

การเลือกผังสายการผลิตด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์: กรณีศึกษา กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแปรรูปกระจก

วเรศรา วีระวัฒน์* ศรีสุรางค์ ขอดเตชะ และ หทัยรัตน์ ทวีทรัพย์ไพบูลย์

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมแปรรูปกระจกแห่งหนึ่งมีความต้องการปรับเปลี่ยนกำลังการผลิตและปรับปรุงสายการผลิต ด้วยการติดตั้งเครื่องจักรใหม่และปรับย้ายตำแหน่งห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษ ชั้นแรกทางทีมวิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือตามหลักการ Plant layout โดยใช้แผนภูมิความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์เบื้องต้นและได้ผังใหม่ห้องละ 2 แบบที่ต่างกันตรงตำแหน่งของโต๊ะลอบคม โต๊ะประกบ และ ตู้ Climate box ซึ่งส่งผลให้ระยะทางการไหลของวัสดุและการเดินทางของพนักงานต่างกัน ในขั้นสุดท้ายทางทีมวิจัยได้ประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์โดยพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติมด้านความแตกต่างของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ เวลาและจำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิต ทั้งนี้มีดัชนีชี้วัดเพิ่มเติมในด้านระยะเวลาการผลิตและจำนวนที่ผลิตได้ โดยพบว่าห้องประกบ-อัดมือควรใช้ผัง M2 เพราะสามารถลดพนักงานได้ 1 คน และผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 18 ส่วนห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษควรใช้ผัง F1 เพราะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จก่อนเข้ากระบวนการอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 35 และมีเวลารอคอยลดลงร้อยละ 29

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมกระจก, การวางผังโรงงาน, การปรับปรุงกระบวนการ, การจำลองสถานการณ์, โปรแกรมออริ่นา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล

*ผู้ติดต่อ, อีเมล : waessara.wee@mahidol.ac.th รับเมื่อ 30 กรกฎาคม 2555 ตอบรับเมื่อ 28 สิงหาคม 2555

Selection of Production Layout by Simulation Modeling:

A case study of a glass processing factory

Waressara Weerawat^{*} Srisurang Khodtecha and Hathairat Taweesubpaiboon

Abstract

When combining glass, films or decorating materials are placed between two sheets, then compressed with a heat source and air pressure. In our case study of a glass processing plant, machines for the new process of storing film (Climate box) and compression (Hoaf) for its fabric combining room are to be installed for quality improvement and capacity expansion. We identify the best machines location and rearrange the new layout. Two new layouts for each room were developed based on the plant layout principle: using string diagram, relationship chart and dimensionless block diagram. Different locations of the edges-smooth glass processing table, glass-combining table and climate box were proposed. Each layout results in either better material flow or reduced walking distance. A simulation model, with additional key measures, such as daily production, cycle time, and production waiting time, was used to evaluate the layout selection. Product mix variety and the resource usage factors were considered in the model. Simulation and analysis suggest selecting the M2 layout for the manual pressing room since productivity can increase by 18%, while using fewer people. For the fabric combining room, we choose the F1 layout giving 35% higher productivity, with 29% less waiting time.

Keywords: Glass industry, Plant layout, Process improvement, Simulation, Arena modeling

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University.

^{*} Corresponding author, E-mail: waressara.wee@mahidol.ac.th Received 30 July 2012, Accepted 28 August 2012

1. บทนำ

ขั้นตอนการแปรรูปกระจกโดยทั่วไปประกอบด้วย การนำกระจกมาใส่ฟิล์มหรือวัสดุตกแต่ง การประกบกระจก การรีดกระจก และการอัดไล่ความดันอากาศออกจากกระจกที่ประกบ จึงได้กระจกแปรรูปที่เสร็จสมบูรณ์ โดยอุตสาหกรรมการแปรรูปกระจกจากกรณีศึกษาบริษัทหนึ่งมีความต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการปรับย้ายตำแหน่งห้องประกบ-อัดมือมาอยู่ในบริเวณเดียวกันกับห้องประกบ-อัดอัตโนมัติ และติดตั้ง Climate box ใหม่ในกระบวนการเก็บฟิล์ม และเตา Hoaf ใหม่ในกระบวนการอัดไล่ความดันอากาศ เพื่อใช้สำหรับห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษ

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่มีความแตกต่างในด้านการออกแบบและการใช้งาน ซึ่งห้องประกบ-อัดมือดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทกระจกนิรภัยลามิเนตและกระจกลามิเนตเรนโบว์ ส่วนห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทกระจกผ้าแพบริคกลาสและกระจกวัสดุพิเศษ โดยกระจกนำเข้าของทั้ง 2 ห้องแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระจกลามิเนต (กระจกธรรมดา) และกระจกเทมเปอร์ (กระจกที่ผ่านกระบวนการเทมเปอร์) ซึ่งกระบวนการผลิตปัจจุบันของห้องทั้ง 2 ห้องดังกล่าวแสดงด้วยผังงาน [1] ดังรูปที่ 1 ทำขบทความ

ห้องประกบ-อัดมือมีหน้าที่ในการประกบกระจก 2 แผ่นหรือมากกว่าให้ติดกันโดยใช้ฟิล์มเป็นตัวเชื่อม ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากพนักงานสร้างรหัสกระจกและสกรีนโลโก้ลงบนกระจก จากนั้นดำเนินการลบคมของกระจก (เฉพาะกระจกลามิเนต ไม่รวมกระจกเทมเปอร์) และทำความสะอาดกระจกโดยเครื่องล้างกระจก ถัดไปพนักงานยกกระจกขึ้น โต๊ะประกบเพื่อประกบกระจกและฟิล์มเข้าด้วยกัน และยกกระจกเข้าเครื่องรีด โดยหลักการสำคัญคือใช้ความร้อนทำให้ฟิล์มหลอมละลายกลายเป็นตัวเชื่อมกระจก 2 แผ่นให้ติดกัน ต่อมาใช้แรงจากลูกรีดกดทับชิ้นงานเพื่อรีดอากาศออก ทำให้กระจกประกบกันสนิทมาก

