

บทที่ 8

การเปรียบเทียบคำตอบ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงานที่ผังไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเป็นการใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากการทดสอบค่าพารามิเตอร์ในบทที่ 7 และวิธีการของ เจนเนติกอัลกอริทึมที่นำเสนอในบทที่ 6 คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาจะทำการเปรียบเทียบกับ คำตอบที่ได้จากการสุ่ม เพราะลักษณะปัญหาในงานวิจัยยังไม่มีวิธีการใดหรืออัลกอริทึมเฉพาะ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

8.1 การสร้างคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

เนื่องจากลักษณะปัญหาในงานวิจัยมีข้อจำกัดต่างๆมากมาย ทั้งทางด้านรูปร่างของผัง โรงงานที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า รวมทั้งยังมีข้อจำกัดด้านต่างๆของแผนก ไม่ว่าจะเป็น แผนกที่มี รูปร่างคงที่ แผนกที่มีที่ตั้งคงที่ เป็นต้น ทำให้วิธีการหรืออัลกอริทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหาการ ออกแบบผังโรงงานที่ลักษณะปัญหาเหมือนกับงานวิจัยยังไม่มี ดังนั้นการสร้างคำตอบด้วย วิธีการสุ่มจึงเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่งเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคำตอบ

การสร้างชุดสตริงที่เป็นไปได้โดยการกำหนดจำนวนชุดสตริง และหาชุดสตริงที่ดีที่สุด นั้น มีความเป็นไปได้สูงที่การหาชุดสตริงคำตอบจากวิธีการสุ่มไม่สามารถหาครบตามจำนวนที่ กำหนด เพราะชุดสตริงคำตอบที่เป็นไปได้อาจมีอยู่อย่างจำกัดเนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงทำการควบคุมเงื่อนไขทางด้านเวลาในการสร้างชุดสตริงคำตอบอย่าง สุ่มแทนการกำหนดจำนวนชุดสตริงคำตอบ

การสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม จะทำการควบคุมเวลาที่ใช้ในการสร้างชุดสตริง คำตอบของแต่ละปัญหาในงานวิจัยเท่ากันทั้งหมดคือ 12 ชั่วโมง โดยคาดว่าด้วยเวลาการสร้าง ชุดสตริงคำตอบเท่ากับ 12 ชั่วโมงจะสามารถสร้างจำนวนคำตอบของแต่ละปัญหาได้อย่าง เพียงพอ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม กับการหาคำตอบ จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม การสร้างคำตอบด้วยวิธีการสุ่มเสมือนเป็นขั้นตอน Initialization ของ การทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมเท่านั้นเพียงแต่ใช้เวลาแทนการกำหนดจำนวน ดังนั้นการ

แก้ปัญหาสำหรับปัญหาที่มีจำนวนแผนกตั้งแต่ 15 แผนกขึ้นไปที่ใช้เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง (ดู 8.2.1) ซึ่งเป็นเวลาในการหาคำตอบของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมที่มีความซับซ้อนและขั้นตอนที่มากกว่า เวลาการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มที่เท่ากับ 12 ชั่วโมงจึงคาดว่าน่าจะเพียงพอ ส่วนปัญหาที่มีจำนวนแผนก 6 และ 10 แผนก การแก้ปัญหาเป็นการหยุดการทำงานที่จำนวนเงินเนอเรชันทั้งหมดเท่ากับ 1000 ซึ่งใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อยกว่า 12 ชั่วโมง การสร้างคำตอบด้วยวิธีการสุ่มด้วยเวลาการสร้างเท่ากับ 12 ชั่วโมงจึงมีความเพียงพอต่อการหาคำตอบ

การสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลดีที่สุดใช้ในการสร้างคำตอบ เพื่อให้คำตอบมีจำนวนมากที่สุด จากนั้นทำการหาชุดสตริงคำตอบที่มีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำที่สุดมาใช้เปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีการของเงินเนติกอัลกอริทึมของแต่ละปัญหา ดังนั้นขั้นตอนการเปรียบเทียบคำตอบ คือ

1. หาคำตอบด้วยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม
2. หาคำตอบที่ดีที่สุดจากวิธีการสร้างชุดสตริงคำตอบอย่างสุ่ม
3. เปรียบเทียบคำตอบโดยใช้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2
4. วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบจากข้อ 1 และข้อ 2 กำหนดค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ใหม่ จากนั้นเปรียบเทียบคำตอบระหว่างก่อนการวางพื้นที่ตายตัวกับหลังการวางพื้นที่ตายตัวของแต่ละวิธีการ สุดท้ายทำการเปรียบเทียบคำตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีการหาคำตอบทั้ง 2 วิธี

8.2 การควบคุมการแก้ปัญหา

8.2.1 การกำหนดเงื่อนไขการหยุดการทำงานของเงินเนติกอัลกอริทึม

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 7.2.16 (การให้เหตุผลของจำนวนเงินเนอเรชันทั้งหมด) ปัญหาขนาดเล็กที่มีจำนวนแผนก 6 และ 10 แผนก สามารถยอมรับจำนวนเงินเนอเรชันทั้งหมดจากการทดลองเบื้องต้นได้ เพราะมีความเพียงพอต่อการหาคำตอบ แต่สำหรับปัญหาขนาดใหญ่ที่มีจำนวนแผนก 15 และ 20 แผนก การกำหนดจำนวนเงินเนอเรชันทั้งหมดไม่สามารถทำได้เนื่องจากลักษณะปัญหาเป็นแบบ NP-hard เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปัญหาที่มีจำนวนแผนก 15 แผนกขึ้นไปจะใช้เวลาในการควบคุมเวลาในการหยุดการทำงานของเงินเนติกอัลกอริทึมแทน โดยเวลาที่ใช้ในการหยุดการทำงานของเงินเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาขนาดใหญ่คือ 48 ชั่วโมง

และกำหนดจำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่เท่ากับ 10 เท่ากันทั้งปัญหาที่มีจำนวนแผนก 15 และ 20 แผนก (ปัญหาที่ 7 – 14)

8.2.2 การควบคุมคอมพิวเตอร์ที่ใช้แก้ปัญหา

ปัญหาแต่ละขนาดจะใช้คอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องต่อขนาดของปัญหา เพื่อควบคุมประสิทธิภาพในการประมวลผล กล่าวคือ

- ปัญหาที่ 1 – 3 (6 แผนก) จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันแก้ปัญหา
- ปัญหาที่ 4 – 6 (10 แผนก) จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันแก้ปัญหา
- ปัญหาที่ 7 – 9 (20 แผนก) จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันแก้ปัญหา
- ปัญหาที่ 10 – 14 (15 แผนก) จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันแก้ปัญหา

ซึ่งปัญหาแต่ละขนาดอาจใช้คอมพิวเตอร์ต่างเครื่องกันได้

8.3 ปัญหาที่ 1

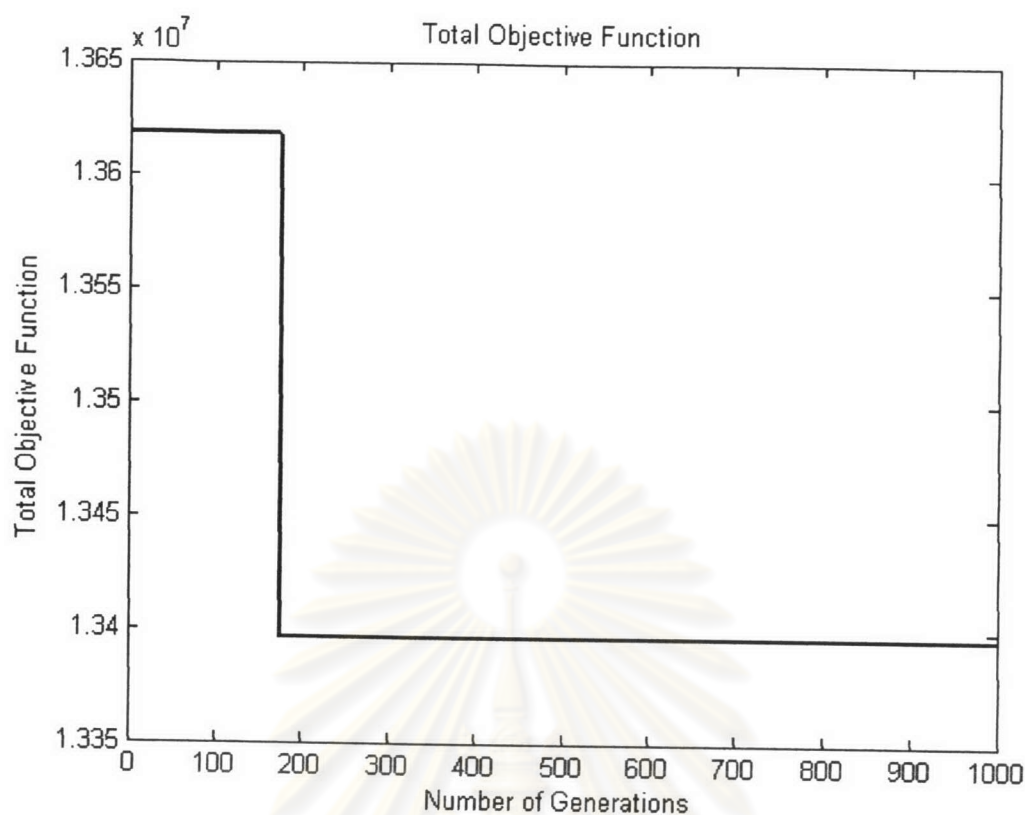
จำนวนแผนกทั้งหมด 6 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.5$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเหนือเรชั่นทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 1

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเหนือเรชั่น	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
6	200	5	3	PMX	0.9	Recip X	0.3

8.3.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเงินเหนือกัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเงินเหนือกัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเหนือเรชั่นได้ดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม และเงินเนอเรนซ์ของปัญหาที่ 1

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 1

สตริงลำดับ การเรียง ของแผนก	สตริงความ กว้างของ แถบ	เงินเนอ เรนซ์ที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความ สัมพันธ์ระหว่าง แผนก (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	176	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.1.1.1

8.3.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 67 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุดแสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 ค่าตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 1

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.1.1.2

8.3.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 1 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.4

ตารางที่ 8.4 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 1

วิธีการ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396
การสุ่ม	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396

จากตารางที่ 8.4 พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆจากทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.3.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.5 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.1.2.1

ตารางที่ 8.5 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 1

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	1.4312

จากตารางที่ 8.5 ค่าตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 6.84%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.6 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.1.2.2

ตารางที่ 8.6 ค่าตอบจากวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 1

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	1.3396
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	1.4312

จากตารางที่ 8.6 ค่าตอบของวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 6.84%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.7

ตารางที่ 8.7 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 1

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	5.0610	1.0485	40.8480	1.4312
สุ่ม	5.0610	1.0485	40.8480	1.4312

จากตารางที่ 8.7 พบว่าหลังการวางพื้นที่ตายตัว ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.4 ปัญหาที่ 2

