การปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง กรณีศึกษาบริษัทให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม

An Improvement of Maintenance Facility Layout in Oilfield Service Company: A Case Study

บังอร บูรณะพาณิชย์กิจ

Bang-orn Buranapanitkij

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง กรณีศึกษาบริษัทให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม

An Improvement of Maintenance Facility Layout in Oilfield Service Company: A Case Study

บังอร บูรณะพาณิชย์กิจ
Bang-orn Buranapanitkij

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง กรณีศึกษาบริษัทให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม
ผู้เขียน นางสาวบังอร บูรณะพาณิชย์กิจ
สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

.....กรรมการ
(ดร.กันยา อัครอารีย์)

.....กรรมการ
(ดร.อุษณีษ์ คำพูล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(นางสาวบังอร บูรณะพาณิชย์กิจ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวบังอร บูรณะพาณิชย์กิจ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง กรณีศึกษาบริษัทให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม
ผู้เขียน นางสาวบังอร บูรณะพาณิชย์กิจ
สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ในกรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม พบว่ารูปแบบผังโรงซ่อมบำรุงได้มีการขยายพื้นที่และแผนกงานเพิ่มขึ้นมาภายหลังตามการเติบโตของธุรกิจ เส้นทางการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงมีการเคลื่อนที่ไหลวกวน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระยะทางรวมและต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการเคลื่อนย้าย จึงควรปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทอย่างเป็นระบบเพื่อให้มีแผนผังที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงผังโรงงานของบริษัทที่มีอยู่เดิม โดยการจัดวางสถานีงานใหม่ให้สอดคล้องกับลักษณะการไหลของเครื่องมือหลักและอะไหล่ เพื่อลดระยะทางรวมและลดต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือ งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการและแนวคิดการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ (SLP) และหลักการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT และได้พัฒนาผังทางเลือกขึ้นมา 5 รูปแบบ ทางบริษัทได้คัดเลือกแผนผังในรูปแบบ Plan-4 ให้เป็นแผนผังที่ใช้ในการปรับปรุง จึงนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม ProModel® มาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลเปรียบเทียบแผนผังในสถานการณ์ปัจจุบันและแผนผังทางเลือก จากผลการวิจัยพบว่าแผนผังในรูปแบบ Plan-4 ช่วยลดระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายได้ 175.59 กิโลเมตรต่อปี หรือลดลง 8.03% ลดระยะเวลารวมในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรได้ 5,139.58 นาทีต่อปี หรือลดลง 6.67% และลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลได้ 17,951.93 บาทต่อปี

Thesis Title An Improvement of Maintenance Facility Layout in Oilfield Service Company: A Case Study
Author Miss Bang-orn Buranapanitkij
Major Program Logistics and Supply Chain Engineering
Academic Year 2015

ABSTRACT

Rapid expansion of facility made the current layout inefficient such in the case study of this research. Obviously, it caused unnecessary handling activities that directly affected to fuel consumption. Hence, a facility re-layout is the key point to solve problem in order to improve efficiency of the facility.

The objective of this research is to develop an alternative layout by re-locating the workstations in accordance with the material flows in order to reduce the total distance and cost of fuel in the system. In this paper the Systematic Layout Planning (SLP) and Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT) algorithm were applied in order to redesign and modify facility layout properly. From five alternatives layout, Plan-4 was selected by the management team of the company. Then the simulation model of the selected layout was built and evaluated by ProModel® and compared with the current facility layout. The result was explicitly shown that the fuel cost could reduce to 17,951.93 baht, total distance reduction is 175.59 km. or 8.03% and total forklift's work time in system is decreased to 5,139.58 minutes or 6.67% per year.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในหัวข้อ “การปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง กรณีศึกษาบริษัทให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม” สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดีจากหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล ที่คอยเสียสละเวลาในการให้คำแนะนำปรึกษา ข้อเสนอแนะ การตรวจทาน และการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนการติดตามความก้าวหน้าในงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร ป.โท สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ดร.เกรียงไกร ไวยกาญจน์ และ ดร.กันยา อัครอารีย์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหการเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ดร.อุษณีษ์ คำพูล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับทุนสนับสนุนการทำวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ทางบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในส่วนงานทุกแผนก ที่อำนวยความสะดวกและสละเวลาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตลอดช่วงระยะเวลาทำการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานเพื่อการทำวิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ทั้งหมดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ครอบครัว ครูบาอาจารย์ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท และผู้มีพระคุณทุกท่าน ขอขอบคุณทุกท่านสำหรับการมอบโอกาสในการศึกษา การให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดความเพียรพยายามจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

บังอร บูรณะพาณิชย์กิจ

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการรูปประกอบ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตการวิจัย	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
2.1 ทฤษฎีการวางผังโรงงาน	7
2.2 ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ	13
2.3 การปรับปรุงผังแบบ CRAFT	32
2.4 ทฤษฎีการจำลองสถานการณ์	33
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	41
3.1 การศึกษาสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและเก็บรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น	41
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาหลัก	41
3.3 แนวทางในการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง	42
3.4 ประเมินผลการออกแบบผังโรงงานทางทฤษฎี	43
3.5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์	43
3.6 สรุปผลการศึกษาวิจัยและจัดทำรายงานการวิจัย	43
บทที่ 4 การวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัย	44
4.1 การศึกษาสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและการเก็บรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น	44
4.2 วิเคราะห์ปัญหาหลักจากการศึกษา	50
4.3 แนวทางในการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง	51
4.4 ประเมินผลทางทฤษฎีการออกแบบผังโรงงาน	69
4.5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์	73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	90
5.1 สรุปผลการวิจัย	90
5.2 ข้อเสนอแนะ	91

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก	96
ภาคผนวก ข	101
ภาคผนวก ค	120
ประวัติผู้เขียน	128

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ขั้นตอนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมและแผนกงานที่รับผิดชอบ	2
1.2 เครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนกในปี 2557	2
1.3 จำแนกประเภทของสถานีงานทั้ง 21 แห่ง	6
2.1 สัญลักษณ์ที่สำคัญเพื่อใช้เขียนแผนภูมิกระบวนการผลิตตามมาตรฐาน ASME No 101	19
2.2 ตัวอย่างแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต	21
2.3 ตัวอย่างแผนภูมิจาก-ไปสรุประยะทางขนถ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการขนถ่ายต่อวัน	23
2.4 สัญลักษณ์และรหัสต่างๆที่ใช้ประกอบการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์	27
4.1 ปริมาณเครื่องมือหลักที่เข้ามาซ่อมบำรุงในแต่ละแผนก	46
4.2 ปริมาณการเบิกอะไหล่โดยจำแนกตามประเภท	47
4.3 หมายเลขและประเภทของสถานีงาน	48
4.4 ลำดับการเคลื่อนย้ายเครื่องมือหลักในแต่ละประเภท	49
4.5 ลำดับการเคลื่อนย้ายอะไหล่แต่ละประเภท	50
4.6 ปริมาณเครื่องมือที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงปี 2557	53
4.7 จำนวนเครื่องมือของแต่ละแผนกตามรูปแบบการวางผัง	55
4.8 แสดงระยะทางการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (เมตร)	56
4.9 แสดงปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (ชิ้น)	55
4.10 แสดงปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (เที่ยว)	56
4.11 แสดงระยะทางรวมในการขนถ่ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (ก.ม.)	56
4.12 ระดับความเข้มข้นการไหลระหว่างสถานีงานทั้งหมด	58
4.13 สัญลักษณ์และรหัสที่ใช้ประกอบการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์	60
4.14 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) ก่อนการปรับปรุงผัง	63
4.15 ปริมาณการเคลื่อนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานีงาน (Flow Matrix) ก่อนปรับปรุงผัง	63
4.16 ต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) ก่อนการปรับปรุงผัง	64
4.17 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) จากการสลับสถานีงาน 2 และ 14	65
4.18 ต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) จากการสลับสถานีงาน 2 และ 14	65
4.19 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) จากการสลับสถานีงาน 4 และ 18	66
4.20 แสดงต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) จากการสลับสถานีงาน 4 และ 18	67
4.21 ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือในการสับเปลี่ยนสถานีงานด้วยวิธี CRAFT	67
4.22 รายละเอียดแผนผังทางเลือกทั้ง 4 รูปแบบ	70
4.23 แสดงปริมาณและสัดส่วนของเครื่องมือหลักของแผนก TPS	76
4.24 ข้อมูลเวลาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการซ่อมบำรุง	79
4.25 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวัน (ก.ม.) จำนวน 25 วัน	81
4.26 ระยะทางรวมที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันจากตัวแบบจำลอง	83

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.27 ผลลัพธ์จากการคำนวณหาขนาดตัวอย่าง	86
4.28 เปรียบเทียบระยะทางระหว่างสถานีงานก่อนและหลังการปรับปรุงผัง	87
4.29 เปรียบเทียบระยะเวลาการใช้งานรถโฟร์กลิฟท์ทั้ง 3 คัน (นาทีต่อปี)	87
4.30 เปรียบเทียบระยะทางในการเคลื่อนย้ายของแผนผังทั้งสองรูปแบบ (กิโลเมตรต่อปี)	88
4.31 การเปรียบเทียบต้นทุนน้ำมันดีเซลในการเคลื่อนย้ายของแผนผังทั้ง 2 รูปแบบ	89
ก. 1 ตารางปริมาณการขนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานี (เที่ยว)	98
ก. 2 ผลการคำนวณค่าต้นทุนรวมในการขนย้ายจากโปรแกรม CRAFT	99
ก. 3 ผลการคัดเลือกสถานีงานที่มีความเป็นไปได้ในการสับเปลี่ยน	100
ข. 1 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในส่วน Location	102
ข. 2 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในส่วน Entity	103
ข. 3 Location แบบจำลองสถานการณ์	104
ข. 4 Entity ของแบบจำลองสถานการณ์	105
ข. 5 Arrival ของแบบจำลองสถานการณ์	106
ข. 6 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_NO	107
ข. 7 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_CS	108
ข. 8 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_HS	108
ข. 9 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_NO	109
ข. 10 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_CS	109
ข. 11 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SNO	110
ข. 12 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SCS	110
ข. 13 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_FM	110
ข. 14 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_FS	111
ข. 15 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SMS	111
ข. 16 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SM	111
ข. 17 การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_L	111
ข. 18 Arrival ของแบบจำลองสถานการณ์	111
ค. 1 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันจากระบบจริง	121
ค. 2 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันจากตัวแบบจำลอง	123
ค. 3 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบจำลองสถานการณ์	123
ค. 4 ผลลัพธ์จากการทดสอบ Two-Sample T-Test and CI จากโปรแกรม Minitab®	126

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
1.1 ภาพรวมของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	1
1.2 ตัวอย่างเครื่องมือในการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก	3
1.3 แผนผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทกรณีศึกษา	4
1.4 การไหลของวัสดุที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ	5
2.1 ลักษณะการวางผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ (Product Layout)	9
2.2 รูปแบบการจัดสายการผลิตรูป U (U-Shaped Layout)	10
2.3 ตัวอย่างรูปแบบการจัดสายการผลิตแบบกระบวนการผลิต (Process Layout)	10
2.4 ตัวอย่างรูปแบบการจัดสายการผลิตแบบงานอยู่กับที่ (Fixed-Position Layout)	12
2.5 แสดงแผนการเชิงปฏิบัติของการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ	14
2.6 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q)	16
2.7 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (P-Q) ที่มีความสัมพันธ์แบบโค้งลึก	16
2.8 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (P-Q) ที่มีความสัมพันธ์แบบโค้งตื้น	17
2.9 ตัวอย่างแผนภาพการไหล	22
2.10 ตัวอย่างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม	25
2.11 ตัวอย่างการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์	27
2.12 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง	35
4.1 แผนผังเดิมก่อนการขยายพื้นที่	45
4.2 แผนผังปัจจุบันที่มีการขยายพื้นที่และปรับแก้ตามสภาพจริง	45
4.3 ตัวอย่างเครื่องมือที่เข้ามาซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก	47
4.4 แผนผังสถานีงานที่เกี่ยวข้องในการศึกษาจำนวน 21 แห่ง	48
4.5 การไหลของเครื่องมือในแผนก TPS ที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ	52
4.6 การไหลของเครื่องมือในแผนก TPS ที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ	52
4.7 แผนภูมิผลิตภัณฑ์ - ปริมาณ (P-Q Chart)	53
4.8 แผนภูมิความสัมพันธ์ของแต่ละคู่สถานีงาน	59
4.9 แผนภาพความสัมพันธ์	60
4.10 จุดศูนย์กลางของแต่ละสถานีงานของแผนผังก่อนการปรับปรุง	62
4.11 แผนผังเริ่มต้นก่อนการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT	68
4.12 แผนผังทางเลือกที่ได้จากการปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT	68
4.13 แผนผังทางเลือกแบบที่ 1	71
4.14 แผนผังทางเลือกแบบที่ 2	71
4.15 แผนผังทางเลือกแบบที่ 3	72
4.16 แผนผังทางเลือกแบบที่ 4	72
4.17 โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TRS	76

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

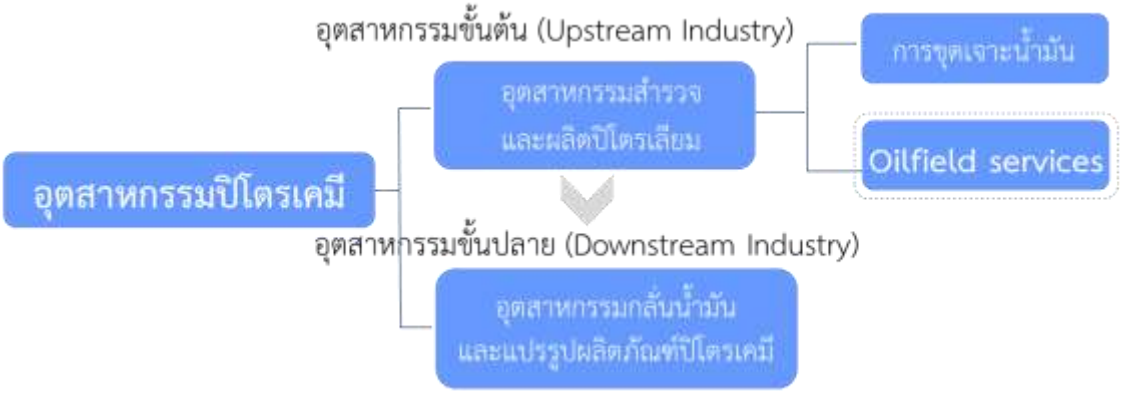
รูป	หน้า
4.18 โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TPS	77
4.19 ผลจากการแจกแจงข้อมูลด้วยเครื่องมือ Stat Fit	78
4.20 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บมาจากระบบจริง	81
4.21 การหาค่าช่วงเวลาของสถานะชั่วครู่ของตัวแบบจำลองสถานการณ์	82
4.22 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์	83
4.23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากโปรแกรม Minitab®	85
ก. 1 รูปแสดงการกำหนดค่าข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT	97
ก. 2 แผนผังเริ่มต้นของการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT	98
ก. 3 แผนผังที่ได้ปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT	99
ข. 1 แบบการจำลองสถานการณ์ผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน	115
ข. 2 แบบจำลองสถานการณ์ผังทางเลือกรูปแบบที่ 4	115
ข. 3 การทวนสอบตัวแบบจำลองสถานการณ์	116
ค. 1 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บมาจากระบบจริงด้วยโปรแกรม Minitab®	122
ค. 2 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์	124
ค. 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากโปรแกรม Minitab®	125

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การสำรวจและผลิตปิโตรเลียมจัดว่าเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้น (Upstream Industry) ของอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ทำหน้าที่สำรวจและขุดเจาะปิโตรเลียมซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญสูง อีกทั้งใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย กิจการส่วนใหญ่จึงไม่นิยมลงทุนในการจ้างบุคลากรและการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ เป็นการถาวร โดยบริษัทผู้สำรวจและผลิตปิโตรเลียมที่ได้รับสัมปทาน จะใช้วิธีจัดจ้าง บริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม (Oilfield Service Company) เพื่อมาดำเนินการในช่วงระยะเวลาหนึ่งบนแท่นขุดเจาะน้ำมัน ซึ่งธุรกิจดังกล่าวให้บริการในด้านการสำรวจ การขุดเจาะปิโตรเลียม การผลิตและการซ่อมบำรุงเครื่องมือ รวมถึงการบริการสนับสนุนอื่นๆ ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องให้กับบริษัทผู้ผลิตปิโตรเลียมอย่างครบวงจร ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ภาพรวมของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

กระบวนการสำรวจและขุดเจาะปิโตรเลียมประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ การประเมินและการขุดเจาะ การก่อสร้างหลุม และ ขั้นตอนการผลิต ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีลักษณะงานเฉพาะตัวและใช้เครื่องมือที่มีความแตกต่างกัน จึงมีการแบ่งแผนกงานให้มีความรับผิดชอบตามงานในแต่ละขั้นตอน ดังตารางที่ 1.1 อุปกรณ์เครื่องมือของธุรกิจปิโตรเลียมแต่ละชิ้นมีมูลค่าสูงและมีความหลากหลาย ซึ่งถูกจัดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือหลักที่มีมูลค่าสูง (Asset) และวัสดุประกอบและอะไหล่ (Inventory) เมื่อลูกค้ามีความต้องการใช้บริการในส่วนงานใดส่วนงานหนึ่ง ทางแผนกนั้นๆ จะทำการจัดหาหรือจัดเตรียมซ่อมบำรุงเครื่องมือเพื่อให้พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นจึงทำการจัดส่งไปปลายทาง และเมื่อเครื่องมือเกิดชำรุดเสียหาย ถึงรอบการซ่อมบำรุงหรือเสร็จสิ้นการใช้งาน ก็จะนำเครื่องมือเหล่านั้นกลับเข้ามาตรวจสอบและซ่อมบำรุงอีกครั้ง

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมและแผนกงานที่รับผิดชอบ

ขั้นตอนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม	แผนกงานที่รับผิดชอบ
1. การประเมินและการขุดเจาะ	DS, Wireline
2. การก่อสร้างหลุม	SDS, CEM, LNH, TRS, DRT, FRE, CPS, CHC, SDR
3. การผลิต	TPS

บริษัทในกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ให้บริการในอุตสาหกรรมสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ประกอบด้วย 12 แผนก ในปี 2557 มีการขนย้ายเครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุง จำนวน 31,122 ชิ้นต่อปี ดังตารางที่ 1.2 มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงดีเซลในการขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ทั้งสิ้น ประมาณ 9,117 ลิตร หรือ 281,909 บาทต่อปี (ราคาเฉลี่ยน้ำมันดีเซลปี 2557 อยู่ที่ 30.92 บาทต่อลิตร) ลักษณะตัวอย่างของเครื่องมือที่เข้ามารับบริการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนกสามารถแสดง ดังรูปที่ 1.2

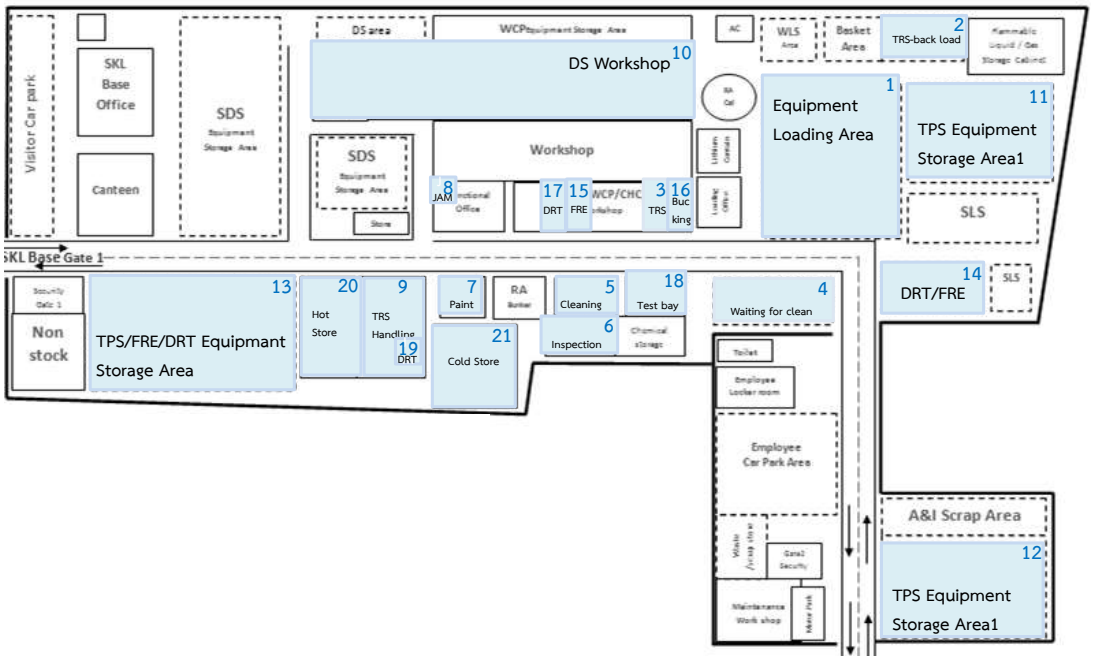
ตารางที่ 1.2 เครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนกในปี 2557 จำแนกเป็นจำนวนชิ้นและจำนวนเที่ยว

ลำดับ	ชื่อแผนก	ปริมาณ (ชิ้น)	ร้อยละ
1	Tubular Running Services : TRS	19,800	63.62
2	Test and Production Services : TPS	5,026	16.15
3	Drilling Services : DS	2,224	7.15
4	Fishing & Re-entry : FRE	1,420	4.56
5	Wireline	979	3.15
6	Drilling Rental Tools : DRT	723	2.32
7	Liner Hanger : LNH	429	1.38
8	SDS	382	1.23
9	Cementing : CEM	53	0.17
10	Cased-Hole Completion : CHC	46	0.15
11	Secure Drilling Service : SDR	21	0.07
12	CPS	19	0.06
Total		**31,122**	**100.00**

TRS	เครื่องมือยึดจับก้านเจาะ
TPS	เครื่องมือทดสอบก่อนการผลิต
DS	เครื่องมือการเจาะ
FRE	เครื่องมือกู้อุปกรณ์ที่ติดค้างในหลุมเจาะ
DRT	เครื่องมือขุดเจาะที่ให้เช่า

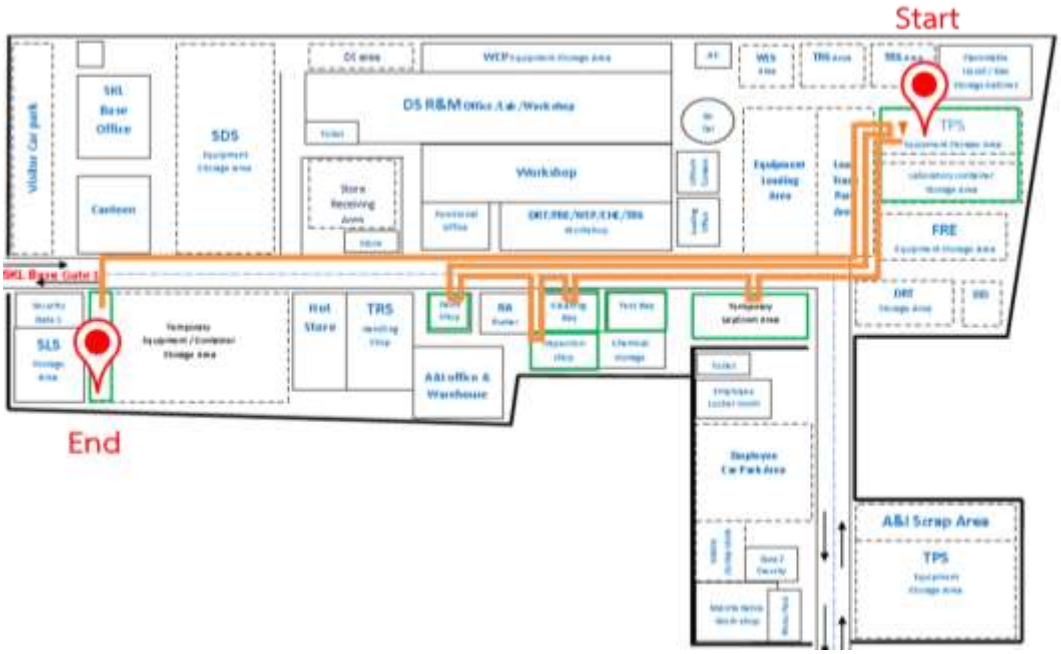
รูปที่ 1.2 ตัวอย่างเครื่องมือในการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก

ลักษณะผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา ดังรูปที่ 1.3 โดยมีการขยายพื้นที่และแผนกงานเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของธุรกิจ



รูปที่ 1.3 แผนผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทกรณีศึกษา

ปัจจุบันบริษัทประสบปัญหาเรื่องแผนผังโรงซ่อมบำรุงที่ขาดความเหมาะสม เนื่องจากมีการขยายพื้นที่การทำงานและมีแผนกต่างๆ เพิ่มเติมมาในภายหลัง โดยขาดการวางผังที่เป็นระบบ ซึ่งพบว่าปัญหาที่สำคัญคือ มีสถานีงานมากเกินความจำเป็น เช่น มีคลังเก็บวัสดุอุปกรณ์ชนิดเดียวกันอยู่หลายจุดเนื่องจากมีคลังย่อยแยกไปตามแต่ละแผนกจึงยากต่อการควบคุมดูแลและตรวจสอบ เนื่องจากขาดการจัดสรรพื้นที่ให้เพียงพอต่อการเก็บวัสดุอุปกรณ์และขาดการจัดการระบบการขนถ่ายวัสดุ และการไหลของวัสดุมีการเคลื่อนที่วกวนหรือไหลย้อนกลับ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระยะทางรวมและต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการเคลื่อนย้าย ดังรูปที่ 1.4 เพื่อเป็นการลดระยะทางระยะเวลาในการขนย้ายวัสดุอุปกรณ์และลดความสูญเปล่าอื่นๆ ที่เกิดขึ้น จึงควรควบคุมดูแลอย่างเป็นระบบด้วยการออกแบบและปรับปรุงผังพื้นที่การใช้งานใหม่



รูปที่ 1.4 การไหลของวัสดุที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ

จากลักษณะปัญหาที่กล่าวมา การมีแผนผังที่เป็นระบบนั้นจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัทได้ในระยะยาว การออกแบบการวางผังที่ดีจะช่วยลดระยะทาง ลดค่าใช้จ่าย ระยะเวลารวมในการขนย้ายวัสดุและเป็นการช่วยจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักร อุปกรณ์ คน วัสดุ สิ่งของและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่สนับสนุนให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งได้กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ โดยพิจารณา 4 ปัจจัย คือ การไหลของทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนของผังโรงงาน ระยะทางในการขนย้ายทรัพยากร และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เพื่อให้เป็นผังโรงงานที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้ทำการศึกษาผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียมแห่งหนึ่ง โดยประยุกต์ใช้หลักการและแนวคิดการวางแผนผังอย่างมีระบบ (The Systematic Layout Planning) เพื่อปรับปรุงแผนผังโรงซ่อมบำรุงให้เกิดความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้พื้นที่ เนื่องจากผังที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เกิดระยะทางขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น โดยนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงภาพของแผนผังที่ได้รับการปรับปรุงเปรียบเทียบกับแผนผังในสถานการณ์ปัจจุบัน

จากปัญหาที่กล่าวมาจึงได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลในเบื้องต้น พบว่าแต่ละแผนกของบริษัทในกรณีศึกษาจะมีลำดับขั้นตอนการซ่อมบำรุงที่แน่นอน โดยมีเส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้าผ่านสถานีงานต่างๆ ที่เป็นไปอย่างชัดเจน ตามประเภทของเครื่องมือซึ่งมีขั้นตอนการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกัน และมีเส้นทางย่อยซึ่งเป็นการขนย้ายระหว่างสถานีงานรวม 60 เส้นทางย่อย สถานีงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สถานีงานของแต่ละแผนก 10 สถานี และสถานีงานรวมที่ต้องใช้บริการร่วมกันหลายแผนก 11 สถานี ดังตารางที่ 1.3 ในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือหลักจำเป็นต้อง

เคลื่อนย้ายโดยรถโฟร์กลิฟท์ เนื่องจากเครื่องมือมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากโดยใช้รถโฟร์กลิฟท์ทั้งหมด 3 คัน

ตารางที่ 1.3 จำแนกประเภทของสถานีงานทั้ง 21 แห่ง

สถานีงานของแต่ละแผนก 10 แห่ง	
1. Tongs Workshop	TRS
2. Jam Workshop	
3. Handling Shop	
4. TRS Equipment Storage Area	
5. DS Workshop	DS
6. TPS Equipment Storage Area 1	TPS
7. TPS Equipment Storage Area 2	
8. FRE Workshop	FRE
9. DRT Workshop1	DRT
10. DRT Workshop2	

สถานีงานกลาง 11 แห่ง
1. Equipment Loading Area
2. Waiting for Cleaning Area
3. Cleaning Bay
4. Inspection Shop
5. Paint Shop
6. TPS/FRE/DRT Equipmant Storage Area
7. DRT/FRE Storage Area
8. Bucking
9. Test Bay
10. Hot Store
11. Cold Store

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อปรับปรุงผังโรงงานของบริษัทที่มีอยู่เดิม โดยการจัดวางสถานีงานให้สอดคล้องกับลักษณะการไหลของวัสดุอุปกรณ์ เพื่อลดระยะทางรวมและลดต้นทุนในการขนย้ายวัสดุอุปกรณ์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. การใช้พื้นที่ทุกส่วนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขจัดความล่าช้า การรอ และขจัดการทำงานที่มีลักษณะไม่พึงปรารถนาในกระบวนการทำงาน

2. การมีผังโรงงานที่ดีมีการจัดพื้นที่ที่ชัดเจนและสะดวกในการควบคุมดูแล ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. สภาพแวดล้อมที่ดีในการทำงาน ช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยและสร้างความพอใจสำหรับคนงานระหว่างทำงาน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาการไหลของวัสดุอุปกรณ์ในกระบวนการซ่อมบำรุงของบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียมแห่งหนึ่ง โดยทำการศึกษาแผนกที่มีปริมาณการไหลของเครื่องมือหลัก (Asset) สูงที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ แผนก TRS TPS DS FRE และ DRT

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการวางผังโรงงาน

การออกแบบวางผังโรงงานหรือสถานที่เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงาน การผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือหน้าร้าน ด้วยการให้บริการจากกระบวนการผลิตผ่านปัจจัยต่างๆ เช่น คน เครื่องจักร วัตถุดิบ พลังงาน การออกแบบการวางผังที่ดีจะช่วยลดต้นทุนในการบริหารงานที่ต่ำลง ช่วยให้การทำงานมีความสะดวก และทำให้คุณภาพชีวิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดตำแหน่งของคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และสิ่งสนับสนุนการผลิต อันเป็นปัจจัยสำคัญของระบบการผลิตให้เหมาะสม เกิดเวลาว่างเปล่าในสายการผลิตที่น้อยกว่า และใช้เวลาการผลิตให้สั้นที่สุด อันยังผลให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตที่ต่ำลง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งทางตรงและทางอ้อม ใช้เนื้อที่ส่วนที่เป็นพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นข้อได้เปรียบในเชิงเศรษฐศาสตร์โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในตลาดการแข่งขัน

การจัดวางผัง (Layout) หมายถึง การจัดวางเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ คน สิ่งอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการผลิตให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด

2.1.1 วัตถุประสงค์ในการวางผังโรงงาน

โรงงานที่มีการวางผังที่ดีย่อมจะได้เปรียบในหลาย ๆ ด้าน เพราะยังผลถึงความประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ใช้พื้นที่ได้คุ้มค่า เกิดความปลอดภัย กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นข้อดีหรือเป็นประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก เช่น

1. ลดระยะทางและเวลาการเคลื่อนย้ายวัสดุ
2. ช่วยทำให้วัตถุดิบไหลไปได้รวดเร็วและราบรื่น พร้อมทั้งขจัดปัญหาเกี่ยวกับการทำงานที่มีมากเกินไป
3. เพื่อสะดวกในการดำเนินงาน โดยแบ่งเนื้อที่ภายในโรงงานให้เหมาะสม เช่น ช่องทางเดิน พื้นที่เก็บสินค้า พื้นที่พักวัตถุดิบ จุดปฏิบัติงานและพื้นที่พักชิ้นงานที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป
4. ขจัดสิ่งรบกวน การสั่นสะเทือนของพื้นที่ ฝุ่นละออง ความร้อน กลิ่น และการถ่ายเทอากาศ
5. เป็นการจัดแผนงานต่าง ๆ ให้ทำงานในกรอบความรับผิดชอบที่ชัดเจน เพื่อเอื้อต่อกระบวนการผลิตและง่ายต่อการควบคุม
6. จัดวางพื้นที่ให้มีประโยชน์อย่างเต็มที่ ไม่ควรให้พื้นที่ว่างเปล่าหรือสูญเปล่ามากเกินไป
7. ลดความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพและสร้างความปลอดภัยให้กับคนงาน

จากข้อดีที่กล่าวมา เป็นสิ่งที่ผู้วางผังโรงงานทุกคน ตลอดจนผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง มุ่งหวังที่จะให้มีอยู่ในผังโรงงานนั้น ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นวัตถุประสงค์ของการวางผังโรงงาน การที่จะให้ได้มาซึ่งสิ่งเหล่านั้นก็คือ การวางผังโรงงานของผู้วางผังและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่พยายามร่วมกันคิดและหาแนวทางให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ

2.1.2 เป้าหมายพื้นฐานของการวางผังโรงงาน 6 ประการ

1. หลักการเกี่ยวกับการรวมกิจกรรมทั้งหมดผังโรงงานที่ดีจะต้องรวม คน วัสดุ เครื่องจักร กิจกรรมสนับสนุนการผลิตและข้อพิจารณาอื่นๆ ยังผลต่อการทำให้การรวมตัวกันดีที่สุด
2. หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะสั้นที่สุด ผังโรงงานที่ดีจะต้องมีระยะทางการเคลื่อนที่ของการขนถ่ายวัสดุระหว่างกิจกรรมหรือระหว่างหน่วยงานน้อยที่สุด
3. หลักการเกี่ยวกับการไหลของวัสดุ ผังโรงงานที่ดีจะต้องจัดสถานที่ทำงานของแต่ละหน่วยงาน หรือแต่ละขบวนการผลิตตามลำดับขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การไหลของวัสดุไม่วกวนหรือหยุดชะงัก
4. หลักการเกี่ยวกับการใช้เนื้อที่ผังโรงงานที่ดี จะต้องใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง
5. หลักการเกี่ยวกับการทำให้คนงานมีความพอใจและความปลอดภัย ผังโรงงานที่ดีจะต้องเป็นผังโรงงานที่มีสถานที่ทำงานที่เป็นที่พอใจ สร้างขวัญกำลังใจแก่คนงานและสร้างความปลอดภัยให้คนงานและทรัพย์สินของโรงงานได้
6. หลักการเกี่ยวกับความยืดหยุ่น ผังโรงงานที่ดีจะสามารถปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและทำได้สะดวก

2.1.3 ชนิดของการวางผังโรงงาน (Classical of Layout)

การจำแนกผังโรงงานสำหรับการผลิตนั้นจำเป็นต้องรู้ก่อนว่าการผลิต (Production) นั่นคืออะไร การผลิตเป็นผลจาการรวมเอา คน วัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ อันเป็นการรวมเอาปัจจัยสำคัญเข้าด้วยกันโดยอยู่ภายใต้การจัดการอย่างมีระเบียบแบบแผน คนงานจะทำงานแปรรูปวัสดุโดยใช้เครื่องจักรเข้าช่วย อาจแปรรูปโดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือคุณสมบัติของวัสดุหรืออาจเป็นงานประกอบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมายที่ต้องการ ความสัมพันธ์พื้นฐานของปัจจัยการผลิต 3 ประการสามารถแสดงเป็นความสัมพันธ์ได้เป็น 7 รูปแบบคือ

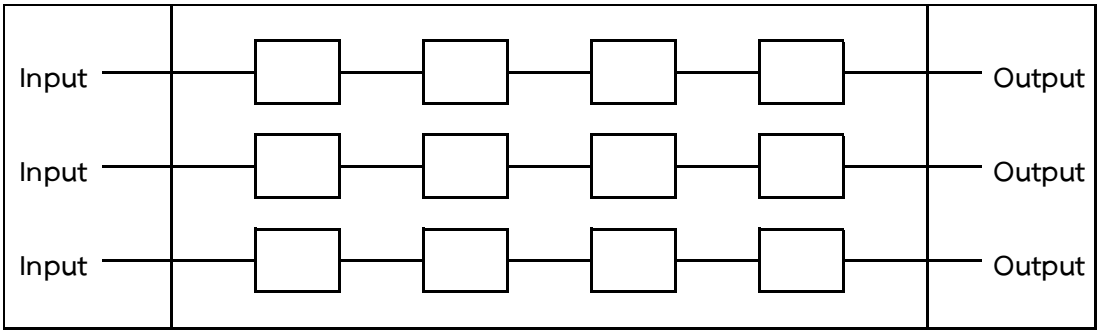
1. วัสดุเคลื่อนที่
2. คนงานเคลื่อนที่
3. เครื่องจักรเคลื่อนที่
4. วัสดุและคนงานเคลื่อนที่
5. วัสดุและเครื่องจักรเคลื่อนที่
6. คนงานและเครื่องจักรเคลื่อนที่
7. คนงานเครื่องจักรและวัสดุเคลื่อนที่

การผลิตโดยทั่วไปจะเป็นการขึ้นรูป การเปลี่ยนคุณสมบัติและการประกอบ โดยแต่ละรูปแบบมีการใช้เทคนิคอุปกรณ์เครื่องมือที่แตกต่างกันไป สามารถกำหนดประเภทของการวางผังโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้ดังนี้

- การวางผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout)
- การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)
- การวางผังโรงงานตามตำแหน่งของงาน (Fixed Position Layout)

I. การวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

การวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตที่มีผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวหรือน้อยชนิดเป็นการผลิตที่มีจำนวนมาก (Mass Production) และเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น การผลิตน้ำอัดลม การผลิตปูนซีเมนต์ การผลิตโทรศัพท์ การผลิตอาหารกระป๋อง เป็นต้น การจัดวางสายการผลิตแบบนี้จะเห็นได้ชัดว่า เป็นการผลิตที่มีปริมาณมากๆ มีการใช้สายการผลิตลักษณะแบบสายพาน มีการส่งวัตถุดิบทางสายหรือทางท่อ มีการผลิตตลอดเวลา การเตรียมการผลิตจะใช้เวลานาน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะการวางผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

ข้อดีของการจัดสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์

1. ลดเวลาการเตรียมการผลิตได้มาก
2. สายการผลิตจะมีความสมดุลทำให้ผลิตได้ปริมาณมาก
3. ควบคุมการทำงานได้ดีโดยสามารถมองเห็นได้ทั้งสายการผลิต ทำให้เกิดความชัดเจน
4. ใช้พื้นที่ที่ต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยน้อยกว่า
5. ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะถูกกว่า
6. ค่าขนย้ายลำเลียงจะต่ำเนื่องจากมีการขนย้ายที่เป็นลำดับและแน่นอน

ข้อเสียเปรียบของการจัดสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์

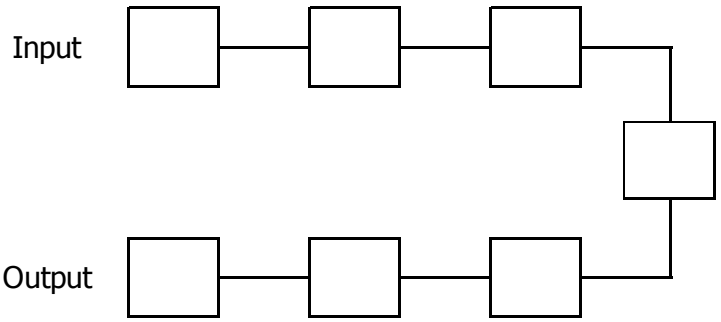
1. ต้นทุนในการลงทุนเครื่องจักรและอุปกรณ์จะสูง
2. ถ้าระบบการสนับสนุนวัตถุดิบไม่ดี ไม่สมดุล จะส่งผลกระทบทั้งสายการผลิต

3. กรณีการผลิตของเสีย ถ้าไม่สามารถตรวจสอบที่ชัดเจนจะมีความสูญเสียมาก เนื่องจากผลิตออกมามากในแต่ละหน่วยเวลา

4. ไม่มีความยืดหยุ่นในการผลิตหลากหลายผลิตภัณฑ์

การวางการผลิตแบบนี้เป็นแบบเส้นตรงซึ่งอาจเกิดปัญหามากมายดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงมีการประยุกต์การวางผังการผลิตแบบนี้โดยใช้ให้มีความสั้นลงและลดหรือควบรวมบางปัจจัยการผลิตลง รวมถึงลักษณะการทำงานเป็นทีมมากขึ้นเป็นลักษณะ U-Shaped Layout ในบางผลิตภัณฑ์สามารถจัดสายการผลิตแบบรูปตัว U แล้วใช้คนงานเพียงคนเดียวดังรูปที่ 2.2

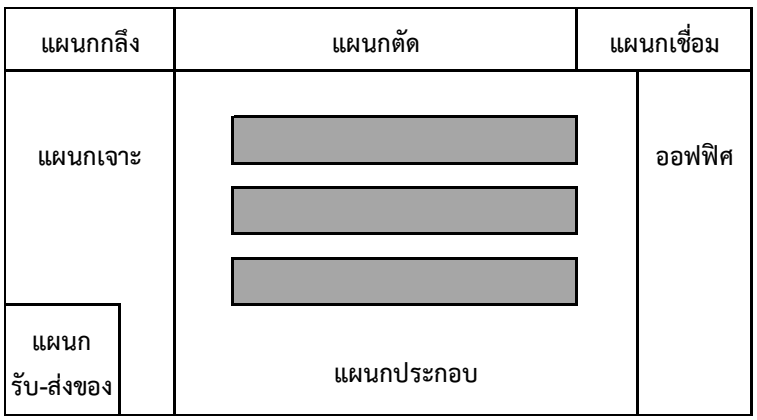
จุดเด่นของการจัดสายการผลิตแบบ U คือ บริเวณงานเข้าและบริเวณงานออกใกล้กัน คนงานมีการทำงานที่หลายทักษะทำให้ไม่เกิดความเบื่อและเมื่อยล้า สามารถปรับเปลี่ยนและรองรับได้หลายผลิตภัณฑ์หรือรุ่นการผลิต สามารถลดพื้นที่คนและการขนถ่ายได้มาก เนื่องจากเป็นการส่งโดยเอื้อมถึงกันได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.2 รูปแบบการจัดสายการผลิตรูป U (U-Shaped Layout)

II. การวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

การวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์จะทำการวางผังตามกลุ่มของเครื่องจักรหรือตามหน้าที่ของงาน (Functional Layout) เช่นโรงงานในการขึ้นรูป-กลึง-ตัด-เจาะ-เชื่อม-ประกอบ ดังรูปที่ 2.3 มีการแยกแผนกในการทำงานอย่างชัดเจน โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์หรือโรงพยาบาลก็มีการจัดวางผังการผลิตและบริการแบบกระบวนการผลิต



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างรูปแบบการจัดสายการผลิตแบบกระบวนการผลิต (Process Layout)

ข้อดีของการจัดสายการผลิตแบบกระบวนการผลิต

1. มีความยืดหยุ่นสามารถใช้เครื่องจักรได้หลากหลายผลิตภัณฑ์
2. เปลี่ยนผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนผังโรงงานมากนัก
3. เครื่องจักรสามารถทดแทนกันได้
4. การเพิ่มกำลังผลิตและการควบคุมสิ่งบกพร่องสามารถควบคุมได้เฉพาะหน่วยผลิต
5. การเพิ่มลดเครื่องจักรอุปกรณ์ทำได้สะดวกและต้นทุนไม่สูงมากนัก

ข้อเสียเปรียบของการจัดสายการผลิตแบบกระบวนการผลิต

1. จัดสมดุลการผลิตได้ยาก
2. มีงานรอระหว่างกระบวนการผลิตมาก (Work In Process: WIP)
3. มีการใช้พื้นที่ในการวางผังมาก เนื่องจากแต่ละแผนกต้องมีการเตรียมจัดเก็บวัตถุดิน เส้นทางเดินและการขนถ่าย
4. ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะสูง เนื่องจากจะเป็นการผลิตแบบสั่งทำเป็นส่วนมาก เป็นลักษณะงานทำเฉพาะตามแบบในปริมาณที่น้อย
5. เวลาในการผลิตไม่เต็มที่ เนื่องจากมีการสูญเสียในการเตรียมงาน เตรียมเครื่องจักรเพื่อการผลิตบ่อยตามแต่ละผลิตภัณฑ์
6. การวางแผนและควบคุมการผลิตจะทำได้ยาก เนื่องจากมีความหลากหลายทั้งผลิตภัณฑ์เครื่องจักร วัตถุดิบ และการส่งมอบ

