

# การออกแบบผังโรงซ่อมแซมถังก๊าซโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

## Gas Cylinder Repair Plant Layout Design and Maintenance Using Computer Simulation

สหพล มรรคผล และ นุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์

ISO- RU, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันความต้องการก๊าซปิโตรเลียมเหลวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความต้องการบรรจุภัณฑ์มากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งบรรจุภัณฑ์หรือถังก๊าซเมื่อถูกใช้งานถึงระยะเวลาหนึ่ง จำเป็นต้องทำการเช็คสภาพและซ่อมแซมเพื่อให้คงสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ ดังนั้นสถานที่ซ่อมบำรุงจึงมีความจำเป็นต่อธุรกิจ ปัจจุบันทางบริษัทใช้บริการผู้จ้างเหมาช่วงในการดำเนินการ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่อถังที่สูงและยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทางบริษัทจึงมีแนวคิดที่จะสร้างโรงงานซ่อมแซมถังก๊าซเองในบริเวณพื้นที่จังหวัดอยุธยาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ถังก๊าซยังมีหลากหลายรูปแบบซึ่งต้องเข้าซ่อมแซมในสายการผลิตเดียวกัน ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบผังโรงซ่อมแซม ซึ่งพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผังโรงงานต้นแบบแล้ว ผังโรงงานใหม่จะสามารถเพิ่มผลผลิตจากการซ่อมแซมถังและรองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอ

**คำสำคัญ :** การออกแบบผังโรงงาน การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โรงซ่อมแซมถังก๊าซ

### Abstract

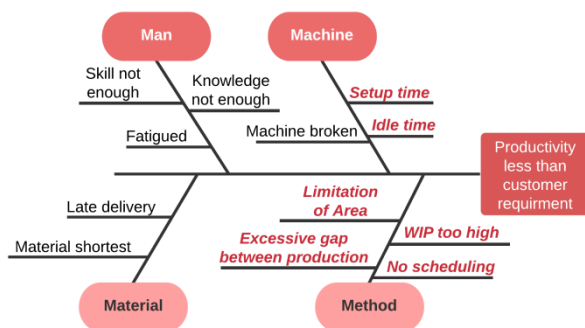
Currently, the demand of Liquefied Petroleum Gas (LPG) is increasing continuously. By the same way, the LPG cylinder demands are also increasing. After using LPG cylinders, these cylinders need to be inspected and maintained their properties to make sure that they can normally be used. So, the maintenance location is necessary for this business. Presently, a case study company has suppliers to operate this function, which has a high cost and cannot meet customer demands. So, the company has an idea to construct the cylinder maintenance factory at Ayutthaya province to respond to the increase customer demands. There are many kinds of LPG cylinders, which need to repair on the same maintenance line. Systematic layout planning (SLP) and computer simulation were used to analyze and design plant layout. According to the simulation results, the newly designed cylinder maintenance factory could increase repairing throughput and the ability to meet customer demands.

**Keywords :** plant layout, computer simulation, gas cylinder repairing plan

## 1. บทนำ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในอุตสาหกรรมและครัวเรือนอย่างแพร่หลาย บ่อยครั้งที่เกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานก๊าซปิโตรเลียมเหลว ซึ่งอาจเกิดจากผู้ใช้ปฏิบัติไม่ถูกวิธีเองและความไม่สมบูรณ์ของบรรจุภัณฑ์ เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น บรรจุภัณฑ์ที่ใช้เป็นภาชนะเพื่อบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวจึงเป็นสิ่งสำคัญที่เราไม่อาจมองข้ามจำเป็นต้องได้รับการศึกษาให้อยู่ในสภาพที่ติดตลอดอายุการใช้งาน และเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

ปริมาณการใช้งานก๊าซปิโตรเลียมเหลวแปรผันโดยตรงต่อจำนวนประชากรในพื้นที่นั้นๆ บริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งมีนิคมอุตสาหกรรมอยู่หลายแห่ง มีความต้องการในการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวสูง ส่งผลให้มีความต้องการถังก๊าซเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ปัจจุบันการซ่อมแซมถังก๊าซทั้งหมดในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอยู่ภายใต้การดูแลของซัพพลายเออร์ของบริษัทการศึกษา ซึ่งจากการศึกษาของบริษัท พบว่าการจัดตั้งโรงงานซ่อมแซมถังก๊าซเองประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมถังก๊าซได้ถึงกว่าครึ่ง แต่เนื่องจากถังก๊าซมีหลายขนาด ซึ่งแต่ละขนาดยังต้องแยกประเภทการทดสอบตามอายุการใช้งานและสภาพความเสียหายของถัง โดยต้องใช้สายการซ่อมแซมเดียวกัน จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบและเตรียมพื้นที่อย่างเหมาะสม พื้นที่ในการศึกษาในงานวิจัยนี้จะเน้นโรงงานซ่อมถังที่มีความหลากหลายยากต่อการวิเคราะห์ โดยทางบริษัทต้องการให้มีความสามารถในการซ่อมให้ได้ 1,600 ถังต่อวัน ข้อมูลที่ได้จากโรงงานต้นแบบที่จังหวัดขอนแก่นทำให้พบว่าสายการซ่อมแบบเดิมไม่สามารถรองรับความต้องการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์เป็นแผนภูมิแก๊งปลาได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแก๊งปลา

