



การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับเมตาฮีurisติกส์
กรณีศึกษา : เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ
A COMPARATIVE STUDY OF PARAMETER TUNING APPROACHES
FOR METAHEURISTICS : A CASE STUDY IN SOLVING VEHICLE
ROUTING PROBLEM

นายธนวัฒน์ สิริชัยจาร์ รหัส 57361159
นางสาวสกวเดือน แซ่เตี่ยว รหัส 57361586

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2560



ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงการงาน การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับเมตาฮิวริสติกส์
กรณีศึกษา : เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ผู้ดำเนินโครงการงาน นายธนวัฒน์ สิริชัยจารุ รหัส 57361159
นางสาวสกวเดือน แซ่เตียว รหัส 57361586

ที่ปรึกษาโครงการงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญนิธิ คำเมือง


สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

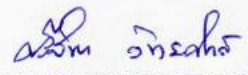
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ


.....ที่ปรึกษาโครงการงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญนิธิ คำเมือง)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีสัจจา วิทยศักดิ์)

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อหัวข้อโครงการ | การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับเมตาฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา : เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ |
| ผู้ดำเนินโครงการ | นายธนวัฒน์ ลิทธิชัยจารุ รหัส 57361159 นางสาวสกวเดือน แซ่เตียว รหัส 57361586 |
| ที่ปรึกษาโครงการ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| ภาควิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| ปีการศึกษา | 2560 |

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race ของวิธีการเมตาฮิวริสติกส์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ เมตาฮิวริสติกส์เป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างคำตอบใหม่ให้มีความน่าเชื่อถือ และเหมาะสมสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ โดยปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ทำการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบพิจารณาน้ำหนักบรรทุก ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก ค่าใช้จ่ายผันแปร ค่าใช้จ่ายคงที่ และค่าปรับ โดยจะทำการเปรียบเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์ทั้งสองวิธีด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกส์สามวิธี ได้แก่ วิธีการอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม

เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในแต่ละปัญหา ผู้ดำเนินโครงการจึงได้นำวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F-Race มาใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ โดยจะนำค่าที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race มาเปรียบเทียบกันเพื่อที่จะได้ทราบคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธี ว่าวิธีการใดให้ค่าพารามิเตอร์เหมาะสมที่สุด จากการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ F - Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง ในวิธีการอบอ่อนจำลอง และวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ แต่ในวิธีการเชิงพันธุกรรม กลับพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ F - Race เนื่องด้วยเวลาที่จำกัดจึงทำให้ได้การตั้งค่าพารามิเตอร์จากวิธีการ F - Race ของวิธีการเชิงพันธุกรรม ยังไม่ดีพอสำหรับการแข่งขัน

Project title A COMPARATIVE STUDY OF PARAMETER TUNING APPROACHES FOR METAHEURISTICS : A CASE STUDY IN SOLVING VEHICLE ROUTING PROBLEM

Name Mr. Thanawat Sittichaijaru ID. 57361159
Miss Sakawdran Saetiao ID. 57361586

Project advisor Asst.Prof.Dr.Kwanniti Khammuang

Major Industrial Engineering

Department Industrial Engineering

Academic year 2017

Abstract

This work is a comparative study of parameter tuning methods for metaheuristics with application in Vehicle Routing Problem (VRP). Metaheuristics is suitable for dealing with large sized logistics problems as they can provide good quality solution within reasonable time. The VRP under study considers loading cost constraints with the objective to minimize total costs, that are, loading cost, variable cost, fixed cost and penalty for late delivery cost. The study is conducted to evaluate both parameter tuning methods on three metaheuristics for the VRP: Simulated Annealing (SA), Iterated Local Search (ILS) and Genetic Algorithm (GA).

In order to investigate the performance of both methods, namely, Design of Experiments (DOE) and F - Race algorithm, the study compares the quality of solution obtained based on various instance of the VRP with different sizes. The results show that F - Race outperforms GA in the cases of applying SA and ILS. However, with GA, DOE provides better solutions than F - Race. This may be accounted for by limitation on running time of F - Race that cannot provide large amount of problems for F - Race to be effective.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ชัชวณิศา คำเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และคอยช่วยแก้ปัญหาเมื่อเกิดข้อบกพร่องของการดำเนินด้วยดีตลอดมา จนปริญญาานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ศรีสัจจา วิทยศักดิ์ และอาจารย์ภูพงษ์ พงษ์เจริญ รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านในภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการในครั้งนี้ให้ผ่านไปอย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม ในด้านการศึกษา ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนร่วมรุ่น ที่คอยให้การสนับสนุน คอยช่วยเหลือ เป็นกำลังใจที่ดี ทำให้ผู้ดำเนินโครงการมีกำลังใจที่จะฝ่าฟันอุปสรรค และความย่อท้อต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการตลอดมา

ผู้ดำเนินโครงการ

นายธนวัฒน์

สิทธิชัยจารุ

นางสาวสกาเดือน แซ่เตียว

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| ใบรับรองปริญญาโท..... | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ค |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ง |
| สารบัญ..... | จ |
| สารบัญตาราง..... | ฉ |
| สารบัญรูป..... | ณ |
| | |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... | 2 |
| 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)..... | 2 |
| 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)..... | 2 |
| 1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ..... | 2 |
| 1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ..... | 3 |
| 1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ..... | 3 |
| 1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ..... | 4 |
| | |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น..... | 5 |
| 2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งโดยยานพาหนะ(Vehicle Routing Problem : VRP).... | 5 |
| 2.1.1 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ..... | 5 |
| 2.1.2 ลักษณะและทางเลือกที่เป็นไปได้ของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP)..... | 9 |
| 2.1.3 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งของรถบรรทุกปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ..... | 11 |
| 2.2 การจำแนกประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP)..... | 13 |
| 2.2.1 จัดกลุ่มตามความต้องการของลูกค้า (Demand)..... | 13 |
| 2.2.2 จัดกลุ่มตามข้อจำกัดด้านเวลา (Time Windows)..... | 13 |
| 2.2.3 จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง (Time Horizon)..... | 14 |
| 2.2.4 จัดกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้น (Number of Origin points)..... | 14 |
| 2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาจำนวนรถบรรทุก..... | 14 |
| 2.4 วิธีการเมตาฮีริสติกส์ (Metaheuristic)..... | 24 |
| 2.5 วิธีการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing :SA)..... | 25 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|-----------|
| 2.5.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของวิธีอบอ่อนจำลอง..... | 25 |
| 2.5.2 การทำงานของ Simulated Annealing Diagram | 27 |
| 2.6 วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (Iterated Local Search : ILS)..... | 28 |
| 2.7 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)..... | 36 |
| 2.7.1 หลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)..... | 36 |
| 2.7.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม..... | 39 |
| 2.8 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE)..... | 40 |
| 2.8.1 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง..... | 40 |
| 2.8.2 หลักการพื้นฐาน 3 ประการ สำหรับการออกแบบการทดลอง..... | 41 |
| 2.9 วิธีการ F-Race | 41 |
| 2.10 หลักการและทฤษฎีของภาษา Visual Basic for Application : VBA | 44 |
| 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 44 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ | 46 |
| 3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ | 47 |
| 3.2 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing)..... | 47 |
| 3.3 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ..... | 47 |
| 3.4 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) | 48 |
| 3.5 ศึกษาวิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) | 48 |
| 3.6 ศึกษาวิธีการทดลองด้วยวิธี F-Race | 48 |
| 3.7 ศึกษาการเขียนโปรแกรมการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยภาษา VBA..... | 48 |
| 3.8 ตั้งค่าพารามิเตอร์ของทั้ง 2 วิธี เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีการ ออกแบบการทดลอง และวิธีการ F-Race | 49 |
| 3.9 สรุป | 49 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ | 50 |
| 4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F - Race | 51 |
| 4.1.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F - Race ของวิธีการอบอ่อนจำลอง..... | 51 |
| 4.1.2 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F - Race ในวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ..... | 53 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

| | |
|---|-----|
| 4.1.3 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาค่าตอบโดยวิธีการ F – Race ของวิธีการเชิงพันธุกรรม..... | 55 |
| 4.2 การลดจำนวนของค่าพารามิเตอร์ | 56 |
| 4.3 ผลการหาค่าตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง ด้วยวิธีการ F-Race | 57 |
| 4.3.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก..... | 57 |
| 4.3.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง | 66 |
| 4.3.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ | 74 |
| 4.3.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวม | 106 |
| 4.4 ผลการหาค่าตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ ด้วยวิธีการ F-Race | 128 |
| 4.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก..... | 128 |
| 4.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง | 132 |
| 4.4.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ | 136 |
| 4.4.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวม | 140 |
| 4.5 ผลการหาค่าตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรม ด้วยวิธีการ F-Race | 144 |
| 4.5.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก..... | 144 |
| 4.5.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง | 149 |
| 4.5.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ | 154 |
| 4.5.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวม | 155 |
| 4.6 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลอง (DOE) | 156 |
| 4.6.1 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการรอบอ่อนจำลอง | 156 |
| 4.6.2 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาค่าตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ..... | 157 |
| 4.6.3 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม..... | 158 |
| 4.7 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F-Race กับวิธีการออกแบบ การทดลองของวิธีการรอบอ่อนจำลอง | 159 |
| 4.8 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F-Race กับวิธีการออกแบบการทดลอง ของวิธีการหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ | 165 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 4.9 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F-Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม | 171 |
| 4.10 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรม | 173 |
| บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ | 174 |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ | 174 |
| 5.2 ปัญหาที่พบจากการดำเนินโครงการ | 176 |
| 5.3 แนวทางการแก้ปัญหา | 177 |
| 5.4 ข้อเสนอแนะ | 177 |
| เอกสารอ้างอิง | 178 |
| ภาคผนวก ก. โจทย์ปัญหาในการรัน | 180 |
| ภาคผนวก ข. หน้าที่การทำงานของฟังก์ชันในโปรแกรม | 238 |



สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงความต้องการสินค้าของลูกค้า..... | 7 |
| 2.2 แสดงระยะทางในการขนส่งสินค้า | 7 |
| 2.3 แสดงลักษณะและทางเลือกที่เป็นไปได้ของปัญหาในการจัดเส้นทางยานพาหนะ | 10 |
| 2.4 แสดงความต้องการสินค้าของลูกค้า, เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้น และลงยานพาหนะ, กรอบเวลาในการจัดส่งสินค้า และค่าปรับ..... | 16 |
| 2.5 แสดงระยะทางในการขนส่งสินค้า | 17 |
| 2.6 แสดงค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าตามเส้นทางยานพาหนะ..... | 17 |
| 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการรอบอ่อนจำลอง..... | 52 |
| 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ..... | 54 |
| 4.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรม | 55 |
| 4.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 1 | 58 |
| 4.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 2 | 59 |
| 4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3 | 61 |
| 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 1 | 62 |
| 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 2 | 62 |
| 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 3 | 63 |
| 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 1 | 64 |
| 4.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 2 | 64 |
| 4.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 3 | 65 |
| 4.13 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1 | 66 |
| 4.14 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2 | 67 |
| 4.15 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3 | 69 |
| 4.16 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 1 | 70 |
| 4.17 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 2 | 71 |
| 4.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 3 | 71 |
| 4.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 1 | 72 |
| 4.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 2 | 72 |
| 4.21 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 3 | 73 |
| 4.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1..... | 74 |
| 4.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2..... | 79 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.86 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 1 | 152 |
| 4.87 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 2 | 152 |
| 4.88 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 3 | 153 |
| 4.89 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา..... | 154 |
| 4.90 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา..... | 155 |
| 4.91 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา..... | 155 |
| 4.92 แสดงค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการรอบอ่อนจำลอง | 157 |
| 4.93 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ | 157 |
| 4.94 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม | 158 |
| 4.95 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลอง | 159 |
| 4.96 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง ของปัญหาขนาดเล็ก | 160 |
| 4.97 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง ของปัญหาขนาดกลาง..... | 161 |
| 4.98 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง ของปัญหาขนาดใหญ่..... | 162 |
| 4.99 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง ของปัญหารวม..... | 164 |
| 4.100 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโจทย์ปัญหาของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ | 165 |
| 4.101 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ ของปัญหาขนาดเล็ก..... | 166 |
| 4.102 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ ของปัญหาขนาดกลาง | 167 |
| 4.103 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ ของปัญหาขนาดใหญ่ | 168 |
| 4.104 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ ของปัญหารวม | 170 |
| 4.105 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโจทย์ปัญหาของวิธีการเชิงพันธุกรรม..... | 171 |
| 4.106 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรม ของปัญหาขนาดเล็ก..... | 172 |
| 4.107 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมของวิธีการ F-Race | 173 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.108 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมเปรียบเทียบระหว่างวิธีการ F-Race กับวิธีการ..... | 173 |
| 5.1 ตารางสรุปข้อดี และข้อเสียของ F-Race และวิธีการออกแบบการทดลอง..... | 176 |
| ก.1 ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด..... | 181 |
| ก.2 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1 | 184 |
| ก.3 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1 | 185 |
| ก.4 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2 | 186 |
| ก.5 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2..... | 186 |
| ก.6 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3 | 186 |
| ก.7 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3..... | 187 |
| ก.8 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1 | 187 |
| ก.9 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1..... | 188 |
| ก.10 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2..... | 189 |
| ก.11 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2..... | 189 |
| ก.12 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3..... | 190 |
| ก.13 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3 | 190 |
| ก.14 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1 | 192 |
| ก.15 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1 | 192 |
| ก.16 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2..... | 194 |
| ก.17 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2 | 194 |
| ก.18 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3..... | 196 |
| ก.19 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3 | 196 |
| ก.20 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 1 | 198 |
| ก.21 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 1..... | 198 |
| ก.22 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 2..... | 200 |
| ก.23 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 2..... | 200 |
| ก.24 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 3..... | 203 |
| ก.25 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 2..... | 203 |
| ก.26 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1 | 204 |
| ก.27 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1..... | 205 |
| ก.28 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2 | 205 |
| ก.29 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2..... | 206 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.61 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 1..... | 229 |
| ก.62 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมที่ 2..... | 231 |
| ก.63 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 2..... | 231 |
| ก.64 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมที่ 3..... | 234 |
| ก.65 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวมข้อที่ 3..... | 234 |



สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 รูปแสดงผังการจัดเส้นทางปกติ | 5 |
| 2.2 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ | 7 |
| 2.3 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า | 8 |
| 2.4 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถคันที่ 1..... | 8 |
| 2.5 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถคันที่ 2..... | 9 |
| 2.6 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ | 17 |
| 2.7 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า | 18 |
| 2.8 แสดงเส้นทางของการขนส่งสินค้าของรถบรรทุก..... | 19 |
| 2.9 แสดงเส้นทางของการขนส่งสินค้าของรถกระบะ 1 | 21 |
| 2.10 แสดงเส้นทางของการขนส่งสินค้าของรถกระบะ 2 | 22 |
| 2.11 Simulated Annealing Diagram | 26 |
| 2.12 แสดงการค้นหาพื้นที่คำตอบที่ดีที่สุดของการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ | 29 |
| 2.13 แสดงการค้นหาคำตอบในพื้นที่ใกล้เคียงแบบทำซ้ำ..... | 29 |
| 2.14 แสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานโดยทั่วไปของการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ | 30 |
| 2.15 แสดงการสลับตำแหน่งสามตำแหน่ง (2 - Opt/2 - Opt*) | 31 |
| 2.16 แสดงวิธีการสลับตำแหน่งสามตำแหน่ง (3 - Opt/3 - Opt*) | 32 |
| 2.17 แสดงวิธี Shift 10..... | 34 |
| 2.18 แสดงวิธี 1-1 - Interchange | 35 |
| 2.19 แสดงวิธี 2-2 - Interchange | 35 |
| 2.20 Pseudo Code สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม | 37 |
| 2.21 การผสมยีนแบบจุดเดียว | 38 |
| 2.22 แสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม | 39 |
| 2.23 กราฟแสดงวิธี F-Race | 41 |
| 2.24 แสดงวิธีคิดการจัดอันดับ F-Race..... | 42 |
| 2.25 แสดงจำนวนผู้สมัครเข้าแข่งขัน | 42 |
| 2.26 แสดงการคัดเลือกผู้เลื่อนออก | 44 |
| 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ | 46 |
| 4.1 ตารางแสดงลักษณะของปัญหา | 50 |
| 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการบออ่อนจำลอง..... | 51 |
| 4.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ..... | 53 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรม | 55 |
| 4.5 แสดงค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น | 56 |
| 4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหลืรอดจากการลดจำนวน | 57 |
| ข.1 หน้าแรกโปรแกรม SA FRace | 239 |
| ข.2 ปุ่มรันโปรแกรม SA FRace | 239 |
| ข.3 หน้าแรกโปรแกรม ILS FRace | 257 |
| ข.4 ปุ่มรันโปรแกรม ILS FRace | 257 |
| ข.5 หน้าแรกโปรแกรม GA FRace | 275 |
| ข.6 ปุ่มรันโปรแกรม GA FRace | 275 |



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เมตาฮีริสติกส์ เป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างคำตอบใหม่ให้มีความน่าเชื่อถือ และเหมาะสม สำหรับใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบของ ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ และแก้ไขได้ยาก โดยเมตาฮีริสติกส์นี้เป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง ในโรงงานอุตสาหกรรม และการขนส่ง ซึ่งหนึ่งในปัญหาของการทำเมตาฮีริสติกส์ คือ การตั้ง ค่าพารามิเตอร์ เช่น วิธีการรอบอ่อนจำลอง จะต้องมีการตั้งค่าอนุกรมเริ่มต้น และจำนวนรอบในการ รันที่เหมาะสม ดังนั้น การตั้งค่าพารามิเตอร์จึงมีความสำคัญมากต่อประสิทธิภาพของคำตอบ การศึกษาจึงทำการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยใช้วิธีการออกแบบการ ทดลอง และวิธีการ F - Race เพื่อต้องการหาค่าพารามิเตอร์ที่สามารถใช้ได้กับปัญหาทั่วไป โดยได้นำ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาเป็นกรณีศึกษา

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem : VRP) เป็นปัญหาหนึ่งที่มี ความสำคัญมากในระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีความหลากหลาย ทางธุรกิจ และธุรกิจส่วนใหญ่จะใช้นยานพาหนะเป็นตัวกลางระหว่างบริษัท และลูกค้า จึงส่งผลให้ มีความต้องการใช้นยานพาหนะจำนวนมาก ดังนั้น บริษัทจึงควรจัดการวางแผนการขนส่งสินค้า เพื่อให้ลูกค้าได้รับสินค้าที่สะดวกภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดของลูกค้า โดยการวางแผนการ จัดส่งสินค้าที่ดี ควรคำนึงถึงส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง เช่น เส้นทาง การจัดส่งสินค้า ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าทั้งในกรณีที่มีกรอบเวลา และไม่มี กรอบเวลามาเกี่ยวข้อง และความจุของน้ำหนักบรรทุกของยานพาหนะแต่ละคัน อีกทั้งยังต้อง คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในระหว่างขนส่งสินค้า การขนส่งสินค้าจึงควรมีการวางแผนให้มีการสูญเสีย ค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด หากไม่มีการวางแผนการจัดส่งสินค้าที่ดี หรือก่อให้เกิด ผลกระทบ อาจส่งผลทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากขึ้น เช่น ถ้าไม่มีการสำรวจเส้นทาง ไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลาที่ส่งของให้ลูกค้า อาจจะทำให้เสียเวลาในการขนส่งสินค้ามากขึ้น ส่ง สินค้าให้ลูกค้าไม่ทันกำหนดตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ และส่งผลเสียต่อบริษัท ได้

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุก (Vehicle Routing Problem with Loading Cost) เป็นปัญหาที่มีเงื่อนไข และข้อจำกัดอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น น้ำหนักบรรทุก ระยะทางที่ขนส่งสินค้า และราคาน้ำมัน เนื่องจากวิธีเมตาฮีริสติกส์เป็นวิธีการ สร้างคำตอบใหม่ให้น่าเชื่อถือ จึงได้นำค่าใช้จ่ายเหล่านี้มาใช้พิจารณาในการหาคำตอบ ดังนั้น โครงการนี้จึงทำการศึกษาวิธีการเมตาฮีริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหา

คำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม ที่ประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ และทำการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีเมตาฮิวริสติกส์ 3 วิธี โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อทำการเปรียบเทียบในการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ วิธีการเชิงพันธุกรรม จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบพิจารณาน้ำหนักบรรทุก

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ผลการเปรียบเทียบในการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ วิธีการเชิงพันธุกรรม จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบพิจารณาน้ำหนักบรรทุก

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

แนวทางการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบพิจารณาน้ำหนักบรรทุก

1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงการ

1.5.1 ศึกษาขั้นตอนวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระหว่าง วิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race

1.5.2 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งยานพาหนะที่ทำการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งสินค้าต่ำที่สุด โดยค่าใช้จ่ายรวมนั้นประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเดินทาง ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเลือกใช้ยานพาหนะ และค่าปรับที่เกิดขึ้นเนื่องจากเกินเวลาส่งสินค้าที่ลูกค้ากำหนด

1.5.3 มีศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว และมีสินค้าไม่จำกัด

1.5.4 ยานพาหนะทุกคันต้องเริ่มต้น และสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า

1.5.5 รายละเอียดของลูกค้าประกอบด้วย ตำแหน่งของลูกค้า ปริมาณความต้องการของลูกค้า กรอบเวลาในการรับสินค้า (สามารถรู้ล่วงหน้าทุกราย)

1.5.6 ถ้าหากยานพาหนะไปถึงลูกค้าก่อนเวลารับสินค้า จำเป็นต้องรองจนกว่าจะถึงเวลาเริ่มต้นของกรอบเวลาจึงจะสามารถส่งสินค้าได้

1.5.7 ถ้าหากยานพาหนะไปส่งสินค้าเลยเวลาที่ลูกค้ากำหนด ลูกค้าสามารถรับสินค้าได้ (ในกรณีนี้จะมีค่าปรับเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยค่าปรับเปลี่ยนแปลงตามเวลา)

1.5.8 ปริมาณความต้องการของลูกค้าต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะ

1.5.9 ยานพาหนะจะเริ่มส่งสินค้าเมื่อเริ่มเวลาทำงาน และจะกลับมาที่ศูนย์กระจายสินค้าเมื่อส่งสินค้าเสร็จ

1.5.10 ยานพาหนะมีหลายประเภท แต่ละประเภทอาจมีความสามารถในการบรรทุกสินค้าที่แตกต่างกัน ตลอดจนอาจมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะที่แตกต่างกัน

1.5.11 ลูกค้าแต่ละรายสามารถรับสินค้าได้จากยานพาหนะคันเดียว และรอบเดียวเท่านั้น

1.5.12 เขียนโปรแกรมงานวิจัยนี้ได้รวบรวมเรียบเรียงมาจากงานวิจัยการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง การขนส่งสำหรับยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการค้นหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (สิริธร และหทัยรัตน์, 2559) การแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง การขนส่งสำหรับยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการรอบอ่อนจำลอง (กรรณธิดา และขวัญวิมล, 2559) การแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง การขนส่งสำหรับยานพาหนะเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการเชิงพันธุกรรม (นันทิชา และภัสชญู, 2559) สำหรับเมตาฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี และการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีการเชิงพันธุกรรมเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง ยานพาหนะ (ชนะพล, 2558) สำหรับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการ F - Race

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงการ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2561

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอน และแผนการดำเนินโครงการ

| ลำดับ | การดำเนินโครงการ | ช่วงเวลา | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|--|----|--|--|
| | | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | | | | |
| 1.8.1 | ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ | ←→ | | | | | | | | | | | | |
| 1.8.2 | ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการรอบอ่อนจำลอง (SA) | | ←→ | | | | | | | | | | | |
| 1.8.3 | ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (ILS) | | ←→ | | | | | | | | | | | |
| 1.8.4 | ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเชิงพันธุกรรม (GA) | | ←→ | | | | | | | | | | | |
| 1.8.5 | ศึกษาวิธีการออกแบบการทดลอง (DOE) | | | ←→ | | | | | | | | | | |
| 1.8.6 | ศึกษาวิธีการทดลองด้วยวิธี F - Race | | | | ←→ | | | | | | | | | |
| 1.8.7 | ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยภาษา (VBA) | | | | | ←→ | | | | | | | | |
| 1.8.8 | ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลองและวิธีการ F - Race | | | | | | ←→ | | | | | | | |
| 1.8.9 | สรุปผลการดำเนินโครงการ | | | | | | | | | | | ←→ | | |

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

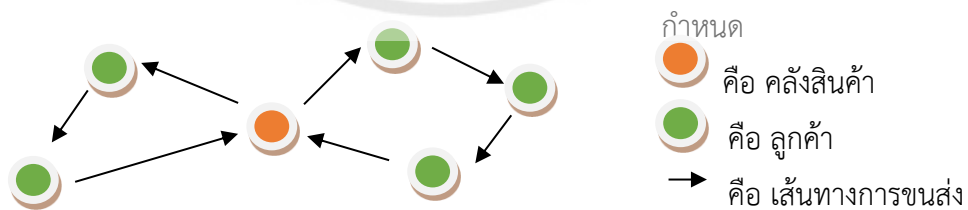
ในการดำเนินโครงการการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุก โดยใช้วิธีการอบอุ่นจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม มีการใช้หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problems : VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problems : VRP) คือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจการขนส่ง และการบริการซึ่งมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าโดยตรง ปัญหานี้ถือเป็นปัญหาที่ได้รับความนิยมมากในแวดวงการขนส่ง (Logistics) จึงมีนักวิจัยให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก

2.1.1 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

เป็นการกำหนดเส้นทางของยานพาหนะแต่ละคัน เพื่อไปให้บริการลูกค้าที่กำหนดโดยเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดต่างๆ เช่น เส้นทางของการขนส่งของยานพาหนะทุกคันจะต้องออกจากศูนย์กระจายสินค้า (Depot) แห่งเดียว ทราบปริมาณความต้องการของสินค้า (Demand) ที่แน่นอน ภายใต้เงื่อนไขที่มีคือ ความจำกัดเรื่องน้ำหนักบรรทุก ยานพาหนะทุกคันต้องออกจากศูนย์กระจายสินค้าในเวลาเริ่มงาน และกลับมาสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าเมื่อส่งของเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 2.1 เป็นรูปแสดงผังการจัดเส้นทางปกติ โดยมีลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีศูนย์กระจายสินค้า (Depot) อยู่ 1 แห่ง เส้นทางในการขนส่งสินค้ามีทั้งหมด 2 เส้นทาง โดยเส้นทางของการขนส่งนี้ต้องเริ่มจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังตำแหน่งของลูกค้า และจะต้องกลับมาสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าที่เริ่มต้น



รูปที่ 2.1 รูปแสดงผังการจัดเส้นทางปกติ

โดยมีเป้าหมาย เพื่อใช้เส้นทางการเดินรถที่สั้นที่สุด และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ซึ่งได้กำหนดองค์ประกอบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะว่าปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะโดยทั่วไปจะประกอบด้วย (ธารชุตตา พันธนิกุล,2551)

2.1.1.1 กลุ่มลูกค้า (Set of Customers) คือ ลูกค้าแต่ละรายจะถูกกำหนดให้อยู่กระจายในจุด (Node) ต่างๆกัน มีความต้องการรับ หรือส่งสินค้าในจำนวนต่างๆ และในบางครั้งอาจมีการกำหนดความต้องการด้านเวลาเพิ่มเข้าไป

2.1.1.2 ยานพาหนะ (Vehicles) คือ รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน หรือสิ่งที่เตรียมไว้สำหรับการขนส่งที่ใช้ในการให้บริการแก่ลูกค้ามีหน้าที่เดินทางรับส่งสินค้าระหว่างลูกค้า และศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งมีข้อจำกัดในการบรรทุก (Capacity) ซึ่งอาจกำหนดเป็นจำนวนชิ้นของสินค้า หรือน้ำหนักของสินค้าที่สามารถบรรทุกได้สูงสุดต่อยานพาหนะนั้นๆ