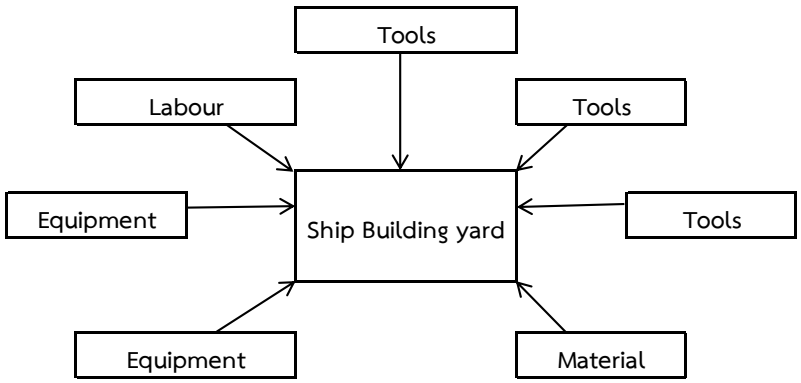
การวางผังการผลิตแบบนี้จะประยุกต์ใช้ในส่วนของงานบริการค่อนข้างมาก เช่น การให้บริการในโรงพยาบาล จะมีการแบ่งเป็นแผนกต่างๆ ของการให้บริการ เช่น แผนกสูตินารี แผนกผู้ป่วยใน แผนกทันตกรรม แผนกห้องฉุกเฉิน แผนก X-Ray แผนกห้องปฏิบัติการทดสอบ ห้องอาหาร ห้องจ่ายยา เป็นต้น หรือกรณีของการบริการในมหาวิทยาลัยแบ่งเป็นคณะและสำนักต่างๆ ในส่วนของการบริการของธนาคารในปัจจุบันได้ดำเนินการที่เปลี่ยนไป โดยในอดีตจะแยกแยะการบริการอย่างชัดเจน เหมือนการจัดผังแบบผลิตภัณฑ์แต่ในปัจจุบันธนาคารได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบเป็นลักษณะครบวงจรในครั้งเดียว ในพนักงานหนึ่งคนแต่ยังคงแยกแผนกที่เฉพาะกิจ เช่น แผนกสินเชื่อ แผนกแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น

III. การวางผังแบบงานอยู่กับที่ (Fixed-Position Layout)

การวางผังการผลิตแบบนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจะมีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องบินเรือเดินสมุทร การก่อสร้างเขื่อน การก่อสร้างอาคาร ภายหลังการผลิตแล้วเสร็จ ผลิตภัณฑ์ส่วนมากมักจะอยู่กับที่หรือถ้ามีการเคลื่อนย้ายจะค่อนข้างลำบาก ดังรูปที่ 2.4

การวางผังลักษณะนี้ทำการวางผังโดยการให้ชิ้นงานที่จะผลิตอยู่กับที่ หรือผลิตส่วนงานชิ้นย่อยๆ เป็นลักษณะชิ้นส่วนสำคัญจากภายนอกนำเข้ามาประกอบ โดยเคลื่อนแรงงาน วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องจักร พลังงานและกรรมวิธีเข้าไปหาตัวอย่าง เช่น ในอดีตการก่อสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามหรือสะพานลอยของรถ จะมีการนำเอาปัจจัยการผลิตต่างๆ วัตถุดิบ เครื่องผสมปูนซีเมนต์ เหล็กเส้น แรงงาน ปูนซีเมนต์ ไม้ แบบรถขุดเจาะเสาเข็มเข้าไปในพื้นที่ที่จะสร้างเพื่อผ่านกระบวนการ

สร้างเป็นให้เป็นสะพานลอยอย่างสมบูรณ์โดยใช้เวลาในการดำเนินการนานนับเดือน ขณะที่ปัจจุบันจะเป็นลักษณะที่ใช้เทคโนโลยีที่ผลิตคานหรือเสาเข็มมาก่อน เสร็จแล้วนำมาประกอบโดยใช้เวลาที่ลดลงกว่าเดิมมาก โดยการจราจรจะมีการติดขัดน้อยลงแต่ได้ผลิตภัณฑ์เหมือนเดิม และมีความรวดเร็วในการผลิตการสร้างมากกว่า



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างรูปแบบการจัดสายการผลิตแบบงานอยู่กับที่ (Fixed-Position Layout)

การออกแบบผังโรงงาน มีการพัฒนาออกไปอีกมากมายไม่จำเป็นต้องใช้ออกแบบแบบใดแบบหนึ่ง ในหนึ่งโรงงานอาจใช้รูปแบบการวางผังแบบผสม เช่น การวางผังแบบเซลล์ (Cellular Layout) มีการนำหลักการที่ชิ้นงานลักษณะการผลิตที่ใกล้เคียงกันมาอยู่ในสายการผลิตเดียวกัน โดยยกเว้นขั้นตอนหรือเครื่องจักรบางเครื่องที่ข้ามไปและในบางครั้งอาจมีการข้ามสายการผลิตได้แต่เล็กน้อย ส่งผลให้ลดเวลาในการเตรียมเครื่องจักรลดพื้นที่การผลิตลดการขนถ่ายลำเลียงได้มาก ปัจจุบันในหลายโรงงานจะนิยมใช้การวางผังการผลิตแบบผสม

จากการจัดวางผังโรงงานทั้ง 3 แบบต่างก็มีความสำคัญคนละแบบ แต่ก็เป็นการแบ่งประเภทการวางผังโรงงานในเชิงทฤษฎีเท่านั้น สำหรับในเชิงปฏิบัติแล้วโรงงานแต่ละโรงงานอาจมีการวางผังโรงงานทั้ง 3 รูปแบบรวมกัน จะเน้นหนักไปทางแบบใดแบบหนึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และปริมาณการผลิตที่ต้องการ

2.1.4 แนวทางการพิจารณาเลือกชนิดโรงงาน

I. การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout) เหมาะสำหรับ
   - 1.1 โรงงานที่ผลิตสินค้าน้อยชนิดแต่ละชนิดปริมาณการผลิตมาก
   - 1.2 สินค้าแต่ละชนิดมีมาตรฐานแน่นอน
   - 1.3 วัตถุดิบที่ป้อนเข้าสายการผลิตสม่ำเสมอ
   - 1.4 ตลาดมีความต้องการสินค้าแต่ละชนิดจำนวนมากและสม่ำเสมอ

II. การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Product Layout) เหมาะสำหรับ
   - 2.1 โรงงานที่ผลิตสินค้ามากชนิดแต่ละชนิดปริมาณการผลิตน้อย
   - 2.2 สินค้าแต่ละชนิดอาจผลิตเพียงครั้งเดียว

2.3 โรงงานที่ต้องการรับงานได้หลายประเภท
2.4 เวลาการผลิตแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน
2.5 เป็นเครื่องจักรประเภททั่วๆไปทำงานได้หลายรูปแบบ

III. การวางผังโรงงานตามตำแหน่งงาน (Fixed Position Layout) เหมาะสำหรับ
3.1 โรงงานที่ผลิตสินค้าขนาดใหญ่เพียงชนิดเดียวหรือสองสามชนิด
3.2 สินค้าที่เคลื่อนย้ายยาก
3.3 โรงงานที่ต้องการผังโรงงานให้มีความยืดหยุ่นสูง

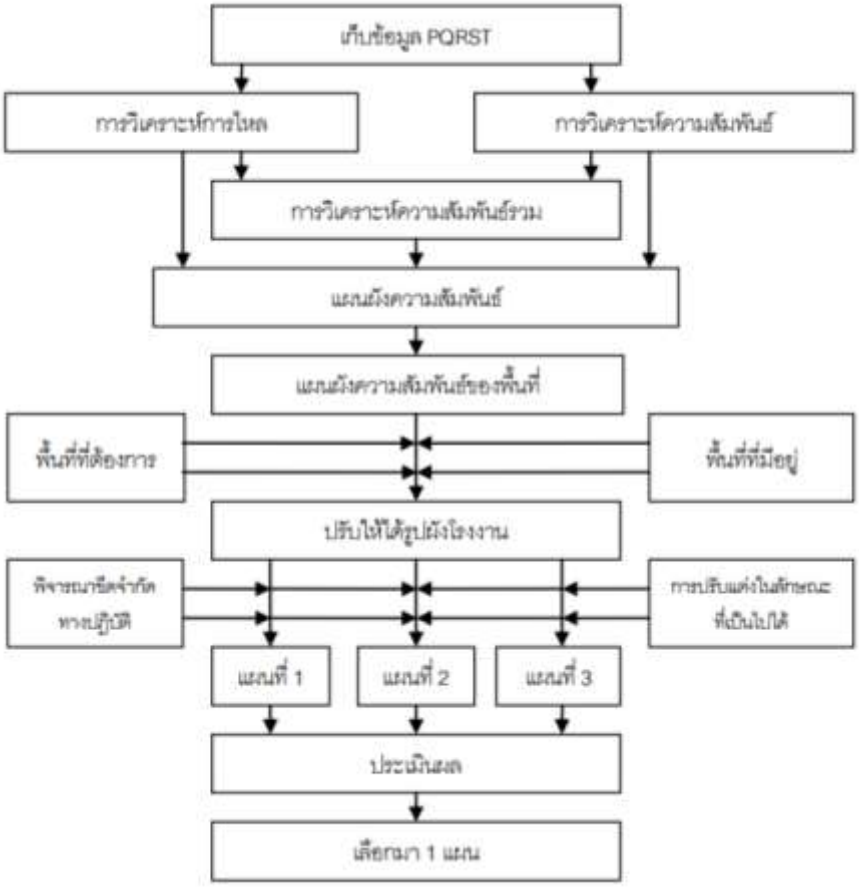
2.2 ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (SLP: The Systematic Layout Planning Pattern)

การวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ เป็นวิธีการสำหรับการวางแผนผังโรงงานอันประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ (Phases) แผนการเชิงปฏิบัติ (Pattern of Procedures) และการกำหนดแผนของแต่ละองค์ประกอบตลอดจนพื้นที่ต่างๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนผังของโรงงานอย่างเป็นสัดส่วนและเหมาะสม

2.2.1 หลักสำคัญขั้นพื้นฐานสำหรับการวางผังโรงงาน แบ่งออกเป็น 3 ประการคือ

1. ความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นการจัดหาความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์มากมาหาน้อย กิจกรรมใดมีความสัมพันธ์มากก็ให้อยู่ใกล้ๆกัน
2. เนื้อที่ (Space) เป็นการพิจารณาเกี่ยวกับเนื้อที่ต่างๆ ทั้งจำนวนชนิดและรูปร่างหรือรูปทรงของเนื้อที่ของกิจกรรมต่างๆ ที่ได้กำหนดในผังงาน
3. การปรับจัดตำแหน่งที่ตั้ง (Adjustment) เป็นการจัดหรือปรับตำแหน่งของกิจกรรมต่างๆ ให้ได้อย่างเหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ

จากหลักสำคัญขั้นพื้นฐานทั้ง 3 ประการดังกล่าวเป็นหัวใจสำคัญของโครงการวางแผนผังโรงงานแบบต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงชนิดของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตหรือขนาดของโครงการแต่อย่างใด ซึ่งแผนเชิงปฏิบัติในการวางแผนผังโรงงานที่จะกล่าวต่อไปนี้ก็ได้ประยุกต์มาจากหลักทั้ง 3 ประการดังกล่าว ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงแผนการเชิงปฏิบัติของการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ

องค์ประกอบพื้นฐานของการวางผังโรงงาน “PQRST”

- Product (P) จะผลิตอะไร? (ผลิตเองหรือซื้อเข้ามา)
- Quantity (Q) ผลิตปริมาณเท่าไร
- Routing (R) ถ้าผลิตเอง จะออกแบบวิธีการผลิตอย่างไร
- Supporting (S) จะจัดหาหรือจัดวางสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ห้องน้ำ โรงอาหารห้องแต่งตัว ห้องพยาบาล ที่รับส่งของอย่างไร
- Timing (T) จะผลิตเมื่อไหร่ นานเท่าใด บ่อยหรือไม่ผลิตภัณฑ์ถูกผลิตโดยใช้เวลาเท่าใด เครื่องจักรถูกใช้งานอย่างไรเหมาะสมหรือไม่ ทำให้สามารถจัดสมดุลการผลิตได้ และช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปอาจทำให้การผลิตเปลี่ยนไปด้วยในลักษณะพลวัต

จากแผนการเชิงปฏิบัติของ SLP ซึ่งมีความสัมพันธ์กับข้อมูลสำคัญพื้นฐานขั้นต้นคือ P, Q, R, S และ T อันเป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนผังโรงงาน สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์การพยากรณ์การขายจะต้องประสานงานกัน นอกจากนั้นยังต้องทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์-ปริมาณ (P-Q) ซึ่งบางครั้งเรียกว่าการวิเคราะห์ปริมาตร-ชนิดผลิตภัณฑ์ หรือศึกษาสำหรับผลิตภัณฑ์หลายชนิด ซึ่งรูปแบบของการแยกหรือรวมผลิตภัณฑ์ หรือจัดกลุ่มผังโรงงานจะได้มาจากการวิเคราะห์

ผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด ตลอดจนถึงการวิเคราะห์กระบวนการผลิต (R) หรือการบริการ (S) และเวลา (T) เพื่อเป็นแนวทางที่จะบ่งชี้ของกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อจะได้ผังโรงงานออกมา

P, Q และ R เป็นข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อนำไปวิเคราะห์ในเรื่องของวัสดุ

P, Q และ S เป็นข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อนำไปวิเคราะห์ในเรื่องของความสัมพันธ์ของกิจกรรม

ผลจากการวิเคราะห์การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ของกิจกรรมเมื่อนำมาวิเคราะห์รวมกันจะเขียนได้เป็นแผนภาพของความสัมพันธ์ของกิจกรรม

เมื่อนำ R และ T มาวิเคราะห์ร่วมกัน ก็จะเป็นส่วนสำคัญในการหาเครื่องจักร และหาอุปกรณ์ที่ต้องการ ในทำนองเดียวกันการบริการ (S) เหมาะสำหรับการกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการผลิตที่ต้องการเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต และสิ่งอำนวยความสะดวกจะเป็นตัวกำหนดเนื้อที่ที่ต้องการแล้วดำเนินการต่อไปตามแผนการเชิงปฏิบัติของ SLP

2.2.2 ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Input Data)

ก่อนเริ่มวางแผนผังโรงงานผู้วางแผนต้องรู้ข้อมูลที่สำคัญ และข้อมูลที่สำคัญเหล่านั้นจะมีบทบาทโดยตรงต่อการวางแผนผังโรงงานในระยะแรก เช่น โรงงานจะผลิตปริมาณเท่าไรใช้อะไรสนับสนุนการผลิตและจะทำการผลิตเท่าไร ลักษณะคำถามดังกล่าวข้างต้นคือที่มาของข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำมาวิเคราะห์ เพื่อการวางแผนผังโรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการ เนื่องจากว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอาจมีวิธีการผลิตได้หลายวิธี แต่ละวิธีก็มีผลทำให้การวางผังโรงงานไม่เหมือนกันทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต ปริมาณการผลิตเป็นตัวกำหนดให้เลือกกระบวนการผลิต กระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดเครื่องจักร เครื่องจักรเป็นตัวกำหนดขนาดของพื้นที่ที่จะนำมาวางแผนผังโรงงาน จึงเห็นได้ว่าข้อมูลเบื้องต้นจะเป็นข้อมูลของการเริ่มต้นของการวางแผนผังโรงงาน

กุญแจดอกแรกที่กล่าวถึงคือ

- ผลิตภัณฑ์ = P (วัสดุหรือบริการ) จะทำการผลิตอะไร
- ปริมาณ = Q (ปริมาณ) จะทำการผลิตจำนวนเท่าไร

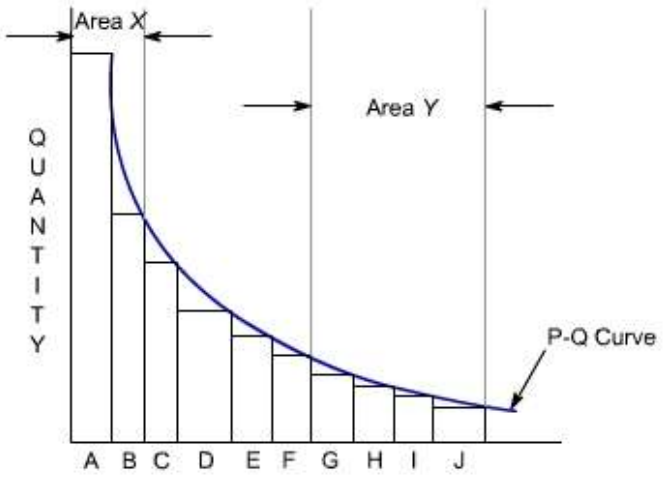
โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ (P) –ปริมาณ (Q) อาจใช้หลักการดังนี้

I. แบ่งกลุ่มตามชนิดของผลิตภัณฑ์วัสดุหรือรายการที่ต้องการ

II. แจกแจงหรือนับปริมาณของผลิตภัณฑ์วัสดุหรือรายการแต่ละชนิดที่ได้แบ่งกลุ่ม

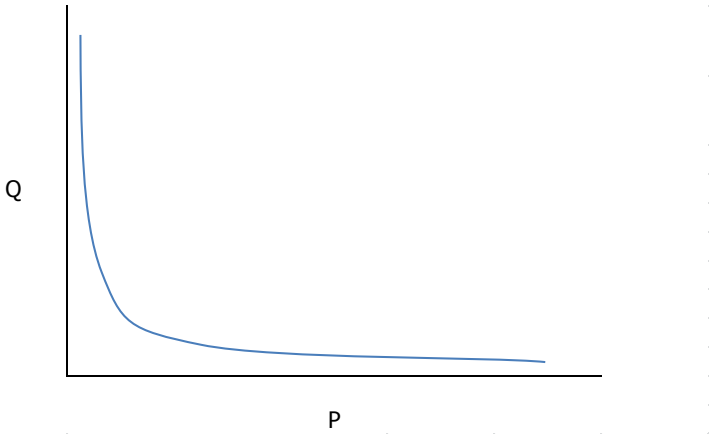
1. แผนภูมิผลิตภัณฑ์-ปริมาณ

เพื่อให้การมองเห็นภาพได้ง่ายขึ้น ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์-ปริมาณ โดยการนำจำนวนของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มมาเขียนเป็นกราฟ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังรูปที่ 2.6 แผนภูมิ P-Q เปนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธขั้นพื้นฐานของผลิตภัณฑ (P) และปริมาณ (Q) กอนดำเนินการวางผังโรงงาน เส้นโค้งจะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าเราอาจทำการแบ่งผลิตภัณฑ์ พื้นที่ทำการผลิตระบบการวางผังโรงงานและการขนถ่ายวัสดุออกเป็น 2 แบบ คือ ปลายดานหนึ่งของเสนโคงมีลักษณะสูงขึ้น (Area X) มีลักษณะเป็นส่วนโค้งลึก และปลายอีกด้านหนึ่งของเส้นโค้ง (Area Y) มีลักษณะเป็นส่วนโค้งตื้น



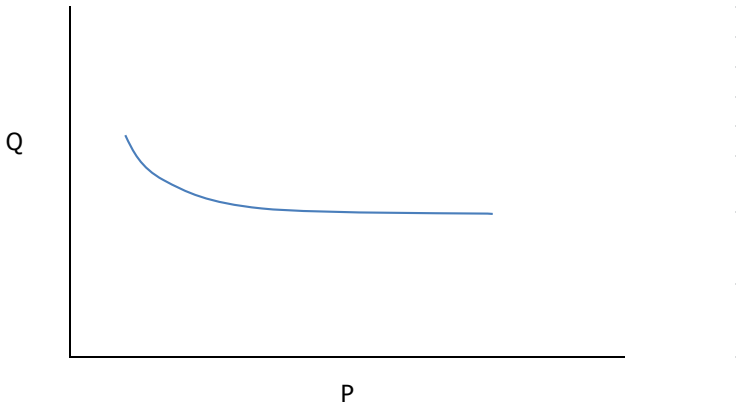
รูปที่ 2.6 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q)

ความสัมพันธ์ P-Q ที่มีส่วนโค้งลึก ดังรูปที่ 2.7 คือ ผลิตภัณฑ์มีน้อยชนิดแต่ละชนิดมีปริมาณมาก เป็นระบบการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) แนวโน้มของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ต้องใช้วิธีผลิตแบบสายการผลิต (Production Line) หรือหากกล่าวอีกนัยหนึ่งตามชนิดของการวางแผนผังโรงงานก็คือวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout)



รูปที่ 2.7 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (P-Q) ที่มีความสัมพันธ์แบบโค้งลึก

ความสัมพันธ์ P-Q ที่มีความโค้งตื้น ดังรูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์หลายชนิดแต่ละชนิดมีปริมาณน้อย การผลิตจะใช้วิธีการทำงานรายชิ้น ทำตามรายการลูกค้าสั่ง (Job Order) ซึ่งการวางผังโรงงานแบบขบวนการผลิต (Process Layout) เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น การขึ้นรูป และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์ และการวางผังโรงงานตามตำแหน่งงาน (Fixed Position Layout) เหมาะสำหรับงานประกอบขนาดใหญ่



รูปที่ 2.8 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (P-Q) ที่มีความสัมพันธ์แบบโค้งตื้น

2. การแยกและการรวมกิจกรรม

เป็นการวิเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดแบ่งพื้นที่ ก่อนทำการวิเคราะห์ P-Q จำเป็นจะต้องจัดแบ่งหรือจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ หรือรายการต่างๆ ที่มีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดต้องการผังโรงงานแต่ละแบบไม่เหมือนกัน การตัดสินใจที่จะแยกหรือรวมสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิตของโรงงานขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆดังนี้

2.1 ขนาดน้ำหนักรูปร่างหรือคุณสมบัติทางกายภาพของรายการเหล่านั้น
2.2 วัตถุดิบหลักของแต่ละรายการ
2.3 กระบวนการผลิตเส้นทางหรือลำดับขั้นตอนการทำงาน
2.4 ชนิดของอาคารโครงสร้างโรงงาน
2.5 คุณภาพและฝีมือที่ต้องการ
2.6 คุณค่าหรือความเสี่ยงต่อการสูญเสียของวัสดุ
2.7 อันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อคนงานหรือทรัพย์สิน
2.8 ชนิดของเครื่องต้นกำลังสิ่งอำนวยประโยชน์และสิ่งที่ช่วยบริการต่างๆ
2.9 โครงสร้างของการจัดองค์การของบริษัท
2.10 ข้อพิจารณาต่างๆภายนอก

องค์ประกอบที่แตกต่างไปจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเฉพาะข้อแตกต่างของ P, Q, R, S และ T โดยมากมักนิยมใช้ในเชิงการค้าและอุตสาหกรรม เพราะพื้นฐานสำหรับการแยกหรือแบ่งพื้นที่หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ปัญหาสำหรับผู้วางแผนผังโรงงาน คือ กำหนดองค์ประกอบต่างๆ ที่สำคัญของแต่ละโครงการ โดยเฉพาะเมื่อนำความสัมพันธ์ของ P และ Q มาพิจารณาหากว่าผลที่ได้เป็นเส้นโค้งที่ไม่ลึกมากเกินไป หรือเป็นเส้นโค้งตื้นและองค์ประกอบอื่นๆ ใกล้เคียงกันไม่ควรแยก แต่หากว่าความสัมพันธ์ของ P และ Q ได้เป็นส่วนโค้งลึกแสดงว่าสามารถที่จะแยกได้

2.2.3 การไหลของวัสดุ (Flow or Materials)

ผลจากการทราบถึงขนาดการผลิต (Routing) อันเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Flow of Materials) แต่ก่อนจะนำกระบวนการผลิตที่มีอยู่ไปใช้ประโยชน์ ผู้วางแผนต้องตอบคำถามว่า “ทำไม”(Why) อันคำถามสุดท้ายของกุญแจไขปัญหากระบวนการผลิต (Routing) จะสามารถทดสอบและพิสูจน์ให้เห็นจริงได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้องนอกจากนั้น กระบวนการจะต้องได้รับการวิเคราะห์หากว่าผู้วางแผนรู้สึกว่าสามารถปรับปรุงได้ดีขึ้นได้อีก

หลักการตรวจสอบง่ายๆเริ่มแรกก็พัฒนาโดย Allan H. Nogensen ซึ่งได้วิจารณ์ลงในหนังสือวิศวกรรมอุตสาหกรรม หรือหนังสือคู่มือที่สามารถนำไปใช้งานได้ เขามีวิธีตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตด้วยคำต่อไปนี้

- กำจัด (Eliminate) หน่วยงานที่สำคัญหรือไม่สามารถกำจัดหรือตัดทิ้งได้หรือไม่
- รวม (Combine) สามารถรวมหน่วยงานต่างๆเข้าด้วยกันได้หรือไม่
- เปลี่ยนลำดับขั้นตอน(Rearrange) การทำงานสถานที่หรือคนเราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือจัดใหม่ได้หรือไม่
- ปรับปรุงรายละเอียด (Improve Details) เราสามารถปรับปรุงวิธีการทำงานหรืออุปกรณ์ในแต่ละหน่วยทำงานได้หรือไม่

1. การไหลของวัสดุ - หัวใจสำคัญของการวางผังโรงงาน

ในการวิเคราะห์การไหลของวัสดุเพื่อจะให้ได้ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนย้ายที่ดีที่สุดตลอดจนขั้นตอนสำคัญของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความเข้มการไหล และขนาดของการเคลื่อนย้ายการไหลของวัสดุที่มีประสิทธิภาพนั้น หมายถึงวัสดุที่จะไหลผ่านกระบวนการต้องมีระบบทางตรงไม่เป็นระบบทางอ้อมหรือกวนไปมาหรือไหลย้อนกลับ การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการโดยเฉพาะเมื่อวัสดุนั้นขนาดใหญ่น้ำหนักมากหรือมีจำนวนมากการไหลต้องได้รับการพัฒนา

2. วิธีวิเคราะห์การไหลของวัสดุ

การวิเคราะห์การไหลของวัสดุมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ส่วนหนึ่งของปัญหาที่ต้องรู้คือจะต้องรู้ว่าจะเลือกวิธีใดจึงจะเหมาะสมกับแต่ละรูปแบบ กรณีแผนภูมิ P, Q สามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้นำ ได้ส่วนวิธีการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ ซึ่งวิเคราะห์การไหลของวัสดุซึ่งวิเคราะห์เกี่ยวกับชนิดของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q) ของรายการต่างๆ ที่จะทำการผลิต สามารถวิเคราะห์รายละเอียดได้ดังนี้

2.1 สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว ใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) หรือแผนภูมิการไหล (Flow Process Chart)

2.2 สำหรับผลิตภัณฑ์หลายๆ อย่างใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด (Multiproduct Process Chart) โดยไม่คำนึงถึงงานประกอบ

2.3 สำหรับผลิตภัณฑ์หรือรายการที่มีจำนวนมาก

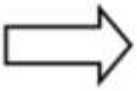
- รวมกันแล้วจัดเป็นกลุ่มทำการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการ 2.1หรือ 2.2
- เลือกเอาตัวอย่างผลิตภัณฑ์หรือรายการแล้วทำการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการ 2.1 หรือ 2.2

2.4 หากมีการขยายผลิตภัณฑ์หลายชนิด ใช้แผนภูมิจากไป (From - To Chart)

3. แผนภูมิกระบวนการผลิต (The Operation Process Chart)

หากผู้ทำการวางแผนสามารถนึกถึงภาพการไหลของวัสดุ และหากว่าสามารถมองให้เห็นจริงก็จะสามารถวางแผนผังโรงงานได้อย่างง่ายดาย และเพื่อช่วยให้การวางแผนเห็นภาพพจน์ได้ง่ายขึ้นจึงมีการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบฟอร์ม โดยมีระบบการใช้เครื่องหมายที่ใช้กันแพร่หลายของนักคณิตศาสตร์วิศวกรเคมีหรือนักปฏิบัติ การวิเคราะห์เครื่องหมายของแผนภูมิกระบวนการวิศวกรรมอุตสาหกรรมก็เป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีซึ่งในระยะแรก Gilbtreths แห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) และได้รับการปรับปรุงเครื่องหมายเหล่านี้ให้เป็นมาตรฐานดัง ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่สำคัญเพื่อใช้เขียนแผนภูมิกระบวนการผลิตตามมาตรฐาน ASME No 101

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation	1. การเตรียมวัสดุเพื่อขั้นงานขั้นต่อไป 2. การประกอบชิ้นส่วนหรือการถอดส่วนประกอบออก
	Inspection	1. การตรวจสอบคุณลักษณะของวัสดุ 2. การตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation	1. การเคลื่อนที่ของวัสดุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง 2. พนักงานกำลังเดิน
	Delay	1. การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน 2. การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage	1. การเก็บในที่ถาวร ซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย

ความสัมพันธ์ 5 ประการสามารถที่ทำให้วัสดุไหลผ่านได้ตลอดกระบวนการ คือ

3.1 สามารถดำเนินการเปลี่ยนรูป เปลี่ยนคุณสมบัติหรืองานประกอบหรือถอดแยกชิ้นวัสดุได้

3.2 สามารถเคลื่อนย้ายหรือทำการขนส่งได้

3.3 สามารถนับจำนวนทดสอบหรือตรวจสอบได้

3.4 สามารถรอคอยการกระทำกิจกรรมอื่นหรือพักรอส่วนประกอบอื่นๆได้

3.5 สามารถเก็บไว้ได้

จากการใช้สัญลักษณ์แสดงการกระทำ 5 รูปแบบแล้วทำการเชื่อมโยงสัญลักษณ์ต่างๆ ด้วยเส้นเพื่อแสดงลำดับการเคลื่อนที่และกระบวนการของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุสามารถเขียนได้ในแผนภูมิ

ในการวิเคราะห์การทำงานใดๆ ถ้าได้มีการเห็นภาพการทำงานนั้นทั้งระบบอย่างกว้างๆเสียก่อน ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการที่จะวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงงานในรายละเอียดต่อไป การศึกษาอย่างกว้างๆ เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานของระบบจะสามารถทำได้โดยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) หรือ Outline Process Chart

แผนภูมิกระบวนการผลิต(Operation Process Chart) คือ แผนภูมิที่ทำการบันทึกกรรมวิธีอย่างกว้างๆ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของทั้งระบบโดยการบันทึกการทำงาน (Operation) และการตรวจสอบ (Inspection) ที่สำคัญทั้งหมดเรียงตามลำดับการเกิดก่อนหลัง

ในการสร้างแผนภูมิกระบวนการผลิตจะใช้สัญลักษณ์การบันทึกเพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ

◯ **การทำงาน (Operation)**

ใช้สำหรับบันทึกกิจกรรมที่เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกรรมวิธีหรือการทำงานใดๆ ที่วัตถุดิบถูกทำให้เปลี่ยนลักษณะคุณสมบัติหรือหมายถึงการประกอบวัตถุชิ้นนั้นเข้าเป็นชิ้นอื่นหรือหมายถึงการถอดแยกชิ้นงานหรือหมายถึงการตระเตรียมวัตถุชิ้นนั้นเพื่อขั้นตอนการทำงานชิ้นต่อไป

□ **ตรวจสอบ (Inspection)**

ใช้สำหรับการบันทึกกิจกรรมที่เป็นการตรวจสอบ ซึ่งหมายถึงเมื่อวัตถุถูกตรวจสอบในด้านคุณภาพว่าอยู่ในระดับที่พอใจหรือเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือเป็นการตรวจนับด้านปริมาณหรือจำนวน

นอกจากจะใช้สัญลักษณ์ทั้งสองในการบันทึกกิจกรรมที่เกิดขึ้นแล้วจะต้องมีคำอธิบายสัญลักษณ์กำกับไว้ทางด้านขวาของสัญลักษณ์ในแผนภูมิ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจนขึ้น คำอธิบายควรมีลักษณะสั้นแต่ได้ความชัดเจนสมบูรณ์ในตัวเองและถ้าสามารถทราบเวลาในการงานได้ก็ให้ใส่กำกับไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์

4. แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตและแผนภาพการไหล

(Flow Process Chart and Flow Diagram)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) คือแผนภูมิที่เขียนขึ้นเพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงาน หรือบันทึกขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบจนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกรายละเอียดทุกขั้นตอนของการทำงาน เพื่อการศึกษาปรับปรุงโดยการใช้สัญลักษณ์ 5 ตัวที่มีอยู่บันทึกรายละเอียดของงาน ดังตารางที่ 2.2

4.1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- แบบบันทึกขั้นตอนของการทำงานของคน (Man Type) เป็นแผนภูมิที่บันทึกเฉพาะขั้นตอนการทำงานของคนเพียงคนเดียวเท่านั้นที่เคลื่อนที่ผ่านไปมาตามขั้นตอนต่างๆ

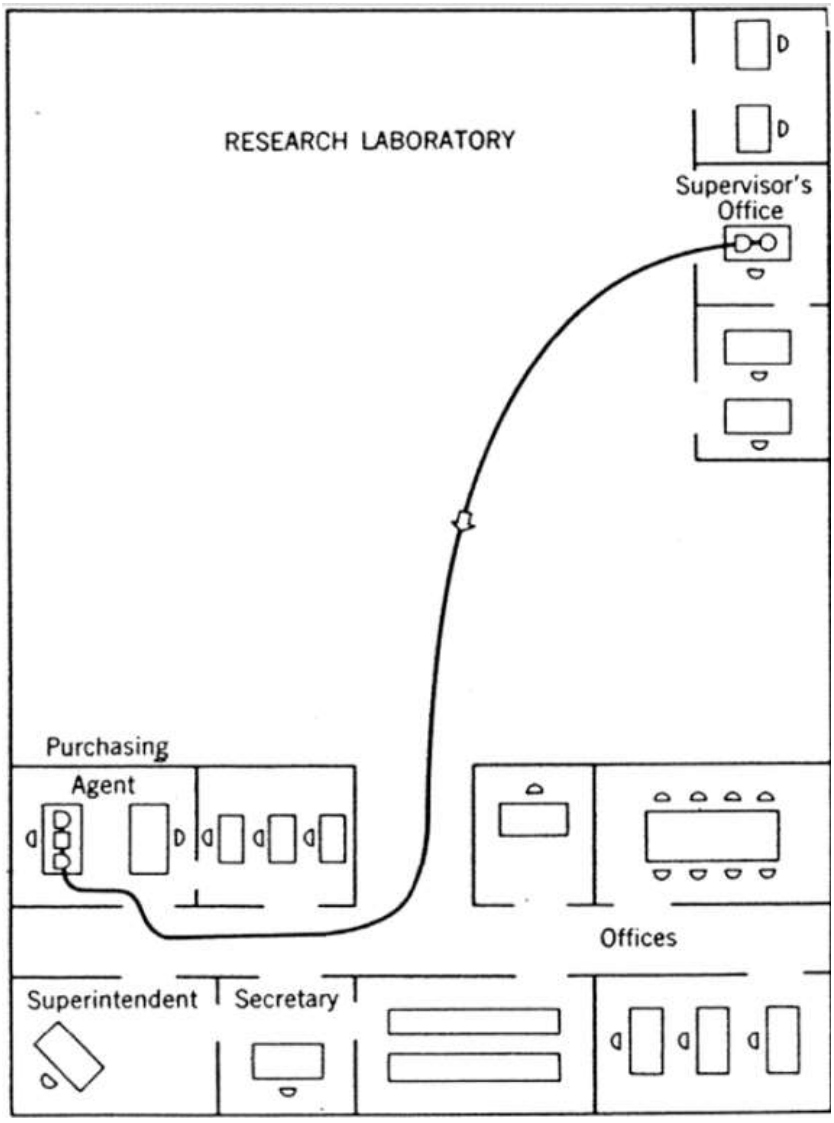
• แบบบันทึกขั้นตอนการแปรรูปของวัตถุดิบ (Material Type) เป็นแผนภูมิที่บันทึกเฉพาะขั้นตอนการแปรรูปหรือขั้นตอนวัตถุดิบ จะต้องผ่านหรือถูกกระทำในการแปรรูปของวัตถุดิบนั้นจนกระทั่งกลายเป็นผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต ควรมีการวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนย้ายลงในแผนภาพการไหล (Flow Diagram) เพื่อดูควบคู่กันไปให้เห็นภาพที่สมบูรณ์ขึ้น

4.2 แผนภาพการไหล คือ แผนภาพที่มีการจำลองสถานที่หรือผังของบริเวณที่ทำงานพร้อมตำแหน่งของแผนกงานหรือเครื่องจักรสำคัญลงในภาพ และแสดงเส้นทางการเคลื่อนย้ายพร้อมสัญลักษณ์ลงบนผัง ดังรูปที่ 2.9

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ Flow Process Chart								
แผนภูมิหมายเลข _____ แผ่นที่ _____ ของ ___			สรุปผล					
บริษัทฯ (โรงงาน / แผนก)			Activity		ปัจจุบัน		หลังปรับปรุง	ผลต่าง
			ปฏิบัติงาน	○	3		1	2
			เคลื่อนย้าย	⇨	4		1	3
กิจกรรม : การเรียงใบสั่งซื้อ			ล่าช้า	D	8		3	5
			ตรวจสอบ	□	2		1	1
			เก็บ	▽	0		0	0
วิธีดำเนินการ : ปัจจุบัน / ปรับปรุง			ระยะทาง		106		75	30
คำอธิบาย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
ใบสั่งซื้อเรียบร้อยโดยหัวหน้าแผนก (มี 3 Copy)			●	⇨	D	□	▽	
อนุมัติใบหัวหน้าแผนก (ตรวจสอบยอดสั่งซื้อ)			○	⇨	●	□	▽	
คัดเอกสารใบสั่งซื้อไปยังฝ่ายจัดซื้อ	75		○	■	D	□	▽	
อนุมัติใบสั่งซื้อ (ตรวจราคาอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติโดยฝ่ายจัดซื้อ			○	⇨	D	■	▽	
อนุมัติใบสั่งซื้อ (ตรวจใช้งบ สนง ใหญ่)			○	⇨	●	□	▽	
รวม	75		1	1	3	1	0	



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภาพการไหล

4.3 ประโยชนใชงานของแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

1. เปนแผนภูมิที่จำแนกกิจกรรมต่างๆ ออกจากกันเป็น 5 ประเภท โดยเริ่มจากกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม ไดแก การปฏิบัติงานไปจนถึงกิจกรรมที่ไมกอใหเกิดมูลค่า
2. แยกแยะกิจกรรมของพนักงานออกจากกิจกรรมที่ทำบนผลิตภัณฑ์ ทำให สามารถมองเห็นจุดเน้นในการวิเคราะหไดอยางชัดเจน
3. ใชควบคู่ไปกับแผนภาพการไหล จะชวยชี้ใหเห็นการรอคอยและระยะทางการเคลื่อนย้าย
4. สามารถใชแผนภูมิเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบแสดงผลกอนและหลังการปรับปรุง

4.4 ผลที่ได้จากการวางแผนการไหลของวัสดุที่ดี ได้แก่

1. ระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นผลผลิตเพิ่มขึ้น
2. เนื้อที่บริเวณใช้ประโยชน์ได้มากกว่าและดีกว่า
3. กิจกรรมการขนถ่ายวัสดุไม่ซับซ้อน
4. ใช้อุปกรณ์ได้ประโยชน์มากกว่าเวลาว่างเปล่ามีน้อย
5. ลดเวลาในกระบวนการผลิต
6. ลดคลังพัสดุในกระบวนการผลิต
7. ใช้แรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่า
8. ลดความเสียหายของผลิตภัณฑ์
9. ลดอุบัติเหตุ

5. แผนภูมิจาก-ไป (From-To Chart)

ผังเดินทาง (Travel chart) หรือ Cross Chart เหมาะกับการวิเคราะห์การไหลของวัสดุในกรณีผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดัดแปลงจากผังแสดงระยะทางในแผนที่ ประกอบด้วยจำนวนที่เป็นหน่วยวัด จำนวนการไหล ระยะทางหรือแสดงระดับความสัมพันธ์เชิงคุณภาพ แผนภูมิที่ดีต้องมีรายการแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานอยู่เหนือเส้นทแยงมุม ไม่มีการเคลื่อนที่ย้อนกลับ การวิเคราะห์ต้องเรียงหน่วยงานที่มีการติดต่อหรือขนถ่ายระหว่างกันมากๆ ให้อยู่ใกล้กัน ตัวอย่างการเขียนแผนภูมิจาก-ไปแสดงระยะทางขนถ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการขนถ่ายต่อวันได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภูมิจาก-ไปสรุประยะทางขนถ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการขนถ่ายต่อวัน

To/From	R.M.	Saw	Lathe	Drill	Mill	Ins.	Pkg.	F.G.	Total
R.M.		208		216					424
Saw			120		576				695
Lathe				160	528				688
Drill		95			80	268			464
Mill			128			832			960
Ins.		160					384		544
Pkg.								256	256
F.G.									0
Total	0	208	376	504	1184	1120	384	256	

2.2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม

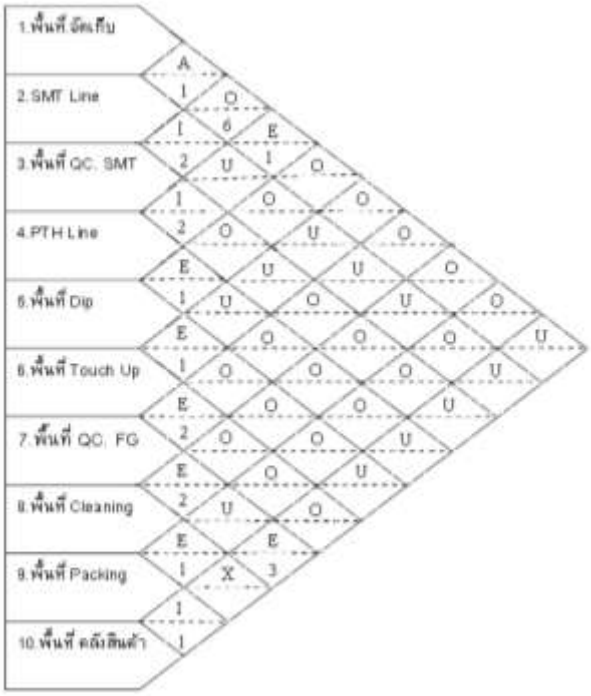
การวิเคราะห์การไหลแต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้เป็นวิธีการขั้นพื้นฐานที่ดีที่สุดสำหรับผังโรงงาน ยังมีเหตุผลเกี่ยวกับการไหลของวัสดุอีกหลายประการ ที่อาจถูกกำหนดโดยกระบวนการผลิตและไม่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาขั้นต้นสำหรับการจัดวางผังโรงงานได้ โดยต้องมีการนำส่วนเหล่านี้มาพิจารณาด้วย เช่น

- สนับสนุนการผลิตต่างๆ ต้องนำมาพิจารณาร่วมกับการดำเนินเกี่ยวกับการไหล เพื่อให้เกิดภาพรวมสำหรับการวิเคราะห์ทั้งหมด วิเคราะห์ถึงเหตุผลต่างๆ ที่มั่นใจว่าสามารถสนับสนุน พร้อมทั้งสามารถดำเนินการได้ เช่น การบำรุงรักษาสำนักงาน ตู้เก็บเสื้อผ้าและห้องพักผ่อน ตำแหน่งที่วางหม้อแปลง เป็นต้น สิ่งต่างๆ ดังกล่าวล้วนแล้วแต่ต้องมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสถานที่ปฏิบัติงาน ในแต่ละพื้นที่ โดยต้องมีทุกแผนกของผังโรงงาน ดังนั้นจึงต้องวางแผนให้มีอยู่ด้วย ซึ่งเห็นว่า สิ่งต่างๆ ดังกล่าว ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของการไหลวัสดุ
- ความถี่ของการไหลของวัสดุ ไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญโดยตรงสำหรับการหาความสัมพันธ์เนื่องจากอุตสาหกรรมบางประเภทน้ำหนักของวัสดุมีน้อยเกินไปที่จะขนส่งตลอดวัน เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุตสาหกรรมเจียระไนเพชร
- อุตสาหกรรมที่เป็นลักษณะบริการอย่างเดียว พื้นที่สำหรับสำนักงาน หรือพื้นที่สำหรับการซ่อมบำรุงรักษาไม่สามารถกำหนดการไหลของวัสดุได้แน่นอน ดังนั้นหลักการทั่วๆ ไปที่จะเสนอวิธีการหาความสัมพันธ์ของพื้นที่จะไม่อ้างถึงการไหลของวัสดุ
- สำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักมากๆ อิทธิพลจากการไหลของวัสดุประเภทนี้ต้องกำหนดเส้นทางการไหลในการวางผังโรงงาน การไหลของวัสดุไม่ได้เป็นองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว สำหรับการจัดกระบวนการทำงาน หรือจัดตำแหน่งเครื่องจักร โดยหลักการพื้นฐานแล้วแผนภูมิการไหลจะเป็นตัวกำหนดขั้นตอนการทำงาน หรือกำหนดแผนงานว่าอะไรควรอยู่ใกล้กันแต่การไหลของวัสดุเป็นเพียงเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้กิจกรรมต่างๆ อยู่ใกล้กัน แม้จะผ่านการวิเคราะห์ด้านการไหลมาแล้วก็ได้

1. แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

แผนภูมิความสัมพันธ์เป็นแบบฟอร์มตารางที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมที่ต้องการหาความสัมพันธ์ โดยมีคะแนนเป็นตัวแสดงระดับความสัมพันธ์ว่าแต่ละกิจกรรมสัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหน กิจกรรมใดที่มีความสัมพันธ์กันมากก็ให้ความสำคัญอันดับสูง พร้อมกันนั้นก็มีเหตุผลสนับสนุนถึงระดับความสัมพันธ์นั้น อีกการวัดระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ นั้น แผนภูมิความสัมพันธ์เป็นวิธีที่เหมาะสมในทางปฏิบัติมากกว่าวิธีอื่นๆ และเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนผังโรงงานในสำนักงานหรือพื้นที่ให้บริการที่มีการไหลของวัสดุน้อยมาก