จากแผนภูมิแก๊งปลาทำให้พบว่าปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถซ่อมแซมถังก๊าซตามความต้องการของลูกค้าได้เกิดจากการวางผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม ขนาดพื้นที่ไม่เพียงพอแต่มีการจัดตำแหน่งเครื่องจักรห่างกันเกินไปและไม่มีการวางแผนการผลิต

ทั้งนี้ทางบริษัทได้พิจารณาพื้นที่สำหรับสร้างโรงงานซ่อมแห่งใหม่ไว้แล้ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดผังโรงงานแห่งนี้ให้มีความสามารถที่เพียงพอต่อความต้องการตามที่กำหนด

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีผู้ใช้วิธีการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) มาช่วยในการพิจารณากำหนดผังโรงงาน ซึ่งทำให้สามารถลดขั้นตอนการผลิต ระยะทางในการขนถ่ายสินค้า รวมทั้งสามารถรองรับการผลิตภายใต้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย (1-4) และในการวิเคราะห์ระบบใดๆ การจำลองสถานการณ์ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือช่วยที่ทำให้ปัญหาที่มีความซับซ้อนสามารถหาคำตอบหรือแนวทางที่เหมาะสมได้ เช่น ปัญหาการปรับเปลี่ยนสายการผลิต ปัญหาทรัพยากรในการผลิต (5-6) จากงานวิจัยของมนสุทิ เวทีกุล และปริมา เชาวลิตวงศ์, (2012) ได้ใช้การวางผังโรงงานอย่างมีระบบในการออกแบบผังโรงงานเพื่อให้สามารถรองรับยอดการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น โดยมีผลทำให้มีปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิตต่ำลงและสามารถรองรับยอดการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นได้ (4) ส่วนกฤต จันทรสมัย และอรอุมา ลาสุนนท์, (2016) ก็ได้ทำการประยุกต์ใช้การวางผังโรงงานอย่างมีระบบร่วมกับการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อลดเวลาในการทำงาน เวลาในการเคลื่อนที่และเวลาในการผลิตได้เช่นกัน โดยแบบจำลองสถานการณ์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ผังโรงงานได้อย่างง่ายดาย (8) นอกจากนี้ Misrudin และ Foong, (2019) ยังได้ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตหลายรูปแบบเพื่อที่จะทำการวางแผนรองรับได้ทันทั่วทั้ง (10)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดวางผังโรงงานซ่อมแซมถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมของโรงงานซ่อมแซมเพื่อให้มีความสามารถเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้น ภายใต้พื้นที่ที่จำกัด โดยจะใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เข้ามา

ช่วยในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของระบบโดยอ้างอิงข้อมูลจากโรงงานซ่อมแซมเดิมที่มีอยู่

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planing : SLP)

แผนการวางผังโรงงานอย่างมีระบบได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Richard Muter ในปี 1973 มีจุดประสงค์หลัก 2 ประการ คือ การทำซ้ำในระดับสูง (High Frequency) และความสัมพันธ์เชิงตรรกะ (Logic Relationship) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เขียนแผนผังความสัมพันธ์ (Chart Relationships) ในขั้นตอนนี้ เป็นการจัดทำแผนผังความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่างๆ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า แผนผังความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

ขั้นตอนที่ 2 (Activity Relationships Diagram) แผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม คือ การเขียนสัญลักษณ์ของแต่ละกิจกรรมลงไปใน Layout เป็นสัญลักษณ์ให้เห็นว่า กิจกรรมในแต่ละพื้นที่มีความสัมพันธ์กันเช่นใดบ้าง

ขั้นตอนที่ 3 การหาขนาดพื้นที่ที่ต้องการ (Space Requirements) เป็นผลมาจากการวิเคราะห์เนื้อหาของแต่ละกระบวนการผลิต เครื่องจักร และอุปกรณ์ผลิตอื่นๆ ที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 4 แผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ (Space Relationship Layout) ใช้เป็นแนวทางในการหาตำแหน่งของกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 การพิจารณาปรับปรุงผังเพื่อการประเมิน (Alternative Arrangements Evaluation) เป็นการปรับหาดำเนินการรวมเนื้อที่หรือโยกย้าย โดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้นจะพิจารณาถึง การปฏิบัติงาน การเก็บรักษา การขนถ่ายวัสดุ เพื่อให้การวางผังโรงงานเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 การเลือกผังโรงงานและการนำไปปฏิบัติ (Selected Layout and Installation) ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย คือ การประเมินผังโรงงานที่วางผังไว้และเลือกผังโรงงานใหม่นำไปปฏิบัติ

## 2.2 การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ มานานแล้วแต่ได้รับความสนใจ

มากขึ้น เมื่อมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ เป็นกระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้ตัวแบบจำลองนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ หรือประเมินผลการดำเนินการใช้แผนงานต่างๆ ในการดำเนินงาน ของระบบภายใต้ขอบเขตที่วางไว้ (7-9) โดยปรัชญา พละพันธ์, (2012) ได้ใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต เทคนิคการปรับปรุงงาน และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มอัตราผลิตผลหรือประโยชน์ และประสิทธิภาพของสายการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (7)

## 3. วิธีการวิจัย

### 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานต้นแบบของกรณีศึกษาเป็นโรงงานซ่อมแซมถังก๊าซปิโตรเลียมที่อยู่ในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีถังก๊าซ 4 ขนาดที่ต้องทำการซ่อมแซมดังนี้ 4 , 7, 15 และ 48 กิโลกรัม ดังแสดงตามรูปที่ 2 ซึ่งในแต่ละขนาดยังต้องแยกออกเป็นอีก 4 ประเภท ตามข้อกำหนดและสภาพภายนอกของถัง กำลังการซ่อมแซมปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 40,000 ถังต่อเดือน ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าในพื้นที่ขอนแก่น