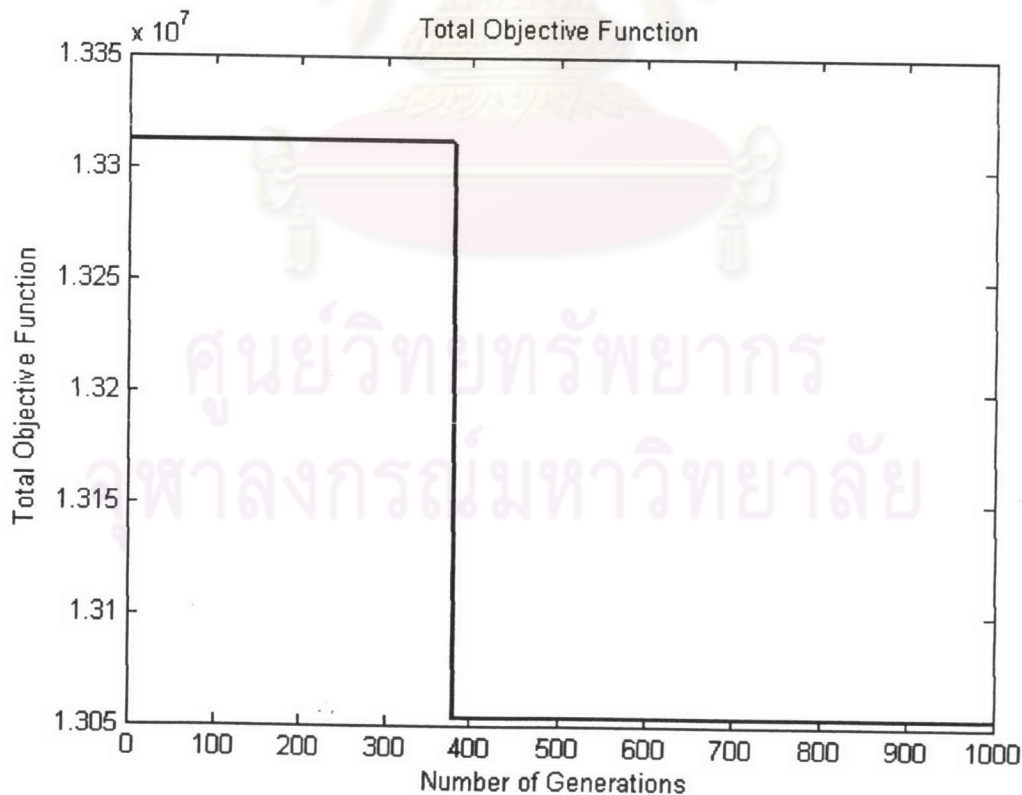
จำนวนแผนกทั้งหมด 6 แผนก $w1 = 0.5$, $w2 = 0.25$ และ $w3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเนอเรนทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.8

ตารางที่ 8.8 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 2

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
6	200	5	3	PMX	0.7	Rand Seq	0.1

8.4.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนได้ดังรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนของปัญหาที่ 2

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.9

ตารางที่ 8.9 คำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 2

สตริงลำดับ การเรียง ของแผนก	สตริงความ กว้างของ แถบ	เจนเนอ เรชั่นที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความ สัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	381	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.2.1.1

8.4.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 67 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.10

ตารางที่ 8.10 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 2

สตริงลำดับการ เรียงของแผนก	สตริงความ กว้างของแถบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.2.1.2

8.4.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 2 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆ แสดงในตารางที่ 8.11

ตารางที่ 8.11 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 2

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เจนเนติกอัลกอริทึม	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053
การสุ่ม	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053

จากตารางที่ 8.11 พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆจากทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.4.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.12 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.2.2.1

ตารางที่ 8.12 คำตอบจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 2

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	1.3808

จากตารางที่ 8.12 คำตอบของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 5.78%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.13 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.2.2.2

ตารางที่ 8.13 คำตอบจากวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 2

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	1.3053
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	1.3808

จากตารางที่ 8.13 คำตอบของวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%

- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 5.78%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.14

ตารางที่ 8.14 คำตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 2

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เจนเนติกอัลกอริทึม	5.0610	1.0485	40.8480	1.3808
สุ่ม	5.0610	1.0485	40.8480	1.3808

จากตารางที่ 8.14 พบว่าหลังการวางพื้นที่ตายตัว ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.5 ปัญหาที่ 3

จำนวนแผนกทั้งหมด 6 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.5$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเนอเรนทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.15

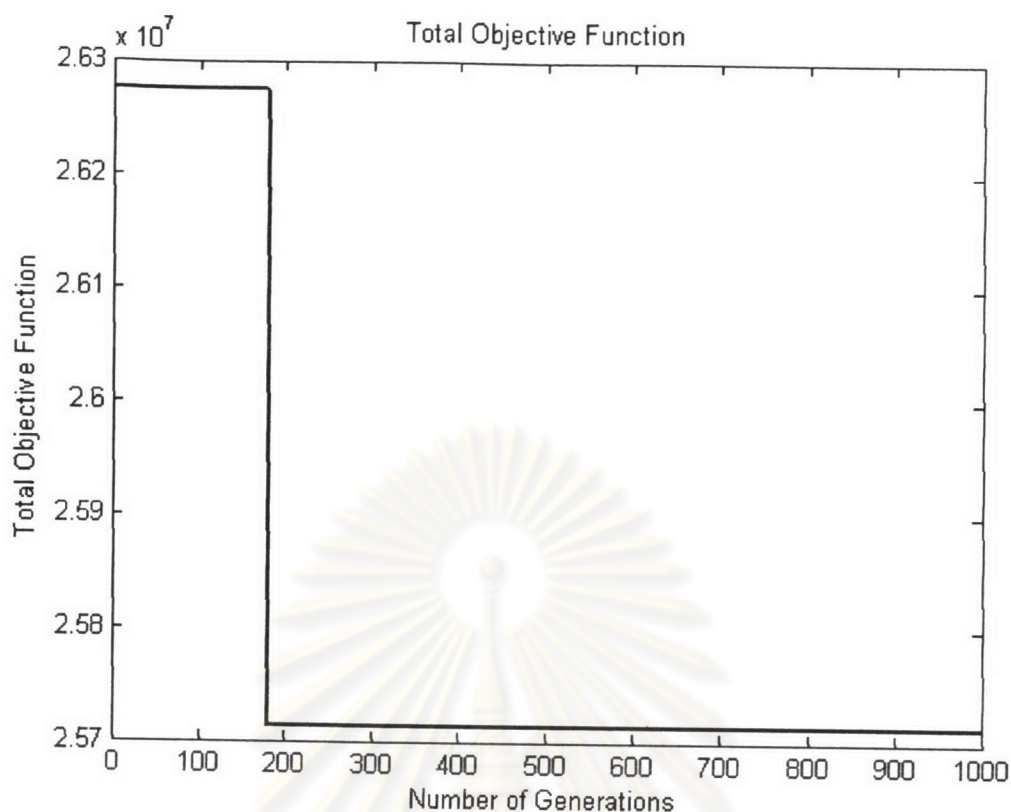
ตารางที่ 8.15 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 3

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
6	200	5	3	PMX	0.7	Rand Seq	0.3

8.5.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม
วัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนได้ดังรูปที่ 8.3

แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชัน



รูปที่ 8.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม และเจนเนอเรชันของปัญหาที่ 3

และได้ค่าคำตอบต่างๆดังตารางที่ 8.16

ตารางที่ 8.16 ค่าตอบที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 3

สตริงลำดับ การเรียง ของแผนก	สตริงความ กว้างของ แถบ	เจนเนอ เรชันที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความ สัมพันธ์ระหว่าง แผนก (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	180	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.3.1.1

8.5.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 67 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่างๆดังตารางที่ 8.17

ตารางที่ 8.17 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 3

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
[6 4 5 3 1]	[3 3 3 6 3]	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.3.1.2

8.5.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 3 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.18

ตารางที่ 8.18 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 3

วิธีการ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เจเนติกอัลกอริทึม	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714
การสุ่ม	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714

จากตารางที่ 8.18 พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆจากทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.5.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.19 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.3.2.1

ตารางที่ 8.19 คำตอบจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 3

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	2.7062

จากตารางที่ 8.19 ค่าตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 5.24%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.20 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.3.2.2

ตารางที่ 8.20 ค่าตอบจากวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 3

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.0327	1.0073	28.2171	2.5714
หลังวาง	5.0610	1.0485	40.8480	2.7062

จากตารางที่ 8.20 ค่าตอบของวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.56%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 4.09%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 44.76%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 5.24%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.21

ตารางที่ 8.21 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 3

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	5.0610	1.0485	40.8480	2.7062
สุ่ม	5.0610	1.0485	40.8480	2.7062

จากตารางที่ 8.21 พบว่าหลังการวางพื้นที่ตายตัว ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน

8.6 ปัญหาที่ 4

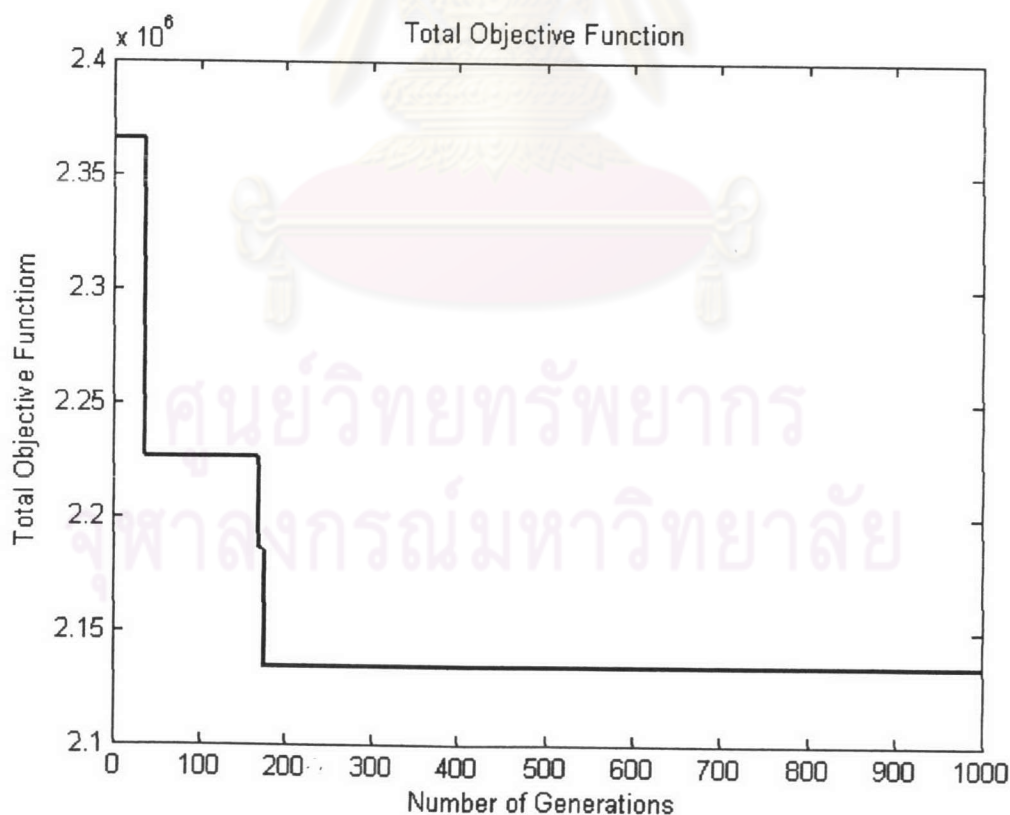
จำนวนแผนกทั้งหมด 10 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.5$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเนอเรนทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.22