แผนภูมิดังกล่าวจะบอกถึงความสำคัญของความสัมพันธ์ได้ในตัวเข้าใจง่ายดังเช่น กิจกรรมที่อยู่บนเส้นที่ลาดลงเส้นที่ 1 ตัดกับกิจกรรมที่เป็นตัวแทนอยู่บนเส้นที่เอียงขึ้นเส้นที่ 3 ก็แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่ 1 กับกิจกรรมที่ 3 ซึ่งส่วนที่ตัดกันจะได้เป็นกรอบที่แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละคู่ แนวความคิดพื้นฐานเหล่านี้สามารถแสดงให้เห็นได้ว่ากิจกรรมใดบ้างที่ควรอยู่ใกล้กันหรือห่างกัน โดยการกำหนดคะแนนเพื่อแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมนั้นๆตัวอย่างการเขียนแผนภาพ ดังรูปที่ 2.10



ค่า	ความสัมพันธ์
A	ต้องติดกัน
E	อยู่ใกล้กันที่สุด
I	ควรอยู่ใกล้กัน
U	ใกล้กันก็ได้
O	ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กัน
X	ห้ามอยู่ใกล้กัน

รหัส	เหตุผลสนับสนุนความสัมพันธ์
1	การไหลของวัสดุ
2	ง่ายต่อการแนะนำควบคุม
3	ใช้อุปกรณ์ร่วมกัน
4	การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์
5	มีการติดต่อกัน
6	ความสะดวก

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม

คะแนนที่แสดงค่าระดับความสัมพันธ์ กำหนดเป็น A , E , I , O , U และ X

ความสัมพันธ์ระดับ A แสดงระดับความสัมพันธ์ที่มีความจำเป็นต้องใกล้ชิดกันมากที่สุด ส่วนความสัมพันธ์ระดับ X แสดงระดับความสัมพันธ์ที่ไม่ต้องการให้กิจกรรมนั้นอยู่ใกล้กัน ส่วนความสัมพันธ์ระดับ A, E, I, O และ U นั้นจะแสดงดังรายละเอียดข้างล่าง

A = Absolutely Necessary: เป็นระดับความสัมพันธ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุด ต้องอยู่ติดกันหรือใกล้กันมากที่สุด อาจกล่าวได้ว่ามีระดับความสัมพันธ์มากที่สุด

E= Especially Important: เป็นระดับความสัมพันธ์พิเศษแต่น้อยกว่าความสัมพันธ์ระดับA หรือมีระดับความสัมพันธ์มาก

I = Important: เป็นระดับความสัมพันธ์แบบน้อยกว่าความสัมพันธ์ระดับ E หรือมีระดับความสัมพันธ์

O = Ordinary: เป็นระดับความสัมพันธ์แบบน้อยกว่าความสัมพันธ์ระดับ I หรือมีระดับความสัมพันธ์น้อย

U = Unimportant: เป็นความสัมพันธ์ที่ไม่มีความสัมพันธ์ มีระดับความสัมพันธ์น้อยที่สุดหรือแทบจะไม่มีระดับความสัมพันธ์เลย หรืออิสระต่อกัน

X = Undesirable: เป็นความสัมพันธ์ในทางลบกิจกรรมคู่ใดที่ถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระดับ X แสดงว่าไม่ต้องการให้กิจกรรมคู่นั้นอยู่ใกล้กัน

A , E , I , O และ U เป็นตัวอักษรที่คนส่วนใหญ่จำได้ง่ายจึงใช้เป็นคะแนนเมื่อกำหนดค่าระดับความสัมพันธ์

กิจกรรมใดที่มีความสัมพันธ์มากก็จะมีเหตุผลสนับสนุน เหตุผลแต่ละข้อจะใช้รหัสตัวเลขเขียนลงในแผนภูมิความสัมพันธ์ พร้อมกันนั้นก็ยังมีคำอธิบายเหตุผลตามรหัสต่างๆ โดยอธิบายลงในกรอบเหตุผลอยู่ทางขวามือด้านล่างของแผนภูมิ

ส่วนรหัสตัวเลขที่เขียนลงในกรอบแสดงความสัมพันธ์ครึ่งล่างนั้นอาจมีเหตุผลสนับสนุน 2 หรือ 3 เหตุผลก็ได้ แต่ไม่ควรมีมากเกินไป อย่างไรก็ตาม เหตุผลทั้งหมดที่สนับสนุนความสัมพันธ์ใกล้หรือไกลของกิจกรรมควรมีประมาณ 8-10 เหตุผล ต่อการวิเคราะห์ 1 โครงการหรืออาจจะมีมากกว่าแล้วแต่ความจำเป็น ลักษณะเหตุผลที่มีความเป็นไปได้สำหรับการสนับสนุนระดับความสัมพันธ์ต่างๆ มีดังนี้

1. การไหลของวัสดุ
2. ความต้องการติดต่อส่วนบุคคล
3. ใช้อุปกรณ์เหมือนกัน
4. ใช้ข้อมูลร่วมกัน
5. ใช้พนักงานร่วมกัน
6. สะดวกต่อการควบคุมดูแล
7. ต้องการติดต่อกันบ่อยครั้ง
8. ต้องการการบริการเร่งด่วน
9. ประหยัดการติดตั้งระบบสิ่งอำนวยประโยชน์
10. ใช้สาธารณูปโภคร่วมกัน
11. ประสานงานเอกสารร่วมกัน
12. ความต้องการทางด้านการจัดการหรือความสะดวกของบุคคล

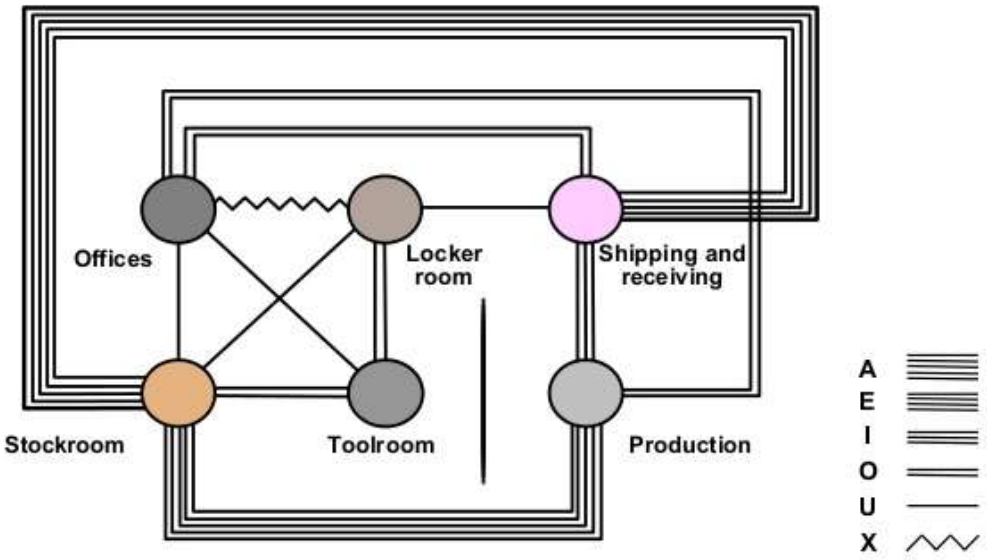
2. แผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship Diagram)

แผนภาพความสัมพันธ์เป็นแผนภาพเพื่อแสดงให้สามารถมองเห็นตำแหน่งของกิจกรรมต่างๆ ว่าควรอยู่ที่ใด โดยนำข้อมูลที่ได้ทำการแจกแจงระดับความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมต่างๆ จากแผนภูมิความสัมพันธ์ เพื่อนำมาเปลี่ยนเป็นการจัดแผนภูมิตามรูปแบบทางภูมิศาสตร์

การเขียนแผนภาพความสัมพันธ์จะเริ่มจากการเลือกเอาคู่กิจกรรมที่มีระดับความสัมพันธ์มากที่สุด (ความสัมพันธ์ระดับ A) มาเขียนก่อนและความสัมพันธ์ระดับรองลงมาตามลำดับจนกระทั่งคู่กิจกรรมที่มีระดับความสัมพันธ์น้อยที่สุดจะเขียนในขั้นตอนสุดท้าย โดยสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในแผนภาพความสัมพันธ์นั้นจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเดียวกับการเขียนแผนภูมิขบวนการผลิต การเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมแต่ละคู่จะเชื่อมโยงด้วยจำนวนเส้นจำนวนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และตัวอย่างการเขียนแผนภาพดังรูปที่ 2.11

ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์และรหัสต่างๆที่ใช้ประกอบการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์

รหัสอักษร	คะแนน	จำนวนเส้น	ระบบความสัมพันธ์	รหัสสี
A	4		ความสำคัญสมบูรณ์	แดง
E	3		ความสำคัญพิเศษ	ส้มเหลือง
I	2		มีความสำคัญ	เขียว
O	1		ธรรมดา	น้ำเงิน
U	0		ไม่สำคัญ	ไม่มีสี



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์

2.2.5 การพิจารณาด้านการขนถ่ายวัสดุ (Material Handling)

การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ต้องอาศัยการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน

1. องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ ในระบบการขนถ่ายวัสดุควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

1.1 การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือคือการเคลื่อนย้าย วัสดุ - สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุสินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไปทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

1.2 เวลา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่งเป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่า สูงต่ำแค่ไหนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องนอกจากนั้นเวลายังเป็นกำหนดการของการเคลื่อนที่โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทางหรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

1.3 ปริมาณ วัสดุ-สินค้า ที่ต้องเคลื่อนที่ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่างๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบและประหยัดค่าใช้จ่าย

1.4 เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุ จำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับตั้งกลไกของระบบการขนถ่าย เนื้อที่สำหรับวางของรอการขนถ่าย เป็นต้น

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการดังกล่าวต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป

2. **รูปแบบการขนถ่ายวัสดุ**สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ

2.2 ระบบทางตรง (Direct System) วัสดุเคลื่อนย้ายจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางโดยตรงในระยะทางที่สั้นที่สุด เหมาะสำหรับวัสดุที่มีความเข้มของการไหลสูงและระยะทางสั้นหรือพอประมาณ ระบบนี้โดยทั่วไปแล้วเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุดเหมาะสำหรับการขนย้ายวัสดุชนิดพิเศษและต้องการความเร่งด่วน

2.3 ระบบทางอ้อม (Indirect System)

- ระบบรับ-ส่งตลอดเส้นทาง (Canal System) ระบบรับ-ส่งผ่านจุดที่เกี่ยวข้องเคลื่อนย้ายจากจุดที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตลอดเส้นทางไปยังจุดปลายทางเดียวกัน โดยใช้เส้นทางและอุปกรณ์การขนถ่ายเดียวกัน
- ระบบผ่านศูนย์รวม วัสดุชนิดต่างๆ เคลื่อนย้ายจากจุดหรือพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นจุดทางด้านข้างมาผ่านศูนย์กลางเพื่อทำการคัดเลือกตรวจสอบจากนั้นจึงส่งไปยังจุดปลายทาง เหมาะสำหรับวัสดุที่มีความเข้มของการไหลต่ำและระยะทางยาวพอประมาณหรือระยะไกล ระบบนี้จะมีความประหยัดและเหมาะสำหรับโรงงานที่มีพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมและต้องการเน้นถึงการควบคุม

ผู้วางแผนต้องเลือกระบบการขนถ่ายวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมหลายๆ ระบบทั้งนี้เพื่อวางแผนสำหรับการกำหนดอุปกรณ์และภาชนะรองรับอันหมายถึง วิธีการขนถ่ายวัสดุเหล่านี้ต้องพิจารณารวมในแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ด้วย ซึ่งจะต้องปรับจัดให้ผังโรงงานนี้เป็นที่รองรับการวิเคราะห์การไหลของวัสดุด้วยเทคนิคต่างๆ ที่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่ระหว่างบนเส้นโค้ง P-Q ดังนั้นการขนถ่ายวัสดุสามารถทำได้หลายวิธี

3. **จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุ** แบ่งได้เป็น 4 ประการคือ

3.1 การลดต้นทุน ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ และลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตที่จะส่งเสริมให้ระบบการผลิตใช้เวลาการผลิตน้อยที่สุด

3.2 การเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน ช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดของการใช้พื้นที่ ลดระยะทางและเวลาการขนถ่ายวัสดุ และสามารถใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ให้สูงสุด

3.3 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน ช่วยส่งเสริมให้ทำงานง่ายและสะดวกขึ้น

3.4 การปรับปรุงเพื่อส่งเสริมการขาย ช่วยให้บริการที่รวดเร็วขึ้น

2.2.6 การเลือกผังโรงงาน (Selecting the Layout)

ผลจากการวางผังโรงงานอย่างมีระบบซึ่งดำเนินการตามหลักของ SLP นั้น จำเป็นต้องทำการวางแผนผังโรงงานหลายๆ แบบหรือหลายๆ แผน แต่ละแผนเป็นจะต้องมีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติและสามารถดำเนินการได้ดี อย่างไรก็ตามแต่ละแผนต่างมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ปัญหาก็คือเราต้องตัดสินใจเลือกแผนหนึ่งที่เหมาะสมที่สุด

หลักการเลือกผังโรงงาน โดยการพิจารณาขั้นพื้นฐานเพื่อประกอบการเลือกผังโรงงานมี 3 วิธี

1. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดจากทั้ง 3 วิธี โดยการเขียนข้อดีและข้อเสียของผังโรงงานแต่ละแผน เป็นการเปรียบเทียบแบบง่ายโดยให้ระดับคะแนนและใช้เวลาไม่มากนัก โดยการให้คะแนนจะแสดงความสำคัญของข้อดีและข้อเสียแต่ละข้อเรียงตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เปรียบเทียบได้ว่าผังโรงงานแบบใดมีข้อดีในแต่ละด้านเป็นอย่างไร

2. ให้คะแนนโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ

การวิเคราะห์องค์ประกอบจะดำเนินการตามแนวความคิดที่พยายามแยกแยะปัญหาในแง่มุมต่างๆ แล้วทำการวิเคราะห์ทีละปัญหา ซึ่งสามารถสรุปเป็นหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1 เขียนรายการองค์ประกอบต่างๆ ที่พิจารณาแล้วเห็นว่ามีความสำคัญต่อผังโรงงานนั้นๆ หรือมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกผังโรงงาน

2.2 กำหนดน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละตัวตามความสำคัญและสัมพันธ์กันโดยเปรียบเทียบกับตัวอื่นๆ

2.3 ให้คะแนนตามแผนต่างๆที่นำมาพิจารณาตัดสินใจเลือกโดยเปรียบเทียบในองค์ประกอบเดียวกันและเวลาเดียวกัน

2.4 คิดน้ำหนัก และค่าระดับคะแนนที่ให้แล้วนำมาคูณกัน จากนั้นก็รวมคะแนนของแต่ละแผนจากคะแนนของทุกองค์ประกอบ แล้วนำคะแนนรวมมาเปรียบเทียบ

3. เปรียบเทียบเงินลงทุน

การวิเคราะห์ด้านเงินลงทุนไม่ได้เป็นเรื่องสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ แต่เป็นตัวเสริมวิธีการประเมินผล การวิเคราะห์ด้านเงินลงทุนมีเหตุผลที่แตกต่างกัน 2 กรณี แม้ว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้ง 2 กรณีนั้นเป็นข้อมูลเดียวกัน กรณีแรก เป้าหมายเพื่อแสดงถึงรายละเอียดของโครงการ เพื่อแสดงถึงความประหยัด กรณีที่สอง เพื่อทำการเปรียบเทียบทางเลือกของโครงการที่เสนอในแต่ละโครงการ หลักการพิจารณาคือ ผู้วางแผนต้องจำแนกค่าใช้จ่ายประเภทต่างๆ อย่างเป็น

ระบบและมีความเข้าใจในเรื่องประเภทค่าใช้จ่าย หากว่าจำแนกประเภทค่าใช้จ่ายไม่ถูกต้องก็จะนำผลการวิเคราะห์ไปสู่ความผิดพลาด ดังนั้นอาจให้นักบัญชีเป็นผู้เริ่มวิเคราะห์ให้ก่อน

2.2.8 แนวทางการปฏิบัติในการปรับปรุงผังโรงงาน

1. ศึกษาสภาพผังโรงงานปัจจุบันในการปรับปรุงผังโรงงานจะต้องมีการศึกษาสภาพของผังโรงงานปัจจุบันเสียก่อนว่าผังโรงงานที่มีอยู่มีปัญหาหรือไม่ เพื่อจะได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงต่อไปในการศึกษาสภาพโรงงานปัจจุบันได้ดังนี้

1.1 เก็บรวบรวมผังโรงงานเก่าเท่าที่จะหาได้หรือที่มีอยู่ให้ตรวจสอบดูว่าสภาพผังโรงงานที่เป็นอยู่จริงเป็นไปตามผังที่มีอยู่หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามผังที่มีอยู่ก็ให้ทำการแก้ไขให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง

1.2 ศึกษาสภาพการไหลของวัสดุและสิ่งของต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริงๆ ในโรงงานโดยใช้แผนภูมิหรือแผนผังต่างๆ และเพื่อความรวดเร็วในการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานที่เป็นอยู่ว่าถูกต้องหรือไม่ควรนำเอาแผนภูมิการทำงาน (Operation Process Chart) มาใช้หลังการใช้แผนภูมิการทำงานเห็นว่าขั้นตอนการผลิตถูกต้องเหมาะสมดีแล้วใช้แผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) เข้ามาศึกษารายละเอียดซึ่งจะใช้เวลาในการศึกษามากขึ้น ทำให้ทราบเวลาที่ใช้ไปเข้ามาศึกษาในรายละเอียดซึ่งจะใช้เวลาในการศึกษามากขึ้น ทำให้ทราบเวลาที่ใช้ไปในการผลิตในการตรวจสอบในการรอคอยและในการขนถ่ายลำเลียงตามที่จุดต่างๆ ว่าเป็นอย่างไรหลังจากการเขียนแผนผังเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำให้เห็นว่าการไหลเรียบร้อยหรือไม่มีคอขวดเกิดขึ้นที่ใด การเขียนแผนผังควรจะทำทันทีเลยหลังจากที่ได้แผนผังเก่า

ในการศึกษาสภาพการไหลของวัสดุจะต้องมีการศึกษาการขนถ่ายลำเลียงไปพร้อมๆ กันด้วยเพราะการขนถ่ายลำเลียงที่ดีควรใช้เวลาในการขนถ่ายน้อยที่สุด ประหยัดเนื้อที่มากที่สุด ดังนั้นจึงพยายามปรับปรุงให้มีการขนถ่ายลำเลียงเกิดขึ้นเท่าที่จำเป็น สภาพชี้บ่งบอกว่าค่าการขนถ่ายลำเลียงที่เกิดขึ้นสูงคือ

- เมื่อระยะทางการลำเลียงต่อรอบการผลิตสูง
- เมื่อมีคนงานที่ใช้ในการลำเลียงมากกว่าคนงานที่ทำการผลิต
- เมื่อมีการขนถ่ายลำเลียงของหนักมากโดยปราศจากเครื่องทุ่นแรง
- เมื่อคนงานที่ชำนาญใช้เวลาค่อนข้างมากในการขนถ่ายลำเลียงเอง
- เมื่อคนงานจะต้องขนถ่ายลำเลียงของในลักษณะเดียวกันตลอดวัน
- เมื่อเวลาขนถ่ายลำเลียงมากกว่าเวลาผลิต
- เมื่อเกิดความล่าช้าในการลำเลียงและเกิดอุบัติเหตุบ่อย
- เมื่อเกิดความล่าช้าในการส่งของทั้งๆที่ของพร้อมที่จะส่ง

นอกจากนี้ต้องมีการพิจารณาถึงส่วนสนับสนุนการผลิตด้วย เช่น ห้องน้ำ ล็อคเกอร์ เครื่องตอกบัตรลงเวลา โกดัง หน่วยซ่อมบำรุงรักษา หน่วยตรวจสอบและประกันคุณภาพ เป็นต้น เพื่อให้การไหลของทั้งคนและวัสดุสิ่งของเกิดขึ้นน้อยที่สุดและเกิดความพอใจแก่คนงานสูงสุด

เก็บบันทึกรวบรวมข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับสภาพผังโรงงานปัจจุบัน เช่น ค่าแรง ค่าวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายทั่วไป เป็นต้น โดยผู้ออกแบบสามารถหาได้จากแผนกบัญชีต้นทุนและแผนกวิศวกรรมอุตสาหกรรมสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรต่างๆ เช่น เครื่องจักร คนงาน สัดส่วน

ของเนื้อที่ที่ใช้ผลผลิตต่อชั่วโมง แรงงานและผลผลิตต่อเครื่องและผลผลิตวัสดุที่ใช้ เป็นต้น จะใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างผังโรงงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงว่าดีขึ้นหรือไม่อย่างไร

2. วิเคราะห์ปัญหาหลักจากการศึกษาและวิเคราะห์สภาพผังโรงงานปัจจุบันทำให้ทราบว่าผังโรงงานเป็นอย่างไรควรจะต้องแก้ไขปรับปรุงหรือไม่ในการศึกษาและวิเคราะห์อาจจะได้ข้อมูลมาดังนี้ คือ

- ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของโรงงานมีหรือไม่
- การไหลของสิ่งของต่อเนื่องหรือไม่
- มีคอขวดเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหรือไม่
- มีการไหลกับไปกลับมามากเกินไปหรือไม่
- มีการขนถ่ายลำเลียงมากและบ่อยเกินจำเป็นหรือไม่
- รูปแบบการไหลของสิ่งของง่ายหรือซับซ้อน
- การผลิตในขั้นตอนไหนใช้เวลามากเกินจำเป็น
- ขั้นตอนการผลิตถูกต้องหรือไม่
- เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละชิ้นส่วน
- เวลาสูญเปล่าเนื่องจากการรอที่เกิดขึ้นในการผลิต
- จำนวนและประเภทของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
- เปอร์เซ็นต์ของเสียแยกตามประเภทของเสีย
- สัดส่วนของต้นทุนจากค่าแรงค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายอื่นๆต่อต้นทุนรวม
- ผลผลิตของแรงงานและวัตถุดิบ
- เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรซึ่งมีเครื่องจักรแรงงานและเนื้อที่

ในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาทางเลือกที่ดีกว่าอาศัยการตั้งคำถามและหาคำตอบจากคำถามที่ตั้ง คือ การใช้ 5W และ 1H การรวบรวมและตอบคำถามมากมายด้วยก็จะทำให้ได้แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานให้ดีขึ้นได้เมื่อได้วิธีและขั้นตอนการผลิตที่ดีแล้วค่อยปรับปรุงและออกแบบการไหล

3. ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงหลังจากที่ได้วิเคราะห์ปัญหาหลักและปัญหาอื่นๆ แล้วให้ได้แนวทางแก้ไขหลายวิธี เช่น ต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตเพื่อลดขั้นตอนการผลิต เพิ่มจำนวนห้องและหรือเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเปลี่ยนแปลงเครื่องมือและวิธีการขนถ่ายลำเลียง และเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องมือหรือเครื่องจักรเพื่อลดระยะเวลา

4. ประเมินผลทางทฤษฎีตามทฤษฎีของการออกแบบผังโรงงาน เป้าหมายหลักคือให้ได้มาซึ่งผลผลิตสูงสุดและต้นทุนต่ำสุด คือ ให้มีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือปัจจัยต่างๆให้เป็นสินค้าหรือบริการที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและเสียแรงงานน้อยที่สุดหรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดผังโรงงานจำเป็นที่จะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี เพื่อให้มีการเปลี่ยนปัจจัยเป็นสินค้าโดยใช้เวลาสั้นและระยะทางของการขนถ่ายลำเลียงสั้น แผนผังโรงงานที่ปรับปรุงแล้วหลายผังเพื่อได้รับการเลือกนั้นเป็นผังโรงงานที่ดี เด่นกว่ากันจริงๆ โดยวิธีการประเมินจะมีทั้งการประเมินเชิงปริมาณและการประเมินเชิงคุณภาพ

การประเมินเชิงปริมาณเป็นการประเมินเชิงตัวเลขหรืออาจจะประเมินในเชิงเศรษฐศาสตร์การประเมินนี้อาจประเมินเปรียบเทียบดังนี้

- ระยะทางขนถ่ายลำเลียงทั้งหมดที่เกิดขึ้น
- ต้นทุนการผลิต
- ผลผลิตของวัตถุดิบ
- ผลผลิตของเครื่องจักร
- สัดส่วนของเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ในการผลิต

การประเมินเชิงคุณภาพใช้วิธีเดียวกับการประเมินเลือกทำเลที่ตั้ง แต่ปัจจัยที่พิจารณาเปรียบเทียบกันจะเป็นรูปแบบการไหลความประหยัดการไหลย้อนกลับความพอใจของคนงานและความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นต้น

5. ดำเนินการตามผังโรงงานที่เลือกและตรวจสอบประสิทธิผล เมื่อคัดเลือกผังโรงงานที่ดีที่สุดแล้วก็วางแผนการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรและทำการเคลื่อนย้ายให้เป็นไปตามผังโรงงานที่เลือก เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยให้เริ่มการผลิตไปสักระยะหนึ่ง หลังจากนั้นทำการสังเกตและตรวจสอบดูว่าการผลิตเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น การไหลยังไม่ต่อเนื่องเท่าที่ควรยังมีของรออยู่ทั่วโรงงานมากเกินไป ยังเกิดคอขวดบางจุดการควบคุมยังไม่ทั่วถึงเป็นต้น ซึ่งข้อบกพร่องเล็กๆ น้อยๆ ย่อมมีเสมอเพราะไม่มีผังโรงงานใดที่จะมีความสมบูรณ์แบบ เมื่อนำมาใช้ในทางปฏิบัติดังนั้นให้จดบันทึกข้อบกพร่องต่างๆ ไว้เพื่อทำการแก้ไขต่อไป

6. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเล็กๆน้อยๆหลังจากจดบันทึกข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นของผังโรงงานแล้วให้ทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุของข้อบกพร่องที่หลงเหลืออีกครั้งหนึ่ง การวิเคราะห์ปัญหาพร้อมทั้งหาคำตอบที่ดีสำหรับข้อบกพร่องต่างๆ เหล่านั้น จากนั้นทำการแก้ไขและรอดูผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ไข

2.3 การปรับปรุงผังแบบ CRAFT

เพื่อให้วางแผนผังโรงงานได้อย่างละเอียดและปรับปรุงได้ง่ายนั้น สิ่งสำคัญคือไม่มีวิธีการใดที่จะใช้เพื่อวางแผนผังให้ได้ดีที่สุด แต่พยายามมองว่าวิธีการใดที่เหมาะสมใช้เวลาในการวางแผนไม่มากและเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงจนเกินไป วิธีการที่จะทำให้เห็นมองเห็นภาพผังโรงงานได้อย่างชัดเจนมีหลายวิธีการ เช่น การเขียนแบบจำลองย่อส่วน การทำหุ่นจำลอง และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางผังซึ่งการใช้โปรแกรมในการวางผังเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันเริ่มคิดค้นเมื่ออุตสาหกรรมเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การวางผังโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างจริงจังอีกครั้งหนึ่ง บทบาทของการใช้วิธีวางผังด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรู้ถึงเงื่อนไขและหลักเกณฑ์ต่างๆ ในการวางผังได้ แต่เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้คำนวณได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำเท่านั้น
2. คนรู้เงื่อนไขและหลักเกณฑ์ในการวางผังโรงงาน แต่ไม่สามารถคำนวณได้รวดเร็วและแม่นยำเท่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ไม่ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ทำการการวางผังทั้งหมด แต่ควรนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยวางแผนเท่านั้น

วิธี CRAFT (Computerized Relative Allocation Facilities Technique, CRAFT) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการปรับปรุงผังโรงงานเดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งบ่อยครั้งที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องทำการวางผังใหม่ เนื่องจากการขยายกำลังการผลิตหรือการปรับปรุงเครื่องจักร ดังนั้นในกรณีที่เป็นโรงงานขนาดใหญ่ การวางผังใหม่โดยดูด้วยสายตาจึงเป็นงานที่ทำได้ยาก

วัตถุประสงค์ของวิธี CRAFT คือ ทำการวางผังให้มีค่าเคลื่อนย้ายที่น้อยที่สุด โดยวิธีสับเปลี่ยนตำแหน่งของแผนก 2 แผนกที่มีพื้นที่เท่ากันหรืออยู่ติดกัน ให้ได้รูปแบบผังโรงงานหลายๆ แบบขึ้นมาเพื่อหารูปแบบผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด ลดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่ให้ผลการปรับปรุงที่ดีที่สุด ข้อมูลเริ่มต้นของวิธี CRAFT ประกอบด้วย ผังปัจจุบันที่แสดงพื้นที่ของแต่ละแผนก และผังแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ (From-to Chart) จากนั้น CRAFT จะเริ่มทำงานโดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนด้วยกันคือ

ขั้นที่ 1 โปรแกรมจะหาศูนย์กลางของแผนกต่างๆ ที่มีอยู่เดิมแล้วจะคำนวณระยะตั้งฉากระหว่างศูนย์กลางของแต่ละแผนก แล้วทำการสร้างตารางระยะทาง (Distance Matrix) ซึ่งจะบันทึกไว้

ขั้นที่ 2 โปรแกรมจะคำนวณค่า ปริมาณ-ระยะทาง (Quantity-Distance Matrix) โดยคูณค่าผังแสดงการเคลื่อนที่ (From-to Chart) กับค่าในตารางระยะทาง (Distance Matrix)

ขั้นที่ 3 ในขั้นนี้โปรแกรมจะปรับปรุงผังเดิมโดยสับเปลี่ยนแผนกที่มีพื้นที่เท่ากันหรืออยู่ติดกัน และจะทำการประเมินค่าปริมาณ-ระยะทาง ไว้ด้วย

ขั้นที่ 4 ในกรณีที่โปรแกรมหาผังที่ให้ค่าปริมาณ-ระยะทาง ที่ต่ำกว่าไม่ได้ โปรแกรมก็จะหยุดทำงาน แต่ถ้ายังปรับปรุงได้ก็จะทำต่อไปจนกว่าจะได้ค่าที่ต่ำสุดและจะถือเป็นผังที่ปรับปรุงแล้วนี้เป็นฐานในการวางผังเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ในการวางผังเพิ่มเติมนี้ โปรแกรมจะคำนวณศูนย์กลางของแต่ละแผนกพร้อมทั้งระยะทางตั้งฉากระหว่างแผนก เช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 1 แล้วสร้างตารางระยะทางใหม่ จากนั้นก็ย้อนไปตามขั้นตอนที่ 2 จนถึงขั้นตอนที่ 4 แล้วก็จะหยุด

2.4 ทฤษฎีการจำลองสถานการณ์

เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการจำลองของระบบงานจริงแล้วดำเนินงานใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินผลการใช้วิธีต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์ คือแบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานของระบบงานจริงๆ เพราะเหตุว่าจะทำให้เราสามารถทราบความเป็นมาของพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและส่วนประกอบต่างๆ ในระบบงานรวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเราได้มีวิธีการใหม่ๆ เข้าไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาสามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพของการดำเนินงานเนื่องจากตัวแปรได้ถูกออกแบบมาให้เห็นอยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์นั่นเอง

2.4.1 ชนิดของแบบจำลองสถานการณ์ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. การจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) มีลักษณะที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบแถวคอย (Queuing) เช่น การให้บริการแก่ลูกค้าที่ต้องการรอคอยอยู่ในแถวคอย (Waiting Line) ตัวอย่างเช่น การรอเพื่อเข้ารับบริการที่จะใช้ตู้เอทีเอ็ม นั่นถือว่าเป็นลูกค้ามารอคอยการให้บริการตู้เอทีเอ็มถือว่าเป็นจำนวน สถานที่ๆ ใช้บริการสิ่งที่ระบบแถวคอยสนใจ คือ เวลาการมาถึงของลูกค้าและช่วงเวลาที่ต้องให้บริการแก่ลูกค้านั้น จึงก่อให้เกิดเป็นเหตุการณ์ที่สุ่มได้ (Random Event) เพื่อนำมาใช้กับวิธีทางคณิตศาสตร์คือความน่าจะเป็นและสถิติเพื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้และความยาวของแถวคอย โดยใช้คอมพิวเตอร์คำนวณหาการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

2. การจำลองสถานการณ์แบบต่อเนื่อง (Continuous) มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง อันเกิดจากเวลาและการจำลองสถานการณ์แบบต่อเนื่องนั้นไม่สามารถจำกัดอยู่แต่ตัวเลขได้ เช่น การลำเลียงแร่ธาตุจากเหมืองไปสู่เรือบรรทุกโดยรางหรือลักษณะของเครื่องลำเลียง (Conveyer) เป็นต้น เทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้มีอยู่หลายชนิดแต่ส่วนใหญ่จะเป็นสมการเชิงเส้นและมีสัมประสิทธิ์ที่คงที่

2.4.2 รูปแบบของแบบจำลองสถานการณ์ แบบจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งตามลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของแบบจำลองได้ 5 ประเภทดังนี้

1. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Model) เป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบจริงๆ อาจมีขนาดเท่ากับของจริงเล็กกว่าของจริงหรือใหญ่กว่าของจริงอาจเป็นแบบจำลองของระบบงานจริงในมิติใดมิติหนึ่ง (One-Dimension or Two-Dimension) หรือทั้งสามมิติ (Tree-Dimension) ตัวอย่างแบบจำลองประเภทนี้คือเครื่องยนต์ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมรรถนะก่อนการผลิตจริงแบบจำลองผังโรงงานเป็นต้น

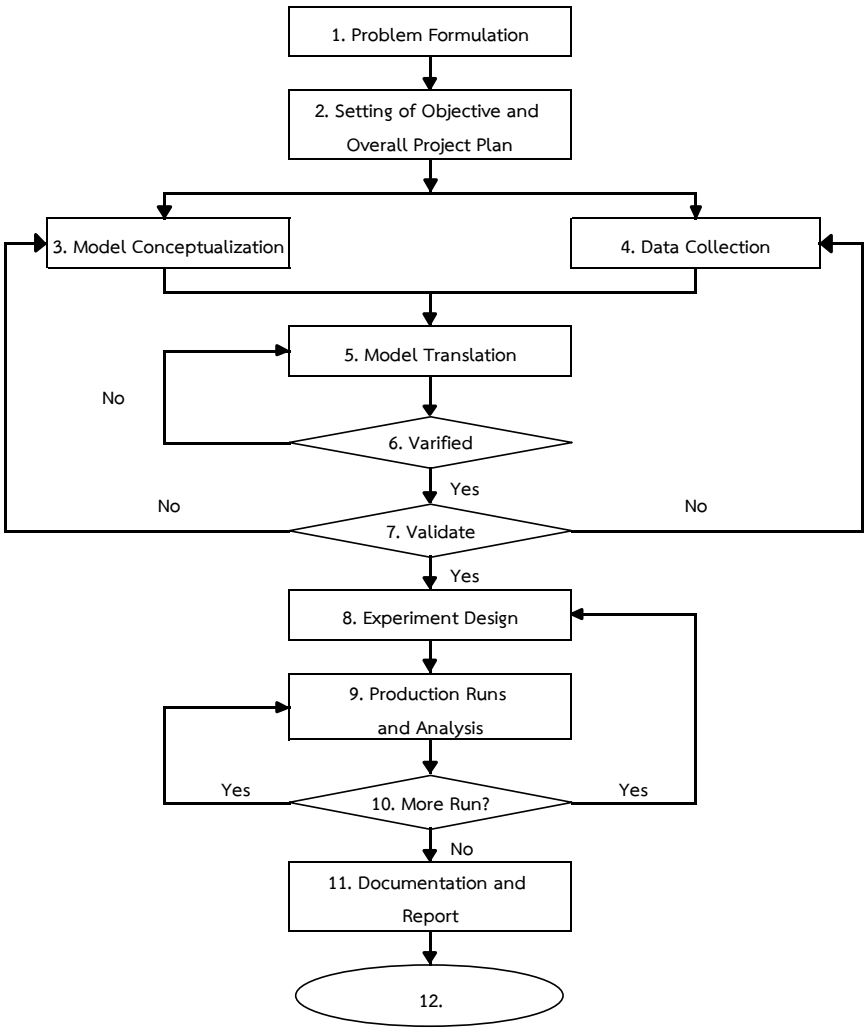
2. แบบจำลองอนาลอก (Analog Model) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริงตัวอย่างแบบจำลองประเภทนี้ คือ อนาลอกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมเคมีซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าซึ่งแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ บอกให้รู้ถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุในระบบงานจริงการใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่วัดค่าได้เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการผลิตกับจำนวนสินค้าที่ผลิต ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ขนาดความยาวของเส้นกราฟแสดงค่าของเงินหรือจำนวนสินค้าเป็นต้น

3. เกมการบริหาร (Management Games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Model) ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ธุรกิจสงครามการลงทุนเป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงผลถ้ามีการตัดสินใจแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ

4. แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์โปรแกรมซึ่งก่อนที่จะมาเป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรมแบบจำลองปัญหาอาจอยู่ในรูปของแบบจำลองแบบใดแบบหนึ่งที่กล่าวมาทั้งหมด

5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบงานจริงเช่นให้ X แทนค่าใช้จ่าย Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต

ในระบบงานจริงมีความยุ่งยากซับซ้อนซึ่งการใช้แบบจำลองของระบบงานอาจใช้แบบจำลองหลายประเภทร่วมกัน ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 12 ขั้นตอนดังแสดงรายละเอียดและสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

2.4.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง

1. การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มแรกที่สำคัญของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เป็นการกำหนดขอบเขตและวิธีวัดผลของการศึกษาวิจัย

2. การตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองตามรูปแบบปัญหา

3. การสร้างแบบจำลองจากลักษณะของระบบงานที่ต้องการทำการศึกษา เขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา

4. การจัดเตรียมข้อมูลวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้

5. การแปรรูปแบบจำลองโดยการแปลงแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

6. การทดสอบความถูกต้องเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ผู้เขียนหรือผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่า แบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้มีหลายวิธี ได้แก่

- การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในระบบงานนั้นๆ ว่าองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองมีพฤติกรรมต่างๆ มีความสอดคล้องกับระบบงานจริงหรือไม่
- การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลองเป็นการทดสอบความถูกต้องของกลไกภายใต้แบบจำลองโดยการใส่เงื่อนไข แล้วดูความแปรปรวนว่ามากน้อยแค่ไหนถ้ามีความแปรปรวนมากแบบจำลองนั้นก็ไม่ควรจะถูกต้องและแก้ไข
- การทดสอบความถูกต้องของตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นการทดสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างไร

7. เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับระบบงานจริงทั้งนี้ โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงที่เงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกัน การวิเคราะห์กระทำโดยใช้เทคนิคทางสถิติ

8. การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลและทำการประมวลผลกี่รอบ

9. การทดลองประมวลผลเป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการและได้ผลการทดลองออกมา ซึ่งการตีความผลการทดลองคือตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาและทำการแก้ไขปัญหาได้ผลออกมาเป็นอย่างไร

10. ต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้ง

11. นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้คือเลือกวิธีที่แก้ปัญหาที่เหมาะสมไปใช้กับระบบงานจริง

12. จัดทำเป็นเอกสารการใช้งานเป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำโครงสร้างและวิธีการใช้งานเป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำโครงสร้างและวิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งานเพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน

ข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของการใช้แบบจำลองปัญหา

การจำลองปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆ อันจะเกิดจากระบบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจจะต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่อาจใช้ช่วยในการแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆ เสียก่อนว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา เมื่อเป็นดังนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดีข้อเสียของเครื่องมือเพื่อ

ช่วยในการตัดสินใจว่าเครื่องมือนั้นๆเหมาะสมเพียงใดในการนำไปใช้แก้ปัญหาโดยที่แบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนของระบบงานจริงในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้วสาเหตุที่ไม่ทำการทดลองกับระบบจริง คำตอบอาจสรุปได้เนื่องจากมีข้อดี ดังนี้

ข้อดีของการใช้แบบจำลองปัญหา

1. การทดลองปัญหาโดยการใช้แบบจำลองช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ปัญหา เมื่อเทียบกับการทดลองแก้ปัญหากับระบบงานจริง

2. การที่ทดลองแก้ปัญหากับระบบงานจริง อาจทำให้การดำเนินงานของระบบงานจริงขัดข้อง

3. การที่จะดำเนินการทดลองแก้ปัญหากับระบบงานจริงเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆ โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านมนุษย์

4. การทดลองแก้ปัญหาโดยการใช้แบบจำลองช่วยประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาเมื่อเทียบกับการทดลองแก้ปัญหากับระบบงานจริง

5. การทดลองแก้ปัญหาโดยการใช้แบบจำลองสามารถที่จะทำการทดลองกับเงื่อนไขได้หลายๆ รูปแบบในการแก้ปัญหาเมื่อเทียบกับการทดลองแก้ปัญหากับระบบงานจริง

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหาก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษา และฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงานเพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบถึงความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม รวมไปถึงองค์ประกอบต่างๆ ของระบบงานซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ซึ่งจะทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ข้อเสียของการใช้แบบจำลองปัญหา

1. การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้นจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงในการเก็บข้อมูล

2. แบบจำลองที่ได้มาบางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้แต่ในความเป็นจริงนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ ไม่ใช่เรื่องง่าย

3. ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถวัดขนาดของความแม่นยำได้ แม้จะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้นก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียข้อนี้หายไปได้

4. การใช้แบบจำลองจะไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีการที่ได้เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงต้องสร้างแบบจำลอง (Model) หลายๆ แบบจำลองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ailing Chee [1] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงผังการผลิตของแผนก MTA กรณีศึกษาบริษัทผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ปัญหาที่พบคือมีจำนวนเที่ยวของการขนย้ายระหว่างสายการผลิตสูง (E-Cal และ Coaxial Waveguide Adapter) ซึ่งเสียเวลาและมีต้นทุนใน

การเคลื่อนย้ายโดยไม่จำเป็น จึงใช้วิธีการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแผนกและประเมินทางเลือกด้วยการจำลองสถานการณ์โปรแกรม Arena เพื่อสร้างผังทางเลือกและการเปรียบเทียบตัวชี้วัดทั้งในส่วน ระยะทางรวม ระยะเวลารวม ผลผลิต ต้นทุนการเคลื่อนย้าย จำนวนจุดตัด ระยะเวลารอคอย และระยะเวลารวมในระบบ รูปแบบแผนผังแบบที่ 2 ได้รับคัดเลือกเนื่องจากไม่ต้องขยายพื้นที่เพิ่มเติมในการจัดผังใหม่ จากการประเมินผลตามแผนผังแบบที่ 2 สายการผลิต Coaxial Waveguide Adapter มีระยะทางรวมในการขนย้ายลดลง 78.10% ระยะเวลาในการขนย้ายลดลง 86.42% ต้นทุนลด 86.42% ให้ผลผลิตเพิ่ม 55.30% และสายการผลิต E-Cal มีระยะทางรวมในการขนย้ายลดลง 62.87% ระยะเวลาในการขนย้ายลดลง 75.17% ต้นทุนลด 68.09% ให้ผลผลิตเพิ่ม 9.05%

Mithat Zeydan และ Adem Göleç [2] ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตของโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์แห่งหนึ่งในประเทศตุรกี โดยจะสร้างผังโรงงานใหม่มีเป้าหมายเพื่อช่วยเพิ่มกำลังการผลิต มีความยืดหยุ่นและมีความสามารถในการแข่งขันได้ การสร้างผังโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม ProModel® ซึ่งผังโรงงานใหม่สามารถช่วยลดต้นทุนโดยเฉลี่ยประมาณ 59%

Razamin Ramlia และ Kok-Min Cheng [3] ได้กล่าวว่าสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้สามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมการผลิตได้นั้น คือ การออกแบบผังโรงงานและการจัดการระบบการขนย้ายวัตถุดิบ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการออกแบบแผนผังใหม่ ซึ่งการออกแบบวางแผนผังอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุนในการขนย้าย ลดระยะเวลารวมในการผลิต ลดการลงทุนในเครื่องมือเครื่องจักร และเป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

Nurulzulaiha S. et al. [4] การออกแบบผังใหม่หรือการปรับเปลี่ยนแผนผังโรงงานย่อมมีความเกี่ยวข้องกับต้นทุนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์และสายธารแห่งคุณค่า (VSM) มาใช้ควบคู่กัน การจำลองสถานการณ์จะทำผู้บริหารสามารถเห็นถึงแนวทางการจัดการเพื่อลดต้นทุนก่อนการนำไปใช้งานจริง และในส่วนของ VSM จะช่วยในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น และนำหลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ (SLP) มาใช้เพื่อสร้างแผนผังทางเลือก ประเมินผลโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม ARENA มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบแผนผังที่ช่วยลดระยะทางรวมในการขนย้าย ลดจำนวนเที่ยวในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

Hari Prasad N. et al. [5] ได้ทำการวิจัยโดยใช้การปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) ในการปรับปรุงแผนผังโรงงานการผลิตเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จากลักษณะโดยทั่วๆ ไปของโรงงานการผลิตที่จะประกอบด้วยหลายๆ ฝ่ายงาน ซึ่งจำเป็นต้องติดต่อประสานงานหรือเชื่อมโยงกัน เช่น อาคารสำนักงาน โรงงานผลิต ฝ่ายประกอบ ฝ่ายตรวจสอบควบคุมคุณภาพ ฝ่ายบริหาร และฝ่ายรักษาความปลอดภัย เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดต้นทุนการขนย้ายวัตถุดิบ โดยการจัดสรรตำแหน่งงานไว้ในพื้นที่ที่เหมาะสมด้วยวิธี CRAFT เพื่อพัฒนาให้ได้แผนผังใหม่ที่มีต้นทุนในการขนย้ายต่ำที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีดังกล่าวช่วยลดต้นทุนได้อย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับแผนผังก่อนการปรับปรุง ซึ่งทำให้ต้นทุนลดลงสูงสุดถึง 61.84%