รูปที่ 2 ถังก๊าซ 4 กิโลกรัม 7 กิโลกรัม 15 กิโลกรัม และ 48 กิโลกรัม จากซ้ายไปขวาตามลำดับ (11)

สำหรับโรงงานซ่อมแซมที่จะต้องทำการออกแบบจะใช้สำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทและต้องการกำลังการซ่อมแซมที่ระดับ 1,600 ถังต่อ 8 ชั่วโมง จึงจะสามารถบรรลุเป้าหมายได้

ถังบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวซึ่งตัวถังทำจากเหล็กเหนียวสามารถทนต่อความดันและแรงอัดได้สูง หลังจากใช้งานมา 5

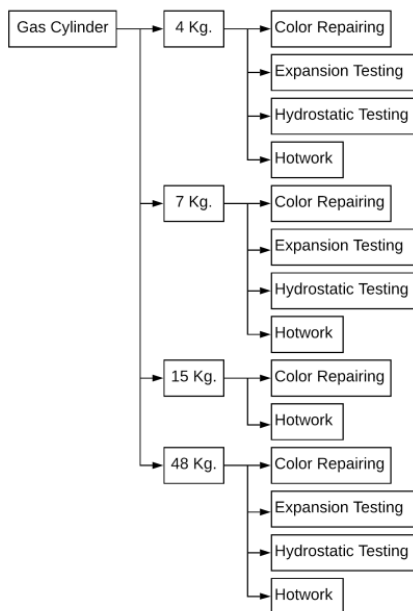
ปีแล้ว ถึงก๊าซจะต้องถูกส่งกลับมาซ่อมบำรุงภายใต้ข้อกำหนดของ มอก.151 ซึ่งจะต้องผ่านการทดสอบหลักๆ 2 ประเภท คือ การทดสอบไฮโดรสแตติกจะทำการทดสอบกับถังก๊าซใช้แล้วไม่เกิน 5 ปี และการทดสอบเอ็กแพนชันจำทำการทดสอบกับถังก๊าซที่ใช้แล้วตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป โดยถังก๊าซแต่ละประเภทที่โรงงานที่ 2 ต้องทำการซ่อมแซมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

### 3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการทำงาน

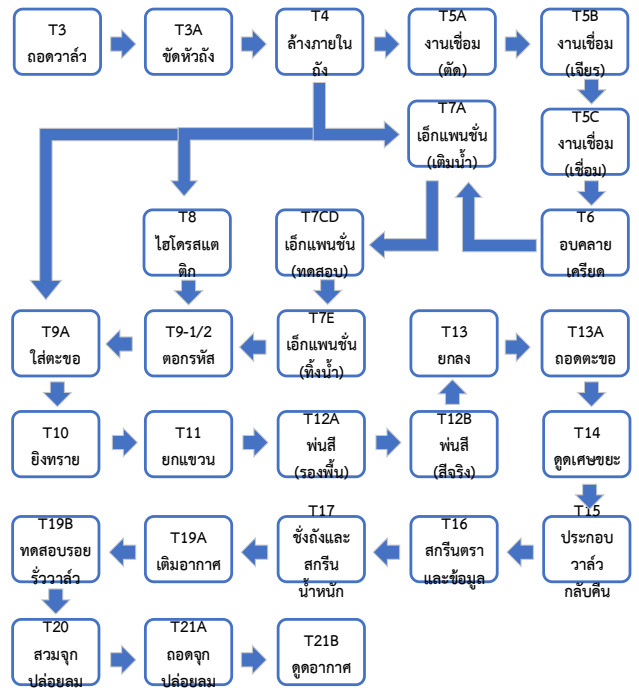
หลังจากพนักงานทำการคัดแยกประเภทการทดสอบของถังก๊าซและทำการการดูแลถังที่ตกค้างอยู่ในถังเรียบร้อยแล้วจากการศึกษากระบวนการทำงานของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า มี 18 สถานีการทำงานหลัก โดยมีแผนภาพการไหลตามรูปที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่างานทุกประเภทจะเริ่มเข้าสู่การซ่อมแซมเดียวกันจากนั้นจึงแยกเข้าสถานีงานเฉพาะเพื่อทำงานประเภทนั้นๆ แล้วจึงกลับเข้ามารวมกันอีกครั้ง

### 3.3 สัดส่วนและปริมาณความต้องการการซ่อมแซมปัจจุบัน

ข้อมูลความต้องการซ่อมต่อเดือนในปัจจุบันแสดงได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าถังขนาด 15 กิโลกรัมมีความต้องการสูงสุด โดยผ่านกระบวนการหลัก 2 กระบวนการ ส่วนถังขนาดอื่นๆ ผ่านกระบวนการหลัก 4 กระบวนการ



รูปที่ 3 ประเภทของถังก๊าซทั้งหมดที่ต้องทำการซ่อมแซม



รูปที่ 4 รูปแบบการไหลของกระบวนการซ่อมแซมถังก๊าซ

ยอดในการซ่อมแซมที่ทางบริษัทต้องการอยู่ที่ 1,600 ถังต่อวัน โดยมีข้อกำหนดของความเร็วสายพานอยู่ที่ 14.4 วินาทีต่อชิ้น โดยใช้จำนวนเครื่องจักรตามที่โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้กำหนด แต่ต้องปรับปรุงรอบเวลาให้ไม่เกิน 14.4 วินาที