ตารางที่ 8.22 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 4

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
15	200	5	10	PBX	0.7	Rand Seq	0.3

8.6.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนได้ดังรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนของปัญหาที่ 4

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.23

ตารางที่ 8.23 คำตอบที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 4

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนื้อเรขาคณิตที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^6$)
[1 8 9 7 2 3 5 6]	[3 4 5 6 7]	176	1.3608	6.1952	38.4828	2.1341

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.4.1.1

8.6.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 72 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.24

ตารางที่ 8.24 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 4

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^6$)
[9 8 1 7 2 3 5 6]	[3 4 6 5 7]	1.3823	6.5081	40.1931	2.2771

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.4.1.2

8.6.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 4 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.25

ตารางที่ 8.25 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 4

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3608	6.1952	38.4828	2.1341
การสุ่ม	1.3823	6.5081	40.1931	2.2771

จากตารางที่ 8.25 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 1.58%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 5.05%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 4.44%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 6.70%

8.6.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.26 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.4.2.1

ตารางที่ 8.26 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 4

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3608	6.1952	38.4828	2.1341
หลังวาง	1.3631	6.2123	50.7494	2.1519

จากตารางที่ 8.26 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.17%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.28%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.83%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสูม ดังแสดงในตารางที่ 8.27 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.4.2.2

ตารางที่ 8.27 ค่าตอบจากวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 4

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3823	6.5081	40.1931	2.2771
หลังวาง	1.3858	6.5453	52.5948	2.3043

จากตารางที่ 8.27 ค่าตอบของวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.25%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.57%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 30.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 1.19%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสูมดังแสดงในตารางที่ 8.28

ตารางที่ 8.28 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 4

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3631	6.2123	50.7494	2.1519
สูม	1.3858	6.5453	52.5948	2.3043

จากตารางที่ 8.28 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสูม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสูม 1.67%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสูม 5.36%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสูม 3.64%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสูม 7.08%

8.7 ปัญหาที่ 5

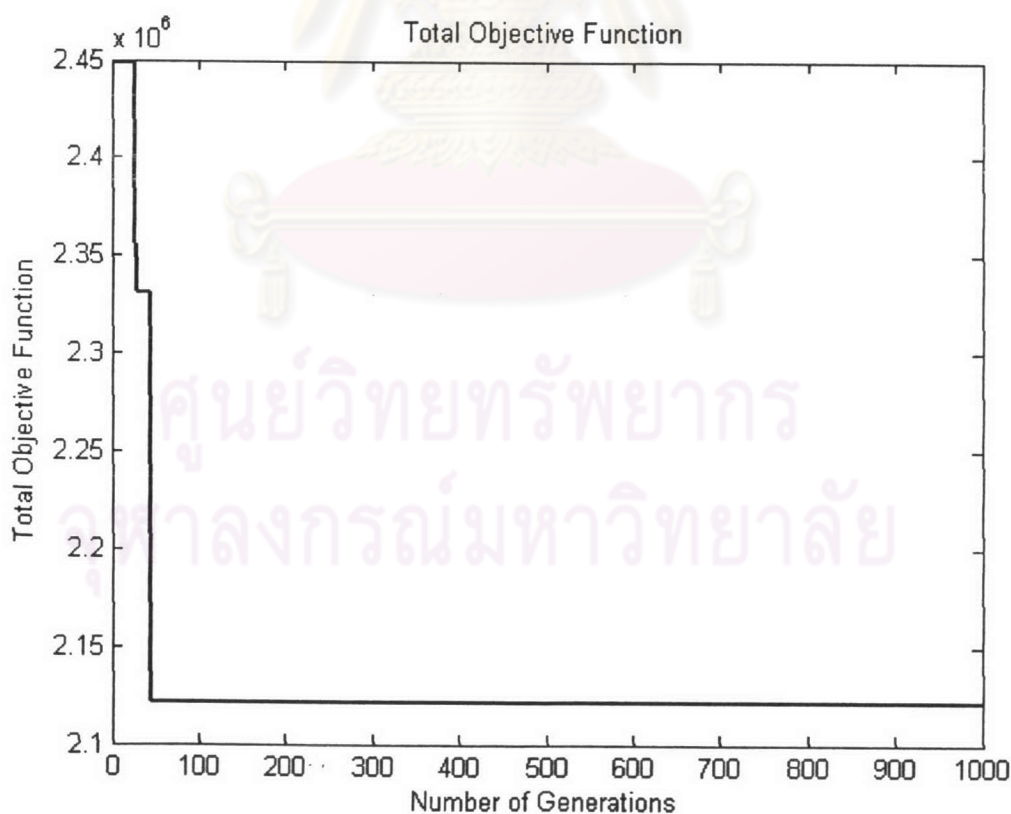
จำนวนแผนกทั้งหมด 10 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเนอเรนทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.29

ตารางที่ 8.29 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 5

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเทชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเทชัน
15	200	5	5	PBX	0.9	Rand Seq	0.1

8.7.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนได้ดังรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนของปัญหาที่ 5

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.30

ตารางที่ 8.30 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 5

สตริงลำดับ การเรียง ของแผนก	สตริงความ กว้างของ แถบ	เงินเนอ เรชั่นที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁶)
[1 8 9 7 2 3 5 6]	[3 4 5 6 7]	46	1.3608	6.1952	38.4828	2.1213

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.5.1.1

8.7.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 72 ชุด พบว่าชุดสตริงที่
ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.31

ตารางที่ 8.31 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 5

สตริงลำดับการ เรียงของแผนก	สตริงความ กว้างของแถบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁶)
[9 8 1 7 2 3 5 6]	[3 4 6 5 7]	1.3823	6.5081	40.1931	2.2636

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.5.1.2

8.7.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 5
ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.32

ตารางที่ 8.32 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 5

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3608	6.1952	38.4828	2.1213
การสุ่ม	1.3823	6.5081	40.1931	2.2636

จากตารางที่ 8.32 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 1.58%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 5.05%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 4.44%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 6.71%

8.7.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.33 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก 5.2.1

ตารางที่ 8.33 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 5

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3608	6.1952	38.4828	2.1213
หลังวาง	1.3631	6.2123	50.7479	2.1350

จากตารางที่ 8.33 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.17%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.28%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.65%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสู่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.34 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.5.2.2

ตารางที่ 8.34 ค่าตอบจากวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 5

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3823	6.5081	40.1931	2.2636
หลังวาง	1.3858	6.5453	52.5948	2.2864

จากตารางที่ 8.34 ค่าตอบของวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.25%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.57%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 30.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 1.01%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสู่มดังแสดงในตารางที่ 8.35

ตารางที่ 8.35 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 5

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3631	6.2123	50.7494	2.1350
สู่ม	1.3858	6.5453	52.5948	2.2864

จากตารางที่ 8.35 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสู่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 1.67%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสู่ม 5.36%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสู่ม 3.64%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 7.09%

8.8 ปัญหาที่ 6

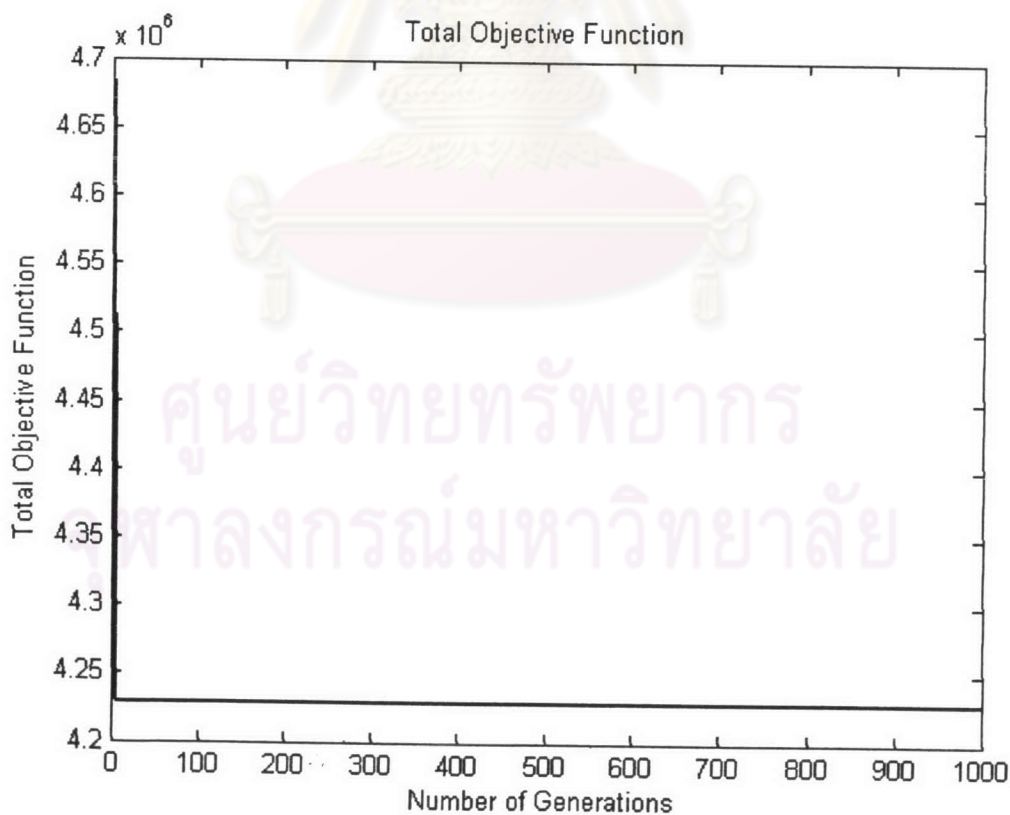
จำนวนแผนกทั้งหมด 10 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.5$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ จำนวนเงินเนอเรชั่นทั้งหมดเท่ากับ 1000 โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.36

ตารางที่ 8.36 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 6

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรชั่น	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
15	200	5	5	PBX	0.7	Recip X	0.3

8.8.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรชั่นได้ดังรูปที่ 8.6



รูปที่ 8.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรชั่นของปัญหาที่ 6

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.37

ตารางที่ 8.37 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 6

สตริงลำดับ การเรียง ของแผนก	สตริงความ กว้างของ แถบ	เงินเนอ เรชั่นที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ระหว่าง แผนก (*10 ³)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁶)
[1 8 9 7 2 3 5 6]	[3 4 5 6 7]	6	1.3608	6.1952	38.4828	4.2286

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.6.1.1

8.8.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 72 ชุด พบว่าชุดสตริงที่
ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.38

ตารางที่ 8.38 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 6

สตริงลำดับการ เรียงของแผนก	สตริงความ กว้างของแถบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁶)
[9 8 1 7 2 3 5 6]	[3 4 6 5 7]	1.3823	6.5081	40.1931	4.5122

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.6.1.2

8.8.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 6
ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.39

ตารางที่ 8.39 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 6

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3608	6.1952	38.4828	4.2286
การสุ่ม	1.3823	6.5081	40.1931	4.5122

จากตารางที่ 8.39 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 1.58%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 5.05%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 4.44%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 6.71%

8.8.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.40 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.6.2.1

ตารางที่ 8.40 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 6

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3608	6.1952	38.4828	4.2286
หลังวาง	1.3631	6.2123	50.7479	4.2517

จากตารางที่ 8.40 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.17%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.28%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.55%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสู่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.41 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.6.2.2

ตารางที่ 8.41 คำตอบจากวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 6

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
ก่อนวาง	1.3823	6.5081	40.1931	4.5122
หลังวาง	1.3858	6.5453	52.5948	4.5536