ขึ้น สุดท้ายนำเข้าถังอัดเพื่อใช้ความดันทำให้ระหว่างกระจกที่ประกบกัน ไม่มีอากาศเหลืออยู่อีก

การทำงานของห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษมีความคล้ายคลึงกับการทำงานของห้องประกบอัด-มือ แต่แตกต่างกันตรงมีวัสดุเพิ่มเติมในการประกบกระจกนอกเหนือจากฟิล์มคือ ผ้าไหมหรือวัสดุธรรมชาติ เมื่อประกบกระจกเสร็จแล้วนำกระจกเข้าเตา Hoaf โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการรีด

การนำเครื่องจักรมาใช้เพิ่มเติมหรือทดแทนในกระบวนการผลิตนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณาค่าหน้าที่ตั้งของเครื่องจักรที่เหมาะสมและแนวทางการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับเครื่องจักรดังกล่าว งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอแนวทางการวางผังสายการผลิตใหม่สำหรับห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษ และใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดต่างๆ (KPI) ที่เกี่ยวข้องเพื่อประเมินความเหมาะสมของผังสายการผลิตที่ได้จากการออกแบบใหม่ของห้องทั้งสอง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบผังสายการผลิต

แนวทางการวางผังสายการผลิตใหม่ถูกพิจารณาตามหลักการวางผังโรงงาน โดยใช้แผนภูมิสตรีงเพื่อวัดความเข้มการไหลของวัสดุและพนักงาน และใช้แผนภูมิความสัมพันธ์ AEIOU เพื่อเปรียบเทียบให้ทราบถึงความจำเป็นระหว่างกระบวนการที่ต้องอยู่ใกล้กันหรือสามารถอยู่ไกลกันได้ และนำข้อมูลความสัมพันธ์ไปสร้าง Dimensionless block diagram เป็นแนวทางในการออกแบบผังการผลิตใหม่ที่เหมาะสม [2]

2.2 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการจำลองกระบวนการทำงาน และสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบงานจริง โดยนำผลที่ได้จากการจำลองปัญหานั้นๆ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระบบงานจริง เพื่อเป็นตัวช่วย

สำหรับการตัดสินใจในการออกแบบหรือปรับปรุงระบบงานให้เหมาะสม [3]

2.3 งานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการจำลองสถานการณ์ ได้แก่ การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการจัดส่งสินค้า: กรณีศึกษาการจัดส่งสินค้าวัสดุอุปกรณ์ตกแต่งบ้านแบบส่งถึงบ้านลูกค้า [4] การกำหนดจำนวนพนักงานในร้านอาหารที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองสถานการณ์ [5] และการขนส่งวัสดุกรณีศึกษาโรงงานปูนซีเมนต์นครหลวงด้วยวิธีการจำลองแบบปัญหา [6] โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดรูปแบบของปัญหา การกำหนดจุดมุ่งหมาย การวางแผนการดำเนินงาน และการปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ เพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนสายการผลิต ได้แก่ การออกแบบผังโรงงานใหม่กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์รถจักรยานยนต์ [7] และการปรับปรุงผังโรงงานสำหรับผลิตถังไฟเบอร์กลาส [8] โดยนำมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับเทคนิคและแนวทางในการจัดวางผังสายการผลิตที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ มีระยะทางในการขนถ่ายลำเลียงและเวลาในการผลิตลดน้อยลงสามารถรองรับการผลิตที่เพิ่มขึ้นได้

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การจัดเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนสายการผลิตและการจำลองสถานการณ์ การวางแผนสายการผลิตใหม่ตามหลักการ Plant layout การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การผลิตในห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษ และการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอริน่า ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่

- 1) ข้อมูลสำหรับการวางแผนสายการผลิตตามหลักการ Plant layout ประกอบด้วย ข้อมูลเครื่องจักรที่ต้องการใช้งานในห้องที่ทำการศึกษา และข้อมูลพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน
- 2) ข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ที่ดำเนินการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์เพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลสำหรับการวางแผนสายการผลิตหลักการ Plant layout ซึ่งได้ประมาณการร่วมกันกับวิศวกรผู้ควบคุมห้องที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ประเภทและขนาดของผลิตภัณฑ์ จำนวนผลิตภัณฑ์ต่อวัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละกระบวนการ และจำนวนพนักงานที่ของการผลิตแต่ละขั้นตอน โดยรูปแบบฟังก์ชันที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 1 ท้ายบทความ

3.2 การวางแผนสายการผลิตตามหลักการ Plant Layout

การวางแผนสายการผลิตห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษประกอบด้วย การสร้างแผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อศึกษาการไหลของคน วัสดุ และสิ่งของ ตั้งแต่เริ่มผลิตจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และใช้แผนผังสตริงในการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของคน วัสดุ และสิ่งของ ข้างต้น จากนั้นดำเนินการวัดความเข้มข้นไหลและเปรียบเทียบโดยใช้สัญลักษณ์ AEIOU และกำหนดระดับความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตในแผนภูมิความสัมพันธ์ (Worksheet for activity relationship chart) แสดงดังรูปที่ 2 ท้ายบทความ และนำมาผลที่ได้มาสร้าง Dimensionless block diagram เพื่อใช้ในการจัดตำแหน่งกระบวนการและการออกแบบผังสายการผลิตใหม่ [2]

ผลจากการวางแผนสายการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ ข้างต้นได้ผังสายการผลิตใหม่ห้องละ 2 รูปแบบ โดยห้องประกบ-อัดมือคือ ผังสายการผลิตใหม่ M1 และ M2 ที่แตกต่างกันตรงตำแหน่งของโต๊ะลบบคมและโต๊ะประกบ ส่วนห้อง

ประกอบสายผ้าและวัสดุพิเศษคือ ผังสายการผลิตใหม่ F1 และ F2 ที่แตกต่างกันตรงตำแหน่งของตู้ Climate box ซึ่งความแตกต่างนี้ส่งผลต่อระยะทางการไหลของวัสดุและระยะการเดินทางของพนักงาน

3.3 การจำลองสถานการณ์

ในการวางผังสายการผลิตใหม่พบว่า ผังสายการผลิตใหม่ใหม่ M1 และ F1 มีระยะทางการไหลของวัสดุมากกว่า ผังสายการผลิตใหม่ M2 และ F2 แต่มีระยะทางการเดินจากโต๊ะประกอบไปตัดฟิล์มน้อยกว่า จึงนำการจำลองสถานการณ์มาใช้เพื่อพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจเลือกผังสายการผลิตใหม่ที่เหมาะสม

3.3.1 สมมติฐานของการจำลองสถานการณ์

สมมติฐานที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์นี้ประกอบด้วย พนักงานไม่มีการสลับปรับเปลี่ยนหน้าที่ในการทำงาน พนักงานมีทักษะการทำงานที่เท่ากัน ไม่มีงานแทรกกระหว่างการปฏิบัติงาน และไม่มีผลิตภัณฑ์เสียเกิดขึ้นในระบบงาน

3.3.2 วัตถุประสงค์ของการจำลองสถานการณ์

เพื่อเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดที่ส่งผลต่อการจัดวางผังสายการผลิตใหม่ของห้องประกอบ-อัดมือ และของห้องประกอบสายผ้าและวัสดุพิเศษ

3.3.3 ดัชนีชี้วัด

ดัชนีชี้วัดของการจำลองสถานการณ์นี้ส่วนใหญ่เป็นด้านระยะเวลาที่ใช้และจำนวนที่ผลิตได้ ซึ่งผลของดัชนีชี้วัดสำหรับ ห้อง ประกอบ-อัดมือ จะถูกบันทึกหลังจากกระบวนการรีด และสำหรับห้องประกอบสายผ้าและวัสดุพิเศษจะถูกบันทึกก่อนเข้าเตา Hoaf โดยดัชนีชี้วัดที่กำหนดขึ้นนี้แบ่งออกเป็น ดัชนีชี้วัดหลักที่ใช้ในการพิจารณาเลือกผังสายการผลิตใหม่ และดัชนีชี้วัดรองที่ใช้วิเคราะห์ประกอบเมื่อไม่สามารถตัดสินใจเลือกผังสายการผลิตใหม่จากการพิจารณาดัชนีชี้วัดหลักได้

1) ดัชนีชี้วัดหลักสำหรับห้องประกอบ-อัดมือ

- 1.1) KPI-1-1 ระยะเวลารอคอยเฉลี่ย
- 1.2) KPI-1-2 ระยะเวลาโดยรวมเฉลี่ย

1.3) KPI-1-3 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จภายใน 5 ชั่วโมง

2) ดัชนีชี้วัดรองของห้องประกอบ-อัดมือ

- 2.1) KPI-1-4 ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ย
- 2.2) KPI-1-5 ระยะเวลาการทำงานเฉลี่ย
- 2.3) KPI-1-6 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จทั้งหมด
- 2.4) KPI-1-7 จำนวนชิ้นงานที่เสร็จสิ้นกระบวนการรีดต่อชั่วโมงการทำงาน
- 2.5) KPI-1-8 จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่ตกค้างอยู่ในระบบ

3) ดัชนีชี้วัดสำหรับห้องประกอบสายผ้าและวัสดุพิเศษ

- 3.1) KPI-2-1 ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยก่อนเข้าเตา Hoaf
- 3.2) KPI-2-2 ระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยก่อนเข้าเตา

Hoaf

3.3) KPI-2-3 จำนวนชิ้นงานที่เสร็จก่อนเข้าเตา Hoaf

4) ดัชนีชี้วัดรองของห้องประกอบสายผ้าและวัสดุพิเศษ

- 4.1) KPI-2-4 ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เฉลี่ยก่อนเข้าเตา Hoaf
- 4.2) KPI-2-5 จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่ตกค้างอยู่ในระบบก่อนเข้าเตา Hoaf
- 4.3) KPI-2-6 จำนวนชิ้นงานที่เสร็จก่อนเข้าเตา Hoaf ต่อชั่วโมงการทำงาน

3.3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์และปรับปรุงแผนภูมิกระบวนการผลิตปัจจุบัน ให้เหมาะสมกับการนำเครื่องจักรมาใช้เพิ่มเติมหรือทดแทนและสร้าง Conceptual model ของทั้งผังสายการผลิตปัจจุบันและผังสายการผลิตใหม่ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ [2] แสดงดังรูปที่ 3 และ 4 ทำความ ซึ่งแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ส่วนการสร้างกระจัดที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นเข้ามาในระบบซึ่งมีระยะเวลาการเข้ามาแตกต่างกันตามประเภทของห้องแปรรูป

