



การพัฒนาโปรแกรมการวางผังโรงงาน Development of Program for Plant Layout Design

สกพจน์ วิมลเกษม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

239 ถ.ห้วยแก้ว อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์: 0-5394-4125, โทรสาร: 0-5394-4185, Email: sakapoj@hotmail.com

Sakapoj Wimonkasame

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University

239 Huay Kaew Rd., Meaung, Chiang Mai 50200

Tel : 0-5394-4125, Fax : 0-5394-4185, E-mail : sakapoj@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สนับสนุนโปรแกรมอารีน่า (Arena) ในการวางผังโรงงานโดยใช้ความได้เปรียบในด้านความเร็วของการคำนวณ และความแม่นยำของคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม ร่วมกับการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ดำเนินงานเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน และเพื่อประเมินผลการใช้วิธีต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

ในการศึกษาผู้วิจัยทำการสร้างโปรแกรมการวางผังโรงงาน โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิสวลเบสิก (Microsoft Visual Basic) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการหลักการค้นหาคำตอบสองแบบคือ คราฟท์ (CRAFT) และซิมูเลเต็ด อะเนลลิง (Simulated Annealing) เพื่อหาผังโรงงานที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกต่ำที่สุด ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดตำแหน่งของผังโรงงานด้วยตัวเองได้และใช้โปรแกรมอารีน่าประเมินผลลัพธ์โดยรวมของผังโรงงาน จากผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมสามารถแก้ปัญหการวางผังโรงงานได้อย่างเหมาะสม และผลจากการค้นหาคำตอบโดยวิธี ซิมูเลเต็ด อะเนลลิง ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า คราฟท์

ABSTRACT

The purpose of the research is to developing a plant layout program to support Arena Simulation Software. This study gained advantage from computer calculation speed and accuracy to find appropriate results.

Microsoft Visual Basic Software was used to develop the program. Two algorithms were applied to the program. The first algorithm was Craft and the second was Simulated Annealing. These two algorithms were used to find the final plant layout that produced minimum total cost which calculated from transportation cost between departments. After that, result from program would be an input of Arena, a simulation program. Therefore, a production simulation can be derived. As a result, output from Simulated Annealing is better than Craft's.

1. บทนำ

กิจการอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน ได้ตระหนักถึงความสำคัญ ทางด้านการวางแผนโรงงานมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความมุ่งหวัง ที่จะใช้ทรัพยากรและปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งการวางแผนโรงงานเป็นการจัดวาง แผนเพื่อจัดเรียงสถานที่เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหลายภายในโรงงาน ให้มีความเหมาะสม กับกระบวนการผลิตและข้อจำกัดต่างๆภายในโรงงานโดยพยายามจัดเรียงสิ่งต่างๆ ดังกล่าวลงในทิศทางที่จะก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัสดุที่เหมาะสมและยังผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด

ผู้วิจัยเห็นว่าการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผนโรงงานโดยพยายามใช้ความได้เปรียบในด้านความเร็วของการคำนวณ และความแม่นยำมาใช้ประโยชน์ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพของการดำเนินงานได้ เนื่องจากตัวแปรได้ถูกออกแบบมาให้เห็นอยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์

สิ่งสำคัญที่ผู้วางแผนโรงงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควรทราบคือ ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป คอมพิวเตอร์เพียงแต่จะช่วยให้งานดำเนินไปได้รวดเร็วขึ้น และช่วยในการประเมินผลด้วยเกณฑ์ตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ส่วนของการวางแผนโรงงานที่คอมพิวเตอร์ช่วยได้มากก็คือ การหาทางเลือกของการวางแผนโรงงานให้พิจารณาหลายๆ แบบส่วนการเลือกใช้ในขั้นสุดท้ายยังคงอยู่ในดุลยพินิจของผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ

2. รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงาน

รูปแบบของการจัดผังโรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับการจัดเรียงวางแผนต่างๆ สถานีหรือ เครื่องจักร หรือรวมเรียกว่าบล็อกแพลน (Block Plan) จำนวน n แผนกลงใน m ตำแหน่ง (โดยที่ $n \leq m$) มีขั้นตอนการจัดผังโรงงานอย่างมีระบบ [1]

วิธีการแก้ปัญหการจัดผังโรงงานแบ่งออกเป็นสองวิธีใหญ่ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้คือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ และการจัดผังโรงงานโดยข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณหมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการไหลและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุระหว่างสถานี ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพหมายถึง ข้อมูลที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหนึ่งกับสถานีอื่นๆ จากแผนภูมิสร้างความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงาน โดยงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการแก้ปัญหการจัดผังโรงงาน

รูปแบบการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายของการไหลวัสดุน้อยที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงค่าใช้จ่ายของการไหลต่อไปอย่างละเอียดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผังโรงงาน (Total Cost) ดังสมการที่ (1)

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

C คือค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากการวางแผนโรงงาน f_{ij} คือปริมาณการไหลจากแผนก i ไปแผนก j c_{ij} คือค่าใช้จ่ายการไหลจากแผนก i ไปแผนก j d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j โดยวัดจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละแผนกและ การหาจุดศูนย์กลางของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ตามสมการที่ (2) และ (3)

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

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

(X, Y) คือจุดศูนย์กลางของแผนก A คือพื้นที่ของแผนกที่ต้องการหา x_1 คือจุด x - coordinate ซ้ายสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก x_2 คือจุด x - coordinate ขวาสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก y_1 คือจุด y - coordinate ต่ำสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก y_2 คือจุด y - coordinate สูงสุดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