ตารางที่ 1 ปริมาณถังก๊าซที่ซ่อมต่อเดือนในปัจจุบัน

ปริมาณ ถังส่ง ซ่อม	นิคมฯ โรจนะ สาขาการผลิต 2 (25 วันต่อเดือน)					ร้อยละ
	ซ่อมสี	HW	HY	EX	รวม	
4 kg.	1,496	907	1,272	6,299	9,974	26.1
7 kg.	577	136	491	2,645	3,849	10.07
15 kg.	16,793	4,539	-	-	21,332	55.83
48 kg.	458	663	389	1,543	3,053	7.99
รวม	12,024	6,245	2,152	10,487	38,208	100

### 3.4 การจัดผังโรงงานตาม SLP

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเขียนแผนผังความสัมพันธ์แสดงได้ดังรูปที่ 5

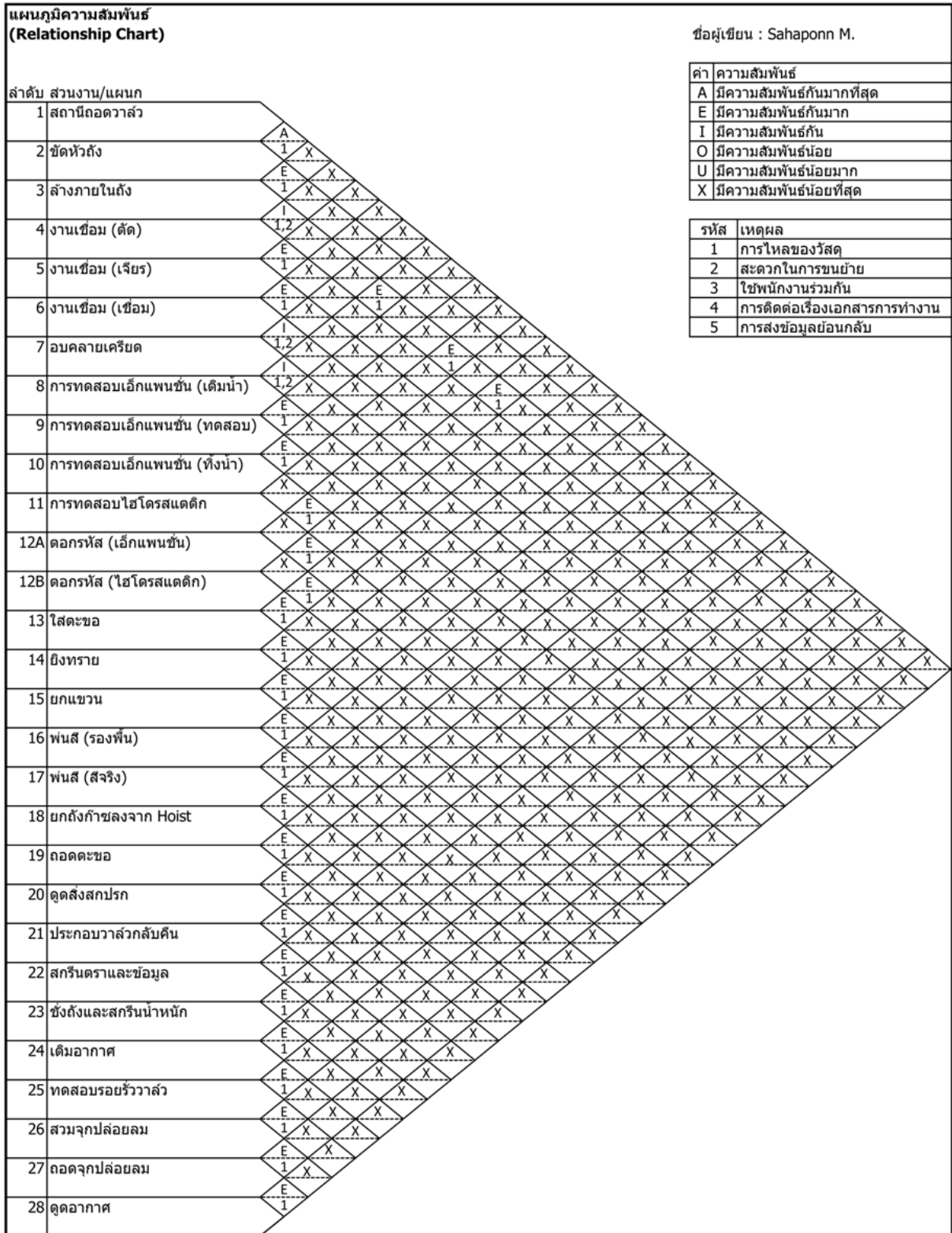
ขั้นตอนที่ 2 จัดทำแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม ได้ดังรูปที่ 6

ขั้นตอนที่ 3 หาขนาดพื้นที่ที่ต้องการ โดยมีข้อกำหนดคือพื้นที่ที่โรงงานเตรียมไว้ที่ขนาด 30.65x89.4 ตารางเมตร