- 2) ส่วนการกำหนดชนิดของกระจก ซึ่งส่งผลต่อการนำเข้าหรือไม่นำเข้ากระบวนการลบคม
- 3) ส่วนการกำหนดขนาดของกระจก ซึ่งส่งผลต่อความแตกต่างด้านระยะเวลาการทำงานของกระบวนการลบคม การล้าง การประกบ และการบีบอัดกระจก
- 4) ส่วนการกำหนดขนาดและสีของฟิล์มที่ใช้ในกระบวนการประกบ ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาการจัดเตรียมฟิล์ม
- 5) ส่วนการกำหนดระยะเวลาการทำงานของกระบวนการต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของกระจกและฟิล์มข้างต้น
- 6) ส่วนการบันทึกค่าดัชนีชี้วัดด้านต่างๆ ซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของห้องแปรรูป

3.3.5 จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องกำหนดรอบการประมวลผลให้เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ [9] โดยผลจากการคำนวณรอบพบว่า รอบการประมวลผลที่เหมาะสมสำหรับห้องประกบ-อัดมือคือ 60 รอบ และสำหรับห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษคือ 200 รอบ เนื่องจากทำให้ค่าความกว้างระหว่างจุดกึ่งกลางของดัชนีชี้วัดทุกตัวมีค่าไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 5

3.3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบค่าระยะเวลาโดยรวมก่อนเข้าเตา Hoaf และ ระยะเวลาการผลิตรวมทั้งหมดในระบบด้วยวิธี Two-samplet-test พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยค่า P-value > 0.05

4. ผลการวิจัย และอภิปรายผล

ผลของค่าดัชนีชี้วัดหลักที่ได้จากการจำลองสถานการณ์สำหรับห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษแสดงดังตารางที่ 2 และ 3 ท้ายบทความ ตามลำดับ ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบผลของผังสายการผลิตเดิมและผังสายการผลิตใหม่ด้วยวิธี Pair t-test พบว่า มีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญโดยค่า P-value > 0.05 [9] จากตารางที่ 2 ท้ายบทความ กรณีห้องประกบ-อัดมือพบว่า ผังสายการผลิตใหม่ M2 มีความเหมาะสมมากกว่าผังสายการผลิตใหม่ M1 เนื่องจากเมื่อมีการลดจำนวนพนักงานภายในห้องประกบลง 1 คน ส่งผลให้จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จภายใน 5 ชั่วโมงของผังสายการผลิตใหม่แบบที่ 2 เพิ่มขึ้น 4 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 18 ของผังสายการผลิตปัจจุบัน และมีระยะเวลารอคอยลดลง 18 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 14 ของผังสายการผลิตปัจจุบัน ซึ่งระยะเวลารอคอยที่ลดลงส่งผลให้ระยะเวลาโดยรวมของระบบลดลง 20 นาทีหรือคิดเป็นร้อยละ 13.5 ของผังสายการผลิตปัจจุบัน ส่วนดัชนีชี้วัดตัวอื่นๆ ของผัง M1 และผัง M2 ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

จากตารางที่ 3 ท้ายบทความ กรณีห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษพบว่า ผังสายการผลิตใหม่ F1 มีความเหมาะสมมากกว่าผังสายการผลิตใหม่ F2 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จก่อนเข้าเตา Hoaf มีมากกว่าผังสายการผลิตใหม่ F2 เป็นจำนวน 3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 18 ของผังสายการผลิตใหม่ F2 และมากกว่าผังสายการผลิตปัจจุบันจำนวน 5 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 35 ของผังสายการผลิตปัจจุบัน และในการเปิดเตา Hoaf แต่ละครั้งมีเรื่องของค่าใช้จ่ายเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นยังสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากจะยิ่งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการเปิดเตา Hoaf ได้

นอกจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จก่อนเข้าเตา Hoaf ของผังสายการผลิตใหม่ F1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นแล้ว ระยะเวลารอคอยของผังสายการผลิตใหม่ F1 ยังลดลงจากผังสายการผลิตปัจจุบันถึง 35 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 29.4 ของผังสายการผลิตปัจจุบัน ในขณะที่ผังสายการผลิตใหม่ F2 มีระยะเวลารอคอยใกล้เคียงกับผังสายการผลิตปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาด้านระยะเวลาในการทำงานจริง (VA Time) พบว่า ผังสายการผลิตใหม่ F1 มีค่าต่ำกว่าผังสายการผลิตใหม่ F2 คือ ใช้ระยะเวลาเพียง 28 นาที ส่งผลให้ระยะเวลาโดยรวมของระบบมีค่าลดลง ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

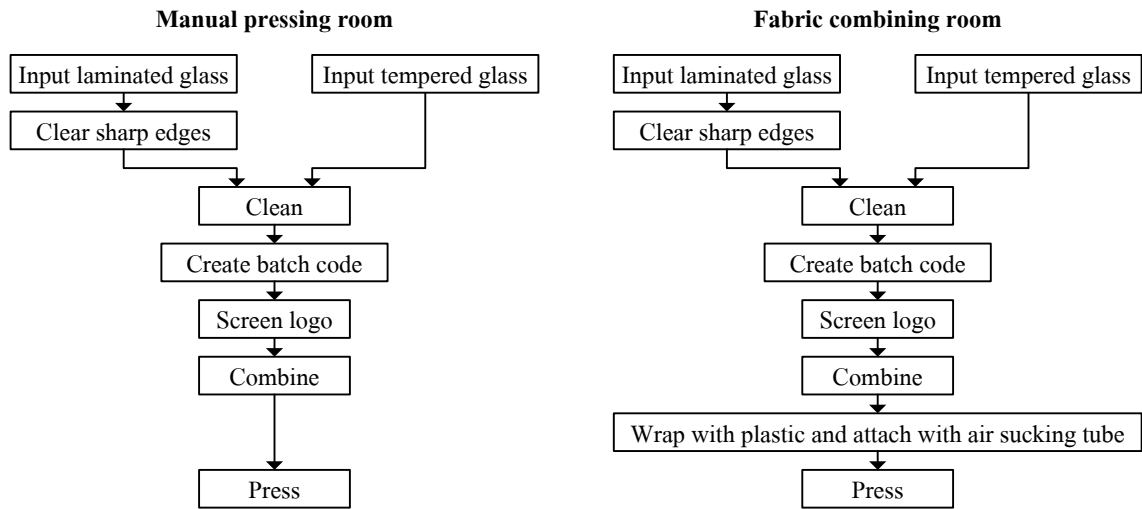
ทั้งนี้ความแตกต่างระหว่างผังสายการผลิตใหม่ M2 และผังสายการผลิตปัจจุบันของห้องประกอบ-อัดมือ และความแตกต่างระหว่างผังสายการผลิตใหม่ F1 และผังสายการผลิตปัจจุบันของห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษ และแผนภาพอย่างหาบของผังสายการผลิตใหม่ทั้งสอง แสดงดังตารางที่ 4 และ 5 และรูปที่ 5 และ 6 ท้ายบทความ ตามลำดับ