การวัดระยะทางในผังโรงงานโดยทั่วไปแล้วมีอยู่สองแบบคือการวัดแบบเรกติลีนีเยร์ (Rectilinear) และการวัดแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean) [2] ระยะทางแบบเรกติลีนีเยร์ คือระยะทางระหว่างสถานที่ที่เป็นไปตามแนวแกน x และแกน y การวัดระยะทางลักษณะนี้เหมาะสมกับการวัดระยะทางของทางเดินระหว่างแผนก การวัดระยะทางเป็นไปดังสมการที่ (4)

$$d_{ij} = \Delta x + \Delta y \quad (4)$$

ระยะทางแบบยูคลิดีเนียน คือระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างสถานที่ เหมาะสมกับการเป็นไปวัดระยะทางของโอเวอร์เฮดคอนเวเยอร์ การวัดระยะทางดังสมการที่ (5)

$$d_{ij} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (5)$$

2.1 การค้นหาคำตอบโดยวิธีของ คราฟท์

คราฟท์ (Computerized Relative Allocation Facilities Technique, CRAFT) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบผังโรงงาน ซึ่งเป็นการปรับปรุงผังโรงงานเดิมที่มีอยู่หรือผังโรงงานเริ่มต้น โดยวิธีสับเปลี่ยนตำแหน่งของแผนก 2 แผนกหรือ 3 แผนก (Two-way หรือ Tree-way Exchange) ให้ได้รูปแบบผังโรงงานหลายๆ แบบขึ้นมาเพื่อหารูปแบบผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด คือลดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด โดยมีกฎเกณฑ์ว่าแผนกที่ทำการสับเปลี่ยนตำแหน่งจะต้องมีพื้นที่เท่ากันหรือมีอาณาเขตติดกัน และผลของการสับเปลี่ยนตำแหน่งของแผนกจะไม่ทำให้พื้นที่ของแผนกใดแผนกหนึ่งถูกแบ่งแยกหรือขาดออกจากกัน ซึ่งทำให้สามารถเปลี่ยนตำแหน่ง 2 แผนกใดๆ ได้โดยแผนก 2 แผนกนั้นจะอยู่ติดกันหรือไม่ติดกันก็ได้ [3]

วิธีการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัยโดยใช้คราฟท์

ปัญหาการจัดวางผังโรงงานในงานวิจัยนี้ เป็นการ จัดวางผังโดยที่แต่ละแผนกมีขนาดพื้นที่เท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และผู้ออกแบบสามารถกำหนดรูปร่าง ขนาด และทิศทางการวางที่แน่นอนของแผนกได้ โดยมีข้อกำหนดคือ

รูปร่างที่สามารถกำหนดได้เป็นแผนกที่มีรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นแบบบล็อกแพลน และกำหนดได้ทีละ 1 แผนกเท่านั้น และอธิบายรายละเอียดต่างๆ ตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับข้อจำกัดของการออกแบบ ในการออกแบบจะต้องทราบถึงข้อจำกัดต่างๆ เพื่อช่วยในการสร้างผังโรงงานที่จะเป็นขอบเขตในการจัดเรียงแผนกต่างๆ ทีละแผนกซึ่งข้อจำกัดที่ต้องพิจารณา ได้แก่

- จำนวนแผนกทั้งหมดในโรงงาน
- ความกว้างและความยาวของผังโรงงาน
- พื้นที่ที่ต้องการของแต่ละแผนก
- การวาดผังที่มีแผนกขาดจากกันไม่สามารถทำได้
- จำนวนการแบ่งแผนกที่มีขนาด กว้าง x ยาว ในผังโรงงาน ออกเป็นบล็อกย่อยที่มีขนาด m แถว x n แนว และสามารถกำหนดอัตราส่วนของบล็อก (Scale) กับความกว้างและความยาวของผังโรงงานได้
- ข้อมูลการไหลของวัสดุแต่ละแผนก
- ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการไหลของวัสดุแต่ละแผนก
- การสลับแผนกที่เป็นไปได้ทั้งหมด กล่าวคือจะไม่ทำการพิจารณาการสลับแผนกซ้ำในแต่ละรอบของการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสลับแผนกที่เป็นไปได้ทั้งหมด M แผนก ตามสมการที่ (6)

$$M = \frac{N(N-1)}{2} \quad (6)$$

M คือแผนกที่เป็นไปได้ทั้งหมด N คือจำนวนแผนกทั้งหมด ในผังโรงงาน

2. ทำการใส่แผนกต่างๆ จนครบทุกแผนกโดยเริ่มที่เรียงแผนกใดก่อนหรือหลังก็ได้

3. ทำการสลับผังโรงงานตามกฎเกณฑ์ว่าแผนกที่ทำการสับเปลี่ยนตำแหน่งจะต้องมีพื้นที่เท่ากันหรือมีอาณาเขตติดกัน ถ้าแผนกไม่เป็นไปตามตามกฎเกณฑ์ก็จะไม่พิจารณา และพิจารณาแนวแกนในการสลับผังโรงงานทั้งหมด 8 แกน โดยสามารถกำหนดว่าจะสลับในแนวแกนจากทั้งหมด 8 แกนก็ได้ ซึ่งการสลับพื้นที่แต่ละแนวแกน

ทำให้เกิดรูปร่างของ แผนกและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมีค่าไม่เท่ากัน

4. สมการเป้าหมาย คือค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผังโรงงานตามสมการที่ (1) ขั้นตอนของ กราฟที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 กราฟที่ต้องการมีการป้อนข้อมูลของผังโรงงานต้นแบบ และทำการหาค่าใช้จ่ายของผังโรงงาน โดยค่าใช้จ่ายที่ได้จะกำหนดให้เป็นค่าใช้จ่ายที่ยอมรับเริ่มต้น และเป็นค่าค่าใช้จ่ายที่ดีที่สุดเริ่มต้น

4.2 เป็นการประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการสลับแผนกทีละคู่เพื่อหาผังโรงงานใหม่ที่ดีขึ้น โดยประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนี้คือระยะทางในการสลับแผนกเดิม และจำนวนของการสลับแผนกที่เป็นไปได้เท่ากับสมการที่ (6) ซึ่งคู่ของแผนกที่ทำการสลับผังโรงงานแล้วได้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดจะนำไปทำการสลับผังโรงงานจริง ซึ่งการสลับแผนกจะทำตามกฎเกณฑ์ของกราฟที่ถ้าไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ของกราฟก็จะไม่นำมาพิจารณาในการสลับแผนก

4.3 เป็นการทำการสลับแผนกจริงในผังโรงงานที่ได้จากขั้นตอนที่ 4.2 โดยทำการสลับแผนกและคิดระยะทางจริง แล้วคำนวณค่าใช้จ่ายโดยคิดระยะทางจริง (สามารถกำหนดการสลับแผนกตามแนวแกนทั้ง 8 ได้)

4.4 ขั้นตอนในการตรวจสอบการหยุดการทำงาน โดยทำการตรวจสอบว่ามีการสลับแผนกโดยการประมาณ และทำการสลับจริงแล้วไม่เกิดผังโรงงานใหม่ที่มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิม ถ้ายังก็ทำการสลับแผนกตามขั้นตอนที่ 4.2 และ 4.3 จนได้ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดและจบการทำงาน

2.2 การค้นหาคำตอบโดยใช้ ซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง

การค้นหาคำตอบแบบ ซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง (Simulated Annealing) เป็นวิธีการที่มาจากจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) โดยใช้แก้ปัญหา Combinatorial Optimization หลักการทำงานของซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง จำลองมาจากกระบวนการให้ความร้อนแก่โลหะเพื่อให้

โลหะอ่อนตัวและทำการลดอุณหภูมิของสารนั้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งถึงจุดเยือกแข็ง (physical annealing) โดยเวลาที่ใช้สำหรับแต่ละอุณหภูมิของการอบอ่อนนั้น ต้องมีมากพอที่จะทำให้ระบบเข้าสู่สภาวะเสถียร หากการอบอ่อนไม่ได้เป็นไปด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาการคงตัวที่กำหนดก็จะทำให้เกิดการแปรปรวนของการจับตัวกันของโครงสร้างชิ้นงาน ทำให้ได้ชิ้นงานที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ และผลของคำตอบคือความต้องการให้เกิดการจัดเรียงโมเลกุลที่แข็งแกร่ง [4]

การค้นหาคำตอบแบบซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่งสามารถแก้ปัญหาโดยการยอมรับค่าที่ยืดหยุ่นกว่า คือจะไม่ยอมรับแต่คำตอบที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่จะมีการยอมรับคำตอบที่ด้อยลงด้วยความน่าจะเป็นค่าหนึ่ง คือ P ทำให้เกิดโอกาสในการค้นหาคำตอบที่ดีขึ้น ซึ่งอาจอยู่ในบริเวณอื่นเป็นไปได้อีกมากขึ้น ค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับคำตอบที่ด้อยลงดังกล่าวมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละรอบของการค้นหาคำตอบในรอบแรกๆ จะมีค่าสูง (ใกล้เคียงกับ 1) เมื่อกระบวนการค้นหาคำตอบดำเนินไประยะหนึ่งจึงค่อยๆ ลดลงด้วยค่าการทอนอุณหภูมิ (cooling rate) ค่าหนึ่งจนกระทั่งในที่สุดมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ดังสมการที่ (7)

$$P = \exp \left(- \left| \frac{Cost_{i+1} - Cost_i}{T_i} \right| \right) \quad (7)$$

P คือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับคำตอบที่ด้อยลง

$Cost_{i+1}$ คือ ค่าใช้จ่ายของรอบ (iteration) ถัดไป

$Cost_i$ คือ ค่าค่าใช้จ่ายของรอบปัจจุบัน T_i คือ ค่าอุณหภูมิ

รอบปัจจุบัน จากสมการที่ (7) เห็นได้ว่าค่าความน่าจะเป็นถูกกำหนดโดย ค่าความแตกต่างของค่าใช้จ่าย

$|Cost_{i+1} - Cost_i|$ และค่าอุณหภูมิควบคุม (Temperature Control, T_i)

พารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการค้นหาคำตอบแบบซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง มีดังนี้คือ

1. อุณหภูมิเริ่มต้น การหาอุณหภูมิเริ่มต้นมีผลอย่างมากต่อการแก้ปัญหาโดยใช้ ซิมูเลเต็ด อะเนลลิ่ง ซึ่งอุณหภูมิเริ่มต้นต้องมีความร้อนพอที่จะยอมให้โลหะ

มีการอ่อนตัว ถ้าอุณหภูมิไม่มีความร้อนสูงพอ คำตอบสุดท้ายจะเหมือนคำตอบเริ่มต้นหรือใกล้เคียงคำตอบเริ่มต้น การที่ให้อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการค้นหาทุกๆ ช่วงอุณหภูมิทำให้เกิดเป็นการค้นหาแบบสุ่ม เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการค้นหาคำตอบที่มากเกินไปซึ่งเราจะเลือกอุณหภูมิเริ่มต้นตามสมการที่ (8)

$$T_0 = z_0(1/40) \quad (8)$$

T_0 คืออุณหภูมิเริ่มต้น z_0 คือค่าของสมการเป้าหมายเริ่มต้น สมการที่ (1) ค่าที่ได้ตามสมการเป็นค่าโดยการประมาณ แต่ถ้าฟังก์ชันเริ่มต้นมีการวางฟังก์ชันที่มีความสลับซับซ้อน ต้องทำการกำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่มีความเหมาะสมกับฟังก์ชันเอง

2. อุณหภูมิสุดท้าย ปกติแล้วจะทำการลดอุณหภูมิไปเรื่อยๆ จนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ เราสามารถกำหนดค่าอุณหภูมิสุดท้ายได้โดยดูจากความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น เพราะความน่าจะเป็นที่ได้ที่อุณหภูมิน้อยๆ ก็มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งการหยุดการทำงานของการค้นหาคำตอบคือ การที่ระดับพลังงานเข้าสู่สภาวะเสถียร ยกตัวอย่างเช่น ไม่มีค่าที่ดีขึ้นในคำตอบโดย T คือ อุณหภูมิสุดท้าย

3. การลดอุณหภูมิ เราต้องพิจารณาการลดอุณหภูมิเพื่อใช้ในการหยุดการทำงานของ ซิมูเลเตด อะเนลลิง ซึ่งจะมีตัวแปรที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิลดลง เรียกว่าค่าการทอนอุณหภูมิ (Cooling rate) สมการที่ได้เป็นสมการเชิงเส้น ดังสมการที่ (9)

$$T_i = T_0(\alpha)^{i-1}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (9)$$

T_i คืออุณหภูมิ รอบ ที่ i T_0 คืออุณหภูมิ เริ่มต้น α คือค่าการทอนอุณหภูมิ ในการค้นหาคำตอบของ ซิมูเลเตด อะเนลลิง ค่าของการทอนอุณหภูมิ ควรอยู่ในช่วง 0.8 ถึง 0.99 ซึ่งจะทำให้การค้นหาคำตอบไม่นานเกินไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ค่าการทอนอุณหภูมิเท่ากับ 0.8

4. การวนซ้ำในการค้นหาคำตอบ การวนซ้ำในการค้นหาคำตอบขึ้นกับค่าต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายจากฟังก์ชันงาน ดังนั้น อุณหภูมิเริ่มต้น การลดอุณหภูมิ เป็นต้น