2.1.1.3 ศูนย์กระจายสินค้า (Depot) คือ สถานที่เก็บสินค้า โรงงานของบริษัทผู้ผลิต หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) เป็นสถานที่ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดในการเดินทาง ซึ่งหมายความว่ายานพาหนะทุกคันต้องออกเดินทางจากจุดนี้ไปให้บริการลูกค้ายังจุดต่างๆ และกลับเข้าสู่จุดเดิมเมื่อให้บริการลูกค้าครบถ้วนแล้ว ซึ่งในปัญหาที่ซับซ้อนอาจกำหนดให้มีศูนย์กระจายสินค้าหลายจุด เพื่อให้บริการลูกค้าหลายกลุ่มได้

2.1.1.4 เส้นทาง (Routes) คือ การมอบหมายว่าจะให้ยานพาหนะคันใดเดินทางไปยังจุดต่างๆ หรือลูกค้ารายใดบ้าง และเดินทางตามลำดับก่อนหลังอย่างไร ซึ่งประกอบไปด้วย เส้นทางการเดินทางย่อย (Sub-Route or Tour) หลายๆ เส้นทางรวมกัน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น เพื่อให้เห็นภาพของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ชัดเจนขึ้น จึงแสดงลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะอย่างง่ายที่ไม่พิจารณากรอบเวลาดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางในการขนส่งด้วยยานพาหนะโดยการหาระยะทางรวมที่น้อยที่สุด กำหนดให้มีลูกค้าตามจุดต่างๆ ทั้งหมด 5 ราย คือ A, B, C, D และ E โดยมีศูนย์กระจายสินค้า อยู่ 1 แห่ง เป็นจุดกระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขดังนี้ ข้อที่ 1. รถต้องเริ่มออกจากศูนย์กระจายสินค้า และกลับมาสิ้นสุดที่ ศูนย์กระจายสินค้า ข้อที่ 2.รถที่ใช้ในการบรรทุกสินค้าเป็นรถประเภทเดียวกัน ข้อที่ 3. ความจุในการบรรทุกสินค้าเท่ากันทุกคัน ข้อที่ 4. ลูกค้ามีความต้องการสินค้าดังตารางที่ 2.1 ข้อที่ 5. ลูกค้ามีระยะทางในการขนส่ง ซึ่งระยะทางจากจุด a ไปยังจุด b และจากจุด b ไปยังจุด a มีระยะทางเท่ากันดังตารางที่ 2.2 เช่น ระยะทางจากลูกค้า B ไปยังลูกค้า C คือ 3 กิโลเมตร เท่ากันกับระยะทางจากลูกค้า C ไปยังลูกค้า B 6. สามารถส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ตลอดเวลา และกำหนดให้รูปที่ 2.2 แทนสัญลักษณ์ที่กล่าวมาในโจทย์ข้างต้น และรูปที่ 2.3 แทนเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า

ซึ่งตัวอย่างนี้เป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะอย่างง่าย โดยกำหนดให้มีรถจำนวน 2 คัน และรถแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าได้ 1,000 กิโลกรัม

ตารางที่ 2.1 แสดงความต้องการสินค้าของลูกค้า

| ลูกค้า | ความต้องการสินค้า (กิโลกรัม) |
|--------|------------------------------|
| A | 300 |
| B | 150 |
| C | 200 |
| D | 550 |
| E | 100 |

ตารางที่ 2.2 แสดงระยะทางในการขนส่งสินค้า

| a \ b | ศูนย์กระจายสินค้า | ลูกค้า A | ลูกค้า B | ลูกค้า C | ลูกค้า D | ลูกค้า E |
|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ศูนย์กระจายสินค้า | - | - | - | - | - | - |
| ลูกค้า A | 6 | - | - | - | - | - |
| ลูกค้า B | 5 | 8 | - | - | - | - |
| ลูกค้า C | 6 | 10 | 3 | - | - | - |
| ลูกค้า D | 8 | 10 | 7 | 6 | - | - |
| ลูกค้า E | 7 | 5 | 10 | 11 | 8 | - |



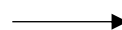
คือ ศูนย์กระจายสินค้า



คือ ลูกค้า

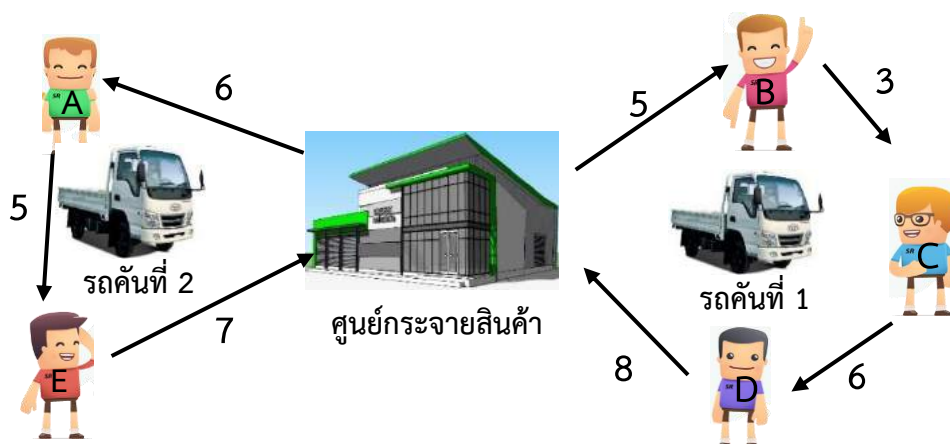


คือ รถที่ใช้ในการบรรทุกสินค้า



คือ เส้นทางขนส่ง

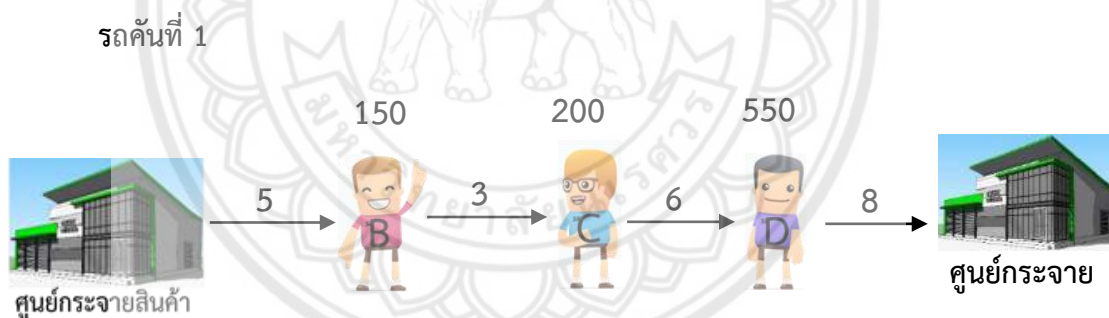
รูปที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ



รูปที่ 2.3 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า

สมมติว่ารูปแบบการเดินทางของยานพาหนะเป็นไปตามเส้นทางการขนส่งดังรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าการใช้ยานพาหนะทั้ง 2 คัน

โดยรถคันที่ 1 เริ่มออกจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า B, C และ D ตามลำดับจากนั้นกลับมาสิ้นสุดที่ ศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งได้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 22 กิโลเมตร และความจุที่บรรทุกรวมเท่ากับ 900 กิโลกรัม จึงแสดงเส้นทาง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า B, C และ D ได้ดังรูปที่ 2.4

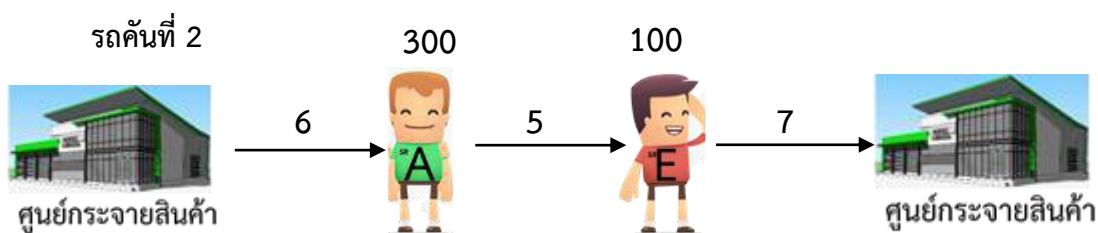


รูปที่ 2.4 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถคันที่ 1

ระยะทางรวม คือ $5 + 3 + 6 + 8 = 22$ กิโลเมตร

ความจุที่บรรทุกรวม คือ $150 + 200 + 550 = 900$ กิโลกรัม

รถคันที่ 2 เริ่มออกจาก ศูนย์กระจายสินค้า ไปยังลูกค้า A และ E ตามลำดับจากนั้นกลับมาสิ้นสุดที่ ศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งได้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 18 กิโลเมตร และความจุที่บรรทุกรวมเท่ากับ 400 กิโลกรัม จึงแสดงเส้นทาง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจาก ศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า A และ E ได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงเส้นทางและระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของรถคันที่ 2

ระยะทางรวม คือ $6 + 5 + 7 = 18$ กิโลเมตร




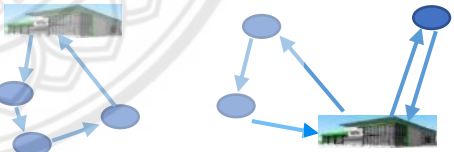
ความจุที่บรรทุกรวม คือ $300 + 100 = 400$ กิโลกรัม

โดยผลรวมระยะทางของรถทั้ง 2 คัน ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าเพื่อนำไปส่งให้แก่ลูกค้าตามจุดต่างๆ ดังรูปที่ 2.3 นั้น ได้ทำการเลือกเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด รวมทั้งสิ้น 40 กิโลเมตร และความจุที่บรรทุกไม่เกินค่าที่ได้ทำการกำหนดไว้ ซึ่งรถคันที่ 1 ได้บรรทุกสินค้ารวม 900 กิโลกรัม และรถคันที่ 2 ได้บรรทุกสินค้ารวม 400 กิโลกรัม จากความสามารถที่บรรทุกสินค้าได้ 1,000 กิโลกรัม

2.1.2 ปัจจัยการพิจารณาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมีหลากหลายรูปแบบแบ่งออกได้ตามรายละเอียดของปัญหานั้นๆ เช่น ปัญหาการใช้รถบรรทุกสินค้าที่มีความจุเท่ากัน การใช้รถบรรทุกสินค้าที่มีความจุต่างกัน การมีจุดกระจายสินค้าหลายแห่ง ฯลฯ ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาเพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ปัญหา แก่ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเพื่อกำหนดรูปแบบของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นนั้นจึงต้องมีปัจจัยที่ใช้พิจารณาซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงลักษณะ และทางเลือกที่เป็นไปได้ของปัญหาในการจัดเส้นทางยานพาหนะ

| ลักษณะของปัญหา | ทางเลือกที่เป็นไปได้ |
|--|---|
| 2.1.2.1 ลักษณะจำนวนยานพาหนะ (Number of Vehicle) | ก. ใช้จำนวน 1 คัน ข. ใช้จำนวนมากกว่า 1 คัน |
| 2.1.2.2 ลักษณะประเภทยานพาหนะ (Type of Vehicle) | ก. ประเภทเดียว  ข. หลายประเภท  |
| 2.1.2.3 ลักษณะความจุของยานพาหนะ (Capacity of Vehicle) | ก. เท่ากันทุกคัน ข. ไม่เท่ากันทุกคัน |
| 2.1.2.4 ลักษณะความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) | ก. มีความต้องการแบบคงที่ ข. มีความต้องการแบบไม่คงที่ |
| 2.1.2.5 มีข้อจำกัดทางด้านเวลา (Time Window) | ก. มีช่วงเวลาในการส่งสินค้า ข. มีช่วงเวลาในการรับสินค้าของลูกค้า |
| 2.1.2.6 จุดกระจายสินค้า (Distribution Center) | ก. มีจุดกระจายสินค้าแห่งเดียว  ข. มีจุดกระจายสินค้าหลายแห่ง  |

2.1.3 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งของรถบรรทุกปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

จากการค้นคว้าพบได้ว่า มีการจัดแบ่งกลุ่มของต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งต่างๆ มากมาย (คงเดช ทรงแสง, 2552) ดังนี้

2.1.3.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs)

หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ไม่ผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก ค่าต่อทะเบียนรถ ค่าประกันรถ เงินเดือนพนักงานขับรถ หรือพนักงานขนถ่าย เป็นต้น โดยต้นทุนชนิดนี้ยังคงจ่ายไม่ว่าปริมาณงานจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงหรือไม่ โดยจะกล่าวถึงเฉพาะกรณีที่ผู้ประกอบการขนส่งเป็นผู้ลงทุนซื้อรถแล้วจ้างพนักงานขับรถเท่านั้นรายละเอียดแยกเป็นแต่ละตัวแปร ดังนี้

ก. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ของรถบรรทุก ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการคิดอัตราค่าเสื่อม แบบเส้นตรง (Straight – line Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย และเหมาะสมสำหรับรถบรรทุกที่มีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลา มากกว่าที่จะเสื่อมสภาพ เพราะการใช้งาน และเป็น การเสื่อมสภาพใกล้เคียงกันทุกปี โดยมีสูตรในการคำนวณ

$$\frac{\text{มูลค่ารถที่ซื้อ} - \text{มูลค่าซากที่จะขายได้}}{\text{จำนวนอายุการใช้งาน (ปี)}}$$

ข. ผลตอบแทนของพนักงานขับรถ / พนักงานขนถ่าย การจ่ายผลตอบแทนให้พนักงานขับรถ มีการตกลงกันได้หลายรูปแบบ เช่น

ข.1 จ่ายเป็นเงินเดือน บวกเบี้ยเลี้ยงเป็นรายเที่ยว

ข.2 จ่ายเป็นเงินเดือน แต่จ่ายเบี้ยเลี้ยงโดยให้เหมาค่าน้ำมันไปด้วย ซึ่งจะ

ทำการตกลงกันเป็นกรณีไป

ค. ค่าประกันภัยสำหรับรถบรรทุก

สำหรับค่าประกันภัยรถบรรทุกนี้ ผู้ดำเนินโครงการขอกกล่าวถึงแบบค่าประกันภัยชั้น 1 ของรถ 6 ล้อ ซึ่งสำหรับค่าเบี้ยประกันจะอยู่ประมาณ 40,000 ถึง 50,000 บาทต่อปี ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในกรมธรรม์

