



## รายงานการวิจัย

การสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประเมินผลผังโรงงาน

สกพจน์ วิมลเกษม

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ปีงบประมาณ 2554

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้อาจไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ถ้าผู้วิจัยขาดการสนับสนุนจาก คณะเทคโนโลยี  
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ให้โอกาสในการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการ  
ประเมินผลผังโรงงาน จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์ ดร.กันต์ อินทวงศ์ ประธานหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและ  
อาจารย์สิทธิพันธ์ ทองศิริ ประธานหลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ และคณาจารย์ประจำหลักสูตรฯ ทุก  
ท่าน ที่มีส่วนให้คำแนะนำ ผลักดัน และช่วยเหลือในด้านความรู้และข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนา  
โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน ทำให้โปรแกรมฯ มีประสิทธิภาพและเป็นไปตามวัตถุประสงค์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ที่ได้อบรมสั่งสอน ครูบาอาจารย์ทั้งหลายผู้ประสิทธิ์  
ประสาทวิชาความรู้ จนสามารถสร้างสรรค์ผลงานให้เป็นที่ประจักษ์ และเป็นประโยชน์ต่อสังคมและ  
ประเทศชาติสืบต่อไป



สกพจน์ วิมลเกษม

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงานโดยใช้หลักการของการเปรียบเทียบจัดวางตำแหน่งของแผนกต่างๆ ในผังโรงงานเดิมกับแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการหลักการค้นหาคำตอบของ คราฟท์ (CRAFT) ใช้เทคนิคการจัดวางผังโรงงานแบบ บล็อกแพลน (Block Plan) เพื่อหาผังโรงงานที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกต่ำที่สุด ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดตำแหน่งของผังโรงงานด้วยตัวเองได้

ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมโดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ปรากฏว่า ผู้ตอบแบบประเมินมีระดับเกณฑ์ความพึงพอใจของความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.97$ ,  $S.D. = 0.81$ ) การทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.19$ ,  $S.D. = 0.75$ ) ด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.77$ ,  $S.D. = 0.90$ ) ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์, ประเมินผลผังโรงงาน, ผังโรงงาน

## ABSTRACT

This research aims to design and create a computer programming for plants layout evaluation. A technique of Relationship Chart combined with CRAFT algorithm was used to analyze the positioning of plants layout. This technique arrange a plant layout in Block Plan to minimize transferring cost. Moreover, the program also give a feasibility for a user to initialize or customize any area then make an analysis.

This program has been assessed by 30 users. The results of this assessment shows that overall satisfaction of this program is good ( $\bar{X} = 3.97$ ,  $S.D.= 0.81$ ). The competency of functions in the program is good ( $\bar{X} = 4.19$ ,  $S.D.= 0.75$ ) and, the feasibility of the program is also good ( $\bar{X} = 3.77$ ,  $S.D.= 0.90$ ). Therefore, It can be concluded that the developed program is practical to be used.

Keywords: Computer programming, Plant layout evaluation, Plant layout

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ทฤษฎีการวางผังโรงงาน	4
2.2 รูปแบบของการจัดผังโรงงาน	9
2.2.1 การจัดผังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ	10
2.2.2 การแก้ปัญหาการประเมินผลผังโรงงาน	13
2.2.3 การจัดผังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ	16
2.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	20
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย</b>	
3.1 การศึกษาข้อมูลขั้นต้น	24
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน	24
3.3 การคำนวณในโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน	28
3.4 ประเมินผลการใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน	30

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
3.5	สรุปผลการดำเนินงาน	31
<b>บทที่ 4</b>	<b>การประเมินผล โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน</b>	
4.1	ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม	32
4.1.1	การค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์	34
4.2	รูปแบบการประเมินผล	35
4.3	การวิเคราะห์ข้อมูล	37
4.4	ผลการประเมิน	40
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1	สรุปผล	44
5.2	ข้อจำกัดของโปรแกรม	45
5.3	อภิปรายผลการวิจัย	45
5.4	ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข	46
<b>บรรณานุกรม</b>		47
ภาคผนวก ก	การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ	49
ภาคผนวก ข	คิวเอพี (Quadratic Assignment Problems, QAP)	63
ภาคผนวก ค	ปัญหาเอ็นพีฮาร์ด (NP-hard)	68
<b>ประวัติผู้เขียน</b>		70

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	สัญลักษณ์และความหมายของระดับความสัมพันธ์	17
2.2	เปรียบเทียบการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและแบบเชิงเส้น	18
4.1	แผนภูมิจาก-ไปของปริมาณการไหล	33
4.2	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของการเคลื่อนที่ระหว่างแผนก	33
4.3	ตารางแสดงคะแนนจากแผนภูมิความสัมพันธ์ จากโปรแกรมประเมินผล ผังโรงงานโดยเรียงคะแนนรวมจากมากไปน้อย	34
4.4	แสดงแบบฟอร์มคำถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โปรแกรม	36
4.5	แสดงแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของ โปรแกรม	36
4.6	แสดงแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม	37
4.7	แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแบบสอบถามในการประเมินด้าน การตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม	37
4.8	แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามในการประเมินด้านการตรงตามความ ต้องการของผู้ใช้โปรแกรม	38
4.9	แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแสดงแบบฟอร์มคำถามความพึง พอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม	38
4.10	แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงาน ได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม	39
4.11	แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแบบสอบถามความพึงพอใจด้าน ความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม	39

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม	40
4.13 แสดงเกณฑ์การกำหนดระดับความพึงพอใจของการใช้งานโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน	40
4.14 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม	41
4.15 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม	41
4.16 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม	42

## สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
2.1	แสดงแผนการเชิงปฏิบัติของการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ	8
2.2	แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก A คือจุด (X,Y)	11
2.3	แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก B คือจุด (X,Y) และ C คือจุด (X <sub>1</sub> ,Y <sub>1</sub> )	11
2.4	แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก B <sub>1</sub> คือจุด (X <sub>1</sub> ,Y <sub>1</sub> ) และ B <sub>2</sub> คือจุด(X <sub>2</sub> ,Y <sub>2</sub> )	11
2.5	แสดงถึงระยะทางแบบเรคติลินียร์	13
2.6	แสดงถึงระยะทางแบบยูคลิเดียน	13
2.7	ขั้นตอนการแก้ปัญหาของคอนสตรัคชันฮิวริสติก	15
2.8	ความใกล้ชิดระหว่างสถานี A และ B	16
2.9	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานี 10 แผนก	18
2.10	แสดงถึงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ก) ให้คะแนนแบบเชิงเส้น ข) ให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	19
3.1	แผนการดำเนินงานของการสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน	23
3.2	แสดง การทำงานของโปรแกรม	24
3.3	แสดงการเริ่มเข้าสู่โปรแกรมการประเมินผลผัง โรงงาน	25
3.4	การออกแบบโปรแกรมในส่วนของกรับข้อมูลเข้า	26
3.5	แสดงหน้าต่างของ Facility Layout	27
3.6	แสดงหน้าต่างของ Facility	28
3.7	แสดงหน้าต่างของ Traditional CRAFT	30
4.1	แสดงพื้นที่ผังโรงงานจากโดยใช้ผังโรงงานจากหนังสือ Facility Layout And Location An Analytical Approach	32
4.2	แสดงพื้นที่ผัง โรงงาน โดยใช้ผัง โรงงานที่มีการปรับผัง โรงงานให้เข้ากับ โปรแกรม	33
4.3	แสดงแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนก	33
4.4	แสดงคะแนนจากแผนภูมิความสัมพันธ์	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
4.5	แสดงพื้นที่ฝังโรงงานจากผลลัพท์ที่ได้จากการค้นหาคำตอบโดยวิธีกราฟท์	35



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กิจการอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบันได้ตระหนักถึงความสำคัญ ทางด้านการวางแผนโรงงาน มากขึ้นเป็นลำดับทั้งนี้เนื่องจากความมุ่งหวังที่จะใช้ทรัพยากรและปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่มีอยู่อย่าง จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด การวางแผนโรงงานเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในแวดวงของอุตสาหกรรม การผลิต และอุตสาหกรรมบริการ ซึ่งมักจะเป็นปัญหาที่เกิดควบคู่กันไปเสมอ ทั้งนี้เพราะเมื่อใด ที่มีการจัดตั้งโรงงานขึ้นใหม่ก็จะต้องมีการจัดวางแผนโรงงานตามไปด้วยเสมอ ซึ่งการวางแผนโรงงาน เป็นการวางแผนเพื่อจัดเรียงสถานที่ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหลายภายในโรงงานให้มีความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตและข้อจำกัดต่างๆ ภายในโรงงาน โดยพยายามจัดเรียงสิ่งต่างๆ ดังกล่าวลงในทิศทางที่จะก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัสดุที่เหมาะสม และยังผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำ ที่สุดพร้อมทั้งการขนย้ายน้อยครั้งที่สุด

ขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบผังโรงงานคือ ขั้นตอนการประเมินผล ซึ่งผังโรงงานหลายๆ แบบที่ได้ถูกออกแบบไว้จะถูกนำมาประเมินผล เพื่อจะนำผลจากการประเมิน มาพิจารณาว่าผัง โรงงานแบบใดที่นำมาเนิ่นการต่อไป โดยทำการวิเคราะห์ปัญหาการประเมินผลผังโรงงาน ซึ่งจะ ส่งผลทำให้สามารถคำนวณค่าต่างๆ ในการประเมินผลผังโรงงานได้รวดเร็วขึ้นและผู้ใช้โปรแกรม สามารถทำงานได้ง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โดยโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิเคราะห์ผังโรงงานสามารถนำไปใช้ ในการประเมินผลทางเลือกของผังโรงงานในลักษณะบล็อกแพลน (Block Plan) แบบต่างๆ ได้โดย พิจารณาถึงความใกล้ชิดระหว่างแผนกเป็นเกณฑ์ ซึ่งเป็นตัวกลั่นกรองในขั้นแรกในการเลือกการจัด ผังโรงงานให้มีความเหมาะสมต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

จุดประสงค์หลัก

- 1 เพื่อออกแบบโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน
- 2 เพื่อสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน

จุดประสงค์เฉพาะ

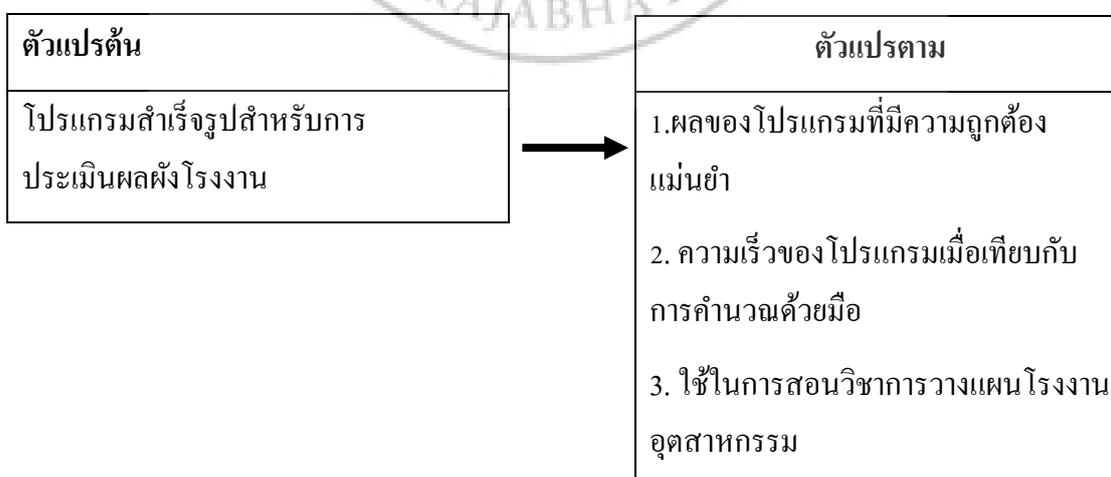
- 1 เพื่อใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานที่พัฒนาขึ้นในกระบวนการเรียนการสอนวิชาการวางแผนโรงงานอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

## 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1 ได้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประเมินผลผังโรงงาน
- 2 ทำให้นักศึกษามีศักยภาพ ในการเรียนรู้วิชาการวางแผน โรงงานอุตสาหกรรม
- 3 เป็นประโยชน์แก่อาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา ในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

## 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1 ขอบเขตด้านประชากร/กลุ่มเป้าหมาย/ผู้ให้ข้อมูลหลัก ประกอบด้วย
  - 1.1 นักศึกษา ในการเรียนรู้วิชาการวางแผน โรงงานอุตสาหกรรม
  - 1.2 อาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
- 2 ขอบเขตด้านตัวแปร/ขอบเขตด้านเนื้อหา
  - 2.1 ขอบด้านตัวแปร ประกอบไปด้วย



## 2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วย

2.2.1 หลักการพื้นฐานของโปรแกรมนี้อยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบการจัดวางตำแหน่งของแผนกต่างๆ ในผังโรงงานเดิมกับแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

2.2.2 ผู้ใช้โปรแกรมต้องระบุผังโรงงานที่ต้องการประเมิน โดยมีการกำหนดตำแหน่งของแผนกต่างๆ นั้นอยู่ติดกับแผนกใดบ้างในผังโรงงาน

2.2.3 โปรแกรมนี้แสดงผลแบบสองมิติเท่านั้น

2.2.4 แผนกต่างๆ ของผังโรงงานจะถูกพิจารณาจัดวางในลักษณะของบล็อกแพลน (Block Plan)

2.2.5 แผนกที่โปรแกรมสามารถคำนวณได้ไม่เกิน 20 แผนก

## 1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

**การจำลองสถานการณ์** หมายถึง การรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต

**การวางผังโรงงาน** หมายถึง งานหรือแผนการในการติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัตถุต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการผลิต ภายใต้ข้อจำกัดของโครงสร้าง และการออกแบบของอาคารที่มีอยู่ เพื่อให้การผลิตมีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงสุด

**การประเมินผลผังโรงงาน** หมายถึง ผลจากการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) เป็นกระบวนการวางผังโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหรือกิจกรรมต่างๆ ว่าควรมีการจัดวางใกล้กันหรือไม่ แล้วพิจารณาระดับความใกล้ชิดของแต่ละสถานีที่ละคู่จนครบทุกคู่ โดยพยายามให้สถานีต่างๆ มีภาระงานที่สมดุลกัน ซึ่งเป็นแนวทางในการลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัสดุให้น้อยลงช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น ขณะเดียวกันก็ยังสามารถผลิตสินค้าได้ตรงกับความต้องการหลักการ SLP ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการวางผังโรงงานในหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่พบ

## 1.6 นิยามคำศัพท์เทคนิค

1. Initialization หมายถึง เป็นหน้าต่างรับข้อมูลเริ่มต้นของ โปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน
2. Problem Name หมายถึง ชื่อของผังโรงงาน
3. Number of Departments หมายถึง จำนวนแผนกในผังโรงงาน
4. Dimension หมายถึง หน่วยที่ใช้วัดความยาวของพื้นที่ผังโรงงาน
5. Scale หมายถึง สัดส่วนสำหรับการลดขนาดของพื้นที่ผังโรงงาน โดยรวมในการคำนวณ
6. Initial Distance หมายถึง ระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานตั้งต้น
7. Final Distance หมายถึง ระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานที่มีการค้นหาคำตอบเสร็จสิ้น
8. Start Cost หมายถึง ผลค่าใช้จ่ายจากผังโรงงานตั้งต้นในการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของกราฟท์
9. Start Estimate Cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายการประมาณค่าการสลับผังโรงงานโดยวิธีการของ กราฟท์
10. Minimize Estimated Cost หมายถึง ผลค่าใช้จ่ายจากการประมาณค่าการสลับผังโรงงานที่มีค่าน้อยที่สุด ในแต่ละรอบการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์
11. Minimize Swapped Cost หมายถึง ผลค่าใช้จ่ายจากการสลับผังโรงงานจริงที่มีค่าน้อยที่สุดในแต่ละรอบการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์
12. Swapped Result หมายถึง ผลการค้นหาคำตอบการประเมินผลผังโรงงาน โดยวิธีของกราฟท์
13. Replace Direction หมายถึง การเลือกการสลับผังตามแนวแกน

## บทที่ 2

### ทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องคือ ทฤษฎีการประเมินผลผังโรงงาน เพื่อศึกษาถึงการพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงานที่เหมาะสม สอดคล้องกับการเขียน โปรแกรม ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังกล่าวได้โดยสังเขปดังนี้

#### 2.1 ทฤษฎีการประเมินผลผังโรงงาน

การออกแบบวางผังโรงงานหรือสถานที่ เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์การทำงานหรือหน้าร้านในการให้บริการ จากกระบวนการผลิตและบริการจะเป็นการผ่านปัจจัยต่างๆ เช่น คน เครื่องจักร วัตถุดิบ พลังงาน การออกแบบการวางผังที่ดีจะช่วยลดต้นทุนในการบริหารงานที่ต่ำลง การทำงานมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพชีวิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดตำแหน่งของคน เครื่องจักร วัตถุดิบและสิ่งสนับสนุนการผลิตอันเป็นปัจจัยสำคัญของระบบการผลิตให้เหมาะสม เกิดเวลาว่างเปล่า ในสายการผลิตที่น้อยกว่าและ ใช้เวลาการผลิตให้สั้นที่สุด อันยังผลให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตที่ต่ำลง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งทางตรงและทางอ้อม ใช้เนื้อที่ส่วนที่เป็นพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นข้อได้เปรียบในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในตลาดการแข่งขัน

ในอดีตหลายๆ ปัญหาในการใช้บริการที่มีการจัดวางผังไม่ดี เช่น การวางผังของโรงพยาบาลในอดีต การตรวจร่างกายครบทุกอย่างใช้เวลามากกว่าครึ่งวัน ผู้ใช้บริการต้องเดินไปมา เข้าออกห้องต่างๆ กดลิฟต์ขึ้นลงชั้นต่างๆ แต่ในปัจจุบันนี้ถ้าเข้าไปใช้บริการจะใช้นเวลาน้อยกว่ามาก และซึ่งการจัดวางหน่วยให้บริการอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน (สมศักดิ์, 2547)

**การจัดวางผัง (Layout)** หมายถึงการจัดวางเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ คน สิ่งอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการผลิตให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

### การประเมินผลผังโรงงานมีเป้าหมายพื้นฐาน 6 ประการ

1. หลักการเกี่ยวกับการรวมกิจกรรมทั้งหมด ผังโรงงานที่ดีจะต้องรวมคน วัสดุ เครื่องจักร กิจกรรมสนับสนุนการผลิตและข้อพิจารณาอื่นๆ ยังผลต่อการทำให้การรวมตัวกันดีที่สุดใน

2. หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะสั้นที่สุด ผังโรงงานที่ดีจะต้องมีระยะทางการเคลื่อนที่ของการขนถ่ายวัสดุระหว่างกิจกรรมหรือระหว่างหน่วยงานน้อยที่สุด

3. หลักการเกี่ยวกับการไหลของวัสดุ ผังโรงงานที่ดีจะต้องจัดสถานที่ทำงาน ของแต่ละหน่วยงานหรือแต่ละขบวนการผลิตตามลำดับขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การไหลของวัสดุไม่วกวน หรือหยุดชะงัก

4. หลักการเกี่ยวกับการใช้เนื้อที่ ผังโรงงานที่ดีจะต้องใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง

5. หลักการเกี่ยวกับการทำให้คนงานมีความพอใจและความปลอดภัย ผังโรงงานที่ดีต้องเป็นผังโรงงานที่มีสถานที่ทำงานที่เป็นที่พอใจสร้างขวัญกำลังใจแก่คนงานและสร้างความปลอดภัยให้คนงานและทรัพย์สินของโรงงานได้

6. หลักการเกี่ยวกับความยืดหยุ่นผังโรงงานที่ดี จะสามารถปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและทำได้สะดวก

ในหน่วยงานหรือองค์กรจะมีความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตหลักคือ วัสดุ คนงาน และเครื่องจักร ทั้ง 3 ปัจจัย มีการเคลื่อนไหวในระบบ เช่น ในบางกระบวนการผลิตเครื่องจักรมีขนาดใหญ่จะต้องเคลื่อนคน วัสดุดิบ และอุปกรณ์เข้าไปหา ส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดเล็กจะต้องเคลื่อนอุปกรณ์เข้าหาชิ้นงาน โดยที่คนอยู่กับที่ ซึ่งแล้วแต่ความเหมาะสมและสถานการณ์