ซึ่งอุณหภูมิต่ำ จะทำให้เกิดการวนซ้ำของการค้นหาคำตอบมากกว่าอุณหภูมิที่สูง [5]

วิธีการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัยโดยใช้การค้นหาคำตอบแบบ ซิมูเลเตด อะเนลลิง

การค้นหาคำตอบแบบ ซิมูเลเตด อะเนลลิง ต้องมีข้อมูลของผังโรงงานต้นแบบ และใช้หลักการสลับผังโรงงานเหมือนกับวิธีของคราฟท์ มีข้อจำกัดที่เหมือนกันดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สมการเป้าหมาย คือค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผังโรงงานตามสมการที่ (1) ขั้นตอนของซิมูเลเตด อะเนลลิง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ซิมูเลเตด อะเนลลิง ต้องมีการป้อนข้อมูลของผังโรงงานต้นแบบ และทำการหาค่าใช้จ่ายของผังโรงงาน โดยค่าใช้จ่ายที่ได้จะกำหนดให้เป็นค่าใช้จ่ายที่ยอมรับเริ่มต้น และเป็นค่าใช้จ่ายที่ดีที่สุดเริ่มต้นและกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จะต้องใช้ในการค้นหาคำตอบ

2. การค้นหาคำตอบใหม่ โดยทำการเลือกสลับผังโรงงานใหม่ที่ละคู่โดยการสุ่ม (ในการสุ่มรอบถัดไปจะไม่มีการสุ่มซ้ำกับผังโรงงานผ่านมาแล้ว) ซึ่งมีหลักการสลับผังเหมือนกับคราฟท์

3. การยอมรับคำตอบใหม่ หากมีการพัฒนาคำตอบกล่าวคือ ค่าใช้จ่ายของผังโรงงานของคำตอบใหม่มีค่าน้อยกว่าของเดิมทำการยอมรับ แต่ถ้าคำตอบที่ได้ด้อยลงให้ยอมรับคำตอบใหม่เป็นคำตอบปัจจุบัน ถ้าค่าความน่าจะเป็นตามสมการที่ (11) มีค่ามากกว่าค่า R โดยค่า R คือ ค่าที่เกิดขึ้นจากการสุ่ม โดยมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม (Uniform) โดย $0 < R < 1$ ([0,1])

4. การเก็บคำตอบจากคำตอบที่มีการยอมรับ หากคำตอบที่ได้มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าค่าใช้จ่ายของคำตอบที่ดีที่สุดให้เก็บคำตอบนี้ไว้

5. การลดอุณหภูมิ โดยทำการลดค่าอุณหภูมิควบคุมตามสมการที่ (9) ทุกๆ รอบที่มีการค้นหาคำตอบ

6. สิ้นสุดการหาคำตอบ หลังจากทำขั้นที่ 5 แล้วให้ทำวนซ้ำตั้งแต่ขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 5 จนกว่าจะไม่มีคำตอบที่

พัฒนาขึ้นอีก หรือครบจำนวนรอบของอนุหมิตที่ตั้งไว้
จึงสิ้นสุดการค้นหาคำตอบ

3. การจำลองสถานการณ์

เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการจำลองของระบบงานจริง แล้วดำเนินงานใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินผลการใช้วิธีต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ ประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์ คือ แบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานของระบบงานจริงๆ เพราะเหตุว่าจะทำให้เราสามารถทราบความเป็นมาของพฤติกรรม และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม และส่วนประกอบต่างๆ ในระบบงานรวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเราได้มีวิธีการใหม่ๆ เข้าไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาสามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพของการดำเนินงานเนื่องจากตัวแปรได้ถูกออกแบบมาให้เห็นอยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์นั่นเอง [6]

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 12 ขั้นตอน

1. กำหนดปัญหา
2. การตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองตามรูปแบบปัญหา
3. การสร้างแบบจำลองจากลักษณะของระบบงานที่ต้องการทำการศึกษาเขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา
4. การจัดเตรียมข้อมูล วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้
5. การแปรรูปแบบจำลองโดยการแปลงแบบจำลองให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

6. การทดสอบความถูกต้อง เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ผู้เขียน หรือผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้น สามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ มีหลายวิธีได้แก่

- การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในระบบงานนั้นๆ ว่าองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองมีพฤติกรรมต่างๆ มีความสอดคล้องกับระบบงานจริงหรือไม่

- การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลอง เป็นการทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในได้แบบจำลองโดยการใส่เงื่อนไขแล้วดูความแปรปรวนว่ามากน้อยแค่ไหน

- การทดสอบความถูกต้องของตัวแปรและพารามิเตอร์เป็นการทดสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร และพารามิเตอร์ว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างไร

- การทดสอบความถูกต้องของสมมติฐาน เป็นการทดสอบความถูกต้องทางสถิติ

7. เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับระบบงานจริง ทั้งนี้โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงที่เงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกันการวิเคราะห์กระทำโดยใช้เทคนิคทางสถิติ

8. การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลและทำการประมวลผลที่รอบ

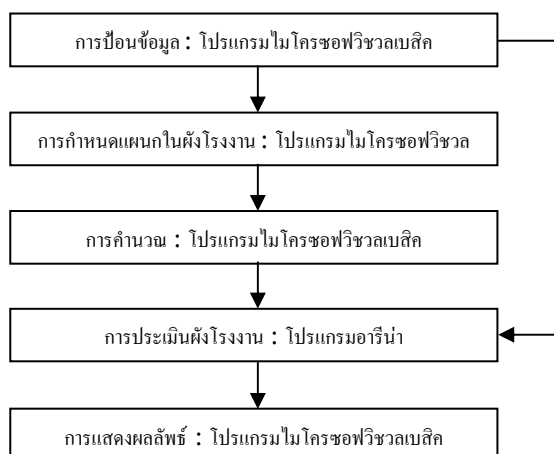
9. การทดลองประมวลผล เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการ และได้ผลการทดลองออกมา ซึ่งการตีความผลการทดลอง คือตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาและทำการแก้ไขปัญหาก็ผลออกมาเป็นอย่างไร

10. ต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวอีกครั้ง

11. นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้คือ เลือกวิธีที่แก้ปัญหาที่เหมาะสมไปใช้กับระบบงานจริง
12. จัดทำเป็นเอกสารการใช้งานเป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำโครงสร้าง และวิธีการใช้งานเป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำโครงสร้างและวิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งานเพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน

4. การออกแบบโปรแกรมการวางแผนโรงงาน

ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก สร้างหน้าต่างสำหรับผู้ใช้งาน (User Interface) ในการรับข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ในการวางแผนโรงงานโดยโปรแกรมสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากผังโรงงานตั้งต้น และสามารถหาคำตอบโดยใช้หลักการของ กราฟท์ และซิมูเลเตด อะเนลลิ่ง และหาคำตอบโดยกำหนดเองรูปร่างของผังโรงงานด้วยตัวเอง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ สามารถส่งข้อมูลที่ได้ออกไปที่โปรแกรมอาร์โนว่า ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการจำลองสถานการณ์โดยเป็นตัวและประเมินผลลัพธ์โดยรวมของผังโรงงาน และส่งข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้วกลับมาสรุปผลการทำงานในโปรแกรม ไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของโดยใช้โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

5. การทำงานของโปรแกรมการวางแผนโรงงาน

5.1 หน้าที่ของโปรแกรม

โปรแกรมจะยอมรับการจัดวางแผนกต่างๆ ในโรงงาน ขึ้นต้น สามารถหาระยะทางระหว่างแผนกโดยคิดจากจุดศูนย์กลางของแผนก และหาค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกเมื่อมีการค้นหาคำตอบ โปรแกรมจะทำการจัดวางตำแหน่งของแผนกในโรงงานให้เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากการหาค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกให้น้อยที่สุด และผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกกำหนดพื้นที่แผนกของผังโรงงานได้ด้วยตนเอง จากผลการคำนวณพื้นฐานและผลจากการค้นหาคำตอบทั้งสองแบบ สามารถประเมินผังโรงงานโดยรวมด้วยโปรแกรมอาร์โนว่าได้ และสามารถรับผลการประเมินผังโรงงานโดยรวมจากโปรแกรมอาร์โนว่ามาแสดงผลลัพธ์ได้

5.2 ข้อมูลที่ป้อนให้กับโปรแกรม ประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลเริ่มต้น ประกอบไปด้วย

- 1.1 ชื่อของผังโรงงาน
- 1.2 จำนวนแผนกในผังโรงงาน
- 1.3 หน่วยที่ใช้วัดความยาวของพื้นที่ผังโรงงาน
- 1.4 ความยาวและความกว้างของผังโรงงานรวมทั้งหมด
- 1.5 ขนาดของอัตราส่วนพื้นที่ที่ผังโรงงาน

2. ข้อมูลเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์ ประกอบไปด้วย

- 2.1 หน่วยเวลาที่ใช้ในการจำลอง สถานการณ์
- 2.2 จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อ 1 วัน
- 2.3 ความเร็วในการจำลองสถานการณ์
- 2.4 จำนวนวันในการจำลองสถานการณ์
- 2.5 อัตราเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแผนกทั้งหมด

3. ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตซึ่งผ่านแผนกในผังโรงงาน ประกอบไปด้วย

- 3.1 ชื่อผลิตภัณฑ์
- 3.2 ปริมาณการผลิต สามารถเลือกได้ 2 แบบคือ
 - 3.2.1 ปริมาณการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแผนกต่างๆ ในผังโรงงานต่อหนึ่งวัน

3.2.2 ปริมาณการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแผนกต่างๆ ในผังโรงงานต่อหน่วยเวลาที่ใช้ในการผลิต

3.3 ลำดับของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแผนกในผังโรงงาน และ เวลาห่างของการเข้ามาของผลิตภัณฑ์ชิ้นแรกกับชิ้นงานถัดไปของทุกแผนกในผังโรงงานสามารถเลือกได้ 2 แบบ คือ

3.3.1 เวลาห่างของการเข้ามาของผลิตภัณฑ์ชิ้นแรกกับชิ้นงานถัดไปที่มีการแจกแจงเวลาแบบไทรแองกูลาร์

3.3.2 เวลาห่างของการเข้ามาของผลิตภัณฑ์ชิ้นแรกกับชิ้นงานถัดไป ที่มีการแจกแจงเวลาโดยผู้ใช้สามารถกำหนดได้เอง

4. ข้อมูลของผังโรงงาน ประกอบไปด้วย

4.1 ชื่อของแผนกในผังโรงงาน

4.2 ข้อมูลของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน

หมายเหตุ ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตซึ่งผ่านแผนกในผังโรงงาน จะเป็นข้อมูลในส่วน of ปริมาณการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงาน

5.3 การกำหนดแผนกในผังโรงงาน ประกอบไปด้วย

1. การกำหนดแผนกในผังโรงงานที่ละแผนก
2. การกำหนดตำแหน่งในการสลับผังโรงงาน
3. การเกิดแถวคอยในแผนก
4. ความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรในแผนก

5.4 การคำนวณในโปรแกรม

โปรแกรมสามารถคำนวณผลลัพธ์ที่ได้จากผังโรงงานตั้งต้นโดย

1.การคำนวณพื้นฐาน

1.1.คำนวณระยะทางระหว่างแผนกได้โดยคิดระยะทางในการค้นหาคำตอบ

1.1.1 ระยะทางแบบเรคติลิเนียร์

1.1.2 ระยะทางแบบยูคลิเดียน

1.2.คำนวณค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนก

1.3.คำนวณหาเวลาระหว่างแผนกเพื่อส่งข้อมูลของเวลาไปใช้ในโปรแกรมอาร์น่า

2.การคำนวณการค้นหาคำตอบ

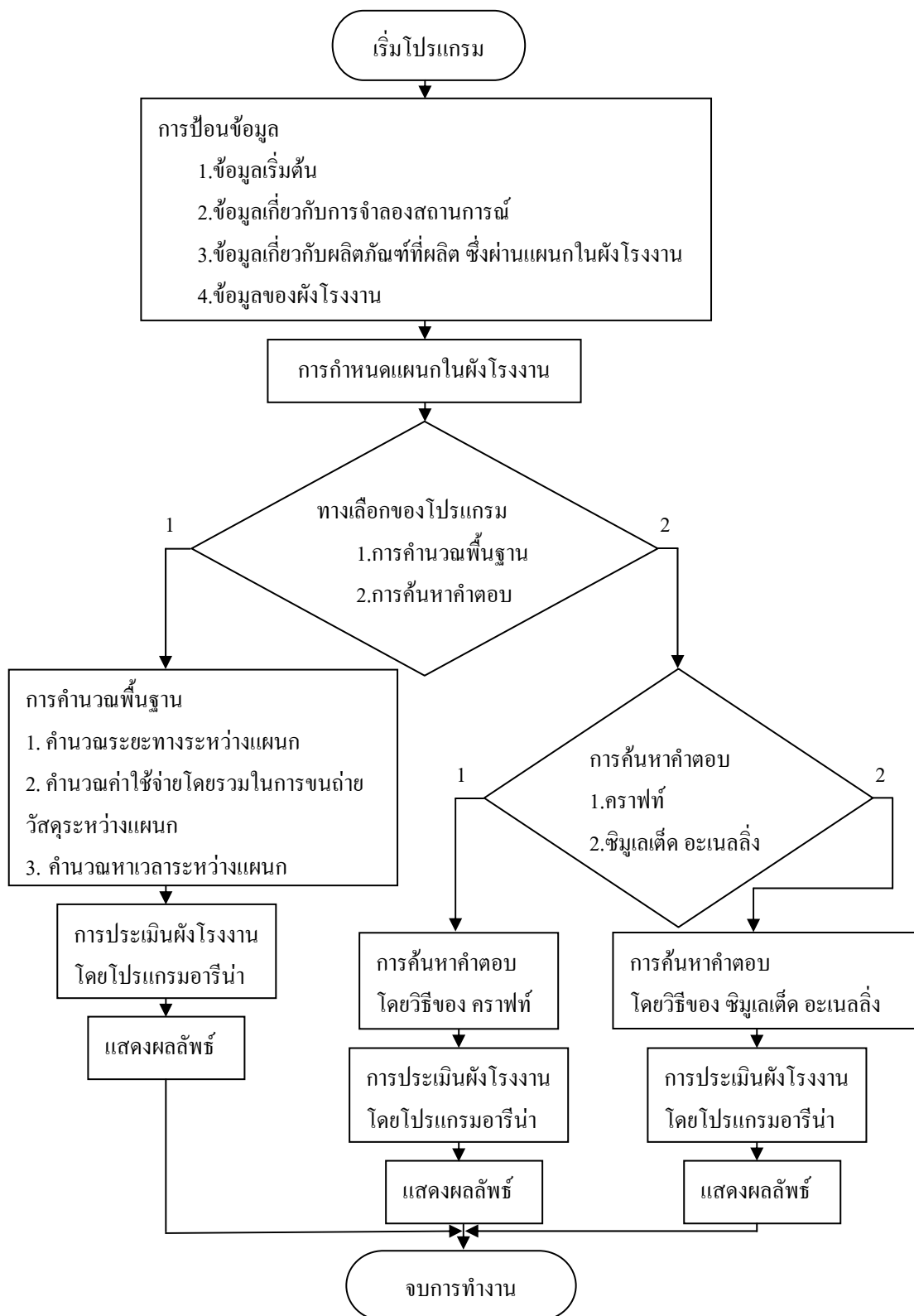
โปรแกรมสามารถค้นหาคำตอบโดยทำการจัดวางตำแหน่งของแผนกในผังโรงงานให้เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกน้อยที่สุด โดยทำการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ

1. กราฟท์

2. ซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง

5.5 ผลที่ได้จากโปรแกรม

โปรแกรมจะสร้างผลลัพธ์ออกมาโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายโดยรวมในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกน้อยที่สุดของผังโรงงานที่มีการปรับปรุงขึ้นมาใหม่ โดยแสดงผลลัพธ์ของการวางผังโรงงานออกมาในรูปแบบของพื้นที่ผังโรงงานแบบบล็อกแพลน และค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุที่สอดคล้องกันกับการค้นหาคำตอบแบบวิธีต่างๆ และสามารถแสดงผลลัพธ์การประเมินผังโรงงานโดยรวมจากการคำนวณพื้นฐานและการค้นหาคำตอบโดยโปรแกรมอาร์น่าได้



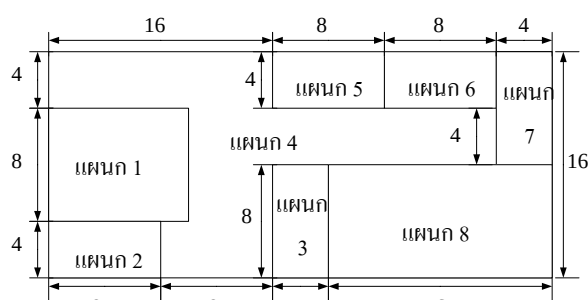
รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานการวางผังโรงงานโดยโปรแกรมไมโครซอฟวิซวลเบสิก
ซึ่งทำการประเมินผังโรงงานโดยรวมด้วยโปรแกรมอาริน่า

6. การทดลองการใช้โปรแกรมกับโรงงาน

ทดสอบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
เกี่ยวกับการทำงานตามระบบเดิมโดยทำการเปรียบเทียบ
ความถูกต้องของข้อมูล และเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการ
วิเคราะห์และความถูกต้องของข้อมูล โดยนำโปรแกรม
คอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้กับผังโรงงานต้นแบบคือ
ผังโรงงานผลิตกระเบื้องดินเผาของโรงงานอิฐภราดร
แสดงดังรูปที่ 5.46 นอกจากนี้ยังได้ทำการแบ่งแผนกที่
เหมาะสมการจัดผังโรงงานผลิตกระเบื้องตามลักษณะ
กระบวนการผลิตได้เป็น 8 แผนกดังนี้

1. เติร์ชมดิน
2. อัฒจันทร์รูป
3. ตรวจสอบคุณภาพกระบะเบ้องดิน
4. ตาก
5. อบ
6. เผา
7. ตรวจสอบคุณภาพกระบะเบ้องสุก
8. จัดเก็บ

โดยเราวัดเนื้อที่ใช้งานแต่ละแผนกได้จากการวัดพื้นที่เพื่อการทำงานด้วยเพื่อให้ได้พื้นที่ที่ถูกต้องและใช้งานจริงในโปรแกรมการวางแผนโรงงาน



รูปที่ 3 แสดงผังตั้งต้นของโรงงานกระเบื้องดินเผา (เมตร)