จักรกฤษณ์ ลัทธวนิชพันธ์ [6] ได้นำเทคนิคการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (SLP) ซึ่งใช้แนวทางการวางแผนผังโดยเน้นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเพื่อให้เกิดเส้นทางการไหลของวัสดุอย่างเหมาะสม ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสร้างผังกระบวนการทางเลือกจำนวน 4 แบบ ซึ่งแบบที่มีระยะทางการขนส่งชิ้นส่วนระหว่างสถานีงานน้อยที่สุดจะถูกนำไปจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เพื่อประเมินผลผังโรงงานที่นำเสนอโดยพิจารณาจากจำนวนงานระหว่างผลิตและกำลังการผลิต ผลที่ได้พบว่าผังโรงงานที่นำเสนอสามารถลดระยะทางรวมในการขนถ่ายวัสดุลงจากเดิม 1,383.19 เมตร เหลือเพียง 1,127.97 เมตร หรือลดลง 18.45% นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนงานระหว่างผลิตรวมจาก 18,506 ชิ้นต่อวัน เหลือ 13,264 ชิ้นต่อวัน หรือลดลง 28.33% และยังสามารถเพิ่มกำลังการผลิตรวมของกระบวนการที่ศึกษาได้ จากเดิม 96,852 ชิ้นต่อวัน เป็น 107,790 ชิ้นต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 11.29%

เลิศพงศ์ เศกใจเสือ และคณะ [7] ได้ศึกษาการปรับปรุงผังบริษัทประกอบอุปกรณ์เสริมรถยนต์ด้วยหลักการออกแบบแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ เพื่อปรับปรุงแผนผังของบริษัทตัวอย่างซึ่งเป็นบริษัทให้บริการเช่าพื้นที่จอดฝากเก็บรถยนต์และประกอบอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ให้มีการไหลของวัสดุในกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากการศึกษาแผนผังของบริษัทตัวอย่างพบว่ามีสภาพและเส้นทางการไหลของวัสดุที่ขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดระยะทางการเคลื่อนที่ของวัสดุระหว่างหน่วยงานมากยิ่งขึ้น ต้นทุนการขนถ่ายสูงและมีจุดตัดของเส้นทางการไหลจำนวนมากทำให้โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้น ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าผังของบริษัทตัวอย่างที่ได้ปรับปรุงสามารถลดระยะทางที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุระหว่างหน่วยงานรวมจาก 5,448 เมตรเหลือ 4,309 เมตร คิดเป็นสัดส่วนที่ลดลงเทียบกับระยะทางเดิม 20.91% จำนวนจุดตัดของเส้นทางการไหลลดลงจาก 24 จุด เหลือเพียง 10 จุด คิดเป็นสัดส่วนที่ลดลง 58.33% และสามารถขจัดการไหลย้อนกลับในกระบวนการผลิตจาก 8 จุดเหลือ 0 จุด

อัคเรศ แตงสุวรรณ [8] งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงการวางผังโรงงานแบบกรรมวิธี กรณีศึกษาอุตสาหกรรมพลาสติก เป็นการวางผังโรงงานแบบตามชนิดเครื่องจักรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะหาผังงานที่เหมาะสมซึ่งพิจารณาจากต้นทุนรวมทั้งหมด ในการวิจัยนี้ใช้วิธีการออกแบบผังโรงงานแบบที่ใช้ทั่วไป และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการไหลเพื่อพัฒนาผังทางเลือก มีผังโรงงานที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่ 4 แบบในงานวิจัยครั้งนี้ จากการประเมินผลพบว่าระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบชิ้นงานในการผลิตของทั้ง 4 แบบจะลดลง เมื่อเทียบกับผังปัจจุบันโดยการนำโปรแกรม ProModel® มาใช้ในการวิจัย พบว่าผังแบบที่ 2 และแบบที่ 4 สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในบางส่วนได้มากกว่าผังปัจจุบัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนของการย้ายเครื่องจักรและระยะเวลาของการคืนทุน ผลจากการประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง พบว่าระยะเวลาของการคืนทุนของแบบที่ 4 คือ 18.5 เดือน และแบบที่สองคือ 25 เดือน จำนวนเงินที่ต้องจ่ายจริงของแบบที่ 4 สูงกว่าแบบที่ 2 ดังนั้นผังโรงงานแบบที่ 2 จึงน่าจะเป็นผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด ผลการทดลองนี้ได้รับการพิจารณาจากฝ่ายบริหารของบริษัทว่าผังแบบที่ 4 เป็นผังที่มีความเหมาะสมเพราะมีระยะเวลาในการคืนทุนสั้นกว่าผังแบบที่ 2 ถึงแม้จะต้องลงทุนสูงกว่า ทั้งนี้เพราะศักยภาพในการผลิตของผังแบบที่ 4 จะมีส่วนช่วยลดข้อจำกัดนี้ได้

สาธิต ฉิมวัตร [9] ได้นำเทคนิคการออกแบบและวางผังโรงงานโดยนำรูปแบบการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) มาใช้ปรับปรุงผังโรงงานบริษัทเซาร์เธินสยามพาราวู๊ดจำกัด ทำให้ลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัตถุดิบให้น้อยลง โดยนำเสนอทางเลือกในการปรับปรุงผังโรงงานไว้ 2 แบบ แล้วทำการประเมินผลผังโรงงานโดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมกับทางโรงงานเพื่อเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด โดยผลการวิจัยของผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ทำให้สายการผลิตด้วยเครื่องอัดประสานสามารถลดระยะทางในการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 60.35% ลดเวลาในการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 56.30% ส่วนสายการผลิตด้วยบล็อกอัดประสานสามารถลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 77.07% ลดเวลาการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 69.7% และกำลังการผลิตของโรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 34.26%

มนตรี เหล่าสุพรรณ และ เอกสิทธิ์ ศรีบุญเรือง [10] ได้นำรูปแบบการวางผังโรงงานอย่างมีระบบมาใช้แก้ปัญหาที่เกิดจากการวางผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม โดยมีจุดมุ่งหมายในการลดระยะทางและเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบในกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยสามารถลดระยะทางการขนถ่ายต่อเส้นของยางรองคอจากเดิม 270 เมตรต่อรอบการผลิตเหลือเพียง 175 เมตรต่อรอบการผลิต โดยใช้เครื่องจักรหลักเท่าเดิมและยังเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้น 9.96% นอกจากนั้นยังสามารถลดระยะทางในการขนถ่ายต่อเส้นของยางหล่อดอกจากเดิม 320 เมตรต่อรอบการผลิต เหลือเพียง 255 เมตรต่อรอบการผลิต และประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้น 9.06 %

ชยา ใจสุข และภาณุวัชร บุญศิริธรรมชัย [11] ได้ทำการปรับปรุงการทำงานในโรงงานและวางผังโรงงานบริษัทแอลพีพีดส์เทคจำกัด โดยใช้เทคนิคการศึกษาความเคลื่อนไหวและเวลาและการวางผังโรงงานเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นซึ่งมีการออกแบบอุปกรณ์และออกแบบผังโรงงานใหม่รวมทั้งออกแบบระบบโกดังผลที่ได้คือสามารถลดระยะทางการขนย้ายได้ 84.29% ในการปรับปรุงแบบที่ 1 และ 71.06% ในแบบที่ 2 ทำให้รอบเวลาในการผลิตลดลง 8.02% ในแบบที่ 1 และ 12.50% ในแบบที่ 2

จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นการนั้นเทคนิคการออกแบบผังโรงงานโดยการวางผังโรงงานตามรูปแบบการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ Systematic Layout Planning (SLP) และทฤษฎีจำลองสถานการณ์ (Simulation) ที่นำมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละโรงงานโดยมีเป้าหมายเดียวกัน คือ ลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุและลดความสูญเปล่าของเวลาจากผังโรงงานที่ไม่เหมาะสมซึ่งไม่ว่าจะนำทฤษฎีทางวิศวกรรมต่างๆ ที่ทั้งเหมือนกันและแตกต่างกันมาใช้ สุดท้ายแล้วผลที่ได้รับจากการวิจัยนั้นก็คือการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการทำงานให้น้อยที่สุดและยังเป็นการเพิ่มศักยภาพขององค์กรให้มีความมั่นคงเพิ่มขึ้นอีกด้วย จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยสนใจการนำเทคนิคการออกแบบและวางผังโรงงานตามรูปแบบของการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ Systematic Layout Planning (SLP) และทฤษฎีจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากปัญหาที่บริษัทฯ พบอยู่ปัจจุบันในเรื่องแผนผังโรงซ่อมบำรุงที่ขาดความเหมาะสม เกิดการไหลที่วกวน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อระยะทางรวมและต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการเคลื่อนย้าย จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงผังใหม่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยการใช้หลักเกณฑ์และวิธีการทางวิชาการ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้เป็นไปในแนวทางที่เหมาะสม โดยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและเก็บรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น

การศึกษาการปรับปรุงแผนผังเริ่มต้นจากการศึกษาสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำความเข้าใจกับภาพรวมของบริษัท ลักษณะการดำเนินธุรกิจ แผนผังโรงซ่อมบำรุง กระบวนการซ่อมบำรุง เพื่อเข้าใจสภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และนำสู่การแก้ไขปรับปรุงต่อไป โดยการศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัท มีดังนี้

- การตรวจสอบผังโรงซ่อมบำรุง เก็บรวบรวมผังโรงซ่อมบำรุงเก่าที่มีอยู่ และทำการสำรวจและตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบสภาพแผนผังที่เป็นอยู่จริงกับแผนผังเก่าที่มีอยู่ ทำการแก้ไขให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง แล้วจึงทำการศึกษาสภาพปัญหาของผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน
- เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการซ่อมบำรุงของบริษัท ปริมาณเครื่องมือหลักและอะไหล่ที่เข้ามาซ่อมบำรุงในแต่ละแผนก สถานีงานที่เกี่ยวข้อง เส้นทางการเคลื่อนย้ายเครื่องมือ ตั้งแต่เครื่องมือขาเข้าผ่านกระบวนการซ่อมบำรุงจนถึงขั้นตอนส่งออก รวมถึงการเก็บรวมรวมและบันทึกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์และเปรียบเทียบระหว่างผังโรงงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาหลัก

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ทำการสรุปสาเหตุและปัญหาที่เกี่ยวข้องพบว่าสาเหตุหลัก คือ การขยายพื้นที่และแผนกงานเพิ่มเติม มีสถานีงานเพิ่มขึ้นในภายหลัง จึงยากต่อการควบคุมดูแล และเส้นทางการเคลื่อนย้ายในกระบวนการซ่อมบำรุงเคลื่อนที่ไหลวกวน ซึ่งส่งผลให้เกิดระยะทางและต้นทุนในการเคลื่อนย้ายที่มากเกินความจำเป็น จึงควรปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทอย่างเป็นระบบเพื่อให้มีลักษณะที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

3.3 แนวทางในการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาของผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน ได้นำหลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ SLP มาช่วยดำเนินการแก้ไข โดยแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ วิเคราะห์การไหลของเครื่องมือและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม เพื่อให้ทราบถึงระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน และนำการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT ซึ่งเป็นการวางผังด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้หลักการสลับสถานีงานเพื่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายที่น้อยที่สุด มาพิจารณาร่วมกันเพื่อให้ได้แนวทางในการออกแบบผังใหม่

ในส่วนการวิเคราะห์การไหล จากการสร้าง P-Q Chart ลักษณะแผนภูมิจะบ่งบอกถึงรูปแบบการวางผังและวิธีในการวิเคราะห์ที่เหมาะสม และในส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการนำข้อมูล From-to Chart จากการวิเคราะห์การไหลมากำหนดค่าระดับความสัมพันธ์ เพื่อใช้สร้างแผนภูมิและแผนภาพความสัมพันธ์ในแต่ละสถานีงาน

สำหรับวิธี CRAFT จะทำการคำนวณหาต้นทุนการขนย้ายที่ต่ำที่สุดจากการสับเปลี่ยนสถานีงานโดยมีขั้นตอนและข้อมูลสำคัญดังนี้

Transportation Cost = Flow * Distance (meter) * Cost per meter

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. โปรแกรมจะค้นหาและกำหนดศูนย์กลาง (Centroids) ของแต่ละสถานีงาน
2. โปรแกรมทำการคำนวณหาระยะทางระหว่าง Centroid ของแต่ละสถานีงานในแนวเส้นตรง (Rectilinear)
3. พิจารณาสถานีงานที่จะทำการสับเปลี่ยน โดยจะคัดเลือกสถานีงานที่มีขนาดเท่ากันหรือมีพื้นที่ติดกัน
4. คำนวณต้นทุนการขนย้ายจากการสับเปลี่ยนสถานีงานทีละคู่และเลือกการสับเปลี่ยนสถานีงานที่ให้ค่าต้นทุนการขนย้ายที่ต่ำที่สุด
5. ทำการสับเปลี่ยนทีละคู่ ทำซ้ำจนกระทั่งไม่สามารถหาค่าที่ต่ำกว่าได้จึงหยุดการคำนวณ

ข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับวิธี CRAFT มีดังนี้

1. จำนวนสถานีงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 21 สถานีงาน
2. ขนาดพื้นที่ของแผนผัง และขนาดของแต่ละสถานีงาน
3. ตารางปริมาณการขนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานี (เที่ยว)
4. ตารางแสดงต้นทุนการขนย้ายเครื่องมือในแต่ละสถานี

3.4 ประเมินผลการออกแบบผังโรงงานทางทฤษฎี

เป้าหมายหลักของการประเมินผลการออกแบบแผนผัง คือ การพัฒนาผังทางเลือกที่มีระยะทางรวมในการขนย้ายและต้นทุนเชื้อเพลิงที่ต่ำที่สุด วิธีการสร้างผังทางเลือกจะมีทั้งการประเมินเชิงปริมาณและการประเมินเชิงคุณภาพ ด้วยการใช้แผนภาพความสัมพันธ์ และการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT พิจารณาร่วมกันเพื่อการพัฒนาผังใหม่ โดยจะทำการพัฒนาแผนผังทางเลือกจำนวน 5 ผัง แล้วจึงนำผังทางเลือกที่ได้พัฒนาขึ้นไปให้ทางบริษัทคัดเลือกผังที่เหมาะสมที่สุด

3.5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

เมื่อคัดเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบประสิทธิผลของผังโรงงานด้วยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรม ProModel® โดยการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์เลียนแบบพฤติกรรมการขนย้ายเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุงของแผนผังในปัจจุบัน หลังจากนั้นจึงทำการทวนสอบความถูกต้องของข้อมูลในตัวแบบจำลอง และทวนสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลระหว่างข้อมูลจากระบบจริงและตัวแบบจำลองสถานการณ์โดยการทดสอบทางสถิติ เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยให้เริ่มจำลองสถานการณ์ทั้งแผนผังในปัจจุบันและแผนผังทางเลือกที่ได้เลือกไว้ ทำการสังเกตและตรวจสอบลักษณะการขนย้ายเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุงให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แล้วทำการวิเคราะห์และสรุปโดยทำเปรียบเทียบแผนผังของบริษัท ระหว่างรูปแบบในปัจจุบันและรูปแบบที่ได้ปรับปรุงใหม่

3.6 สรุปผลการศึกษาวิจัยและจัดทำรายงานการวิจัย

นำผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินทางเลือก มาสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงผังโรงงานต่อไป

บทที่ 4

การวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัย

4.1 การศึกษาสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและการเก็บรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น

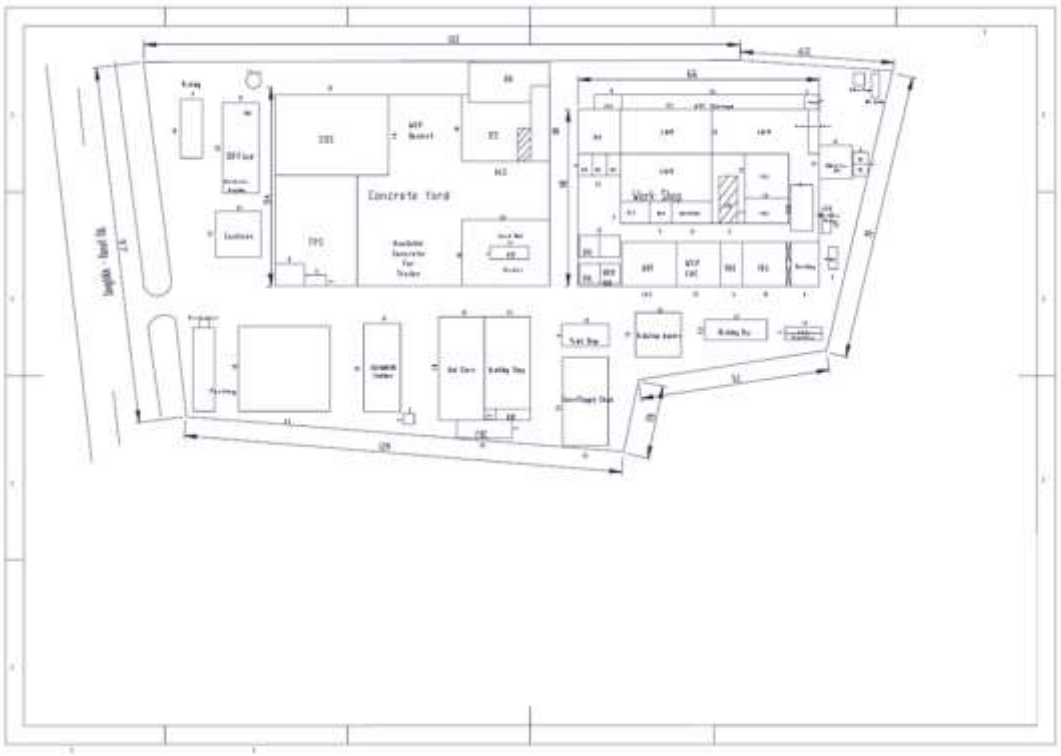
ในส่วนนี้จะทำการศึกษาโดยการตรวจสอบความถูกต้องของผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปของธุรกิจ เพื่อให้ทราบและเข้าใจภาพรวมของบริษัทและนำไปทำการการวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่ได้ศึกษาในลำดับต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังนี้

การศึกษาผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน

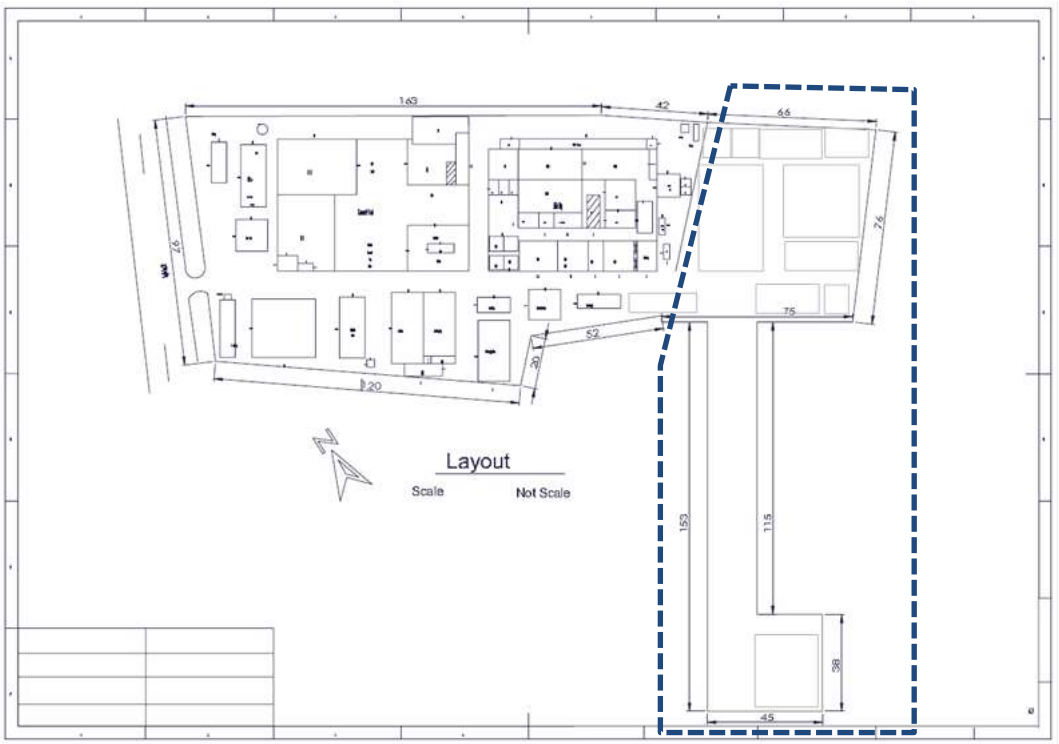
จากการเก็บรวบรวมผังโรงซ่อมบำรุงเก่าที่มีอยู่ พบว่าทางบริษัทมีแผนผังเดิม คือ แผนผังก่อนการขยายพื้นที่ ดังรูปที่ 4.1 จากการศึกษาแผนผังเดิมที่มีอยู่โดยการเดินสำรวจตรวจสอบสถานที่จริงและสอบถามข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการปรับปรุงแผนให้เป็นปัจจุบันโดยมีพื้นที่และสัดส่วนที่สอดคล้องและเป็นไปตามสภาพความเป็นจริง ซึ่งหลังจากการสำรวจแล้วได้ทำการแก้ไขเพิ่มเติมแผนผังเดิม โดยทำการกำหนดขอบเขตพื้นที่งานของแต่ละแผนกที่ได้รับการจัดสรรเพิ่มเติมในพื้นที่ที่มีการเพิ่มเข้ามา ซึ่งแผนผังปัจจุบันที่มีการขยายพื้นที่และได้ปรับแก้ตามสภาพจริง ดังรูปที่ 4.2

การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

กรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ให้บริการในด้านการจัดหาและการซ่อมบำรุงเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ให้กับบริษัทผู้ได้รับสัมปทานการผลิตปิโตรเลียมในประเทศไทย เพื่อดำเนินการในช่วงระยะหนึ่งบนแท่นขุดเจาะน้ำมัน ประกอบด้วยแผนกงานทั้งหมด 12 แผนก เมื่อลูกค้าต้องการงานในส่วนใด แผนกนั้นๆจะทำการจัดเตรียมเครื่องมือเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงเพื่อซ่อมแซม ตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานก่อนการใช้งานทุกครั้ง จากการศึกษาพบว่า ในปี 2557 มีการขนย้ายเครื่องมือหลัก (Asset) ในกระบวนการซ่อมบำรุง เป็นจำนวน 31,122 ชิ้นต่อปี ดังตารางที่ 4.1 ปริมาณการขนย้ายโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 79.77 เป็นเครื่องมือของ 2 แผนก คือ แผนก TRS มีปริมาณเครื่องมือร้อยละ 63.62 และแผนก TPS มีปริมาณเครื่องมือร้อยละ 16.15 ซึ่งทางบริษัทเห็นสมควรให้ทำการศึกษาแผนกที่มีปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุงสูงสุด 5 แผนก ประกอบด้วย แผนก TRS, TPS, DS, FRE และ DRT (เครื่องมือของแผนก Wireline ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 5 เป็นประเภทซื้อมาขายไป ไม่ผ่านกระบวนการซ่อมบำรุง ทางบริษัทจึงไม่เลือกศึกษา)



รูปที่ 4.1 แผนผังเดิมก่อนการขยายพื้นที่



รูปที่ 4.2 แผนผังปัจจุบันที่มีการขยายพื้นที่และปรับแก้ตามสภาพจริง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณเครื่องมือหลักที่เข้ามาซ่อมบำรุงในแต่ละแผนก

ลำดับ	ชื่อแผนก	ปริมาณ (ชิ้น)	ร้อยละ
1	Tubular running services : TRS	19,800	63.62
2	Testing and Production Services : TPS	5,026	16.15
3	Drilling services : DS	1,881	6.04
4	Fishing & Re-entry : FRE	1,763	5.66
5	Wireline	979	3.15
6	Drilling Rental Tools : DRT	723	2.32
7	Liner Hanger : LNH	429	1.38
8	SDS	382	1.23
9	Cementing : CEM	53	0.17
10	Cased-Hole Completion : CHC	46	0.15
11	Secure Drilling Services : SDR	21	0.07
12	CPS	19	0.06
รวมทั้งสิ้น		31,122	

เครื่องมือหลักในแต่ละแผนกมีความแตกต่างกันทั้งในด้านรูปแบบและการใช้งาน เนื่องจากเครื่องมือแต่ละชนิดมีไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน โดยส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ซึ่งจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงไปยังสถานีงานต่างๆด้วยรถโฟร์กลิฟท์ เครื่องมือบางส่วนที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าน้ำหนักบรรทุกของรถโฟร์กลิฟท์ จึงไม่สามารถเคลื่อนย้ายด้วยรถโฟร์กลิฟท์ได้ ซึ่งจะต้องมีกระบวนการซ่อมบำรุงภายในพื้นที่ที่กำหนด และมีเครื่องมือบางส่วนที่มีขนาดเล็กขนย้ายได้ด้วยรถเข็น ปริมาณเครื่องมือในการขนย้ายแต่ละรอบมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องมือ ลักษณะตัวอย่างของเครื่องมือที่เข้ามารับบริการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก ดังรูปที่ 4.3

นอกจากเครื่องมือหลัก (Asset) ที่จะต้องเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงแล้ว ในกระบวนการซ่อมบำรุงยังต้องอาศัย วัสดุประกอบหรืออะไหล่ (Inventory) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตามเครื่องมือหลักแต่ละประเภท เพื่อใช้ในการเปลี่ยนหรือประกอบให้ได้เครื่องมือหลักที่สมบูรณ์และมีคุณภาพ ลักษณะของวัสดุประกอบหรืออะไหล่นั้น จะมีขนาดเล็กและมูลค่าน้อยกว่าเครื่องมือหลัก ซึ่งถูกจัดแบ่งตามการจัดเก็บได้เป็น 2 ประเภท คือ วัสดุที่จำเป็นต้องเก็บในห้องปรับอากาศ (Cold Store) ซึ่งพนักงานของแต่ละแผนกจะเป็นผู้เบิกและขนย้ายอะไหล่ต่างๆ ด้วยรถเข็น และ วัสดุที่สามารถเก็บในพื้นที่แจ้งได้ (Hot Store) ซึ่งจะต้องขนย้ายด้วยรถโฟร์กลิฟท์เท่านั้น

โดยส่วนใหญ่ปริมาณการขนย้ายอะไหล่ในแต่ละรอบของอะไหล่ทั้ง 2 ประเภท จะเป็นไปตามจำนวนครั้งของใบเบิก คือ ใบเบิก 1 ใบ สามารถทำการขนย้ายได้เสร็จในเที่ยวเดียวสำหรับปริมาณอะไหล่ที่ใช้ในกระบวนการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก จำนวนใบเบิกที่แสดงถึงจำนวนรอบในการขนย้าย โดยจำแนกตามประเภทของอะไหล่ ในปี 2557 ดังตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างเครื่องมือที่เข้ามาซ่อมบำรุงของแต่ละแผนก

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการเบิกอะไหล่โดยจำแนกตามประเภท

แผนก	ปริมาณ (ชิ้น)	ใบเบิกอะไหล่	Hot Store	Cold Store
DS	10,272	2,128	9	2,119
TRS	676	226	23	203
FRE	99	35	28	7
DRT	30	7	3	4
TPS	205	77	-	77

ในการศึกษากระบวนการซ่อมบำรุงของเครื่องมือหลักทั้ง 5 แผนก เครื่องมือหลักจะเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงโดยถูกขนย้ายผ่านสถานีงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เกิดการขนย้ายระหว่าง

สถานีงานเป็นเส้นทางย่อยจำนวน 60 เส้นทาง มีสถานีงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 21 สถานีงาน ซึ่งมีสถานีงานที่เกี่ยวข้องตามแผนผัง ดังรูปที่ 4.4 สถานีงานทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สถานีงานของแต่ละแผนกจำนวน 10 แห่ง และสถานีงานกลางซึ่งให้บริการร่วมกันหลายแผนกจำนวน 11 แห่ง ดังตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.4 แผนผังสถานีงานที่เกี่ยวข้องในการศึกษาจำนวน 21 แห่ง

ตารางที่ 4.3 หมายเลขและประเภทของสถานีงาน

หมายเลขสถานีงาน	ชื่อสถานีงาน	ประเภทสถานีงาน
1	Loading Area	สถานีงานกลาง
4	Waiting for cleaning area	
5	Cleaning Bay	
6	Inspection Shop	
7	Paint Shop	
13	TPS/FRE/DRT Storage Area	
14	DRT/FRE Storage Area	
16	Bucking	
18	Test Bay	
20	Hot Store	
21	Cold Store	

หมายเลขสถานีงาน	ชื่อสถานีงาน	ประเภทสถานีงาน
2	TRS Backload Area	แผนก TRS
3	Tongs Workshop	
8	Jam Workshop	
9	Handling Shop	
10	DS Workshop	แผนก DS
11	TPS Storage Area 1	แผนก TPS
12	TPS Storage Area 2	
15	FRE Workshop	แผนก FRE
17	DRT Workshop1	แผนก DRT
19	DRT Workshop2	

จากการศึกษาพบว่า สามารถจำแนกกลุ่มเครื่องมือตามแผนกงานเป็นหลัก และจำแนกย่อยตามประเภทของเครื่องมือซึ่งมีกระบวนการซ่อมบำรุงที่เหมือนกัน ลำดับขั้นตอนการซ่อมบำรุงของเครื่องมือในแต่ละประเภทมีลักษณะที่ชัดเจนและแน่นอน ในการซ่อมบำรุงประกอบด้วย

อุปกรณ์ 2 ส่วน คือ เครื่องมือหลัก และอะไหล่ ตารางที่ 4.4 แสดงประเภทและลำดับการเคลื่อนย้ายของเครื่องมือหลักผ่านสถานีงานต่างๆ (อ้างอิงชื่อสถานีงานได้จากหมายเลขตามตาราง 4.3) ในแต่ละแผนกจะแบ่งเครื่องมือหลักออกเป็น 2-4 ประเภท ซึ่งได้ทำการศึกษากระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักรวมทั้งหมด 16 ประเภท เครื่องมือหลักแต่ละประเภทจะถูกเคลื่อนย้ายเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงตามลำดับหมายเลขสถานีงาน ตัวอย่างเช่น ในแผนก TRS เครื่องมือหลักประเภท Handling เริ่มเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงในสถานีงานหมายเลข 1 (Loading Area) เป็นจุดรับเครื่องมือ ทำการตรวจเช็คราย การและจำนวนให้ตรงตามเอกสารที่ได้แจ้งไว้ เมื่อถูกต้องครบถ้วนแล้วเครื่องมือหลักจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังสถานีงานหมายเลข 2 (TRS Backload Area) เพื่อตรวจเช็คสภาพโดยรวมของเครื่องมือหลังจากการใช้งาน หลังจากนั้นถูกเคลื่อนย้ายไปยังสถานีงานหมายเลข 9 (Handling Shop) เพื่อถอดแยกชิ้นส่วนเครื่องมือ แล้วส่งไปยังสถานีงานต่างๆ ตามลำดับจนสิ้นสุดกระบวนการซ่อมบำรุง เคลื่อนย้ายไปยังสถานีงานหมายเลข 1 (Loading Area) อีกครั้งเพื่อเตรียมส่งไปยังปลายทาง

ตารางที่ 4.4 ลำดับการเคลื่อนย้ายเครื่องมือหลักในแต่ละประเภท

แผนก	ประเภท	สถานีงาน
TRS	Handling	1-2-9-4-5-6-9-7-9-2-1
	Tong	1-2-3-4-5-6-3-7-3-2-1
	Inv_TRS	1-8-3-8-1
TPS	S	11-4-5-6-7-11
	F	11-4-5-6-7-13-11
	SM	11-4-5-6-7-11-12
	L	11
DS	DS_01	1-10-4-5-10-6-10-1
	DS_02	1-10-4-5-10-6-1-6-1
FRE	FRE_01	1-14-15-4-5-6-15-7-13-14-1
	FRE_02	1-14-16-15-4-5-6-15-16-7-13-14-1
	FRE_03	1-14-4-5-6-7-13-14-1
DRT	DRT_01	1-14-17-16-4-5-6-17-5-18-16-17-7-13-17-1
	DRT_02	1-14-17-4-5-6-17-7-13-17-1
	DRT_03	1-14-17-16-17-4-5-6-19-17-16-7-14-1
	DRT_04	1-14-17-6-7-14-1

สำหรับลำดับการเคลื่อนย้ายอะไหล่ของแต่ละแผนก แสดงดังตารางที่ 4.5 ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนย้ายอะไหล่รวม 11 เส้นทาง หากเครื่องมือหลักประเภทใดที่ต้องใช้อะไหล่ใน

กระบวนการซ่อมบำรุงก็จะเกิดเส้นทางในการเคลื่อนย้ายอะไหล่ ตัวอย่างเช่น ในแผนก TRS มีการเคลื่อนย้ายอะไหล่รวม 4 เส้นทาง ทั้ง 4 เส้นทางมีสถานีงานต้นทางและปลายทางที่แตกต่างกัน เส้นทางแรกเป็นการเคลื่อนย้ายอะไหล่ประเภทที่ต้องเก็บไว้ในห้องปรับอากาศซึ่งอยู่ในสถานีงานหมายเลข 21 (Cold Store) อะไหล่จะถูกเบิกไปยังสถานีงานหมายเลข 8 (Jam Workshop) และเมื่อเครื่องมือหลักถูกเคลื่อนย้ายมายังสถานีงานหมายเลข 8 เครื่องมือหลักและอะไหล่จะถูกประกอบเข้าด้วยกันก่อนเคลื่อนย้ายไปยังสถานีงานอื่นๆ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ลำดับการเคลื่อนย้ายอะไหล่แต่ละประเภท

แผนก	สถานีต้นทาง (Origin)	สถานีปลายทาง (Destination)
TRS	Cold Store (21)	Jam Workshop (8)
	Cold Store (21)	Tongs Workshop (3)
	Cold Store (21)	Tongs Workshop (3)
	Hot Store (20)	Handling Shop (9)
TPS	Cold Store (21)	TPS Storage Area1 (11)
DS	Cold Store (21)	DS Workshop (10)
	Hot Store (20)	DS Workshop (10)
FRE	Hot Store (20)	FRE Workshop (15)
	Cold Store (21)	FRE Workshop (15)
DRT	Cold Store (21)	DRT Workshop1 (17)
	Hot Store (20)	DRT Workshop1 (17)

4.2 วิเคราะห์ปัญหาหลักจากการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลสภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและสภาพทั่วไปของบริษัทในเบื้องต้นพบว่า ในปี 2557 จาก 5 แผนกงานที่ทำการศึกษา มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงดีเซลในการขนย้ายเครื่องมือทั้งสิ้นประมาณ 9,117 ลิตร หรือ 281,909 บาทต่อปี (ราคาเฉลี่ยน้ำมันดีเซลปี 2557 อยู่ที่ 30.92 บาทต่อลิตร) จากลักษณะแผนผังที่มีการขยายพื้นที่การทำงานโดยมีแผนกต่างๆ เพิ่มเติมมาในภายหลังโดยขาดการวางผังที่เป็นระบบ จากสถานีงานที่มีมากเกินความจำเป็นเนื่องจากขาดการจัดสรรพื้นที่ให้เพียงพอต่อการเก็บวัสดุอุปกรณ์ ทำให้การควบคุมดูแลและตรวจสอบเป็นไปได้ยาก และการขนย้ายเครื่องมือมีการเคลื่อนที่วกวนหรือไหลย้อนกลับ ซึ่งทำให้มีระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือและอะไหล่มากเกินความจำเป็น ดังรูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงการไหลของเครื่องมือหลักที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TPS และ TRS ตามลำดับ จากเส้นทางการขนย้ายมีการเคลื่อนที่ย้อนกลับ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่โดยไม่จำเป็น ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนใน

การเคลื่อนย้าย เพื่อเป็นการลดระยะทาง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์และลดความสูญเปล่าอื่นๆ ที่เกิดขึ้น จึงควรปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทอย่างเป็นระบบให้มีลักษณะที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4.3 แนวทางในการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง

จากสภาพปัญหาหลักข้างต้น คือ เส้นทางที่วกวนเนื่องจากการขาดการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงนำเทคนิค Systematic Layout Planning: SLP มาใช้ มีเป้าหมายเพื่อจัดวางตำแหน่งงานใหม่ให้สอดคล้องกับลักษณะการไหลของเครื่องมือ เพื่อลดระยะทางการขนย้ายเครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุงและลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงจากผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม

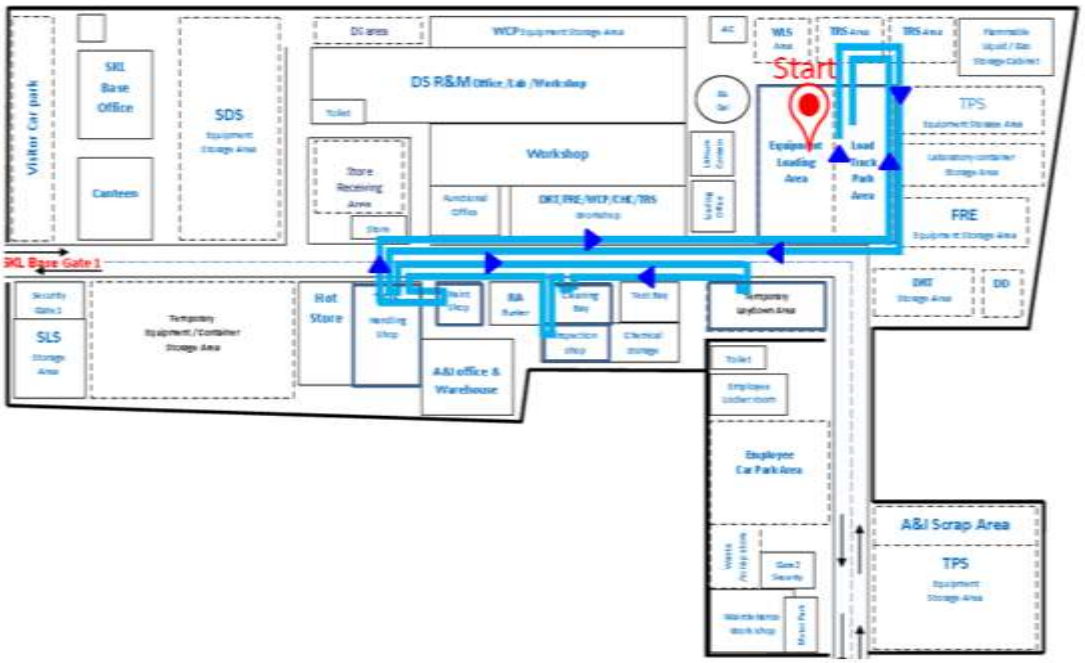
เริ่มต้นจากการวิเคราะห์สภาพผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน โดยการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้มาวิเคราะห์ด้วยหลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ SLP แยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ วิเคราะห์การไหลของเครื่องมือและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม ซึ่งจะนำไปสู่แผนภาพความสัมพันธ์ที่แสดงให้เห็นระดับความสัมพันธ์ของแต่ละสถานีงาน ประกอบกับการปรับปรุงผังวิธี CRAFT ที่จะสับเปลี่ยนสถานีงานเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้ายที่ต่ำที่สุด จากการพิจารณาร่วมกันทั้ง 2 วิธีจะช่วยให้ได้แนวทางในการออกแบบผังใหม่ มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 วิเคราะห์การไหลของเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง

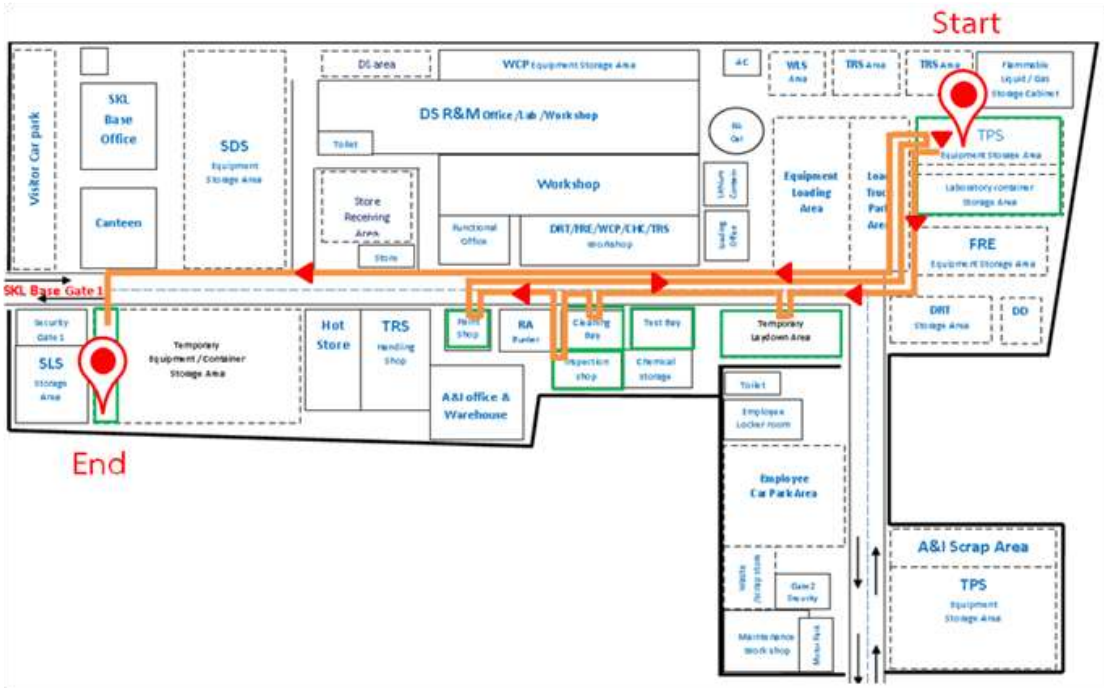
การวิเคราะห์การไหล มีด้วยกันหลายวิธีซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับ P และ Q โดยพิจารณาจากรูปแบบแผนภูมิ P-Q สำหรับข้อมูลในส่วนแรกที่ต้องทำการค้นหา คือ P และ Q

ผลิตภัณฑ์ (P) คือ รายการเครื่องมือที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุง

ปริมาณ (Q) คือ จำนวนเครื่องมือในแต่ละรายการที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุง



รูปที่ 4.5 การไหลของเครื่องมือในแผนก TRS ที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ



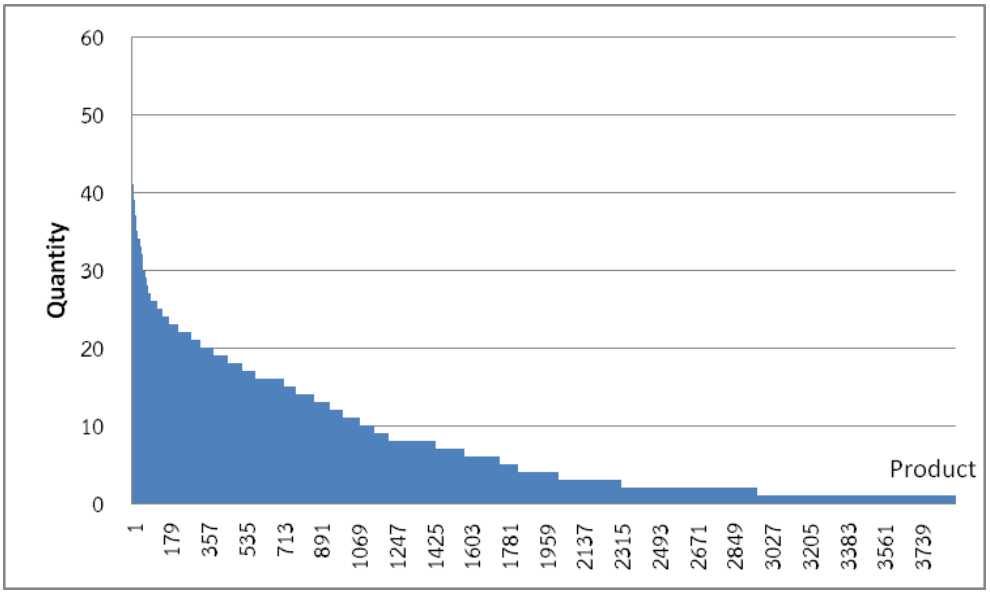
รูปที่ 4.6 การไหลของเครื่องมือในแผนก TPS ที่มีการไหลวกวนหรือย้อนกลับ

จากการเก็บข้อมูลพบว่ามีเครื่องมือที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงใน 5 แผนก ในปี 2557 มีจำนวนทั้งสิ้น 3,901 รายการ ปริมาณเครื่องมือในแต่ละรายการที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงมีตั้งแต่ 1- 41 ชิ้น รวม 5 แผนกเป็นจำนวนทั้งสิ้น 29,193 ชิ้น ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเครื่องมือที่เข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุงปี 2557

แผนก	จำนวน	
	รายการ	ชิ้น
TRS	1,426	19,800
TPS	830	5,026
DS	1,168	2,224
FRE	328	1,420
DRT	149	723
รวม	**3,901**	**29,193**