ง. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายต่างๆ ข้างต้นแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ อีก เช่น

ง.1 ค่าภาษีรถบรรทุกซึ่งขึ้นอยู่กับทางกรมขนส่งทางบกเป็นผู้กำหนดค่าธรรมเนียม

ง.2 ค่าประกันภัยสินค้า โดยเฉพาะกรณีที่ได้รับขนงานที่มูลค่าการขนส่งสูงๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องสำอาง เป็นต้น ส่วนค่าเบี้ยประกันก็แล้วแต่เงื่อนไขในกรมธรรม์

ง.3 ค่าเช่าติดตั้งระบบ GPS สำหรับติดตามผลสถานการณ์ขนส่ง เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ รถบรรทุกจะมีค่าเช่ารายเดือนประมาณ 1,200 บาท

ง.4 ค่าติดตั้งอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ

2.1.3.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Costs)

ต้นทุนผันแปร หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง หากมีการขนส่งมาก หรือระยะทางไกล ก็จะมีผลทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามไปด้วยเช่นกัน ค่า น้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าจ้างในการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น ดังนั้น จึงขอกล่าวรายละเอียดแยกแต่ละตัวแปร ดังนี้

ก. ค่าน้ำมันดีเซล

สำหรับสมมติฐานในการคำนวณต้นทุนน้ำมัน ที่ผู้เขียนใช้มีดังนี้ (คิดรวมทั้งรถหนัก และรถเปล่า)

ก.1 รถกระบะใช้อัตราเชื้อเพลิง 10 กิโลเมตรต่อลิตร

ก.2 รถ 6 ล้อใช้อัตราเชื้อเพลิง 5 ถึง 6 กิโลเมตรต่อลิตร

ก.3 รถ 18 ล้อใช้อัตราเชื้อเพลิง 2.5 ถึง 3.5 กิโลเมตรต่อลิตร ขึ้นอยู่กับสภาพรถ และแรงม้า เป็นต้น โดยมีสูตรการคำนวณ

$$[\text{ระยะทางที่วิ่ง (รวมทั้งไปและกลับ)} \times \text{ราคาน้ำมันดีเซล}] / \text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง ณ วันที่ 1 ของเดือน}$$

ปัจจุบันมีพลังงานทดแทนเกิดขึ้นมาใหม่ เช่น

ก.4 NGV (Natural Gas for Vehicle) โดยมีบริษัทการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เป็นผู้ผลิตเพียงรายเดียว ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีปัญหาเรื่องสถานีบริการ NGV ที่ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่การขนส่งทำให้ไม่สะดวก และมีการรอคิวเป็นเวลานาน ประกอบกับช่วงที่ราคาน้ำมันดีเซลลดลงมา ทำให้จุดคุ้มทุนมีระยะเวลามากขึ้น ทำให้ไม่ค่อยมีผู้ที่สนใจจะติดตั้ง NGV

ก.5 LPG (Liquid Petroleum Gas)

ข. ค่าयरรถบรรทุก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{อายุการใช้งานของยาง (กม.)} / [\text{จำนวนการใช้ยาง (เส้น)} \times \text{ราคายาง (บาท/เส้น)}]$$

ค. ค่าบำรุงรักษา (Maintenance)

สำหรับค่าบำรุงรักษา คำนวณมาจากค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดจากการนำรถไปเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ไล่กรองน้ำมันเครื่อง น้ำมันเบรก น้ำมัน Power และน้ำมันเกียร์ เป็นต้น

2.2 การจำแนกประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP)

เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมีความหลากหลาย จึงมีผู้ที่พยายามจัดกลุ่มปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะไว้มากมายหลายประเภท ดังนี้ (ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, 2554)

2.2.1 จัดกลุ่มตามความต้องการของลูกค้า (Demand)

2.2.1.1 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่า และแน่นอน (Deterministic Demand) ทราบค่าความต้องการของลูกค้าที่แน่นอน โดยลูกค้าสั่งซื้อสินค้าไว้ก่อน และมีการจัดเส้นทางขนส่งก่อน มีการประมาณค่าจากการใช้ค่าเฉลี่ย หรือค่าทางสถิติ

2.2.1.2 ค่าความต้องการของลูกค้าที่ทราบค่าแต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน (Stochastic Demand) การทราบค่าที่ไม่แน่นอนของลูกค้าต้องใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาที่ต่างออกไป

2.2.1.3 ไม่ทราบค่าความต้องการที่แน่นอนของลูกค้า จะทราบความต้องการของลูกค้าเมื่อไปถึงลูกค้า

2.2.2 จัดกลุ่มตามข้อจำกัดด้านเวลา (Time Windows)

ข้อจำกัดด้านเวลาเป็นข้อจำกัดที่มีความสำคัญกับการจัดเส้นทางขนส่ง เนื่องจากเวลาให้บริการลูกค้า หรือเวลาในการเดินทางมีผลต่อเส้นทางยานพาหนะ ที่ได้จากการจัดด้วยวิธีการต่างๆ สามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.2.2.1 แบบไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา (No Time Windows) เป็นการจัดเส้นทางเดินทางโดยไม่คำนึงถึงเวลาในการขนส่งสินค้า

2.2.2.2 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบไม่เคร่งครัด (Soft Time Windows) เป็นการจัดเส้นทางเดินทางที่มีข้อจำกัดด้านเวลาแต่ไม่เคร่งครัด สามารถส่งสินค้าได้ช้า หรือเร็วกว่ากำหนด

2.2.2.3 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบเคร่งครัด (Stick Time Windows) เป็นการจัดเส้นทางที่ต้องคำนึงถึงเวลาในการเดินทาง และเวลาในการส่งสินค้าอย่างเคร่งครัด หากไปผิดเวลาจะไม่สามารถส่งสินค้าให้ลูกค้าได้

2.2.2.4 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาที่มีทั้งเคร่ง และไม่เคร่ง (Mixed) จะมีลูกค้าทั้งที่เคร่งเรื่องเวลาที่มาถึงของรถบรรทุก หรือเวลาในการให้บริการ และไม่เคร่งครัดเรื่องเวลาในปัญหาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการด้วยวิธีการต่างๆ มีความแตกต่างกันออกไป

2.2.3 จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง (Time Horizon)

การจัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง เป็นการวางแผนการจัดกลุ่มแบบการจัดแบบครั้งเดียวในการวางแผนหนึ่งครั้ง

2.2.3.1 แบบคาบเวลาเดียว (Single Period) จะวางแผนครั้งเดียว และดำเนินการเช่นเดียวกันในทุกคาบเวลา

2.2.3.2 แบบหลายคาบเวลา (Muti Period) เป็นการวางแผนแบบหลายคาบเวลา และมีเส้นทางการเดินทางที่แตกต่างกันไปในแต่ละคาบเวลา

2.2.4 จัดกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้น (Number of Origin Points)

จุดเริ่มต้นที่ต่างกันจะทำให้ได้ระยะทางในการเดินทางที่ต่างกัน การวางแผนการจัดเส้นทางบางครั้งอาจจะมีจุดเริ่มต้นเดียว บางครั้งจะต้องวางแผนสำหรับศูนย์กระจายสินค้าหลายๆจุดพร้อมกัน ดังนี้

2.2.4.1 มีจุดเริ่มต้นเดียว (Single Origin / Depot) การเริ่มต้นของเส้นทางจะเริ่มต้นจากจุดกระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว

2.2.4.2 มีจุดเริ่มต้นหลายจุด (Multiple Origin / Depot) จะต้องวางแผนให้มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง โดยทำการจัดเส้นทางไปพร้อมๆ กัน

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุก (Vehicle Routing Problem with Loading Cost)

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุก เป็นรูปแบบของปัญหาที่เพิ่มเติมเงื่อนไขข้อจำกัดเพิ่มเติมเข้าไป คือ เป็นค่าใช้จ่ายที่รวมปัจจัยต่างๆ เพิ่มเข้ามา ประกอบด้วยระยะทางที่ขนส่ง, น้ำหนักบรรทุก, ความเร็วยานพาหนะ, สภาพถนน, อัตราการใช้เชื้อเพลิง และราคาน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยทางตรง และตารางการจัดเส้นทาง ความเสื่อมสภาพของยานพาหนะ ค่าบำรุงรักษา และค่าจ้างพนักงาน เป็นปัจจัยทางอ้อม ดังนั้น จะต้องรู้ปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละราย และระยะทางในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า นำมาคำนวณค่าใช้จ่ายต่อน้ำหนัก ต่อระยะทาง และนำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวม ดังสมการที่ 2.1

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด} = & \text{ค่าใช้จ่ายคงที่จากการใช้ยานพาหนะ} + \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} + \\ & \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} + \text{ค่าปรับจากการส่งล่วงเวลา} \end{aligned} \quad (2.1)$$

จากสมการค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด =

$$C_{d1}(d_{r_1}+d_{r_2}+\dots+d_{r_{m+1}})+C_{g1}[(q_1+q_2+\dots+q_m)d_{r_1}+(q_2+\dots+q_m)d_{r_2}+\dots+q_m d_{r_m}]+C_v+C_p$$

(2.2)

(ที่มา : Tang et al. 2010)

กำหนดให้

C_d = มาจาก Variable Cost คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อระยะทาง เป็นค่าใช้จ่าย เช่น ค่าน้ำมัน เชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา เป็นต้น (บาทต่อกิโลเมตร)

C_g = มาจาก Loading Cost คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าต่อน้ำหนักต่อระยะทาง (บาทต่อกิโลกรัมต่อกิโลเมตร)

C_v = มาจาก Fixed Cost คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ในการใช้ยานพาหนะ เป็นรวมค่าใช้จ่าย เช่น ค่าจ้างพนักงาน ค่าเสื่อมราคา ค่าขนถ่าย ค่าต่อทะเบียน และค่าประกัน เป็นต้น (บาทต่อคัน)

C_p = มาจาก Penalty Cost คือ ค่าปรับ (บาทต่อชั่วโมง)

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ เซตความต้องการสินค้า (กิโลกรัม)

$A = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ เซตเส้นทางระหว่างลูกค้า (กิโลเมตร)

$d_{r_i}, i \in \{1, 2, \dots, m+1\}$ ระยะทางของแต่ละเส้นทาง

m = จำนวนลูกค้าในเส้นทาง

จากที่ได้อธิบายมาข้างต้นนั้น เพื่อแสดงให้เห็นภาพที่ชัดเจนของปัญหาการจัดเส้นทาง การขนส่งด้วยยานพาหนะที่มีกรอบเวลา และพิจารณาน้ำหนักบรรทุก ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตัวอย่างที่ 2.2

ตัวอย่างที่ 2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางในการขนส่งด้วยยานพาหนะ โดยที่จะพิจารณาจากน้ำหนักบรรทุก และกรอบเวลา โดยคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด กำหนดให้มีลูกค้าตามจุดต่างๆ ทั้งหมด 6 ราย คือ A, B, C, D, E และ F ซึ่งมี ศูนย์กระจายสินค้า อยู่ 1 แห่ง เป็นจุดกระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขดังนี้ ข้อที่ 1. รถต้องเริ่มออกจาก ศูนย์กระจายสินค้า และกลับมาสิ้นสุดที่ ศูนย์กระจายสินค้า ข้อที่ 2. รถที่ใช้ในการบรรทุกสินค้าเป็นรถต่างประเภทกัน ข้อที่ 3. ความจุในการบรรทุกสินค้าของรถแต่ละประเภทไม่เท่ากัน ข้อที่ 4. ลูกค้ามีความต้องการสินค้าดังตารางที่ 2.4 ข้อที่ 5. ลูกค้ามีระยะทางในการขนส่ง ซึ่งระยะทางจากจุด a ไปยังจุด b และจากจุด b ไปยังจุด a มีระยะทางเท่ากัน ดังตารางที่ 2.5 เช่น ระยะทางจากลูกค้า B ไปยังลูกค้า C คือ 3 กิโลเมตร เท่ากับกับระยะทางจากลูกค้า C ไปยังลูกค้า B ข้อที่ 6. มีเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าขึ้น และลงยานพาหนะดังตารางที่ 2.4

ข้อที่ 7. ลูกคามีกรอบเวลาในการรับสินค้า และค่าปรับหากส่งเลยเวลาที่กำหนดดังตารางที่ 2.4 เช่น ลูกค้า A สามารถรับสินค้าได้ในเวลา 08:00 ถึง 10:00 น. หากรถส่งสินค้าไปถึงก่อนเวลาที่ลูกค้า กำหนดจะต้องรอจนถึงเวลาที่ลูกค้าสามารถรับสินค้าได้ แต่ถ้าหากรถส่งสินค้าไปถึงช้ากว่าเวลาที่ลูกค้า กำหนดจะต้องเสียค่าปรับตามเวลาที่เลยไปดังตาราง 8. รถแต่ละคันทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน คือ 08:00 ถึง 16:00 น. 9. มีค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าตามเส้นทางยานพาหนะดังตารางที่ 2.6

กำหนดให้รูปที่ 2.6 แทนสัญลักษณ์ที่กล่าวมาในโจทย์ข้างต้น และรูปที่ 2.7 แทนเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า

โดยตัวอย่างนี้กำหนดให้มีรถที่ใช้ในการบรรทุกสินค้า 2 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุก และรถกระบะ ซึ่งรถบรรทุกมีจำนวน 1 คัน สามารถบรรทุกสินค้าได้ 1000 กิโลกรัม และมีความเร็วในการวิ่งเท่ากับ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถกระบะมีจำนวน 2 คัน สามารถบรรทุกสินค้าได้ 400 กิโลกรัม และมีความเร็วในการวิ่งเท่ากับ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยเมื่อใดที่มีการใช้รถจะต้องเสียค่าใช้จ่าย 300 บาทต่อคัน