5. สรุปผลการวิจัย

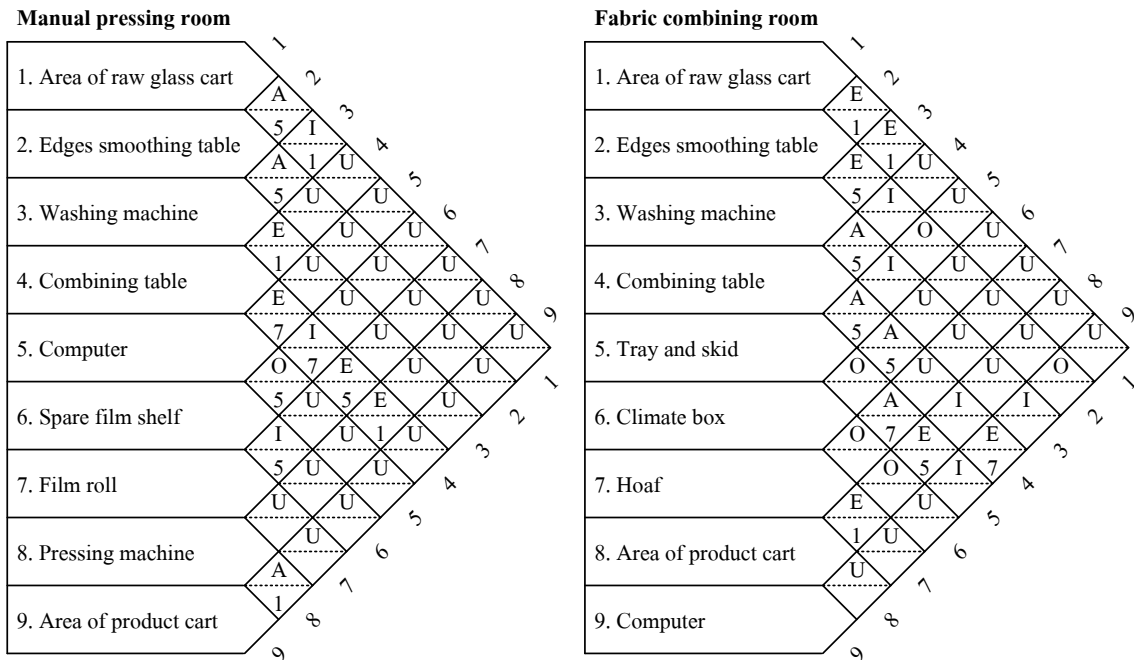
งานวิจัยนี้ศึกษาความต้องการเพิ่มกำลังการผลิตและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกรณีศึกษาการแปรรูปกระจกของบริษัทแห่งหนึ่ง ได้ดำเนินการออกแบบผังสายการผลิตใหม่ของห้องประกอบ-อัดมือและห้องประกบลายและวัสดุพิเศษตามหลักการ Plant layout ด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิต แผนผังสตริง และการเปรียบเทียบความเข้มของการไหลโดยสัญลักษณ์ AEIOU ในแผนภูมิความสัมพันธ์และ Dimensionless block diagram ได้ผังสายการผลิตใหม่ 4 รูปแบบ ได้แก่ ผังสายการผลิตใหม่ M1 และ M2 สำหรับห้องประกอบ-อัดมือ และผังสายการผลิตใหม่ F1 และ F2 สำหรับห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษ แต่ไม่สามารถตัดสินใจเลือกผังที่ดีที่สุดได้ทันทีเนื่องจากผังสายการผลิตใหม่ M1 และ F1 มีระยะทางการไหลของวัสดุมากกว่าผังสายการผลิตใหม่ M2 และ F2 แต่มีระยะการเดินทางของพนักงานน้อยกว่าตามลำดับ จึงนำวิธีการจำลองสถานการณ์มาช่วยในการประเมินและตัดสินใจเลือกผังสายการผลิตใหม่ โดยการกำหนดดัชนีชี้วัดด้านระยะเวลาในกระบวนการผลิตและจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่า ผังสายการผลิตใหม่ M2 ของห้องประกอบ-อัดมือ และผังสายการผลิตใหม่ F1 ของห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษมีความเหมาะสมมากที่สุด เหตุผลหลักเนื่องจากมีระยะเวลารอคอยในระบบลดลง ส่งผลให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Suriyapiwat, “Basic Computer and Modern Programming Technique”, Thaichaeankapim Company, Bangkok, 2002. (in Thai)
- [2] C. Srisupinanon, “Plant Layout Design for Increasing Productivity (1st ed.)”, iGroup Press Limited, Bangkok. (in Thai)
- [3] D.W. Kelton, R.P. Sadowski and D.T. Sturrock, “Simulation with Arena (3rd ed.)”, The McGraw-Hill Company, International Edition, 2003
- [4] P. Dangsirisanthong, “Delivery Method with Simulation: A Case Study of Delivery-to-Home in Home Decoration”, Thesis, Faculty of Engineering, Mahidol University, Bangkok, 2009. (in Thai)
- [5] W. Rungsiyopat, “Simulation-Based Approaches for Optimal Staff Allocation in a Restaurant”, Master Thesis, Graduate School, Kasetsart University, Bangkok, 2009. (in Thai)
- [6] C. Tansookkosol, “A Simulation Case Study of Siam City Cement Factory”, Thesis, Faculty of Engineering, Mahidol University, Bangkok, 2009. (in Thai)
- [7] S. Tantrakool, “Plant Re-layout Design: A Case Study of Motorcycle Parts Manufacture”, Master Thesis, Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok, 2000. (in Thai)
- [8] J. Pheuployngam, “Plant Layout Improvement in Fiberglass Tank Manufacturing”, Thesis, Faculty of Engineering, Mahidol University, Bangkok, 2009. (in Thai)
- [9] R. Pisuchpen, “Simulation Modeling with Arena Program”, Se-Education Public Company Limited, Bangkok, 2008. (in Thai)