การผลิตโดยทั่วไปจะเป็นการขึ้นรูป การเปลี่ยนคุณสมบัติ และการประกอบ โดยแต่ละรูปแบบมีการใช้เทคนิค อุปกรณ์เครื่องมือที่แตกต่างกันไป สามารถกำหนดประเภทของการวางผังได้ดังนี้

- การวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout)
- การวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout)
- การวางผังตามตำแหน่งของงาน (Fixed Position Layout)

การออกแบบผังโรงงานมีการพัฒนาออกไปอีกมากมาย ไม่จำเป็นต้องใช้ออกแบบแบบใดแบบหนึ่งในหนึ่งโรงงานอาจใช้รูปแบบการวางผังแบบผสม เช่น การวางผังแบบเซลล์ (Cellular Layout) มีการนำหลักการที่ขึ้นงานลักษณะการผลิตที่ใกล้เคียงกัน มาอยู่ในสายการผลิตเดียวกัน โดยยกเว้นขั้นตอนหรือเครื่องจักรบางเครื่องที่ข้ามไป และในบางครั้งอาจมีการข้ามสายการผลิตได้แต่

เล็กน้อย ส่งผลให้ลดเวลาในการเตรียมเครื่องจักร ลดพื้นที่การผลิต ลดการขนถ่ายลำเลียงได้มาก ปัจจุบันในหลายโรงงานจะนิยมใช้การวางแผนการผลิตแบบผสม (บุญวา, 2540)

**การประเมินผลผังโรงงานที่เหมาะสมจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนหลายๆ ขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งแต่ละขั้นตอนออกตามลำดับดังนี้**

1.ศึกษารายละเอียดและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานขั้นต้น ในขั้นนี้จะต้องระบุไปให้ชัดเจนว่าจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใดและจำนวนเท่าไรเป็นต้น

2.กำหนดกิจกรรมขั้นพื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็นต่อการผลิต โดยตรงกิจกรรมเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตที่จะต้องใช้ในการผลิต และการจัดหาชนิดและจำนวนของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เพียงพอกับความต้องการผลิต รวมทั้งการกำหนดหน้าที่ต่างๆ ให้กับเครื่องจักรและอุปกรณ์เหล่านั้นในแผนการผลิตหรือแผนกบริการให้แน่นอน

3.กำหนดกิจกรรมต่างๆ กิจกรรมที่มีความจำเป็นต่อการสนับสนุนการผลิต ซึ่งก็คือกิจกรรมที่สนับสนุนกิจกรรมพื้นฐานที่กล่าวถึงในขั้นตอนที่ 2 กิจกรรมส่วนสนับสนุนการผลิตนี้เป็นสิ่งที่จะขาดเสียมิได้ทั้งนี้เพื่อให้การผลิตดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของกิจกรรมสนับสนุนการผลิตต่าง ๆ เป็นกิจกรรมที่สามารถจะพบได้ในแผนกส่งของ แผนกรับรอง แผนกของกงคลัง และแผนกซ่อมบำรุง รวมทั้งแผนกอื่น ๆ ภายในผังโรงงานนี้เกี่ยวข้อง

4.คำนวณหาความต้องการพื้นที่ของแต่ละแผนกหรือของกิจกรรมต่างๆ

5.หาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมดภายในผังโรงงาน โดยจะพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ บนพื้นฐานของความคล่องตัวในการทำงานของคน การไหลของวัสดุ หรือข้อมูลระหว่างแผนกต่างๆ

6.ประเมินผลผังโรงงานทุกๆ ผังโรงงานที่ได้ออกแบบไว้

7.ดำเนินการตามผังโรงงานที่ได้คัดเลือกไว้

หลักสำคัญขั้นพื้นฐานสำหรับการออกแบบและวางผังโรงงาน แบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ

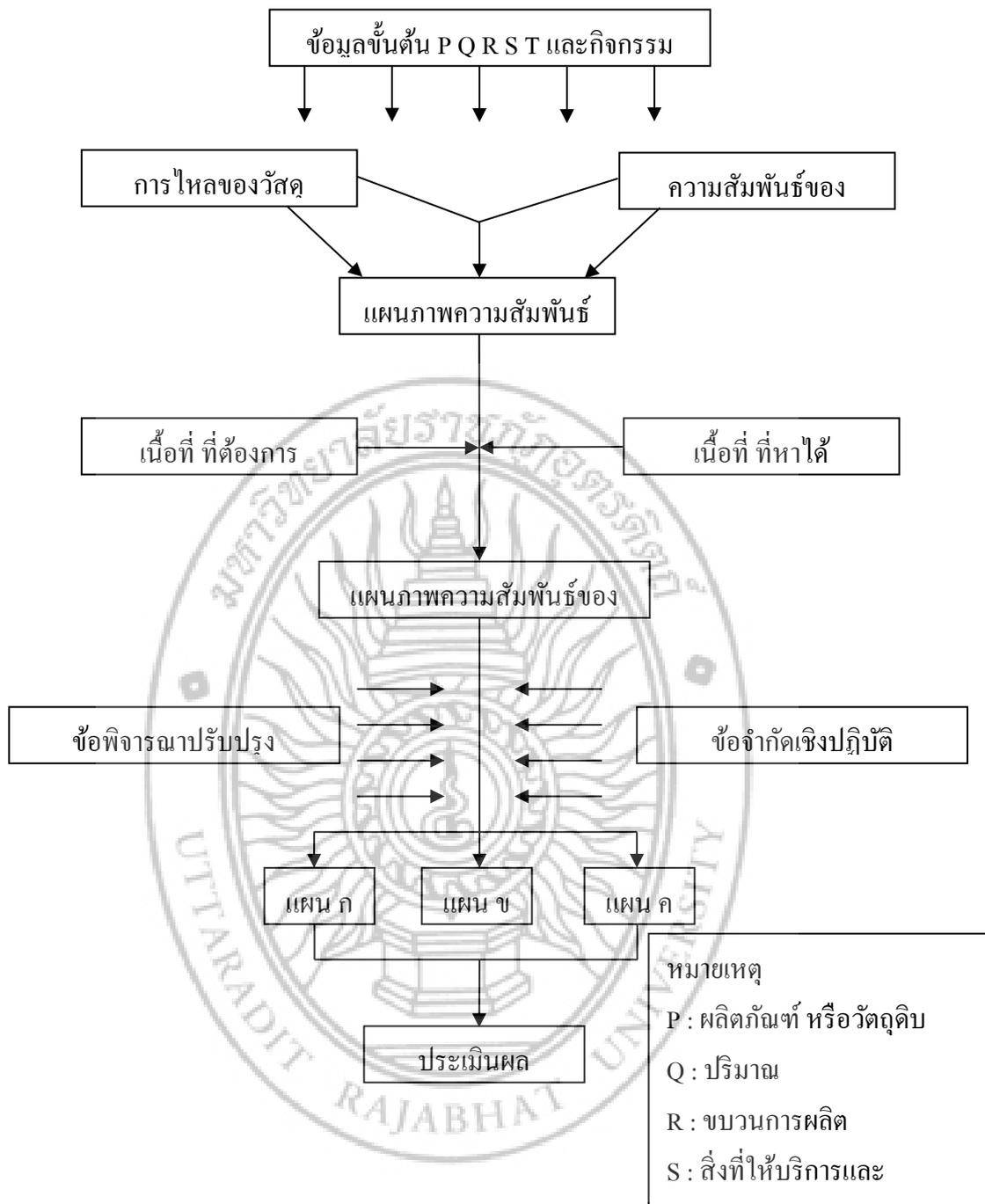
1. ความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นการจัดหาความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์มากมาหาน้อย กิจกรรมใดมีความสัมพันธ์มากก็ให้อยู่ใกล้ๆ กัน

2. เนื้อที่ (Space) เป็นการพิจารณาเกี่ยวกับเนื้อที่ต่างๆ ทั้งจำนวน ชนิด และรูปร่าง หรือรูปทรงของเนื้อที่ของกิจกรรมต่างๆ ที่ได้กำหนดในผังงาน

3. การปรับจัดตำแหน่งที่ตั้ง (Adjustment) เป็นการจัดหรือปรับตำแหน่งของกิจกรรมต่างๆ ให้ได้อย่างเหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ

จากหลักสำคัญ 3 ประการดังกล่าวเป็นหัวใจของการประเมินผลผังโรงงานแบบต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงชนิดของผลิตภัณฑ์ ขบวนการผลิตหรือขนาดของโรงงานแต่อย่างใด ซึ่งแผนการเชิงปฏิบัติในการประเมินผลผังโรงงานนั้นสามารถประยุกต์จากหลัก 3 ประการดังกล่าวมาข้างต้น





ภาพที่ 2.1 แสดงแผนการเชิงปฏิบัติของการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ  
หมายเหตุ. จาก การจัดการทำเลที่ตั้งและการวางผังโรงงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์,  
โดย พิกพ ลลิตตาภรณ์, 2542,กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กระบวนการที่นำมาแสดงในส่วนนี้จะช่วยให้สามารถประเมินเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมได้โดยอยู่บนพื้นฐานของการไหล ที่เกิดขึ้นระหว่างแผนกต่างๆ การวัดการไหลนี้สามารถวัดได้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะมีความเหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการไหลที่มีปริมาณมากๆ ของ วัสดุของคน หรือของข่าวสารข้อมูลระหว่างแผนกต่างๆ ส่วนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพจะมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อปริมาณการไหลมีความสำคัญน้อย แต่การพิจารณาถึงความปลอดภัยและความใกล้ชิดของแผนกมีความสำคัญมากที่สุด ในการวิเคราะห์ความใกล้ชิดจะยอมให้ผู้ใช้กำหนดค่าความใกล้ชิดของแผนกต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับแผนกต่างๆ ตามความต้องการได้ ยกตัวอย่างเช่น ในระบบการผลิต (Manufacturing System) แผนกเชื่อมและแผนกพ่นสีไม่ควรวางให้อยู่ติดกัน เนื่องจากจะทำให้เกิดอันตรายจากการระเบิดได้

## 2.2 รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงาน

รูปแบบของการจัดผังโรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับการจัดเรียงวางแผนต่างๆ สถานี หรือเครื่องจักร (หรือรวมเรียกว่า บล็อกแพลน(Block Plan)) จำนวน  $n$  แผนก ลงใน  $m$  ตำแหน่ง (โดยที่  $n \leq m$ ) มีขั้นตอนการจัดผังโรงงานอย่างมีระบบ (ภาคผนวก ก) ฮิวริสติก (Heuristic) ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงาน และจะแสดงถึงขั้นตอนวิธีการของฮิวริสติกในการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานแบ่งออกเป็นสองวิธีใหญ่ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ คือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ และการจัดผังโรงงานโดยข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณหมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการไหลและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุระหว่างสถานี ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพหมายถึง ข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหนึ่งกับสถานีอื่นๆ จากแผนภูมิสร้างความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงาน วัตถุประสงค์ของการจัดผังโรงงานคือ เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายการไหลวัสดุที่น้อยที่สุดหรือมีความสัมพันธ์ตามความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงานสูงสุด (ชนะ, 2541)

### 2.2.1 การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุน้อยที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงค่าใช้จ่ายของการไหลต่อไปอย่างละเอียด (ชนะ, 2541)

ค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผังโรงงาน (Total Cost) สามารถแสดงในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ของปริมาณการไหลของวัสดุ ค่าใช้จ่ายการไหลของวัสดุของแต่ละแผนกและระยะทางระหว่างแผนก เป้าหมายของการจัดผังโรงงานคือเพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุดดังสมการที่ (1)

$$\text{Minimize } C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n f_{ij} c_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

$C$  คือค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากการประเมินผลผังโรงงาน

$f_{ij}$  คือปริมาณการไหลจากแผนก  $i$  ไปแผนก  $j$

$c_{ij}$  คือค่าใช้จ่ายการไหลจากแผนก  $i$  ไปแผนก  $j$

$d_{ij}$  คือระยะทางระหว่างแผนก  $i$  ไปแผนก  $j$  โดยวัดจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละแผนก

การหาจุดศูนย์กลาง ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ตามสมการที่ (2) และ (3) ดังภาพที่ 2.2

$$X = \frac{1}{A} \int_{y_1}^{y_2} \int_{x_1}^{x_2} x dx dy = \frac{1}{2A} (x_2^2 - x_1^2) \times (y_2 - y_1) \quad (2)$$

$$Y = \frac{1}{A} \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} y dy dx = \frac{1}{2A} (y_2^2 - y_1^2) \times (x_2 - x_1) \quad (3)$$

$(X, Y)$  คือ จุดศูนย์กลางของแผนก

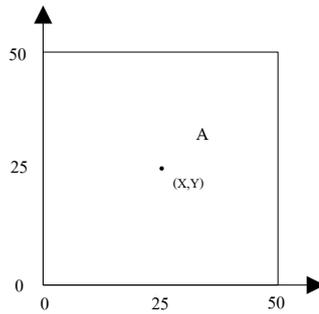
$A$  คือ พื้นที่ของแผนกที่ต้องการหา

$x_1$  คือ จุด  $x$  - coordinate ซ้ายสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

$x_2$  คือ จุด  $x$  - coordinate ขวาสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

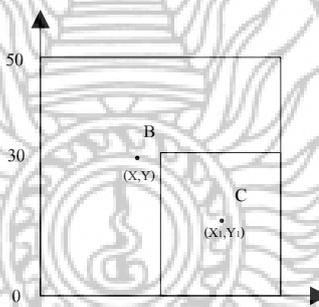
$y_1$  คือ จุด  $y$  - coordinate ต่ำสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

$y_2$  คือ จุด  $y$  - coordinate สูงสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



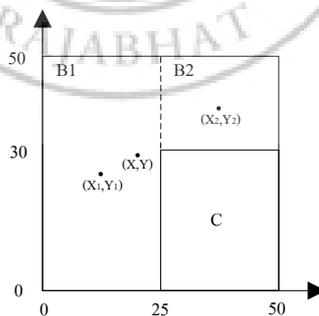
ภาพที่ 2.2 แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก A คือจุด  $(X, Y)$

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เยี่ยงกมล  
สิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.3 แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก B คือจุด  $(X, Y)$  และ C คือจุด  $(X_1, Y_1)$

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เยี่ยงกมล  
สิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.4 แสดงจุดศูนย์กลางของแผนก  $B_1$  คือจุด  $(X_1, Y_1)$  และ  $B_2$  คือจุด  $(X_2, Y_2)$

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เยี่ยงกมล  
สิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังรูป 2.3 แผ่นก B ไม่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การหาจุดศูนย์กลางของแผ่นก คือการหาแบบถ่วงน้ำหนักโดยแบ่งแผ่นก B ออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก  $B_1$  และ  $B_2$  ดังรูป 2.4 จากนั้นหาจุดศูนย์กลางของ  $B_1$  และ  $B_2$  แล้วคำนวณจุดศูนย์กลางรวมดังสมการที่ (4) และ (5)

$$X = \frac{X_1 A_1 + X_2 A_2}{A_1 + A_2} \quad (4)$$

$$Y = \frac{Y_1 A_1 + Y_2 A_2}{Y_1 + Y_2} \quad (5)$$

(X,Y) คือ จุดศูนย์กลางของแผ่นกแบบถ่วงน้ำหนัก

( $X_1, Y_1$ ) คือ จุดศูนย์กลางของแผ่นกแรก

( $X_2, Y_2$ ) คือ จุดศูนย์กลางของแผ่นกสอง

$A_1$  คือ พื้นที่ของแผ่นกแรก

$A_2$  คือ พื้นที่ของแผ่นกสอง

การวัดระยะทางโดยทั่วไปแล้วมีอยู่สองแบบคือการวัดแบบเรกติลีนีเยร์ (Rectilinear) และการวัดแบบยูคลิเดียน (Euclidean) (Askin และ Strandridge, 1993)

ระยะทางแบบเรกติลีนีเยร์ คือระยะทางระหว่างสถานีที่เป็นไปตามแนวแกน x และแกน y การวัดระยะทางลักษณะนี้เหมาะสมกับการวัดระยะทางของทางเดินระหว่างแผ่นก การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการที่ (6)

$$d_{ij} = \Delta x + \Delta y \quad (6)$$

ระยะทางแบบยูคลิเดียน คือระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างสถานี เหมาะสมกับการวัดระยะทางของโอเวอร์เฮดคอนเวเยอร์ การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการที่ (7)

$$d_{ij} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (7)$$

การวัดระยะทางแบบเรกติไลน์และการวัดระยะทางแบบยูคลิดีเนียน สามารถแสดงดังรูป 2.5 และ 2.6



$$d(A,B) = \Delta X + \Delta Y$$

$$d(A,B) = D$$

ภาพที่ 2.5 แสดงถึงระยะทางแบบเรกติไลน์ ภาพที่ 2.6 แสดงถึงระยะทางแบบยูคลิดีเนียน  
หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เยี่ยงกมล  
สิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับงานวิจัยนี้สามารถเลือกใช้การวัดระยะทางแบบเรกติไลน์

### 2.2.2 การแก้ปัญหาการประเมินผลผังโรงงาน

รูปแบบของปัญหา ตามสมการที่(1) เรียกว่า คิวเอพี (Quadratic Assignment Problem,QAP) (ภาคผนวกที่ ข) เป็นปัญหาที่เป็นที่รู้จักกันดีทางด้านการศึกษาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบที่ได้หลายวิธี อย่างไรก็ตาม คิวเอพี จัดเป็นปัญหาประเภท เอ็นพีฮาร์ด (NP-hard) (ภาคผนวกที่ ค) ซึ่งไม่เหมาะที่จะหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ เช่น โปรแกรมเชิงเส้น เนื่องจากเวลาที่เสียไปในการหาคำตอบจะเพิ่มขึ้นเป็นแบบเอ็กโปเนนเชียล เมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น (French, 1982)

แนวทางการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีแม้จะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดคือการใช้ฮิวริสติก ข้อดีของการใช้ฮิวริสติกคือ ง่ายต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ และมีความซับซ้อนน้อย เหมาะสมกับปัญหาขนาดเล็กส่วนข้อเสียของฮิวริสติกคือ คำตอบที่ได้ อาจไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาประเภทนี้มีอยู่สองวิธีใหญ่ๆ คือ คอนสตรัคชันฮิวริสติก (Construction Heuristic) และอิทเพอร์ฟเม้นท์ฮิวริสติก (Improvement Heuristic) (Fransis และคณะ, 1992) โดยฮิวริสติกทั้งสองประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### คอนสตันซ์ฮิวริสติก

คอนสตันซ์ฮิวริสติกเป็น วิธีการจัดผังโรงงาน โดยเริ่มจากการประเมินผลผังโรงงาน ไปทีละแผนกแล้วทำการคำนวณหาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากนั้นย้ายตำแหน่งการวางแล้วคำนวณหาค่าใช้จ่ายใหม่จนครบทุกตำแหน่ง เลือกตำแหน่งการวางที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดจากนั้นก็เพิ่มแผนกที่เหลือทีละแผนกแล้วทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง ทำเช่นนี้ไปจนครบทุกแผนกจนได้คำตอบ

ขั้นตอนของ คอนสตันซ์ฮิวริสติกมีขั้นตอนดังภาพที่ 2.7 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนแรกของคอนสตันซ์ฮิวริสติกเป็นการสุ่มลำดับของแผนกต่างๆ ในผังโรงงานที่ต้องมีการจัดเรียง ขั้นตอนที่สองเป็นการจัดวางแผนลำดับแรกลงบนตำแหน่งพื้นที่ของผังโรงงาน ขั้นตอนที่สามเป็นการพิจารณาจัดวางจัดวางตำแหน่งของแผนกลำดับต่อไป ขั้นตอนที่สี่วางแผนกที่พิจารณาลงในพื้นที่ที่เหลือทุกตำแหน่งและเลือกวางในตำแหน่งที่เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบการหยุดการทำงาน โดยทำการตรวจสอบว่ามีการจัดวางครบทุกแผนกหรือไม่ ถ้ายังไม่ครบทุกแผนกให้เลือกวางแผนกที่เหลือตามลำดับที่กำหนดไว้จนครบทุกแผนก ถ้าครบทุกแผนกแล้วให้หยุดการคำนวณแล้วคำนวณค่าใช้จ่ายโดยรวมอีกครั้งหนึ่งก่อนการจบการทำงาน



ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของคอนสตรัคชันฮิวริสติก  
 หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เชียงมล  
 สิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### อิมพรัฟเมนต์ฮิวริสติก

