บทที่ 4

รูปแบบของปัญหาการออกแบบผังโรงงาน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะของปัญหาการออกแบบผังโรงงาน ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ (ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ และการพิจารณาความสัมพันธ์ของทางเดิน) และข้อมูลเชิงคุณภาพ (ความสัมพันธ์ระหว่างแผนก) ที่ใช้ในงานวิจัย รวมถึงการออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบฟัซซี่

วิธีการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานแบ่งออกเป็นสองวิธีใหญ่ๆตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ คือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ และการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการไหล ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุระหว่างสถานี และข้อมูลความสัมพันธ์ของทางเดิน ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ หมายถึง ข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหนึ่งกับสถานีอื่นๆ จากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงาน วัตถุประสงค์ของการจัดผังโรงงานคือ เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายการไหลวัสดุน้อยที่สุด ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำที่สุด ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำที่สุด และค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำที่สุด

4.1 การออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

การออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุน้อยที่สุด หรือเพื่อให้ค่าฟิตเนสของทางเดินต่ำที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

4.1.1 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายโดยรวมของการออกแบบผังโรงงาน (Total Cost) สามารถแสดงในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ของปริมาณการไหลของวัสดุ ค่าใช้จ่ายการไหลของวัสดุของแต่ละแผนกและระยะทางระหว่างแผนก เป้าหมายของการออกแบบผังโรงงานคือเพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด ดังสมการ (4.1)

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

C คือ ค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากผังโรงงาน

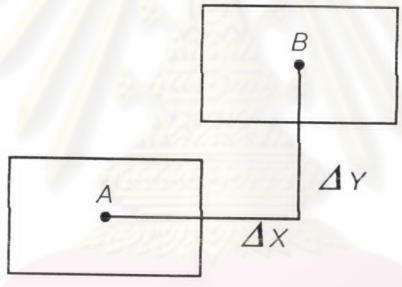
f_{ij} คือ ปริมาณการไหลของวัสดุจากแผนก i ไปแผนก j

c_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j โดยวัดจากเซ็นทรอยด์ (Centroid) ของแต่ละแผนกแบบเรคติลิเนียร์ (Rectilinear)

ระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ คือระยะทางระหว่างสถานีที่เป็นไปตามแนวแกน x และแกน y การวัดระยะทางลักษณะนี้เหมาะสมกับการวัดระยะทางของทางเดินระหว่างแผนก (Askin และ Strandridge,1993) การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการ (4.2) และแสดงดังรูปที่ 4.1

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



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

***รูปที่ 4.1** แสดงการวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์*

4.1.2 ทางเดินระหว่างแผนก

การพิจารณาทางเดินระหว่างแผนก (Aisle) ตัววัดที่ดีในการออกแบบทางเดิน มี 2 อย่าง คือ (Lin และ Sharp, 1999)

1. พื้นที่ที่ถูกให้บริการโดยทางเดิน จะเป็นพื้นที่ของแผนกทั้งหมดในผังโรงงานที่มีทางเดินล้อมรอบ พื้นที่ที่ถูกให้บริการโดยทางเดินยิ่งมากในขณะที่ใช้ความยาวของทางเดินน้อยจะดี เพราะการที่ทางเดินมีความยาวรวมทั้งหมดมากไป จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนที่ได้ แสดงความสัมพันธ์ดังสมการ (4.3)

$$A_1 = \frac{Total\ area\ served\ by\ whole\ aisle\ system}{Total\ aisle\ length} \qquad (4.3)$$

2. จำนวนของจุดตัดกัน แบ่งตามประเภทคือ สี่แยก สามแยก และสองแยก ถ้าในผังโรงงานมีทางแยกมากเกินไปจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการเคลื่อนที่ ส่งผลให้เกิดต้นทุนที่สูงตามมาได้ โดยสามารถหาจำนวนจุดตัดแต่ละประเภทได้ดังสมการ (4.4)

$$A_2 = \sum(Type\ of\ \text{int}er\,\text{sec}tion \times Number\ of\ \text{int}er\,\text{sec}tion) \qquad (4.4)$$

สมการทางคณิตศาสตร์ของทางเดิน จึงเป็นไปดังสมการ (4.5)

$$Minimize \quad A = \frac{1}{A_1} \times A_2 \qquad (4.5)$$

A คือ ค่าความสัมพันธ์ของการพิจารณาทางเดิน

A_1 คือ ความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่ได้รับบริการจากทางเดิน

A_2 คือ ความสัมพันธ์ของจุดตัดและจำนวนจุดตัดของแผนกทั้งหมด

โดยค่า A_1 ควรมีค่ามาก และค่า A_2 ควรมีค่าน้อย ลักษณะทางเดินระหว่างแผนกที่กำหนดนั้น จะถูกคำนึงรวมกับพื้นที่แผนกในขั้นตอนการออกแบบ และมีความกว้างเท่ากันทั่วทั้งผังโรงงาน

