธ์) : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรัตถา อุทยารัตน์

หน่วยงานที่สังกัด : คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิธีพิจารณา : ☐ Exemption Determination ☐ Expedited Reviews ☑ Full Board

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 3 วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567
2. โครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน มกราคม พ.ศ. 2567
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567
5. แบบเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Data Collection Form) แบบสอบถาม หรือสื่อภาพถ่าย หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน มกราคม พ.ศ. 2567
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)

6.1 ประชาสัมพันธ์เชิญชวนเข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน มกราคม พ.ศ. 2567

วันที่รับรอง : วันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567

วันที่หมดอายุ : วันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2568

ลงนาม บวลสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ

สำเนา

(บวลสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

** หมายเหตุ การรับรองนี้มีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ด้านหลังเอกสารรับรอง **

ภาคผนวก ฉ

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET) ของกลุ่มอย่างทั้ง 12 กลุ่ม

ภาคผนวก ฉ-1 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

การบันทึกเวลาจากวิดีโอการทดลองทั้ง 3 รอบของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม เพื่อคำนวณหารอบเวลาเฉลี่ยผ่านโปรแกรม Excel ในแบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET) ดังภาพที่ ฉ-1

แบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)													
โมเดล (Model)	Part - a1		ผู้รับผิดชอบ (Responsible)										
กระบวนการ (Process)	สถานีงานที่ 1		วันที่ (Date)									-	
													Allowance 5%
ลำดับ	รายละเอียดแต่ละกระบวนการ	เวลาของการสังเกต (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 1	27	24	20	15	13	20	15	22	17	12	18.5	19.43
2	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 2	14	20	13	19	16	16	14	20	15	14	16.1	16.91
3	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 3	14	13	13	18	22	17	15	16	14	16	15.8	16.59
4	ประกอบ Part a-1 ขั้นตอนที่ 4	15	20	20	20	12	14	20	14	14	15	16.4	17.22
5	ส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4.2	4.41
													74.55
หมายเหตุ													

ภาพที่ ฉ-1 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกเวลา (TIME MEASUREMENT SHEET)

สามารถดูข้อมูลของกลุ่ม 1-6 (ชั้นปีที่ 3) ดังลิ้งแนบ
https://drive.google.com/drive/folders/1YxgaJWtEe96uEYagzt-OwwUuxLFdq3LK?usp=sharing

สามารถดูข้อมูลของกลุ่ม 7-12 (ชั้นปีที่ 4) ดังลิ้งแนบ
https://drive.google.com/drive/folders/1gBQCFNaYffPlcHXCeXxekQYuPV4yBk9v?usp=sharing