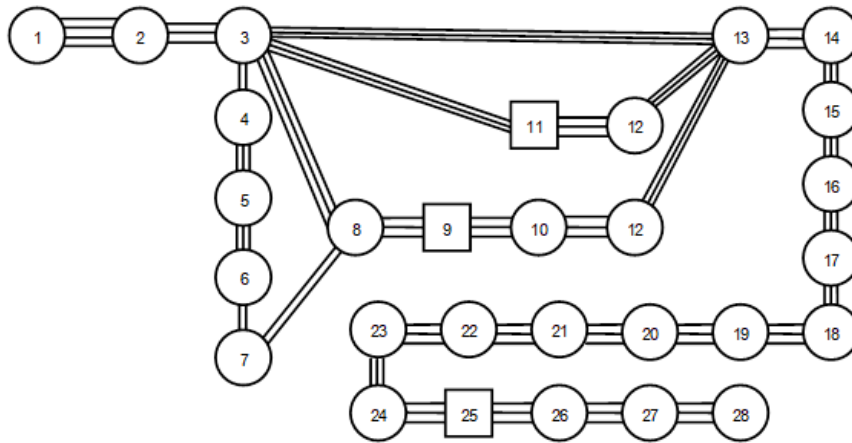
ขั้นตอนที่ 4 จัดทำแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยคำนึงถึงขนาดเครื่องจักร พื้นที่ทำงาน และที่กองวัสดุตั้งแสดงในรูปที่ 7

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาจัดและปรับปรุงผังโรงงานเพื่อการประเมิน

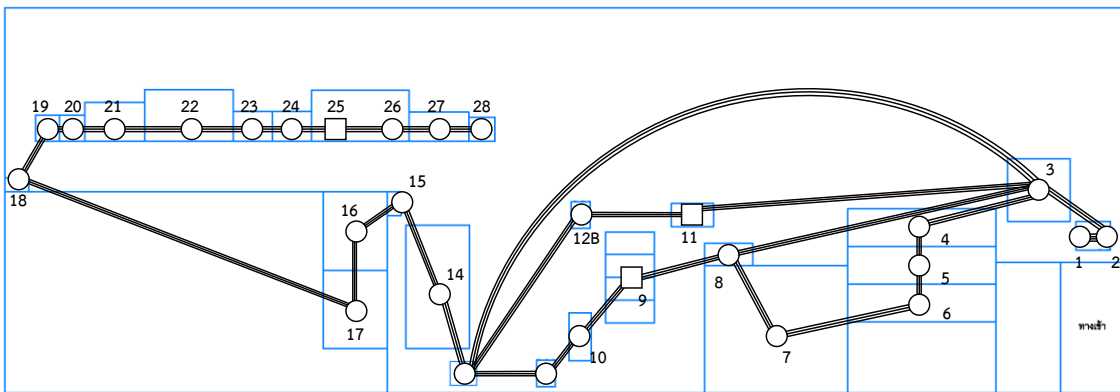
ขั้นตอนที่ 6 การเลือกผังโรงงานและการนำไปปฏิบัติได้รูปแบบผังเบื้องต้น ได้ดังรูปที่ 8



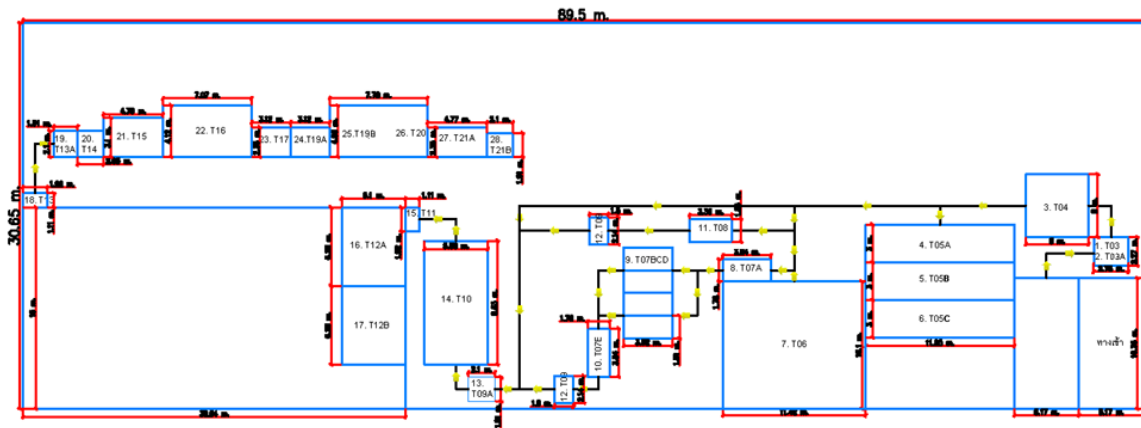
รูปที่ 5 แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)



รูปที่ 6 แผนภาพความสัมพันธ์ของสถานี (Relationship Diagram)



รูปที่ 7 แผนผังความสัมพันธ์ของพื้นที่



รูปที่ 8 ผังโรงงานแสดงตำแหน่งของเครื่องจักรเบื้องต้น

#### 4. การจำลองสถานการณ์

นำข้อมูลเวลาการทำงานที่รวบรวมมาทำการทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล (Test of Independent) โดยทั้งหมดทำด้วยฟังก์ชัน Stat:fit ในโปรแกรม Promodel 2018 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงเป็นตัวอย่างได้ดังตารางที่ 2 เมื่อทำการสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ได้แบบจำลองดังรูปที่ 9 จึงทำ

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

#### 4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Verification)

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบ Code การทำงานของ Program เป็นไปอย่างปกติ สามารถ Run ได้โดยไม่มี Error Code ปรากฏขึ้น

- ภาพเคลื่อนไหวที่ถูกแสดงขึ้น ทำอย่างเป็นไปตามลำดับกระบวนการ

- ความสมเหตุสมผล ทำได้โดยการคำนวณหาเวลาการทำงานทั้งหมด โดยการนำเวลาในการทำงานเฉลี่ยของแต่ละสถานีงานมารวมกัน จากนั้นเทียบกับเวลาการทำงานที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์โดยปล่อยงานให้เข้าระบบ 1 ถึง จะได้ผลตามตารางที่ 3 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันน้อย ตัวแบบจำลอง จึงถือว่ามีความสมเหตุสมผลสูงและนำไปใช้งานได้

#### 4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation)

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ทำโดยเปรียบเทียบการจำลองสถานการณ์ด้วย Promodel 2018 กับ โปรแกรม Autodesk® Process Analysis ดังรูปที่ 10 ซึ่งจะทำการจำลองสถานการณ์จำนวน 30 ครั้ง (n=30) กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งจะได้ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$  โดยจะได้ผลการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ถูกจำลองสถานการณ์ด้วย Promodel 2018 และ Autodesk® Process Analysis ดังตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าได้ผลใกล้เคียงกัน ค่าของ Autodesk® Process Analysis อยู่ในช่วงไม่เกิน 1.15% ของ Promodel 2018 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความถูกต้องโดยใช้การเปรียบเทียบการจำลองกับระบบอื่น ข้อมูลนำเข้าของ Promodel 2018 มีลักษณะเป็นการแจกแจง ส่วน Autodesk® Process Analysis ทำได้เฉพาะค่าคงที่ ผลที่ของโปรแกรมเซลล์จึงมีทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน โดยค่าของความแปรปรวนจะถูกนำไปคำนวณหาค่า Half-Width เพื่อหาจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจำลองสถานการณ์ต่อไป

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบเวลาในการผลิตระหว่างการคำนวณและแบบจำลองของถังก๊าซ 4 กิโลกรัม

	ชนิดของถัง				
	ซอมลี	เอ็กแพนชั่น	ไฮโดรแอสติก	งานเชื่อม	เกลี่ย
เวลารวมในทุกสถานี (ชั่วโมง)	2.79	2.89	2.79	0.59	2.27
Promodel (ชั่วโมง)	2.87	2.87	2.77	0.60	2.28
ความแตกต่าง (%)	2.88	0.59	0.60	0.70	0.56

ตารางที่ 4 ผลการจำลองสถานการณ์ระหว่าง Promodel 2018 และ Autodesk® Process Analysis เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

ขนาดถัง (กก.)	Promodel 2018 (ถัง)	Promodel 2018 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เวลา (วินาที)	Autodesk® Process Analysis (ถัง)
4	523.80	3.64	525
7	560.17	13.17	558
15	1195.73	4.39	1197
48	174.00	9.28	172

- การหาจำนวนรอบสำหรับการจำลองสถานการณ์ ซึ่งจากการคำนวณพบว่า การทำซ้ำ 30 รอบ เพียงพอต่อการจำลองสถานการณ์

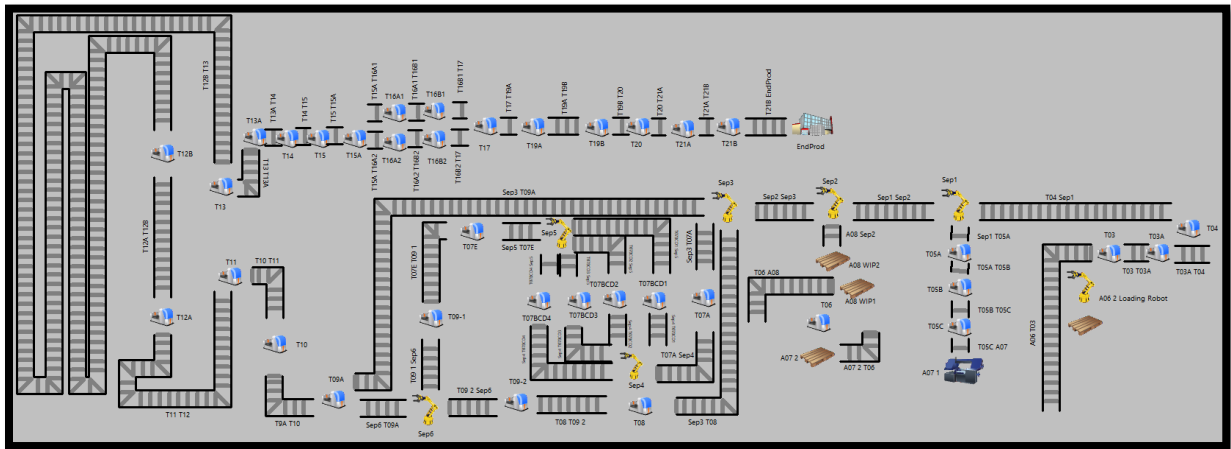
- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในที่นี้จะดำเนินการโดยการเพิ่มค่าของระบบไปเรื่อยๆ และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับ Autodesk® Process Analysis โดยทำการสร้างแบบจำลองเสมือน Promodel 2018 ขึ้นมาทั้ง 4 รูปแบบ คือ 4 กิโลกรัม 7 กิโลกรัม 15 กิโลกรัมและ 48 กิโลกรัม จากนั้นกำหนดจำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตไว้ 10 ลักษณะ และดูเวลาที่ใช้ในการผลิตซึ่งได้ผลตามตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความถูกต้อง จึงสามารถนำไปใช้งานแสดงผลการทดลองของระบบต่อไป

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเวลาที่ใช้ในการผลิตถังก๊าซ 4 กิโลกรัม

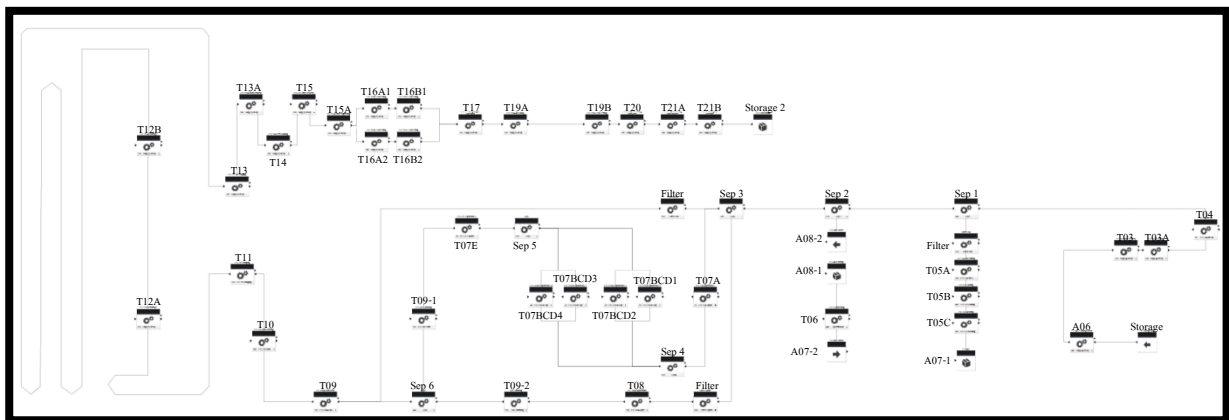
จำนวนชิ้นงานที่เข้าระบบ (ถัง)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)			ความแตกต่าง (%)
	Promodel 2018	Autodesk® Process Analysis		
200	4.82	4.87		-1.04
400	6.77	6.80		-0.44
600	8.73	8.77		-0.46
800	10.65	10.68		-0.28
1000	12.65	12.68		-0.24
1200	14.65	14.68		-0.20
1400	16.60	16.63		-0.18
1600	18.63	18.67		-0.21
1800	20.68	20.72		-0.19
2000	22.65	22.68		-0.13
เฉลี่ย	13.68	13.72		-0.26

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลของถังก๊าซขนาด 4 กิโลกรัม

ลำดับที่	ชื่อกระบวนการ	รหัส	Standard Time (s)	Test of Independence	Test of Homogeneity	Goodness of Test	P-Value	Parameter
1	สถานีถอดควาล์ว	T3	12.09	Passed	Passed	Beta	0.96	(9, 14.9, 1.52, 1.43)
2	ล้างภายในถัง	T4	14.86	Passed	Passed	Johnson SB	0.993	(11, 6.85, -0.234, 0.615)
3	งานเชื่อม (ตัด)	T5A	88.59	Passed	Passed	Beta	0.963	(70, 110, 0.781, 0.976)
4	งานเชื่อม (เจียร)	T5B	175.53	Passed	Passed	Uniform	0.576	(136, 212)
5	งานเชื่อม (เชื่อม)	T5C	103.52	Passed	Passed	Weibull	0.983	(84, 1.17, 20.6)
6	อบคลายเครียด	T6	54.28	Passed	Passed	Power Function	0.882	(40, 66.6, 1.16)
7	การทดสอบเอ็กเพนชัน (เติมน้ำ)	T7A	29.93	Passed	Passed	Beta	0.856	(21, 36.2, 1.08, 0.788)
8	การทดสอบเอ็กเพนชัน (ทดสอบ)	T7BCD	94.73	Passed	Passed	Johnson SB	0.949	(73, 47.7, 0.0986, 0.444)



รูปที่ 9 ตัวอย่างแบบจำลองด้วย Promodel 2018



รูปที่ 10 ตัวอย่างแบบจำลองด้วย Autodesk® Process Analysis



ตารางที่ 6 ตัวอย่างเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีจากโรงงานต้นแบบเทียบกับการคำนวณและการจำลองสถานการณ์

ลำดับที่	ชื่อกระบวนการ	รหัสกระบวนการ	จำนวนเครื่องจักรที่จัดไว้ (เครื่อง)	เวลาผลิตต่อหน่วยต่อเครื่องจักร (วินาที) (โรงงานต้นแบบ)	เวลาผลิตต่อหน่วยต่อเครื่องจักร (วินาที) จากการคำนวณ	เวลาผลิตต่อหน่วยต่อเครื่องจักร (วินาที) จากการจำลอง
1	สถานีถอดควาล์ว	T3	1	19.25	14.40	14.40
2	ขัดหัวถัง	T3A	1	ไม่มีการทำงาน	14.40	14.40
3	ล้างภายในถัง	T4	1	14.93	14.40	14.40
4	งานเชื่อม (ตัด)	T5A	1	240.80	43.20	43.20
5	งานเชื่อม (เชื่อม)	T5B	1	504.21	43.20	43.20
6	งานเชื่อม (เชื่อม)	T5C	1	175.27	43.20	43.20