4.1.3 การแก้ปัญหาผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

รูปแบบของปัญหาตามสมการ (4.1) เรียกว่า Quadratic Assignment Problems (QAP) (ดู ภาคผนวก ก) เป็นปัญหาที่เป็นที่รู้จักกันดีทางด้าน Optimization ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี อย่างไรก็ตาม QAP จัดเป็นปัญหาประเภท NP-hard (ดู ภาคผนวก ข) ซึ่งไม่เหมาะที่จะหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ เช่น โปรแกรมเชิงเส้น เนื่องจากเวลาที่จะเสียไปในการหาคำตอบ จะเพิ่มขึ้นเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น แนวทางในการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีแม้จะไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุดคือ การใช้ฮิวริสติก (Heuristic) ข้อดีของการใช้ฮิวริสติกคือ ง่ายต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆและมีความซับซ้อนน้อย เหมาะสมกับปัญหาขนาดเล็กส่วนข้อเสียของฮิวริสติกก็คือ คำตอบที่ได้อาจไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาประเภทนี้มีอยู่สองวิธีใหญ่ๆคือ คอนสตรัคชั่นฮิวริสติก (Construction Heuristic) และอิมพรู๊ฟเม้นท์ฮิวริสติก (Improvement Heuristic) (Fransis และคณะ, 1992)

4.2 การออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อจัดวางตำแหน่งของทรัพยากรของโรงงานเช่นเครื่องจักร สถานีงาน ฯลฯ ให้อยู่ติดกันหรือห่างจากกันตามความสัมพันธ์ของทรัพยากรนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกได้จากแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Muther, 1973) การจัดผังโรงงานประเภทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ หรือ SLP (Systematic Layout Planning) โดยพิจารณาถึง ค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งต้องมีค่าน้อยที่สุด ดังสมการที่ 4.6

$$Minimize \quad Z = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^{M} V(r_{ij}) d_{ij} \qquad (4.6)$$

d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

Z คือ TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก

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

แผนภูมิความสัมพันธ์ แสดงถึงความสัมพันธ์ของทุกแผนกในผังโรงงานนั้นๆ และใช้สัญลักษณ์แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนกเป็น A E I O U และ X (Heragu, 1997) สัญลักษณ์เหล่านี้มีความหมายดังตารางที่ 4.1

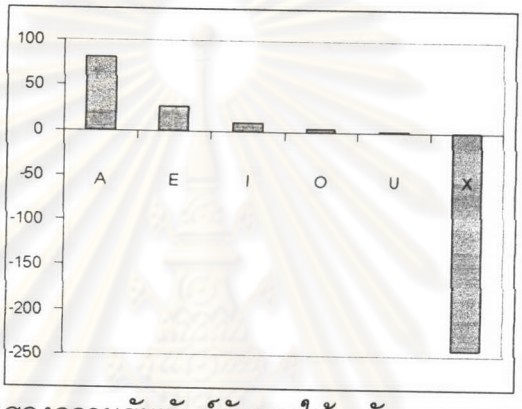
ตารางที่ 4.1 *สัญลักษณ์และความหมายของระดับความสัมพันธ์*

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

เพื่อความสะดวกในการคำนวณในสมการที่ 4.6 $V(r_{ij})$ ควรเปลี่ยนให้อยู่ในรูปคะแนนที่เป็นจำนวนเต็มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในแต่ละคำตอบ ดังตารางที่ 4.2 และแสดงดังรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ระดับความสัมพันธ์	คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
A	81
E	27
I	9
O	3
U	1
X	-243



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กับการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

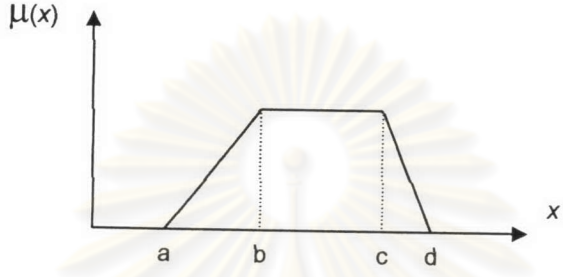
แต่อย่างไรก็ตามผู้วางผังโรงงานต้องพึงระลึกอยู่เสมอว่าการให้คะแนนเชิงคุณภาพไม่สามารถจะนำมาใช้กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ทุกกรณีเช่น ไม่อาจกล่าวได้ว่า 2I มีค่าเท่ากับ A และการนำไปใช้ควรระบุถึงคำอธิบายทางด้านเหตุผลด้วย

4.3 การออกแบบผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลแบบฟัซซี่

การแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงานข้อสมมติฐานแบบดีเทอมินิสติก ไม่เหมาะสมกับระบบการผลิตสมัยใหม่ เนื่องจากการไหลของวัสดุระหว่างแผนกมักเปลี่ยนไปตามช่วงเวลา ตามลักษณะของธุรกิจ การเติบโต และความต้องการที่ไม่คงที่ ในการออกแบบผังโรงงานผู้วางผังโรงงานอาจใช้ประสบการณ์เป็นตัวกำหนดข้อมูลการไหล ซึ่งผู้วางผังสามารถทราบได้ว่าค่าใดเป็นค่าที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ลักษณะดังกล่าวจึงเกิดความไม่แน่นอน Cheng และ Gen ได้เสนอวิธีแบบฟัซซี่ (Fuzziness approach) โดยการใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต (Fuzzy set theory) สำหรับจัดการกับเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนดังกล่าว ข้อมูลความไม่นอนต่าง ๆจะอยู่ในรูปแบบ