ตารางที่ 2.4 แสดงความต้องการสินค้าของลูกค้า, เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้น และลงยานพาหนะ, กรอบเวลาในการจัดส่งสินค้า และค่าปรับ

| ลูกค้า | ความต้องการ สินค้า (กิโลกรัม) | เวลาในการขน ถ่ายสินค้า (นาที) | กรอบเวลาจัดส่ง สินค้า (นาฬิกา) | ค่าปรับ (บาทต่อกิโลกรัม ต่อนาที) |
|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|
| A | 390 | 59 | 08:00 ถึง 10:00 | 0.25 |
| B | 200 | 30 | 09:00 ถึง 12:00 | 0.50 |
| C | 275 | 41 | 09:00 ถึง 13:00 | 1.00 |
| D | 100 | 15 | 15:00 ถึง 18:00 | 1.50 |
| E | 525 | 79 | 08:00 ถึง 11:45 | 0.25 |
| F | 150 | 23 | 08:00 ถึง 10:00 | 0.75 |

ตารางที่ 2.5 แสดงระยะทางในการขนส่งสินค้า

| a \ b | ศูนย์กระจายสินค้า | ลูกค้า A | ลูกค้า B | ลูกค้า C | ลูกค้า D | ลูกค้า E | ลูกค้า F |
|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ศูนย์กระจายสินค้า | | - | - | - | - | - | - |
| ลูกค้า A | 28 | | - | - | - | - | - |
| ลูกค้า B | 18 | 28 | | - | - | - | - |
| ลูกค้า C | 20 | 36 | 38 | | - | - | - |
| ลูกค้า D | 8 | 20 | 24 | 16 | | - | - |
| ลูกค้า E | 16 | 40 | 32 | 14 | 20 | | - |
| ลูกค้า F | 14 | 38 | 14 | 34 | 26 | 26 | |

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าตามเส้นทางยานพาหนะ

| ชนิดรถ | ต้นทุนคงที่ (บาท) | ต้นทุนผันแปร (บาท) | ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) | ต้นทุนที่บรรทุก (บาทต่อกิโลกรัมต่อกิโลเมตร) | ความจุ (กิโลกรัม) |
|----------|-------------------|--------------------|-------------------------------|---|-------------------|
| รถบรรทุก | 300 | 3 | 60 | 0.10 | 1000 |
| รถกระบะ1 | 300 | 1 | 80 | 0.30 | 400 |
| รถกระบะ2 | 300 | 2 | 80 | 0.25 | 400 |



คือ ศูนย์กระจายสินค้า



คือ ลูกค้า



คือ รถบรรทุก สามารถบรรทุกสินค้าได้ 1,000 กิโลกรัม จำนวน 1 คัน

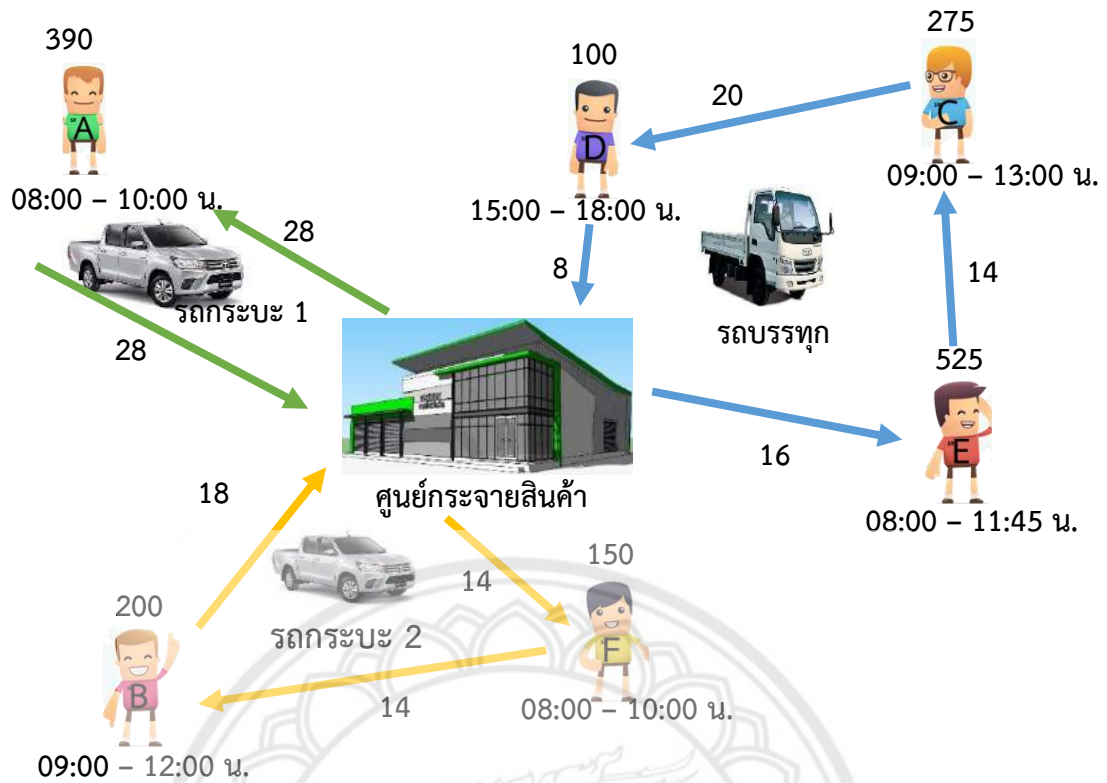


คือ รถกระบะ สามารถบรรทุกสินค้าได้ 400 กิโลกรัม จำนวน 2 คัน



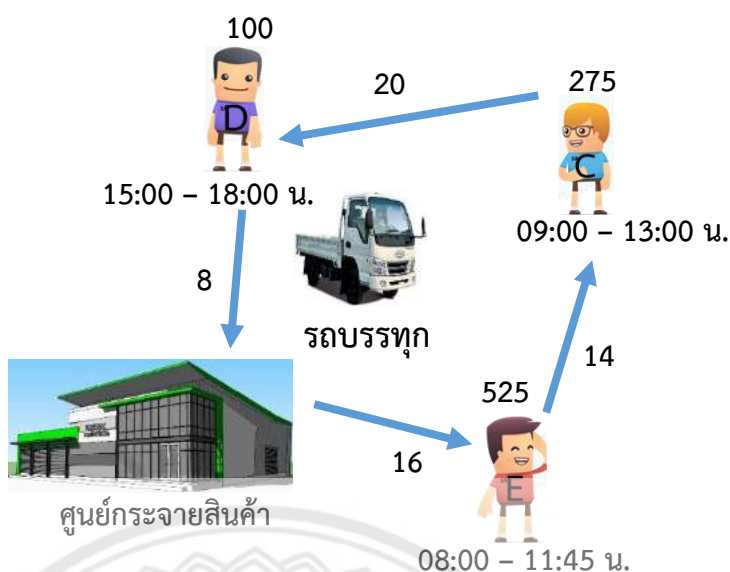
คือ เส้นทางขนส่ง

รูปที่ 2.6 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ



รูปที่ 2.7 แสดงเส้นทาง และระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า

จากตัวอย่างที่ 2.2 ได้มีเงื่อนไขของน้ำหนักบรรทุกเพิ่มเข้ามา และมีการคิดคำนวณหาค่าต้นทุนของน้ำหนักบรรทุก จึงแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าต่างๆ แบ่งได้ตามเส้นทางการขนส่งดังนี้ รถบรรทุก, รถกระบะ 1 และรถกระบะ 2 ดังรูปที่ 2.8 รูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10 ตามลำดับ พิจารณาการขนส่งสินค้าตามเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลาของรถแต่ละคัน และเวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายในการล่วงหน้า



รูปที่ 2.8 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าของรถบรรทุก

จาก ศูนย์กระจายสินค้า ไปยังลูกค้า E ระยะทางเท่ากับ 16 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 79 นาที หรือ (1 ชั่วโมง 19 นาที) ซึ่งกรอบเวลา คือ 08:00 – 11:45 น.

| | |
|--|---|
| $\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทาง} / \text{ความเร็ว} \\ &= 16 / 60 \\ &= 0.26 = 16 \text{ นาที} \end{aligned}$ | $\begin{aligned} \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\ &= 1 \text{ ชั่วโมง } 19 \text{ นาที} \end{aligned}$ |
|--|---|

จากลูกค้า E ไปยังลูกค้า C ระยะทางเท่ากับ 14 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 41 นาที ซึ่งกรอบเวลา คือ 09:00 – 13:00 น.

| | |
|--|--|
| $\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทาง} / \text{ความเร็ว} \\ &= 14 / 60 \\ &= 0.23 = 14 \text{ นาที} \end{aligned}$ | $\begin{aligned} \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\ &= 41 \text{ นาที} \end{aligned}$ |
|--|--|

จากลูกค้า C ไปยังลูกค้า D ระยะทางเท่ากับ 20 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 15 นาที ซึ่งกรอบเวลา คือ 15:00 – 18:00 น.

| | |
|--|--|
| $\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทาง} / \text{ความเร็ว} \\ &= 20 / 60 \\ &= 0.33 = 20 \text{ นาที} \end{aligned}$ | $\begin{aligned} \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\ &= 15 \text{ นาที} \end{aligned}$ |
|--|--|

จากลูกค้า D กลับไปยังศูนย์กระจายสินค้า ระยะทางเท่ากับ 8 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทางต่อความเร็ว} \\ &= 8 / 60 \\ &= 0.13 = 8 \text{ นาที} \end{aligned}$$

เวลารวมในการขนถ่ายสินค้าขึ้นยานพาหนะจะเท่ากับ 135 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 15 นาที ดังนั้น รถบรรทุกออกจากศูนย์กระจายสินค้าเวลา 8:00 + 2:15 = 10:15 น. ซึ่งจะถึงลูกค้า E เวลา 10:15 + 0:16 = 10:31 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงจากรถเสร็จเวลา 10:31 + 1:19 = 11:50 น. ซึ่งเลยรอบเวลาที่กำหนดไว้ 11:50 - 11:45 = 0:05 หรือ 5 นาที จึงทำให้เสียค่าปรับ $0.25 \times 525 \times 5 = 656.25$ บาท

รถบรรทุกออกจากลูกค้า E ไปถึงลูกค้า C เวลา 11:50 + 0:14 = 12:04 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงจากรถเสร็จเวลา 12:04 + 0:41 = 12:45 น. อยู่ในกรอบเวลา จึงไม่มีค่าปรับ

รถบรรทุกออกจากลูกค้า C ไปถึงลูกค้า D เวลา 12:45 + 0:20 = 13:05 น. แต่ยังไม่สามารถขนถ่ายสินค้าลงได้ เนื่องจากยังไม่ถึงเวลาที่ลูกค้ากำหนด จึงต้องรอถึง 15:00 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงเสร็จเวลา 15:00 + 0:15 = 15:15 น. อยู่ในกรอบเวลา จึงไม่มีค่าปรับ

จากนั้นเดินทางกลับไปยังจากศูนย์กระจายสินค้า 15:15 + 0:08 = 15:23 น.

ดังนั้น รถบรรทุกมีค่าปรับรวม = $656.25 + 0 + 0 = 656.25$ บาท

จากสมการที่ 2.2 จะได้

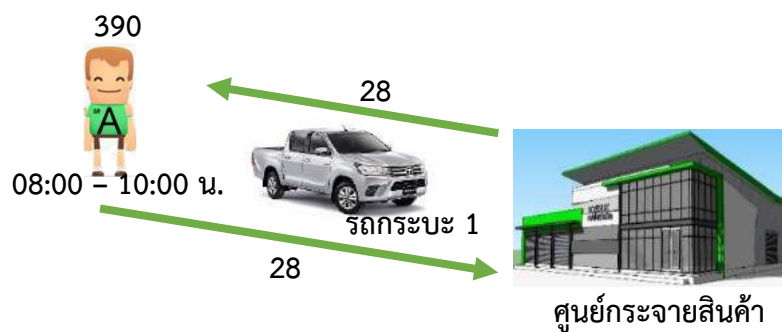
$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} &= C_{d1} (d_{r_1} + d_{r_2} + \dots + d_{r_{m+1}}) \\ &= 3 \times (16 + 14 + 20 + 8) \\ &= 174 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} &= C_{s1} [(q_1 + q_2 + \dots + q_m) d_{r_1} + (q_2 + \dots + q_m) d_{r_2} + \dots + q_m d_{r_m}] \\ &= 0.1 \times [(525 + 275 + 100) \times 16 + ((275 + 100) \times 14) + (100) \times 20] \\ &= 2,165 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการใช้ยานพาหนะ เท่ากับ 300 บาทต่อคัน

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด} &= \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} + \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} + \\ &\quad \text{ค่าใช้จ่ายคงที่จากการใช้ยานพาหนะ} + \text{ค่าปรับจากการส่งล่วงเวลา} \\ &= 174 + 2,165 + 300 + 656.25 \\ &= 3,295.25 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวมของรถบรรทุก เท่ากับ 3,295.25 บาท



รูปที่ 2.9 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าของรถกระบะ 1

พิจารณาค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าของรถกระบะ 1

จาก ศูนย์กระจายสินค้า ไปยังลูกค้า A ระยะทางเท่ากับ 28 กิโลเมตร ด้วยความเร็วพื้นฐาน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 59 นาที ซึ่งกรอบเวลา คือ 08:00 ถึง 10:00 น.

$$\begin{array}{l|l} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} = \text{ระยะทางต่อความเร็ว} & \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\ = 28 / 80 & = 59 \text{ นาที} \\ = 0.35 & = 21 \text{ นาที} \end{array}$$

จากลูกค้า D กลับไปยังศูนย์กระจายสินค้า ระยะทางเท่ากับ 8 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

$$\begin{array}{l} \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} = \text{ระยะทางต่อความเร็ว} \\ = 8 / 80 \\ = 0.35 = 21 \text{ นาที} \end{array}$$

จะได้ เวลารวมในการขนถ่ายสินค้าขึ้นยานพาหนะเท่ากับ 59 นาที

ดังนั้น รถกระบะ 1 ออกจาก ศูนย์กระจายสินค้า เวลา 8:00 + 0:59 = 8:59 น. ซึ่งจะถึงลูกค้า A เวลา 8:59 + 0:21 = 9:20 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงจากรถเสร็จเวลา 9:20 + 0:59 = 10:19 น. ซึ่งเลยกรอบเวลาที่กำหนดไว้ 10:19 - 10:00 = 0:19 หรือ 19 นาที จึงทำให้เสียค่าปรับ $0.25 \times 390 \times 19 = 1,852.5$ บาท จากนั้นเดินทางกลับไปยังจากศูนย์กระจายสินค้า 10:19 + 0:21 = 10:40 น.