จากตารางที่ 8.41 คำตอบของวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.25%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.57%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 30.86%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.92%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสู่มดังแสดงในตารางที่ 8.42

ตารางที่ 8.42 คำตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 6

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁶)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3631	6.2123	50.7494	4.2517
สู่ม	1.3858	6.5453	52.5948	4.5536

จากตารางที่ 8.42 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสู่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 1.67%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสู่ม 5.36%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสู่ม 3.64%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 7.10%

8.9 ปัญหาที่ 7

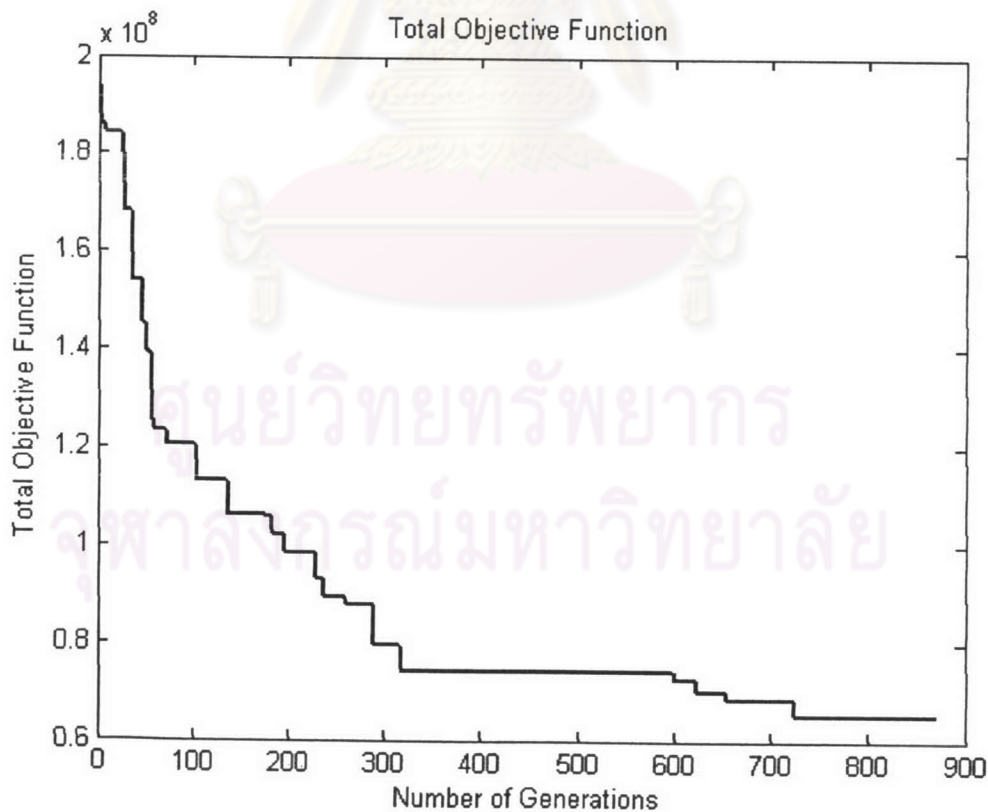
จำนวนแผนกทั้งหมด 20 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.5$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.43

ตารางที่ 8.43 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 7

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Rand Seq	0.3

8.9.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนได้ดังรูปที่ 8.7



รูปที่ 8.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนของปัญหาที่ 7

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.44

ตารางที่ 8.44 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 7

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^7$)
[17 10 11 19 20 3 14 6 15 1 16 18 5 9 12 7 8 2]	[5 4 4 5 7 3 7]	725	2.6758	9.5831	63.5687	6.4963

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.7.1.1

8.9.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 29 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.45

ตารางที่ 8.45 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 7

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[17 1 11 3 20 14 10 19 16 15 9 8 7 5 12 6 18 2]	[5 4 7 5 4 3 7]	2.6630	2.8944	70.9217	1.9365

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.7.1.2

8.9.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 7 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.46

ตารางที่ 8.46 การเปรียบเทียบค่าตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 7

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.6758	0.9583	63.5687	6.4963
การสุ่ม	2.6630	2.8944	70.9217	19.365

จากตารางที่ 8.46 พบว่าค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมมากกว่าวิธีการสุ่ม 0.48%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 202.03%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 11.57%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 198.09%

8.9.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.47 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.7.2.1

ตารางที่ 8.47 ค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 7

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	2.6758	9.5831	63.5687	6.4963
หลังวาง	2.6805	9.6086	83.2928	6.5512

จากตารางที่ 8.47 ค่าตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.18%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.27%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.03%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.85%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสู่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.48 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.7.2.2

ตารางที่ 8.48 ค่าตอบจากวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 7

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	2.6630	2.8944	70.9217	1.9365
หลังวาง	2.6669	2.8884	92.0861	1.9381

จากตารางที่ 8.48 ค่าตอบของวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.15%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกลดลง 0.21%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 29.84%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.08%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสู่มดังแสดงในตารางที่ 8.49

ตารางที่ 8.49 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 7

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.6805	0.9609	83.2928	6.5512
สู่ม	2.6669	2.8884	92.0861	19.381

จากตารางที่ 8.49 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสู่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมมากกว่าวิธีการสู่ม 0.51%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสู่ม 200.61%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสู่ม 10.56%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 195.84%

8.10 ปัญหาที่ 8

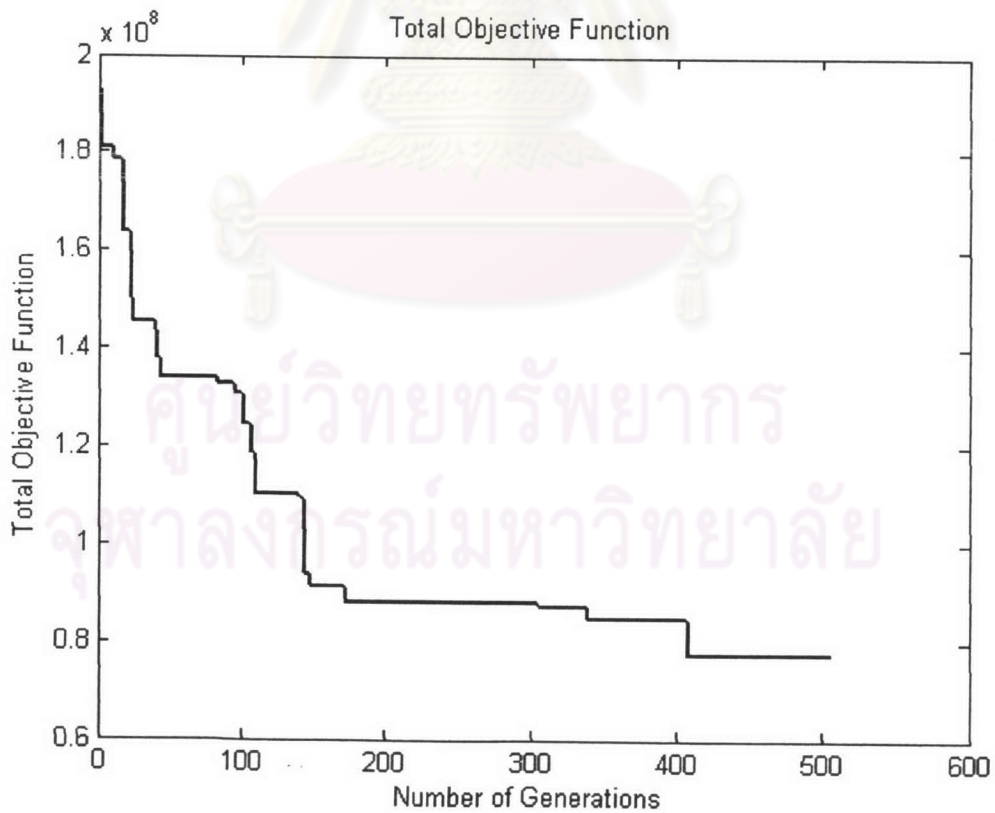
จำนวนแผนกทั้งหมด 20 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.50

ตารางที่ 8.50 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 8

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรชั่น	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.3

8.10.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรชั่นได้ดังรูปที่ 8.8



รูปที่ 8.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรชั่นของปัญหาที่ 8

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.51

ตารางที่ 8.51 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 8

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^7$)
[11 19 10 20 5 15 17 1 3 18 16 6 9 14 12 2 8 7]	[5 4 5 4 3 7 7]	408	2.5623	1.1989	71.9724	7.7269

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.8.1.1

8.10.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 29 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.52

ตารางที่ 8.52 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 8

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[17 1 11 3 20 14 10 19 16 15 9 8 7 5 12 6 18 2]	[5 4 7 5 4 3 7]	2.6630	2.8944	70.9217	1.9318

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.8.1.2

8.10.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 8 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.53

ตารางที่ 8.53 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 8

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เจเนติกอัลกอริทึม	2.5623	1.1989	71.9724	7.7269
การสุ่ม	2.6630	2.8944	70.9217	0.1932

จากตารางที่ 8.53 พบว่าคำตอบจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 3.93%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 141.42%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินมากกว่าวิธีการสุ่ม 1.48%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 150%

8.10.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ อีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.54 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.8.2.1

ตารางที่ 8.54 คำตอบจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 8

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	2.5623	1.1989	71.9724	7.7269
หลังวาง	2.5554	1.1973	93.5921	7.7098

จากตารางที่ 8.54 คำตอบของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง 0.27%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกลดลง 0.13%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 30%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมลดลง 0.22%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสู้ม ดังแสดงในตารางที่ 8.55 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.8.2.2

ตารางที่ 8.55 ค่าตอบจากวิธีการสู้มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 8

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	2.6630	2.8944	70.9217	1.9318
หลังวาง	2.6669	2.8884	92.0861	1.9321

จากตารางที่ 8.55 ค่าตอบของวิธีการสู้มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.15%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกลดลง 0.21%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 29.84%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.02%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสู้มดังแสดงในตารางที่ 8.56

ตารางที่ 8.56 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 8

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.5554	1.1973	93.5921	7.7098
สู้ม	2.6669	2.8884	92.0861	19.321

จากตารางที่ 8.56 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสู้ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสู้ม 4.36%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสู้ม 141.24%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินมากกว่าวิธีการสู้ม 1.64%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสู้ม 150.60%