ตัวเลขคอนเวกฟัซซี่ (Convex fuzzy number) ซึ่งมีข้อดีที่ผู้วางผังโรงงานไม่ต้องให้ค่าที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ผสม หรือค่าที่แน่นอนของความน่าจะเป็น ในการวางผังโรงงาน

ตัวเลขคอนเวกฟัซซี่ หรือที่เรียกอีกอย่างว่า ฟัซซี่อินเทอร์โฟล (Fuzzy interflow) จะถูกแทนที่ด้วย ตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal fuzzy number, TrFN) ซึ่งประกอบไปด้วยชุดตัวเลข 4 ตัว คือ a, b, c และ d ดังแสดงในรูปที่ 4.3



***รูปที่ 4.3** ตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู*

โดยที่ตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู จะเป็นตัวแทนของข้อมูลการไหลของวัสดุระหว่างแผนก ซึ่งแบ่งเป็นกรณีที่แตกต่างกัน 4 กรณี เนื่องมาจากข้อมูลไม่แน่นอนหรือจากประสบการณ์การวางผังโรงงานของผู้ออกแบบ คือ

a คือ กรณีดีที่สุด (มีความถี่ในการไหลน้อยครั้ง)
b คือ กรณีใกล้เคียงดีที่สุด
c คือ กรณีใกล้เคียงแย่ที่สุด
d คือ กรณีแย่ที่สุด (มีความถี่ในการไหลมากครั้ง)

เนื่องจากตัวเลขแบบฟัซซี่ประกอบด้วยจำนวนจริงที่แตกต่างกัน Lee และ Li ได้เสนอวิธีที่ใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่มีพื้นฐานมาจากการวัดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์แบบฟัซซี่เพื่อจัดอันดับตัวเลขแบบฟัซซี่ เมื่อ $\widetilde{M}$ คือ TrFN ค่าเฉลี่ยเมื่อเป็นความหนาแน่นแบบสม่ำเสมอ (Uniform density) จะเป็นดังสมการ (4.7)

$$m(\widetilde{M}) = \frac{-a^2b^2 + c^2 + d^2 - ab + cd}{3(-a-b+c+d)} \qquad (4.7)$$

ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสมการ (4.8)

$$\sigma(\tilde{M})=\frac{\left[\frac{1}{b-a}\left(\frac{b^4}{4}-\frac{ab^4}{3}+\frac{a^4}{12}\right)+\frac{1}{3}(c^3-b^3)+\frac{1}{d-c}\left(\frac{d^4}{12}-\frac{c^3d}{3}+\frac{c^4}{4}\right)\right]}{\left[\frac{1}{2}(-a-b+c+d)\right]}-m(\tilde{M})^2 \qquad (4.8)$$

งานวิจัยนี้จึงใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย ในสมการที่ (4.7) เมื่อข้อมูลปริมาณการไหลของวัสดุ (f_{ij} จากสมการที่ 4.1) เป็นแบบฟัซซี่ เพื่อนำไปคำนวณหาฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของคำตอบผังโรงงานที่ได้ และเปรียบกับข้อมูลปริมาณการไหลของวัสดุทั้ง 4 กรณี โดยค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะเป็นตัวแทนของการพิจารณาความไม่แน่นอนหรือฟัซซี่นั่นเอง

4.4 สรุปท้ายบท

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบผังโรงงาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ข้อมูลเชิงปริมาณ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากการขนถ่ายวัสดุ ในสมการที่ 4.1 และการพิจารณาความสัมพันธ์ของทางเดิน ในสมการที่ 4.5 ซึ่งต้องมีค่าน้อยที่สุด
- ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ในสมการที่ 4.6 ซึ่งต้องมีค่าน้อยที่สุด

การออกแบบผังโรงงานทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการวัดระยะทางระหว่างแผนกแบบเรคติลิเนียร์ ดังสมการที่ 4.2

สำหรับการพิจารณาข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบฟัซซี่ จะอยู่ในรูปของตัวเลขฟัซซี่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู ประกอบด้วย 4 กรณีที่แตกต่างกัน คือ

- กรณีดีที่สุด (ความถี่ในการไหลน้อยครั้ง)
- กรณีใกล้เคียงดีที่สุด
- กรณีใกล้เคียงแย่ที่สุด
- กรณีแย่ที่สุด (ความถี่ในการไหลมากครั้ง)

ข้อมูลทั้ง 4 กรณีสามารถจัดอันดับได้โดยการใช้ค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ 4.7 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานดังสมการที่ 4.8