ดังนั้น รถกระบะ 1 มีค่าปรับรวม = 1852.5 บาท

จากสมการ (2.2) จะได้

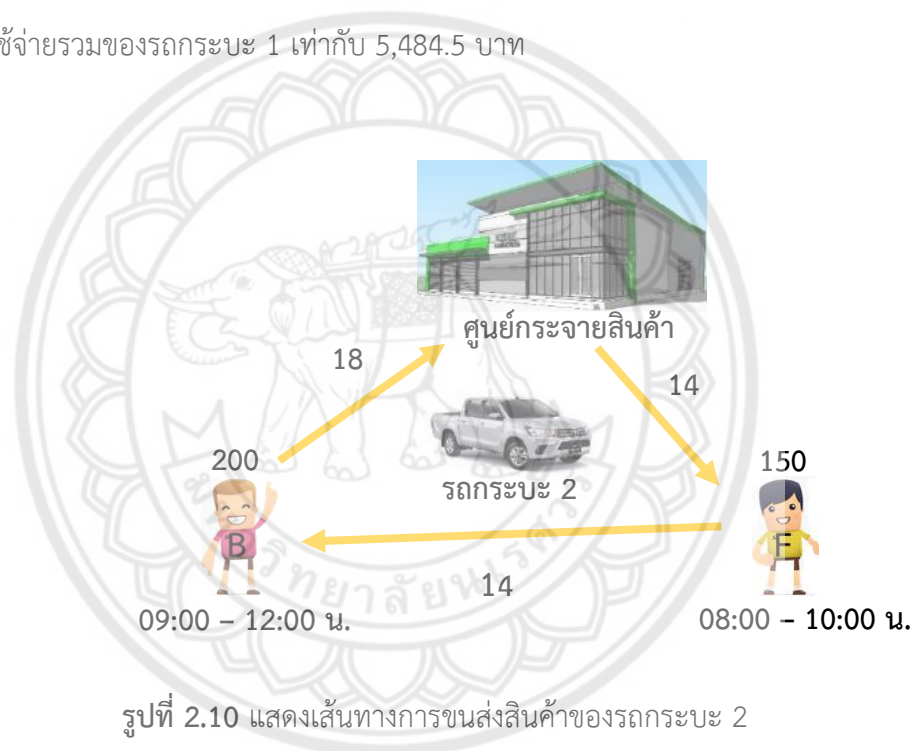
$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} &= C_{d1} (d_{r_1} + d_{r_2} + \dots + d_{r_{m+1}}) \\ &= 1 \times (28 + 28) \\ &= 56 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} &= C_{g1} [(q_1 + q_2 + \dots + q_m) d_{r1} + (q_2 + \dots + q_m) d_{r2} + \dots + q_m d_{r_m}] \\
&= 0.3 \times [(390) \times 28] \\
&= 3,276 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการใช้ยานพาหนะ เท่ากับ 300 บาทต่อคัน

$$\begin{aligned}
\text{ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด} &= \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} + \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} + \\
&\quad \text{ค่าใช้จ่ายคงที่จากการใช้ยานพาหนะ} + \text{ค่าปรับจากการส่งล่วงเวลา} \\
&= 56 + 3,276 + 300 + 1,852.5 \\
&= 5,484.5 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวมของรถกระบะ 1 เท่ากับ 5,484.5 บาท



พิจารณาค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าของรถกระบะ 2

จาก ศูนย์กระจายสินค้า ไปยังลูกค้า F ระยะทางเท่ากับ 14 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 23 นาที ซึ่งกรอบเวลา คือ 08:00 – 10:00 น.

$$\begin{array}{l|l}
\text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} = \text{ระยะทางต่อความเร็ว} & \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\
= 14/80 & = 23 \text{ นาที} \\
= 0.175 & \\
= 10.5 \approx 11 \text{ นาที} &
\end{array}$$

จากลูกค้า F ไปยังลูกค้า B ระยะทางเท่ากับ 14 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเวลาในการขนถ่ายสินค้าเท่ากับ 30 นาที ซึ่งกรอบเวลา คือ 09:00 – 12:00 น.

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทางต่อความเร็ว} & \text{เวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงจากรถ} \\
 &= 14 / 80 & = 30 \text{ นาที} \\
 &= 0.175 \\
 &= 10.5 \approx 11 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

จากลูกค้า B กลับไปยังศูนย์กระจายสินค้า ระยะทางเท่ากับ 18 กิโลเมตร ความเร็วพื้นฐาน 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาที่ใช้ในการขนส่ง} &= \text{ระยะทางต่อความเร็ว} \\
 &= 18/80 \\
 &= 0.23 \\
 &= 13.5 \approx 14 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

จะได้ เวลารวมในการขนถ่ายสินค้าขึ้นยานพาหนะเท่ากับ 53 นาที

ดังนั้น รถกระบะ 2 ออกจาก ศูนย์กระจายสินค้า เวลา 8:00 + 0:53 = 8:53 น. ซึ่งจะถึงลูกค้า F เวลา 8:53 + 0:11 = 9:04 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงจากรถเสร็จเวลา 9:04 + 0:23 = 9:27 น. อยู่ในกรอบเวลาจึงไม่มีค่าปรับ รถบรรทุกออกจากลูกค้า F ไปถึงลูกค้า B เวลา 9:27 + 0:11 = 9:38 น. ทำการขนถ่ายสินค้าลงเสร็จเวลา 9:38 + 0:30 = 10:08 น. อยู่ในกรอบเวลา จึงไม่มีค่าปรับ จากนั้นเดินทางกลับไปยังจากศูนย์กระจายสินค้า 10:08 + 0:14 = 10:22 น.

ดังนั้น รถกระบะ 2 ไม่มีค่าปรับ

จากสมการ 2.2 จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} &= C_{d1} (d_{r_1} + d_{r_2} + \dots + d_{r_{m+1}}) \\
 &= 2 \times (14 + 14 + 18) \\
 &= 92 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} &= C_{g1} [(q_1 + q_2 + \dots + q_m) d_{r_1} + (q_2 + \dots + q_m) d_{r_2} + \dots + q_m d_{r_m}] \\
 &= 0.25 \times [(150 + 200) \times 14 + (200) \times 14] \\
 &= 1,925 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการใช้ยานพาหนะเท่ากับ 300 บาทต่อคัน

จากสมการที่ 2.1 จะได้

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุด} &= \text{ค่าใช้จ่ายคงที่จากการใช้ยานพาหนะ} + \text{ค่าใช้จ่ายจากระยะทาง} + \\
 &\quad \text{ค่าใช้จ่ายจากน้ำหนักบรรทุก} + \text{ค่าปรับจากการล่วงเวลา} \\
 &= 92 + 1,925 + 300 + 0 \\
 &= 2,317 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายรวมของรถกระบะ 2 เท่ากับ 2,317 บาท

จากตัวอย่างที่ 2.2 สรุปได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการบรรทุกสินค้าของ รถบรรทุก , รถกระบะ 1 และรถกระบะ 2 ได้ค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ $3,295.25 + 5,484.5 + 2,317 = 11,096.75$ บาท

2.4 วิธีการเมตาฮิวริสติกส์ (Metaheuristic)

วิธีการเมตาฮิวริสติกส์ (Metaheuristic) เป็นวิธีการประมาณค่าตอบที่มีความน่าเชื่อถือ ได้ คำตอบที่มีคุณภาพดีเพียงพอต่อการวางแผนต่างๆ และยังช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณปัญหาที่มี ขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้จริง (ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, 2554)

วิธีการเมตาฮิวริสติกส์พัฒนามาจากการค้นหาคำตอบพื้นฐาน (Basic Local Search) วิธีการเชิง พันธุกรรม (Genetic Algorithm) การหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วย วิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) วิธีการเลียนแบบการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing) และวิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนซ้ำ (Iterated Local Search) ซึ่ง แต่ละวิธีจะมีที่มาที่แตกต่างกัน

2.4.1 หลักการเบื้องต้นของเมตาฮิวริสติกส์

หลักการเบื้องต้นของเมตาฮิวริสติกส์มีดังนี้

2.4.1.1 เมตาฮิวริสติกส์มีระเบียบวิธีในการค้นหาคำตอบที่ดีภายในพื้นที่ของคำตอบที่ เป็นไปได้

2.4.1.2 เมตาฮิวริสติกส์มีจุดประสงค์เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดภายในระยะเวลาอันสั้น

2.4.1.3 วิธีการทางเมตาฮิวริสติกส์มีทั้งแบบง่ายไม่ซับซ้อน เช่น การปรับปรุงคำตอบ เฉพาะที่ หรือแบบที่ยุ่งยากซับซ้อนมากกว่า เช่น วิธีการเชิงพันธุกรรม

2.4.1.4 เมตาฮิวริสติกส์เป็นขั้นตอนการประมาณค่าตอบ

2.4.1.5 เมตาฮิวริสติกส์อาจเกิดจากการรวมหลากหลายเทคนิคเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

2.4.1.6 เมตาฮิวริสติกส์สามารถใช้ได้กับปัญหาที่หลากหลาย

2.4.1.7 เมตาฮิวริสติกส์มีระเบียบขั้นตอนมาตรฐานที่แน่นอน แม้ว่าจะนำไปใช้กับปัญหาที่ แตกต่างกัน แต่ฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาแต่ละปัญหาต้องดำเนินการตามขั้นตอนหลัก ของเมตาฮิวริ สติกส์เดิม

2.5 วิธีการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing :SA)

วิธีการอบอ่อนจำลองเป็นวิธีการเมตาฮิวริสติกส์ และเป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด หรือ ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด เป็นการหาคำตอบโดยเลียนแบบการควบคุมอุณหภูมิของโลหะ ที่เมื่อทำการ อบโลหะเสร็จแล้วจะทำให้ โลหะค่อยๆเย็นตัว เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด วิธีการนี้เป็น วิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างมาก วิธีการอบอ่อนจำลองนี้จะมีกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ เพื่อหา คำตอบไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่พอใจ

วิธีการอบอ่อนจำลอง ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Kirkpatrick และคณะ เมื่อปี ค.ศ. 1993 เพื่อใช้แก้ปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้น การอบอ่อนจำลองจะให้คำตอบแบบกว้าง และเหมาะสมกับคำตอบที่มีขนาดใหญ่

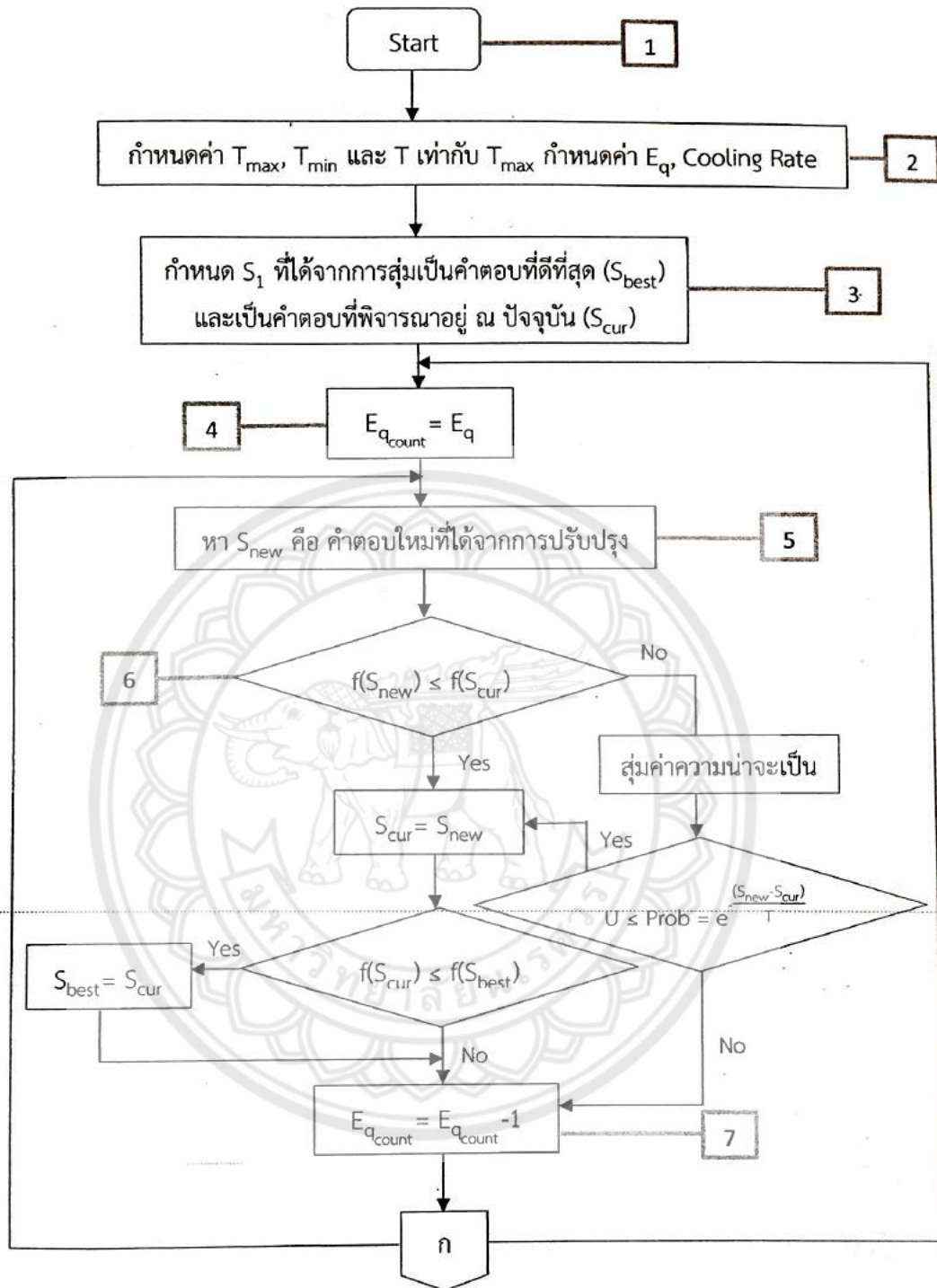
หลักการอบอ่อนจำลอง เพื่อลดพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในโลหะให้อยู่ในสถานะเสถียร โดยการเริ่มให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่อุณหภูมิสูงมากๆ หลังจากนั้นค่อยๆลดอุณหภูมิต่ำทีละนิด จนโครงสร้างของชิ้นงานจับตัวกัน