เมื่อได้ข้อมูล P และ Q แล้วจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาหารูปแบบความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q) เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และวางแผนในลำดับต่อไป หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ P และ Q เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยการนำปริมาณของเครื่องมือที่เข้ามาซ่อมบำรุงแต่ละรายการมาเขียนเป็นกราฟ ในรูปแบบแผนภูมิ ผลิตภัณฑ์ - ปริมาณ (P-Q Chart) โดยเรียงลำดับจากรายการที่มีปริมาณมากไปน้อย แผนภูมิ P-Q เป็นแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ขั้นพื้นฐานของผลิตภัณฑกอนดำเนินการวางผังโรงงาน เส้นโค้งจะเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการแบ่งผลิตภัณฑ์ การจัดสรรพื้นที่ ระบบการวางผังโรงงาน และการขนถ่ายวัสดุ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แผนภูมิผลิตภัณฑ์ - ปริมาณ (P-Q Chart)

จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.7 พบว่าลักษณะ P-Q Chart ของกรณีศึกษา สอดคล้องกับการวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout) ซึ่งส่วนโค้งมีลักษณะเป็นส่วนโค้งตื้น แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่เข้ามาในกระบวนการซ่อมบำรุงมีมากชนิด แต่ละชนิดมีปริมาณน้อย ซึ่งจะใช้วิธีการซ่อมบำรุงแบบรายชิ้น ทำตามรายการลูกค้าสั่ง (Job Order) และ มีความสอดคล้องกับรูปแบบการวางผังแบบงานอยู่กับที่ (Fixed-Position Layout) เนื่องจากลักษณะของเครื่องมือบางชนิดมีขนาดใหญ่มาก ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้และจำเป็นต้องดำเนินการซ่อมบำรุงทุกขั้นตอนในพื้นที่เดียวกันดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 จำนวนเครื่องมือของแต่ละแผนกตามรูปแบบการวางผัง

แผนก	Process Layout	Fixed Position Layout	จำนวน (ชิ้น)
TRS	19,800	-	19,800
TPS	4,800	226	5,026
DS	2,224	-	2,224
FRE	1,420	-	1,420
DRT	723	-	723
รวม	**28,967**	**226**	**29,193**

การวิเคราะห์การไหลโดยใช้ P-Q Chart เป็นการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ ซึ่งลักษณะเครื่องมือที่เข้ามาในกระบวนการซ่อมบำรุงของแต่ละแผนกโดยส่วนใหญ่ มีขนาดเครื่องมือไม่แตกต่างกันจึงไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ

สำหรับการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะอาศัยข้อมูล P, Q และ R เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และข้อมูลซึ่งเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์การไหล คือ R (Routing) หรือ กระบวนการซ่อมบำรุง ที่จะแสดงลำดับขั้นตอนของการเคลื่อนย้ายเครื่องมือและอะไหล่ ในกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือของกรณีศึกษาที่มีเครื่องมือหลักและอะไหล่หลายชนิด ส่งผลให้เกิดเส้นทางในการขนถ่ายค่อนข้างมากและประกอบกับลักษณะของ P-Q Chart มีลักษณะโค้งตื้น จึงสอดคล้องกับการจัดกลุ่มเครื่องมือที่มีลักษณะกระบวนการซ่อมบำรุงที่คล้ายกัน เหมาะกับการใช้วิธีการสร้างแผนภูมิ จาก-ไป (From-To Chart) เพื่อวิเคราะห์การไหลของเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง

วิธีการสร้างแผนภูมิ จาก-ไป (From-To Chart) ซึ่งเป็นการนำสถานีงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมากำหนดไว้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนของตาราง ดังตารางที่ 4.8 ตัวเลขจะแสดงระยะทางการขนย้ายเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD มาเป็นเครื่องมือช่วยในการหาระยะทาง โดยวัดจากจุดศูนย์กลางจากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกตามแผนผังที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว แสดงให้เห็นระยะทางในการขนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานีหนึ่งไปยังสถานีหนึ่ง ตารางที่ 4.9 ตัวเลขจะแสดงปริมาณเครื่องมือหลักและอะไหล่ที่มีการขนย้ายระหว่างสถานีงาน (ชิ้น) และตารางที่ 4.10 ตัวเลขจะแสดงจำนวนรอบของการขนย้ายระหว่างสถานีงาน (เที่ยว) ซึ่งจะนำตารางที่แสดงรอบการขนย้ายนี้ไปวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ต่อไป

หลังจากได้ตารางแสดงระยะทางและตารางแสดงปริมาณการขนถ่ายเครื่องมือระหว่างสถานีงาน (เที่ยว) ผลลัพธ์จากการคูณกันของตารางทั้ง 2 ตาราง จะได้ตารางที่แสดงระยะทางในการขนถ่ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในปี 2557 รวมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 3,237 กิโลเมตรต่อปี ดังตารางที่ 4.11 ซึ่งประกอบด้วยระยะทางรถโฟร์กลิฟท์ 2,617 กิโลเมตรต่อปี และระยะทางที่ขนย้ายด้วยรถเข็น 620 กิโลเมตรต่อปี

ตารางที่ 4.8 แสดงระยะทางการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (เมตร)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Loading Area	0	31	0	0	0	107	0	203	0	23	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0
2 TRS Storage Area	31	0	191	0	0	0	0	0	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Tongs Workshop	0	0	0	116	0	0	74	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Waiting for cleaning area	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Cleaning Bay	0	0	0	0	0	18	0	0	0	143	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0
6 Inspection Shop	107	0	97	0	0	0	46	0	52	152	0	0	0	0	87	0	72	0	52	0	0
7 Paint Shop	0	140	0	0	0	46	0	0	0	0	125	0	75	108	0	0	0	0	0	0	0
8 Jam Workshop	203	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 Handling Shop	0	0	0	71	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 DS Workshop	23	0	0	97	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 TPS Storage Area 1	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 TPS Storage Area 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 TPS/FRE/DRT Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0
14 DRT/FRE Storage Area	31	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	137	101	0	0	0	0
15 FRE Workshop	0	0	0	106	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0
16 Bucking	0	0	0	128	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	31	0	45	0	0	0	0
17 DRT Workshop1	0	0	0	92	64	77	55	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0
18 Test Bay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 DRT Workshop2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0
20 Hot Store	0	0	0	0	0	0	0	0	30	162	0	0	0	0	88	0	74	0	0	0	0
21 Cold Store	0	0	114	0	0	0	0	96	55	300	221	0	0	169	103	0	89	0	0	0	0

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (ชิ้น)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Loading Area	0	18729	0	0	0	129	0	1071	0	2224	0	0	0	2143	0	0	0	0	0	0	0
2 TRS Storage Area	18729	0	5941	0	0	0	0	0	12788	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Tongs Workshop	0	0	0	5941	0	0	5941	1071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Waiting for cleaning area	0	0	0	0	27884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Cleaning Bay	0	0	0	0	0	25660	0	0	0	2224	0	0	0	0	0	0	0	549	0	0	0
6 Inspection Shop	258	0	5941	0	0	0	5408	0	12788	2095	0	0	0	0	824	0	608	0	103	0	0
7 Paint Shop	0	18729	0	0	0	0	0	0	0	0	4140	0	2688	115	0	0	0	0	0	0	0
8 Jam Workshop	1071	0	1071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 Handling Shop	0	0	0	12788	0	0	12788	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 DS Workshop	2095	0	0	2224	129	2224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 TPS Storage Area 1	0	0	0	4800	0	0	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 TPS Storage Area 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 TPS/FRE/DRT Storage Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	660	0	0	1420	0	0	608	0	0	0	0
14 DRT/FRE Storage Area	1535	0	0	596	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	710	723	0	0	0	0
15 FRE Workshop	0	0	0	824	0	0	114	0	0	0	0	0	0	0	0	710	0	0	0	0	0
16 Bucking	0	0	0	549	0	0	813	0	0	0	0	0	0	0	710	0	652	0	0	0	0
17 DRT Workshop1	608	0	0	162	549	12	608	0	0	0	0	0	0	0	0	755	0	0	0	0	0
18 Test Bay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	549	0	0	0	0	0
19 DRT Workshop2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0
20 Hot Store	0	0	0	0	0	0	0	69	0	27	0	0	0	0	84	0	9	0	0	0	0
21 Cold Store	0	0	102	0	0	0	0	20	81	1277	77	0	0	0	7	0	14	0	0	0	0

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (เที่ยว)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Loading Area	0	1741	0	0	0	43	0	357	0	362	0	0	0	448	0	0	0	0	0	0	0
2 TRS Storage Area	2648	0	1485	0	0	0	0	0	1163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Tongs Workshop	0	0	0	1485	0	0	1485	357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Waiting for cleaning area	0	0	0	0	4277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Cleaning Bay	0	0	0	0	0	3915	0	0	0	362	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0
6 Inspection Shop	86	0	1485	0	0	0	944	0	1163	319	0	0	0	0	201	0	104	0	21	0	0
7 Paint Shop	0	2648	0	0	0	0	0	0	0	0	408	0	838	24	0	0	0	0	0	0	0
8 Jam Workshop	357	0	357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 Handling Shop	0	0	0	1163	0	0	1163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 DS Workshop	319	0	0	362	0	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 TPS Storage Area 1	0	0	0	822	0	0	0	0	0	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 TPS Storage Area 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 TPS/FRE/DRT Storage Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	414	0	0	320	0	0	104	0	0	0	0
14 DRT/FRE Storage Area	344	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	178	128	0	0	0	0
15 FRE Workshop	0	0	0	201	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	0	0	0	0
16 Bucking	0	0	0	92	0	0	199	0	0	0	0	0	0	0	178	0	113	0	0	0	0
17 DRT Workshop1	104	0	0	33	92	3	104	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	0	0
18 Test Bay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
19 DRT Workshop2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0
20 Hot Store	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9	0	0	0	0	28	0	3	0	0	0	0
21 Cold Store	0	0	102	0	0	0	0	20	81	1277	77	0	0	0	7	0	14	0	0	0	0

ตารางที่ 4.11 แสดงระยะทางรวมในการขนถ่ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (ก.ม.)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 Loading Area	0	54	0	0	0	5	0	72	0	8	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
2 TRS Storage Area	83	0	284	0	0	0	0	0	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Tongs Workshop	0	0	0	172	0	0	110	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Waiting for cleaning area	0	0	0	0	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Cleaning Bay	0	0	0	0	0	70	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
6 Inspection Shop	9	0	143	0	0	0	43	0	61	48	0	0	0	0	17	0	8	0	1	0	0
7 Paint Shop	0	371	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	62	3	0	0	0	0	0	0	0
8 Jam Workshop	72	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 Handling Shop	0	0	0	83	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 DS Workshop	7	0	0	35	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 TPS Storage Area 1	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 TPS Storage Area 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 TPS/FRE/DRT Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0
14 DRT/FRE Storage Area	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	13	0	0	0	0
15 FRE Workshop	0	0	0	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
16 Bucking	0	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0
17 DRT Workshop1	0	0	0	3	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
18 Test Bay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 DRT Workshop2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20 Hot Store	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21 Cold Store	0	0	12	0	0	0	0	2	4	383	17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์รวมของกิจกรรม

จากตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ระหว่างสถานีงาน (เที่ยว) ซึ่งมีจำนวนความถี่หรือจำนวนเที่ยวในการขนย้ายระหว่างสถานีที่แตกต่างกัน หากมีความถี่ระหว่างสถานีงานมากนั่นย่อมหมายความว่าสถานีงานคู่นั้นมีความสัมพันธ์ในระดับสูง การ

วิเคราะห์ในส่วนนี้จะใช้ค่าความสัมพันธ์ใกล้ชิดของแต่ละคู่สถานีงาน โดยจะนำข้อมูล From-To Chart ดังตารางที่ 4.10 ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณมาเปลี่ยนเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ จัดอยู่ในรูปแบบตารางความสัมพันธ์ เพื่อนำไปใช้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) และแผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship Diagram) ในลำดับต่อไป โดยกำหนดค่าความสัมพันธ์เป็นระดับ A, E, I, O, U และ X ความสัมพันธ์แต่ละคู่จะถูกจัดแบ่งเป็นช่วงตามระดับความสัมพันธ์ ซึ่งความสัมพันธ์ในระดับ A มีความสัมพันธ์มากที่สุด ระดับ U มีความสัมพันธ์น้อยหรือเป็นอิสระต่อกัน และระดับ X แสดงถึงคู่สถานีงานที่ไม่ต้องการให้อยู่ใกล้กัน โดยจัดระดับความเข้มข้นการไหลระหว่างคู่หน่วยงานตามค่าที่ได้กำหนดไว้ จัดแบ่งเป็นช่วงความเข้มข้นการไหล 5 ระดับดังนี้

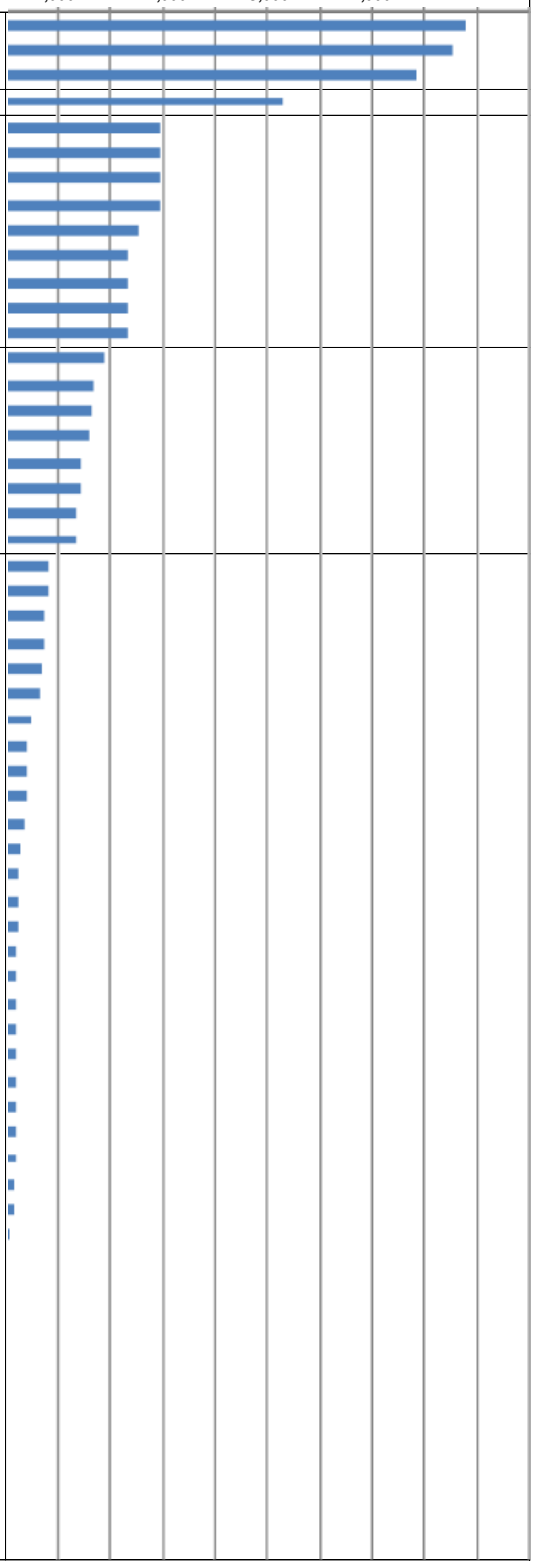
A มีความถี่ตั้งแต่ 3,000 เที่ยวขึ้นไป
E มีความถี่ระหว่าง 2,000 - 3,000 เที่ยว
I มีความถี่ระหว่าง 1,000 - 2,000 เที่ยว
O มีความถี่ระหว่าง 500 - 1,000 เที่ยว
U มีความถี่ต่ำกว่า 500 เที่ยว

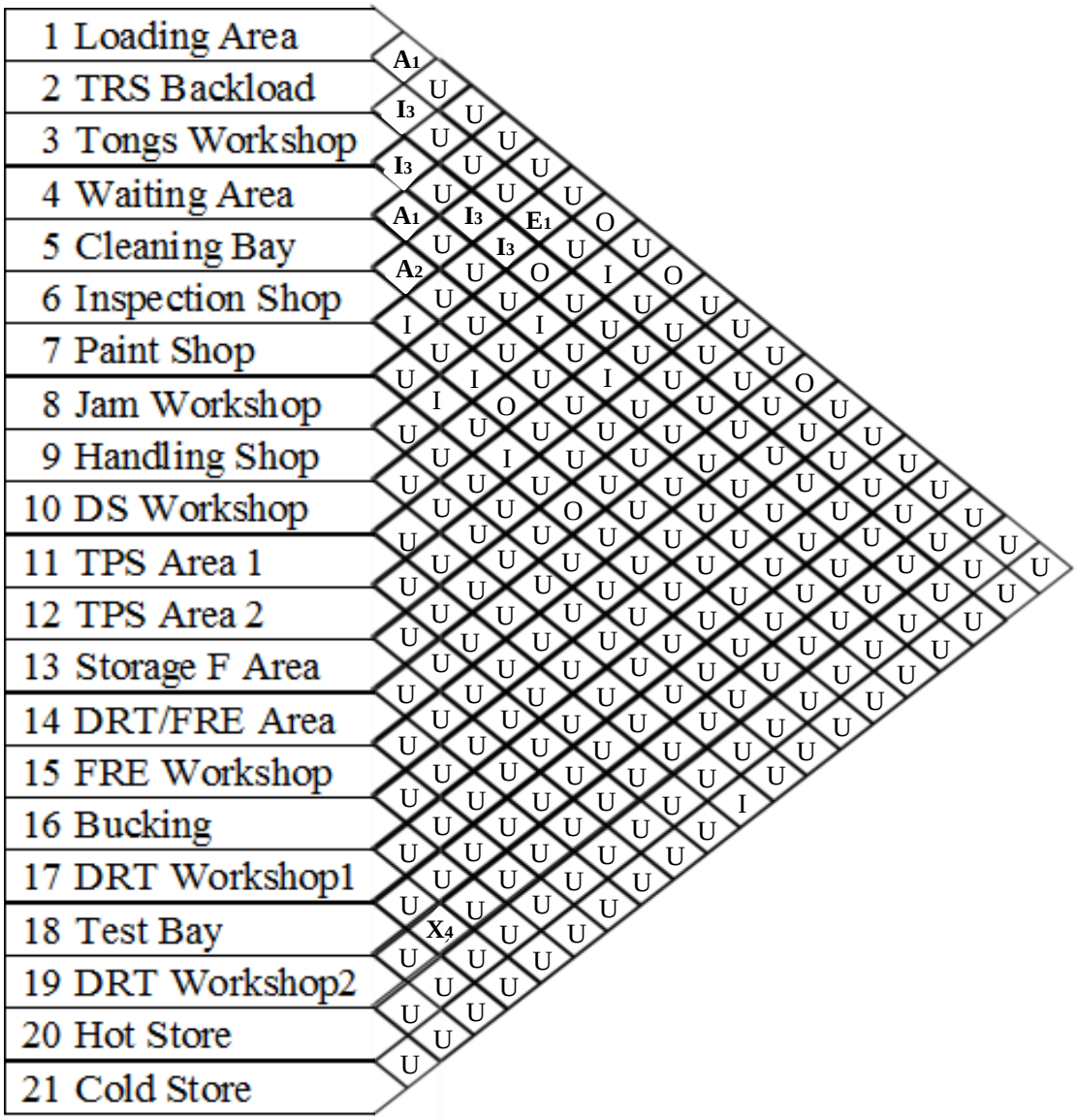
ตารางที่ 4.12 ตารางความสัมพันธ์แสดงปริมาณการขนย้ายระหว่างคู่สถานีงาน (เที่ยว) โดยเรียงลำดับความถี่ของสถานีงานทั้ง 60 คู่สถานี แบ่งระดับความเข้มข้นของการไหลออกเป็น 5 ระดับ ด้วยหลักเกณฑ์ข้างต้น

สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงคุณภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคู่สถานีงาน คือ การพิจารณาปัจจัยที่ไม่อาจวัดออกมาในรูปแบบตัวเลขได้อย่างชัดเจน เป็นปัจจัยที่ไม่มีตัวตน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ความสะดวก สภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น เมื่อพิจารณาปัจจัยดังกล่าวแล้วมีปัจจัยคุณภาพเกี่ยวข้องเพียงบางคู่สถานีงาน และไม่มีผลกระทบต่อระดับความสัมพันธ์ จึงนำปัจจัยเชิงคุณภาพมากำหนดเป็นเหตุผลสนันสนุนในแต่ละคู่สถานีงาน ซึ่งคู่สถานีงานใดมีความสัมพันธ์กันมากก็จะมีเหตุผลสนับสนุน เหตุผลสนับสนุนในแต่ละข้อจะแทนด้วยรหัสตัวเลขโดยเขียนกำกับไว้ ดังรูปที่ 4.8 ที่แสดงระดับความสัมพันธ์ของสถานีงานในรูปแบบแผนภูมิความสัมพันธ์และเหตุผลสนันสนุน

ตารางที่ 4.12 ระดับความเข้มข้นการไหลระหว่างสถานีงานทั้งหมด

Route	Trip	Intensity Level
1-2	4,389	A
4-5	4,277	3,000 Up
5-6	3,915	
2-7	2,648	E 2,000 - 3,000
2-3	1,485	I
3-4	1,485	1,000 - 2,000
3-7	1,485	
3-6	1,485	
10-21	1,277	
2-9	1,163	
4-9	1,163	
6-9	1,163	
7-9	1,163	
6-7	944	O
7-13	838	500 - 1,000
4-11	822	
1-14	792	
1-8	714	
3-8	714	
1-10	681	
6-10	681	
11-13	414	U
7-11	408	0 - 500
4-10	362	
5-10	362	
15-16	356	
13-14	320	
16-17	247	
4-15	201	
6-15	201	
7-16	199	
14-16	178	
11-12	148	
1-6	129	
14-17	128	
4-14	119	
6-17	107	
1-17	104	
7-17	104	
13-17	104	
3-21	102	
4-16	92	
5-18	92	
5-17	92	
16-18	92	
9-21	81	
11-21	77	
4-17	33	
15-20	28	
7-14	24	
7-15	23	
9-20	23	
14-15	23	
6-19	21	
17-19	21	
8-20	20	
17-21	14	
10-20	9	
15-21	7	
17-20	3	





รหัส	เหตุผลสนับสนุน
1	การไหลของวัสดุ
2	ใช้สาธารณูปโภคร่วมกัน
3	ความสะดวก
4	สิ่งแวดล้อมในการทำงาน

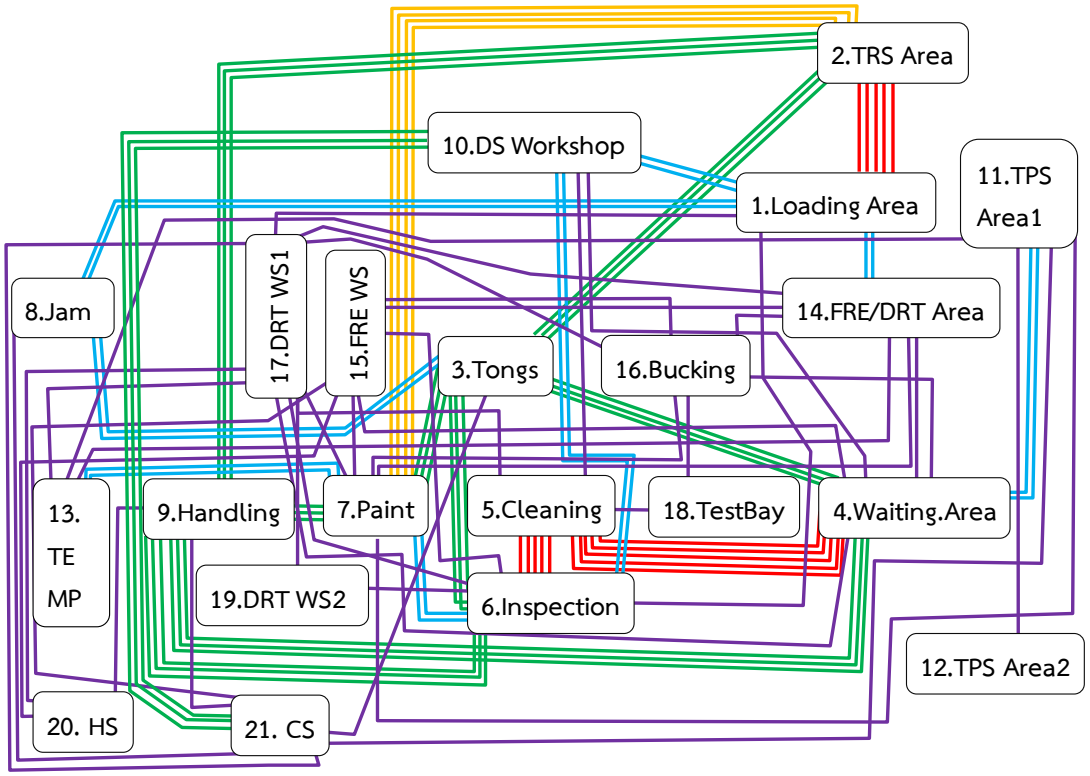
รูปที่ 4.8 แผนภูมิความสัมพันธ์ของแต่ละคู่สถานีงาน

การปรับปรุงผังโรงงานเริ่มต้นจากการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ (Activity Relationship Diagram) ดังรูปที่ 4.9 เป็นการนำแผนภูมิความสัมพันธ์มาแสดงในรูปแผนภาพที่มีการจัดสถานีงานตามภูมิศาสตร์เพื่อให้เห็นตำแหน่งและความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ได้ชัดเจนมาก

ยิ่งขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม กำหนดจำนวนเส้นและสีเพื่อเชื่อมโยงแทนระดับความสัมพันธ์ในระดับต่างๆ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สัญลักษณ์และรหัสที่ใช้ประกอบการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์

Value	Point	จำนวนเส้น	Closeness	Color
A	4		ความสำคัญสมบูรณ์	แดง
E	3		ความสำคัญพิเศษ	ส้มเหลือง
I	2		มีความสำคัญ	เขียว
O	1		ธรรมดา	น้ำเงิน
U	0		ไม่สำคัญ	สีม่วง
X	-1		ไม่ต้องการ	ดำ



รูปที่ 4.9 แผนภาพความสัมพันธ์

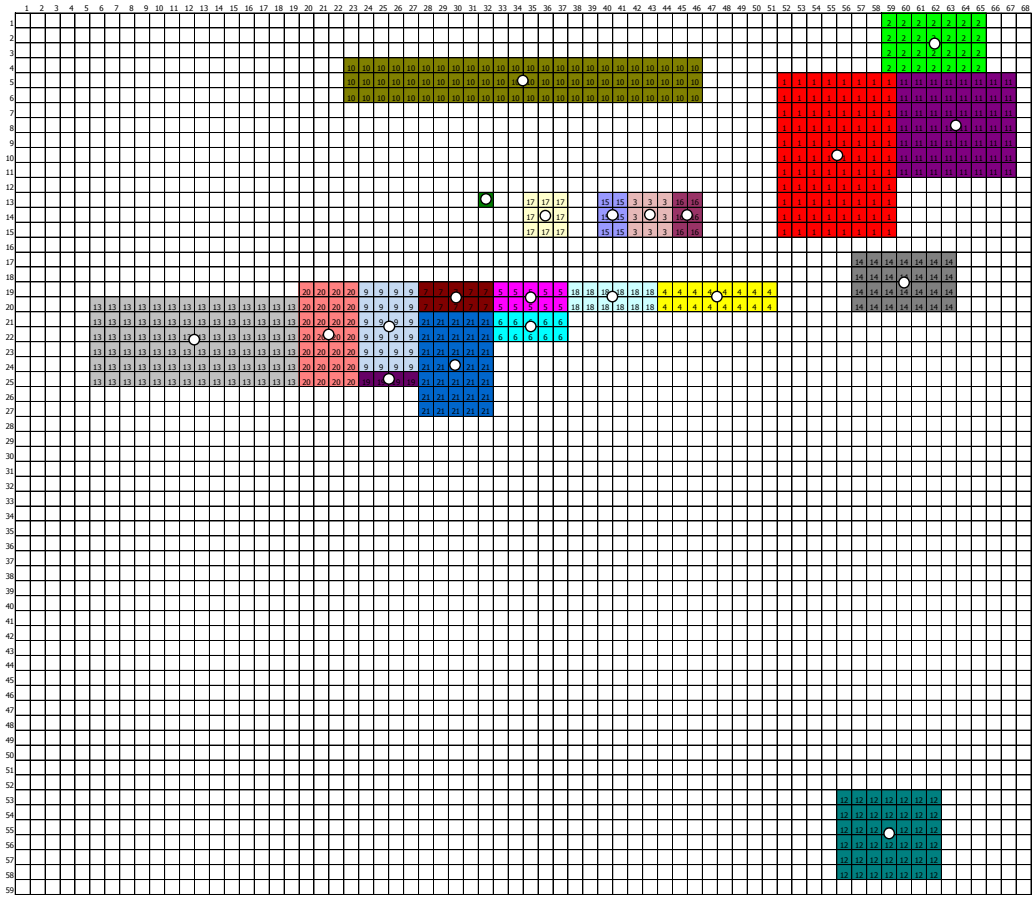
เป้าหมายหลักของการปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง คือ การพัฒนาผังทางเลือกหลายๆ แบบที่มีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติและสามารถดำเนินงานได้ดี โดยการจัดวางตำแหน่งงานใหม่ให้

สอดคล้องกับลักษณะการไหลของเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง เพื่อลดระยะทางรวมและลดต้นทุนในการเคลื่อนย้าย นอกจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสถานีงานในรูปแบบแผนภูมิและแผนภาพความสัมพันธ์ที่ได้วิเคราะห์ข้างต้น ในการปรับปรุงแผนผังสำหรับกรณีที่มีสถานีงาน 20 สถานีงานหรือมากกว่า ควรใช้วิธีการหรือขั้นตอนอย่างอื่นเข้ามาช่วยให้การปรับปรุงผังเพื่อให้ง่ายมากยิ่งขึ้นมากกว่าการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์จากแผนภูมิความสัมพันธ์โดยตรง โดยในงานวิจัยนี้ได้นำอีกหนึ่งเทคนิคการสร้างผังทางเลือกที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันมาใช้เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการพิจารณาสร้างผังทางเลือกอีกด้วย คือ การวางผังด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากมีความรวดเร็ว ช่วยประหยัดเวลาในการปรับปรุงผังที่มีความซับซ้อน มีความแม่นยำในการคำนวณและช่วยลดความผิดพลาดได้ แต่อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรับรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆ ได้ทั้งหมด จึงนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างผังเท่านั้น สำหรับวิธีการปรับปรุงผังเดิมที่มีอยู่แล้วที่เป็นที่นิยม คือ การปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT (Computerized Relative allocation of Facilities Techniques) เป็นวิธีสร้างผังทางเลือกเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวางผังให้มีการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด โดยค้นหาสถานีงานในการสับเปลี่ยนที่ทำให้ได้ค่าต้นทุนการขนย้ายที่ต่ำที่สุด

การปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT เริ่มต้นจากการสร้างแบบจำลองผังในปัจจุบัน ซึ่งมีสถานีงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการซ่อมบำรุงของทั้ง 5 แผนก รวม 21 สถานีงาน โดยที่สถานีงานมีสัดส่วนพื้นที่และตำแหน่งสอดคล้องตามแผนผังในปัจจุบันที่มีอยู่ เตรียมข้อมูลตารางปริมาณการขนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานี (เที่ยว) และกำหนดให้ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือระหว่างทุกสถานีงานเท่ากับ 1 ดังแสดงในภาคผนวก ก รูปที่ ก. 1 - รูปที่ ก. 2 และ ตารางที่ ก. 1

หลังจากจัดเตรียมข้อมูลข้างต้นแล้ว จึงให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณ ด้วยการใช้คำสั่ง Solve โปรแกรมจะทำการสับเปลี่ยนสถานีงานทีละคู่และคำนวณต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวมจากการสลับสถานีงานในคู่นั้นๆ แล้วนำค่าต้นทุนการเคลื่อนย้ายมาเปรียบเทียบกันและเลือกค่าที่ต่ำที่สุด โดยโปรแกรมจะเลือกสับเปลี่ยนสถานีงานที่มีขนาดเท่ากันหรือสถานีงานที่มีพื้นที่ติดกัน โปรแกรมจะทำเช่นเดียวกันนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถหาค่าต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวมที่ต่ำกว่าได้ โปรแกรมจึงจะหยุดทำงาน เมื่อการคำนวณสิ้นสุดลงจะแสดงผลการคำนวณ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 2 และรูปแบบแผนผังใหม่ที่ได้ปรับปรุง ดังแสดงในภาคผนวก ก รูปที่ ก.3 สำหรับการทำงานของโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบจำลองแผนผังในปัจจุบันขึ้นโดยกำหนดขนาดและตำแหน่งของสถานีงานที่เกี่ยวข้องกับ 5 แผนกงาน โปรแกรมจะทำการค้นหาและกำหนดศูนย์กลาง (Centroid) ของทั้ง 21 สถานีงาน ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 จุดศูนย์กลางของแต่ละสถานีงานของแผนผังก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 2

2.1 โปรแกรมจะคำนวนหาระยะทางในแนวตั้งฉากระหว่าง Centroid ของแต่ละสถานีงานแล้วบันทึกค่าลงในตารางระยะทาง (Distance Matrix) ดังตารางที่ 4.14

2.2 โปรแกรมทำการคำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) ก่อนการปรับปรุงผัง โดยนำค่าในตารางปริมาณการเคลื่อนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานี (Flow Matrix) คูณค่าในตารางระยะทาง (Distance Matrix) และต้นทุนการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร (ชิ้น/เมตร) ซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

$$\text{Cost Matrix} = \text{Distance Matrix} * \text{Flow Matrix} * \text{Cost} \quad (1)$$

Cost Matrix ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม CRAFT คือ ต้นทุนของแผนผังเริ่มต้นก่อนการปรับปรุง ซึ่งมีต้นทุนรวมของการเคลื่อนย้ายเครื่องมือเป็นเงิน 723,539.50 บาท ดังตารางที่ 4.14 - ตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.14 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) ก่อนการปรับปรุงผัง

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
D 1	0	14	0	0	0	32	0	0	0	26	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
D 2	14	0	30.5	0	0	0	0	0	55.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 3	0	0	0	10	0	0	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4	0	0	0	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5.5	0	0	0
D 6	32	0	15.5	0	0	0	7	0	9.5	17	0	0	0	0	13	0	8.5	0	13	0	0
D 7	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	20.5	31	0	0	0	0	0	0	0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9	0	0	0	24	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	26	0	0	27.5	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 11	0	0	0	27.5	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.5	0	0	51.5	0	0	32	0	0	0	0
D 14	13	0	0	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	19	28.5	0	0	0	0
D 15	0	0	0	12.5	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
D 16	0	0	0	7.5	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9.5	0	0	0	0
D 17	23.5	0	0	17	6.5	8.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	0	0	0	0	0
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	0	0	0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.5	0	0	0	0
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	30	0	0	0	0	27	0	22.5	0	0	0	0
D 21	0	0	23	0	0	0	0	13	7	23.5	49.5	0	0	0	20.5	0	16	0	0	0	0

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการเคลื่อนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานีงาน (Flow Matrix) ก่อนปรับปรุงผัง

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
D 1	0	1741	0	0	0	43	0	0	0	362	0	0	0	448	0	0	0	0	0	0	0
D 2	2648	0	1485	0	0	0	0	0	1163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 3	0	0	0	1485	0	0	1485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4	0	0	0	0	4277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 5	0	0	0	0	0	3915	0	0	0	362	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0
D 6	86	0	1485	0	0	0	944	0	1163	319	0	0	0	0	201	0	104	0	21	0	0
D 7	0	2648	0	0	0	0	0	0	0	0	408	0	838	24	0	0	0	0	0	0	0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9	0	0	0	1163	0	0	1163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	319	0	0	362	0	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 11	0	0	0	822	0	0	0	0	0	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	414	0	0	320	0	0	104	0	0	0	0
D 14	344	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	178	128	0	0	0	0
D 15	0	0	0	201	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	0	0	0	0
D 16	0	0	0	92	0	0	199	0	0	0	0	0	0	0	178	0	113	0	0	0	0
D 17	104	0	0	33	92	3	104	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	0	0
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9	0	0	0	0	28	0	3	0	0	0	0
D 21	0	0	102	0	0	0	0	20	81	1277	77	0	0	0	7	0	14	0	0	0	0

ตารางที่ 4.16 ต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) ก่อนการปรับปรุงผัง

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21	
D 1	0	24374	0	0	0	1376	0	0	0	9412	0	0	0	5824	0	0	0	0	0	0	0	40,986.0
D 2	37072	0	45292.5	0	0	0	0	0	64546.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146,911.0
D 3	0	0	0	14850	0	0	27472.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,322.5
D 4	0	0	0	0	53462.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,462.5
D 5	0	0	0	0	0	7830	0	0	0	5430	0	0	0	0	0	0	0	506	0	0	0	13,766.0
D 6	2752	0	23017.5	0	0	0	6608	0	11048.5	5423	0	0	0	0	2613	0	884	0	273	0	0	52,619.0
D 7	0	129752	0	0	0	0	0	0	0	0	18360	0	17179	744	0	0	0	0	0	0	0	166,035.0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 9	0	0	0	27912	0	0	7559.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,471.5
D 10	8294	0	0	9955	0	6154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,403.0
D 11	0	0	0	22605	0	0	0	0	0	0	0	7696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,301.0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27117	0	0	16480	0	0	3328	0	0	0	0	46,925.0
D 14	4472	0	0	1606.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	552	3382	3648	0	0	0	0	13,660.5
D 15	0	0	0	2512.5	0	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	890	0	0	0	0	0	3,770.5
D 16	0	0	0	690	0	0	4179	0	0	0	0	0	0	0	890	0	1073.5	0	0	0	0	6,832.5
D 17	2444	0	0	561	598	25.5	1196	0	0	0	0	0	0	0	0	1273	0	0	0	0	0	6,097.5
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	966	0	0	0	0	0	966.0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451.5	0	0	0	0	451.5
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	103.5	270	0	0	0	0	756	0	67.5	0	0	0	0	1,197.0
D 21	0	0	2346	0	0	0	0	260	567	30009.5	3811.5	0	0	0	143.5	0	224	0	0	0	0	37,361.5

723,539.5 Baht

ขั้นตอนที่ 3 คัดเลือกสถานีงานที่มีขนาดพื้นที่เท่ากันหรือมีพื้นที่ติดกันเพื่อทำการสับเปลี่ยนสถานีงาน หลังจากการสับเปลี่ยนจะประเมินค่าจากตารางต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix)

ขั้นตอนที่ 4 เริ่มต้นการสลับครั้งที่ 1 เลือกสถานีงานหมายเลข 2 และสถานีงานหมายเลข 14 การสลับตำแหน่งสถานีงาน ซึ่งจะทำให้ Distance matrix และ Cost Matrix มีการเปลี่ยนแปลง จึงต้องคำนวณค่าใหม่ ดังตารางที่ 4.17 - ตารางที่ 4.18 ผลการคำนวณจากการสลับสถานีงาน 2 และ 14 มีต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย 649,274.50 บาท สามารถลดต้นทุนถึง 74,265.00 บาท ขณะที่ต้นทุนก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 723,539.50 บาท

ตารางที่ 4.17 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) จากการสลับสถานีงาน 2 และ 14

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
D 1	0	13	0	0	0	32	0	0	0	26	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
D 2	13	0	21.5	0	0	0	0	0	37.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 3	0	0	0	10	0	0	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4	0	0	0	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5.5	0	0	0
D 6	32	0	15.5	0	0	0	7	0	9.5	17	0	0	0	0	13	0	8.5	0	13	0	0
D 7	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	20.5	49	0	0	0	0	0	0	0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9	0	0	0	24	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	26	0	0	27.5	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 11	0	0	0	27.5	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.5	0	0	69.5	0	0	32	0	0	0	0
D 14	14	0	0	31.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	28	37.5	0	0	0	0
D 15	0	0	0	12.5	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
D 16	0	0	0	7.5	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9.5	0	0	0	0
D 17	23.5	0	0	17	6.5	8.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	0	0	0	0	0
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5	0	0	0	0	0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.5	0	0	0	0
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	30	0	0	0	0	27	0	22.5	0	0	0	0
D 21	0	0	23	0	0	0	0	13	7	23.5	49.5	0	0	0	20.5	0	16	0	0	0	0

ตารางที่ 4.18 ต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) จากการสลับสถานีงาน 2 และ 14

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21	
D 1	0	22633	0	0	0	1376	0	0	0	9412	0	0	0	6272	0	0	0	0	0	0	0	39,693.0
D 2	34424	0	31927.5	0	0	0	0	0	43612.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109,964.0
D 3	0	0	0	14850	0	0	27472.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,322.5
D 4	0	0	0	0	53462.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,462.5
D 5	0	0	0	0	0	7830	0	0	0	5430	0	0	0	0	0	0	0	506	0	0	0	13,766.0
D 6	2752	0	23017.5	0	0	0	6608	0	11048.5	5423	0	0	0	0	2613	0	884	0	273	0	0	52,619.0
D 7	0	82088	0	0	0	0	0	0	0	0	18360	0	17179	1176	0	0	0	0	0	0	0	118,803.0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 9	0	0	0	27912	0	0	7559.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,471.5
D 10	8294	0	0	9955	0	6154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,403.0
D 11	0	0	0	22605	0	0	0	0	0	0	0	7696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,301.0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27117	0	0	22240	0	0	3328	0	0	0	0	52,685.0
D 14	4816	0	0	3748.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	759	4984	4800	0	0	0	0	19,107.5
D 15	0	0	0	2512.5	0	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	890	0	0	0	0	0	3,770.5
D 16	0	0	0	690	0	0	4179	0	0	0	0	0	0	0	890	0	1073.5	0	0	0	0	6,832.5
D 17	2444	0	0	561	598	25.5	1196	0	0	0	0	0	0	0	0	1273	0	0	0	0	0	6,097.5
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	966	0	0	0	0	0	966.0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451.5	0	0	0	0	451.5
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	103.5	270	0	0	0	0	756	0	67.5	0	0	0	0	1,197.0
D 21	0	0	2346	0	0	0	0	260	567	30009.5	3811.5	0	0	0	143.5	0	224	0	0	0	0	37,361.5

649,274.5 Baht

ขั้นตอนที่ 5 ทำการการสลับครั้งที่ 2 เลือกสถานีงานหมายเลข 4 และสถานีงานหมายเลข 18 โดยอ้างอิงตำแหน่งสถานีงานจากแผนผังเริ่มต้นก่อนการปรับปรุง โปรแกรมจะทำซ้ำด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับการสลับครั้งที่ 1 คือ การค้นหาและกำหนด Centriod ของสถานีงานที่สลับ แล้วคำนวณ

ค่า Distance matrix และ Cost Matrix ดังตารางที่ 4.19 - ตารางที่ 4.20 จากการสลับสถานีงาน 4 และ 18 มีต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย 689,250.50 บาท สามารถลดต้นทุนถึง 34,289.00 บาท ขณะที่ต้นทุนก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 723,539.50 บาท

และหากทำการปรับปรุงโดยการสลับทั้งสองครั้ง คือ สลับสถานี 2 และ14 (การสลับครั้งที่ 1), สลับสถานีงาน 4 และ18 (การสลับครั้งที่ 2) ก็จะทำให้มีต้นทุนรวมที่ 614,985.50 บาท คำนวณได้จาก

ต้นทุนรวมก่อนการปรับปรุง (723,539.50) - ต้นทุนที่ลดลงจากการสลับครั้งที่ 1 (74,265.00) - ต้นทุนที่ลดลงจากการสลับครั้งที่ 2 (34,289.00)

ต้นทุนรวมการสลับสถานีงานสองครั้งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการสลับเพียงครั้งเดียวจะให้ค่าต้นทุนที่ต่ำกว่า โปรแกรมก็จะทำการสลับต่อไปที่ละคู่โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการสลับในครั้งที่ 1 และ 2 เมื่อได้ค่าต้นทุนรวมของการสลับในแต่ละครั้งก็จะนำมาเปรียบเทียบกับผลรวมของต้นทุนการเคลื่อนย้ายครั้งก่อนหน้า จนไม่สามารถหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายที่ต่ำกว่าได้อีกจึงหยุดการคำนวณ

ตารางที่ 4.19 ระยะทางระหว่างสถานีงาน (Distance matrix) จากการสลับสถานีงาน 4 และ 18

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
D 1	0	14	0	0	0	32	0	0	0	26	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
D 2	14	0	30.5	0	0	0	0	0	55.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 3	0	0	0	7	0	0	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4	0	0	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	13.5	0	0	0
D 6	32	0	15.5	0	0	0	7	0	9.5	17	0	0	0	0	13	0	8.5	0	13	0	0
D 7	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	20.5	31	0	0	0	0	0	0	0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9	0	0	0	18	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	26	0	0	21.5	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 11	0	0	0	33.5	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.5	0	0	51.5	0	0	32	0	0	0	0
D 14	13	0	0	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	19	28.5	0	0	0	0
D 15	0	0	0	6.5	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
D 16	0	0	0	9.5	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9.5	0	0	0	0
D 17	23.5	0	0	11	6.5	8.5	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	0	0	0	0	0
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5	0	0	0	0	0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.5	0	0	0	0
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	30	0	0	0	0	27	0	22.5	0	0	0	0
D 21	0	0	23	0	0	0	0	13	7	23.5	49.5	0	0	0	20.5	0	16	0	0	0	0

ตารางที่ 4.20 แสดงต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม (Cost Matrix) จากการสลับสถานีงาน 4 และ 18