และความสามารถทำงานของเครื่องจักรในแต่ละ

แผนกของโรงงานผลิตกระเบื้อง

แผนก	พื้นที่ (ตารางเมตร)	บล็อก	การเกิด แถวคอก ในแผนก	ความสามารถ การทำงานของ เครื่องจักรในแผนก
1	80	80	No	1
2	32	32	Yes	1
3	32	32	Yes	1
4	208	208	No	1
5	32	32	No	1
6	32	32	No	1
7	32	32	Yes	1
8	128	128	Yes	1

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตและเวลาห่าง
ของการเข้ามาของผลิตภัณฑ์ชิ้นแรกกับชิ้นงานถัดไปของ

โรงงานผลิตกระเบื้อง

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนการผลิต	เวลาห่างของการเข้ามาของผลิตภัณฑ์ชิ้นแรก กับชิ้นงานถัดไป มีการแจกแจงเวลาแบบ ไตรแองกูล่า (นาทีก)
กระเบื้อง ขนาด 6x6 นิ้ว	1	(0.238,0.25,0.263)
	2	(0.238,0.25,0.263)
	3	(0.1584,0.1667,0.175)
	4	(1260,1260,1323)
	5	(420,420,441)
	6	(630,630,661.5)
	7	(0.095,0.1,0.105)
	8	(0.095,0.10,0.105)

ตารางที่ 3 ข้อมูลของปริมาณการไหลของวัฏระหว่าง

แผนกในผังโรงงานของโรงงานผลิตกระเบื้อง

1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	1700	0	0	0	0	0
2.	0	-	1700	0	0	0	0
3.	0	0	-	1700	0	0	0
4.	0	0	0	-	1700	0	0
5	0	0	0	0	-	1700	0
6.	0	0	0	0	0	-	1700
7.	0	0	0	0	0	0	-
8	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4 แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก ปริมาณการไหล

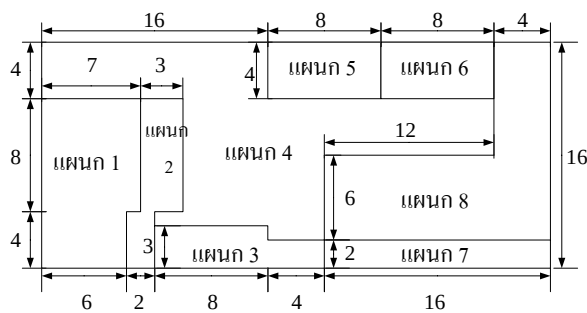
ของวัสดุระหว่างแผ่นกของโรงงานผลิตกระเบื้อง

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	-	0.265	0	0	0	0	0	0
2.	0	-	0.265	0	0	0	0	0
3.	0	0	-	0.265	0	0	0	0
4.	0	0	0	-	0.265	0	0	0
5.	0	0	0	0	-	0.265	0	0
6.	0	0	0	0	0	-	0.265	0
7.	0	0	0	0	0	0	-	0.265
8.	0	0	0	0	0	0	0	-

ตารางที่ 1 แสดง พื้นที่ บล็อก แวดคอย

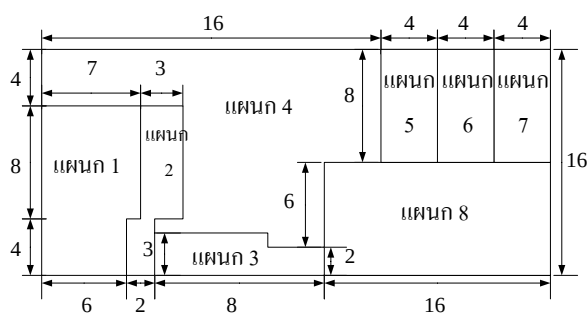
โดยการวัดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปริมาณการไหลของวัสดุระหว่างแผนก คัดจากต้นทุนการผลิตจากการขนถ่ายต่อชิ้นการผลิตกระเบื้องและระยะทางในการเคลื่อนที่ทั้งหมด แล้วนำมาหารเฉลี่ย โดยคิดจากค่าแรงงานต่อการขนถ่ายวัสดุต่อกระเบื้อง 1 ชิ้น (บาท/ชิ้น-เมตร)

6.1 ผลลัพธ์ของผังโรงงานกระเบื้องที่ได้จากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของกราฟที่ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงพื้นที่ใช้งานของแต่ละแผนกจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ กราฟที่

6.2 ผลลัพธ์ของผังโรงงานกระเบื้องที่ได้จากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของซิมูเลเตด อะเนลิ่ง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงพื้นที่ใช้งานของแต่ละแผนกจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ ซิมูเลเตด อะเนลิ่ง

6.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมอาร์โน

หลังจากที่ได้ทำการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอาร์โนแล้ว จะได้ผลการจำลองสถานการณ์ของโปรแกรมออกมาเป็นค่าต่างๆ เช่น จำนวนแถวคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการ เวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการ เวลารอคอยที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ เป็นต้น ตัวแปรที่เราสนใจที่จะนำมาใช้ในการประเมินผังโรงงาน คือเวลาการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนก โดยนำเอาเวลาเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับเนื่องจากผังโรงงานที่ได้ทำการค้นหาคำตอบนั้นมีพื้นที่ผังโรงงานโดยรวมเท่าเดิม แต่พื้นที่ระหว่างแผนกภายในผังโรงงานมีการเปลี่ยนแปลงจึงทำให้เวลาในการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกมีการเปลี่ยนแปลงด้วย

ตารางที่ 5 แสดงผลของการประเมินผังโรงงานผลิตกระเบื้องโดยโปรแกรมอาร์โน (นาท)

ผังโรงงาน	กระเบื้อง	กราฟที่	ซิมูเลเตดอะเนลิ่ง
Entity glazed tiles.VATime	2,310.86748	2,310.86667	2,310.86667
Entity glazed tiles.WaitTime	23.48520	23.45187	23.40813
Entity glazed tiles.TranTime	1.43231	1.25900	1.21400
Entity glazed tiles.TotalTime	2,335.78499	2,335.57837	2,335.48960
Process2.Queue.WaitingTime	38.75398	38.65522	38.71384
Process3.Queue.WaitingTime	0.00000	0.00000	0.00000
Process7.Queue.WaitingTime	0.00000	0.00000	0.00000
Process8.Queue.WaitingTime	0.00000	0.00000	0.00000
ResourceProcess 2.NumberBusy	0.99993	0.99994	0.99994
ResourceProcess 3.NumberBusy	0.66576	0.66581	0.66570
ResourceProcess 7.NumberBusy	0.24230	0.24245	0.24245
ResourceProcess 8.NumberBusy	0.24237	0.24234	0.24236
Process2.Queue.NumberInQueue	156.85551	156.46312	156.70390
Process3.Queue.NumberInQueue	0.00000	0.00000	0.00000
Process7.Queue.NumberInQueue	0.00000	0.00000	0.00000
Process8.Queue.NumberInQueue	0.00000	0.00000	0.00000
Entity glazed tiles.NumberOut	14,250.0000	14,251.00000	14,253.00000