อิมพรัฟเมนต์ฮิวริสติก เป็นการจัดผังโรงงานที่จำเป็นต้องมีโครงสร้างของผังโรงงานเริ่มต้นก่อนแล้วทำการปรับปรุงผังโรงงานนั้น จนได้ผังโรงงานใหม่ที่มีค่าตอบดีกว่าผังโรงงานเดิม แนวคิดพื้นฐาน ของการแก้ปัญหาจัดผังโรงงานด้วยอิมพรัฟเมนต์ฮิวริสติก คือ การปรับปรุงผังโรงงานที่มีอยู่แล้วให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น หรือค่าใช้จ่ายน้อยลง อิมพรัฟเมนต์ฮิวริสติกมีหลายวิธี เช่น Steepest Descent Paairwise Interexchange Heuristic (SDPI) กราฟท์ และ ซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ อิมพรัฟเมนต์ฮิวริสติก แบบ กราฟท์

### 2.2.3 การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การจัดผังโรงงาน โดยข้อมูลเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดวางตำแหน่งของทรัพยากรของโรงงานเช่น เครื่องจักร สถานีงาน ฯลฯ ให้อยู่ติดกันหรือห่างกันจากกันตามความสัมพันธ์ของทรัพยากรนั้น ความสัมพันธ์ของระหว่างแผนกได้จากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Muther, 1973) การจัดผังโรงงานประเภทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ หรือ SLP (Systematic Layout Planning) (ภาคผนวก ก) โดยพิจารณาถึงค่า TCR (Total Closeness Rating) ค่า TCR ที่ใช้พิจารณามี 2 ประเภทคือ

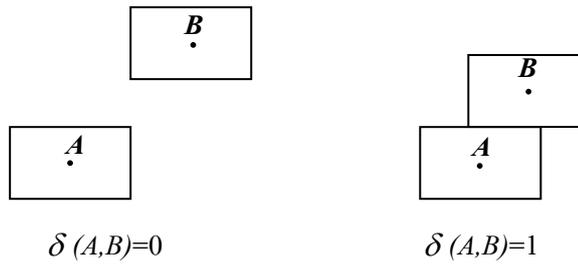
ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Adjacent Department) ซึ่งจะต้องให้มียุทธศาสตร์ที่ดีที่สุด ดังสมการที่ (8)

$$\text{Minimize } V = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M \delta_{ij} V(r_{ij}) \quad (8)$$

$V$  คือ TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก

ค่า  $\delta_{ij}$  เป็น 1 ถ้าแผนก  $i$  และ  $j$  อยู่ติดกันและค่า  $\delta_{ij}$  เป็น 0 ถ้าแผนก  $i$  และ  $j$  ไม่ได้อยู่ติดกัน

ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ความใกล้ชิดระหว่างสถานี A และ B

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน ,  
โดย ชนะ เชียงมลสิงห์, 2541, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$V(r_{ij})$  คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก  $i$  และ  $j$  คะแนน การให้คะแนนของ ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกจากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ หรือแผนภูมิ REL ซึ่งจะได้กล่าวถึง รายละเอียดต่อไป

$M$  คือ จำนวนแผนก

ค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่าน้อยที่สุด ดังสมการที่ (9)

$$\text{Minimize } V = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M V(r_{ij}) d_{ij} \quad (9)$$

$d_{ij}$  คือ ระยะทางระหว่างแผนก  $i$  ไปแผนก  $j$  ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

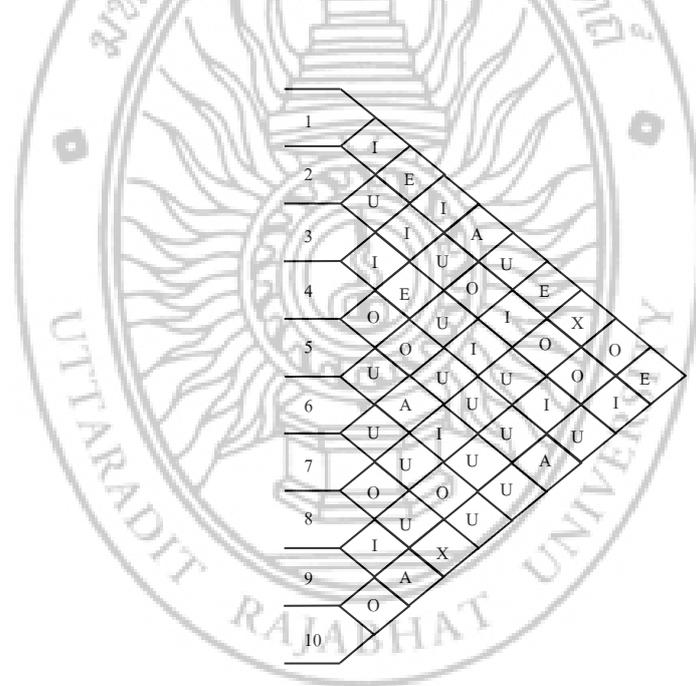
$Z$  คือ TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนกรายละเอียดของการจัดผังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ (ภาคผนวก ก)

$V(r)_{ij}$  คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก  $i$  ไปแผนก  $j$  คะแนน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วได้จาก แผนภูมิ REL หรือแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ซึ่งเป็นแผนภูมิที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของทุกแผนกในผังโรงงานนั้นๆ ดังแสดงดังภาพที่ 2.9 และใช้สัญลักษณ์แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนกเป็น AEIOU และ X สัญลักษณ์เหล่านี้มีความหมายดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สัญลักษณ์และความหมายของระดับความสัมพันธ์

สัญลักษณ์	คำใช้ง่าย
A	Absolutely Necessary
E	Especial Necessary
I	Important
O	Ordinary
U	Unimportant
X	Undesirable

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน ,  
โดย ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์, 2541, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานี 10 แผนก

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน ,  
โดย ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์, 2541, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

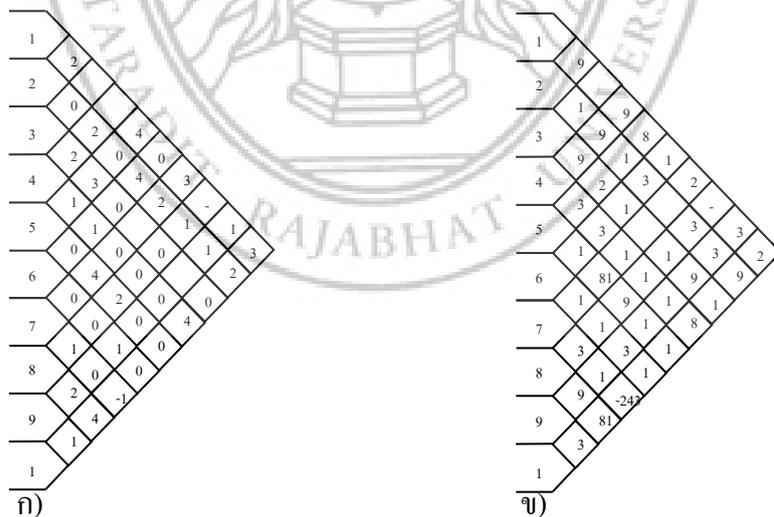
เพื่อความสะดวกในการคำนวณสมการที่ (4) และ (5) ค่า  $V(r)_{ij}$  ควรเปลี่ยนให้อยู่ในรูป  
คะแนนที่เป็นจำนวนเต็ม โดยทั่วไปแล้วการให้คะแนนของระดับความสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2  
ประเภทคือการให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential) และการให้คะแนนแบบลิเนียร์  
(Linear) ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและแบบเชิงเส้น

ระดับความสัมพันธ์	คะแนนแบบเชิงเส้น	คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
A	4	81
E	3	27
I	5	9
O	1	3
U	0	1
X	-1	-243

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เชียงมลสิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การให้คะแนนแบบเชิงเส้นหรือแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้วางผังโรงงาน ถ้าผู้วางผังโรงงานต้องการแต่ละแผนก็มีความแตกต่างกันมากๆ ก็ควรเลือกวิธีการแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ถ้าผู้วางผังโรงงานให้ระดับความสัมพันธ์ไม่มีความแตกต่างกันมากก็ควรเลือกวิธีการแบบเชิงเส้น ซึ่งคำตอบของผังโรงงานจะแตกต่างกันออกไป



ภาพที่ 2.10 แสดงถึงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ก) ให้คะแนนแบบเชิงเส้น

ข) ให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

หมายเหตุ. จาก การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน , โดย ชนะ เชียงมลสิงห์, 2541,วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แต่อย่างไรก็ตามผู้วางผังโรงงานต้องพึงระลึกอยู่เสมอว่าการให้คะแนนเชิงคุณภาพไม่สามารถนำมาใช้กับกระบวนการคณิตศาสตร์ได้ทุกกรณี เช่น ไม่อาจกล่าวได้ว่า 27 มีค่าเท่ากับ A และการนำไปใช้ควรระบุถึงคำอธิบายทางด้านเหตุผลด้วย ในงานวิจัยนี้ ใช้ระดับคะแนนแบบเชิงเส้นเท่านั้น

วิธีการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพมีหลายวิธีเช่น วิธี VNZ Heuristic วิธี Branch and Bound วิธีทางทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) ฯลฯ ซึ่งรายละเอียดของวิธีการเหล่านี้สามารถหาได้จาก (Francis และ White, 1974)

### 2.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจุบันมีผู้วิจัยเกี่ยวกับการประเมินผลผังโรงงานมากเนื่องจากการออกแบบและการประเมินผลผังโรงงาน ถือเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีผลต่อสมรรถนะการผลิตและระบบการบริการ เนื่องจากต้องคำนึงถึงการใช้พื้นที่ การขนถ่ายวัสดุ หากโรงงานขาดการออกแบบและการประเมินผลผังโรงงานที่ดีแล้ว ย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต และส่งผลกระทบต่อการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ท่ามกลางการแข่งขันในตลาดได้

Georgiadis และ Macchietto (1997) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาอัลกอริทึมเซมิฮิวริสติก (Semi-heuristic) สำหรับการออกแบบวางผังโรงงานให้เหมาะสม โดยมีเป้าหมายที่กระบวนการผลิตและการบริการให้มีความสะดวกอัลกอริทึมที่นำเสนอคือกราฟท์ และเทคนิคการกำหนดแบบฮังการีเลียน (Hungarian assignment technique) ซึ่งน่าจะเป็นไปได้ว่ามีประสิทธิภาพในแง่ของเวลาในการประมวลผลรวดเร็วกว่าเทคนิคการแบบเดิม ของกราฟท์ซึ่งเป็นฮิวริสติก อย่างแท้จริง นอกจากนี้ยังใช้แมสฮังการีเลียน (Mass algorithm) จัดวางผังขนาดเล็กให้มีความเหมาะสม ซึ่งเป็นโรงงานที่วางผังตามการวางผังตามกระบวนการผลิต ซึ่งมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกแตกต่างกัน 6 ชนิดในการออกแบบพื้นที่การทำงานเป็นแบบสี่เหลี่ยม และโมเดลนี้สามารถขยายให้ครอบคลุมโรงงานที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ซึ่งมีสิ่งอำนวยความสะดวกมากขึ้นได้

Schmidt-Traub และคณะ (1998) ได้กล่าวว่ามีการประยุกต์เทคนิคต่าง ๆ ในการประเมินผลผังโรงงาน ซึ่งเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินผลผังโรงงานนั้นมี สมการเป้าหมาย (Objective function) เป็นสมการสำเร็จรูป โมเดล หรือ อัลกอริทึม ฯลฯ ซึ่งมีการทำการทำการประเมินการประเมินผลผังโรงงานเทียบกับปัญหาการออกแบบการประเมินผลผังโรงงาน โดย ศึกษาการรวมกันของ ขอบข่ายงาน (Framework) เพื่อสนับสนุนการประเมินการประเมินผลผังโรงงานและการ

ออกแบบผังโรงงานซึ่งมีข้อจำกัด เรื่องหลักการ ตัวชี้วัด และกลไกในการชี้วัดที่มีไม่มากพอ โดยการศึกษาวิธีการรวมกันของขอบข่ายงาน โดยอาศัยตัวชี้วัด 6 ตัวดังต่อไปนี้คือ ความยืดหยุ่นต่อผู้ใช้, วิธีการให้คะแนน, การทำให้ดัชนีชี้วัดเป็นค่ามาตรฐาน, ให้ทิศทางสำหรับสิ่งที่สำคัญกว่าของกระบวนการที่รวมกัน (Preceding direction of integration process), ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตระหว่างกระบวนการผลิต, การขาดแคลนข้อมูลและความไม่สมดุลของสารสนเทศ จากการศึกษาพบว่าสามารถช่วยทำให้กลไกการชี้วัดมีมากพอ และสามารถรวมงานที่เหมือนกันเข้าด้วยกันได้ โดยอาศัยตัวชี้วัดที่ทำการศึกษาทั้ง 6 ตัว ใช้ในกระบวนการจัดการเชิงวิเคราะห์ ซึ่งทำให้กระบวนการวิเคราะห์ผังโรงงานและลำดับความสำคัญของงานง่ายขึ้น

Lin และ Sharp (1999) ได้กล่าวว่ามี การออกแบบผังโรงงานการผลิตด้วยผลกระทบของการเรียงลำดับหรือลำดับแถวคอย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการทำงานในกระบวนการน้อยที่สุด ผังโรงงานถูกสร้างโดยใช้โมเดลการเรียงลำดับ (Queuing-based model) ซึ่งการเลือกการวางผัง จะมีผลผลิตโดยตรงกับการสะสมงานในกระบวนการผลิต เวลานำของการผลิต อัตราการว่างงาน และความต้องการสมรรถนะการจัดเก็บวัสดุ

Benjafar (1998) ได้กล่าวว่ามี การออกแบบวางผังโรงงานอย่างง่ายแบบสองมิติ โดยทำการประเมินผลผังโรงงานโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์เฮไอแอลพี (MILP) แสดงสำหรับการออกแบบวางผังโรงงานทั่วไปอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งทำการแก้ปัญหาโดยการจำลองสถานการณ์จะพิจารณาพื้นฐานในเรื่องของราคาของการเชื่อมโยง (Connectivity cost) ให้ต่ำที่สุด ความแตกต่างกันทางลักษณะโทโพโลจิคอล (Topological) ได้มีการพิจารณา เช่น การปรับเครื่องมือที่มีความแตกต่างกันให้เข้ากัน การควบคุมระยะทาง ข้อบังคับที่ไม่ซ้อนทับกัน (non-overlapping constraints) ความแตกต่างกันในการเชื่อมต่อกันของเครื่องมือ โดยโปรแกรมปัญหาเชิงเส้นที่รวมตัวเลขเข้าด้วยกัน (MILP - Mixed - Integer Linear Problem) ได้พัฒนาโดยใช้ตัวแปรแบบไบบารีเป็นตัวแทนตัวแทนลักษณะต่างๆ ของโทโพโลจิคอลและใช้ตัวแปรแบบต่อเนื่องแทนระยะทางและความเกี่ยวพันของที่ตั้ง และได้ทำการทดลองใช้สูตรที่ได้กับตัวอย่างเพื่อยืนยันความสามารถในการใช้งานได้

Iqbal และ Hashmi (2001) ได้กล่าวว่าจะสามารถใช้คอมพิวเตอร์จัดเรียงพื้นที่ว่างของเครื่องมือโดยอาศัยหลักต้นทุนที่เหมาะสม โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD-system) แต่คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบไม่สามารถทำการสนับสนุนการวางแผน และการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของการประเมินผลผังโรงงานเนื่องจากการตัดสินใจในส่วนนี้ ยังคงจำเป็นที่จะต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในการทำงานของหัวหน้า และวิศวกรผู้ออกแบบ เกรียงไกร และ เอกลักษณ์ (2547) ได้ทำการศึกษาปัญหาการประเมินผลผังโรงงานแบบพลวัตที่มีขนาดหน่วยงานไม่เท่ากันในพื้นที่การวางผังที่ไม่จำกัด (open space) เพื่อหาผังโรงงานที่ทำให้เกิด ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่ง

ค่าใช้จ่ายดังกล่าวประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนถ่ายและค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงผังโรงงาน ในการแก้ปัญหาได้ใช้หลักการของฮามาโมโต้ (Hamamoto) ร่วมกับเจเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm, GA) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาโดยแบ่งออกเป็น 2 เฟสซึ่งเฟสแรกคือ static phase จะทำการหาผังโรงงานที่ดีที่สุดของแต่ละช่วงเวลา ในส่วนของเฟสที่สองคือ dynamic phase จะทำการหาผังโรงงานแบบพลวัตที่ดีที่สุด จากตัวแทนของผังโรงงานที่ได้จากเฟสแรกเพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดโดยการพิจารณาแบบหักล้างระหว่างค่าใช้จ่ายด้านการขนถ่ายกับ ค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนแปลงผัง โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาซี มาช่วยในการวิเคราะห์ผลจากการทดลองทางตัวเลข แสดงให้เห็นว่าคำตอบที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอมีค่าใกล้เคียงกับคำตอบใน

Koshnevisan และ Bhattacharya (2003) ได้กล่าวว่ามีประสบการณ์เทคนิคต่างๆ ในการจำลองสถานการณ์ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ในการวางผังโรงงานผลิตแผงวงจร (printed circuit board) โดยใช้ความรู้ทางด้าน ระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินทางเลือกในการออกแบบและ การจัดการลอจิสติก ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ เช่น การใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร เวลาในการรอคอย และสมรรถนะของการผลิตถูกสร้างขึ้นสำหรับการประเมินข้างต้น โมเดลการจำลองสถานการณ์ พัฒนาโดยใช้โปรแกรมซิมูเลชันโพรเซส (SIMPROCESS) อาศัยหลักการจำลองสถานการณ์แบบเห็นได้จริง นอกจากนี้ นี้อีกประกอบของโมเดลในการทำงานใช้โปรแกรมซิมูเลชันผู้เชี่ยวชาญ (VP - EXPERT) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ผล ทำให้สามารถทำงานที่ถูกต้องสำหรับ การประเมินผลผังโรงงานการผลิตแผงวงจร (printed circuit board)

อุดมคติ วรวัฒน์ และ ศศิกานจน์ (2548) ได้ทำการศึกษาปัญหาผังโรงงานในกรณีที่หน่วยงานมีขนาดไม่เท่ากัน และพื้นที่ผังมีขนาดจำกัดเพื่อหาผังโรงงานที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการแก้ปัญหาได้ใช้หลักการของ ซิมูเลเตด อัลเนลิ่ง เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาการประเมินผลผังโรงงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือขั้นตอนแรก จะเป็นการหากลุ่มของหน่วยงานที่จะทำการเปลี่ยน และในขั้นตอนที่สองจะเป็นการสลับที่หน่วยงานภายในกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้ผังโรงงานที่มีค่าใช้จ่ายจากการขนถ่ายที่ต่ำที่สุด โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาซี มาช่วยในการวิเคราะห์ผลจากการทดลองซึ่งผลการทดลองของวิธีที่นำเสนอจะให้คำตอบที่ดีกว่าวิธี การสลับหน่วยงานเป็นคู่ (Pair wise Exchange)

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการนำหลักการต่างๆ ทางวิศวกรรมในการแก้ปัญหาการประเมินผลผังโรงงานมาช่วยในการลดระยะเวลาในการทำงานและ ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการประเมินผลผังโรงงานทำให้การทำงานง่ายและ

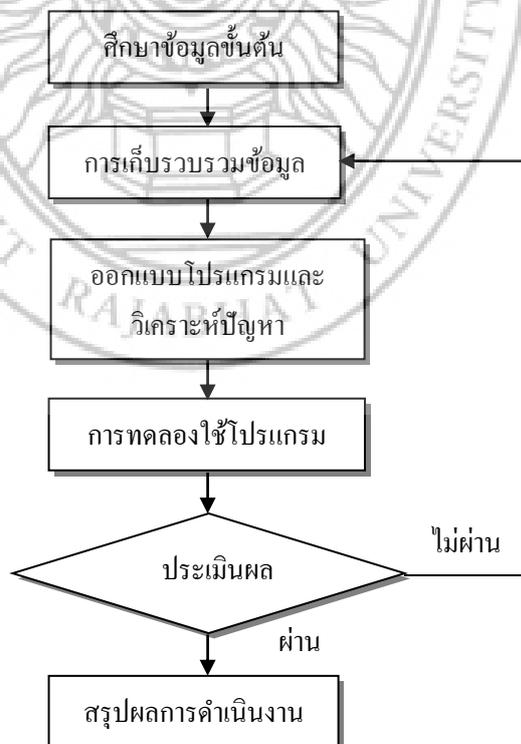
รวดเร็วแม่นยำขึ้นด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่ การจัดตั้งโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์



### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์และพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ แล้วทำการทดสอบโปรแกรมกับกรคำนวณด้วยมือ มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลขั้นต้น
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ออกแบบ โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรม
4. การทดลองการใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน
5. ประเมินผลการใช้โปรแกรม
6. สรุปผลการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินงานของการสร้าง โปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน

### 3.1 ศึกษาข้อมูลขั้นต้น

ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้อ้างอิงเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัย เช่น การวางแผนโครงการประเมินผลผังโรงงาน และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากเอกสาร ตำรา วารสาร ผลงานทางวิชาการ และงานวิจัยต่างๆ และทำการสรุปเรียบเรียงเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำการศึกษา โดยกล่าวมาแล้วในบทที่ 2

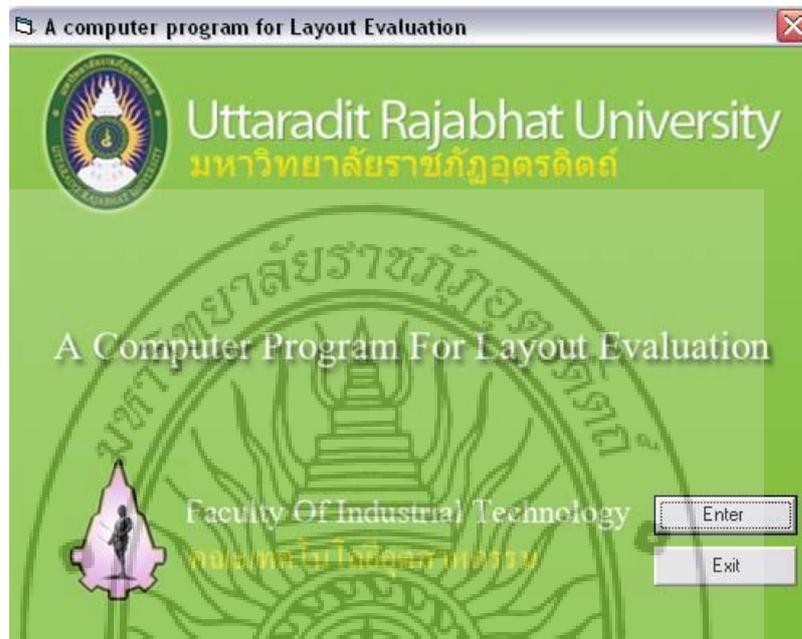
### 3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน

ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมโดยใช้หลักการของแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ และระยะทางจากจุดศูนย์กลางระหว่างแผนกมาช่วยในการประเมินผลผังโรงงานและมีการคำนวณหาการจัดวางผังโรงงาน โดย วิธี ของ Craft โดยการทำงานของโปรแกรมดังภาพดังนี้



ภาพที่ 3.2 แสดง การทำงานของ โปรแกรม

การเข้าสู่โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน เริ่มจากการเข้าหน้าหลักของโปรแกรมแสดงดัง  
รูป 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงการเริ่มเข้าสู่โปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน

การป้อนข้อมูลในโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน นั้นประกอบไปด้วย หน้าต่างการรับข้อมูลของโปรแกรกดังนี้คือ

1. หน้าต่าง Initialization เป็นหน้าต่างรับข้อมูลเริ่มต้นของโปรแกรมประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.1 ชื่อของผังโรงงาน (Problem Name)

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนชื่อผังโรงงาน

1.2 จำนวนแผนกในผังโรงงาน (Number of Departments)

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนจำนวนแผนกในผังโรงงานที่ต้องการเพื่อกำหนดตารางของชื่อแผนกในผังโรงงาน กำหนดตารางแผนภูมิความสัมพันธ์ กำหนดตารางของข้อมูลของปริมาณการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน กำหนดตารางของข้อมูลของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน และตารางแสดงรายละเอียดการวางผังโรงงาน

### 1.3 หน่วยที่ใช้วัดความยาวของพื้นที่ผังโรงงาน (Dimension)

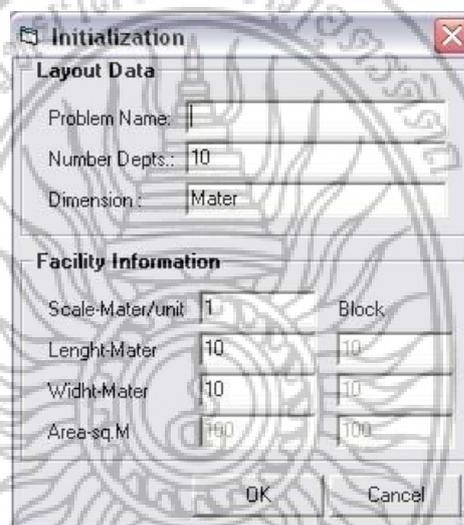
- เป็นส่วนสำหรับการป้อนหน่วยของพื้นที่ที่ใช้ในผังโรงงาน เช่น เมตร ฟุต

### 1.4 ความยาว (Length) และความกว้าง (Width) ของผังโรงงานรวมทั้งหมด

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนความยาวและความกว้างของผังโรงงานเพื่อกำหนดขนาดของผังโรงงานโดยรวม

### 1.5 ขนาดของอัตราส่วนพื้นที่ผังโรงงาน (Scale)

- เป็นส่วนสำหรับการลดขนาดของพื้นที่ผังโรงงาน โดยรวม



ภาพที่ 3.4 การออกแบบโปรแกรมในส่วนของการรับข้อมูลเข้า

## 2. หน้าต่าง Facility Layout เป็นหน้าต่างรับข้อมูลประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

### 2.1 ชื่อของแผนกในผังโรงงาน

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนชื่อของแผนกในผังโรงงานเพื่อส่งข้อมูลไปที่ตารางแสดงรายละเอียดการวาดผังโรงงาน

### 2.2 ข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างแผนกภายในผังโรงงาน

- เป็นส่วนของการใส่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกของผังโรงงาน โดยมีค่าระดับคะแนนอยู่ทางด้านขวามือ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเปลี่ยนค่าของคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างแผนกได้

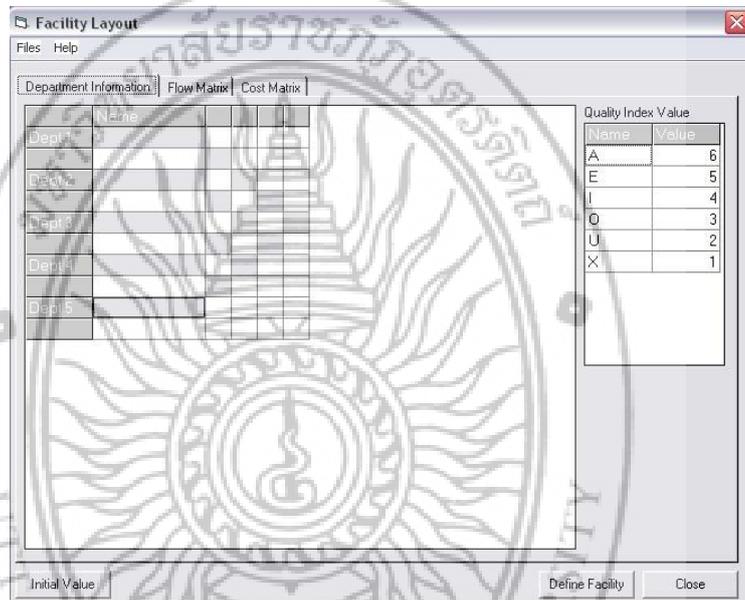
### 2.3 ข้อมูลของปริมาณการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน (Flow Matrix)

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนข้อมูลของปริมาณการไหลของวัสดุระหว่างแผนกเพื่อนำไปคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวม โดยที่เกิดขึ้นจากผังโรงงาน

## 2.4 ข้อมูลของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน

(Cost Matrix)

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนข้อมูลของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงานเพื่อนำไปคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมโดยที่เกิดขึ้นจากผังโรงงาน



ภาพที่ 3.5 แสดงหน้าต่างของ Facility Layout

3. หน้าต่าง Facility เป็นหน้าต่างรับข้อมูลประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

### 3.1 การกำหนดแผนกในผังโรงงาน

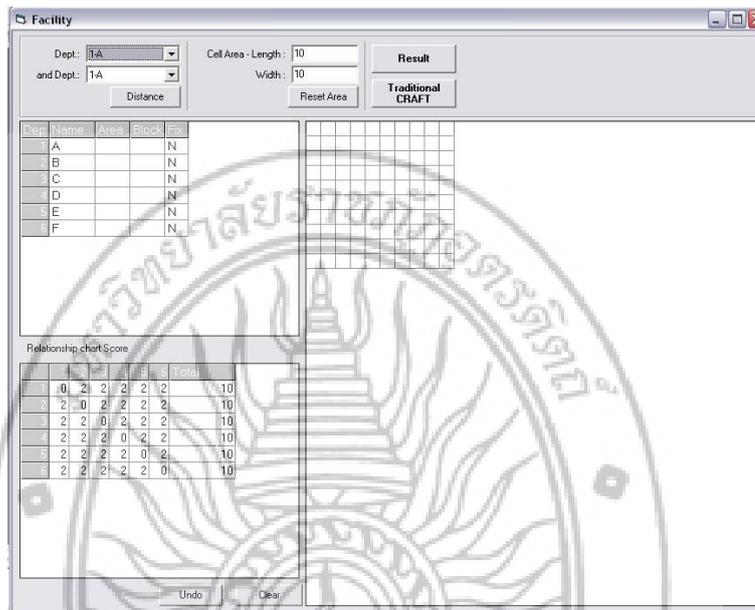
- ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดแผนกในผังโรงงานได้ที่ละแผนก ตามขนาดที่ต้องการ โดยเมื่อกำหนดแผนกในผังโรงงานทุกแผนกเรียบร้อยแล้ว สามารถคำนวณระยะทางระหว่างแผนกโดยคิดจากจุดศูนย์กลางของแผนกได้ตามสมการที่ (6) และ (7)

- ผู้ใช้โปรแกรมสามารถดูผลของคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างแผนกได้จากตาราง
- ผู้ใช้โปรแกรมสามารถคำนวณผลของการประเมินผังโรงงานได้จากกดปุ่ม Result

### 3.2 การกำหนดตำแหน่งในผังโรงงานให้คงที่เมื่อมีการค้นหาคำตอบ (Fix Position)

- เป็นส่วนสำหรับการป้อนข้อมูลในการค้นหาคำตอบโดยใช้หลักการของ คราฟท์ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดแผนกในผังโรงงานที่ต้องการให้อยู่กับที่โดยที่ไม่

ทำการสลับแผนกได้ โดยเราสามารถเลือกที่ช่อง “Fix” ให้อักษร “N” เป็น “Y” กล่าวคือ ฟังโรงงานที่ทำการเลือกจะไม่นำมาพิจารณาในการสลับฟังโรงงาน สำหรับวิธีการค้นหาคำตอบทั้งสองนี้



ภาพที่ 3.6 แสดงหน้าต่างของ Facility

### 3.3 การคำนวณในโปรแกรมประเมินผลฟังโรงงาน

การคำนวณที่เกิดขึ้นในโปรแกรมประเมินผลฟังโรงงานทั้งหมดคำนวณโดยใช้โปรแกรมประเมินผลฟังโรงงาน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. การคำนวณหาผลลัพธ์ของการประเมินผลฟังโรงงานอยู่ในหน้าต่างของ Facility
2. การคำนวณหาระยะทางระหว่างแผนกจะอยู่ในหน้าต่างของ Facility

เมื่อกำหนดแผนกในฟังโรงงานแล้ว สามารถคำนวณหาระยะทางระหว่างแผนกได้โดยคิดจากจุดศูนย์กลางแผนกดังสมการที่ (2) คือระยะทางแบบเรคตติเลียร์ โดยทำการเลือกคู่ของแผนกที่ต้องการหาระยะทาง

3. การคำนวณผลการประเมินผลฟังโรงงานอยู่ในหน้าต่างของ Result
4. การคำนวณในการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์อยู่ในหน้าต่างของ CRAFT

เมื่อกำหนดแผนกในฟังโรงงานแล้ว การคำนวณการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์ดังสมการที่ (1) ผลลัพธ์การค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์ แสดงในหน้าของ Traditional CRAFT ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

#### 4.1 ตารางแสดงระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานตั้งต้น (Initial Distance)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลของระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานตั้งต้นในการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.2 ตารางแสดงระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานที่มีการค้นหาคำตอบเสร็จสิ้น (Final Distance)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลของระยะทางระหว่างแผนกของผังโรงงานสุดท้ายในการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.3 ค่าใช้จ่ายตั้งต้น (Start Cost)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลค่าใช้จ่ายจากผังโรงงานตั้งต้นในการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.4 ค่าใช้จ่ายในการประมาณค่าตั้งต้น (Start Estimate Cost)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลค่าใช้จ่ายการประมาณค่าการสลับผังโรงงานโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.5 ค่าใช้จ่ายในการประมาณค่าน้อยที่สุด (Minimize Estimated Cost)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลค่าใช้จ่ายจากการประมาณค่าการสลับผังโรงงานที่มีค่าน้อยที่สุดในแต่ละรอบการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.6 ค่าใช้จ่ายในการสลับจริงน้อยที่สุด (Minimize Swapped Cost)

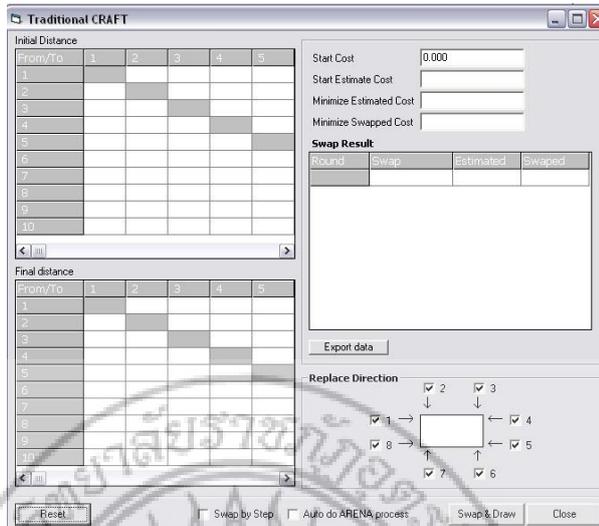
- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลค่าใช้จ่ายจากการสลับผังโรงงานจริงที่มีค่าน้อยที่สุดในแต่ละรอบการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของ กราฟท์

#### 4.7 ตารางแสดงผลการค้นหาคำตอบ (Swapped Result)

- เป็นส่วนสำหรับแสดงผลการค้นหาคำตอบโดยวิธีของกราฟท์

#### 4.8 การเลือกการสลับผังตามแนวแกน (Replace Direction)

- เป็นส่วนสำหรับการเลือกวางบล็อก (พื้นที่) ของคู่แผนกในผังโรงงานที่มีการสลับแผนกตามแนวแกนที่เลือก โดยแนวแกนหมายถึง แนวนอน หรือ แนวตั้ง ในการวางบล็อกของแผนกในผังโรงงานที่มีการสลับกัน ตามแนวแกนที่เลือกไว้ เช่น เมื่อเลือกแนวแกนที่ 1 ในการสลับคู่ของแผนกในผังโรงงาน โปรแกรมจะทำการวางบล็อกของคู่ที่มีการสลับแผนกตามแนวแกนที่ 1 คือเริ่มจากมุมซ้ายบนไปทางขวาจนหมดพื้นที่ในการสลับแผนก



ภาพที่ 3.7 แสดงหน้าต่างของ Traditional CRAFT

### 3.4 ประเมินผลการใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน

3.4.1 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมทดสอบเปรียบเทียบกับผังโรงงานต้นแบบ โดยการคำนวณด้วยมือ โดยใช้ผังโรงงานจากหนังสือ Facility Layout and Location an Analytical Approach

#### 3.4.2 การทดสอบคุณภาพของโปรแกรม

การทดสอบยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) เป็นการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานที่เกิดขึ้น และรองรับด้านพฤติกรรมของผู้ใช้โปรแกรม เช่น ความสะดวก ความสะอาดใจ ความสะดวกสบายในการเข้าใช้ ความรวดเร็วในการใช้งานของโปรแกรม

วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดสอบแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) คือ

1. มีลักษณะเป็นหน้าต่างและคำสั่งในการทำงานคล้ายโปรแกรมทั่วไปที่ Run บน Windows เพราะผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่คุ้นเคยกับการใช้ Windows อยู่แล้วทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้สะดวกมากขึ้น

2. การรับคำสั่งจากผู้ใช้นั้นที่การกดปุ่มที่ได้เตรียมไว้ให้ โดยปุ่มจะมีข้อความหรือรูปภาพที่สื่อความหมายของคำสั่งให้ได้มากที่สุด ผู้ใช้เพียงแค่คลิกเมาส์ที่ปุ่มคำสั่งก็สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยไม่ต้องจดจำคำสั่งและพิมพ์คำสั่งเอง

3. เพื่อความสะดวกในการใช้งาน สามารถเลือกความเร็วในการแสดงจากลำดับรายการ

4. ผู้ใช้จะป้อนข้อความที่จะแสดงออกได้ที่ช่องข้อความ

5. ใช้สีสันสวยงามดึงดูดใจให้น่าใช้

3.4.3 การออกแบบสอบถามก่อนการดำเนินการโครงการ ได้ทำการออกแบบแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการสอบถามก่อนการดำเนินการโครงการ โดยได้ดำเนินการเชิงสำรวจ (Survey) อุปกรณ์ที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกคือ แบบสอบถาม และคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการสำรวจข้อมูล และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสืบทราบปัญหา โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาได้แนวคิดและคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้แบบสอบถามนั้นสามารถสืบค้นปัญหาได้ จึงได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจที่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

การทดสอบเครื่องมือ การทดสอบเครื่องมือได้แบ่งออกดังนี้

ก) การสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ร่วมระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญ คือ อาจารย์อดุลย์ พุกอินทร์ อาจารย์สิทธิพันธ์ ทองศิริ อาจารย์นันทวรรณ เทพรักษา อาจารย์วรารักษ์ พรหมฝาย อาจารย์พงศ์เทพ กุลชาติชัย เพื่อพิจารณาเนื้อหาให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข) การทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Reliability) ของแบบสอบถาม คือเมื่อนำไปทดสอบกับแบบสอบถามกับตัวอย่างประชากรกลุ่มหนึ่งแล้วได้ผลคงที่เสมอ การทดสอบความน่าเชื่อถือได้ของแบบสอบถาม ใช้วิธีของ Cronbach ว่าแบบสอบถามที่ดีจะต้องมีความเชื่อมั่น มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ซึ่งการทดสอบแบบสอบถามของโครงการนี้ได้ค่าความเชื่อมั่น ( $\alpha$ ) ของทั้งฉบับในตอนที่ 2 เท่ากับ 0.98 ซึ่งเป็นระดับความเชื่อมั่นระดับสูง

### 3.5 สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการวิจัยที่ได้ดำเนินการในฝั่งโรงงานต้นแบบ ตัวอย่าง ฝั่งโรงงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมการประเมินผลฝั่งโรงงานที่ได้กำหนดไว้พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆตลอดจนปัญหาในการทำงานเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการประเมินผลฝั่งโรงงานและเป็นข้อมูลในการทำวิจัยครั้งต่อไป