2.5.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของวิธีอบอ่อนจำลอง

กำหนดให้

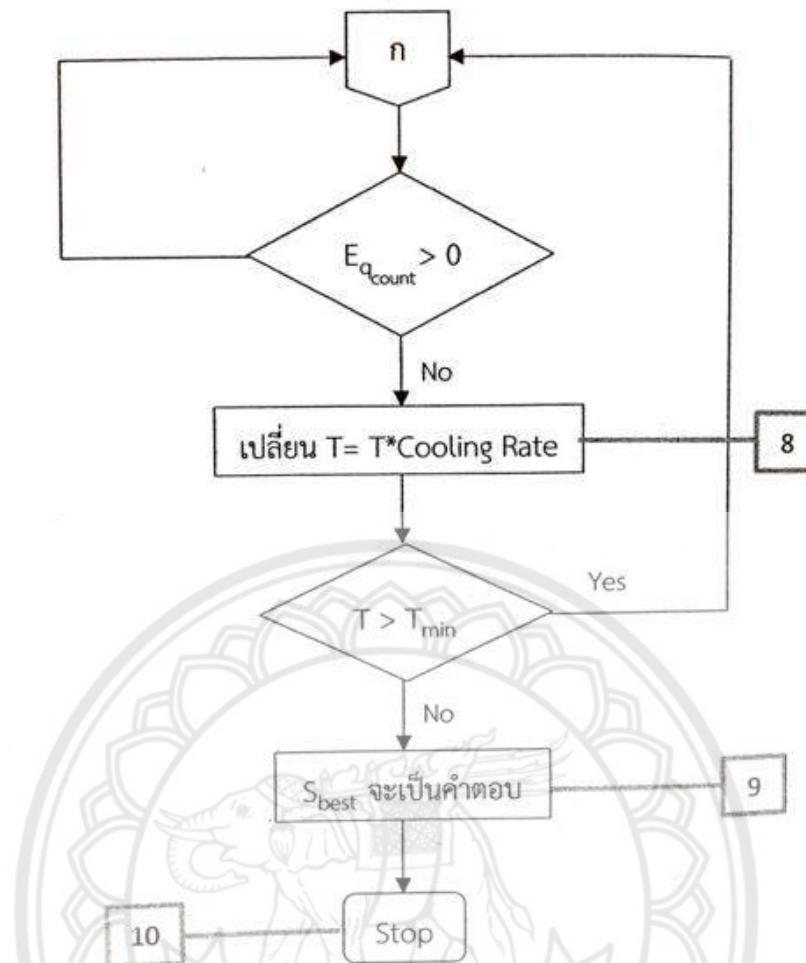
| | |
|-----------------|---|
| S_1 | คือ คำตอบเริ่มต้น |
| S_{new} | คือ คำตอบใหม่ |
| S_{best} | คือ คำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบัน |
| S_{cur} | คือ คำตอบที่พิจารณาอยู่ ณ ปัจจุบัน |
| T_{max} | คือ อุณหภูมิเริ่มต้น |
| T_{min} | คือ อุณหภูมิสุดท้าย |
| T | คือ อุณหภูมิปัจจุบัน |
| $f(\cdot)$ | คือ ฟังก์ชันค่าคำตอบ หรือค่าฟิตเนส |
| K | คือ ค่าคงที่ของโบลต์ซมันน์ (Boltzmann) = $1.38E - 23$ |
| E_q | คือ จำนวนการค้นหาคำตอบในแต่ละระดับค่าอุณหภูมิ |
| $E_{q_{count}}$ | คือ ค่าจำนวนการค้นหาที่เหลืออยู่ในระดับอุณหภูมิ |
| Cooling Rate | คือ อัตราการเย็นตัว (0, 1) |

สามารถแสดงเป็นแผนผัง ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 Simulated Annealing Diagram

ที่มา : กรรณดิมา และชวัญวิมล, (2559)



รูปที่ 2.11 (ต่อ) Simulated Annealing Diagram
ที่มา : นันทิชา และภัสชญู (2559)

2.5.2 การทำงานของ Simulated Annealing Diagram

2.5.2.1 เริ่มต้นการทำงาน

2.5.2.2 เริ่มต้นด้วยการกำหนดค่า อุณหภูมิเริ่มต้น (T_{max}) อุณหภูมิสุดท้าย (T_{min}) อัตราการเย็นตัวให้เป็นอุณหภูมิปัจจุบัน (T) มีค่าเท่ากับอุณหภูมิเริ่มต้น (T_{max}) กำหนดจำนวนในการค้นหาคำตอบ

2.5.2.3 ให้คำตอบเริ่มต้น (S_1) เป็นคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบัน (S_{best}) และให้เป็นคำตอบที่นำมาพิจารณาอยู่ ณ ปัจจุบัน (S_{cur})

2.5.2.4 จำนวนการค้นหาที่เหลืออยู่

2.5.2.5 หาคำตอบใหม่ (S_{cur}) ที่ได้จากการปรับปรุง

2.5.2.6 $f(S_{new}) \leq f(S_{cur})$ คำตอบใหม่ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับคำตอบที่พิจารณา

กรณีแรก ถ้าไม่ จะมีการสุ่มความน่าจะเป็น และพิจารณาว่า $U \leq \text{Prob} = e^{-\frac{(s_{\text{new}} - s_{\text{cur}})}{T}}$ ถ้าไม่เรา

ก็จะได้ว่า $E_{q_{\text{count}}} = E_{q_{\text{count}}} - 1$ แต่ถ้า $U \leq \text{Prob} = e^{-\frac{(s_{\text{new}} - s_{\text{cur}})}{T}}$ เป็นใช่ ให้คำตอบที่พิจารณาอยู่เป็นคำตอบใหม่

กรณีที่สอง ถ้าใช่ ให้คำตอบที่พิจารณาอยู่เป็นคำตอบใหม่

2.5.2.7 คำตอบที่พิจารณาอยู่ต้องน้อยกว่า หรือเท่ากับคำตอบในปัจจุบัน ถ้าคำตอบที่พิจารณาอยู่มากกว่าคือที่ $E_{q_{\text{count}}} = E_{q_{\text{count}}} - 1$ แต่ถ้าคำตอบที่พิจารณาในปัจจุบัน น้อยกว่า หรือเท่ากับให้นำมาเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และเป็นคำตอบที่พิจารณาในปัจจุบัน $E_{q_{\text{count}}} = E_{q_{\text{count}}} - 1$

2.5.2.8 จำนวนการค้นหาที่เหลือน้อยต้องมากกว่าศูนย์ ถ้าค่ามากกว่าศูนย์ ทำการวนรอบของการค้นหาคำตอบ (เริ่มตั้งแต่ข้อที่ 2.5.2.4) เพื่อหาคำตอบต่อ แต่ถ้า “ไม่” ให้เปลี่ยนอุณหภูมิปัจจุบัน (T) ให้เท่ากับ อุณหภูมิปัจจุบันคูณอัตราการเรียนรู้

2.5.2.9 อุณหภูมิปัจจุบัน (T) มากกว่าอุณหภูมิสุดท้าย (T_{min}) หรือไม่ ถ้าใช่วนรอบของการปรับอุณหภูมิ (เริ่มตั้งแต่ข้อที่ 2.5.2.2) แต่ถ้าไม่ใช่ คำตอบที่ดีที่สุดจะถือเป็นคำตอบของระบบ

2.5.2.10 จบการทำงาน

2.6 วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (Iterated Local Search : ILS)

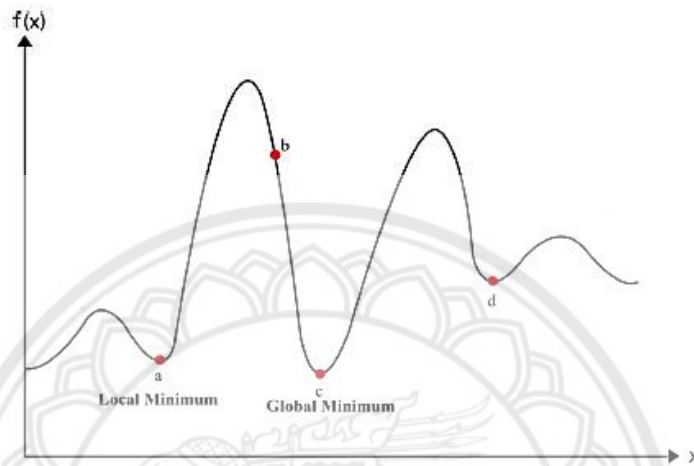
วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, 2554) พัฒนามาจากวิธีฮิวริสติกส์แบบค้นหาในพื้นที่บางส่วนในพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้พื้นฐาน (Basic Local Search : BLS) หลักการของการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ คือ การหาคำตอบจากพื้นที่รอบๆ หรือการหาคำตอบเฉพาะที่ และพัฒนาคำตอบเดิม เพื่อให้ได้พื้นที่ใหม่ในการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ ได้นำเอาข้อดีของการค้นหาในพื้นที่บางส่วนในพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้ขั้นพื้นฐาน มาใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละพื้นที่ จากหลักการพื้นฐานดังกล่าว คุณภาพของเมตาฮิวริสติกส์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้การค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ จะขึ้นอยู่กับประการหลัก 2 ประการ

ประการที่ 1 การปรับปรุงคำตอบเฉพาะที่ (Local Search) การใช้การค้นหาคำตอบเฉพาะที่ที่ดีจะทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุดในแต่ละพื้นที่ได้รวดเร็ว และได้ผลดีที่สุด ถ้าใช้วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่ที่ไม่เหมาะสมจะไม่สามารถหาค่าที่ดีที่สุดในแต่ละพื้นที่ได้ ทำให้ไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุดในพื้นที่ย่อย

ประการที่ 2 วิธีการในการรบกวน (Perturbation Techniques) การรบกวนที่ไม่มาก หรือน้อยเกินไป ถ้ารบกวนมากเกินไปจะทำให้ข้ามบางพื้นที่ที่มีคำตอบที่ดีไป การค้นหาแบบนี้เรียกว่าการค้นหาแบบเดินสุ่ม (Random Walk) จะเหมือนการเริ่มต้นหาคำตอบแรกเสมอ ไม่มีการเรียนรู้ของวิธี

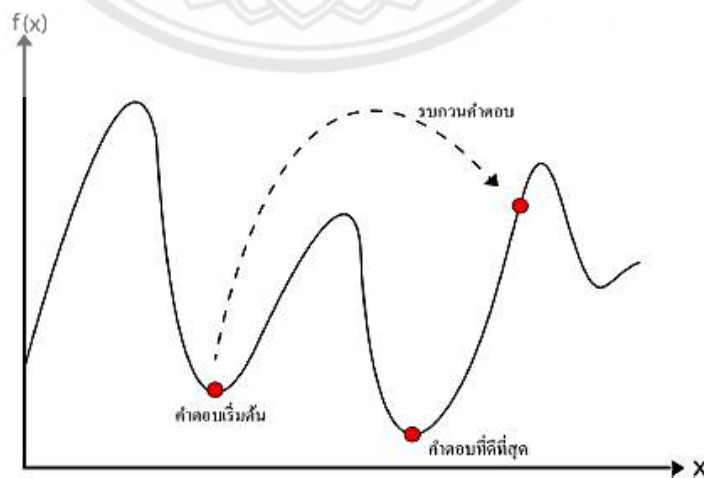
ฮิวริสติกส์ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบจากวิธีที่พัฒนาที่ไม่ดีตามที่คาดหวังไว้ แต่ถ้ารบกวนคำตอบน้อยเกินไปจะทำให้ไม่สามารถออกจากพื้นที่ที่เก่าได้ ซึ่งก็จะได้คำตอบสุดท้ายที่เป็นเพียงคำตอบที่ดีที่สุดในพื้นที่ย่อยเท่านั้น ข้อดีของวิธีการค้นหาคำตอบในพื้นที่ใกล้เคียงแบบทำซ้ำ คือ มีความง่าย รวดเร็ว

และตัวแปรต่างๆ น้อยไม่ซับซ้อนในการคำนวณสามารถอธิบายได้ ดังนี้ การค้นหาค่าตอบที่ดีที่สุดในการค้นหาค่าตอบในพื้นที่ใกล้เคียงแบบทำซ้ำจะเห็นได้ว่า (จุด a) จะเป็นพื้นที่ค่าตอบที่ดีที่สุดในการค้นหาพื้นที่ค่าตอบนั้น จากนั้นได้มีการรบกวน ค่าตอบ (Perturbation) เพื่อค้นหาค่าตอบในพื้นที่ใหม่ ซึ่งการรบกวนค่าตอบถูกรบกวนมากเกินไป (จุด d) ก็จะทำให้ข้ามบางพื้นที่ที่มีค่าตอบที่ดีที่สุดไป (จุด c) และถ้ามีการรบกวนค่าตอบน้อยเกินไปก็ไม่สามารถออกจากพื้นที่เก่าได้ แต่ถ้าการรบกวนที่เหมาะสม (จุด b) ก็จะสามารถค้นหาค่าตอบที่ดีที่สุด (จุด c) ในพื้นที่ใหม่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.12