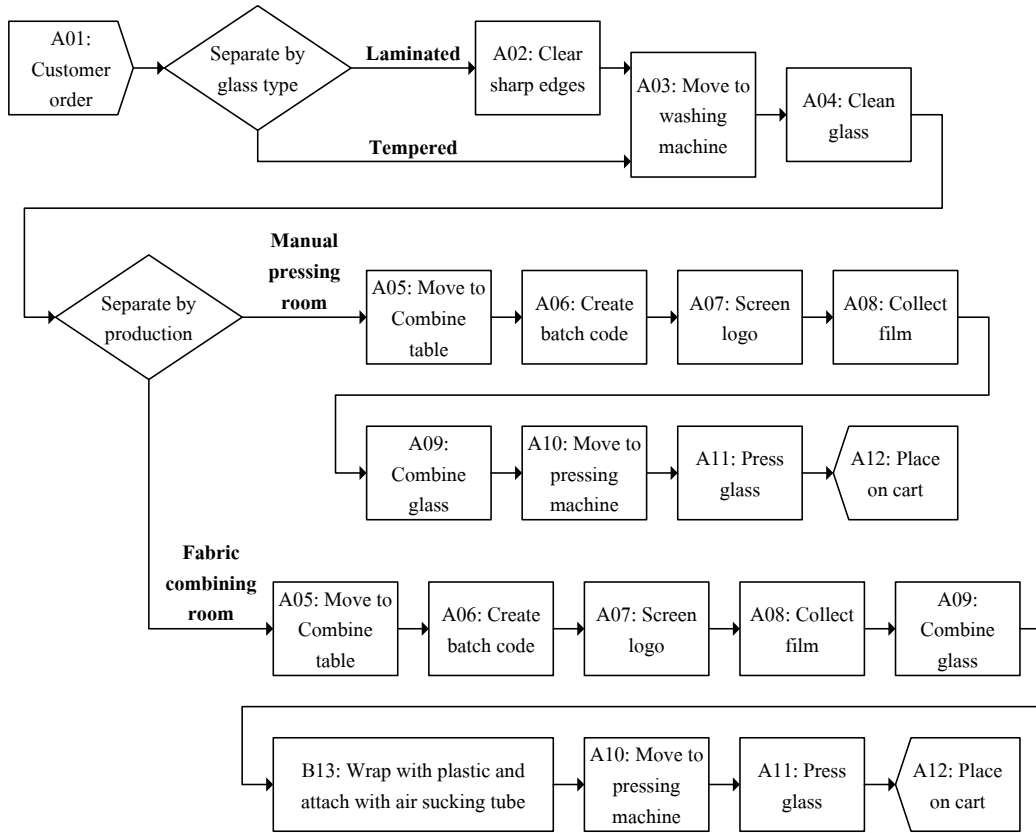
รูปที่ 1 แผนภูมิกระบวนการผลิตของห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษในปัจจุบัน



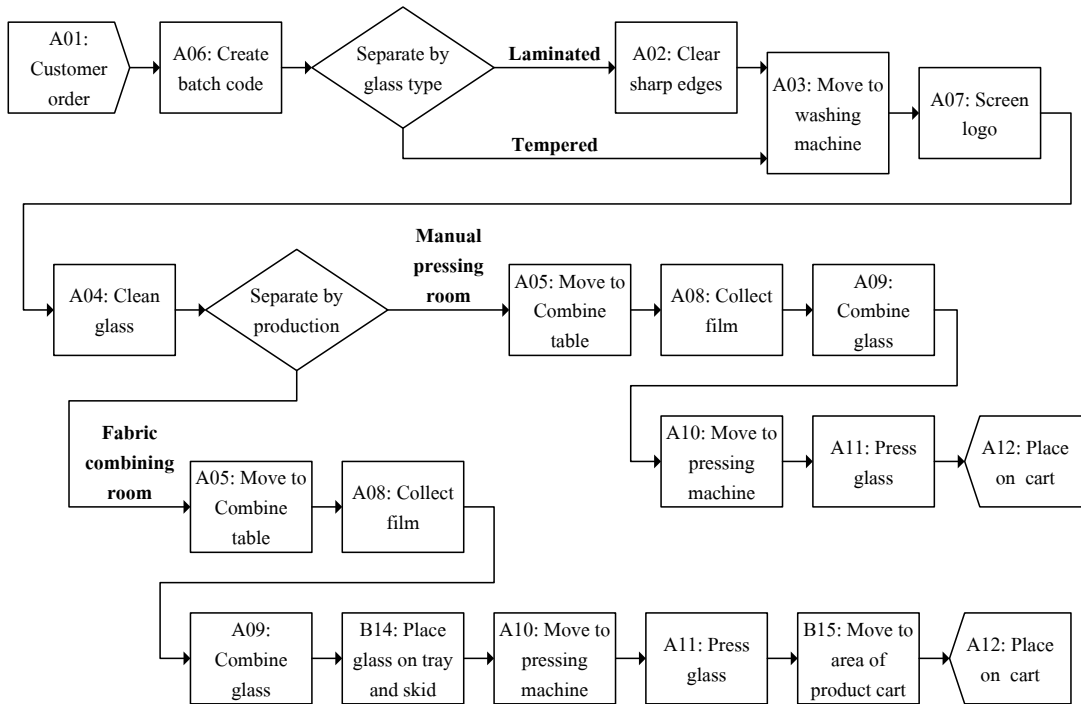
Mark	Relationship
A	High density of flow
E	Continuous process
I	Same previous process
O	No need to close
U	No relationship

Code	Meaning
1	Material flow
2	Personal communication
3	Sharing equipment
4	Sharing data
5	Sharing worker
6	Easy to control
7	Sharing Communication

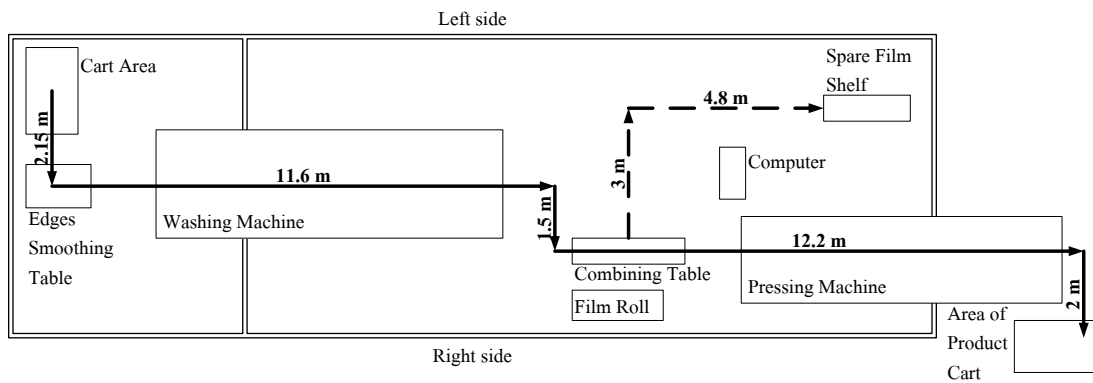
รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ AEIOU ของห้องประกบ-อัดมือและห้องประกบลายผ้าและวัสดุพิเศษ



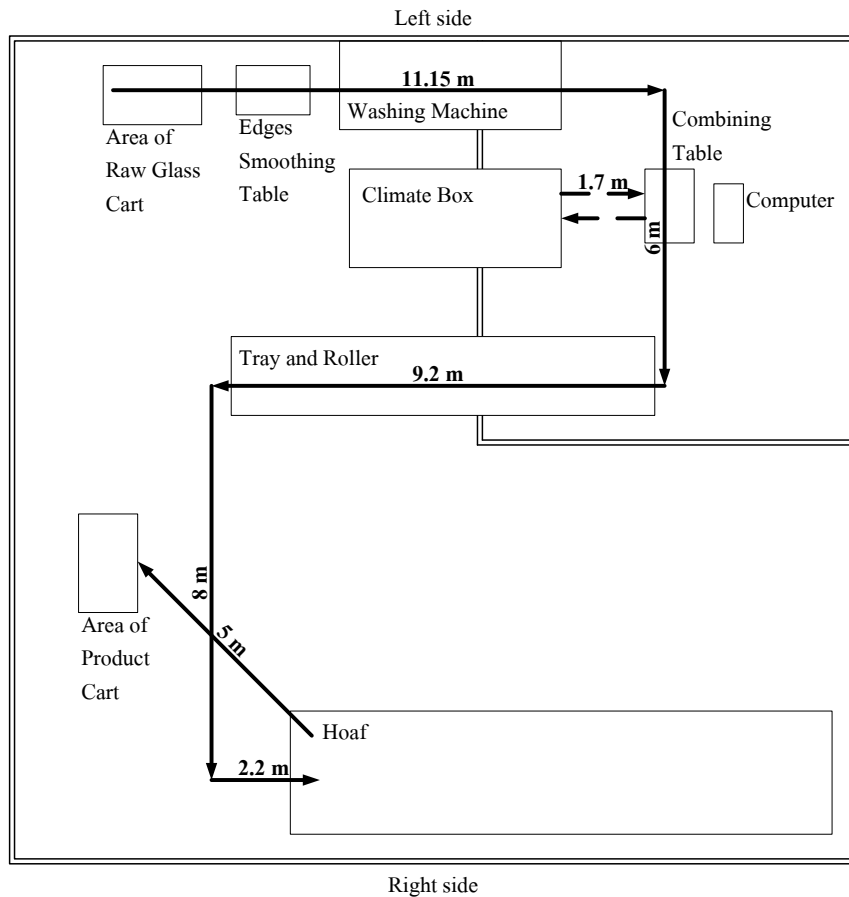
รูปที่ 3 Conceptual Model ของแบบจำลองสถานการณ์ฝั่งสายการผลิตปัจจุบัน (AS-IS)



รูปที่ 4 Conceptual Model ของแบบจำลองสถานการณ์ฝั่งสายการผลิตใหม่ (TO-BE)



รูปที่ 5 แผนภาพอย่างหยาบของผังสายการผลิตใหม่ M2 ห้องประกอบ-อัตโนมัติ



รูปที่ 6 แผนภาพอย่างหยาบของผังสายการผลิตใหม่ F1 ห้องประกบลายฟ้าและวัสดุพิเศษ

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์

Data		Manual pressing room	Fabric combining room
A01: Create customer order	Time between arrivals	EXPO (10) min	EXPO (15) min
	Glass type	Laminated: 50%, Tempered: 50%	Laminated: 50%, Tempered: 50%
	Glass size	S: 10%, M: 50%, L: 40%	S: 20%, M: 30%, L: 50%
A02: Clear sharp edges	Size S	TRIA(45,60,120) sec	TRIA(60,90,120) sec
	Size M	TRIA(60,90,120) sec	TRIA(90,120,180) sec
	Size L	TRIA(90,120,150) sec	TRIA(120,150,210) sec
A03: Move glass from sharp clearing table to washing machine		AS-IS: TRIA(30,45,90) sec TO-BE: TRIA(30,45,60) sec	AS-IS: TRIA(30,45,60) sec TO-BE: TRIA(25,30,40) sec
A04: Clean glass	Size S	TRIA(60,90,120) sec	TRIA(90,150,210) sec
	Size M	TRIA(90,120,150) sec	TRIA(120,180,240) sec
	Size L	TRIA(120,180,240) sec	TRIA(150,210,270) sec
A05: Move glass from washing machine to combining table		AS-IS: TRIA(45,60,90) sec TO-BE: TRIA(45,60,120) sec	UNIF(20,30) sec
A06: Create batch code		CONSTANT 20 sec	CONSTANT 20 sec
A07: Screen logo		CONSTANT 15 sec	CONSTANT 15 sec
A08: Collect film	Normal film	AS-IS	TRIA(90,120,150) sec
		TO-BE	Size S: TRIA(150,210,300) sec Size M: TRIA(60,90,120) sec Size L: TRIA(90,150,180) sec
	Color film	AS-IS: TRIA(300,480,780) sec TO-BE: TRIA(120,240,420) sec	AS-IS: TRIA(60,120,180) sec TO-BE: TRIA(40,60,90) sec
A09: Combine glass	Size S	AS-IS: TRIA(420,600,900) sec TO-BE: TRIA(300,420,540) sec	TRIA(600,780,1020) sec
	Size M	AS-IS: TRIA(540,900,1020) sec TO-BE: TRIA(360,540,720) sec	TRIA(780,1020,1320) sec
	Size L	AS-IS: TRIA(720,1020,1200) sec TO-BE: TRIA(480,660,840) sec	TRIA(900,1320,1800) sec
A10: Move glass from combining table to pressing machine		AS-IS: TRIA(60,90,120) sec TO-BE: TRIA(40,90,150) sec	AS-IS: TRIA(480,540,600) sec TO-BE: TRIA(300,420,480) sec
A11: Press glass	Size S	TRIA(180,240,300) sec	AS-IS: UNIF(4,6) hr
	Size M	TRIA(180,270,360) sec	TO-BE: UNIF(6,8) hr
	Size L	TRIA(210,300,420) sec	
A12: Place glass on product cart		AS-IS: TRIA(60,90,120) sec TO-BE: TRIA(30,45,60) sec	AS-IS: TRIA(360,480,720) sec TO-BE: TRIA(120,240,300) sec
B13: Wrap with plastic and attach with air sucking tube	Size S	-	TRIA(210,300,420) sec
	Size M	-	TRIA(300,480,660) sec
	Size L	-	TRIA(420,600,780) sec
B14: Place glass on tray and skid		-	TRIA(120,240,300) sec
B15: Move glass from Hoaf to area of product cart		-	TRIA(270,300,360) sec

ตารางที่ 2 ผลของดัชนีชี้วัดหลักที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของห้องประกบ - อัดมือ

Key Performance Index	Current Layout	M1 Layout	M2 Layout
KPI-1-1: Average waiting time in system (minutes)	128.93	110.63	110.11
KPI-1-2: Average total time in system (minutes)	148.73	124.47	128.64
KPI-1-3: Number of production units within 5 hours (items)	22	26	26

ตารางที่ 3 ผลของดัชนีชี้วัดหลักที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษ

Key Performance Index	Current Layout	F1 Layout	F2 Layout
KPI-2-1: Average waiting time before pressing process (minutes)	119.81	84.626	104.82
KPI-2-2: Average total time before pressing process (minutes)	36.700	27.972	34.120
KPI-2-3: Number of combined sheets before pressing process (items)	14	19	16

ตารางที่ 4 ความแตกต่างระหว่างผังสายการผลิตใหม่ M2 และผังสายการผลิตปัจจุบันของห้องประกบ-อัดมือ

Comparison	Current Layout	M2 Layout
Position of pressing machine	Left side	Right side
Number of combining table and worker	2 combining tables and 4 workers	1 combining table and 2 workers
Position of combining table	Middle	Right side
Position of film storage	Right side	Share with automatic pressing room.

ตารางที่ 5 ความแตกต่างระหว่างผังสายการผลิตใหม่ F1 และผังสายการผลิตปัจจุบันของห้องประกบหลายผ้าและวัสดุพิเศษ

Comparison	Current Layout	F1 Layout
Film storing	Share with manual pressing room.	Store in new climate box of fabric combining room.
Method of moving glass to pressing process	Use cart	Use tray and skid
Pressing process	Share with Hoaf in central area.	Use new Hoaf in fabric combining room.