8.11 ปัญหาที่ 9

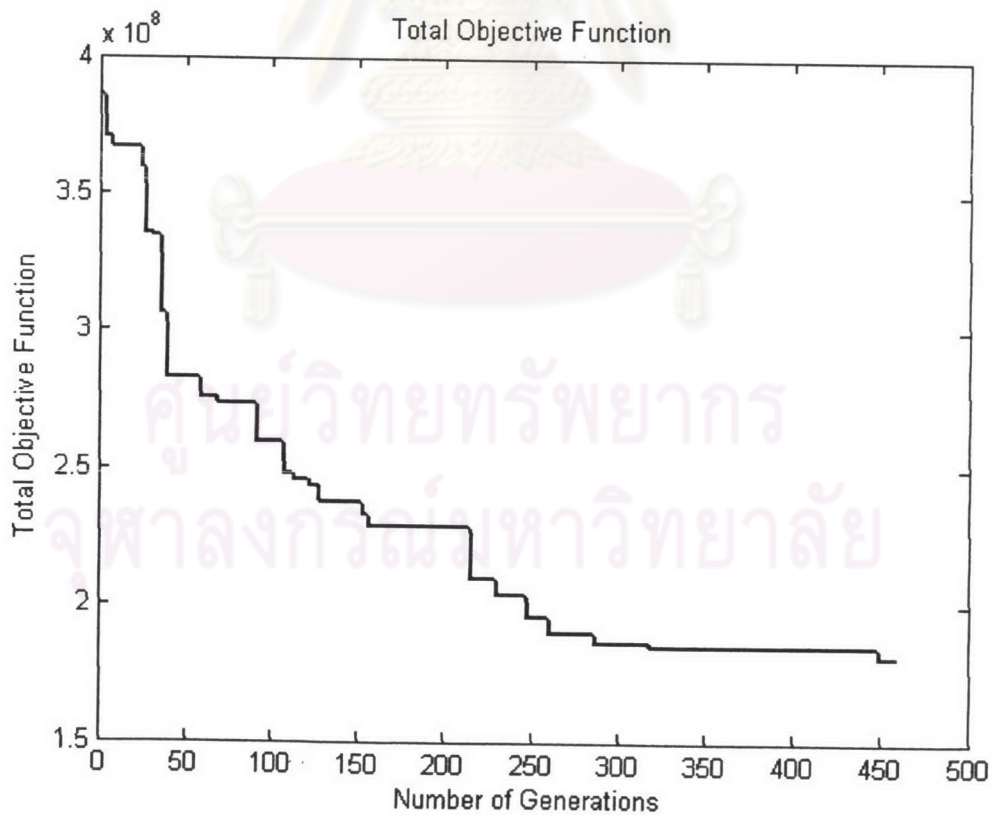
จำนวนแผนกทั้งหมด 20 แผนก $w_1 = 0.25$, $w_2 = 0.5$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.57

ตารางที่ 8.57 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 9

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรน	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.3

8.11.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนที่ได้ดังรูปที่ 8.9



รูปที่ 8.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนของปัญหาที่ 9

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.58

ตารางที่ 8.58 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 9

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[19 11 17 20 18 10 3 14 5 9 16 6 1 15 12 7 2 8]	[5 4 5 3 5 6 7]	450	2.3807	1.5162	71.6995	1.8091

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.9.1.1

8.11.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 29 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.59

ตารางที่ 8.59 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 9

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[17 1 11 3 20 14 10 19 16 15 9 8 7 5 12 6 18 2]	[5 4 7 5 4 3 7]	2.6630	2.8944	70.9217	3.8587

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.9.1.2

8.11.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 9 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.60

ตารางที่ 8.60 การเปรียบเทียบค่าตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 9

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.3807	1.5162	71.6995	1.8091
การสุ่ม	2.6630	2.8944	70.9217	3.8587

จากตารางที่ 8.60 พบว่าค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 11.86%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 90.90%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินมากกว่าวิธีการสุ่ม 1.10%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 113.29%

8.11.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานค่าตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานค่าตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.61 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.9.2.1

ตารางที่ 8.61 ค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 9

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	2.3807	1.5162	71.6995	1.8091
หลังวาง	2.3778	1.5242	91.8017	1.8176

จากตารางที่ 8.61 ค่าตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง 0.12%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.53%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 28.04%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.47%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสูม ดังแสดงในตารางที่ 8.62 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.9.2.2

ตารางที่ 8.62 คำตอบจากวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 9

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	2.6630	2.8944	70.9217	3.8587
หลังวาง	2.6669	2.8884	92.0861	3.8578

จากตารางที่ 8.62 คำตอบของวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.15%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกลดลง 0.21%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 29.84%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมลดลง 0.02%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสูมดังแสดงในตารางที่ 8.63

ตารางที่ 8.63 คำตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 9

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.3778	1.5242	91.8017	1.8176
สูม	2.6669	2.8884	92.0861	3.8578

จากตารางที่ 8.63 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสูม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสูม 12.16%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสูม 89.50%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสูม 0.31%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสูม 112.25%

8.12 ปัญหาที่ 10

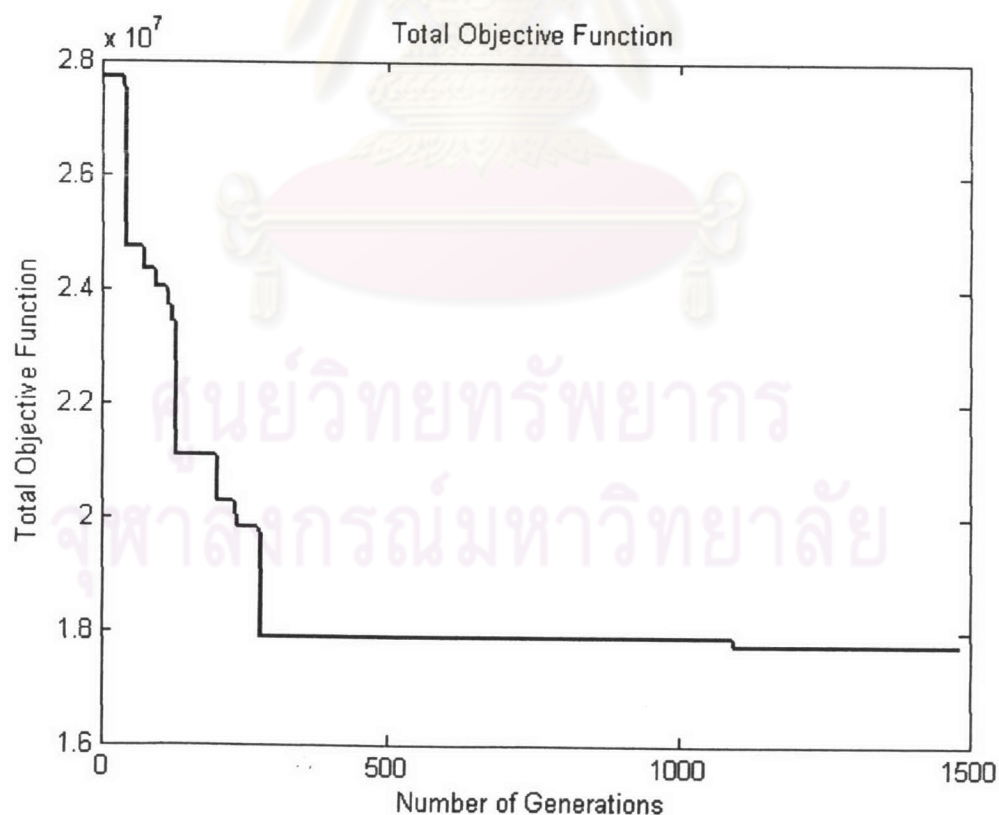
จำนวนแผนกทั้งหมด 15 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชีในกรณีที่ดีที่สุด เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.64

ตารางที่ 8.64 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 10

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรนซ์	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.1

8.12.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนซ์ได้ดังรูปที่ 8.10



รูปที่ 8.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนซ์ของปัญหาที่ 10

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.65

ตารางที่ 8.65 ค่าตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 10

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอ เรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^7$)
[15 2 10 6 3 14 4 9 12 1 11 8 5]	[5 4 9 3 3 5 3 4 4]	1095	5.3301	1.3251	50.6042	1.7728

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.10.1.1

8.12.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 58 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.66

ตารางที่ 8.66 ค่าตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 10

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^3$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^7$)
[6 10 1 11 3 2 4 8 14 9 15 5 12]	[5 4 5 3 4 6 5 4 4]	6.7418	1.7567	53.4958	2.9701

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.10.1.2

8.12.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 10 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.67

ตารางที่ 8.67 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 10

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	5.3301	1.3251	50.6042	1.7728
การสุ่ม	6.7418	1.7567	53.4958	2.9701

จากตารางที่ 8.67 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 26.49%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 32.57%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 5.71%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 67.54%

8.12.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.68 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.10.2.1

ตารางที่ 8.68 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 10

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	5.3301	1.3251	50.6042	1.7728
หลังวาง	5.3303	1.3315	68.7966	1.7838

จากตารางที่ 8.68 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.004%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.48%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 35.95%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.62%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสูม ดังแสดงในตารางที่ 8.69 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.10.2.2

ตารางที่ 8.69 คำตอบจากวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 10

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	6.7418	1.7567	53.4958	2.9701
หลังวาง	6.7522	1.7635	70.5636	2.9891

จากตารางที่ 8.69 คำตอบของวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.15%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.39%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.90%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.64%

ทำการเปรียบเทียบคำตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสูมดังแสดงในตารางที่ 8.70

ตารางที่ 8.70 คำตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 10

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ³)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	5.3303	1.3315	68.7966	1.7838
สูม	6.7522	1.7635	70.5636	2.9891

จากตารางที่ 8.70 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสูม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสูม 26.68%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสูม 32.44%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสูม 2.57%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสูม 67.57%

8.13 ปัญหาที่ 11

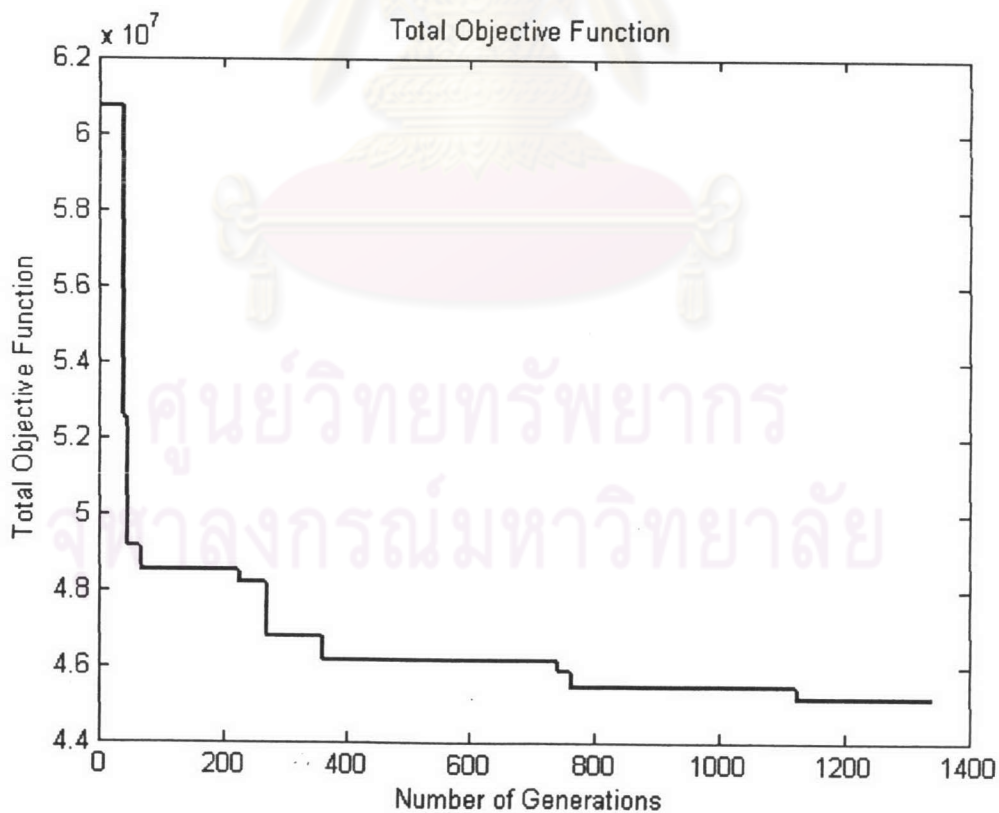
จำนวนแผนกทั้งหมด 15 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชีในกรณีใกล้เคียงดีที่สุดในเวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.71