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21	
D 1	0	24374	0	0	0	1376	0	0	0	9412	0	0	0	5824	0	0	0	0	0	0	0	40,986.0
D 2	37072	0	45292.5	0	0	0	0	0	64546.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146,911.0
D 3	0	0	0	10395	0	0	27472.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,867.5
D 4	0	0	0	0	27800.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,800.5
D 5	0	0	0	0	0	7830	0	0	0	5430	0	0	0	0	0	0	0	1242	0	0	0	14,502.0
D 6	2752	0	23017.5	0	0	0	6608	0	11048.5	5423	0	0	0	0	2613	0	884	0	273	0	0	52,619.0
D 7	0	129752	0	0	0	0	0	0	0	0	18360	0	17179	744	0	0	0	0	0	0	0	166,035.0
D 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 9	0	0	0	20934	0	0	7559.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,493.5
D 10	8294	0	0	7783	0	6154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,231.0
D 11	0	0	0	27537	0	0	0	0	0	0	0	7696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,233.0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27117	0	0	16480	0	0	3328	0	0	0	0	46,925.0
D 14	4472	0	0	2320.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	552	3382	3648	0	0	0	0	14,374.5
D 15	0	0	0	1306.5	0	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	890	0	0	0	0	0	2,564.5
D 16	0	0	0	874	0	0	4179	0	0	0	0	0	0	0	890	0	1073.5	0	0	0	0	7,016.5
D 17	2444	0	0	363	598	25.5	1196	0	0	0	0	0	0	0	0	1273	0	0	0	0	0	5,899.5
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	782	0	0	0	0	0	782.0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451.5	0	0	0	0	451.5
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	103.5	270	0	0	0	0	756	0	67.5	0	0	0	0	1,197.0
D 21	0	0	2346	0	0	0	0	260	567	30009.5	3811.5	0	0	0	143.5	0	224	0	0	0	0	37,361.5

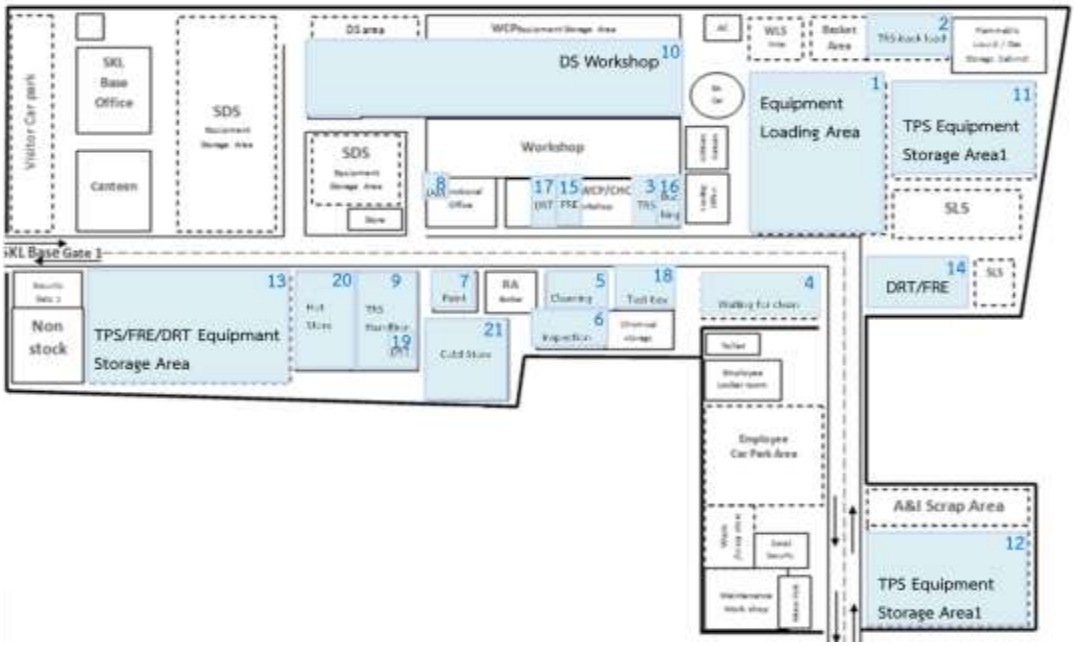
689,250.5 Baht

ตารางที่ 4.21 ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือในการสับเปลี่ยนสถานีงานด้วยวิธี CRAFT

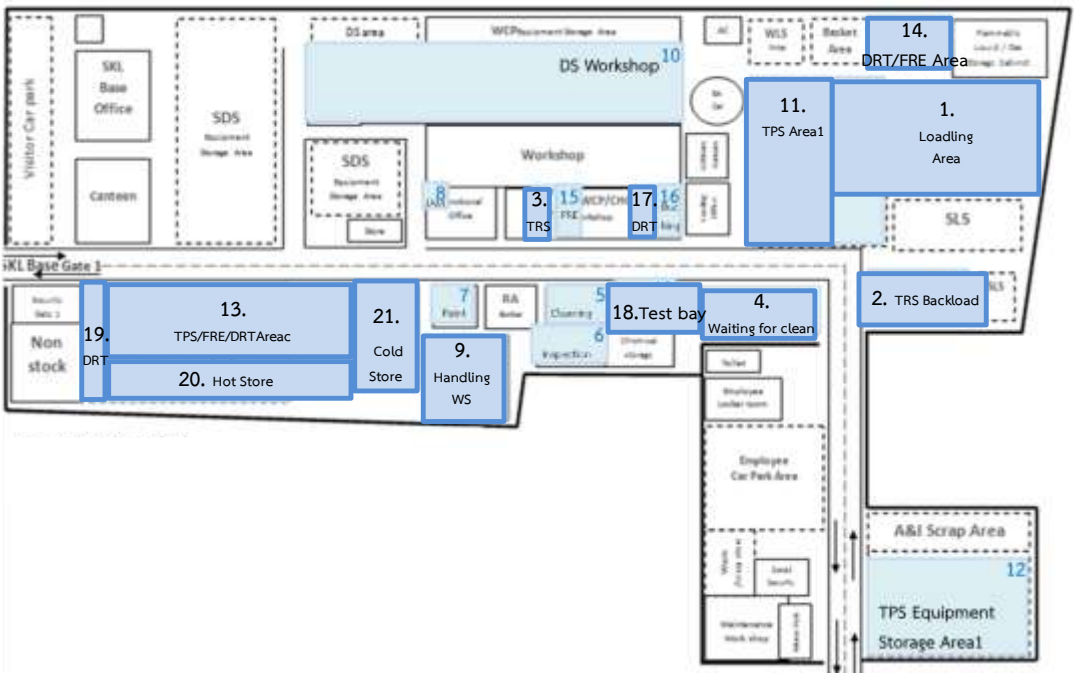
ครั้งที่	สถานีงานที่สับเปลี่ยน	ต้นทุนการเคลื่อนย้าย	ต้นทุนลดลง (บาท)
1	2 และ 14	649,274.50	74,265.00
2	4 และ 18	614,985.50	34,289.00
3	13 และ 20	609,285.31	5,700.19
4	1 และ 11	580,992.19	28,293.13
5	13 และ 19	580,387.25	604.94
6	21 และ 9	576,986.50	3,400.75
7	3 และ 17	571,447.50	5,539.00

จากตาราง 4.21 การคำนวณของโปรแกรม CRAFT ได้แสดงการสับเปลี่ยนสถานีงานจำนวน 7 ครั้ง โปรแกรมจะทำการคำนวณและสับเปลี่ยนสถานีงานที่ละคู่ เพื่อหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวมที่ต่ำที่สุด ในการสับเปลี่ยนแต่ละครั้งจะแสดงต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย และแสดงจำนวนต้นทุนที่ลดลงจากการสับเปลี่ยนในคู่นั้นๆ ซึ่งจะเห็นว่าในการสับเปลี่ยนครั้งที่ 1 ระหว่างสถานีงาน 2 และ 14 ทำให้มีต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย 649,274.50 บาท และทำให้มีต้นทุนที่ลดลงสูงสุดถึง 74,265.00 บาท การสับเปลี่ยนครั้งที่ 2 แสดงต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย 614,985.50 บาท ซึ่งเกิดจากการสลับสถานีงาน 2 ครั้ง (2 และ 14, 4 และ 18) หากสามารถสลับสถานีงานตามที่โปรแกรมคำนวณไว้ได้ทั้งหมด 7 ครั้ง จะทำให้มีต้นทุนการเคลื่อนย้ายต่ำสุดอยู่ที่ 571,447.50 บาท

ขณะที่ต้นทุนการเคลื่อนย้ายของแผนผังก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 723,539.50 บาท โปรแกรมได้หยุดการคำนวณเนื่องจากไม่สามารถหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวมที่ต่ำกว่าได้อีก ซึ่งหากสลับเกินกว่า 7 คู่ จะทำให้มีต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้ายสูงขึ้น



รูปที่ 4.11 แผนผังเริ่มต้นก่อนการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT



รูปที่ 4.12 แผนผังทางเลือกที่ได้จากการปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT

ดังรูปที่ 4.11 แสดงถึงรูปแบบแผนผังเริ่มต้นก่อนการปรับปรุง และ รูปที่ 4.12 แสดงถึงแผนผังที่ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT โดยมีการสับเปลี่ยนสถานีงานที่ละคู่จำนวน 7 ครั้ง จนได้แผนผังที่มีต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้ายที่ต่ำที่สุด

การพัฒนาแผนผังทางเลือก นอกจากการประเมินด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT แล้วยังต้องอาศัยการพิจารณาเงื่อนไขอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมกันอีกด้วย เช่น ข้อจำกัดของพื้นที่ โครงสร้างอาคาร ระบบการระบายน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์ ลักษณะการทำงาน โดยการรับฟังข้อเสนอแนะและความเป็นไปได้ในการสับเปลี่ยนสถานีงาน นำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อการพัฒนาผังใหม่ที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด แล้วจึงนำผังทางเลือกที่พัฒนาขึ้นไปให้ทางบริษัทคัดเลือกผังที่เหมาะสมอีกครั้ง

4.4 ประเมินผลการออกแบบผังโรงงานทางทฤษฎี

ในขั้นตอนการสร้างผังทางเลือก ใช้หลักการพิจารณาร่วมกันของทั้ง 2 วิธี ระหว่างการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการปรับปรุงผังโดยวิธี CRAFT

ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธี CRAFT แสดงการสลับสถานีงาน 7 ครั้ง ซึ่งแน่นอนว่าในระบบงานจริงอาจไม่สามารถสับเปลี่ยนได้ตามที่โปรแกรมคำนวณได้ทั้งหมด จึงทำการคัดเลือกสถานีงานที่มีความเป็นไปได้ในการสลับตำแหน่ง เพื่อให้ได้รูปแบบแผนผังทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด พบว่ามีความเป็นไปได้ในสับเปลี่ยนได้เพียง 5 คู่สถานีงาน (คัดสถานีงานออก 2 คู่สถานีงาน ได้แก่ สถานีงานที่ 21 และ 9 ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านสถานที่ไม่สามารถสับเปลี่ยนได้ และ สถานีงาน 13 และ 9 ให้ต้นทุนที่ลดลงน้อยที่สุด 604.94 บาทต่อปี จึงไม่นำมาพิจารณา) ซึ่งจะนำ 5 คู่สถานีนี้มาจัดรูปแบบผังทางเลือก สำหรับวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่แบ่งระดับความสัมพันธ์ออกเป็น 5 ระดับ ในการจัดรูปแบบผังทางเลือกจะพิจารณาคู่สถานีงานที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูง 3 ระดับแรก ได้แก่ ระดับ A, E และ I ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.3

หลังจากออกแบบแผนผังทางเลือกแล้ว นำสถานีงานที่ต้องการสับเปลี่ยนไปคำนวณต้นทุนรวมโดยใช้โปรแกรม CRAFT อีกครั้ง ด้วยคำสั่ง Switch เพื่อเลือกสลับสถานีงานตามที่กำหนดไว้ สำหรับแนวทางการสร้างรูปแบบผังทางเลือกจะพิจารณาในด้านระดับต้นทุนที่ลดลงและระดับต้นทุนในการปรับปรุง ผังทางเลือกที่ได้พัฒนาขึ้น มี 5 รูปแบบที่แตกต่างกัน มีรูปแบบการสับเปลี่ยน 5 คู่สถานี, 4 คู่สถานี, 3 คู่และแบบสลับเพียงคู่เดียว ดังตารางที่ 4.22 ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกที่หลากหลายให้กับทางบริษัทได้พิจารณา สำหรับรูปแบบผังทางเลือกที่ได้ปรับปรุงทั้ง 5 แบบ แสดงดังรูปที่ 4.13 - 4.16

ตารางที่ 4.22 รายละเอียดแผนผังทางเลือกทั้ง 5 รูปแบบ

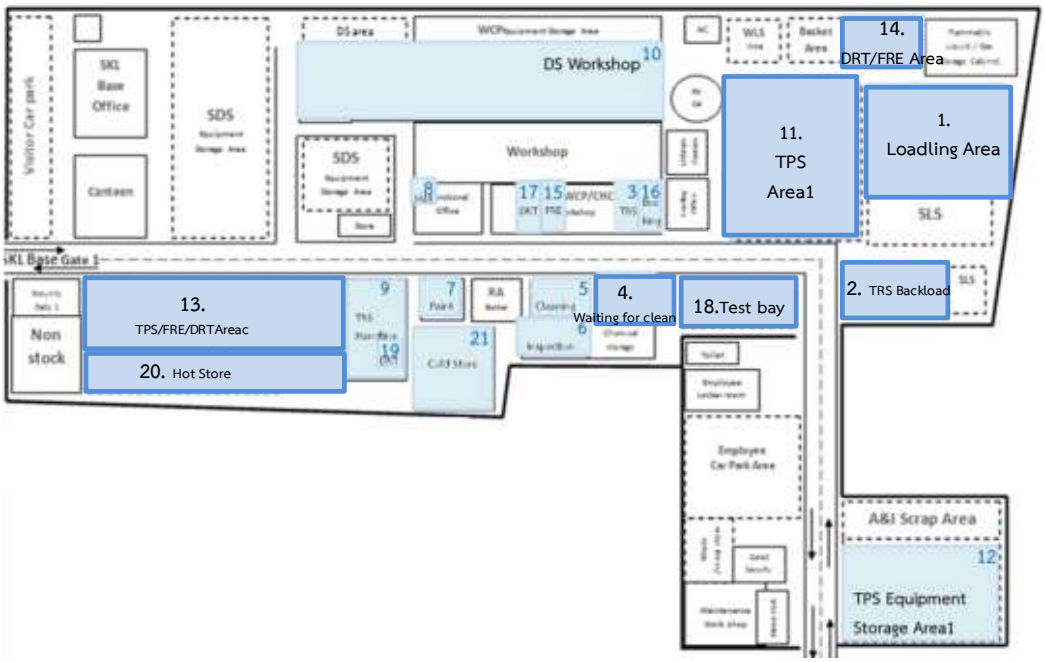
แผนผังทางเลือก	สถานีงาน	ต้นทุนลดลง(บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)	ลดลง(%)	ระดับต้นทุนที่ลดลง	ระดับต้นทุนการปรับปรุง
แบบที่ 1	1 และ 11	28,293.13	580,992.19	19.70	สูง	สูง
	2 และ 14	74,265.00				
	4 และ 18	34,289.00				
	13 และ 20	5,700.19				
	สลับ 4 คู่สถานี	142,547.31				
แบบที่ 2	1 และ 11	28,293.13	655,418.38	9.41	ปานกลาง	ปานกลาง
	3 และ 17	5,539.00				
	4 และ 18	34,289.00				
	สลับ 3 คู่สถานี	68,121.13				
แบบที่ 3	4 และ 18	34,289.00	689,250.50	4.74	น้อย	ปานกลาง
แบบที่ 4	2 และ 14	74,265.00	649,274.50	10.26	ปานกลาง	ไม่มี
แบบที่ 5	1 และ 11	28,293.13	575,453.19	20.47	สูง	สูง
	2 และ 14	74,265.00				
	4 และ 18	34,289.00				
	13 และ 20	5,700.19				
	3 และ 17	5,539.00				
	สลับ 5 คู่สถานี	148,086.31				

ดังตารางที่ 4.22 ขอยกตัวอย่างเพื่อเป็นการอธิบายถึงแนวคิดดังกล่าว สำหรับการสร้างรูปแบบแผนผังทางเลือกแบบที่ 1 จากการพิจารณาในด้านระดับต้นทุนที่ลดลงและระดับต้นทุนในการปรับปรุง ได้กำหนดแนวคิดสำหรับทางเลือกนี้ คือ ต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้ายที่ลดลงในระดับสูงและต้นทุนในการปรับปรุงในระดับสูง เริ่มต้นด้วยการคัดเลือกคู่สถานีงานจำนวน 4 คู่ ที่ให้ค่าต้นทุนที่ลดลงมากที่สุด (จากทั้งหมด 5 คู่สถานีงาน คัดเลือกคู่สถานีงานที่ให้ค่าต้นทุนลดลงน้อยที่สุดออก) แล้วทำการปรับปรุงผังโดยสร้างเป็นแผนผังทางเลือกแบบที่ 1 แสดงให้เห็นเป็นรูปภาพเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

หลังจากนั้นพิจารณาความสัมพันธ์ของคู่สถานีที่อยู่ในระดับ A E I ที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานีงานที่ได้สับเปลี่ยนเพื่อให้ค่าที่สัมพันธ์กัน ในกรณีรูปแบบแผนผังทางเลือกแบบที่ 1 เมื่อพิจารณาสถานีที่อยู่ในความสัมพันธ์ระดับ A ที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีสถานีงานที่เกี่ยวข้องกับสถานีงานที่ได้สับเปลี่ยน (4 และ 18) คือ สถานีงาน 4 และ 5 ซึ่งเป็นคู่สถานีงานที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูงจึงควรอยู่ใกล้กันหรือติดกัน เมื่อพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งของสถานีจากภาพแผนผัง พบว่าการสลับสถานีงาน 4 และ 18 ทำให้ระยะทางระหว่างสถานีงาน 4 และ 5 ใกล้กันมากยิ่งขึ้น จึงถือว่าการเลือกสับเปลี่ยนคู่สถานีนี้ให้ค่าที่สอดคล้องกันทั้งวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิธี CRAFT พิจารณาเช่นนี้ทุกคู่สถานีที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานีงานที่ได้สับเปลี่ยน เพื่อคัดเลือกคู่สถานีงานให้ได้รูปแบบผังทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด แล้วจึงนำสถานีงานที่ต้องการสับเปลี่ยนในรูปแบบแผนผังทางเลือกแบบที่ 1 ไปคำนวณต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวมด้วยคำสั่ง Switch ในโปรแกรม CRAFT

ผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรม CRAFT แสดงให้เห็นว่า แผนผังทางเลือกแบบที่ 1

ซึ่งมีการสับเปลี่ยน 4 คู่สถานีงาน ทำให้ต้นทุนการเคลื่อนย้ายลดลง 142,547.31 บาทต่อปี มีต้นทุนการเคลื่อนย้ายรวม 580,992.19 บาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนก่อนการปรับปรุง 723,539.50 บาท ลดลงร้อยละ 19.70 โดยใช้แนวคิดต้นทุนที่ลดลงระดับสูงและต้นทุนที่ใช้ในการปรับปรุงระดับสูง



รูปที่ 4.13 แผนผังทางเลือกแบบที่ 1

รูปที่ 4.14 แผนผังทางเลือกแบบที่ 2

รูปที่ 4.15 แผนผังทางเลือกแบบที่ 3

รูปที่ 4.16 แผนผังทางเลือกแบบที่ 4

รูปที่ 4.17 แผนผังทางเลือกแบบที่ 5

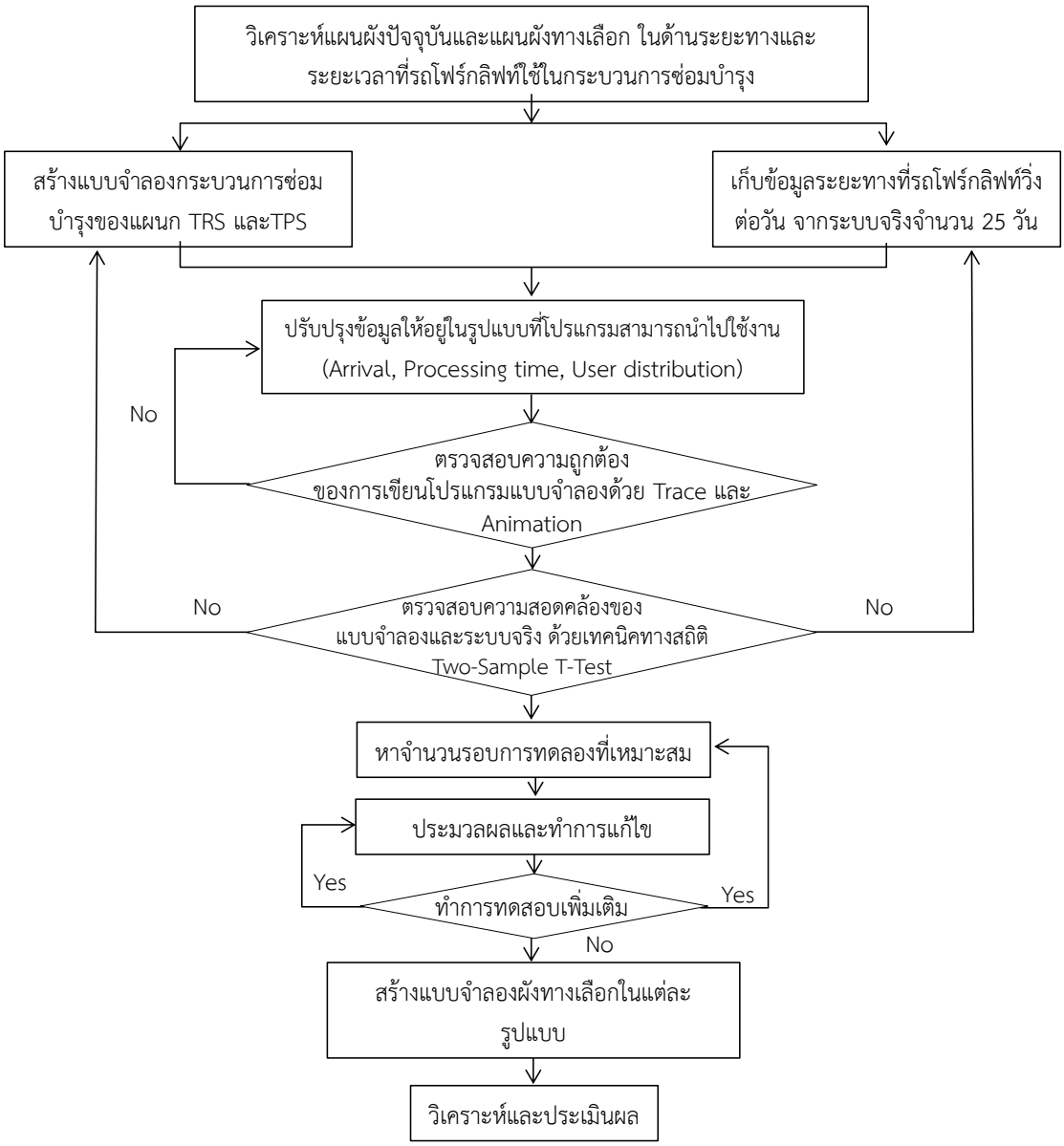
ทางบริษัทได้ทำการคัดเลือกแผนผังทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ แผนผังทางเลือกแบบที่ 4 เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการดำเนินงานมากกว่าทางเลือกอื่นๆ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผังและสามารถปรับปรุงแผนผังได้ทันที

4.5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

4.5.1 กำหนดหัวข้อและลักษณะปัญหา

จากการศึกษาพบว่าในกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักมีปัญหาต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากผังโรงงานที่ขาดความเหมาะสม ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและพัฒนาผังโรงซ่อมบำรุงทั้ง 5 รูปแบบขึ้น โดยใช้หลักเกณฑ์ของ SLP และ CRAFT เพื่อให้ทางบริษัทพิจารณาเลือกรูปแบบในการปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุง ทางบริษัทได้ทำการพิจารณาคัดเลือกรูปแบบแผนผังที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการดำเนินงานมากที่สุด คือ แผนผังทางเลือกแบบที่ 4 เมื่อได้แผนผังทางเลือกแล้วจึงใช้เครื่องมือที่เรียกว่า การจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรม ProModel© เพื่อช่วยวิเคราะห์และประเมินผล ด้วยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแผนผังเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันและแผนผังที่ได้เลือกไว้ทั้งในส่วนระยะทางรวม ต้นทุนเชื้อเพลิงดีเซลของรถโฟร์กลิฟท์ที่ใช้ในการขนย้ายเครื่องมือ และประสิทธิภาพด้านอื่นๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น การจำลองสถานการณ์ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆ สามารถนำเอาเงื่อนไขนั้นๆ มาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งเป็นประโยชน์

ในการตัดสินใจก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง โดยมีขั้นตอนการจำลองสถานการณ์ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

รูปแบบการจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลในส่วนของสถานะคงตัวของระบบในการวิเคราะห์ผล ผลลัพธ์ที่สนใจคือค่าระยะทางและต้นทุนรวมของระบบ ขอบเขตการศึกษาจะเริ่มจำลองสถานการณ์เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง หลังสิ้นสุด Warm-up Period จำลองระบบกระบวนการซ่อมบำรุงเฉพาะในส่วนการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ด้วยรถโฟร์กลิฟท์ ซึ่งมีการเคลื่อนย้ายเข้าออกในแต่ละสถานีงานตามขั้นตอนของกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือในแต่ละ

ประเภทของแผนก TRS และ แผนก TPS ซึ่งเป็นแผนกงานที่มีปริมาณเครื่องมือเข้ารับการซ่อมบำรุงสูงที่สุด 2 ลำดับแรก มีรายละเอียดดังนี้

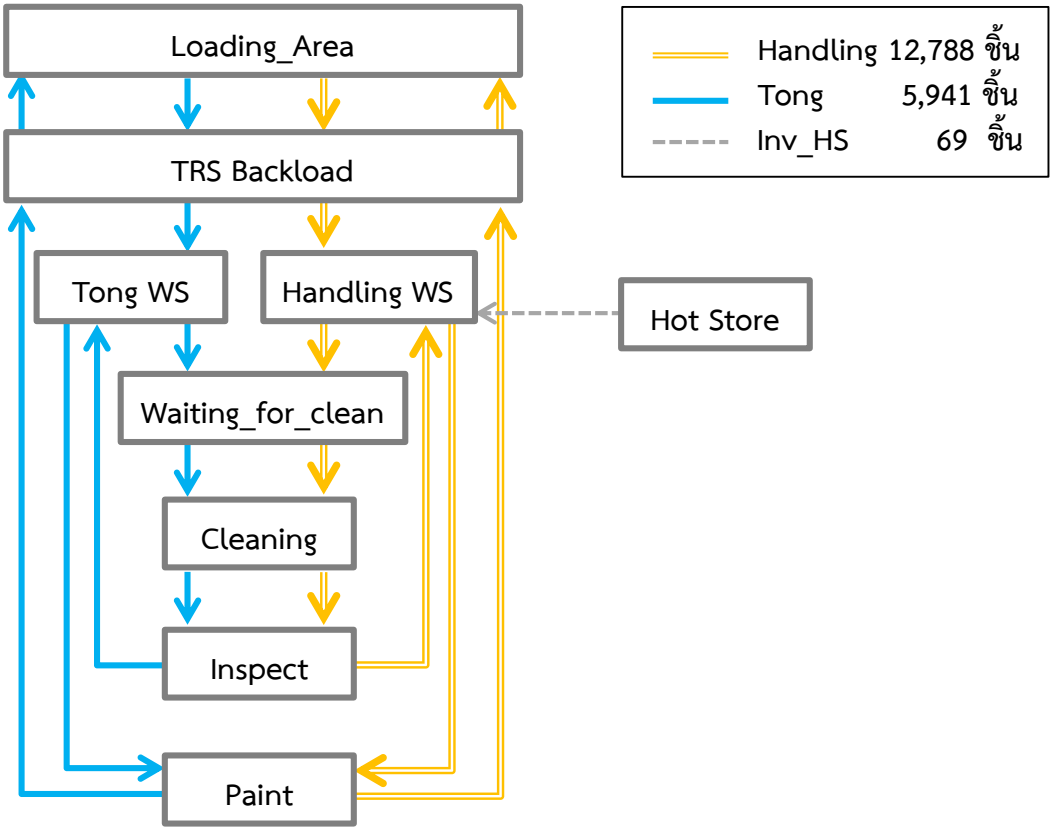
1. แผนก TRS มีปริมาณเครื่องมือหลักจำนวน 18,729 ชิ้นต่อปี คิดเป็น 60.18%
2. แผนก TPS มีปริมาณเครื่องมือหลักจำนวน 5,026 ชิ้นต่อปี คิดเป็น 16.15%

จากปริมาณเครื่องมือที่เข้ารับการซ่อมบำรุงของทั้ง 2 แผนก คิดเป็นสัดส่วน 76.33% ของเครื่องมือทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นการใช้งานส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงมีความสำคัญและส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนและระยะทางรวมในกระบวนการซ่อมบำรุง จึงเป็นสาเหตุของการศึกษาเพียง 2 แผนกเป็นหลัก

ในกระบวนการซ่อมบำรุงของทั้งสองแผนกจะแยกออกจากกันอย่างชัดเจนไม่เกี่ยวข้องกันระหว่างแผนก โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการซ่อมบำรุงในแต่ละแผนกดังนี้

- แผนก TRS ในกระบวนการซ่อมบำรุงประกอบด้วยเครื่องมือหลักและอะไหล่ โดยมีเครื่องมือหลัก 18,729 ชิ้นต่อปี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Handling 12,788 ชิ้นต่อปี Tong 5,941 ชิ้นต่อปี และอะไหล่ ประเภท Inv_HS จำนวน 69 ชิ้นต่อปี (เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในกระบวนการซ่อมบำรุงของเครื่องมือประเภท Handling) ในการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ อะไหล่ ต้องอาศัยรถโฟร์กลิฟท์ในการขนย้ายไปยังแต่ละสถานีงาน

ดังนั้นจึงมีเส้นทางการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ของแผนก TRS ด้วยรถโฟร์กลิฟท์ รวม 3 เส้นทาง คือ เส้นทางการขนย้ายเครื่องมือ Handling, Tong และ Inv_Hs ดังรูปที่ 4.19 แสดงโครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TRS จะพบว่าเครื่องมือหลักทั้ง 2 ประเภท Handling และ Tong จะเข้ามายัง Loading Area เพื่อเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุง โดยโฟร์กลิฟท์จะขนย้ายเครื่องมือไปตามสถานีงานที่เกี่ยวข้องตามลำดับ จนเสร็จสิ้นกระบวนการซ่อมบำรุงแล้วจึงขนย้ายเครื่องมือมายัง Loading Area อีกครั้ง เพื่อเตรียมส่งไปยังปลายทาง สำหรับอะไหล่ ประเภท Inv_Hs ซึ่งอยู่ที่ Hot Store โฟร์กลิฟท์จะขนย้ายอะไหล่มายัง Handling WS เพื่อประกอบกับเครื่องมือหลักที่ Handling WS หลังจากอะไหล่ได้ถูกประกอบกับเครื่องมือหลักแล้ว เครื่องมือหลักก็จะถูกเคลื่อนย้ายไปตามกระบวนการซ่อมบำรุงในขั้นตอนต่อไป โดยทำการจำลองสถานการณ์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง



รูปที่ 4.19 โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TRS

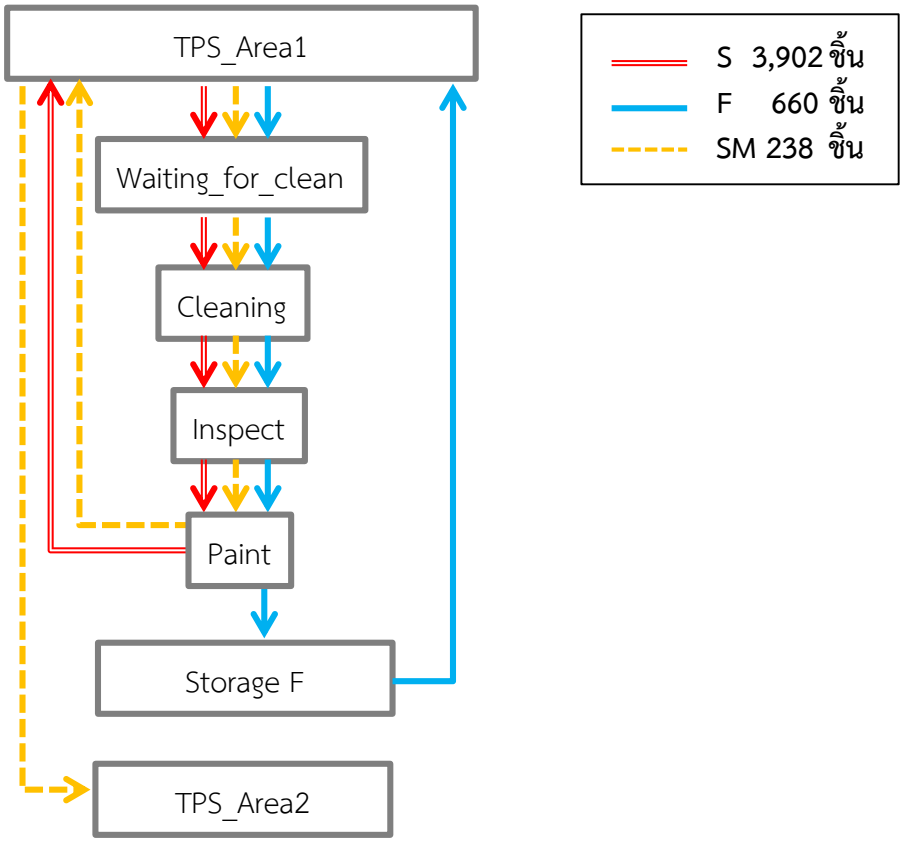
- แผนก TPS ในกระบวนการซ่อมบำรุงประกอบด้วยเครื่องมือหลัก 4 ประเภท ได้แก่ S, F, SM และ L มีปริมาณและสัดส่วนแสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงปริมาณและสัดส่วนของเครื่องมือหลักของแผนก TPS

ประเภท	จำนวน (ชิ้น)	สัดส่วน
S	3,902	77.64
F	660	13.13
SM	238	4.74
L	226	4.50

เครื่องมือประเภท S, F และ SM ใช้รถโฟร์กลิฟท์ในการขนย้ายเครื่องมือไปยังสถานีงานต่างๆ แต่สำหรับเครื่องมือประเภท L เป็นเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ไม่สามารถเคลื่อนย้ายด้วยรถโฟร์กลิฟท์ ไม่มีการเคลื่อนย้าย จะต้องมีการซ่อมบำรุงในพื้นที่ TPS_Area1 จึงไม่ปรากฏเส้นทางในการขนย้าย ดังนั้นจึงมีเส้นทางการขนย้ายเครื่องมือหลักของแผนก TRS รวม 3 เส้นทาง คือ เส้นทางการขนย้ายเครื่องมือ S, F และ SM ดังรูปที่ 4.20 แสดงโครงสร้างแบบจำลอง

สถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TPS จะเห็นว่าเครื่องมือทุกประเภทจะเข้ามาที่ TPS Area1 และรถโฟร์กลิฟท์จะขนย้ายไปยังสถานีงานต่างๆ จนเสร็จสิ้นกระบวนการซ่อมบำรุง เครื่องมือประเภท S และ F เมื่อสิ้นสุดกระบวนการซ่อมบำรุงแล้วจะถูกขนย้ายเครื่องมือมายัง TPS Area1 ส่วนเครื่องมือประเภท SM จะขนย้ายมายัง TPS Area2 เพื่อเตรียมส่งไปยังปลายทาง



รูปที่ 4.20 โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TPS

4.5.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

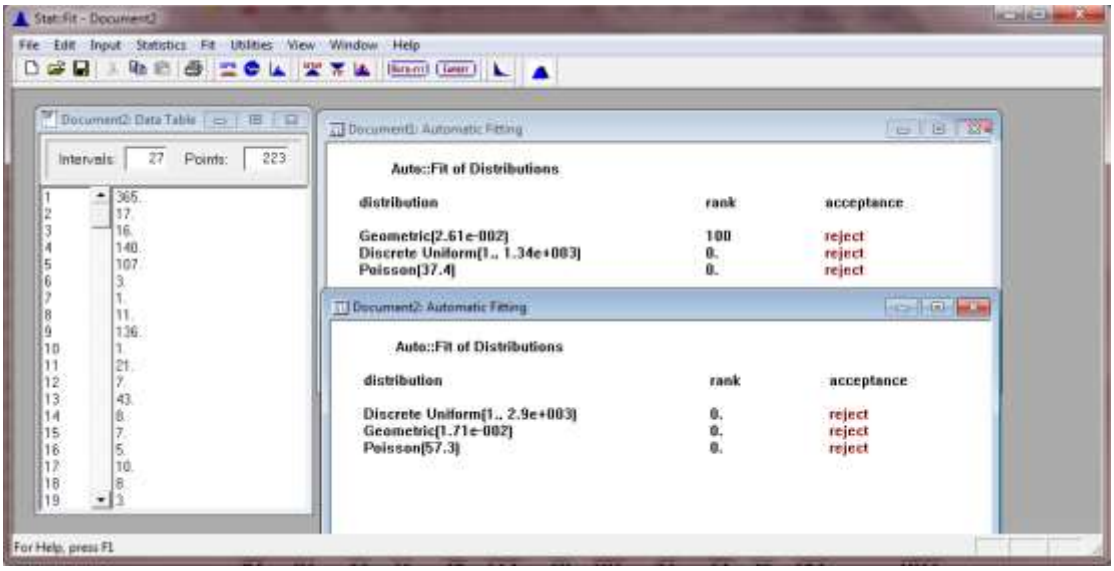
ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมในเบื้องต้นจะต้องปรับเปลี่ยนให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้สร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. ข้อมูลเวลาการเข้ามาของเครื่องมือในแต่ละประเภท (Arrival)

ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.5 ข้อมูลการเข้ามาของเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง นอกจากแบ่งประเภทเป็นเครื่องมือหลักและอะไหล่ตามแผนกแล้ว ยังแบ่งแยกย่อยตามข้อจำกัดและเงื่อนไขในการซ่อมบำรุง ในตารางดังกล่าว แสดงจำนวน Entities ในระบบรวม 16 Entities ซึ่งแต่ละ Entities เข้าสู่ระบบผ่าน Location ต่างๆ ซึ่งมีปริมาณเครื่องมือ (Qty. Each) และระยะเวลาระหว่างการเข้ามา (Frequency) ที่แตกต่างกัน

ในการกำหนดค่าปริมาณเครื่องมือ (Qty. Each) ที่เข้าสู่ระบบของแต่ละ Entities ทำได้โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด สำหรับ

ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ ด้วยคำสั่ง “Auto Fit” จาก “Stat Fit” ในโปรแกรม ProModel® เมื่อพิจารณารูปแบบการแจงแจงจากการวิเคราะห์ทั้งหมด โดยใช้คำสั่งดังกล่าวกับชุดข้อมูลที่มี พบว่าไม่ปรากฏรูปแบบการแจงแจงที่ได้รับการยอมรับ แสดงให้เห็นว่าไม่มีรูปแบบการแจกแจงที่ติดตั้งมาในโปรแกรมที่เหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูลในทางสถิติ ดังรูปที่ 4.21 ในกรณีนี้จึงต้องใช้รูปแบบการแจงแจงแบบกำหนดเอง User Defined Distributions เพื่อรองรับชุดข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลชุดนี้จัดอยู่ในประเภท Discrete Distribution เนื่องจากผลลัพธ์เป็นจำนวนชิ้น



รูปที่ 4.21 ผลจากการแจกแจงข้อมูลด้วยเครื่องมือ Stat Fit

การสร้าง User Defined Distributions เป็นการกำหนดค่าลงในตารางเพื่อแสดงค่าความน่าจะเป็นของเครื่องมือที่จะเข้ามาตามจำนวนที่กำหนด โดยอาศัยข้อมูลจำนวนครั้งที่เครื่องมือเข้ามาต่อปีและปริมาณเครื่องมือที่เข้ามาในแต่ละครั้งของแต่ละ Entities เป็นตัวกำหนดค่า ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.6 ข้อมูลคู่แรกในตารางอธิบายได้ว่า จากข้อมูลในปี 2557 เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท HDL_A_NO เข้ามาซ่อมบำรุงทั้งหมด 165 ครั้งต่อปี เครื่องมือเข้ามาครั้งละ 1 ชิ้น (Value) จำนวน 10 ครั้งต่อปี ดังนั้นความน่าจะเป็นที่เครื่องมือหลักจะเข้ามาครั้งละ 1 ชิ้น จึงมีค่าเท่ากับ 6.06 (Percentage) สำหรับข้อมูล User Defined Distributions ของแต่ละ entity แสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.6- ตารางที่ ข.17

การกำหนดค่าระยะเวลาระหว่างการเข้ามา (Frequency) ของ Entities จะต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยใช้คำสั่ง “Auto Fit” จาก “Stat Fit”แต่ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ทราบเพียงจำนวนครั้งที่เข้ามาต่อปีเท่านั้นจึงไม่สามารถใช้วิธีดังกล่าวได้ ค่าที่ได้ในส่วนนี้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.5

2. ข้อมูลเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการซ่อมบำรุง

เนื่องจากรูปแบบการทำงานในปัจจุบัน ไม่ปรากฏข้อมูลการบันทึกเวลาการซ่อมบำรุงในแต่ละสถานีงานที่ชัดเจน จึงทำการประมาณค่าโดยใช้การแจกแจงแบบ Triangular จากการสอบถามข้อมูลของผู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานีงานนั้นๆ ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลเวลาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการซ่อมบำรุง

Location	Operation Time
Loading_Area	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR
TRS_Backload	WAIT T(0.5, 1.5, 2.0) HR
Handling_WS	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR
Cleaning_bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR
Inspection_shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR
Handling_WS	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR
Paint_shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR
Tong_Ws	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR
TPS_Area1	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR

3. ข้อมูลระยะทางในการขนย้ายเครื่องมือและอะไหล่ของกระบวนการซ่อมบำรุง

ได้นำโปรแกรม AutoCAD มาเป็นเครื่องมือวัดระยะทางระหว่างสถานีงานจากแผนผังที่มีอยู่ โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของแต่ละสถานีงานตามเส้นทางเดินของรถโฟร์กลิฟท์ภายนอกอาคารจะกำหนดเป็นเส้นทางไปและกลับ แยกกันเป็น 2 เส้นทาง รถโฟร์กลิฟท์สามารถเดินรถสวนกันได้ แต่สำหรับเส้นทางในอาคารมีพื้นที่จำกัด จะกำหนดเส้นทางไปและกลับโดยใช้เส้นทางเดียวกัน

4.5.3 การพัฒนาแบบจำลองของระบบ

หลังจากได้ข้อมูลที่เหมาะสมและครบถ้วนสำหรับการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ จึงทำการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ของระบบจริงและแผนผังปรับปรุงที่ได้เลือกไว้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบและการประเมินผล สำหรับช่วยในการตัดสินใจและปรับปรุงการดำเนินงานในลำดับต่อไป ในตัวแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลนำเข้า การเข้ามาของเครื่องมือหลักที่จะเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุง ขั้นตอนและเวลาการซ่อมบำรุง เครื่องมือหลักและอะไหล่ ตำแหน่งสถานีงานที่เกี่ยวข้อง ระยะทางในการขนย้ายระหว่างสถานีงาน เป็นต้น แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะแทนพฤติกรรมการขนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ด้วยรถโฟร์กลิฟท์ในกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือของแผนก TRS และ TPS การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ มีรายละเอียดทั้งหมดดังแสดงในภาคผนวก ข

4.5.4 การทวนสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสถานการณ์

1. การทวนสอบความถูกต้อง (Verification)

หลังจากพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมในการออกแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อให้มั่นใจว่ามีขั้นตอน คำสั่ง หรือเงื่อนไขที่ถูกต้องสอดคล้องเป็นไปตามพฤติกรรมของระบบจริง เพื่อสามารถนำไปใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ มีขั้นตอนการทวนสอบความถูกต้องดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างตัวแบบ อาศัยการสังเกตและสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานในส่วนนั้นๆ ทวนสอบเบื้องต้นด้วยแผนภาพการไหล (Flow diagram) ว่าตัวแบบเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีพฤติกรรมที่สอดคล้อง และปริมาณเป็นไปตามข้อมูลที่เก็บรวมรวมจากระบบจริง

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม ซึ่งจะตรวจสอบไปพร้อมๆ กับการสร้างตัวแบบ ซึ่งในโปรแกรม ProModel® จะมีระบบตรวจสอบเตือนอัตโนมัติหากเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งที่ไม่ถูกต้องหลังจากสั่งให้โปรแกรมทำงาน (Run) ซึ่งเป็นการตรวจสอบเบื้องต้น หลังจากนั้นใช้เครื่องมือ “Trace” และ “Animation” ที่มีอยู่ในโปรแกรม ProModel® ตรวจสอบเพิ่มเติม โดยที่ Trace จะแสดงเวลาและข้อความ จะทำให้ทราบถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการจำลองการทำงาน และจะมีความสอดคล้องกับภาพเคลื่อนไหว Animation ซึ่งช่วยทำให้การทวนสอบเป็นไปได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ดังภาคผนวก ข รูปที่ ข.2

2. การทวนสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล Validation

เมื่อทวนสอบความถูกต้องแล้วจะต้องทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อนนำไปใช้จริง ด้วยการพิสูจน์ความแตกต่างของผลลัพธ์จากทั้งสองกระบวนการ โดยการตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์และระบบที่เกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการทดสอบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนั้นมีความน่าเชื่อถือและเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ สำหรับเครื่องมือในการทดสอบใช้วิธีการทางสถิติ Two-Sample T-Test ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ระยะทางเฉลี่ยที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ต่อวันมาเปรียบเทียบ โดยทำการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เพื่อทดสอบว่าผลลัพธ์จากตัวแบบที่สร้างขึ้นแตกต่างจากข้อมูลจริงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

สำหรับการทดสอบ Two-Sample T-Test ในข้างต้น จำเป็นต้องทราบขนาดสิ่งตัวอย่าง (n) ที่เหมาะสมในการทดสอบ การคำนวณหาขนาดของ n ว่าควรเป็นเท่าไรนั้นมีนัยสำคัญขึ้นอยู่กับค่า β ซึ่งเป็นค่าการตัดสินใจผิดพลาดในการยอมรับสมมุติฐานหลักที่ไม่เป็นจริง ในเบื้องต้นจึงทำการสุ่มเก็บข้อมูลของทั้งสองระบบขึ้นมาหนึ่งชุดเพื่อใช้คำนวณหาขนาดของ n ที่เหมาะสม

การหาขนาดสิ่งตัวอย่าง

สำหรับข้อมูลที่เก็บมาในเบื้องต้นจากระบบจริงและแบบจำลองอย่างละ 25 ค่า การคำนวณหาขนาดสิ่งตัวอย่างที่เหมาะสมมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลทั้งระบบจริงและแบบจำลองสถานการณ์

<u>ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลในระบบจริง</u> ทำการเก็บบันทึกข้อมูลค่าระยะทางของรถโฟร์กลิฟท์เครื่องยนต์ดีเซลทั้ง 3 คัน ที่วิ่งได้ในแต่ละวัน (8 ชั่วโมง) ตั้งแต่เวลา 8:00-17:00 น.