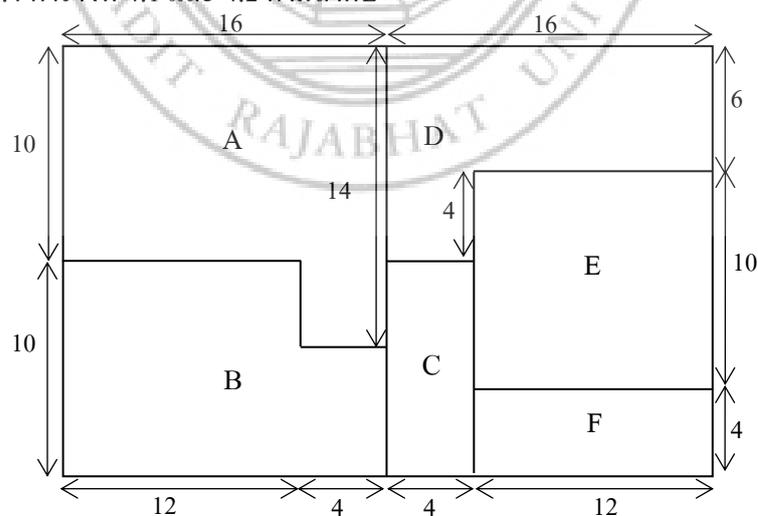
## บทที่ 4

### การประเมินผล โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน

#### 4.1 ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

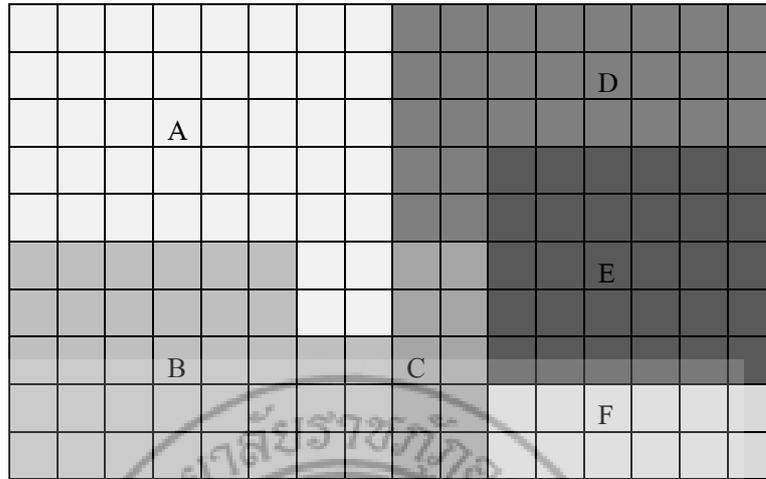
เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้จัดสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน และสามารถหาค่าผังโรงงานที่ต้องการได้ซึ่งใช้หลักการของแผนภูมิความสัมพันธ์ และระยะทางระหว่างแผนก ในการคำนวณ ซึ่งการวางแผนกของผังโรงงานผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดขนาดของผังโรงงานได้เอง

ในบทนี้กล่าวถึงผลที่ได้จากการคำนวณจากโปรแกรมโดยเทียบความถูกต้องการทำงาน ของโปรแกรมกับการคำนวณด้วยมือ โดยตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน โดยใช้ผังโรงงานจากหนังสือ Facility Layout And Location An Analytical Approach กำหนดให้ผังโรงงานที่ต้องการจัดเรียงมีจำนวนสถานีหรือแผนกทั้งหมด (Size) ทั้งหมด 6 แผนก คือ แผนก A,B,C,D,E,F และมีพื้นที่ 184,144,40,112,120,48 ตารางเมตร ตามลำดับ และผังโรงงาน มีขนาด 20x32 หรือมีจำนวนแถว (Row) เป็น 20 แถว และจำนวนหลัก (Column) เป็น 32 หลัก หรือพื้นที่ 640 ตารางเมตร ในผังโรงงานนี้กำหนดให้พื้นที่ 1 ช่อง เท่ากับ 4 ตารางเมตร คือ จำนวนแถว เท่ากับ 10 ช่อง และจำนวนหลัก เท่ากับ 16 ช่อง การวัดระยะทางแบบเรดคลิเนียร์โดยมีข้อมูลผังโรงงาน แผนภูมิความสัมพันธ์ แผนภูมิจาก-ไปของปริมาณการไหลและค่าใช้จ่าย แสดงดังรูป 4.1 4.2 4.3 และ 4.4 ตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่ผังโรงงานจากโดยใช้ผังโรงงานจากหนังสือ

Facility Layout And Location An Analytical Approach



รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่ผังโรงงาน โดยใช้ผังโรงงานที่มีการปรับผังโรงงานให้เข้ากับโปรแกรม

แผนก	ความสัมพันธ์			
A				
	A			
B		A		
	O		U	
C		I		I
	E		O	E
D		E		I
	U		E	
E		U		
	U			
F				

รูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

แผนก	คะแนนความสัมพันธ์				
A					
	6				
B		6			
	3		2		
C		4		4	
	5		3		5
D		5		4	
	2		5		
E		2			
	2				
F					

รูปที่ 4.4 แสดงคะแนนจากแผนภูมิความสัมพันธ์

ตาราง 4.1 แผนภูมิจาก-ไปของปริมาณการไหล

จาก-ไป	A	B	C	D	E	F
A	-	5	7	2	2	6
B	3	-	5	1	4	5
C	6	7	-	5	3	3
D	8	2	3	-	4	1
E	1	2	4	5	-	2
F	6	5	3	1	2	-

ตาราง 4.2 ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของการเคลื่อนที่ระหว่างแผนก

	A	B	C	D	E	F
A	-	1	1	1	1	1
B	1	-	1	1	1	1
C	1	1	-	1	1	1
D	1	1	1	-	1	1
E	1	1	1	1	-	1
F	1	1	1	1	1	-

การหาผลลัพธ์จากโปรแกรมประเมินผลผังโรงงานสามารถให้ผลลัพธ์ได้ถูกต้องเมื่อเทียบกับการคำนวณปกติ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตาราง 4.3 ตารางแสดงคะแนนจากแผนภูมิความสัมพันธ์ จากโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน โดยเรียงคะแนนรวมจากมากไปน้อย

	A	B	C	D	E	F	คะแนนรวม
C	6	3	0	5	5	5	24
A	0	6	6	2	4	5	23
B	6	0	3	4	3	4	21
F	5	4	5	2	2	0	19
E	4	3	5	2	0	2	16
D	2	4	5	0	2	2	15

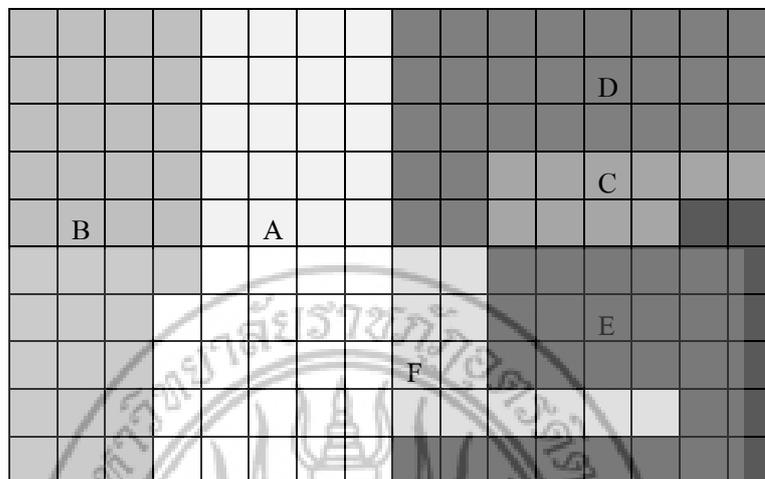
#### 4.1.1 การค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์

โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานสามารถหาค่าของคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการของ คราฟท์ ทำการกำหนดแผนกในผังโรงงาน และทำการประมาณค่าใช้จ่ายจากการสลับแผนกของผังโรงงานโดยคิดระยะทางคงเดิม ซึ่งใช้ค่าประมาณที่ให้ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดมาทำการสลับผังโรงงานจริงโดยทำการสลับแผนกตามกฎเกณฑ์ของคราฟท์ เมื่อทำการค้นหาคำตอบของ คราฟท์ สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้

นอกจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์ ผู้ใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานสามารถกำหนดตำแหน่งแผนกของผังโรงงานที่ต้องทำการประเมินผลได้ด้วยตนเองโดยการกำหนดตำแหน่งของแผนกแบบบล็อกเพลน

เมื่อทำการค้นหาคำตอบโดยวิธีการของกราฟท์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาคำตอบแสดงดังรูป

ที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงพื้นที่ผังโรงงานจากผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาคำตอบโดยวิธี กราฟท์

#### 4.2 รูปแบบการประเมินผล

ในการทดลองใช้โปรแกรมการประเมินผังโรงงาน ได้ลองทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น นักศึกษาจำนวน 25 คน อาจารย์ 5 คน โดยใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยลักษณะของคำตอบจะเป็นค่ามาตราส่วน ซึ่งมีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้

ผู้ตอบมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมฯ ในส่วนนั้นมีความพึงพอใจ ดีมาก	มีค่าเป็น 5
ผู้ตอบมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมฯ ในส่วนนั้นมีความพึงพอใจ ดี	มีค่าเป็น 4
ผู้ตอบมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมฯ ในส่วนนั้นมีความพึงพอใจ ปานกลาง	มีค่าเป็น 3
ผู้ตอบมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมฯ ในส่วนนั้นมีความพึงพอใจ พอใช้	มีค่าเป็น 2
ผู้ตอบมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมฯ ในส่วนนั้นมีความพึงพอใจ ควรปรับปรุง	มีค่าเป็น 1

โดยที่

ค่า  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ

ค่า S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่า % (5) คือ ค่าความพึงพอใจ ดีมาก	คิดเป็นร้อยละของผู้ประเมินทั้งหมด
ค่า % (4) คือ ค่าความพึงพอใจ ดี	คิดเป็นร้อยละของผู้ประเมินทั้งหมด
ค่า % (3) คือ ค่าความพึงพอใจ ปานกลาง	คิดเป็นร้อยละของผู้ประเมินทั้งหมด
ค่า % (2) คือ ค่าความพึงพอใจ พอใช้ได้	คิดเป็นร้อยละของผู้ประเมินทั้งหมด
ค่า % (1) คือ ค่าความพึงพอใจ ต้องปรับปรุง	คิดเป็นร้อยละของผู้ประเมินทั้งหมด

โดยแบ่งคำถามออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ใช้แบบสอบถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม (Functional Requirement Test)

ตาราง 4.4 แสดงแบบฟอร์มคำถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถของโปรแกรมในด้านรับข้อมูล					
2. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการแสดงผลข้อมูล					
3. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการเชื่อมโยงข้อมูลในโปรแกรม					
4. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการสรุปผลลัพธ์					
5. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการจัดการในส่วนการแจ้งเตือน					
6. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการประเมินผังโรงงาน					

ส่วนที่ 2 ใช้แบบสอบถามในการประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม (Functional Test)

ตาราง 4.5 แสดงแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า					
2. ความถูกต้องในการแสดงผลข้อมูล					
3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล					
4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล					
5. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม					
6. ความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม					
7. ความน่าเชื่อถือได้ของโปรแกรม					
8. ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับการคำนวณงานจริง					
9. การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น					

### ส่วนที่ 3 ใช้แบบสอบถามในการประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม (Usability Test)

ตาราง 4.6 แสดงแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม					
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิตตัวอักษรบนจอภาพ					
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นาของตัวอักษรบนจอภาพ					
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ					
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย					
6. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ					
7. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้					
8. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ					
9. คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย					

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน มาวิเคราะห์ ได้จำนวนของคนที่ตอบในแต่ละคำตอบ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.7 แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแบบสอบถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถของโปรแกรมในด้านรับข้อมูล	8	16	5	1	0
2. ความสามารถของโปรแกรมในการการแสดงผลข้อมูล	10	15	3	2	0
3. ความสามารถของโปรแกรมในการเชื่อมโยงข้อมูลในโปรแกรม	5	8	13	4	0
4. ความสามารถของโปรแกรมในการสรุปผลลัพธ์	15	10	5	0	0
5. ความสามารถของโปรแกรมในการจัดการในส่วนการแจ้งเตือน	5	9	11	5	0
6. ความสามารถของโปรแกรมในการประเมินผังโรงงาน	17	10	3	0	0

เมื่อนำค่าจากตาราง 4.7 มาคำนวณเป็นร้อยละ ของแบบสอบถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.8

ตาราง 4.8 แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามในการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ความสามารถของโปรแกรมในด้านรับข้อมูล	26.7	53.3	16.7	3.3	0
ความสามารถของโปรแกรมในด้านการการแสดงผลข้อมูล	33.3	50.0	10.0	6.7	0
ความสามารถของโปรแกรมในด้านการเชื่อมโยงข้อมูลในโปรแกรม	16.7	26.7	43.3	13.3	0
ความสามารถของโปรแกรมในด้านการสรุปผลลัพธ์	50.0	33.3	16.7	0	0
ความสามารถของโปรแกรมในด้านการจัดการในส่วนการแจ้งเตือน	16.7	30.0	36.7	16.7	0
ความสามารถของโปรแกรมในด้านการประเมินผังโรงงาน	56.7	33.3	10.0	0	0

ตาราง 4.9 แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแสดงแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	25	5	0	0	0
2. ความถูกต้องในการแสดงผลข้อมูล	20	10	0	0	0
3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	10	10	5	5	0
4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล	8	10	9	3	0
5. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม	15	13	2	0	0
6. ความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม	13	14	3	0	0
7. ความน่าเชื่อถือได้ของโปรแกรม	10	15	3	2	0
8. ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับการคำนวณงานจริง	7	13	9	1	0
9. การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	5	18	4	3	0

เมื่อนำค่าจากตาราง 4.9 มาคำนวณเป็นร้อยละ ของแบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.10

ตาราง 4.10 แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของ โปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	83.3	16.7	0	0	0
2. ความถูกต้องในการแสดงข้อมูล	66.7	33.3	0	0	0
3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	33.3	33.3	16.7	16.7	0
4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล	26.7	33.3	30.0	10.0	0
5. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลใน โปรแกรม	50	43.3	6.7	0	0
6. ความรวดเร็วในการประมวลผลของ โปรแกรม	43.3	46.7	10.0	0	0
7. ความน่าเชื่อถือได้ของ โปรแกรม	33.3	50.0	10.0	6.7	0
8. ความครอบคลุมของ โปรแกรมที่พัฒนากับการคำนวณงานจริง	23.3	43.3	30.0	3.3	0
9. การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	16.7	60	13.3	10.0	0

ตาราง 4.11 แสดงจำนวนคนที่ตอบในแต่ละคำตอบของแบบสอบถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายต่อการใช้งานของ โปรแกรม	15	10	5	0	0
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิพจน์ตัวอักษรบนจอภาพ	7	10	8	5	0
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิพจน์ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	5	16	6	3	0
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	2	10	10	8	0
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	10	10	6	4	0
6. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	7	11	7	5	0
7. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	16	7	7	0	0
8. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	5	13	9	3	0
9. คำศัพท์ที่ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	6	10	7	7	0

เมื่อนำค่าจากตาราง 4.11 มาคำนวณเป็นร้อยละ ของแบบสอบถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.12

ตาราง 4.12 แสดงค่าร้อยละของแบบสอบถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งาน โปรแกรม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม	50.0	33.3	16.7	0	0
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	23.3	33.3	26.7	16.7	0
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	16.7	53.3	20.0	10.0	0
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	6.7	33.3	33.3	26.7	0
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	33.3	33.3	20.0	13.3	0
6. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	23.3	36.7	23.3	16.7	0
7. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้ใช้	53.3	23.3	23.3	0	0
8. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	16.7	43.3	30.0	10.0	0
9. คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	20.0	33.3	23.3	23.3	0

#### 4.4 ผลการประเมิน

จากการตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจการใช้งานโปรแกรมประเมินผลฝั่งโรงงาน ในแต่ละคำถาม โดยกำหนดระดับของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจตามเกณฑ์ ดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 แสดงเกณฑ์การกำหนดระดับความพึงพอใจของการใช้งาน โปรแกรมประเมินผลฝั่งโรงงาน

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ระดับของความพึงพอใจ
4.50 – 5.00	ระดับความพึงพอใจ ดีมาก
3.50 – 4.49	ระดับความพึงพอใจ ดี
2.50 – 3.49	ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
1.50 – 2.49	ระดับความพึงพอใจ พอใช้
ต่ำกว่า 1.50	ระดับความพึงพอใจ ควรปรับปรุง

จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน ได้  
ค่าเฉลี่ยดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.14 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามในการประเมินด้านการตรงตาม  
ความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับของความพึงพอใจ
1. ความสามารถของโปรแกรมในด้านรับข้อมูล	4.00	0.87	ดี
2. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการแสดงผลข้อมูล	4.10	0.85	ดี
3. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการเชื่อมโยงข้อมูลในโปรแกรม	3.47	0.74	ปานกลาง
4. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการสรุปผลลัพธ์	4.33	0.75	ดี
5. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการจัดการในส่วนการแจ้งเตือน	3.47	0.97	ปานกลาง
6. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการประเมินผังโรงงาน	4.46	0.68	ดี

จากตารางที่ 4.14 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจ จากคำถามทุกข้อ ได้ระดับของความพึงพอใจปานกลางถึงดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.47-4.46 ซึ่งเมื่อหาค่าเฉลี่ยโดยรวมความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมอยู่ที่ 3.97 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมอยู่ในระดับดี

ตาราง 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้  
ตามฟังก์ชันงานของ โปรแกรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับของความพึงพอใจ
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.83	0.38	ดีมาก
2. ความถูกต้องในการแสดงผลข้อมูล	4.67	0.48	ดีมาก
3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	3.83	1.09	ดี
4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล	3.76	0.97	ดี
5. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม	4.43	0.63	ดี
6. ความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม	4.43	0.66	ดี
7. ความน่าเชื่อถือได้ของโปรแกรม	4.10	0.84	ดี
8. ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับการคำนวณงานจริง	3.86	0.81	ดี
9. การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น	3.83	0.83	ดี

จากตารางที่ 4.15 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจ จากคำถามทุกข้อ ได้ระดับของความพึงพอใจดีถึงดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76-4.83 ซึ่งเมื่อหาค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรมอยู่ที่ 4.19 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจในด้านการทำงาน ได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรมอยู่ในระดับดี

ตาราง 4.16 แสดงค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจแบบฟอร์มคำถามความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D	ระดับของความพึงพอใจ
1. ความง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม	4.33	0.76	ดี
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิพจน์ตัวอักษรบนจอภาพ	3.63	1.03	ดี
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้นาฬิกาของตัวอักษรบนจอภาพ	3.77	0.85	ดี
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	3.20	0.92	ปานกลาง
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	3.87	0.73	ดี
6. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	3.67	1.02	ดี
7. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	4.30	0.83	ดี
8. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	3.67	0.88	ดี
9. คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	3.5	1.07	ดี

จากตารางที่ 4.16 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจ จากคำถามทุกข้อ ได้ระดับของความพึงพอใจปานกลางถึงดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.20-4.33 ซึ่งเมื่อหาค่าเฉลี่ยโดยรวมความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรมอยู่ที่ 3.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.90 เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม อยู่ในระดับดี

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประเมินผลผังโรงงานสามารถสรุปผลได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

การพัฒนาโปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน มีจุดประสงค์ในการพัฒนาเพื่อทำการออกแบบโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน และสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน และใช้โปรแกรมโปรแกรมประเมินผลผังโรงงานที่พัฒนาขึ้นในกระบวนการเรียนการสอนวิชา การวางแผนโรงงานอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

โดยได้มีการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรมถูกพัฒนาทำให้มีความสามารถอยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบการจัดวางตำแหน่งของแผนกต่างๆ ในผังโรงงานกับแผนภูมิความสัมพันธ์ และแผนกต่างๆ ของผังโรงงานจะอยู่ในรูปของบล็อกแพลน

วิธีการพัฒนาจะประยุกต์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาใช้ในการคิดคำนวณและประมวลผล โดยงานวิจัยที่ได้ศึกษาเป็นการประเมินผลผังโรงงานรวมถึงแก้ปัญหาการวางผังโรงงาน ซึ่งใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการจัดวางผังโรงงาน ซึ่งพิจารณาจากการหาค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกให้น้อยที่สุด โดยนำเอาหลักการของกราฟที่ มาช่วยในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานสามารถช่วยให้มีประสิทธิภาพในการประเมินผลผังโรงงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากความรวดเร็วในการคำนวณและประมวลผลของคอมพิวเตอร์

การตรวจสอบความถูกต้องของ โปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน โดยใช้ผังโรงงานจากหนังสือ Facility Layout And Location An Analytical Approach ผลลัพธ์ของ โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำตรงกับการคำนวณด้วยมือ

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน ผู้วิจัยได้ทำการแจกแบบสอบถามจำนวน 30 ชุด แบ่งเป็น นักศึกษาจำนวน 25 คน และอาจารย์จำนวน 5 คน จากแบบสอบถามระดับของความพึงพอใจของการใช้งาน โปรแกรมในด้านต่างๆ เห็นได้ว่าระดับของความพึงพอใจของความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.97, S.D. = 0.81$ ) ระดับของความพึงพอใจการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.19, S.D. = 0.75$ ) และระดับของความพึงพอใจของด้านความง่ายต่อการใช้งาน โปรแกรมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.77, S.D. = 0.90$ ) ดังนั้นในการดำเนินการของการวิจัยจึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