ตารางที่ 8.71 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 11

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรนซ์	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.1

8.13.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนซ์ได้ดังรูปที่ 8.11



รูปที่ 8.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนซ์ของปัญหาที่ 11

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.72

ตารางที่ 8.72 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกัลกอริทึมของปัญหาที่ 11

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอ เรชั่นที่พบ คำตอบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความ สัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความ สัมพันธ์ของ ทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[15 6 10 12 3 8 14 2 4 9 11 1 5]	[5 4 9 5 9 4 4]	1125	1.3272	1.3545	50.0208	4.5113

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.11.1.1

8.13.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 58 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.73

ตารางที่ 8.73 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 11

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์ รวม (*10 ⁷)
[6 10 1 11 3 2 4 8 14 9 15 5 12]	[5 4 5 3 4 6 5 4 4]	1.4514	1.7567	53.4958	6.3942

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.11.1.2

8.13.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 11 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.74

ตารางที่ 8.74 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 11

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3272	1.3545	50.0208	4.5113
การสุ่ม	1.4514	1.7567	53.4958	6.3942

จากตารางที่ 8.74 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 9.36%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 29.69%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 0.90%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 41.74%

8.13.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.75 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.11.2.1

ตารางที่ 8.75 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 11

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	1.3272	1.3545	50.0208	4.5113
หลังวาง	1.3271	1.3549	68.4237	4.5187

จากตารางที่ 8.75 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง 0.01%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.03%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 36.79%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.16%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.76 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.11.2.2

ตารางที่ 8.76 ค่าตอบจากวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 11

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	1.4514	1.7567	53.4958	6.3942
หลังวาง	1.4535	1.7635	70.5636	6.4345

จากตารางที่ 8.76 ค่าตอบของวิธีการสุ่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.14%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.39%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.90%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.63%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 8.77

ตารางที่ 8.77 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 11

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	1.3271	1.3549	68.4237	4.5187
สุ่ม	1.4535	1.7635	70.5636	6.4345

จากตารางที่ 8.77 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 9.52%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 30.16%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 3.13%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 42.40%

8.14 ปัญหาที่ 12

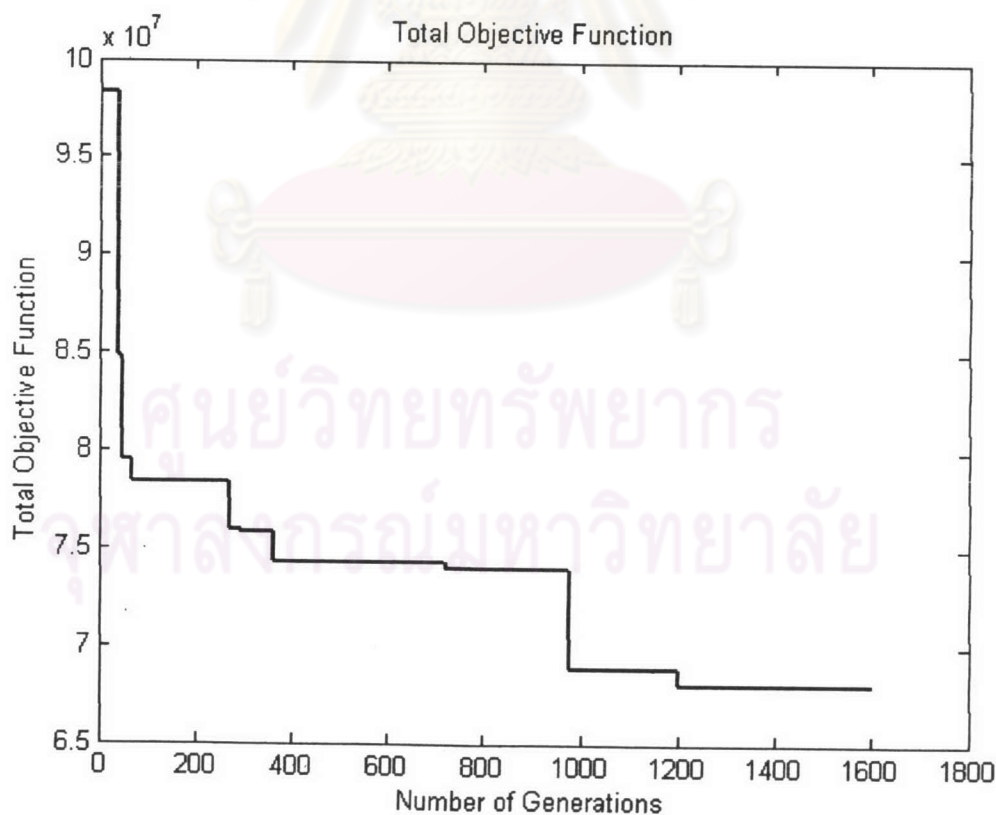
จำนวนแผนกทั้งหมด 15 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชีในกรณีใกล้เคียงแก่ที่สุด เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.78

ตารางที่ 8.78 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 12

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรชั่น	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.1

8.14.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรชั่นได้ดังรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรชั่นของปัญหาที่ 12

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.79

ตารางที่ 8.79 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 12

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^7$)
[10 6 15 12 3 14 4 8 11 9 2 1 5]	[5 4 7 8 7 5 4]	1200	2.0963	1.2933	44.1333	6.8018

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.12.1.1

8.14.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 58 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.80

ตารางที่ 8.80 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 12

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[6 10 1 11 3 2 4 8 14 9 15 5 12]	[5 4 5 3 4 6 5 4 4]	2.3551	1.7567	53.4958	1.0376

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.12.1.2

8.14.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 12 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆแสดงในตารางที่ 8.81

ตารางที่ 8.81 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 12

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.0963	1.2933	44.1333	6.8018
การสุ่ม	2.3551	1.7567	53.4958	10.376

จากตารางที่ 8.81 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 12.35%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 35.83%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 21.21%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 52.55%

8.14.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.82 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.12.2.1

ตารางที่ 8.82 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 12

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	2.0963	1.2933	44.1333	6.8018
หลังวาง	2.0972	1.2988	61.2648	6.8426

จากตารางที่ 8.82 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.04%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.43%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 38.82%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.60%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสูม ดังแสดงในตารางที่ 8.83 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.12.2.2

ตารางที่ 8.83 ค่าตอบจากวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 12

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	2.3551	1.7567	53.4958	1.0376
หลังวาง	2.3593	1.7635	70.5636	1.0444

จากตารางที่ 8.83 ค่าตอบของวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.18%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.39%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.90%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.66%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสูมดังแสดงในตารางที่ 8.84

ตารางที่ 8.84 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 12

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.0972	1.2988	61.2648	6.8426
สูม	2.3593	1.7635	70.5636	10.444

จากตารางที่ 8.84 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสูม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสูม 12.50%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสูม 35.78%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสูม 15.18%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสูม 52.63%

8.15 ปัญหาที่ 13

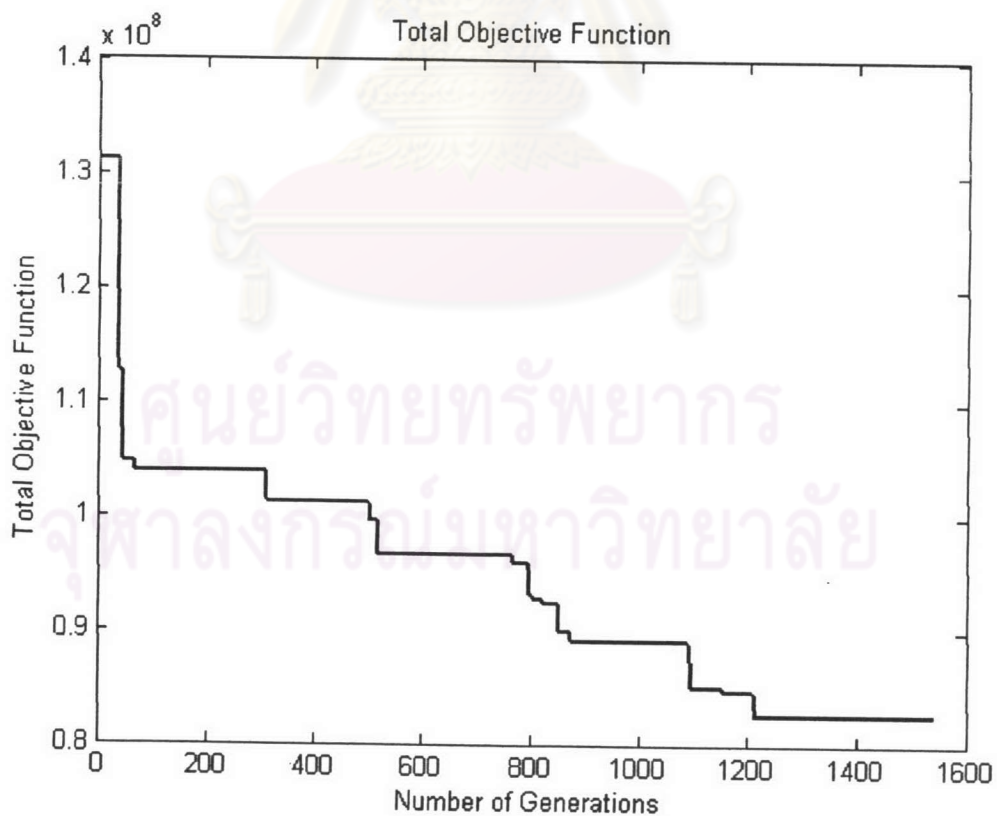
จำนวนแผนกทั้งหมด 15 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชีในกรณีแย่งที่สุด เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.85

ตารางที่ 8.85 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 13

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรนซ์	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.1

8.15.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรนซ์ได้ดังรูปที่ 8.13



รูปที่ 8.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรนซ์ของปัญหาที่ 13

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.86

ตารางที่ 8.86 ค่าตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 13

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
[10 12 15 6 3 14 2 4 9 11 8 1 5]	[5 4 7 7 9 4 4]	1213	2.8921	1.1364	44.5521	8.2501

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.13.1.1

8.15.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 58 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.87

ตารางที่ 8.87 ค่าตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 13

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
[6 10 1 11 3 2 4 8 14 9 15 5 12]	[5 4 5 3 4 6 5 4 4]	3.1600	1.7567	53.4958	1.3922

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.13.1.2

8.15.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 13 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.88

ตารางที่ 8.88 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 13

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.8921	1.1364	44.5521	8.2501
การสุ่ม	3.1600	1.7567	53.4958	13.922

จากตารางที่ 8.88 พบว่าคำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 9.26%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 54.59%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 20.07%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 68.75%

8.15.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.89 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.13.2.1

ตารางที่ 8.89 คำตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 13

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
ก่อนวาง	2.8921	1.1364	44.5521	8.2501
หลังวาง	2.8977	1.1388	61.7225	8.2955

จากตารางที่ 8.89 คำตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.19%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.21%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 38.54%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.55%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสูม ดังแสดงในตารางที่ 8.90 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.13.2.2

ตารางที่ 8.90 ค่าตอบจากวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 13

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	3.1600	1.7567	53.4958	1.3922
หลังวาง	3.1652	1.7635	70.5636	1.4012