เป็นเวลา 25 วัน ดังตารางที่ 4.25 นำมาทดสอบว่าข้อมูลในกระบวนการซ่อมบำรุงที่เก็บจากระบบจริงมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

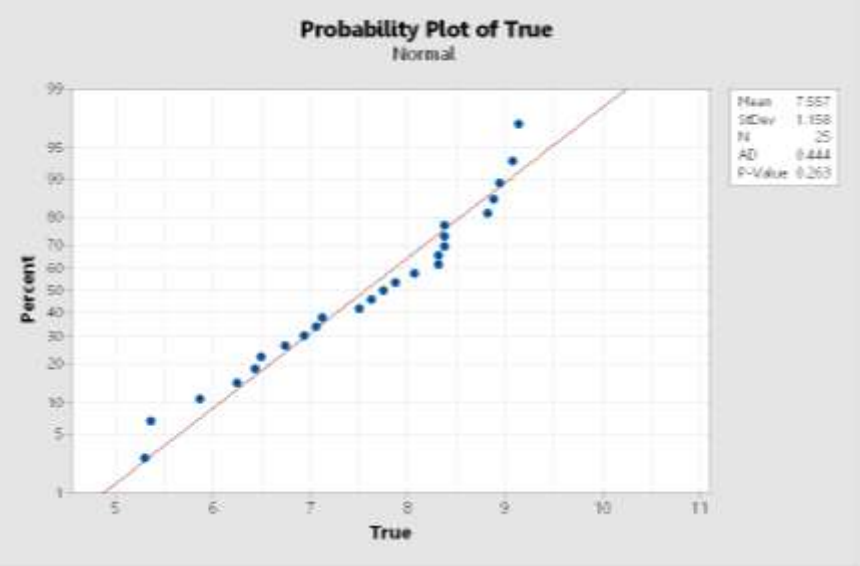
ตารางที่ 4.25 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวัน (ก.ม.) จำนวน 25 วัน

Day	Km/day	Day	Km/day	Day	Km/day
1	7.9	11	8.4	21	6.9
2	5.3	12	8.1	22	6.4
3	8.9	13	8.3	23	8.4
4	9.1	14	7.7	24	7.1
5	9.1	15	5.9	25	8.4
6	8.9	16	6.2		
7	8.3	17	6.5		
8	6.7	18	7.5		
9	7.6	19	8.8		
10	5.4	20	7.1		

เมื่อใดก็ตามที่ต้องการนำข้อมูลของสิ่งตัวอย่างไปทำการอนุมานถึงประชากรแม่จะต้องแน่ใจว่าข้อมูลดังกล่าวที่เก็บมาต้องมีการกระจายตัวเป็นแบบปกติ หากไม่เป็นเช่นนั้นการทดสอบสมมติฐานอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ โดยในการศึกษาครั้งนี้ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลด้วย Normality Probability Plot ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.10 มีการทดสอบโดยกำหนดสมมติฐานดังนี้

H_0 : ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

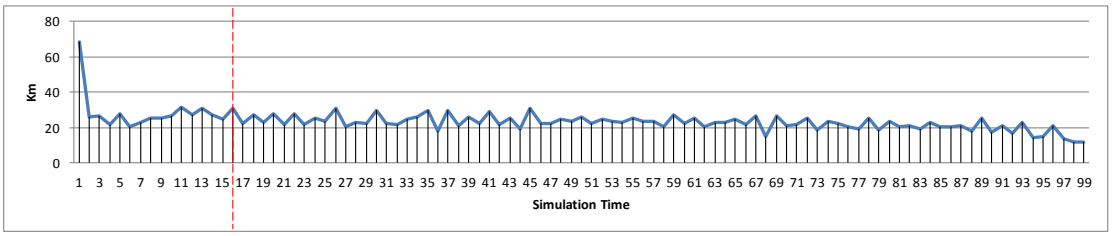


รูปที่ 4.22 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บมาจากระบบจริงด้วยโปรแกรม Minitab®

จากรูปที่ 4.22 ได้นำข้อมูลค่าระยะทาง (กิโลเมตร) ของรถโฟร์กลิฟท์ที่วิ่งได้ในแต่ละวันที่เก็บจากระบบจริงมาทำการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล พบว่า ค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.263 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สนับสนุนได้ว่าข้อมูลที่ได้จากระบบจริงมีการแจงแจงแบบปกติ

ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลในแบบจำลองสถานกาณ์ ก่อนทำการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลจากตัวแบบจำลองสถานการณ์ จะต้องหาช่วงเวลาสถานะชั่วครู่ (Warm-up Period) และกำหนดระยะเวลาของการทดสอบแบบจำลอง (Run Length) ที่เหมาะสมเพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

สถานะชั่วครู่ (Warm-up Period) คือ การค้นหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเริ่มต้นการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ โดยเริ่มต้นจากเวลาเท่ากับศูนย์แล้วหาช่วงเวลาที่ผลลัพธ์เข้าสู่เวลาคงที่ ซึ่งข้อมูลที่สนใจคือ ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวัน ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวในการหา Warm-up Period ที่เหมาะสม จากการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์



รูปที่ 4.23 การหาค่าช่วงเวลาของสถานะชั่วครู่ของตัวแบบจำลองสถานการณ์

จากรูปที่ 4.23 แสดงจำนวนระยะทาง (กิโลเมตร) ที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (แบ่งช่วงกราฟเป็นช่วงละ 24 ชั่วโมง เพื่อง่ายต่อการแสดงผล) แบ่งออกเป็น 99 ช่วง จะเห็นว่าเส้นกราฟเริ่มคงที่ช่วงที่ 7 เป็นต้นไป ดังนั้นเวลาของสถานะชั่วครู่จึงควรที่จะมากกว่าช่วงที่ 7 จึงเลือกในช่วงที่ 16 หรือ ชั่วโมงที่ 384 เป็นช่วงที่สิ้นสุด Warm-up Period เนื่องจากเส้นกราฟได้เข้าสู่ระยะคงที่มาระยะหนึ่งแล้ว

ระยะเวลาของการทดสอบแบบจำลอง (Run Length) จากการทดสอบข้างต้นทราบช่วงเวลาสถานะชั่วครู่ 384 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดช่วง Warm-up Period จะใช้ระยะเวลาในการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาการทดสอบที่เท่ากันกับช่วงเวลาการเก็บข้อมูลจากระบบจริง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระยะทางวิ่งของรถโฟร์กลิฟท์

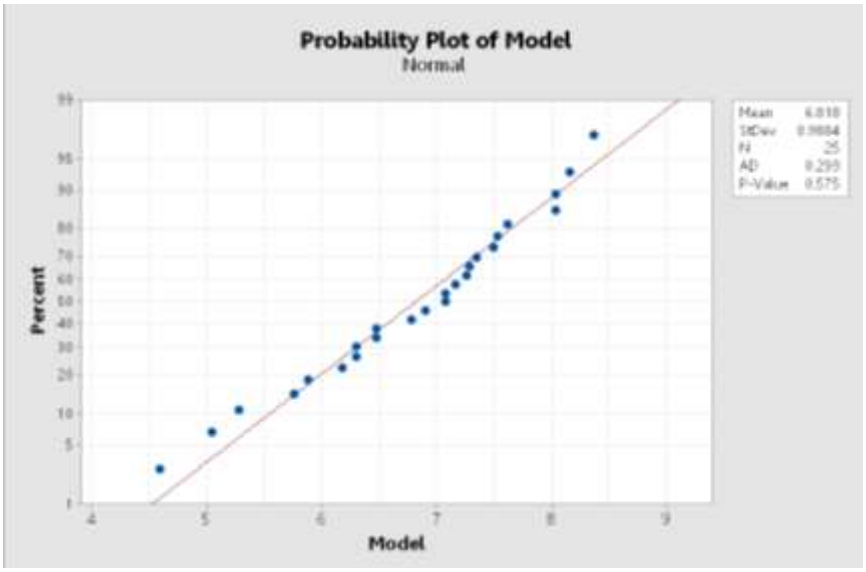
ตารางที่ 4.26 ระยะทางรวมที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันจากตัวแบบจำลอง

Day	Km/day	Day	Km/day	Day	Km/day
1	6.3	11	7.4	21	7.5
2	6.3	12	7.5	22	5.0
3	6.5	13	7.6	23	5.3
4	6.8	14	8.0	24	5.8
5	6.9	15	8.0	25	6.2
6	7.1	16	8.2		
7	7.1	17	8.4		
8	7.2	18	6.5		
9	7.3	19	4.6		
10	7.3	20	5.9		

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าระยะทางเมื่อทำการจำลองสถานการณ์ตามจำนวนรอบที่กำหนดแล้ว จำเป็นต้องทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลเช่นเดียวกันกับการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บได้จากระบบจริง ในการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล ด้วย Normality Probability Plot ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เช่นเดียวกัน มีสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ



รูปที่ 4.24 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Minitab®

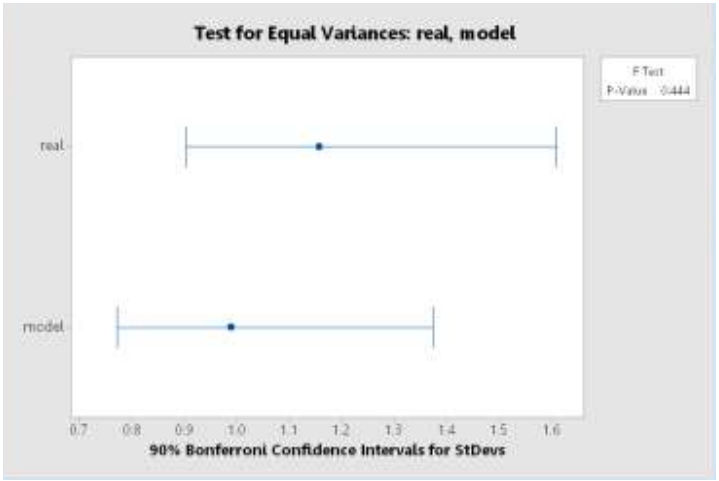
จากรูปที่ 4.24 ได้นำข้อมูลค่าระยะทาง (กิโลเมตร) ของรถโฟร์กลิฟท์ที่วิ่งได้ในแต่ละวันจากการจำลองสถานการณ์ มาทำการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล พบว่าค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.575 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สนับสนุนได้ว่าข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์มีการแจงแจงแบบปกติเช่นเดียวกัน

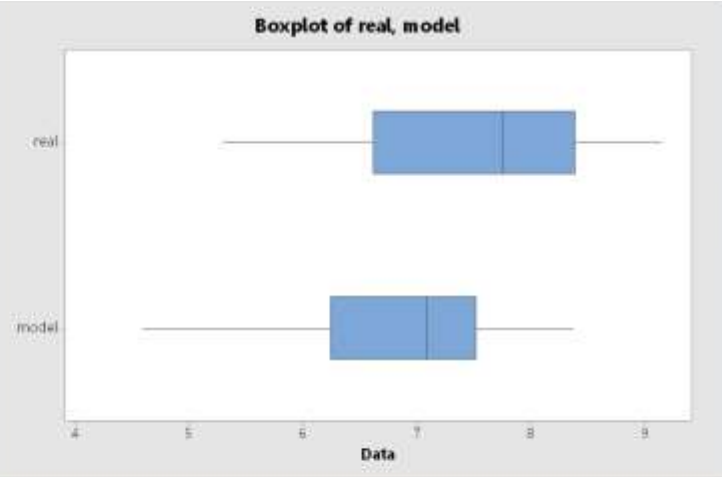
- ทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสองชุด

ขั้นตอนหลังจากที่ทราบแล้วว่าข้อมูลทั้ง 2 ระบบมีการแจกแจงแบบปกติ จะต้องทำการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้ F-test ในการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 ชุดมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญของความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 มีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันของทั้งสองระบบไม่แตกต่างกัน

H_1 : ความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันของทั้งสองระบบแตกต่างกัน





Sample	N	StDev	CI
Real	25	1.158	(0.904, 1.611)
Model	25	0.988	(0.772, 1.375)

Method	Statistic	P-value
F	1.37	0.444

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากโปรแกรม Minitab®

จากรูปที่ 4.25 จากการทดสอบ ค่า P-value จากการแจกแจง F เท่ากับ 0.444 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.1 แสดงว่าความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสองระบบไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ผลการทดสอบความแปรปรวนทราบว่าความแปรปรวนของทั้งสองไม่ต่างกันแต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน โดยที่ S^2_{real} และ S^2_{model} เป็นตัวประมาณค่าของ σ^2 จึงรวมเข้าด้วยกันในรูปของความแปรปรวนร่วม (Pool variance : S^2_p) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 4.1

$$S_P^2 = \frac{(n_{real}-1)S_{real}^2 + (n_{model}-1)S_{model}^2}{n_{real}+n_{model}-2} \quad (4.1)$$

กำหนดให้ n_{real} คือ จำนวนค่าระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้จากระบบจริง
n_{model} คือ จำนวนค่าระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้จากแบบจำลองสถานการณ์
S^2_{real} คือ ค่าความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้จากระบบจริง
S^2_{model} คือ ค่าความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้จากตัวแบบจำลอง

$$S_P^2 = \frac{(25-1)(1.158)^2 + (25-1)(0.988)^2}{25+25-2}$$

$$S_P = 1.0765$$

จากการทดสอบข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความแตกต่างของระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากระบบจริง ($\bar{X}_{real}$ =7.557) และระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากตัวแบบจำลอง ($\bar{X}_{model}$ =6.818) มีค่าเท่ากับ 0.739 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมเท่ากับ 1.077 และมีค่าความแตกต่าง (Difference) ที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ในตัวแบบจำลองเท่ากับ 0.7557 การคำนวณหา n จะกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.10 และให้อำนาจการทดสอบ (1-β) เท่ากับ 0.80

ตารางที่ 4.27 ผลลัพธ์จากการคำนวณหาขนาดตัวอย่าง

Power and Sample Size			
Calculating power for mean 1 = mean 2 + difference			
α = 0.1 Assumed standard deviation = 1.077			
Difference	Sample Size	Power	Actual Power
0.7557	27	0.8	0.800798

The sample size is for each group.

จากตารางที่ 4.27 แสดงขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมมีค่าอย่างน้อย 27 ตัวอย่าง แสดงถึงจำนวนตัวอย่างค่าเฉลี่ยระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ที่จะต้องเก็บจากระบบจริงและแสดงถึงจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 และมีอำนาจการทดสอบเท่ากับ 0.80 จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นใช้ขนาดข้อมูลเท่ากับ 25 ตัวอย่าง จึงต้องเก็บข้อมูลจากระบบจริงและจำลองสถานการณ์เพิ่มเติมให้มีค่ามากกว่า 27 ตัวอย่าง หลังจากการเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมครบตามกำหนดแล้ว จึงนำข้อมูลทั้งสองกลุ่มมาทำการทดสอบเพื่อรับรองความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งมีวิธีการทดสอบ Two-Sample T-Test ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค.

4.5.5 การเปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์

หลังจากผ่านขั้นตอนของการทวนสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสถานการณ์ว่าสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงแล้ว แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเบื้องต้นเป็นจำลองสถานการณ์การซ่อมบำรุงเครื่องมือในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงผัง ซึ่งลำดับต่อไปคือการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่มีการปรับปรุงผังใหม่ตามรูปแบบแผนผังทางเลือกที่ 4 ที่บริษัทได้เลือกไว้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ แบบจำลองแผนผังทางเลือกที่ 4 โดยรวมจะมีขอบเขตและข้อจำกัดต่างๆ เช่นเดียวกันกับแผนผังปัจจุบัน เปลี่ยนแปลงเฉพาะในส่วนของการสลับสถานีงานระหว่างสถานีงานหมายเลข 2 (TRS Backload) และสถานีงานหมายเลข 14 (DRT/FRE Backload) ซึ่งส่งผลให้เส้นทางการเคลื่อนย้ายด้วยรถโฟร์กลิฟท์เปลี่ยนแปลงไปด้วย รูปแบบจำลองสถานการณ์ผังในปัจจุบัน แสดงดังภาคผนวก ข. รูปที่ ข.1 และรูปแบบจำลองสถานการณ์ Plan-4 แสดงดังภาคผนวก ข. รูปที่ ข.2

ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบระยะทางระหว่างสถานีงานก่อนและหลังการปรับปรุงผัง

No.	Station	Distance (Meter)	
		Current Layout	Plan-4 Layout
1	Loading Area (1) - TRS Backload (2)	31.16	30.98
2	TRS Backload (2) - Tongs Workshop (3)	191.12	159.16
3	TRS Backload (2) - Handling Workshop (9)	146.62	114.66
4	Paint Shop (7) - TRS Backload (2)	140.14	108.18

ตารางที่ 4.28 แสดงให้เห็นว่าจากการสลับตำแหน่งสถานีงานหมายเลข 2 (TRS Backload) และสถานีงานหมายเลข 14 (DRT/FRE Backload) ตามรูปแบบแผนผังทางเลือก Plan-4 Layout ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะทางใน 4 เส้นทางย่อย ได้แก่ สถานีงาน 1-2, 2-3, 2-9 และ 7-2 ตัวเลขแสดงถึงระยะทางในการเคลื่อนย้ายระหว่างสถานีงาน (เมตร) เปรียบเทียบระหว่างแผนผังปัจจุบันก่อนการปรับปรุง (Current layout) และแผนผังที่ได้รับการปรับปรุง (Plan-4 Layout)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบแบบจำลองสถานการณ์ทั้งสองรูปแบบในด้านระยะทางรวมและต้นทุนเชื้อเพลิงดีเซลของรถโฟร์กลิฟท์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง รวมถึงการวิเคราะห์ผลลัพธ์อื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น

จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์แผนผังในปัจจุบันและแบบจำลองสถานการณ์แผนผังทางเลือกที่ 4 ได้ทำการประเมินผลเปรียบเทียบโดยมีการแสดงผลเป็นรายปี (2,364 ชั่วโมง) จำนวน 30 รอบการทำซ้ำ มีการประเมินผลดังนี้

- **ด้านระยะเวลารวมในการเคลื่อนย้าย** จากการจำลองสถานการณ์ โดยใช้รถโฟร์กลิฟท์ในการเคลื่อนย้าย 3 คัน มีระยะเวลารวมในเคลื่อนย้ายเครื่องมือหลักและอะไหล่ของกระบวนการซ่อมบำรุงของแผนก TRS และ TPS จากการจำลองสถานการณ์ แสดงดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 เปรียบเทียบระยะเวลาการใช้งานรถโฟร์กลิฟท์ทั้ง 3 คัน (นาทีต่อปี)

Forktruck	Work time (Min)		Decrease (Min)	% Decrease
	Current Layout	Plan-4 Layout		
Forktruck 1	29,012.34	27,428.88	1,583.46	5.46
Forktruck 2	25,679.76	23,770.98	1,908.78	7.43
Forktruck 3	22,406.16	20,758.81	1,647.34	7.35
Total	**77,098.26**	**71,958.68**	**5,139.58**	**6.67**

จากตารางที่ 4.29 แสดงระยะเวลาการใช้งานรถโฟร์กลิฟท์ (นาทีต่อปี) แต่ละคันโดยเปรียบเทียบระหว่างแผนผังในปัจจุบันและแผนผังที่ได้รับการปรับปรุง (Plan-4 Layout) และเมื่อรวมระยะเวลาการใช้งานรถโฟร์กลิฟท์ทั้ง 3 คัน ของแผนผังในปัจจุบันเท่ากับ 77,098.66 นาทีต่อปี และแผนผังใหม่ที่ได้ปรับปรุงใช้เวลารวม 71,958.68 นาทีต่อปี แผนผังใหม่ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายลดลง 5,139.58 นาที หรือลดลงร้อยละ 6.67

- **ด้านระยะทางรวมในการเคลื่อนย้าย** ระยะทางในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรของแบบจำลองเริ่มต้นจากการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเข้าสู่กระบวนการจนเสร็จสิ้น ดังตารางที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบระยะทางรวม (Total Distance) ของแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 2 รูปแบบ ระยะทางในการเคลื่อนย้ายประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระยะทางที่เกิดขึ้นขณะขนย้ายเครื่องจักร (Used) และระยะทางเที่ยวเปล่าเพื่อไปใช้งาน (Travel to Used) ระยะทางรวมของแผนผังปัจจุบัน (Current Layout) เท่ากับ 2,185.89 กิโลเมตรต่อปี และแผนผังที่ได้รับการปรับปรุง(Plan-4 Layout) เท่ากับ 2,010.30 กิโลเมตรต่อปี แผนผังใหม่มีระยะทางในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรลดลง 175.59 กิโลเมตร หรือลดลงร้อยละ 8.03

ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบระยะทางในการเคลื่อนย้ายของแผนผังทั้งสองรูปแบบ (กิโลเมตรต่อปี)

Layout Type	Distance (Km.)			Decrease (Km.)	% Decrease
	Used	Travel to Used	Total		
Current Layout	1,248.36	937.53	2,185.89	175.59	8.03
Plan-4 Layout	1,174.42	835.88	2,010.30		

- **ด้านต้นทุนรวมในการเคลื่อนย้าย** จากการเก็บข้อมูลในปี 2557 การเคลื่อนย้ายเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงการโดยใช้รถโฟร์กลิฟท์เครื่องยนต์ดีเซลรวม 12 แผนก มีปริมาณการใช้โดยเฉลี่ย 9,117 ลิตรต่อปี (ในปี 2557 ราคาน้ำมันดีเซลเฉลี่ยลิตรละ 30.92 บาท) ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ได้เลือก 2 แผนกงานหลัก ที่มีปริมาณเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุงสูง รวมคิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณเครื่องมือทั้งหมด ดังนั้นปริมาณน้ำมันดีเซลจึงลดลงตามสัดส่วน มีปริมาณสุทธิเท่ากับ 7,293.89 ลิตรต่อปี

และจากการเก็บข้อมูลระยะทางเฉลี่ยของการใช้รถโฟร์กลิฟท์จากระบบจริงเท่ากับ 7.465 กิโลเมตรต่อวัน (โดยใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 2,364 ชั่วโมงต่อปี) ดังนั้นจึงมีระยะทางรวม 2,205.91 กิโลเมตรต่อปี จากปริมาณน้ำมันและระยะทาง คำนวณค่าอัตราการใช้น้ำมันเท่ากับ 0.3024 กิโลเมตรต่อลิตร และจากข้อมูลข้างต้นที่แสดงระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายของแบบจำลองสถานการณ์ทั้งสองรูปแบบ สามารถนำมาคำนวณหาต้นทุนได้ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 การเปรียบเทียบต้นทุนน้ำมันดีเซลในการเคลื่อนย้ายของแผนผังทั้ง 2 รูปแบบ

Layout Type	Total Distance (Km.)	Total Cost (Bht.)	Decrease (Bht.)	% Decrease
Current Layout	2,185.89	223,480.47	17,951.93	8.03
Plan-4 Layout	2,010.30	205,528.55		

ตารางที่ 4.31 แสดงระยะทางรวม (กิโลเมตรต่อปี) และต้นทุนรวม (บาทต่อปี) ของการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงโดยใช้รถโฟร์กลิฟท์ ซึ่งแผนผังในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง (Current layout) มีต้นทุนรวม 223,480.47 บาทต่อปี และแผนผังที่ได้รับการปรับปรุง (Plan-4 Layout) มีต้นทุนรวม 205,528.55 บาทต่อปี มีต้นทุนการเคลื่อนย้ายลดลง 17,951.93 บาท หรือ ลดลงร้อยละ 8.03

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทผู้ให้บริการในธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงของบริษัทที่มีอยู่เดิม โดยการจัดวางสถานีงานใหม่ให้สอดคล้องกับลักษณะการไหลของเครื่องมือในกระบวนการซ่อมบำรุง เพื่อลดระยะทางรวมและลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลในการขนย้ายเครื่องมือด้วยรถโฟร์กลิฟท์

จากวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวมา ในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) เข้ามาวิเคราะห์สภาพแผนผังปัจจุบัน ทั้งในด้านวิเคราะห์การไหลของเครื่องมือและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแต่ละสถานีงานของทั้ง 5 แผนก ครอบคลุม 21 สถานีงานที่เกี่ยวข้อง สำหรับการพัฒนาผังทางเลือกนั้นจะมีการพิจารณาร่วมกันทั้งวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพที่แสดงในรูปแบบแผนภูมิและแผนภาพความสัมพันธ์ และการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยการสลับสถานีงานเพื่อคำนวณหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดสุดของการเคลื่อนย้ายเครื่องมือด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากทั้งสองวิธีข้างต้นได้ทำการพัฒนาแผนผังทางเลือกออกเป็น 4 รูปแบบ ซึ่งทางบริษัทฯ ได้ทำการพิจารณาคัดเลือกรูปแบบแผนผังทางเลือกแบบที่ 4 เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการดำเนินงานมากที่สุด สามารถปรับปรุงได้ทันทีโดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผัง แล้วจึงนำแผนผังทางเลือกดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับกับแผนผังในปัจจุบัน และประเมิลผลด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ก่อนการปฏิบัติงานจริง โดยจะเปรียบเทียบกันในส่วนของระยะทางรวม ระยะเวลารวมและค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนย้ายเครื่องมือ ซึ่งการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การวิเคราะห์และการตัดสินใจเป็นไปอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ก่อนการปรับปรุงในกระบวนการทำงานจริง ซึ่งการปรับปรุงในสถานการณ์จริงนั้นอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง อีกทั้งยังอาจส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานจริงในปัจจุบัน

ผลจากการจำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่าการปรับปรุงผังตามรูปแบบ Plan-4 Layout ช่วยลดระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายได้ 175.59 กิโลเมตรต่อปี หรือลดลงร้อยละ 8.03 ลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรได้ 5,139.58 นาทีต่อปี หรือลดลงร้อยละ 6.67 และลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลได้ 17,951.93 บาทต่อปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งในการเก็บข้อมูลจะต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรและระยะเวลาที่จำกัดอาจทำได้เพียงการประมาณค่าข้อมูล จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้การจำลองสถานการณ์เป็นค่าโดยประมาณ และในส่วนการนำรูปแบบจากการศึกษาไปปรับปรุงการใช้งานในระบบจริง อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอำนาจการตัดสินใจของผู้บริหารและสถานการณ์เกิดขึ้นในขณะนั้น

จากงานวิจัยการปรับปรุงผังโรงซ่อมบำรุงที่ได้ศึกษา สามารถนำหลักการหรือทฤษฎีอื่นๆ มาปรับประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถนำงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงผังโรงงานต่อไป

บรรณานุกรม

[1] A. Chee, “Facility layout improvement using systematic layout planning (SLP) and arena,” Master’s thesis, Faculty of Mechanical Engineering, University Technology Malaysia, 2009.

[2] Z. Mithat, and G. Adem, “Plant layout and design through the simulation and increasing the capacity of metal workshop of a furniture factory,” Master’s Thesis. Industrial Engineering Department, Erciyes University, 2004.

[3] R. Ramli and A. Kok-Mn Cheng. “Combined Approach of Simulation and Analytic Hierarchy Process in Assessing Production Facility Layouts,” AIP Conference Proceedings, Vol.1605, pp1092-1097, 2014.

[4] S. Nurulzulaiha, A. Norani and N. Mohammad, “Facility layout for SME Food Industry via Value Stream mapping and Simulation,” in Proc. International accounting and business Conf., pp. 797-802, 2015.

[5] N. Hari Prasad, G. Rajyalakshmi and A. Sreenivasulu Reddy, “A Typical Manufacturing Plant Layout Design Using CRAFT Algorithm,” in Proc.12th Global Congress on Manufacturing and Management, pp. 1808 – 1814 , 2014.

[6] จักรกฤษณ์ ลัทธวนิชพันธ์, “การปรับปรุงผังกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการวางผังโรงงานอย่างมีระบบและการจำลองสถานการณ์.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

[7] เลิศพงศ์ เศกใจเสือ และ ฤภูวัลย์ จันทรสา, “การปรับปรุงผังบริษัทประกอบอุปกรณ์เสริมรถยนต์ด้วยหลักการออกแบบผังโรงงานอย่างเป็นระบบ.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา, 2555.

[8] อัคเรศ แตงสุวรรณ, “การใช้แบบจำลองเพื่อปรับปรุงการวางผังโรงงานแบบกรรมวิธี : .กรณีศึกษาอุตสาหกรรมพลาสติก” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

[9] สาธิต ฉิมวัตร, “การศึกษาและปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา .บริษัท เซาร์เธินสยามพาราวู๊ด :” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรม . อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ,มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, .2548

[10] นฤชยา ใจสุข และ ภาณวัชร บุญศิริธรรมชัย, “การศึกษาและปรับปรุงการทำงานและการวางผังโรงงานในบริษัท แอลพีฟดสเทค จำกัด โดยใช (ประเทศไทย)เทคนิคการเคลื่อนไหวและเวลาและการออกแบบและวางผังโรงงาน.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540.

[11] C. Harrel, et al. Simulation using ProModel. 3rd ed. Singapore: McGraw Hill, 2012.

[12] S. Permsiriphan, “Productivity Improvement of Hard Disk Manufacturing using Simulation Software,” Master’s Thesis. Faculty of Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology North Bangkok, 1997.

[13] Technology Malaysia, 2009.

[14] Y. Reggasa, “Facility Layout Optimization,” IUP Journal of Mechanical Engineering, Vol. 6 Issue 4, pp52-61, Nov 2013.

[15] มานนท์ จันทรภิรมย์, “การศึกษาถึงปัญหาและกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการของอุตสาหกรรม EMS กรณีศึกษาบริษัท Trinity Electronics (Thailand) จำกัด.” สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2554.

[16] สมศักดิ์ ตรีสัตย์, การออกแบบและวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 27. กรุงเทพมหานครสมาคม . ส่งเสริมเทคโนโลยีไทย–ญี่ปุ่น, 2556.

[17] อารดา ลีชุติวัฒน์, “การปรับปรุงระบบการจัดการคลังสินค้าของอุตสาหกรรมโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 2552.

[18] มนตรี เหลาสุพรรณ และ เอกสิทธิ์ ศรีบุญเรือง, “การปรับปรงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานหลอยางรถยนต์ กรณีศึกษาบริษัท มณฑลหลอยางจำกัด.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต . ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร ,มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.

[19] สุรพงษ สุจริตวณิชพงศ์, “การศึกษาและปรับปรุงการทำงานและการวางผังโรงงานในบริษัท ADFLEX (Thailand) จำกัด โดยใชเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา และการออกแบบและการวางผังโรงงาน.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร ,มหาวิทยาลัยเชียงใหม, 2540.

[20] องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ [ออนไลน์.[เข้าถึงจาก: http://www.thaimht.net/knowledge_detail.php?id=15

[21] แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์และปริมาณ [ออนไลน์:เข้าถึงจาก .[http://nptel.ac.in/courses/112107142/part2/facility%20design/lecture5.htm

[22] แผนภาพความสัมพันธ์ [ออนไลน์:เข้าถึงจาก .[http://www.slideshare.net/abhaynain/operations-management-siib

[23] R. Yohannes, “Facility Layout Optimization,” The IUP Journal of Mechanical Engineering, Vol. VI, No. 4, pp. 52-61, 2013.

[24] R. Razamin and C. Kok-Min, “A Combined Approach of Simulation and Analytic Hierarchy Process in Assessing Production Facility Layouts,” in Proc. 21st National Symposium on Mathematical Sciences Conf., pp.1092-1097, 2014.

[25] O. Yosra, K. lireza Khademi, Y. M. Noordin , R. G. Nafiseh and H. A. Syed Ahmad Helmi, “Production Layout Optimization for Small and Medium Scale

Food Industry," in Proc. 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing, pp. 247 – 251, 2015.

[26] A. Z. Maral Zafar Allahyari and A. Ahmed, "A Novel Bi-level Continuous Formulation for the Cellular Manufacturing System Facility Layout Problem," in Proc. 9th Intelligent Computation in Manufacturing Engineering Conf., pp.87 - 92, 2015

[27] E. S. Rahime, K. Bayram, A. U. Ozlem and M. O. Kemal, "A Facility Layout Problem in A Marble Factory via Simulation," in Mathematical and Computational Applications, Vol. 16, pp. 97-104, 2011.

[28] L. Hsin-Yun, "Integrating Simulation and Ant Colony Optimization to Improve the Service Facility Layout in a Station," Journal of Computing in Civil Engineering. pp. 259-269, March-April 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT

Layout Data

Problem Name:	Production
Number Depts.:	21
Fixed Points:	0
Dimension:	m

Define Facility

Facility Information

Scale-m/unit	1	Cells
Length-m	59	59
Width-m	68	68
Area-sq.m	4012	4012

Department Information

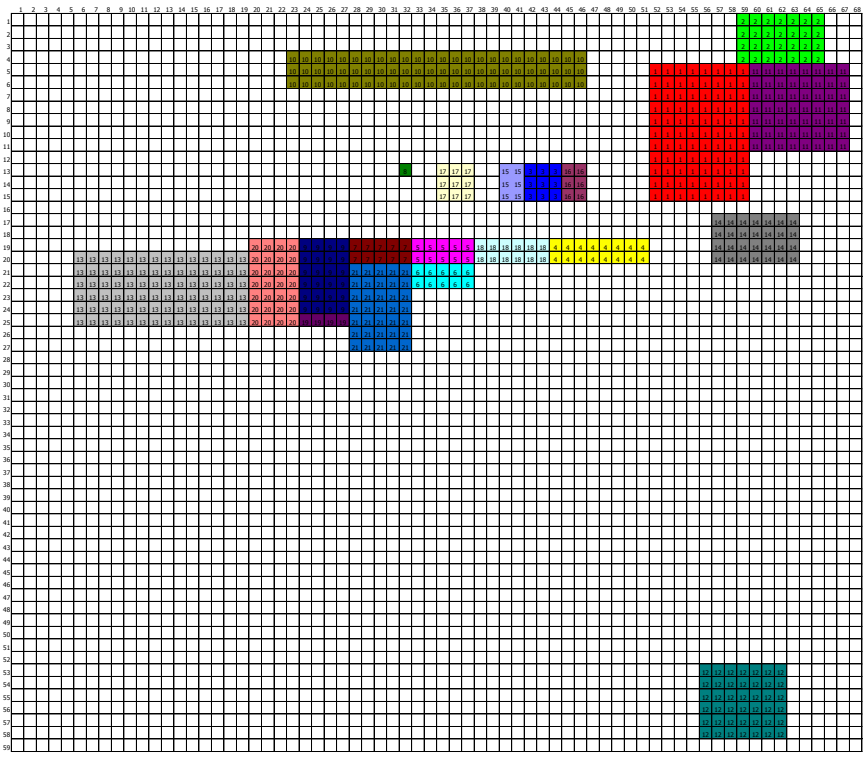
	Name	F/V	Area	Cells
Dept. 1	D 1	V	88	88
Dept. 2	D 2	V	28	28
Dept. 3	D 3	V	9	9
Dept. 4	D 4	V	16	16
Dept. 5	D 5	V	10	10
Dept. 6	D 6	V	10	10
Dept. 7	D 7	V	10	10
Dept. 8	D 8	V	1	1
Dept. 9	D 9	V	18	18
Dept. 10	D 10	V	72	72
Dept. 11	D 11	V	56	56
Dept. 12	D 12	V	42	42
Dept. 13	D 13	V	84	84
Dept. 14	D 14	V	28	28
Dept. 15	D 15	V	6	6
Dept. 16	D 16	V	6	6
Dept. 17	D 17	V	9	9
Dept. 18	D 18	V	12	12
Dept. 19	D 19	V	4	4
Dept. 20	D 20	V	28	28
Dept. 21	D 21	V	30	30

รูปที่ ก. 1 รูปแสดงการกำหนดค่าข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT

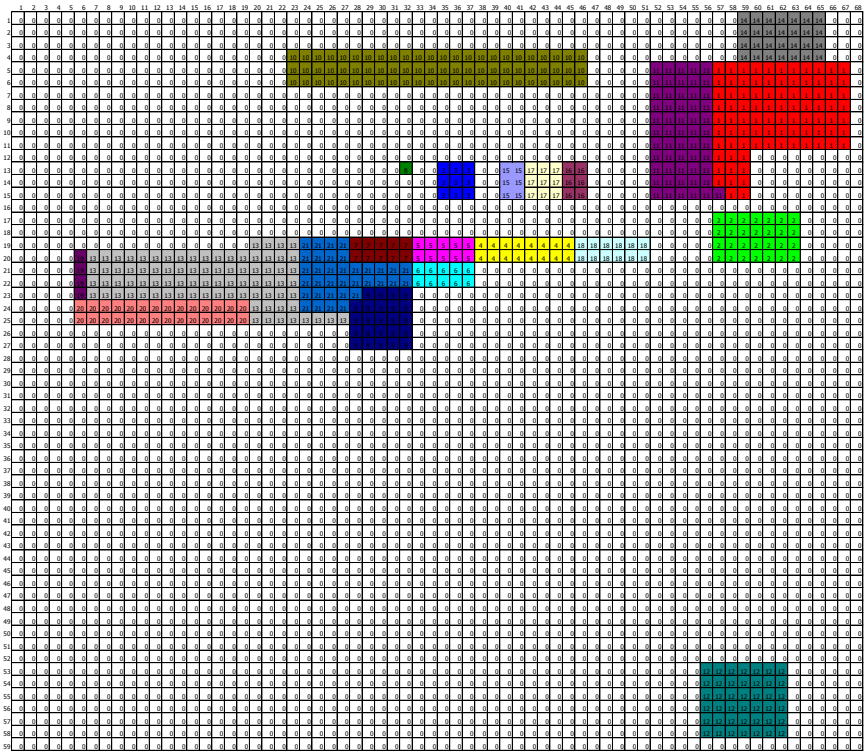
ตารางที่ ก. 1 ตารางปริมาณการขนย้ายเครื่องมือระหว่างสถานี (เที่ยว)

Flow Matrix

FROM \ TO	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	D 8	D 9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21
D 1	0	2561	0	0	0	43	0	357	0	362	0	0	0	448	0	0	0	0	0	0	0
D 2	3807	0	1980	0	0	0	0	0	1827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 3	0	0	0	1980	0	0	1980	357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 4	0	0	0	0	6489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 5	0	0	0	0	0	6127	0	0	0	362	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0
D 6	86	0	1980	0	0	0	2020	0	1827	319	0	0	0	0	201	0	104	0	21	0	0
D 7	0	3807	0	0	0	23	0	0	0	0	1453	0	846	24	0	0	0	0	0	0	0
D 8	357	0	357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 9	0	0	0	1827	0	0	1827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	319	0	0	362	0	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 11	0	0	0	1875	0	0	0	0	0	0	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	422	0	0	320	0	0	104	0	0	0	0
D 14	344	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	178	128	0	0	0	0
D 15	0	0	0	201	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	0	0	0	0
D 16	0	0	0	92	0	0	199	0	0	0	0	0	0	0	178	0	113	0	0	0	0
D 17	104	0	0	33	92	3	104	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	0	0
D 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
D 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0
D 20	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9	0	0	0	0	28	0	3	0	0	0	0
D 21	0	0	102	0	0	0	0	20	81	1277	77	0	0	0	7	0	14	0	0	0	0



รูปที่ ก. 2 แผนผังเริ่มต้นของการปรับปรุงผังด้วยวิธี CRAFT



รูปที่ ก. 3 แผนผังที่ได้ปรับปรุงด้วยวิธี CRAFT

ตารางที่ ก. 2 ผลการคำนวณค่าต้นทุนรวมในการขนย้ายจากโปรแกรม CRAFT

Init. Cost	723539.5
Iterations:	8

Iter.	Type	Action	Cost
1	Switch:	2 and 14	649274.5
2	Switch:	4 and 18	614985.5
3	Switch:	13 and 20	609285.3125
4	Switch:	1 and 11	580992.1875
5	Switch:	13 and 19	580387.25
6	Switch:	21 and 9	576986.5
7	Switch:	3 and 17	571447.5
8	Switch:	21 and 9	574848.25

ตารางที่ ก. 3 ผลการคัดเลือกสถานีงานที่มีความเป็นไปได้ในการสับเปลี่ยน

วิธี CRAFT
2 และ 14
4 และ 18
13 และ 20
1 และ 11
3 และ 17

วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์	
ระดับความสัมพันธ์	สถานีงาน
A	1 และ 2
	4 และ 5
E	2 และ 7
I	2 และ 3
	3 และ 4

ภาคผนวก ข
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ผังโรงซ่อมบำรุง

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้ใช้ตัวแปรแทนชื่อเรียกต่างๆ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและง่ายต่อการเข้าใจ รายละเอียดดังตารางที่ ข.1 และ ตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.1 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในส่วน Location

ชื่อ	ความหมาย
Loading_Area	พื้นที่สำหรับรับเครื่องมือขาเข้าและส่งออก
TRS_Backload	พื้นที่พักเครื่องมือของแผนก TRS หลังรับเครื่องมือจาก Loading Area
Handling_WS	Handling Workshop พื้นที่ซ่อมบำรุงของเครื่องมือประเภท Handling
Waiting_for_clean	พื้นที่สำหรับวางเครื่องมือที่ต้องการล้างทำความสะอาด
Cleaning_bay	โรงล้างทำความสะอาดเครื่องมือ
Inspection_shop	โรงตรวจสอบคุณภาพครื่องมือ
Paint_shop	โรงทาสีเครื่องมือ
Hot_store	คลังอะไหล่นอกอาคาร สำหรับเก็บอะไหล่ชิ้นใหญ่
Cold_store	คลังอะไหลในห้องปรับอากาศ สำหรับเก็บอะไหล่ที่ต้องการเก็บรักษาอุณหภูมิ
T_Storage_F	พื้นที่เก็บเครื่องมือบริเวณด้านหน้าบริษัท ของแผนก TPS
TPS_Area1	พื้นที่ซ่อมบำรุงเครื่องมือของแผนก TPS จุดที่ 1
TPS_Area2	พื้นที่ซ่อมบำรุงเครื่องมือของแผนก TPS จุดที่2
Tong_Ws	พื้นที่ซ่อมบำรุงของเครื่องมือประเภท Tong
H_Inv_cs_	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_CS
H_Inv_hs_	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_HS
H_Inv_no_	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_NO
H_BL_1_	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือแผนก Handling ทุกประเภท เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 11 ชิ้น
H_Loc0_	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือแผนก Handling ทุกประเภท ก่อนจะเข้าสู่ Loading Area
Tg_Inv_Cs_	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_CS
Tg_Inv_No	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_NO
Tg_loc0	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือแผนก Tong ทุกประเภท ก่อนจะเข้าสู่ Loading Area
T_Inv_Cs_	พื้นที่ Dummy ซ่อมบำรุงเครื่องมือหลักประเภท T_A_SCS
T_Loc0	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือหลักประเภท T_A_SNO และ T_A_SCS ก่อนจะเข้าสู่ TPS Area1
T_Loc_S	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือหลักประเภท T_A_SNO และ T_A_SCS เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น
T_Loc_F	พื้นที่ Dummy รวมเครื่องมือหลักประเภท T_A_FS และ T_A_FM เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น

ตารางที่ ข.2 ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในส่วน Entity

ชื่อ	ความหมาย
HDL_A_NO	เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท Handling ที่ไม่ต้องใช้อะไหล่ในการซ่อมบำรุง
HDL_A_HS	เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท Handling ที่ต้องใช้อะไหล่ประเภท Hot Store ในการซ่อมบำรุง
HDL_A_CS	เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท Handling ที่ต้องใช้อะไหล่ประเภท Cold Store ในการซ่อมบำรุง
HDL_I_HS	อะไหล่ประเภท Hot Store ที่ต้องใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Handling
HDL_I_CS	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ต้องใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Handling
HDL_Abatch50	เครื่องมือหลักประเภท Handling รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 50 ชิ้น
HDL_Abatch11	การรวมเครื่องมือหลักประเภท Handling เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 11 ชิ้น
HDL_IHSbatch3	อะไหล่ประเภท Hot Store ที่ใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Handling รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชิ้น
HDL_ICSbatch3	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Handling รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชิ้น
Tong_A_No	เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท Tong ที่ไม่ต้องใช้อะไหล่ในการซ่อมบำรุง
Tong_A_Cs	เครื่องมือหลักของแผนก TRS ประเภท Tong ที่ต้องใช้อะไหล่ประเภท Cold Store ในการซ่อมบำรุง
Tong_ICS	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ต้องใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Tong
Tong_Abatch4	เครื่องมือหลักประเภท Tong รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 ชิ้น
Tong_ICSbatch3	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ใช้กับเครื่องมือหลักประเภท Tong รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชิ้น
T_A_SNO	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท S (เครื่องมือหลักขนาดเล็ก) ที่ไม่ต้องใช้อะไหล่ในการซ่อมบำรุง
T_A_SCS	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท S (เครื่องมือหลักขนาดเล็ก) ที่ต้องใช้อะไหล่ประเภท Cold Store ในการซ่อมบำรุง
T_A_FM	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท F ขนาดกลาง
T_A_FS	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท F ขนาดเล็ก
T_A_SMS	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท SM ขนาดเล็ก
T_A_SMM	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท SM ขนาดกลาง
T_A_L	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท L มีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
T_I_CS	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ต้องใช้กับเครื่องมือหลักของแผนก TPS
T_Ibatch3	อะไหล่ประเภท Cold Store ที่ใช้กับเครื่องมือหลักของแผนก TPS รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชิ้น
T_Abatch15	เครื่องมือหลักของแผนก TPS รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น
T_batch_FS15	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท F ขนาดเล็ก รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น
T_batch_SMS15	เครื่องมือหลักของแผนก TPS ประเภท SM ขนาดเล็ก รวมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชิ้น

ในการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์โรงซ่อมบำรุงในปัจจุบันและแผนผังทางเลือก Plan-4 สำหรับในกรณีศึกษานี้มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญดังนี้

1. Location คือ สถานีงานที่ให้บริการในกระบวนการซ่อมบำรุงของแบบจำลอง ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำตามจุดต่างๆ การกำหนดค่า Location ของแผนผังทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเหมือนกัน ดังตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข.3 Location แบบจำลองสถานการณ์

Icon	Name	Cap.	Unit	DTs...	Stats...	Rule...	Note
	Loading_Area	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	TRS_Backload	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Handling_WS	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Waiting_for_clean	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Cleaning_bay	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Inspection_shop	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Paint_shop	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Hot_store	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Cold_store	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_Storage_F	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	TPS_Area2	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	TPS_Area1	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Tong_Ws	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	H_Inv_cs_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	H_Inv_hs_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	H_Inv_no_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	H_BL_1_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	H_Loc0_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Tg_Inv_Cs_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Tg_Inv_No	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	Tg_loc0	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_Inv_Cs_	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_LocL	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_Loc0	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_Loc_S	inf	1	None	Time Series	Oldest	
	T_Loc_F	inf	1	None	Time Series	Oldest	

2. Entity คือ เครื่องมือหลักและอะไหล่ ที่เราสนใจเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการซ่อมบำรุง เคลื่อยย้ายเป็นไปตามเส้นทางที่กำหนดจนกระทั้งเสร็จสิ้นและออกจากระบบ การกำหนดค่า Entity ของแผนผังทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเหมือนกัน ซึ่งจำแนกเป็นประเภทย่อยๆ ดังตารางที่ ข.4

ตารางที่ ข.4 Entity ของแบบจำลองสถานการณ์

Icon	Name	Speed (fpm)	Stats
	HDL_A_NO	50	Time Series
	HDL_A_HS	50	Time Series
	HDL_A_CS	50	Time Series
	HDL_I_HS	50	Time Series
	HDL_I_CS	50	Time Series
	HDL_Abatch50	50	Time Series
	HDL_Abatch11	50	Time Series
	HDL_IHSbatch3	50	Time Series
	HDL_ICSbatch3	50	Time Series
	Tong_A_No	50	Time Series
	Tong_A_Cs	50	Time Series
	Tong_HDL_ICS	50	Time Series
	Tong_Abatch4	50	Time Series
	Tong_ICSbatch3	50	Time Series
	T_A_SNO	50	Time Series
	T_A_SCS	50	Time Series
	T_A_FM	50	Time Series
	T_A_FS	50	Time Series
	T_A_SMS	50	Time Series
	T_A_SMM	50	Time Series
	T_A_L	50	Time Series
	T_I_CS	50	Time Series
	T_Ibatch3	50	Time Series
	T_Abatch15	50	Time Series
	T_batch_FS15	50	Time Series
	T_batch_SMS15	50	Time Series

3. Arrival คือ อัตราการเข้ามาของ Entity ในระบบที่เข้ามาใน Location ซึ่งแต่ละ Entity มีปริมาณและระยะเวลาการเข้ามาที่แตกต่างกัน การกำหนดค่า Arrival ของแผนผังทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเหมือนกันดังตารางที่ ข.5

ตารางที่ ข.5 Arrival ของแบบจำลองสถานการณ์

Entity	Location	Qty. each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic	Disable
HDL_I_HS	Hot_store	69	0	1			
HDL_I_CS	Cold_store	242	0	1			
Tong_HDL_ICS	Cold_store	305	0	1			
T_I_CS	Cold_store	205	0	1			
HDL_A_NO	H_Loc0_	hand1_NO()	0	inf	14.33 hr		
HDL_A_CS	H_Loc0_	hand2_cs()	0	inf	63.89 hr		
HDL_A_HS	H_Loc0_	hand3_hs()	0	inf	112.57 hr		
Tong_A_No	Tg_loc0	Tong1_no()	0	inf	22.09 hr		
Tong_A_Cs	Tg_loc0	Tong2_cs()	0	inf	45.46 hr		
T_A_SNO	T_Loc0	TPS1_sno()	0	inf	3.60 hr		
T_A_SCS	T_Loc0	TPS2_scs()	0	inf	71.64 hr		
T_A_FM	TPS_Area1	TPS3_fm()	0	inf	39.4 hr		
T_A_FS	T_Loc_F	TPS4_fs()	0	inf	81.52 hr		
T_A_SMS	TPS_Area1	TPS5_sms()	0	inf	168.86 hr		
T_A_SMM	TPS_Area1	TPS6_smm()	0	inf	107.45 hr		
T_A_L	TPS_Area1	TPS7_L()	0	inf	124.42 hr		

จากตารางที่ ข.5 การกำหนดค่า Arrival ส่วนใหญ่ได้ใช้รูปแบบการแจงแจงแบบกำหนดเอง User Defined Distributions โดยการสร้างตารางเพิ่มเติมเพื่อระบุค่าความน่าจะเป็น (Percentage) ของจำนวนเครื่องมือที่จะเข้ามาในแต่ละครั้ง (Value) ตารางของแต่ละ Entity จะมีชื่อ ID เป็นตัวกำหนด แสดงดังตารางที่ ข.6 - ตารางที่ ข.17

4. Process and Routing คือ กระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องมือที่เกิดขึ้นในระบบ เป็นการกำหนด Entity ที่มีการเข้าออกในแต่ละ Location บอกถึงเส้นทางการเคลื่อนย้ายของ Entity ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในการจำลองสถานการณ์ แสดงดังตารางที่ ข.21

ตารางที่ ข.6 ตาราง ID : hand1_NO การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_NO

Percentage	Value	Percentage	Value	Percentage	Value
6.060	1	1.210	39	0.610	94
7.270	2	1.210	42	0.610	99
6.060	3	0.610	43	0.610	105
2.420	4	1.820	44	0.610	106
3.030	5	0.610	45	0.600	107
1.210	6	1.210	47	0.610	109
1.210	7	1.210	48	0.610	113
2.420	8	0.610	50	0.610	120
1.210	9	1.820	51	0.610	132
2.420	11	1.210	53	0.600	136
1.820	12	0.610	54	0.600	138
2.420	14	0.610	57	1.210	140
1.820	15	0.610	62	0.600	142
0.610	20	0.610	63	0.600	144
2.420	21	0.610	64	0.600	157
1.820	23	0.610	65	0.600	161
1.210	24	1.210	66	0.600	187
0.610	25	0.610	68	0.600	205
0.610	26	0.610	69	0.600	247
0.610	27	0.610	70	0.600	310
0.610	28	1.210	71	0.600	351
0.610	30	0.610	72	0.600	365
0.610	31	0.610	74	0.600	368
1.820	32	0.610	75	0.600	467
1.820	33	0.610	76	0.600	471
0.610	34	0.610	78	0.600	733
0.610	35	0.610	86	0.600	2897
1.210	36	0.610	87		
1.210	37	0.610	91		
1.820	38	0.610	93		

ตารางที่ ข.7 ตาราง ID : hand2_cs การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_CS

Percentage	Value	Percentage	Value
16.220	1	2.700	8
5.400	2	5.410	9
13.510	3	5.410	10
10.810	4	8.110	13
8.110	5	5.410	16
5.400	6	2.700	17
8.110	7	2.700	19

ตารางที่ ข.8 ตาราง ID : hand3_hs การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท HDL_A_HS

Percentage	Value	Percentage	Value
23.810	1	9.520	5
28.570	2	4.760	6
14.300	3	4.760	7
4.760	4	9.520	8

ตารางที่ ข.9 ตาราง ID : Tong1_no การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_NO

Percentage	Value	Percentage	Value	Percentage	Value
11.220	1	1.870	35	0.930	82
9.350	2	0.940	36	0.930	85
5.610	3	0.940	41	2.800	90
6.540	4	1.870	43	0.930	91
0.940	7	3.740	45	0.930	92
1.870	15	0.940	48	0.930	94
2.800	16	0.940	51	0.930	98
0.940	17	0.940	53	0.930	111
2.800	18	3.740	54	0.930	115
0.940	19	0.930	56	0.930	120
0.940	20	0.930	58	0.930	128
0.940	21	1.870	59	0.930	140
1.870	24	1.870	60	1.870	149
0.940	26	0.930	64	0.930	244
0.940	27	0.930	66	0.930	1335
0.940	28	1.870	69		
0.930	30	0.930	73		
0.940	32	0.930	75		
0.940	33	0.930	76		
0.940	34	1.870	78		

ตารางที่ ข.10 ตาราง ID : Tong2_cs การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท Tong_A_CS

Percentage	Value	Percentage	Value
19.230	1	3.850	8
9.610	2	5.770	9
5.770	3	3.850	10
3.840	4	3.850	11
13.460	5	3.850	12
13.460	6	3.850	14
7.690	7	1.920	26

ตารางที่ ข.11 ตาราง ID : TPS1_sno การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SNO

Percentage	Value	Percentage	Value
14.92	1	2.44	9
21.76	2	0.76	11
11.87	3	1.67	14
3.81	4	9.28	16
0.61	5	0.15	17
11.57	6	0.30	18
4.57	7	0.76	19
15.53	8		

ตารางที่ ข.12 ตาราง ID : TPS2_scs การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SCS

Percentage	Value
18.18	1
45.45	6
30.30	8
3.03	13
3.03	16

ตารางที่ ข.13 ตาราง ID : TPS3_fm การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_FM

Percentage	Value
86.21	8
13.79	16

ตารางที่ ข.14 ตาราง ID : TPS4_fs การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_FS

Percentage	Value	Percentage	Value
3.33	1	33.34	8
13.33	2	8.33	9
1.67	3	3.33	10
5.00	4	1.67	11
15.00	6	1.67	17
13.33	7		

ตารางที่ ข.15 ตาราง ID : TPS5_sms การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SMS

Percentage	Value
16.00	35.7
1.00	14.3
2.00	50.0

ตารางที่ ข.16 ตารางID : TPS6_smm การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_SMM

Percentage	Value
16.00	31.8
2.00	68.2

ตารางที่ ข.17 ตาราง ID : TPS7_L การแจงแจงการเข้ามาของเครื่องมือหลักประเภท T_A_L

Percentage	Value
5.26	2
5.26	4
5.26	5
5.26	7
21.05	8
57.89	16

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์

Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
HDL_I_HS	Hot_store	GROUP 3 as HDL_IHSbatch3					
HDL_IHSbatch3	Hot_store		1	HDL_IHSbatch3	Handling_WS	SEND 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 30.01
HDL_IHSbatch3	Handling_WS	UNGROUP					
HDL_I_HS	Handling WS		1	HDL_I_HS	H_Inv_hs_	JOIN 1	
HDL_I_HS	H_Inv_hs_		1	HDL_I_HS	EXIT	FIRST 1	
HDL_I_CS	Cold_store	GROUP 3 as HDL_ICSbatch3					
HDL_ICSbatch3	Cold_store		1	HDL_ICSbatch3	Handling_WS	SEND 1	MOVE WITH worker THEN FREE
HDL_ICSbatch3	Handling_WS	UNGROUP					
HDL_I_CS	Handling_WS		1	HDL_I_CS	H_Inv_cs_	JOIN 1	
HDL_I_CS	H_Inv_cs_		1	HDL_I_CS	EXIT	FIRST 1	
HDL_A_NO	H_Loc0_		1	HDL_A_NO	Loading_Area	FIRST 1	
HDL_A_HS	H_Loc0_		1	HDL_A_HS	Loading_Area	FIRST 1	
HDL_A_CS	H_Loc0_		1	HDL_A_CS	Loading_Area	FIRST 1	
ALL	Loading_Area	GROUP 50 as HDL_Abatch50					
HDL_Abatch50	Loading_Area	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR	1	HDL_Abatch50	TRS_Backload	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 31.16
HDL_Abatch50	TRS_Backload	UNGROUP					
ALL	TRS_Backload		1	ALL	H_BL_1_	FIRST 1	
ALL	H_BL_1_	GROUP 11 as HDL_Abatch11					
HDL_Abatch11	H_BL_1_		1	HDL_Abatch11	TRS_Backload	FIRST 1	
HDL_Abatch11	TRS_Backload	WAIT T(0.5, 1.5, 2.0) HR	1	HDL_Abatch11	Handling_WS	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 146.62

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
HDL_ Abatch11	Handling_ WS	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	HDL_ Abatch11	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 71
HDL_ Abatch11	Waiting_ for_clean		1	HDL_ Abatch11	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
HDL_ Abatch11	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	HDL_ Abatch11	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
HDL_ Abatch11	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	HDL_ Abatch11	Handling_ WS	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 52.08
HDL_ Abatch11	Handling_ WS	UNGROUP					
HDL_A_N O	Handling_ WS		1	HDL_A_NO	H_Inv_no_	FIRST 1	
HDL_A_N O	H_Inv_no		1	HDL_A_NO	Handling_ WS	FIRST 1	
HDL_A_HS	Handling_ WS	SEND 1 HDL_IHSbatch3 TO Handling_WS	1	HDL_A_HS	H_Inv_hs_	FIRST 1	
HDL_A_HS	H_Inv_hs_	JOIN 1 HDL_I_HS	1	HDL_A_HS	Handling_ WS	FIRST 1	
HDL_A_CS	Handling_ WS	SEND 1 HDL_ICSbatch3 TO Handling_WS	1	HDL_A_CS	H_Inv_cs_	FIRST 1	
HDL_A_CS	H_Inv_cs_	JOIN 1 HDL_I_CS	1	HDL_A_CS	Handling_ WS	FIRST 1	
ALL	Handling_ WS		1	ALL	H_BL_1_	FIRST 1	
ALL	H_BL_1_	GROUP 11 as HDL_Abatch11					
HDL_ Abatch11	H_BL_1_		1	HDL_ Abatch11	Handling_ WS	FIRST 1	
HDL_ Abatch11	Handling_ WS	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	HDL_ Abatch11	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 29.5
HDL_ Abatch11	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	HDL_ Abatch11	TRS_ Backload	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 140.14
HDL_ Abatch11	TRS_ Backload		1	HDL_ Abatch11	Loading_A rea	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 31.16
HDL_ Abatch11	Loading_A rea		1	HDL_ Abatch11	EXIT	FIRST 1	
Tong_ICS	Cold_ store	GROUP 3 AS Tong_ICSbatch3					
Tong_ICS batch3	Cold_ store		1	Tong_ICS batch3	Tong_Ws	SEND 1	MOVE WITH Tg_worker THEN FREE

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
Tong_ICS batch3	Tong_Ws	UNGROUP					
Tong_ICS	Tong_Ws		1	Tong_ICS	Tg_Inv_Cs_	JOIN 1	
Tong_ICS	Tg_Inv_Cs		1	Tong_ICS	EXIT	FIRST 1	
Tong_A_ No	Tg_loc0		1	Tong_A_ No	Loading_ Area	FIRST 1	
Tong_A_ Cs	Tg_loc0		1	Tong_A_ Cs	Loading_ Area	FIRST 1	
ALL	Loading_A rea	GROUP 4 AS Tong_Abatch4					
Tong_ Abatch4	Loading_A rea	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR	1	Tong_ Abatch4	TRS_ Backload	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 31.16
Tong_ Abatch4	TRS_ Backload	WAIT T(0.5, 1.5, 2.0) HR	1	Tong_ Abatch4	Tong_Ws	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 191.12
Tong_ Abatch4	Tong_Ws	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	Tong_ Abatch4	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 115.84
Tong_ Abatch4	Waiting_ for_clean		1	Tong_ Abatch4	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
Tong_ Abatch4	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	Tong_ Abatch4	Inspection _shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
Tong_ Abatch4	Inspection _shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	Tong_ Abatch4	Tong_Ws	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 96.58
Tong_ Abatch4	Tong_Ws	UNGROUP					
Tong_A_ No	Tong_Ws		1	Tong_A_ Cs	Tg_Inv_Cs_	FIRST 1	
Tong_A_ Cs	Tong_Ws	SEND 1 Tong_ICSbatch3 TO	1	Tong_A_ Cs	Tong_Ws	FIRST 1	
Tong_A_ Cs	Tg_Inv_Cs	JOIN 1 Tong_HDL_ICS	1	ALL	Tg_Loc0	FIRST 1	
ALL	Tong_Ws		1	Tong_ Abatch4	Tong_Ws	FIRST 1	
ALL	Tg_Loc0	GROUP 4 AS Tong_Abatch4					
Tong_ Abatch4	Tg_Loc0		1	Tong_ Abatch4	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 74
Tong_ Abatch4	Tong_Ws	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	Tong_ Abatch4	TRS_ Backload	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 140.14

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

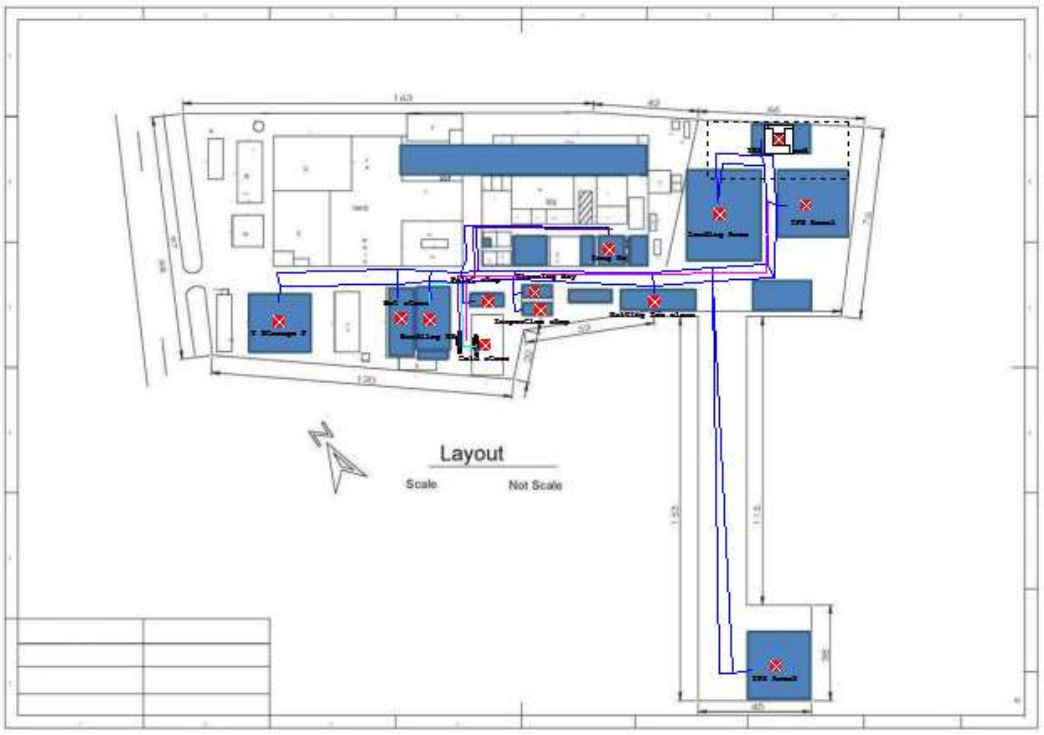
Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
Tong_ Abatch4	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	Tong_ Abatch4	Loading_A rea	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 31.16
Tong_ Abatch4	TRS_ Backload		1	Tong_ Abatch4	EXIT	FIRST 1	
Tong_ Abatch4	Loading_A rea						
T_I_CS	Cold_ store	GROUP 3 AS T_Ibatch3					
T_Ibatch3	Cold_ store		1	T_Ibatch3	TPS_Area1	SEND 1	MOVE WITH T_worker THEN FREE
T_Ibatch3	TPS_ Area1	UNGROUP					
T_I_CS	TPS_ Area1		1	T_I_CS	T_Inv_Cs_	JOIN 1	
T_I_CS	T_Inv_Cs_		1	T_I_CS	EXIT	FIRST 1	
T_A_SNO	T_Loc0		1	T_A_SNO	T_Loc_S	FIRST 1	
T_A_SCS	T_Loc0		1	T_A_SCS	T_Loc_S	FIRST 1	
ALL	T_Loc_S	GROUP 15 AS T_Abatch15					
T_ Abatch15	T_Loc_S		1	T_ Abatch15	TPS_ Area1	FIRST 1	
T_ Abatch15	TPS_ Area1	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR	1	T_ Abatch15	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 69.1
T_ Abatch15	Waiting_ for_clean		1	T_ Abatch15	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
T_ Abatch15	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	T_ Abatch15	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
T_ Abatch15	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	T_ Abatch15	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 45.6
T_ Abatch15	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	T_ Abatch15	TPS_ Area1	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 125.44
T_ Abatch15	TPS_ Area1	UNGROUP WAIT T(80, 100, 120) HR					
T_A_SNO	TPS_ Area1		1	T_A_SNO	EXIT	FIRST 1	
T_A_SCS	TPS_ Area1	SEND 1 T_Ibatch3 TO TPS_Area1	1	T_A_SCS	T_Inv_Cs_	FIRST 1	

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

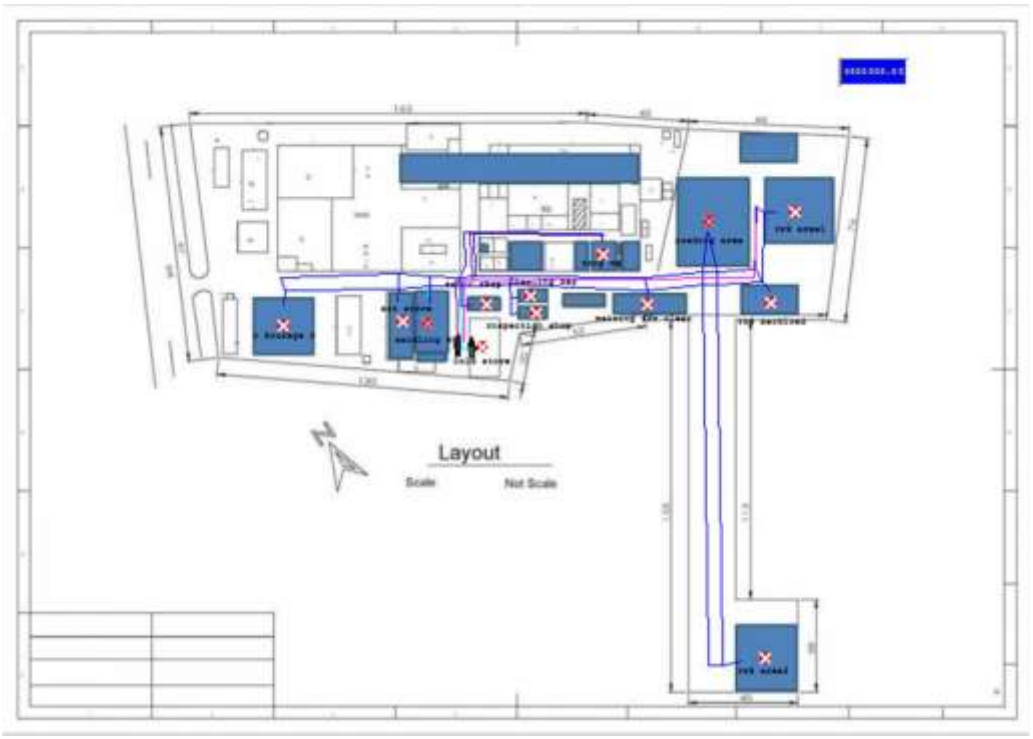
Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
T_A_SCS	T_Inv_Cs_	JOIN 1 T_I_CS	1	T_A_SCS	TPS_ Area1	FIRST 1	
T_A_SCS	TPS_ Area1		1	T_A_SCS	EXIT	FIRST 1	
T_A_FM	TPS_ Area1		1	T_A_FM	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 69.1
T_A_FM	Waiting_ for_clean		1	T_A_FM	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
T_A_FM	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	T_A_FM	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 14.96
T_A_FM	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	T_A_FM	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 45.6
T_A_FM	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	T_A_FM	T_ Storage_F	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 74.56
T_A_FM	T_ Storage_F		1	T_A_FM	TPS_ Area1	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 176.98
T_A_FM	TPS_ Area1		1	T_A_FM	EXIT	FIRST 1	
T_A_FS	T_Loc_F	GROUP 15 AS T_batch_FS15					
T_batch_ FS15	T_Loc_F		1	T_batch_ FS15	TPS_ Area1	FIRST 1	
T_batch_ FS15	TPS_ Area1	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR	1	T_batch_ FS15	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 69.1
T_batch_ FS15	Waiting_ for_clean		1	T_batch_ FS15	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
T_batch_ FS15	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	T_batch_ FS15	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
T_batch_ FS15	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	T_batch_ FS15	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 45.6
T_batch_ FS15	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	T_batch_ FS15	T_ Storage_F	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 74.56
T_batch_ FS15	T_ Storage_F		1	T_batch_ FS15	TPS_ Area1	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 176.98
T_batch_ FS15	TPS_ Area1		1	T_batch_ FS15	EXIT	FIRST 1	
T_A_SMM	TPS_ Area1		1	T_A_SMM	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 69.1
T_A_SMM	Waiting_ for_clean		1	T_A_SMM	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26

ตารางที่ ข.18 Process and Routing ของแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

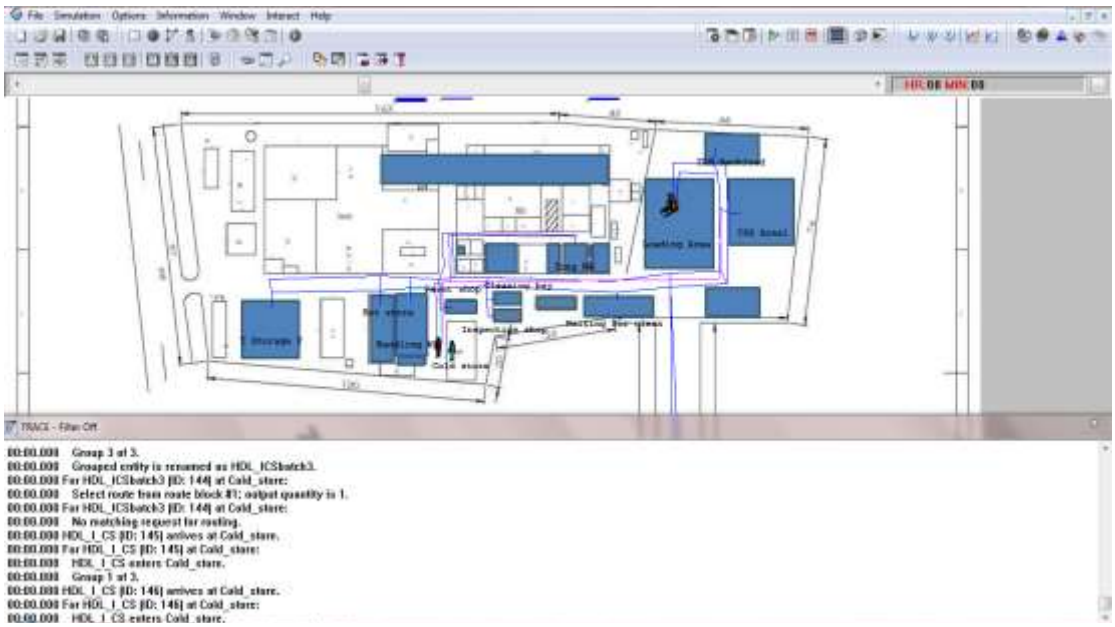
Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
T_A_SMM	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	T_A_SMM	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
T_A_SMM	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	T_A_SMM	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 45.6
T_A_SMM	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	T_A_SMM	TPS_ Area1	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 125.44
T_A_SMM			1	T_A_SMM	TPS_ Area2	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 131.95
T_A_SMM	TPS_ Area1		1	T_A_SMM	EXIT	FIRST 1	
T_A_SMS	TPS_ Area1	GROUP 15 AS T_batch_SMS15					
T_batch_ SMS15	TPS_ Area1	WAIT T(0.5, 0.7, 1.0) HR	1	T_batch_ SMS15	Waiting_ for_clean	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 69.1
T_batch_ SMS15	Waiting_ for_clean		1	T_batch_ SMS15	Cleaning_ bay	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 54.26
T_batch_ SMS15	Cleaning_ bay	WAIT T(1.5, 2.5, 6.0) HR	1	T_batch_ SMS15	Inspection shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 17.96
T_batch_ SMS15	Inspection shop	WAIT T(2.0, 2.5, 3.0) HR	1	T_batch_ SMS15	Paint_ shop	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 45.6
T_batch_ SMS15	Paint_ shop	WAIT T(1.0, 1.5, 2.0) HR	1	T_batch_ SMS15	TPS_ Area1	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 125.44
T_batch_ SMS15	TPS_ Area1		1	T_batch_ SMS15	TPS_ Area2	FIRST 1	MOVE WITH Forktruck1 THEN FREE distance = distance + 131.3
T_batch_ SMS15	TPS_ Area1		1	T_batch_ SMS15	EXIT	FIRST 1	
T_A_L	TPS_ Area1	WAIT T(80, 96, 160) HR	1	T_A_L	EXIT	FIRST 1	



รูปที่ ข. 1 แบบการจำลองสถานการณ์ผังโรงซ่อมบำรุงในปัจจุบัน



รูปที่ ข. 2 แบบจำลองสถานการณ์ผังทางเลือกรูปแบบที่ 4



รูปที่ ข. 3 การทวนสอบตัวแบบจำลองสถานการณ์

ภาคผนวก ค
การทดสอบ Two-Sample T-Test

การทดสอบ Two-Sample T-Test

หลังจากการเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้มีขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากระบบจริงจำนวน 30 ตัวอย่าง และจากการจำลองสถานการณ์จำนวน 30 ตัวอย่าง การทดสอบ Two-Sample T-Test มีขั้นตอนดังนี้

- ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลทั้งระบบจริงและแบบจำลองสถานการณ์

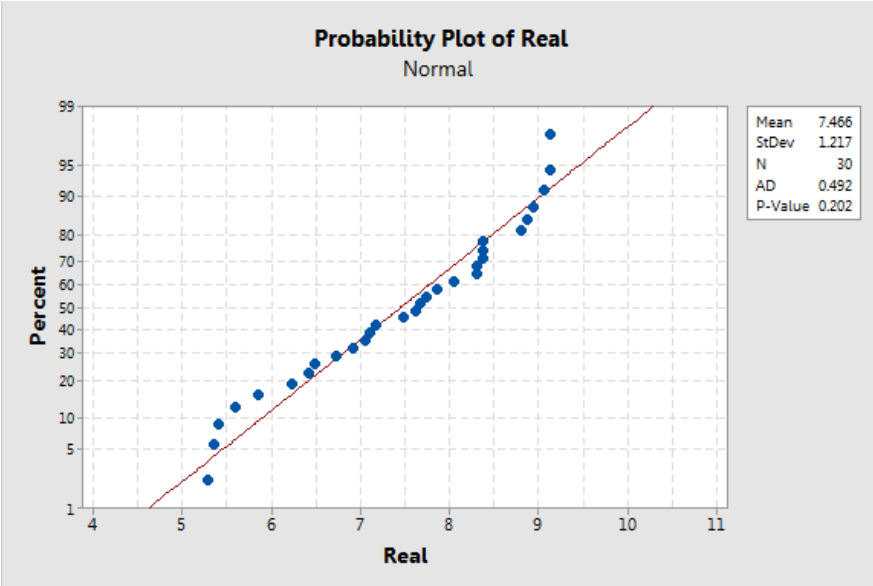
ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลในระบบจริง เริ่มต้นโดยการเก็บบันทึกข้อมูลระยะทางของรถโฟร์กลิฟท์เครื่องยนต์ดีเซลทั้ง 3 คัน ที่วิ่งได้ในแต่ละวัน (8 ชั่วโมง) ตั้งแต่เวลา 8:00-17:00 น. เป็นเวลา 30 วัน ดังตารางที่ ค.1 แล้วนำมาทดสอบว่าข้อมูลในกระบวนการซ่อมบำรุงที่เก็บจากระบบจริงมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยในการศึกษาครั้งนี้ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลด้วย Normality Probability Plot ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.10 มีการทดสอบโดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

H_0 : ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ ค.1 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวัน (ก.ม./วัน) จำนวน 30 วัน จากระบบจริง

Day	Km/day	Day	Km/day	Day	Km/day
1	7.2	11	8.3	21	7.7
2	7.9	12	7.7	21	6.4
3	5.3	13	5.9	23	8.4
4	8.9	14	6.2	24	7.1
5	9.1	15	9.1	25	8.4
6	9.1	16	6.5	26	7.6
7	8.9	17	7.5	27	5.4
8	8.3	18	8.8	28	8.4
9	6.7	19	7.1	29	8.1
10	5.6	20	6.9	30	5.4



รูปที่ ค. 1 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บมาจากระบบจริงด้วยโปรแกรม Minitab®

จากรูปที่ ค.1 ได้นำข้อมูลค่าระยะทาง (กิโลเมตร) ของรถโฟร์กลิฟท์ที่วิ่งได้ในแต่ละวันที่เก็บจากระบบจริงมาทำการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล พบว่า ค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.202 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สนับสนุนได้ว่าข้อมูลที่ได้จากระบบจริงมีการแจงแจงแบบปกติ

<u>ทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลในแบบจำลองสถานการณ์</u> ระยะเวลาของการทดสอบแบบจำลอง (Run Length) จากการทดสอบข้างต้น ทราบช่วงเวลาสถานะชั่วครู่ 384 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดช่วง Warm-up Period จะใช้ระยะเวลาในการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ด้วยจำนวนทำซ้ำ 30 รอบ ดังตารางที่ ค.2 ซึ่งเป็นระยะเวลาการทดสอบที่เท่ากันกับช่วงเวลาการเก็บข้อมูลจากระบบจริง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระยะทางวิ่งของรถโฟร์กลิฟท์ ซึ่งมีลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบจำลองสถานการณ์ ดังตารางที่ ค.3

ตารางที่ ค.2 ระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันจากตัวแบบจำลอง

Day	Km/day	Day	Km/day	Day	Km/day
1	7.5	11	7.1	21	8.2
2	8.0	12	7.2	21	6.5
3	8.5	13	6.2	23	6.9
4	7.4	14	8.9	24	5.6
5	6.8	15	8.0	25	4.6
6	8.2	16	7.6	26	5.9
7	6.9	17	5.8	27	7.0
8	7.3	18	7.1	28	8.2
9	8.7	19	5.0	29	6.6
10	7.1	20	7.3	30	6.7

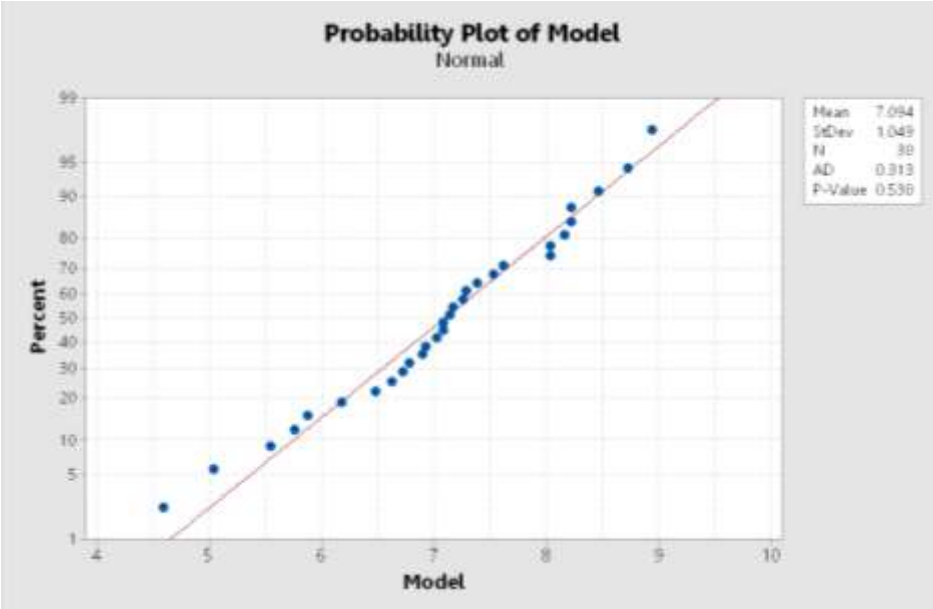
ตารางที่ ค.3 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบจำลองสถานการณ์

ลักษณะของข้อมูล	สิ่งที่นำเข้าในตัวแบบ
เอนทิตี้ (Entities)	เครื่องมือหลักและอะไหล่
ชนิดของระบบ (System Type)	สภาวะคงตัว
สมมุติฐาน (Assumptions)	1. วันจันทร์-ศุกร์ ทำงานตั้งแต่เวลา 8:00 - 17:00 น. วันเสาร์ ทำงานตั้งแต่เวลา 8:00 -12:00 น. หยุดวันอาทิตย์ 2. การเข้ามาของเครื่องมือหลักในกระบวนการซ่อมบำรุงเป็นแบบ First In First Out 3. ข้อมูลการเข้ามาและข้อมูลเวลาในสถานีงานต่างๆ ได้ประมาณจากการสัมภาษณ์
ข้อมูลนำเข้า (Inputs)	1. ข้อมูลการเข้ามาของเครื่องมือแต่ละประเภท 2. ข้อมูลเวลาที่ใช้ในสถานีงานต่างๆ 3. ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานีงาน 4. ข้อมูลปริมาณการขนย้ายเครื่องมือในแต่ละเที่ยว 5. ข้อมูลความสามารถในการรองรับของ Location
ข้อมูลออก (Output)	ระยะทางรวมของรถโฟล์กลิฟท์ต่อวัน
เวลาการจำลอง (Run Length)	8 ชั่วโมง
ช่วงเวลาสถานะชั่วครู่ (Warm-up Period)	384 ชั่วโมง
จำนวนรอบของการจำลอง (Number of Replication)	30 รอบ

เมื่อทำการจำลองสถานการณ์ตามจำนวนรอบที่กำหนดแล้ว จำเป็นต้องทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลเช่นเดียวกันกับการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่เก็บได้จากระบบจริง ในการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล ด้วย Normality Probability Plot ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เช่นเดียวกัน มีสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ



รูปที่ ค. 2 การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Minitab®

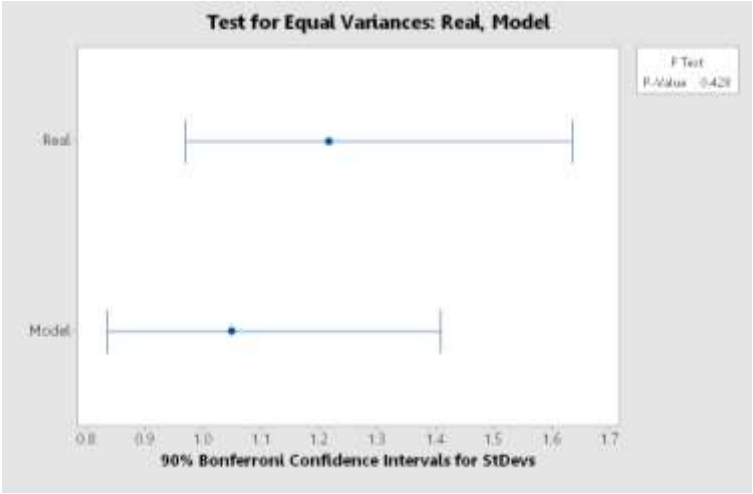
จากรูปที่ ค.2 ได้นำข้อมูลค่าระยะทาง (กิโลเมตร) ของรถโฟร์กลิฟท์ที่วิ่งได้ในแต่ละวันจากการจำลองสถานการณ์ มาทำการทดสอบความเป็นปกติของข้อมูล พบว่าค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.530 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.10 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สนับสนุนได้ว่าข้อมูลที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์มีการแจงแจงแบบปกติเช่นเดียวกัน

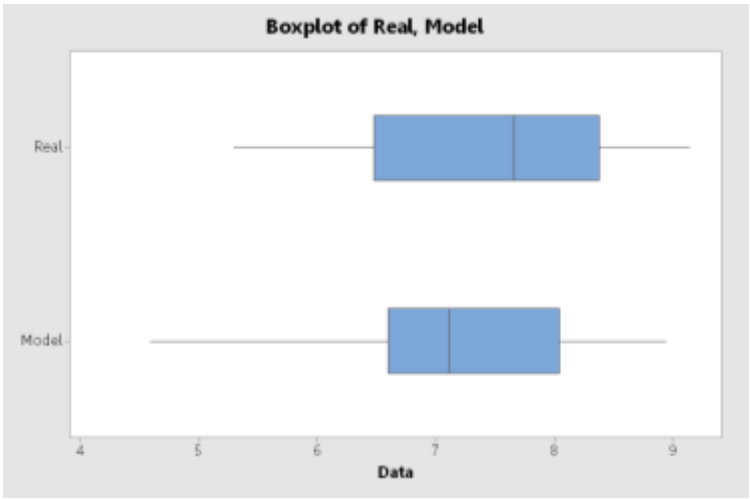
- ทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสองชุด

ขั้นตอนหลังจากที่ทราบแล้วว่าข้อมูลทั้ง 2 ระบบมีการแจกแจงแบบปกติ จะต้องทำการทดสอบความแปรปรวน โดยใช้ F-test ในการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 ชุดมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญของความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 มีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันของทั้งสองระบบไม่แตกต่างกัน

H_1 : ความแปรปรวนของระยะทางที่รถโฟร์กลิฟท์วิ่งได้ในแต่ละวันของทั้งสองระบบแตกต่างกัน





Sample	N	StDev	CI
Real	30	1.217	(0.970, 1.636)
Model	30	1.049	(0.835, 1.410)

Method	Statistic	P-value
F	1.35	0.428

รูปที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากโปรแกรม Minitab®

จากรูปที่ ค.3 จากการทดสอบค่าความแปรปรวนของทั้ง 2 ระบบ ได้ใช้ข้อมูลระยะทาง (กิโลเมตร) ที่รถโฟล์กลิฟท์วิ่งได้เฉลี่ยต่อวันของทั้งสองระบบในการเปรียบเทียบ โดยใช้ข้อมูลจากระบบจริง และข้อมูลจากตัวแบบจำลองสถานการณ์จำนวน 30 ค่า พบว่าไม่มีข้อมูลที่กระจายตัวผิดปกติและมัธยฐานอยู่กึ่งกลางแผนภูมิกล่อง จึงอนุมานได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติ ค่า P-value จากการแจกแจง F เท่ากับ 0.428 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.1 แสดงว่าความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสองระบบไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 เมื่อทราบว่าความ

แปรปรวนของข้อมูลทั้งสองชุดไม่มีความแตกต่างกันแล้ว จึงทดสอบ T-Test ในขั้นตอนต่อไป เพื่อพิสูจน์ว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถสะท้อนพฤติกรรมของระบบจริงได้

- ทดสอบเพื่อรับรองความน่าเชื่อถือของข้อมูล Two-Sample T-Test

หลังจากทราบผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้ว ในส่วนนี้จะใช้การทดสอบ T–Test เพื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบจริงและตัวแบบจำลองสถานการณ์ว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างจากระบบจริง

H_1 : ตัวแบบจำลองสถานการณ์แตกต่างจากระบบจริง

ตารางที่ ค.4 ผลลัพธ์จากการทดสอบ Two-Sample T-Test and CI จากโปรแกรม Minitab®

Two-Sample T-Test for Real vs Model				
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Real	30	7.47	1.22	0.22
Model	30	7.09	1.05	0.19

Difference :	$\mu_{Real} - \mu_{Model}$
Estimate for Difference :	0.372
90% CI for Difference :	(-0.119, 0.862)
T-Test of Difference :	0 (VS≠)
T-Value = 1.27 P-Value = 0.210 DF = 58	
Both use Pooled StDev :	1.136

จากตารางที่ ค.4 เมื่อพิจารณาค่า P-Value ที่ได้มีเท่ากับ 0.210 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.1 จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจึงไม่มีความแตกต่างกับระบบจริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 สรุปได้ว่าแบบจำลองมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือเมื่อเปรียบเทียบกับระบบจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถมั่นใจในการนำผลลัพธ์ไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินผลต่อไปได้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวบังอร บูรณะพาณิชย์กิจ
รหัสประจำตัวนักศึกษา 5710120037
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
บริหารธุรกิจบัณฑิต (วิทยาการจัดการ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)
ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2558 ได้รับจากคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน
Bang-orn Buranapanitkij, Nikorn Sirivongpaisal 2016. Facility Re-layout in Oilfield Service Company. The 2nd International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE 2016). July 7-9 2016. Shanghai, China.