## 5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

ข้อจำกัดต่อไปนี้กำหนดขึ้นตามข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. โปรแกรมนี้แสดงผลแบบสองมิติเท่านั้น
2. แผนกต่างๆ ของผังโรงงานจะถูกพิจารณาจัดวางในลักษณะของบล็อกแพลนผู้ใช้โปรแกรมอาจจำเป็นต้องปรับปรุงผังโรงงานให้เป็นลักษณะของบล็อกแพลน เพื่อให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้
3. พื้นที่ผังโรงงานโดยรวม (กว้าง คูณ ยาว หรือ n แถว คูณ m แถว) ในลักษณะของบล็อกแพลน ไม่สามารถสร้างเกิน 30,000 บล็อกได้
4. โปรแกรมไม่สามารถบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่กรอกไปได้ ถ้าทำการปิดโปรแกรมจำเป็นต้องกรอกข้อมูลใหม่
5. การปรับอัตราส่วนพื้นที่ของผังโรงงานในโปรแกรมจะปิดขึ้นเสมอ
6. ความเร็วของการทำงานของโปรแกรมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง โดยแปรผันตาม
  - 6.1 ความละเอียดของการวาดผังโรงงานและความซับซ้อนของผังโรงงาน
  - 6.2 การเลือกแนวแกนในการค้นหาคำตอบ
  - 6.3 จำนวนวันและความเร็วของการจำลองสถานการณ์
  - 6.4 ความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล
7. ไม่สามารถบันทึกการสลับผังโรงงานได้

## 5.3 อภิปรายผลการวิจัย

### 5.3.1 การพัฒนาโปรแกรม

จากการสร้างโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงานได้มีการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของการใช้ข้อมูลจากการประเมินผลความสัมพันธ์ ของผังโรงงานด้วยการวิเคราะห์ของผู้ประเมินผังโรงงานเบื้องต้นและนำข้อมูลที่ได้มาใช้กับโปรแกรมการประเมินผลผังโรงงาน ซึ่งผลของความถูกต้องของโปรแกรมขึ้นอยู่กับปัจจัยจากผู้ใช้โปรแกรมและการเข้าใจการใช้โปรแกรม

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐานจากการสอนมาออกแบบโปรแกรมประเมินผลผังโรงงานให้มีความเหมาะสม ซึ่งให้ผู้ประเมินที่มีความรู้ในด้านการพัฒนาโปรแกรม คือ อาจารย์อัครชัย พุกอินทร์ อาจารย์สิทธิพันธ์ ทองศิริ อาจารย์นันทวรรณ เทพรักษา อาจารย์วรารักษ์ พรหมฝ่าย อาจารย์พงศ์เทพ กุลชาติชัย ได้ทดลองใช้โปรแกรมตั้งแต่การติดตั้งจนถึงการใช้งานและทำการประเมินผลความพึงพอใจ

การค้นหาคำตอบโดยวิธี คราฟท์ พบว่าคำตอบที่ได้นั้นมีค่าเท่ากันทุกครั้งในการค้นหาคำตอบ

#### 5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

ในการพัฒนาโปรแกรมประเมินผลผังโรงงานโดยหลักการพื้นฐานของโปรแกรมนี้อยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบการจัดวางตำแหน่งของแผนกต่างๆ ในผังโรงงานเดิมกับแผนภูมิความสัมพันธ์ โดยผู้ใช้โปรแกรมต้องสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผังโรงงานได้ถูกต้องจึงสามารถทำให้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงานได้แม่นยำ



### บรรณานุกรม

- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และ จำลอง คุรุอุตสาหกรรม, เรียบเรียง. (2542). Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซิลท์ จำกัด.
- เกรียงไกร ปาระสีห์ และ เอกลักษณ์ ขาวประภา. (2547). ปัญหาการวางผังโรงงานแบบพลวัตที่หน่วยงานมีขนาดไม่เท่ากัน. สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนะ เขียงกลมสิงห์. (2541). การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพร เสนพรหม และ นงนุช ชัยรักไพบูลย์กิจ. (2546). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยเทคนิคการวางผังโรงงาน. สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิภพ ลลิตตาภรณ์. (2542). การจัดการทำเลที่ตั้งและการวางผังโรงงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วรวัฒน์ ศิวประภากร. และ ศศิกานุจน์ พุทธลา. (2548). ปัญหาผังโรงงานในกรณีที่หน่วยงานมีขนาดไม่เท่ากันและพื้นที่ผังมีขนาดจำกัด. สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมศักดิ์ ตรีศักดิ์. (2547). การออกแบบและวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Askin, R.G., and Strandridge, C.R. (1993). Modeling and Analysis of Manufacturing System. Lohn Wiley & Son.
- Benjaafar, S. (1998). "Design of Manufacturing Plant Layouts with Queuing Effects." IEEE International Conference on Robotics & Automation. Leuven, Belgium.
- Francis, L.R., and White, A.J. (1974). Facility Layout and Location: Analytical Approach. New Jersey: Prentice Hall.
- Georgiadis, M.C., and Macchietto S. (1997). "Layout of Process Plants : A Novel Approach". Computers chem. Engng., 21: 337-342.

- Iqbal, M., and Hashmi, M.S.J. (2001). Design and analysis of a virtual factory layout. *Journal of Materials Processing Technology*. 118: 403-410.
- Leonardo, C., Pereira, M.R., Moscato, A.L. (1998). "A solution to the facility layout problem using simulated annealing." *Computers in Industry*. pp.125–132.
- Lin, L.C., Sharp, G.P. (1999). "Application of the integrated framework for the plant layout evaluation problem." *European Journal of Operational Research*. 116:118-138.
- Schmidt-Traub, H. et. al. (1998), "Conceptual Plant Layout." *Computerschem. Engn.* 22: S499-S504.



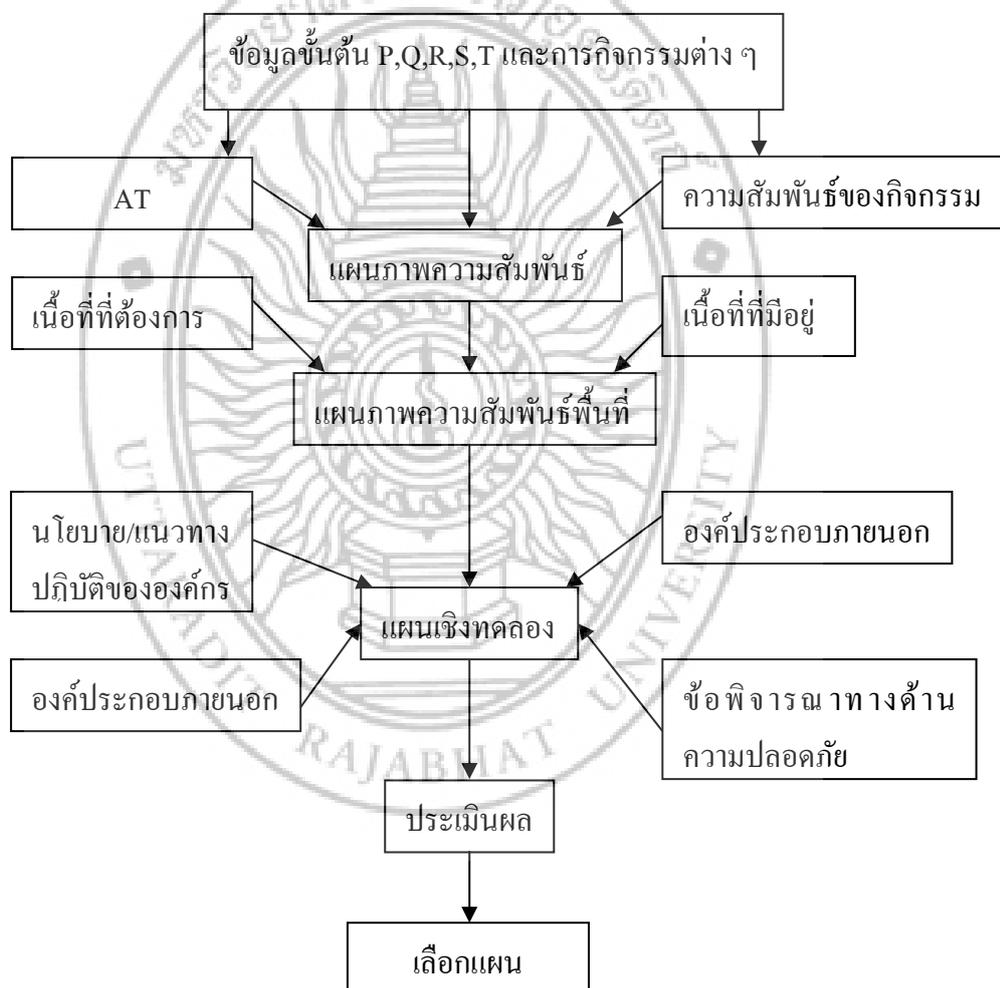


ภาคผนวก ก  
การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ

### การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planting)

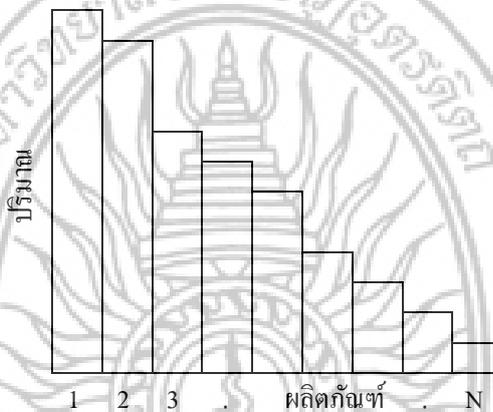
เนื้อหาที่กล่าวถึง วิธีการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planting) และขั้นตอนต่างๆ อย่างละเอียดซึ่งจะนำไปสู่ที่มาของปัญหาการจัดผังโรงงาน

Muther (1973) ได้เสนอวิธีการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ หรือ SLP ในการออกแบบผังโรงงาน โดยมีแนวคิดพื้นฐานดังรูปที่ ก1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผังโรงงานจะได้จากการวิเคราะห์รายละเอียดของกระบวนการตามวิธีการของ SLP โดยการพิจารณาถึง ข้อมูล การตัดสินใจ วิธีการตามขั้นตอนต่างๆ ส่วนรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ ก1 ขั้นตอนของการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ

**ขั้นตอนที่ 0** เก็บข้อมูล (Data Collection) ได้แก่ ข้อมูลสำรอง ผลิตภัณฑ์ (Product) ปริมาณ กระบวนการผลิต (Routing) สิ่งสนับสนุนการผลิต (Supporting) และเวลา (Timing) ปริมาณและ ชนิดของผลิตภัณฑ์ เป็นตัวกำหนดชนิดของผังโรงงาน (ผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ ผังโรงงานแบบ กระบวนการและผังโรงงานแบบที่ตั้งคงที่) ผลิตภัณฑ์ในโรงงานอาจมีหลายชนิดหรือชนิดเดียวก็ได้ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถแสดงเป็นแผนภูมิผลิตภัณฑ์-ปริมาณ การวิเคราะห์ความสำคัญของ ผลิตภัณฑ์อาจจะวิเคราะห์ความสำคัญของผลิตภัณฑ์อาจจะวิเคราะห์ได้จากแผนภูมิพารेटอ (Pareto Diagram) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ ก2



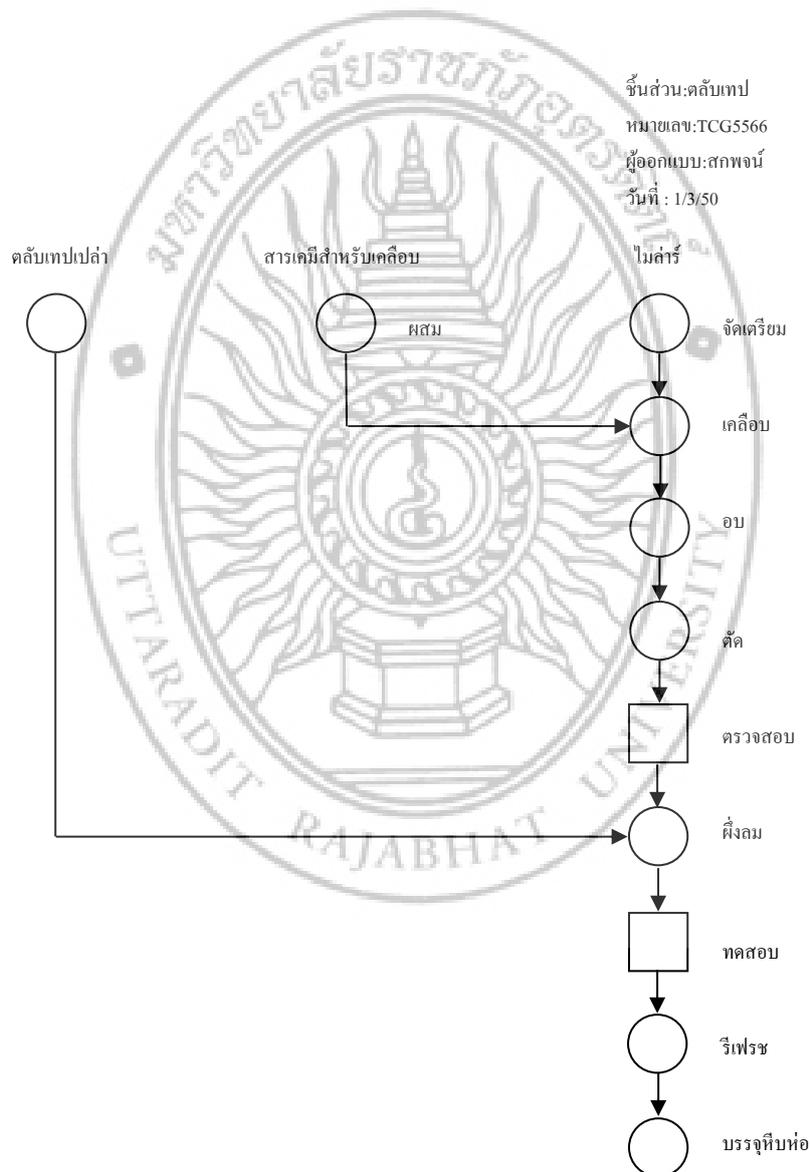
รูปที่ ก2 แผนภูมิผลิตภัณฑ์-ปริมาณ

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ (P) ปริมาณ (Q) กระบวนการผลิต (R) สิ่งสนับสนุนการผลิต (S) และ เวลา (T) จะถูกจัดเก็บอย่างละเอียดเช่น ข้อมูลของเครื่องจักรในสายงานผลิตได้แก่ข้อมูลเส้นทาง การไหลของวัสดุ และแผนการผลิตสามารถนำไปใช้ในการหาจำนวนของเครื่องจักรแต่ละชนิด และวิเคราะห์ต่างๆ มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เช่น การหาพื้นที่ที่ต้องการจากผู้ปฏิบัติงานอาจมีความ ต้องการใช้พื้นที่สูงแต่ถ้าข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์แล้วพื้นที่ที่ต้องการจริงๆ อาจไม่สูงมาก ก็ได้

**ขั้นตอนที่ 1** วิเคราะห์การไหล (Flow Analysis) ก่อนการรวบรวมจัดทำข้อมูลข่าวสารผู้ วิเคราะห์จะต้องกำหนดศูนย์กลางงาน (Work Center) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับชนิดผังโรงงาน จากนั้นกำหนดจัดพื้นที่ แล้วจึงทำการกำหนดสถานีงานอื่นรอบศูนย์กลางงานต่อไป แผนภูมิ กระบวนการผลิต (Operation Chart) ดังรูปที่ ก3 ใช้ในการกำหนดการไหลของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลการ ไหลของปริมาณสามารถสรุปได้เป็นแผนภูมิจากไป(From-To Chart) แสดงดังตารางที่ 1 ตารางนี้ แสดงถึงปริมาณการขนถ่ายวัสดุจากสถานีงาน  $i$  ไปยังสถานีงาน  $j$  ปริมาณการไหลโดยรวมระหว่าง

สถานีงานสามารถตรวจสอบได้จากแผนภูมิ จาก-ไปและแผนภาพการไหล (Route sheet) ของวัสดุ แต่ละชนิดดังแสดงในรูปที่ 4 ค่าใช้จ่ายโดยรวมของสถานีงานประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการขนถ่าย วัสดุกับระยะทาง กำหนดให้ระยะทางระหว่างแผนก  $i$  และ  $j$  เป็น  $d_{ij}$  และค่าใช้จ่ายการเคลื่อนที่ วัสดุของสถานีงาน  $c_{ij}$  ดังสมการที่ 1 คือ

$$c_{ij} = w_{ij}d_{ij} \quad (1)$$



รูปที่ ก3 แผนภูมิการผลิตดัดแปง

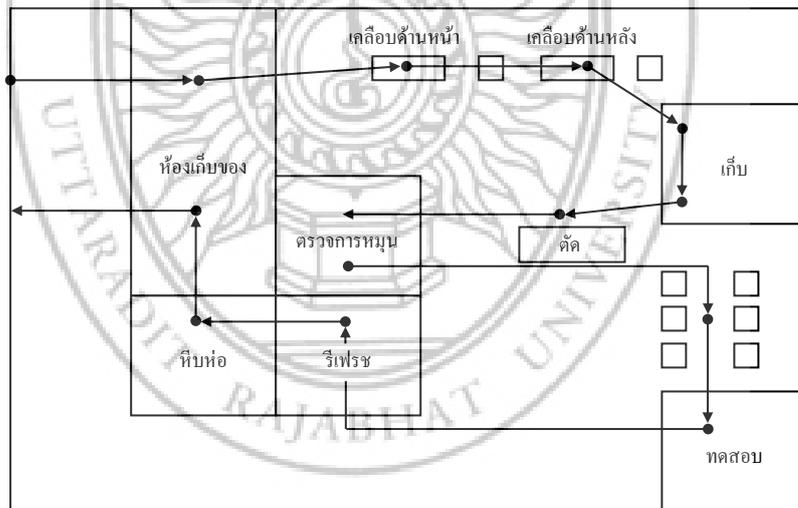
โดยที่  $w_{ij}$  คือน้ำหนักของการไหลวัสดุระหว่างแผนกดังสมการที่ 2 คือ

$$w_{ij} = f_i / h_{ij} \tag{2}$$

และ  $f_i$  คือปริมาณของการไหลวัสดุ (เที่ยว/เวลา)  $h_{ij}$  คือค่าใช้จ่ายการขนถ่ายวัสดุ(ค่าใช้จ่าย/หน่วย ระยะทาง) อาจเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ของการขนถ่ายวัสดุ ในเวลานั้นๆ หรืออีกนัยหนึ่งตัวประกอบตัวนี้อาจเป็นค่าถ่วงน้ำหนักที่รวมถึง ความปลอดภัย ความสำคัญของลูกค้าและองค์ประกอบอื่นๆ ถ้าปริมาณการไหลทั้งหมดเกี่ยวข้องกับค่า  $h_{ij}$  อาจมีค่าเป็น 1 ได้(โดยทั่วไป  $w_{ij}$  มีค่าเป็น 0)

ค่าใช้จ่ายโดยรวมคือ

$$C = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_{ij} \tag{3}$$



รูปที่ ก4 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการผลิตฉบับแปล

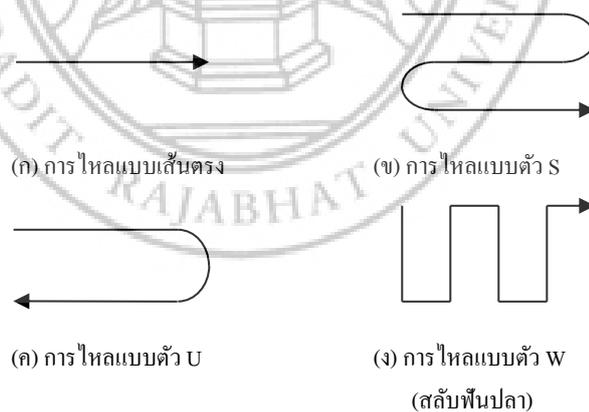
ดังนั้นการหาค่าใช้จ่ายอย่างคร่าวๆ จะประกอบไปด้วยข้อมูลสามส่วนได้แก่ แผนภูมิจาก-ไปของปริมาณการไหล แผนภูมิจาก-ไปของค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนที่ย้ายวัสดุและระยะทางระหว่างสถานีงาน สมการที่ 1 และ 3 ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ  $c_{ij}$  คือบาทต่อหน่วยระยะเวลา ปริมาณการไหลได้จากแผนการผลิตหรือข้อตกลงของแผนกต่างๆ ในโรงงาน ส่วนค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายวัสดุขึ้นอยู่กับวิธีการแลกรถเครื่องมือที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุนั้นๆ ระยะทางขึ้นอยู่กับผังโรงงานที่