จากตารางที่ 8.90 ค่าตอบของวิธีการสูมหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.16%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.39%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 31.90%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.65%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสูมดังแสดงในตารางที่ 8.91

ตารางที่ 8.91 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 13

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁷)
เงินเนติกอัลกอริทึม	2.8977	1.1388	61.7225	8.2955
สูม	3.1652	1.7635	70.5636	14.012

จากตารางที่ 8.91 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสูม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสูม 9.23%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสูม 54.86%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินต่ำกว่าวิธีการสูม 14.32%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสูม 68.91%

8.16 ปัญหาที่ 14

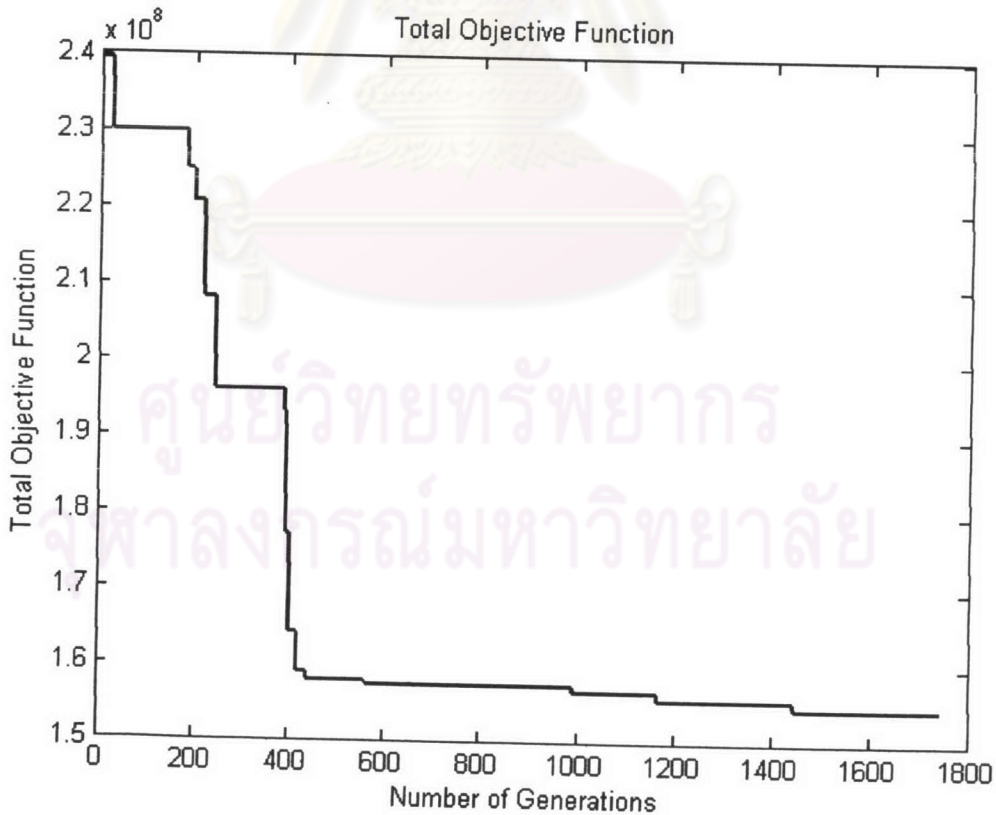
จำนวนแผนกทั้งหมด 15 แผนก $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.25$ และ $w_3 = 0.25$ และข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชีในกรณีค่าเฉลี่ย เวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 48 ชั่วโมง โดยใช้พารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 8.92

ตารางที่ 8.92 ค่าพารามิเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ 14

จำนวนประชากร	จำนวนเงินเนอเรชั่น	จำนวนรอบของการสร้างสตริงใหม่	จำนวนสตริงที่ถูกสร้างใหม่	วิธีการครอสโอเวอร์	ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	วิธีการมิวเตชัน	ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน
20	200	10	5	PMX	0.9	Recip X	0.1

8.16.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม แสดงความสัมพันธ์ของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมกับเงินเนอเรชั่นได้ดังรูปที่ 8.14



รูปที่ 8.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมและเงินเนอเรชั่นของปัญหาที่ 14

และได้ค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.93

ตารางที่ 8.93 คำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมของปัญหาที่ 14

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	เงินเนอเรชั่นที่พบคำตอบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[11 8 1 12 2 9 14 10 4 3 15 6 5]	[5 4 8 3 5 3 4 4 4]	1446	4.9407	1.2441	50.6000	1.5432

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.14.1.1

8.16.2 การหาคำตอบด้วยวิธีการสุ่ม

ผลการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มจากชุดสตริงทั้งหมด 58 ชุด พบว่าชุดสตริงที่ดีที่สุด แสดงค่าคำตอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 8.94

ตารางที่ 8.94 คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 14

สตริงลำดับการเรียงของแผนก	สตริงความกว้างของแถบ	ค่าใช้จ่ายโดยรวม ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ($\times 10^4$)	ค่าความสัมพันธ์ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม ($\times 10^8$)
[12 10 4 6 1 3 2 15 14 11 9 8 5]	[5 4 5 8 3 5 3 3 4]	6.1623	1.9258	47.8687	2.9745

ผังโรงงานคำตอบแสดงในภาคผนวก ง.14.1.2

8.16.3 การเปรียบเทียบคำตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มของปัญหาที่ 14 ก่อนการวางพื้นที่ตายตัว โดยเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 8.95

ตารางที่ 8.95 การเปรียบเทียบค่าตอบ ก่อนการวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 14

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
เงินเนติกอัลกอริทึม	4.9407	1.2441	50.6000	1.5432
การสุ่ม	6.1623	1.9258	47.8687	2.9745

จากตารางที่ 8.95 พบว่าค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสุ่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 24.73%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 54.79%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินมากกว่าวิธีการสุ่ม 6.37%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 92.75%

8.16.4 การวางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ

วางพื้นที่ตายตัวลงในผังโรงงานคำตอบ และคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆอีกครั้ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงในตารางที่ 8.96 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.14.2.1

ตารางที่ 8.96 ค่าตอบจากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 14

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	4.9407	1.2441	50.6000	1.5432
หลังวาง	4.9614	1.2468	70.1071	1.5555

จากตารางที่ 8.96 ค่าตอบของวิธีการเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวพบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.42%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.22%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 38.55%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.80%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบก่อนวางพื้นที่ตายตัว และหลังวางพื้นที่ตายตัวของวิธีการสู่ม ดังแสดงในตารางที่ 8.97 และผังโรงงานที่วางพื้นที่ตายตัวแล้วแสดงในภาคผนวก ง.14.2.2

ตารางที่ 8.97 ค่าตอบจากวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 14

การวางพื้นที่ตายตัว	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
ก่อนวาง	6.1623	1.9258	47.8687	2.9745
หลังวาง	6.1684	1.9284	67.1271	2.9844

จากตารางที่ 8.97 ค่าตอบของวิธีการสู่มหลังจากวางพื้นที่ตายตัว พบว่า

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น 0.10%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกเพิ่มขึ้น 0.14%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินเพิ่มขึ้น 40.23%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมเพิ่มขึ้น 0.33%

ทำการเปรียบเทียบค่าตอบหลังการวางพื้นที่ตายตัวระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสู่มดังแสดงในตารางที่ 8.98

ตารางที่ 8.98 ค่าตอบของทั้ง 2 วิธีหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของปัญหาที่ 14

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย โดยรวม (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ระหว่างแผนก (*10 ⁴)	ค่าความสัมพันธ์ ของทางเดิน	ค่าฟังก์ชัน วัตถุประสงค์รวม (*10 ⁸)
เงินเนติกอัลกอริทึม	4.9614	1.2468	70.1071	1.5555
สู่ม	6.1684	1.9284	67.1271	2.9844

จากตารางที่ 8.98 หลังการวางพื้นที่ตายตัว พบว่าค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่างๆของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมดีกว่าวิธีการสู่ม โดย

- ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 24.33%
- ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่ำกว่าวิธีการสู่ม 54.67%
- ค่าความสัมพันธ์ของทางเดินมากกว่าวิธีการสู่ม 4.44%
- ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าวิธีการสู่ม 91.86%

8.17 สรุปผลการเปรียบเทียบคำตอบ

8.17.1 สรุปความแตกต่างของแต่ละปัญหา

จากการแก้ปัญหาของการออกแบบผังโรงงานที่ผังไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีข้อจำกัดในด้านต่างๆของปัญหาที่มีข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าคงที่ และปัญหาที่มีข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีชชี ซึ่งทำการแก้ปัญหาและเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการสุ่ม โดยสามารถสรุปค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวได้ดังตารางที่ 8.99

ตารางที่ 8.99 สรุปการเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละปัญหา

ปัญหาที่	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมของวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม (*10 ⁷)	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมของวิธีการสุ่ม (*10 ⁷)	การเปรียบเทียบคำตอบกับวิธีการสุ่ม
1	1.4312	1.4312	ไม่แตกต่าง
2	1.3808	1.3808	ไม่แตกต่าง
3	2.7062	2.7062	ไม่แตกต่าง
4	0.2152	0.2304	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 7.08%
5	0.2135	0.2286	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 7.09%
6	0.4252	0.4554	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 7.10%
7	6.5512	19.381	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 195.84%
8	7.7098	19.321	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 150.60%
9	18.176	38.578	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 112.25%
10	1.7838	2.9891	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 67.57%
11	4.5187	6.4345	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 42.40%
12	6.8426	10.444	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 52.63%
13	8.2955	14.012	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 68.91%
14	15.555	29.844	ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม 91.86%

จากตารางที่ 8.99 พบว่าปัญหาที่ 1 – 3 ไม่มีความแตกต่างระหว่างวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่ม เนื่องจากการสร้างชุดสตริงคำตอบจากวิธีการสุ่มได้ทั้งหมด 67 ชุดสตริง ซึ่งเป็นไปได้ว่าชุดสตริงที่เป็นไปได้สำหรับปัญหาขนาด 6 แผนก มีเพียง 67 ชุดสตริงเท่านั้น การเปรียบเทียบคำตอบจึงให้ผลไม่แตกต่างกัน

สำหรับปัญหาที่ 4 – 14 พบว่าวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีการสุ่ม เพราะให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่า โดยพบว่าการสร้างชุดสตริงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มของปัญหาขนาด 10 แผนกได้ 72 ชุดสตริง ปัญหาขนาด 15 แผนกได้ 58 ชุดสตริง และปัญหา

ขนาด 20 แผนกได้ 29 ชุดสตรีง สังเกตได้ว่าเมื่อปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้การสร้างสตรีงอย่างสุ่มด้วยเวลาที่จำกัด (12 ชั่วโมง) จะได้ชุดสตรีงน้อยลง ทำให้ชุดสตรีงคำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มมีคุณสมบัติแตกต่างจากคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมค่อนข้างมาก เช่น ปัญหาที่ 9 (จำนวนแผนกเท่ากับ 20 แผนก) วิธีเงินเนติกอัลกอริทึมให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำกว่าถึง 112.25% หรือมากกว่า 1 เท่าตัว เนื่องมาจากจำนวนประชากรของปัญหาที่ 9 เท่ากับ 20 ส่วนจำนวนชุดสตรีงคำตอบที่สร้างจากวิธีการสุ่มได้ 29 ชุดสตรีง ซึ่งต่างกันไม่มาก และวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมมีการพัฒนาคำตอบไปในทางที่ดีขึ้นแต่วิธีการสุ่มไม่มี ดังนั้นการสร้างสตรีงคำตอบด้วยวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาขนาดใหญ่ (15 และ 20 แผนก) ด้วยเวลาการสร้าง 12 ชั่วโมงจึงน้อยเกินไป