6.4 สรุปผลการทดลองการใช้โปรแกรมกับโรงงานต้นแบบ

จากกรณีศึกษา ฟังโรงงานการผลิตกระเบื้องพบว่า เมื่อใช้โปรแกรมการวางผังโรงงาน ค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก ฟังโรงงานผลิตกระเบื้องและเมื่อทำการค้นหาคำตอบ โดยใช้วิธีการของกราฟท์ และ ซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง มีค่าดัง ตารางที่ 6 และเมื่อประเมินผังโรงงานด้วยโปรแกรมอารีน่าพบว่าเวลาการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกมีค่า ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากผังโรงงานผลิตกระเบื้องและการค้นหาคำตอบทั้งสองวิธี

ชนิดของผังโรงงาน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ผังโรงงานผลิตกระเบื้อง	32,262.56
ผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 วิธี ของกราฟท์	28,358.98
ผังโรงงานใหม่แบบที่ 2 วิธี ของซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง	27,345.35

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบเวลาการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกของโรงงานผลิตกระเบื้อง

ชนิดของผังโรงงาน	เวลาการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนก (นาที)
ผังโรงงานผลิตกระเบื้อง	1.43
ผังโรงงานโดยวิธีของ กราฟท์	1.26
ผังโรงงานโดยวิธีของ ซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง	1.21

ค่าใช้จ่ายในผังโรงงานผลิตกระเบื้องจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ กราฟท์ ลดลงเท่ากับ 3,903.58 บาท หรือ 12.10 เปอร์เซ็นต์ และค่าใช้จ่ายในการค้นหาคำตอบโดยวิธีของ ซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง ลดลงเท่ากับ 4,917.21 บาทหรือ 15.24 เปอร์เซ็นต์

จากการประเมินผังโรงงานด้วยโปรแกรมอารีน่าเห็นได้ว่า เวลาการขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีการต่างๆ ลดลงจากเดิมโดยเวลาการ

ขนถ่ายวัสดุระหว่างแผนกในผังโรงงานผลิตกระเบื้องจากการค้นหาคำตอบโดยวิธีของกราฟท์ ลดลงเท่ากับ 0.17 นาทีหรือ 12.10 เปอร์เซ็นต์ และการค้นหาคำตอบโดยวิธีของซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง ลดลงเท่ากับ 0.22 นาทีหรือ 15.24 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นสรุปได้ว่าการประเมินผังโรงงานผลิตกระเบื้องโดยโปรแกรมอารีน่าสามารถทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพการผลิตของผังโรงงานโดยรวมได้ และผลลัพธ์ที่ได้จากคำตอบโดยใช้วิธีการของกราฟท์ และ ซิมูเลเต็ด อะเนลิ่ง พบว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากผังโรงงานตั้งต้น

7. สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยพบว่าสิ่งที่โปรแกรมการวางผังโรงงานสามารถทำได้ดังนี้คือ

1. กำหนดพื้นที่ผังโรงงานเป็นแบบบล็อกแพลน
2. สามารถหาระยะทางระหว่างแผนกโดยคิดจากระยะทางจุดศูนย์กลางของแต่ละแผนกคือแบบเรดลีนีเยร์ และแบบยูคลิดียน
3. สามารถหาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากผังโรงงานตั้งต้นได้
4. สามารถค้นหาคำตอบโดยใช้วิธีการของกราฟท์แก้ปัญหาการวางผังโรงงานได้
5. สามารถค้นหาคำตอบโดยใช้วิธีการของซิมูเลเต็ดอะเนลิ่งแก้ปัญหาการวางผังโรงงานได้
6. สามารถส่งข้อมูลให้โปรแกรมอารีน่าทำการประเมินผลลัพธ์โดยรวมจากผังโรงงานที่ได้แล้วสามารถส่งผลการประเมินกลับมาแสดงผลในโปรแกรมการวางผังโรงงานซึ่งผลลัพธ์ที่จะต้องตีความจากโปรแกรมอารีน่า สามารถแสดงในตารางแสดงผลทำให้ดูได้ง่าย
7. ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดรูปแบบของผังโรงงานเองได้ และสามารถส่งข้อมูลให้โปรแกรมอารีน่า ทำการประเมินผลลัพธ์โดยรวมจากผังโรงงานที่ได้

8. สามารถช่วยให้มีประสิทธิภาพในการวางแผนโรงงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากความรวดเร็วในการคำนวณและประมวลผลของคอมพิวเตอร์

9. เพื่อให้สามารถดูผลการค้นหาคำตอบได้ง่ายขึ้นสามารถดูผลการค้นหาคำตอบโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟเอกเซลล์

ซึ่งตามที่ได้กล่าวมาโปรแกรมการวางแผนโรงงานสามารถแก้ปัญหาการวางแผนโรงงานได้อย่างเหมาะสม และผลจากการค้นหาคำตอบโดยวิธี ซิมูเลเต็ด อะเนลลิงให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่ากราฟ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชนะ เขียงกมลสิงห์. 2541. การประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- [2] Askin, R.G., and Strandridge, C.R. (1993). Modeling and Analysis of Manufacturing System. Lohn Wiley & Son.
- [3] Francis, L.R., and White, A.J. (1974). Facility Layout and Location: Analytical Approach. New Jersey : Prentice Hall.
- [4] สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล. 2545. การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี : สวทช.
- [5] Mavridou, T.D. and Pardalos, P.M. (1997). "Simulated Annealing and Genetic Algorithms for the Facility Layout Problem : A Survey." Computational Optimization and Applications. Netherlands : Kluwer Academic Publishers. pp.111-126
- [6] อนุรักษณ์ สว่างวงศ์ และ เอกนรินทร์ คนอยู่. 2546. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการจำลองปัญหากรณีศึกษาบริษัทนันทน์ เอลน้า จำกัด. สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.