ตัดสินใจเลือกการออกแบบผังโรงงาน จึงสามารถทดลองเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม

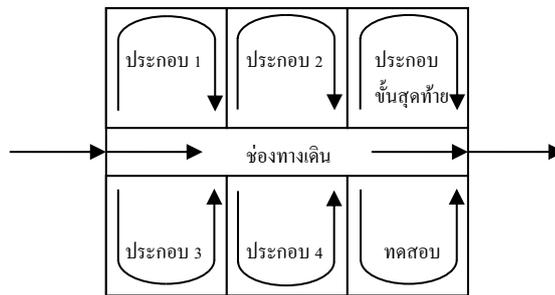
จาก-ไป	SR	PC	PS	IC	XT	AT
SR	-	40	10	30	10	50
PC		-				100
PS			-			102
IC				-		100
XT			100		-	
AT	100	5	2	5	5	-

ตารางที่ ก1 แผนภูมิจาก-ไป

รูปแบบของการไหลมีหลายแบบ รูปที่ ก5 แสดงถึงรูปแบบการไหลที่เป็นไปได้ รูปที่ ก5 ก แสดงรูปแบบการไหลแบบเส้นตรง รูป ก5 ข แสดงรูปแบบการไหลแบบตัวยู รูปที่ ก5 ค แสดงรูปแบบการไหลแบบตัวเอส รูปที่ ก5 ง แสดงรูปแบบการไหลแบบซิกแซก รูปแบบการไหลที่นิยมอย่างหนึ่งคือสพายน์ (Spine) ดังรูปที่ ก6 เป็นรูปแบบการไหลแบบผสมที่เป็นเส้นตรงแต่ถ้าเป็นการขนถ่ายภายในสถานีจะเป็นรูปตัวยู ส่วนแผนกรับ-ส่งสินค้าจะอยู่ด้านตรงข้ามซึ่งกันและกัน โรงงานทั่วไปมักเป็นส่วนประกอบชิ้นส่วนย่อยแล้วนำมาประกอบกัน ในขั้นตอนสุดท้ายหรืออาจเป็นสายการผลิตที่มีชิ้นส่วนย่อยไหลเข้าตั้งฉากกับสายการผลิต ดังรูปที่ ก7 สิ่งสำคัญในการออกแบบผังโรงงานคือจะต้องหลีกเลี่ยงการออกแบบผังโรงงานที่ทำให้เกิดการไหลของวัสดุที่วกวนและสับสน



รูปที่ ก5 รูปแบบการไหลของวัสดุลักษณะต่างๆ



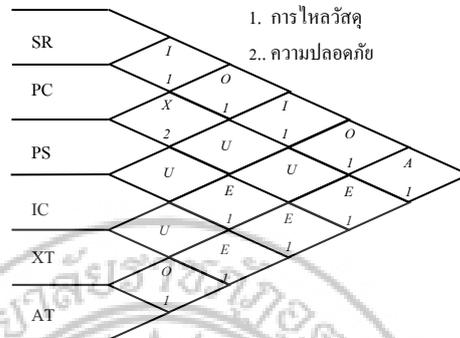
รูปที่ 6 รูปแบบการไหลแบบสพายน์



รูปที่ 7 รูปแบบการไหลของวัสดุเข้าสู่การประกอบ

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาเชิงคุณภาพ (Qualitative Consideration) ในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสถานีงานสองสถานีสามารถกระทำได้ง่ายและไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนตายตัว เช่น แผนกรับสินค้าและแผนกส่งสินค้าอาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ชิ้นวัสดุร่วมกัน หรือการให้แผนกวิศวกรรมและแผนกจัดซื้ออยู่ติดกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีการตรวจสอบคุณภาพ มีการติดต่อสื่อสารที่สะดวก อย่างน้อยๆ ทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าการให้แผนกทั้งสองอยู่ด้านตรงข้ามกันในอาคาร ส่วนประกอบทางสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในกระบวนการ ก็จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์อย่างละเอียดเช่น แรงสั่นสะเทือน เสียง กลิ่น เป็นต้น ข้อมูลข่าวสารเหล่านี้จะถูกระบุอยู่ในแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Relation Chart) หรือเรียกสั้นๆ ว่า แผนภูมิ REL ดังตัวอย่างในรูป

ก8 สภาวะแวดล้อมพิเศษจะถูกระบุในแผนภูมิด้วย เช่น แผนกที่มีวัสดุติดไฟ (PS) ได้ง่ายจึงควรอยู่ติดแผนกวัสดุ (PC)



รูปที่ 8 แผนภาพ SEL

แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์จะประกอบด้วยสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนหลายรูป สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแต่ละรูปแสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนกซึ่งมีค่าเป็น A E I O U และ X สัญลักษณ์เหล่านี้แสดงถึงระดับความต้องการความใกล้ชิดกันระหว่างสองแผนก โดยแบ่งเป็น 6 ระดับดังตารางที่ ก2

ระดับความใกล้ชิด	คะแนนเชิงคุณภาพ แบบเชิงเส้น	คะแนนเชิงคุณภาพ เอ็กโปเนนเชียล
A Absolutely Necessary	4	81
E Especially Necessary	3	27
I Important	2	9
O Ordinary	1	3
U Unimportant	0	1
X Undesirable	-1	-243

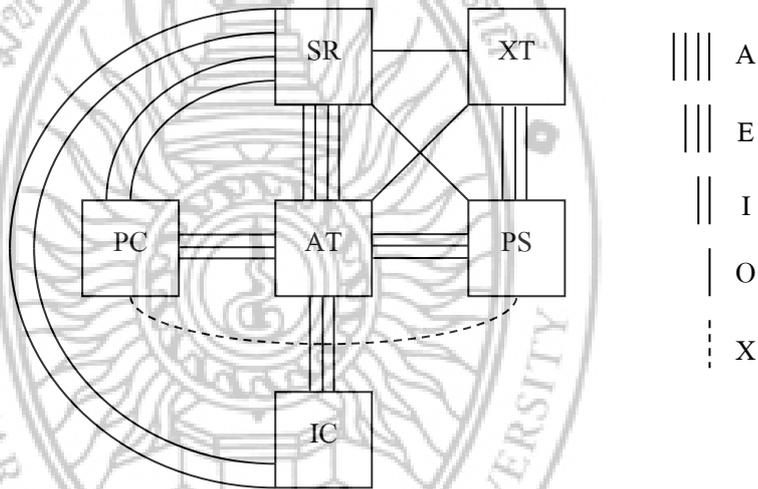
ตารางที่ ก2 แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

สัญลักษณ์เหล่านี้ สามารถให้เป็นคะแนนเชิงคุณภาพเพื่อสะดวกในการคำนวณได้เป็นสองชนิดคือ การให้คะแนนเชิงคุณภาพแบบเชิงเส้นและการให้คะแนนคุณภาพแบบเอ็กโปเนนเชียลดังตารางที่ ก2

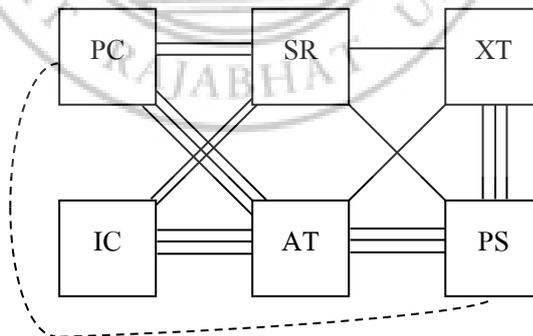
ค่าเหล่านี้เป็นการให้คะแนนเชิงคุณภาพ จึงไม่สามารถใช้ได้กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ทุกกรณี เช่น ไม่อาจกล่าวได้ว่า A มีค่าเท่ากับ 2 หรือ A ในด้านความปลอดภัยมีค่า

เท่ากับ A ในด้านความสะดวกในการทำงาน แต่อย่างไรก็ตามการนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ ควรจะระบุคำอธิบายแสดงความสัมพันธ์ในช่องสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนด้วย

**ขั้นตอนที่ 3** แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ (Relation Diagram) แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ (Relationship Diagram) แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีกรอบรูปสี่เหลี่ยมแทนสถานีงานแต่ละแผนก กรอบสี่เหลี่ยมเหล่านี้จะมีการจัดเรียงกันอย่างมีเหตุผลและจะถูกเชื่อมโยงกันด้วยเส้นต่างๆ ที่แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก (A,E,I,O,U หรือ X) แผนภาพแสดงความสัมพันธ์อย่างง่ายเป็นดังรูป 9 กระบวนการจัดเรียงกรอบสี่เหลี่ยมเหล่านี้จะทำซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี นั่นคือ แผนกที่มีความสัมพันธ์เป็น A ควรอยู่ติดกัน



ก) แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของผังโรงงานเริ่มต้น



ข) แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของผังโรงงานเมื่อจัดเสร็จแล้ว

รูปที่ 9 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของผังโรงงานก่อนการจัดและเมื่อจัดเสร็จแล้ว

ให้  $r_{ij}$  เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสถานี  $i$  และ  $j$  โดยสามารถกำหนดค่า  $r_{ij}$  ได้ตามความสัมพันธ์ และให้  $V(r_{ij})$  เป็นฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้อาจมีค่าเป็น  $V(A) = 81$   $V(E) = 27$   $V(I) = 9$   $V(O) = 3$   $V(U) = 1$   $V(X) = -243$  (ตารางที่ ก2) เมื่อคะแนนความสัมพันธ์เป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลการจัดเรียงแผนกในตอนเริ่มต้นจะพิจารณาถึง ค่าความใกล้ชิดโดยรวม (Total Closeness Rating)

$$TCR_i = \sum_{j=1, j \neq i}^M V(r_{ij}) \quad (4)$$

โดย  $M$  เป็นสถานีงาน

สถานีงานใดที่มีค่า  $TCR_i$  มากหมายความว่าสถานีนั้นมีความสัมพันธ์กับแผนกอื่นมาก ดังนั้นสถานีงานนั้นควรอยู่ บริเวณกึ่งกลางของผังโรงงาน ขั้นตอนในการสร้างผังโรงงานขั้นตอนแรกคือเรียงลำดับค่า  $TCR_i$  จากมากไปหาน้อย จากนั้นเริ่มวางสถานีที่มีค่า  $TCR_i$  มากที่สุดก่อนและจากนั้นผังสถานีอื่นๆ ต่อไปตามลำดับโดยรอบสถานีแรก ค่าความใกล้ชิด (Total Closeness Rating) ที่ใช้พิจารณามีสองอย่างคือ ค่าความใกล้ชิดสำหรับสถานีที่อยู่ติดกัน (Total Closeness Rating with Adjacent Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่ามากที่สุด หรือค่าความใกล้ชิดที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งจะต้องมีค่าน้อยที่สุด ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Maximize } V = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M \delta_{ij} V(r_{ij}) \quad (5)$$

ค่า  $\delta_{ij}$  เป็น 1 ถ้าแผนก  $i$  และ  $j$  อยู่ติดกัน และค่า  $\delta_{ij}$  เป็น 0 ถ้าแผนก  $i$  และ  $j$  ไม่ได้อยู่ติดกัน

สมการค่าความใกล้ชิดที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนกคือ

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^M \sum_{j=i+1}^{M-1} V(r_{ij}) d_{ij} \quad (6)$$

การปรับเปลี่ยนการวางแต่ละแผนกต่างๆ จะทำหลายครั้งเพื่อให้ได้คำตอบที่ดี โดยอาจพิจารณาค่าความใกล้ชิดหรือพิจารณาระยะทางก็ได้ มีวิธีการฮิวริสติกหลายอย่างที่ใช้ในการหาคำตอบประเภทนี้วิธีการใช้ที่นิยมอย่างหนึ่งได้แก่วิธีการ VNZ ฮิวริสติก และวิธี Branch and Bound ฯลฯ

**ขั้นตอนที่ 4** ความต้องการพื้นที่ (Space Requirement) ความต้องการพื้นที่ที่สามารถหาได้หลายวิธี เช่น อาจใช้มาตรฐานทางอุตสาหกรรมในการกำหนดความต้องการพื้นที่ต่อหน่วยทรัพยากรสามารถนำไปใช้หาจำนวนพนักงานและเครื่องจักรในแผนกได้ วิธีการนี้จำเป็นต้องทำรายการอุปกรณ์ เครื่องจักร ชั้นวางของ ฯลฯ ที่จะต้องใช้พื้นที่ขึ้นมาก่อน เมื่อได้รายการอุปกรณ์ เครื่องจักรแล้วจากนั้นจึงนำมาสร้างผังโรงงานอย่างคร่าวๆ แล้วจึงนำมาปรับเปลี่ยนให้เข้ากับมาตรฐาน พื้นที่การใช้งานเหล่านี้ สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม แต่สิ่งที่ผู้วิเคราะห์จะต้องคำนึงถึงจะต้องระมัดระวังการปรับเปลี่ยนมาตรฐาน เพื่อให้เข้ากับสภาพที่เป็นอยู่และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง

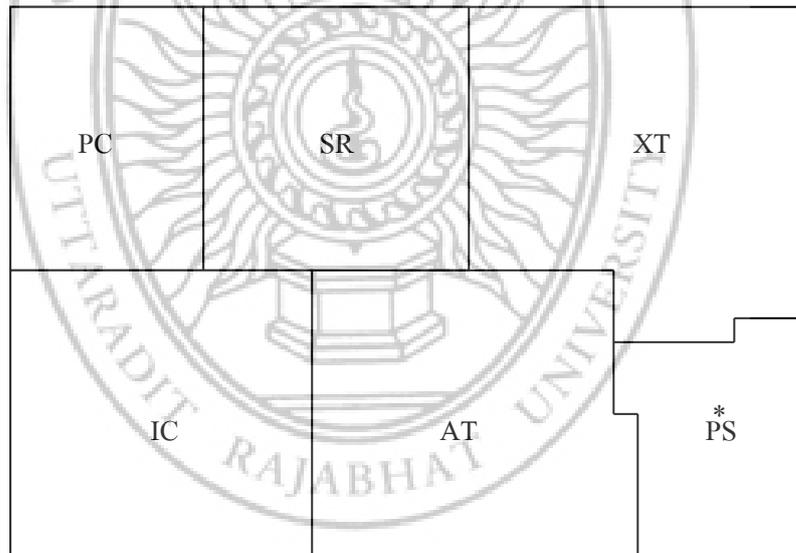
**ขั้นตอนที่ 5** การพิจารณาพื้นที่ที่มีอยู่ (Space Availability) หลังจากที่ได้ผังโรงงานตัวอย่างเมื่อพิจารณาอาจพบว่าพื้นที่ที่มีอยู่จริงอาจน้อยกว่าพื้นที่ที่ต้องการได้ ถ้ามีการเพิ่มแผนกขึ้นมาใหม่ การออกแบบจำเป็นต้องเผื่อพื้นที่ของทรัพยากรด้วย เช่น วัสดุคิบ พลังงาน พนักงาน การไหลของวัสดุ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามอาจถูกจำกัดด้านพื้นที่ที่มีอยู่จริงและงบประมาณก็ได้แต่ผู้ออกแบบผังโรงงานจึงจำเป็นต้องกำหนดและเตรียมการอธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถจัดหาพื้นที่ตามที่กำหนดได้

**ขั้นตอนที่ 6** แผนภาพความสัมพันธ์พื้นที่ (Space Relationship Diagram) แผนภาพประเภทนี้แสดงความสัมพันธ์แสดงถึงผังโรงงานกับพื้นที่ที่มีอยู่จริง จากขั้นตอนที่แล้วการจัดผังโรงงานโดยสมมติให้แผนกต่างๆ มีพื้นที่เท่ากันและจัดผังโรงงานโดยการสลับแผนกต่างๆ เป็นคู่ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดี แต่อย่างไรก็ตามในปัญหาการจัดผังโรงงานที่เกิดขึ้นจริงนั้นความต้องการพื้นที่และรูปร่างของแต่ละแผนกไม่เหมือนกัน แผนภาพความสัมพันธ์พื้นที่นี้จึงเปลี่ยนจากเดิมที่ให้แต่ละแผนกถูกแทนที่ด้วยกรอบสี่เหลี่ยมที่มีขนาดรูปร่างเท่ากัน มาเป็นให้แต่ละแผนกถูกแทนที่ด้วยสี่เหลี่ยมเล็กๆ มีขนาดเท่ากันหลายๆ รูป (Grid) หรือกริดและนำสี่เหลี่ยมเล็กๆ นั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน จะได้แผนกที่มีขนาดและรูปร่างซึ่งเป็นสัดส่วนตามความเป็นจริง และสี่เหลี่ยมเล็กๆ เหล่านี้สามารถจัดเรียงกันใหม่เพื่อหาคำตอบของปัญหาจริงได้

การสลับแผนกในแผนภาพความสัมพันธ์พื้นที่ที่ไม่ใช่สิ่งที่ย้าย แผนกต่างๆ มีกริดเป็นส่วนสำคัญกับพื้นที่ของแผนก รูปที่ ก10 แสดงถึงกริดขนาด 20\*30 ช่องเป็นคำตอบเริ่มแรกของปัญหาตัวอย่างที่แล้ว โดยมีพื้นที่ของแต่ละแผนกจากตาราง ก2

ในการสลับแผนกจะต้องทำการกลับกริด เพื่อรักษารูปร่างของผังโรงงานและขนาดของแต่ละแผนกได้คงเดิม มีวิธีการและโปรแกรมหลายชนิดที่ช่วยในการสลับกริดแผนกที่อยู่ติดกันหรือแผนกที่มีขนาดเดียวกัน ส่วนแผนกมีขนาดเดียวกันอยู่แล้วการสลับทำได้ง่าย ในขณะที่แผนกที่อยู่

ติดแต่มีขนาดต่างกันการกลับทำได้ยากกว่า วิธีการมีการสลับแผ่นที่มีขนาดต่างกันแต่อยู่ใกล้กัน คือ เลือกกริดของแผ่นที่มีขนาดใหญ่กว่าที่อยู่ใกล้จุดเซ็นทรอยด์ของแผ่นที่เล็กกว่า มากที่สุด จากนั้นเลือกกริดของแผ่นที่ใหญ่กว่าให้เท่ากับจำนวนกริดแผ่นที่เล็กกว่า เพื่อทำการสลับกริดระหว่างสองแผ่น สิ่งที่สำคัญคือจะต้องตรวจสอบว่าทั้งสองแผ่นต้องเกาะกลุ่มกัน ไม่มีกริดใดกริดหนึ่งแตกแยกออกมา รูปที่ ก11 แสดงถึงการสลับแผ่นที่มีขนาดไม่เท่ากัน ดังตารางที่ ก3 กริดมีเครื่องหมาย “\*” คือกริดแรกของ PS ที่ย้ายมาที่เลือกตำแหน่งนี้เนื่องจากอยู่ไกลจากจุดเซ็นทรอยด์ของ PS เก่ามากที่สุด จากนั้นจึงทำการเลือกกริดให้ครบ 45 กริด ได้เป็นเส้นขึ้นบันได ใดอย่างก็ได้ รูปร่างของแผ่นยังไม่เป็นที่ต้องการ จากนั้นทดลองย้ายกริด 9 รูปเป็นรูปกันหอยใครรูปร่างของแผ่นใหม่เป็นรูปเส้นประ “...” ทางเลือกอีกอย่างหนึ่งที่เป็นเส้นประ “---” แสดง ถึงลักษณะของผังโรงงานที่สามารถเพิ่มช่องทางเดินได้ เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกของผู้วิเคราะห์ที่มีสองประการคือ ประการแรกจะต้องทำได้ง่าย ประการที่สองจะต้องเหมาะสมกับสภาพจริง ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นในการสลับตำแหน่งของแผ่นหลายครั้งคือทำให้การคำนวณที่ผ่านมามีความหมายลง

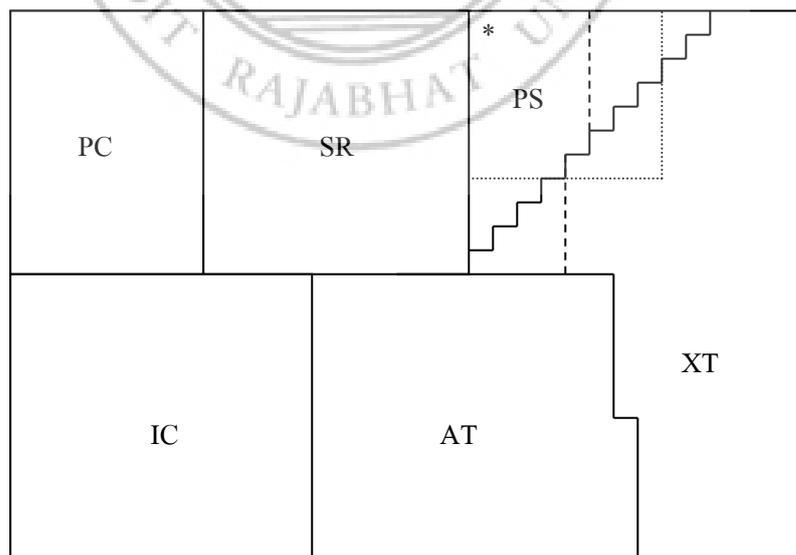


รูปที่ ก10 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่และผังโรงงานตามขนาดกริด

แผนก	พื้นที่ (ตารางฟุต)
SR	10,000
PC	6,000
PS	45,00
IC	12,000
XT	15,000
AT	12,500
รวม	60,000

ตารางที่ ก3 แสดงขนาดพื้นที่ของปัญหาตัวอย่าง

เมื่อสลับตำแหน่งแล้วจะทำให้จุดเซ็นทรอยด์ ของแผนกอาจเปลี่ยนไปเนื่องจากรูปร่างของแต่ละแผนกเปลี่ยนแปลง เช่นแผนก PS ในรูปที่ ก11 มีจุดเซ็นทรอยด์เปลี่ยนไป เพื่อหลีกเลี่ยงการคำนวณหาจุดเซ็นทรอยด์ ทุกๆ ครั้งที่ทำการสลับแผนก จำเป็นต้องหาจุดเซ็นทรอยด์ใหม่โดยการสลับจุดเซ็นทรอยด์ในผังโรงงานตั้งแต่แรกถ้าการสลับตำแหน่งแล้วได้ผลดีจะช่วยลดการคำนวณหาค่าจุดเซ็นทรอยด์และระยะทางของแต่ละแผนก



รูปที่ ก11 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่และผังโรงงานตามขนาดกริด

ขั้นตอนที่ 7 และ 8 พิจารณาข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ (Modifying Consideration and Limitation) จากที่ผ่านมาผังโรงงานที่ได้ยังมีรายละเอียดของกระบวนการ และระบบที่ใช้ในผังโรงงาน อาจจำเป็นต้องปรับผังโรงงานใหม่เพื่อให้เข้ากับสภาพข้อจำกัดทางด้านพื้นที่หรือข้อจำกัดทางด้านกระบวนการการผลิต เช่นระบบขนส่งทางน้ำ ทางบก อาจต้องอยู่ติดกับแผนรับ-ส่งสินค้า พื้นที่ภายในอาคารต้องสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนได้ สิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ความร้อน การระบายอากาศ ระบบระบายอากาศ (HAVC) แสงสว่าง ระบบระบายของเสีย ระบบอัดอากาศ ไฟฟ้า และระบบพลังงานต่างๆ ฯลฯ

การออกแบบบล็อกแพนจะต้องพิจารณาถึงระบบขนถ่ายวัสดุ ช่องทางเดินควรเป็นเส้นตรงและอยู่ใกล้กับจุดรับส่งวัสดุ โดยปราศจากสิ่งกีดขวางใดๆ

ขั้นตอนที่ 9 การประเมินผล (Evaluation) เมื่อถึงจุดนี้จะมีผังโรงงานให้เลือกหลายแบบรูปที่แสดงถึงการไหลของวัสดุ ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของผังโรงงาน ค่าใช้จ่ายของผังโรงงาน ปริมาณการไหลความถี่ ระยะทางค่าความใกล้ชิดของข้อมูลเชิงคุณภาพ องค์ประกอบเหล่านี้จะรวมถึง ความยืดหยุ่น (Flexibility) การบำรุงรักษา (Maintainability) ความสามารถในการเพิ่มเติมอุปกรณ์ตามความต้องการ (Modularity) ความปลอดภัย (Safety) และ ง่ายต่อการปฏิบัติงาน



ภาคผนวก ข

คิวเอพี (Quadratic Assignment Problems, QAP)

### ควิเอพี (Quadratic Assignment Problem, QAP)

เนื่อหานี้กล่าวถึงรูปแบบของปัญหา ควิเอพี (Quadratic Assignment Problems, QAP) และตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหานี้ (Kusiak,1990)

Koopmans และ Beckmann (1957) ได้กล่าวว่าแบบจำลองปัญหาการจัดตั้งโรงงานในรูปแบบของการไหลวัสดุของแผนกต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองนี้นำไปสู่รูปแบบปัญหา ควิเอพี โดยกำหนดให้

$n$  คือ จำนวนของแผนกต่าง ๆ หรือจำนวนพื้นที่

$a_{ij}$  คือ รายได้จากการนำเงินงานของแผนก  $i$  ที่ตำแหน่ง  $j$

$f_{ik}$  คือ การไหลของวัสดุจากแผนก  $i$  ไปแผนก  $k$

$c_{jl}$  คือ ค่าขนส่งหน่วยวัสดุ (Unit of Material) จากตำแหน่ง  $j$  ไปยังตำแหน่ง  $l$

$x_{ij}$  คือ 1 (ถ้าแผนก  $i$  อยู่ที่ตำแหน่ง  $j$ ), 0 (ถ้าแผนก  $i$  ไม่อยู่ที่ตำแหน่ง  $j$ )

โดยมีข้อสมมติเพิ่มเติมคือ

$a_{ij}$  เป็นรายได้รวม (Total Revenue) หักค่าลงทุนเริ่มแรกแต่ไม่รวมถึงค่าขนส่งวัสดุระหว่าง

แผนก

$f_{ik}$  ไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแผนกต่างๆ

$c_{jl}$  ไม่ขึ้นอยู่กับแผนกต่างๆและค่าขนส่งโดยตรงจากแผนก  $i$  ไปยังแผนก  $k$  และถูกว่าที่จะ

ขนส่งผ่านแผนกที่ 3 ก่อน

จากตัวแปรที่กล่าวมาสามารถเขียนอยู่ในรูปแบบสมการเป็น

$$\max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n f_{ik} c_{jl} x_{ij} x_{kl} \quad (1)$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ หรือ } 1 \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (4)$$

ถ้า  $a_{ij}$  เป็นค่าใช้จ่ายของการสร้างและดำเนินการของแผนก  $i$  ตำแหน่งที่  $j$  แทนที่จะเป็นรายได้โดยรวมของแผนก  $i$  ตำแหน่งที่  $j$  สมการที่(1) อาจเขียนใหม่ได้เป็นสมการที่ (5)

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n f_{ik} c_{jl} x_{ij} x_{kl} \quad (1a)$$

$$\begin{aligned} a_{ij} &= \text{ต้นทุนคงที่ของแผนก } i \text{ ตำแหน่ง } j \\ f_{ik} &= \text{การไหลของวัสดุระหว่างแผนก } i \text{ ไปยังแผนก } k \\ c_{jl} &= \text{ต้นทุนการไหลวัสดุต่อหน่วยจากตำแหน่ง } j \text{ ไปยังตำแหน่ง } l \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} b_{ijkl} &= f_{ik} c_{jl} + a_{ij} && \text{ถ้า } i = k \text{ และ } j = l \\ &= f_{ik} c_{jl} && \text{ถ้า } i \neq k \text{ และ } j = l \end{aligned}$$

เมื่อแทนค่า  $b_{ijkl}$  ลงในสมการ (1a) ได้ว่า

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n b_{ijkl} c_{jl} x_{ij} x_{kl} \quad (1b)$$

จากสมการที่ผ่านมาสามารถกล่าวได้ว่าถ้า  $i \neq k$  หมายความว่า  $j \neq l$  ถ้า  $j \neq l$  หมายความว่า  $l \neq k$  ถ้า  $i = k$  หมายความว่า  $j = l$  ถ้า  $j = l$  หมายความว่า  $l = k$  เนื่องจากสมการที่ (2) และ (3) ดังนั้นจำนวนแผนกต่างๆจึงกำหนดให้เท่ากับจำนวนตำแหน่งที่ตั้ง หรือในบางปัญหาจำนวนแผนกอาจน้อยกว่าจำนวนที่ตั้ง โดยให้บางแผนกเป็นสถานีหุ่น (Dummy) และกำหนดให้มีปริมาณการไหลเป็นศูนย์

ถ้า  $a_{ij}$  มีค่าเป็นศูนย์หรือเหมือนกัน (identical) สมการที่ (1a) สามารถลดรูปได้เป็น

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n f_{ij} c_{jl} x_{ij} x_{kl} \quad (1c)$$

เนื่องจากสมการสามารถแสดงได้หลายรูปแบบ และโดยส่วนมากแล้วสมการที่ (1c) และสมการบังคับที่ (2) - (4) ถูกเรียกว่า Quadratic Assignment Problems

ปัญหา คิวเอพี กับสมการ (1a) สมการบังคับที่ (2) - (4) ได้นำมาใช้ร่วมกับแผนจำลองของปัญหาการจัดผังโรงงาน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าปัญหาการจัดผังโรงงานทั้งหมดจะอยู่ในรูปของคิวเอพี ยกตัวอย่างเช่นการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรในโรงงานโดยไม่ทราบตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักร ปัญหานี้มีคำตอบที่จะหาคำตอบได้เนื่องจากไม่ทราบระยะทางที่แน่นอนและระยะทางที่แน่นอนของตำแหน่ง  $j$  กับ  $l$  จะมีความสัมพันธ์กับเครื่องจักรอื่น ๆ ด้วย

ในบางสถานการณ์ปัญหาการจัดผังโรงงานอาจพบกับปัญหาที่ขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกไม่เท่ากัน ถ้าเป็นเช่นนี้แล้วการสลับตำแหน่งเพื่อทำการปรับปรุงผังโรงงานจะทำได้ยาก ผังโรงงานที่มีขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกไม่เท่ากันสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (5)

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n f_{ij} c_{jl}^k x_{ij} x_{kl} \quad (5)$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ หรือ } 1 \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (8)$$

โดยที่  $c_{jl}^k$  คือค่าขนส่งของหน่วยวัสดุจากตำแหน่ง  $j$  ไปยังตำแหน่ง  $l$  ภายใต้การจัดเรียง  $k$  และสมการบังคับที่ (6) - (8) เป็นไปเช่นเดียวกับ (2) - (4)

ให้  $k$  เป็นวิธีการจัดเรียงทั้งหมดที่เป็นไปได้ และขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกซึ่งไม่จำเป็นต้องเท่ากับ  $n!$  เนื่องจากว่าผังโรงงานบางผังอาจมีขนาดเท่ากันซึ่งไม่ต้องทำการคำนวณทั้งหมด



ภาคผนวก ก  
ปัญหา เอ็นพีฮาร์ด (NP-hard)

### ปัญหาเอ็นพีฮาร์ด (NP-hard)

ปัญหาเอ็นพีฮาร์ด คือปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนานและเวลาในการหาคำตอบจะเพิ่มมากขึ้นเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่เหมาะกับการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ และโดยทั่วไปแล้วจะใช้ฮิวริสติกในการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีถึงแม้ว่าจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม

ลักษณะของปัญหาแบบเอ็นพีฮาร์ด จะอยู่ในรูปแบบของ  $f(v)$  (Time Complexity Function) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้แสดงถึงเวลาสูงสุดของปัญหาที่มีขนาด  $v$  ตัวอย่างของเวลาในการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ ค1 เช่น เวลาที่ใช้ในการคำนวณของรูปแบบปัญหาที่มีฟังก์ชัน  $f(v) = v$  โดยกำหนดให้  $v$  ขนาดเท่ากับ 10 และกำหนดให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณในแต่ละขั้นตอนเท่ากับ 1 ไมโครวินาที ดังนั้นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดเท่ากับ 10 ไมโครวินาที ( $1 \times 10$ ) แต่ถ้ามีปัญหามาใหญ่ขึ้น เวลาที่ใช้จะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง แต่ถ้าปัญหาที่มีค่าของ  $f(v)$  เป็น  $2^v$   $3^v$  และ  $v!$  เวลาที่ใช้จะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

Time Complexity Function $f(v)$	$v$					
	10	20	30	40	50	60
$v$	0.00001 sec	0.00002 sec	0.00003 sec	0.00004 sec	0.00005 sec	0.00006 sec
$v^2$	0.001 sec	0.0004 sec	0.0009 sec	0.0016 sec	0.0025 sec	0.0036 sec
$v^5$	0.1 sec	3.2 sec	24.3 sec	1.7 min	5.2 min	13 min
$v^{10}$	2.7 hr	118.5 days	18.7 yrs	3.3 centuries	30.9 centuries	192 centuries
$2^v$	0.001 sec	1.0 sec	17.9 sec	12.7 days	35.7 yrs	366 centuries
$3^v$	0.59 sec	56 min	6.5 yrs	3855 centuries	$2 \times 10^8$ centuries	$1.3 \times 10^{13}$ centuries
$v!$	3.6 sec	770 centuries	$8.4 \times 10^{14}$ yrs	$2.5 \times 10^{32}$ centuries	$9.6 \times 10^{48}$ centuries	$2.6 \times 10^{66}$ centuries

ตารางที่ ค1 เวลาในการคำนวณที่อยู่ในรูป Time Complexity Function โดยมีสมมติฐาน

ว่าการคำนวณในแต่ละครั้งใช้เวลา 1 ไมโครวินาที

สมมติให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีความเร็วสูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ ของตัวอย่างที่ผ่านมา 1,000 เท่า ถ้าปัญหาไม่มีความซับซ้อนมากนัก และให้ระยะเวลาในการคำนวณเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์จากปัญหาที่ผ่านมา ถ้าปัญหาที่มีฟังก์ชัน  $v$  ก็สามารถทำให้เวลาในการคำนวณเร็วขึ้น 1,000 เท่า แต่ถ้าปัญหามีความซับซ้อนมากคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงก็สามารถช่วยในการคำนวณได้เร็วขึ้นในระดับหนึ่ง เช่นปัญหาที่มีฟังก์ชันเป็น  $v!$  เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการคำนวณเร็วกว่า 1,000 เท่า ช่วยในการคำนวณได้เร็วขึ้นเล็กน้อย ดังตัวอย่างตารางที่ ค2

Time Complexity Function $f(v)$	ขนาดของปัญหาที่ถูกแก้	
	คอมพิวเตอร์ธรรมดา	คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1,000 เท่า
$v$	$v_1$	$1000 v_1$
$v^2$	$v_2$	$31.62 v_2$
$v^5$	$v_3$	$3.98 v_3$
$v^{10}$	$v_4$	$1.99 v_4$
$2^v$	$v_5$	$v_5+10$
$3^v$	$v_6$	$v_6+6$
$v!$	$v_7$	$\left\{ \begin{array}{ll} v_7+3 & v_7 \leq 10 \\ v_7+2 & 10 < v_7 \leq 30 \\ v_7+1 & 30 < v_7 \leq 1000 \end{array} \right.$

ตารางที่ ค2 ขนาดของปัญหาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1,000 เท่า

ปัญหา เอ็นพีฮาร์ด เป็นปัญหาที่ใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบยาวนาน ดังนั้นการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาจึงเป็นไปได้ลำบาก และถึงแม้จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงมาช่วยในการคำนวณก็สามารถช่วยได้ในระดับหนึ่ง วิธีการหาคำตอบของปัญหารูปแบบนี้ได้แก่การใช้ ฮิวริสติก หรืออัลกอริทึมต่าง ๆ มาช่วยในการหาคำตอบ

## แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน

### คำชี้แจง

แบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาระดับความพึงพอใจของ “ผู้ใช้โปรแกรมประเมินผลผังโรงงาน” ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งแบบสอบถามนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขอได้โปรดพิจารณาและกรุณาตอบคำถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ เพื่อที่ผู้พัฒนาจะได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์และประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมต่อไป

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ท่านได้กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้



**ตอนที่ 1**  
**ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม**

**คำชี้แจง**

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง  และกรอกข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ

- ชาย
- หญิง

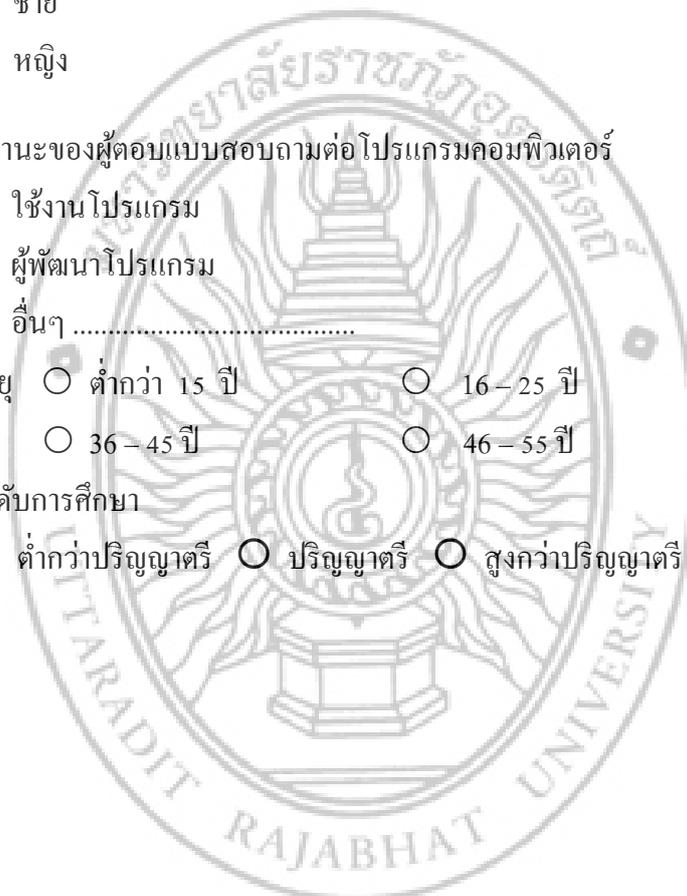
2. สถานะของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์

- ใช้งานโปรแกรม
- ผู้พัฒนาโปรแกรม
- อื่นๆ .....

3. อายุ  ต่ำกว่า 15 ปี       16-25 ปี       26-35 ปี  
 36-45 ปี       46-55 ปี       มากกว่า 55 ปี

4. ระดับการศึกษา

- ต่ำกว่าปริญญาตรี
- ปริญญาตรี
- สูงกว่าปริญญาตรี



## ตอนที่ 2

### ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม

#### คำชี้แจง

- แบบสอบถามความคิดเห็นตอนที่ 2 นี้ เป็นการสอบถามข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ
  - ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม (Functional Requirement Test)
  - ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม (Functional Test)
  - ด้านความง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม (Usability Test)
- ในการตอบแบบสอบถามตอนที่ 2 นี้ ขอความกรุณาให้ท่านดำเนินการดังนี้  
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสอบถามที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้
  - 5 หมายถึง ความเหมาะสม/ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
  - 4 หมายถึง ความเหมาะสม/ความพึงพอใจในระดับมาก
  - 3 หมายถึง ความเหมาะสม/ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
  - 2 หมายถึง ความเหมาะสม/ความพึงพอใจในระดับน้อย
  - 1 หมายถึง ความเหมาะสม/ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

#### ตัวอย่างการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน		✓			

**แบบสอบถามความพึงพอใจด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานโปรแกรม (Functional Requirement Test)**

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถของโปรแกรมในด้านรับข้อมูล 2. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการแสดงผลข้อมูล 3. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการเชื่อมโยงข้อมูลในโปรแกรม 4. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการสรุปผลลัพธ์ 5. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการจัดการในส่วนการแจ้งเตือน 6. ความสามารถของโปรแกรมในด้านการประเมินผังโรงงาน					

**แบบสอบถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของโปรแกรม (Function Test)**

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า 2. ความถูกต้องในการแสดงผลข้อมูล 3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล 4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล 5. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม 6. ความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรม 7. ความน่าเชื่อถือได้ของโปรแกรม 8. ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับการคำนวณงานจริง 9. การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น					



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายสกพจน์ วิมลเกษม  
 เลขหมายบัตรประชาชน 3 509901168 66 0  
 วัน เดือน ปีเกิด 10 ตุลาคม 2523  
 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 081-9193111  
 อีเมล sakapoj@hotmail.com



**ประวัติการศึกษา**  
 ระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2551  
 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2546  
 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย พ.ศ. 2541

**ประวัติการทำงาน**  
 พ.ศ. 2553 – 2555 อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์  
 พ.ศ. 2552 – 2553 ผู้จัดการและผู้ประสานงานโครงการ โรงงานน้ำดื่ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่