8.17.2 การเปรียบเทียบกรณีของปัญหาแบบพีชชี

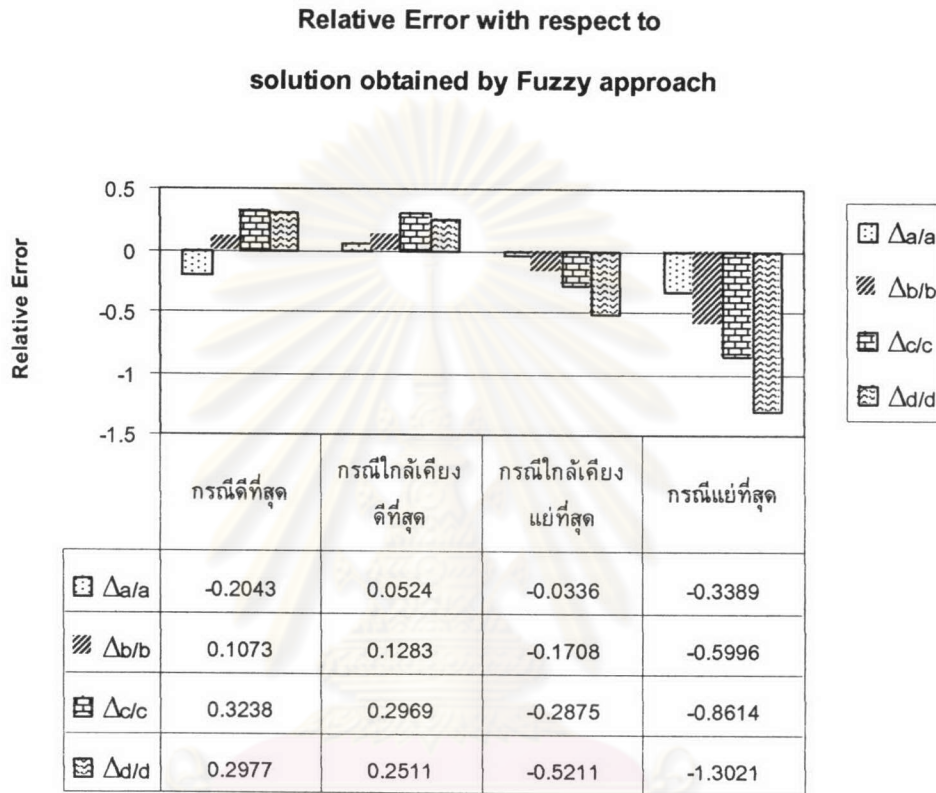
จากปัญหาที่ 10 - 14 ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลการไหลของวัสดุในกรณีที่ดีที่สุด ไกล่เคียงดีที่สุดใน ไกล่เคียงแย่งที่สุดใน แยกที่สุดใน และกรณีค่าเฉลี่ย ซึ่งกรณีค่าเฉลี่ยจะเป็นตัวแทนของความไม่แน่นอนของข้อมูลการไหลของวัสดุทั้งหมด ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบชุดสตรีงคำตอบที่ได้จากวิธีเงินเนติกอัลกอริทึมหลังจากวางพื้นที่ตายตัวของข้อมูลในแต่ละกรณี กับกรณีที่แตกต่างกัน โดยจะใช้ชุดสตรีงคำตอบของ 5 กรณีข้างต้นคำนวณหาค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม โดยใช้ข้อมูลการไหลของวัสดุแยกเป็น กรณีดีที่สุดใน กรณีไกล่เคียงดีที่สุดใน กรณีไกล่เคียงแย่งที่สุดใน และกรณีแย่งที่สุดใน เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กัน ดังตารางที่ 8.100

ตารางที่ 8.100 การเปรียบเทียบกรณีของปัญหาแบบพีชชี

ชุดสตรีงคำตอบของ	ข้อมูล กรณีดีที่สุดใน (a) (*10 ⁷)	ข้อมูลกรณี ไกล่เคียงดีที่สุดใน (b) (*10 ⁷)	ข้อมูลกรณี ไกล่เคียงแย่งที่สุดใน (c) (*10 ⁷)	ข้อมูล กรณีแย่งที่สุดใน (d) (*10 ⁷)
กรณีค่าเฉลี่ย (พีชชี)	1.9881	4.3904	7.1301	9.5976
กรณีดีที่สุดใน	1.7838	4.4977	7.4539	9.8953
กรณีไกล่เคียงดีที่สุดใน	2.0405	4.5187	7.4270	9.8487
กรณีไกล่เคียงแย่งที่สุดใน	1.9545	4.2196	6.8426	9.0765
กรณีแย่งที่สุดใน	1.6492	3.7908	6.2687	8.2955

จากตารางที่ 8.100 การแก้ปัญหาในกรณีที่ไมใช้ข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าเฉลี่ยสามารถให้คำตอบที่เหมาะสมกับกรณีของตนเอง ขณะที่กรณีที่เป็นค่าเฉลี่ยสามารถให้คำตอบที่เหมาะสมกับทุกกรณีตั้งแต่กรณีที่ดีที่สุดถึงกรณีที่แย่งที่สุดใน เช่น การแก้ปัญหาเมื่อใช้ข้อมูลการไหลของวัสดุในกรณีดีที่สุดในคือ 1.7838×10^7 ซึ่งน้อยกว่าในกรณีค่าเฉลี่ย (พีชชี) (1.9881×10^7)

และเมื่อใช้ชุดสตริงคำตอบจากกรณีที่ดีที่สุดคำนวณหาค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โดยการใช้ข้อมูลการไหลของวัสดุในกรณีอื่นๆ จะได้ข้อมูลกรณีใกล้เคียงที่ดีที่สุดเท่ากับ $4.4977 \cdot 10^7$ ข้อมูลกรณีใกล้เคียงแย่ที่สุดเท่ากับ $7.4539 \cdot 10^7$ และข้อมูลกรณีแย่ที่สุดเท่ากับ $9.8953 \cdot 10^7$ ซึ่งมีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่มากกว่ากรณีค่าเฉลี่ยทั้งสิ้น โดยสามารถสร้างกราฟความผิดพลาดสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับคำตอบจากกรณีค่าเฉลี่ย (พีชชี) ได้ดังรูปที่ 8.15



รูปที่ 8.15 กราฟความผิดพลาดสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับคำตอบจากกรณีพีชชี

8.18 สรุปท้ายบท

การใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงาน ที่ผังไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทั้ง 14 ตัวอย่างปัญหา โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวม และเจเนอเรชั่นของปัญหาของแต่ละปัญหาของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม พบว่าค่าที่ได้ในแต่ละเจเนอเรชั่นมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าที่ดีกว่าอย่างรวดเร็วในช่วงระยะหนึ่ง หลังจากนั้นค่าที่ได้จะเริ่มคงที่ซึ่งค่านี้จะถือว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา นั้นหมายถึงคำตอบที่ได้ อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบปัญหา เนื่องจากคำตอบอาจติดอยู่ใน Local Optima ไม่สามารถเข้าสู่ Global Optima ได้ก่อนเจเนอเรชั่นสุดท้ายในการคำนวณ

การแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึมในปัญหาขนาดกลางถึงใหญ่ พบว่า ระยะเวลาในการหาคำตอบ ด้วยการกำหนดจำนวนเจเนเนอเรชันทั้งหมดเป็นเงื่อนไขหยุดการทำงานไม่สามารถทำได้ เนื่องจากปัญหาการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัยเป็นปัญหาแบบ NP-hard และมีข้อจำกัดในการวางแผนมาก ทำให้เวลาในการหาคำตอบเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดแผนกเพิ่มขึ้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึมจึงไม่สามารถใช้จำนวนเจเนเนอเรชันทั้งหมดเป็นเงื่อนไขในการหยุดการทำงาน แต่ต้องใช้การกำหนดเวลาในการแก้ปัญหาแทน

การเปรียบเทียบผลคำตอบที่ได้จากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีการสุ่มในงานวิจัยนั้น พบว่า ปัญหาที่มีขนาดแผนก 6 แผนก วิธีการสุ่มสามารถสร้างชุดสตริงคำตอบที่ดีเท่ากับวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าชุดสตริงที่เป็นไปได้ในปัญหาขนาดเล็กมีอยู่อย่างจำกัดหรือมีอยู่น้อย ทำให้การสร้างชุดสตริงจากวิธีการสุ่มสามารถสร้างชุดสตริงที่มีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ปัญหาที่มีขนาดกลางถึงใหญ่ (15 แผนกขึ้นไป) พบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม สามารถพบคำตอบที่ให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์รวมดีกว่าคำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มโดยในปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น วิธีการสุ่มมีความสามารถในการสร้างชุดสตริงที่เป็นไปได้น้อยลงภายใต้ระยะเวลาควบคุม ทำให้คำตอบที่ได้จากวิธีการสุ่มมีความแตกต่างอย่างมากกับวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

อย่างไรก็ตาม จากการเปรียบเทียบลักษณะนี้ อาจพบได้ว่ามีโอกาสที่วิธีการสุ่มอาจจะให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีเจเนติกอัลกอริทึมได้ ถ้าให้เวลาในการสร้างชุดสตริงอย่างสุ่มมากขึ้น แต่การหาคำตอบจากวิธีการสุ่มนั้นเสียเวลาในการหาคำตอบนาน โดยเฉพาะกับปัญหาขนาดใหญ่ เพราะวิธีการสุ่มเป็นการค้นหาคำตอบจากประชากรคำตอบทั้งหมด และไม่มีทิศทางในการหาคำตอบที่แน่นอน ซึ่งแตกต่างจากวิธีเจเนติกอัลกอริทึม โดยกระบวนการต่างๆของเจเนติกอัลกอริทึม เป็นกระบวนการที่ช่วยหาคำตอบจากทั้งประชากร และมีการพัฒนาไปสู่คำตอบที่ดีกว่าในแต่ละรอบของการคำนวณหาคำตอบ (เจเนเนอเรชัน) หรือในระยะเวลาที่เท่ากัน ซึ่งเป็นข้อดีของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีเจเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัยนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการนำไปใช้งานจริงควรคำนึงถึงระยะเวลาในการแก้ปัญหา หรือควบคุมเวลาในการแก้ปัญหาสำหรับปัญหาขนาดกลางถึงใหญ่ โดยผังโรงงานคำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด

สำหรับปัญหาที่มีข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นแบบพีซซี พบว่าการแก้ปัญหาในกรณีที่ไม่ใช่ข้อมูลการไหลของวัสดุเป็นค่าเฉลี่ย สามารถให้คำตอบที่เหมาะสมกับกรณีของตัวเอง ขณะที่

กรณีที่เป็นค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของความไม่แน่นอนของข้อมูลทั้งหมด สามารถให้คำตอบที่เหมาะสมกับทุกกรณีตั้งแต่กรณีที่ดีที่สุดถึงกรณีที่แย่ที่สุด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย