บทที่ 4

รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงาน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง รูปแบบต่างๆของปัญหาผังโรงงาน ทั้งปัญหาผังโรงงานที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ รวมถึงวิธีการในการแก้ปัญหาผังโรงงานแบบต่างๆ ด้วย

ประเภทของการจัดผังโรงงาน โดยทั่วไปสามารถแบ่งผังโรงงานออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ (บุญวา,2540) คือ

1. **การวางผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์** เป็นการจัดเครื่องจักร คน หรือหน่วยการผลิตวางเรียงตามลำดับขั้นตอนในการผลิตสินผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆ กระบวนการผลิตใดเริ่มต้นก่อน ก็จะวางหน่วยผลิตหรือเครื่องจักรประเภทนั้นไว้ก่อน กระบวนการผลิตถัดไปเป็นอย่างไร ก็วางหน่วยผลิตหรือเครื่องจักรประเภทนั้นถัดไป จนกระทั่งผลิตเสร็จเรียบร้อย ดังนั้น ในบริเวณหนึ่งจะมีการผลิตผลิตภัณฑ์เพียงประเภทเดียว ในโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์หลายประเภทก็จะมีบริเวณหลายแห่งสำหรับผลิตภัณฑ์เหล่านั้น
2. **การวางผังโรงงานแบบกระบวนการผลิต** เป็นการจัดเครื่องจักรหรือหน่วยผลิตที่มีลักษณะอย่างเดียวกันให้อยู่รวมกันเป็นหน่วยเดียวกัน เช่นแผนกเครื่องกลึง จะมีเครื่องกลึงต่างๆรวมอยู่ในบริเวณนั้น ผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็นชนิดใด ถ้าต้องกลึงก็จะถูกส่งมากลึงที่แผนกนี้
3. **การวางผังโรงงานแบบที่ตั้งคงที่ของงาน** เป็นการจัดให้วัสดุหรือชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากตั้งอยู่กับที่ โดยที่คน เครื่องจักรและชิ้นส่วนอื่นๆ จะถูกนำเข้ามาทำการผลิตบริเวณที่กำหนดไว้ เครื่องจักรหรือเครื่องมือที่ใช้มักมีขนาดเล็กทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าชิ้นส่วนหลักของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างของการวางผังแบบนั้นได้แก่ การต่อเรือเดินสมุทร การประกอบเครื่องบินโดยสาร เป็นต้น

วิธีการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานแบ่งออกเป็นสองวิธีใหญ่ๆตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ คือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ และการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณหมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการไหลและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุระหว่างสถานี ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพหมายถึง ข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหนึ่งกับสถานีอื่นๆ จากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามความต้องการ

ของผู้ออกแบบผังโรงงาน วัตถุประสงค์ของการจัดผังโรงงานคือ เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายการไหลวัสดุน้อยที่สุดหรือมีความสัมพันธ์ตามความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงานสูงสุด

4.1 การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุน้อยที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงค่าใช้จ่ายของการไหลต่อไป

4.1.1 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผังโรงงาน (Total Cost) สามารถแสดงในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ของปริมาณการไหลของวัสดุ ค่าใช้จ่ายการไหลของวัสดุของแต่ละแผนกและระยะทางระหว่างแผนก เป้าหมายของการจัดผังโรงงานคือเพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด ดังสมการ (4.1)

$$\text{Minimize } C = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij}.c_{ij}.d_{ij} \qquad (4.1)$$

C คือค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากผังโรงงาน

f_{ij} คือปริมาณการไหลของวัสดุจากแผนก i ไปแผนก j

c_{ij}คือค่าใช้จ่ายการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

dij คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j โดยวัดจากเซ็นทรอยด์ (Centroid) ของแต่ละแผนก การวัดระยะทางโดยทั่วไปแล้วมีอยู่สองแบบคือการวัดแบบเรคติลิเนียร์ (Rectilinear) และการวัดแบบยูคลิเดียน (Euclidean) (Askin และ Strandridge,1993)

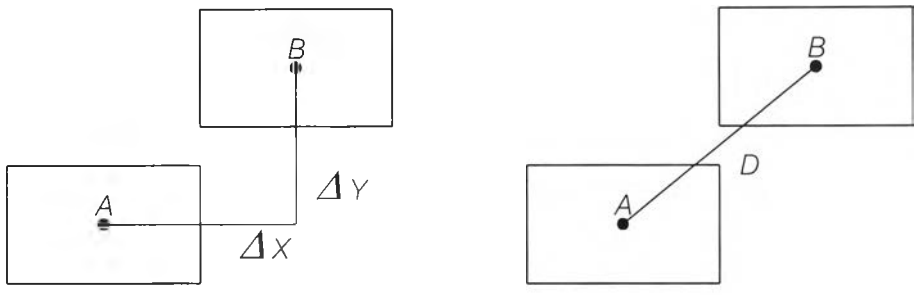
ระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ คือระยะทางระหว่างสถานีที่เป็นไปตามแนวแกน x และแกน y การวัดระยะทางลักษณะนี้เหมาะสมกับการวัดระยะทางของทางเดินระหว่างแผนก การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการ (4.2)

$$d_{ij} = \Delta x + \Delta y \qquad (4.2)$$

ระยะทางแบบยูคลิเดียน คือระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างสถานี เหมาะสมกับการวัดระยะทางของโอเวอร์เฮดคอนเวเยอร์ การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการ (4.3)

$$d_{ij} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \qquad (4.3)$$

การวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์และแบบระยะทางแบบยูคลิเดียน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1ก และ 4.1ข



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

รูปที่ 4.1 ก) *แสดงถึงระยะทางแบบเรคติลิเนียร์* ***รูปที่ 4.1 ข)*** *แสดงถึงระยะทางแบบยูคลิเดียน*

รูปที่ 4.1 *แสดงการคำนวณระยะทางแบบต่าง ๆ*

4.1.2 การแก้ปัญหาผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

รูปแบบของปัญหาตามสมการ (4.1) เรียกว่า Quadratic Assignment Problems (QAP) (ภาคผนวก ก) เป็นปัญหาที่เป็นที่รู้จักกันดีทางด้าน Optimization ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี อย่างไรก็ตาม QAP จัดเป็นปัญหาประเภท NP-hard (ภาคผนวก ข) ซึ่งไม่เหมาะที่จะหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ เช่นโปรแกรมเชิงเส้น เนื่องจากเวลาที่จะเสียไปในการหาคำตอบจะเพิ่มขึ้นเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น แนวทางในการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีแม้จะไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุดคือ การใช้ฮิวริสติก (Heuristic) ข้อดีของการใช้ฮิวริสติกคือ ง่ายต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆและมีความซับซ้อนน้อย เหมาะสมกับปัญหาขนาดเล็กส่วนข้อเสียของฮิวริสติกก็คือคำตอบที่ได้อาจไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาประเภทนี้มีอยู่สองวิธีใหญ่ๆคือ คอนสตรัคชั่นฮิวริสติก (Construction Heuristic) และอิมพรู๊ฟเม้นท์ฮิวริสติก (Improvement Heuristic) (Fransis และคณะ, 1992)

4.2 การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อจัดวางตำแหน่งของทรัพยากรของโรงงานเช่นเครื่องจักร สถานีงาน ฯลฯ ให้อยู่ติดกันหรือห่างจากกันตามความสัมพันธ์ของทรัพยากรนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกได้จากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Muther, 1973) การจัดผังโรงงานประเภทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบผังโรงงานอย่างมี

ระบบ หรือ SLP (Systematic Layout Planning) โดยพิจารณาถึง ค่า TCR (Total Closeness Rating) ค่า TCR ที่ใช้พิจารณาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

4.2.1 ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Adjacent Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่ามากที่สุด ดังสมการที่ 4.4

$$\text{Maximize } V = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^{M} \delta_{ij} V(r_{ij}) \qquad (4.4)$$

V คือ TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก

ค่า δ_{ij} เป็น 1 ถ้าแผนก i และ j อยู่ติดกัน และ ค่า δ_{ij} เป็น 0 ถ้าแผนก i และ j ไม่ได้อยู่ติดกันดังรูปที่ 4.2

$V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก i และ j คะแนน การให้คะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนกจากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

M คือจำนวนแผนก

รูปที่ 4.2 *ความใกล้ชิดระหว่างสถานี*

4.2.2 ค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่าน้อยที่สุด ดังสมการที่ 4.5

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^{M} V(r_{ij}) d_{ij} \qquad (4.5)$$

d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

Z คือ TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก

$V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก i และ j คะแนน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ได้จาก แผนภูมิ REL หรือ แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นแผนภูมิที่แสดงถึงความ

สัมพันธ์ของทุกแผนกในผังโรงงานนั้นๆ ดังแสดงดังรูป 4.20 และใช้สัญลักษณ์แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนกเป็น A E I O U และ X สัญลักษณ์เหล่านี้มีความหมายดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 *สัญลักษณ์และความหมายของระดับความสัมพันธ์*

สัญลักษณ์	ระดับความสัมพันธ์
A	Absolutely Necessary
E	Especially Necessary
I	Important
O	Ordinary
U	Unimportant
X	Undesirable

เพื่อความสะดวกในการคำนวณในสมการที่ 4.4 และ 4.5 ค่า $v(r_{ij})$ ควรเปลี่ยนให้อยู่ในรูปคะแนนที่เป็นจำนวนเต็ม โดยทั่วไปแล้วการให้คะแนนของระดับความสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือการให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential) และการให้คะแนนแบบลิเนียร์ (Linear) ดังตารางที่ 4.2

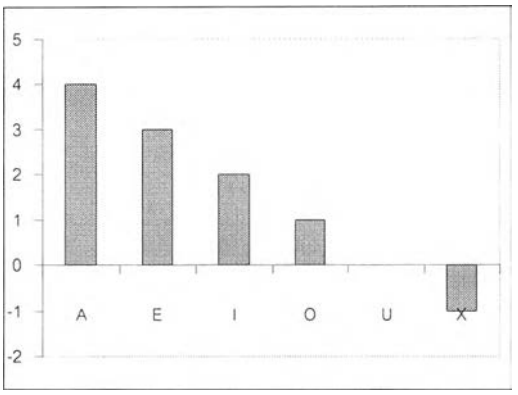
ตารางที่ 4.2 *เปรียบเทียบการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและแบบเชิงเส้น*

ระดับความสัมพันธ์	คะแนนแบบเชิงเส้น	คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
A	4	81
E	3	27
I	2	9
O	1	3
U	0	1
X	-1	-243

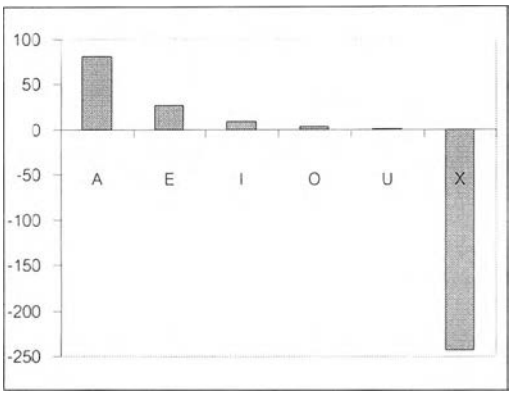
การให้คะแนนแบบเชิงเส้นหรือแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้วางผังโรงงาน ถ้าผู้วางผังโรงงานต้องการแต่ละแผนกมีความแตกต่างกันมากๆ ก็ควรเลือกวิธีการแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ถ้าผู้วางผังโรงงานให้ระดับความสัมพันธ์ไม่มีความแตกต่างกันมาก ก็ควรเลือกวิธีการแบบลิเนียร์ ซึ่งคำตอบของผังโรงงานที่ดีก็จะแตกต่างกันออกไป

รูปที่ 4.3 ก และ ข แสดงถึงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ โดยให้คะแนนแบบเชิงเส้นและแบบเอ็กโปเนนเชียล ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตามผู้วางผังโรงงานต้องพึงระลึกอยู่เสมอว่าการให้คะแนนเชิงคุณภาพไม่สามารถจะนำมาใช้กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ทุกกรณีเช่น ไม่อาจกล่าวได้ว่า 2I มีค่าเท่ากับ A และการนำไปใช้ควรระบุถึงคำอธิบายทางด้านเหตุผลด้วย



4.3 ก) แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ที่ให้คะแนนแบบเชิงเส้น



4.3 ข) แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ที่ให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

***รูปที่ 4.3** แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กับการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและเชิงเส้น*

4.3 สรุปท้ายบท

โดยทั่วๆไปแล้วรูปแบบปัญหาของการจัดผังโรงงานมี 2 ประเภทคือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณและการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **รูปแบบของปัญหา การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ** มีสมการดังต่อไปนี้

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

C คือค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากการจัดวางผังโรงงาน

f_{ij} คือปริมาณการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

c_{ij} คือค่าใช้จ่ายของการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j โดยวัดจากเซ็นทรอยด์ของแต่ละแผนก

- **รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ** ในการแก้ปัญหาประเภทนี้พิจารณาถึง ค่า TCR (Total Closeness Rating) ค่า TCR ที่ใช้พิจารณามีประเภทคือ ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Adjacent Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่ามากที่สุด หรือค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่าง

แผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่าน้อยที่สุด ดังสมการดังต่อไปนี้

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

ค่า δ_{ij} เป็น 1 ถ้าแผนก i และ j อยู่ติดกัน และ ค่า δ_{ij} เป็น 0 ถ้าแผนก i และ j ไม่ได้อยู่ติดกัน

M คือจำนวนแผนก

V คือ TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก

สมการค่าความใกล้ชิดที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนกคือ

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

d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

Z คือ TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก

$V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก i และ j คะแนนตามแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์

I2034568