เนื่องจากเป็นความต้องการของบริษัทกรณีศึกษาที่ไม่ต้องการเพิ่มจำนวนเครื่องจักร การจำลองสถานการณ์จึงเป็นการปรับความเร็วในการทำงานของแต่ละสถานีงานโดยใช้การคำนวณเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีที่ทำให้สามารถซ่อมแซมงานได้ตามความต้องการของลูกค้าเพื่อเป็นแนวทาง ซึ่งจากการคำนวณพบว่าเวลาการทำงานของแต่ละสถานีจากโรงงานต้นแบบไม่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ จากนั้นจึงนำไปจำลองสถานการณ์เพื่อหาความเร็วที่ดีที่สุดที่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้า ดังตารางที่ 6 ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์พบว่าหากทำการผลิตขนาดถังต่างๆในแต่ละวันสามารถทำการผลิตได้ดังตารางที่ 7 โดยพื้นที่ที่ได้ออกแบบไว้เบื้องต้นเพียงพอสำหรับการวางเครื่องจักร

ตารางที่ 7 จำนวนถังก๊าซก่อนและหลังปรับเวลาเครื่องจักร

ขนาดถัง (กก.)	ก่อนปรับ (จาก การคำนวณ) (ถัง)	หลังปรับ (แบบจำลอง) (ถัง)	ความแตกต่าง (ถัง)	เปอร์เซ็นต์งานที่เพิ่มขึ้น
4	1581	1604.70	23.70	1.50
7	1578	1605.63	27.63	1.75
15	1569	1601.77	32.77	2.09
48	1582	1602.57	20.57	1.30

## 5. สรุปผล

จากความต้องการในการสร้างโรงงานซ่อมแซมถังก๊าซแห่งใหม่ของโรงงานกรณีศึกษาที่มีปริมาณความต้องการที่สูง

มากขึ้น ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) ถูกนำมาใช้ช่วยทำให้สามารถออกแบบผังโรงงานซ่อมแซมแห่งใหม่ที่เหมาะสม โดยทำให้พบว่าเกิดคอขวดที่สถานีงานใส่ตะขอ (T9A) จึงทำการปรับเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรเพื่อให้เพียงพอทำงานที่เข้ามา ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตจากการซ่อมแซมถึงและรองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอ โดยการปรับเวลาของแต่ละสถานีงานให้เหมาะสมความต้องการของลูกค้า และความสามารถในการผลิต ซึ่งทำให้ความสามารถเพิ่มขึ้นมีค่าโดยเฉลี่ยถึง 26% ในทุกๆ ขนาดถัง โดยกำหนดให้สัดส่วนความต้องการมีค่าคงที่

เนื่องจากความต้องการของลูกค้าและสัดส่วนของถังก๊าซประเภทต่างๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในอนาคต ควรวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และควรนำวิเคราะห์แผนการจัดลำดับงานที่จะทำให้เกิดการไหลที่ราบลื่นที่สุด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] คมสันต์ น้อยอำมาตย์และบัณฑิต อ่างมัจจา. การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตแบบเสาเข็ม โดยใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วนจำกัดบึงเจริญอุตสาหกรรม-สตีล. อุดรธานี: สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี; 2010.

- [2] สุทธิชัย ขวาคำ. การออกแบบโรงงานสำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทในสายการผลิตเดียวกัน. ปทุมธานี: สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2011.
- [3] ลักษณ์ อุปะทะ. การออกแบบและวางผังโรงงานของห้างหุ้นส่วนจำกัด ที.ที.เอ็น.สแตนเลส. นครปฐม: สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2015.
- [4] มนสุทธิ เวทีกุลและปวีณา เชาวลิทวงศ์. การวิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงานของสายการผลิตชุดบังคับลิ้นวาล์วหน้า, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ : เล่ม 3 ฉบับที่ 3 : การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม มิถุนายน 2555 หน้า 20-33
- [5] นิธยา งามพัคตร์. การคัดเลือกผังและการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบผังโรงงานแบบเซลล์ลาร์. ปทุมธานี: สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2011.
- [6] ปณิตดา ปาระมะ. การปรับปรุงสายการผลิตและวิเคราะห์จำนวนทรัพยากรโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษา. ปทุมธานี: สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2016.
- [7] ปรัชญา พละพันธ์. การปรับปรุงสายการประกอบโดยใช้การจำลองสถานการณ์กรณีศึกษา สายการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. ปทุมธานี: สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2012.
- [8] กฤต จันทรสมัยและอรอุมา ลาสุนนท์. การออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตประตูไม้บานเลื่อน, Naresuan University Journal: Science and Technology 2017; (25) 3 Page 146-155
- [9] จิรวรรณ จันท์สุวรรณ นิกร ศิริวงศ์ไพศาลและวันฐัมพงษ์ คงแก้ว. การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วย: กรณีศึกษาโรงพยาบาลสงขลานครินทร์, วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2562 หน้า 25-35
- [10] Misrudin F, Ching Foong L. Digitalization in Semiconductor Manufacturing- Simulation Forecaster Approach in Managing Manufacturing Line Performance, 29<sup>th</sup> International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing ( FAIM2019 ), June 24- 28, 2019, Limerick, Ireland
- [11] นวัตกรรมถึงก้าวยุคใหม่ Available from: URL: <https://www.thairath.co.th/news/business/1667831>, 3 ตุลาคม 2019.