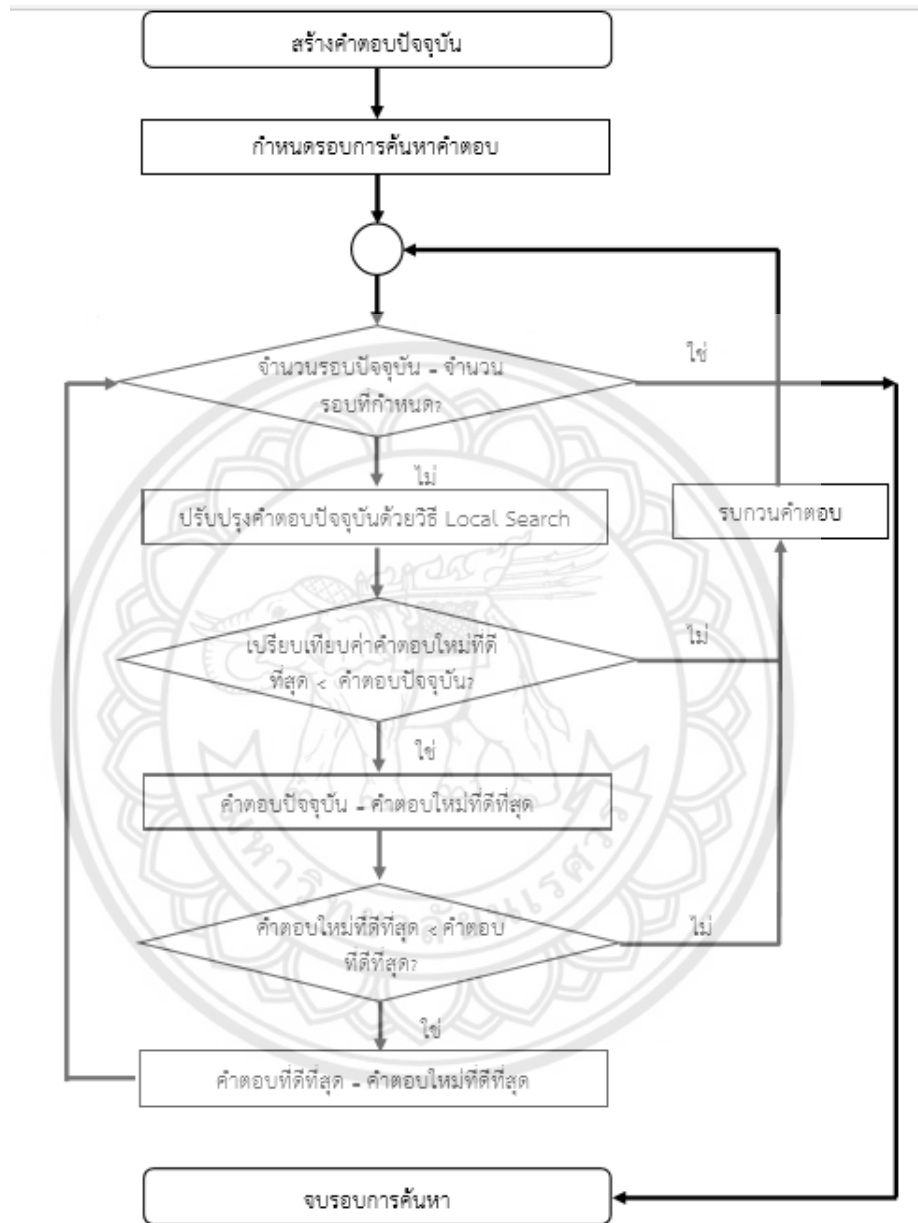
รูปที่ 2.12 แสดงการค้นหาพื้นที่ค่าตอบที่ดีที่สุดของการค้นหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

วิธีการค้นหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำเป็นการค้นหาค่าตอบ โดยเมื่อได้ค่าตอบที่ดีที่สุดแล้ว จะปรับปรุงค่าตอบเดิมเพื่อให้ได้ค่าตอบใหม่ในการสร้างค่าคำตอบเริ่มต้นนั้น จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ การสุ่มค่าตอบ และการใช้ฮิวริสติกส์ ซึ่งในการสร้างค่าตอบเริ่มต้นโดยใช้ฮิวริสติกส์ จะทำให้ได้ค่าตอบที่ดีกว่าการสร้างค่าตอบเริ่มต้นแบบสุ่ม วิธีการค้นหาค่าตอบในพื้นที่ใกล้เคียงแบบทำซ้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงการค้นหาค่าตอบในพื้นที่ใกล้เคียงแบบทำซ้ำ

การค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำมีลำดับขั้นตอนการทำงานเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบได้กำหนด กำหนดให้ทำการแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ซึ่งขั้นตอนการทำงานนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามปัญหาตามความเหมาะสม ซึ่งจะมีขั้นตอนหลักๆ แสดงดังรูปที่ 2.14



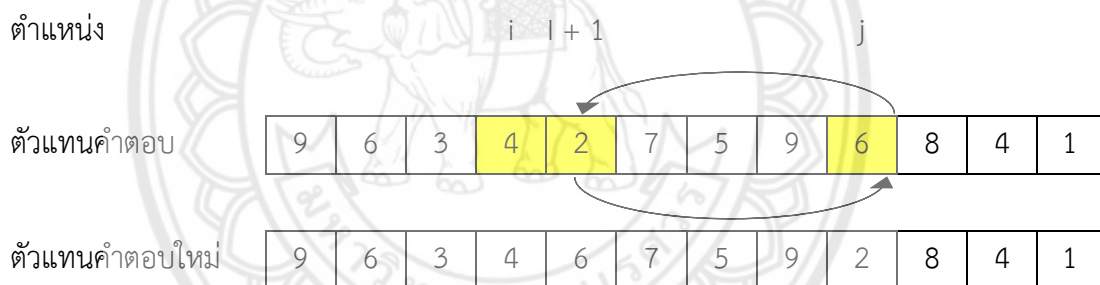
รูปที่ 2.14 แสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานโดยทั่วไปของการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

ที่มา : สิริธร และหทัยรัตน์ (2559)

วิธีการปรับปรุงคุณภาพคำตอบ (Local Improvement)

วิธีการปรับปรุงคุณภาพคำตอบ คือ วิธีการปรับปรุงคำตอบโดยอาศัยวิธีฮิวริสติกส์ในการค้นหา (Search Algorithm) สำหรับการปรับปรุงคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะนั้น (สิริธร และหทัยรัตน์, 2559) ได้มีการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพคำตอบโดย สลับสับเปลี่ยนบนเส้นทาง พยายามปรับปรุงเส้นทางเพื่อให้เกิดเส้นทางใหม่ ซึ่งจะให้คำตอบที่เข้าใกล้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้

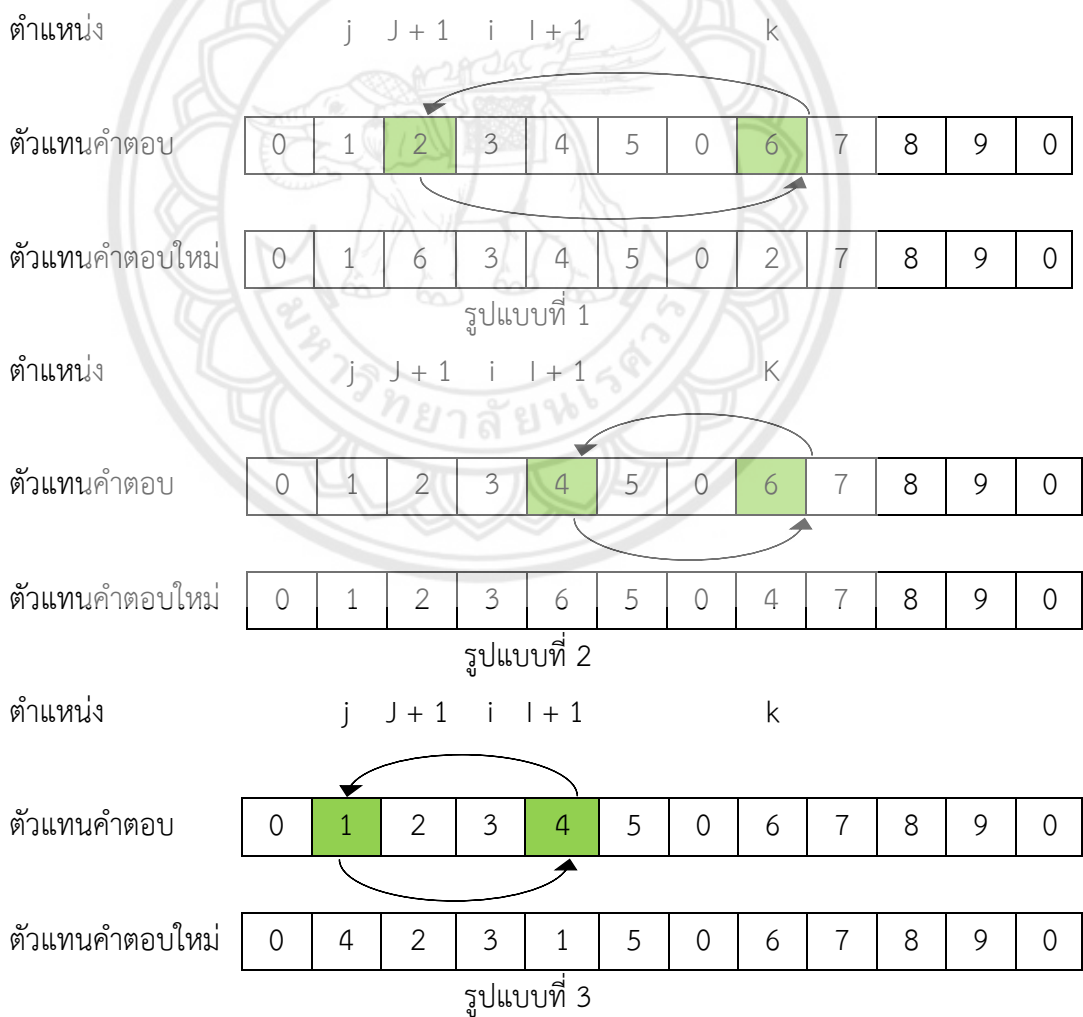
วิธีการสลับตำแหน่ง 2 - Opt / 2 - Opt* คือ การสลับลูกค่า 2 ราย โดยให้ลูกค่าที่อยู่ติดกันและมีระยะทางมากที่สุดแทนตำแหน่ง i และ $i + 1$ จากนั้นทำการสุมตำแหน่งลูกค่าขึ้นมาอีก 1 ตำแหน่ง กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ j แล้วทำการสลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ และ j เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการสลับตำแหน่งสองตำแหน่ง (2 - Opt / 2 - Opt*) โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็น การแสดงการสลับตำแหน่งคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับยานพาหนะ กำหนดให้ ลูกค่ารายที่ 4 และ 2 มีระยะทางติดกันมากที่สุด โดยให้เป็น i และ $i+1$ ตามลำดับ จากนั้นสุมลูกค่าขึ้นมา 1 ตำแหน่งคือลูกค่ารายที่ 6 โดยให้เป็นตำแหน่ง j จากนั้นทำการสลับลูกค่ารายที่ 2 และ 6 แสดงดังรูปที่ 2.15 (ยุทธพงษ์ พรหมสีทอง, 2557)



รูปที่ 2.15 แสดงการสลับตำแหน่งสามตำแหน่ง (2 - Opt / 2 - Opt*)

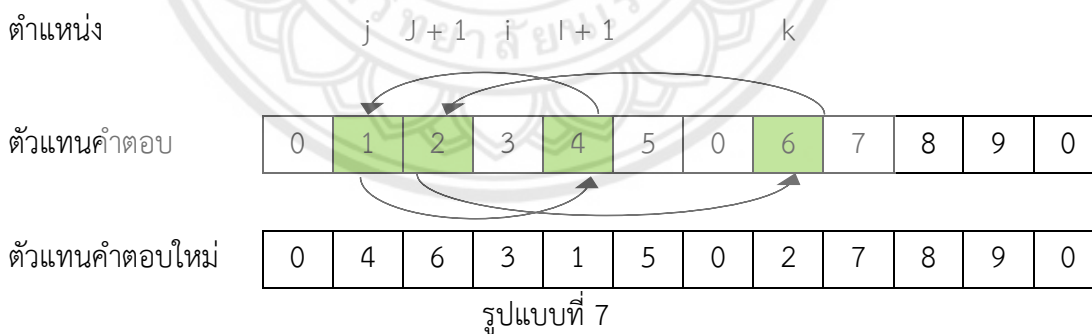
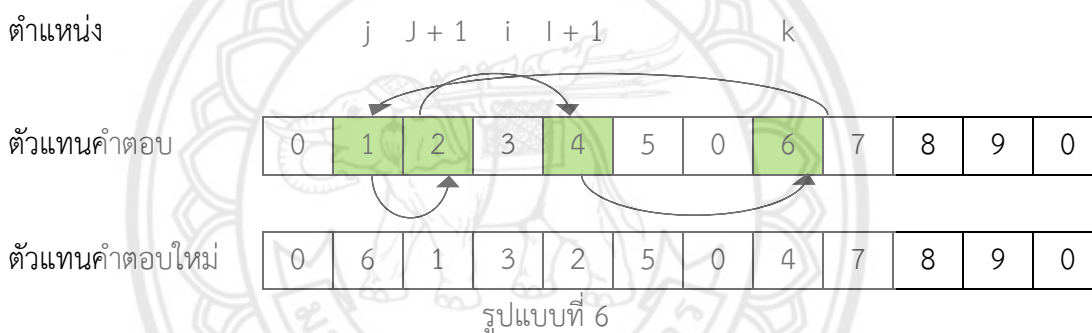
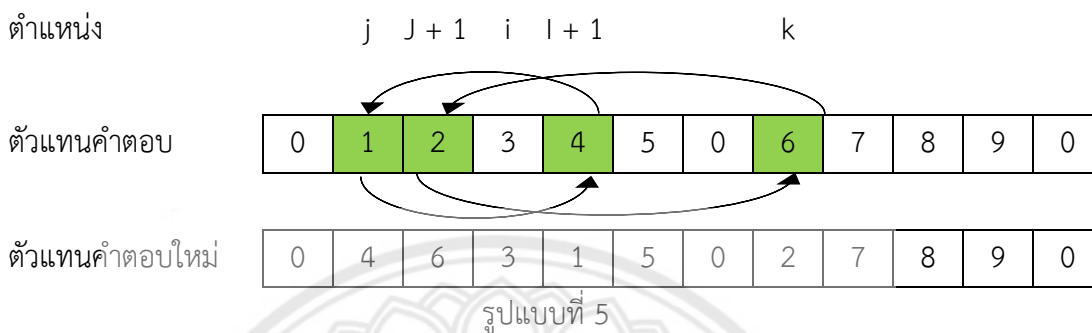
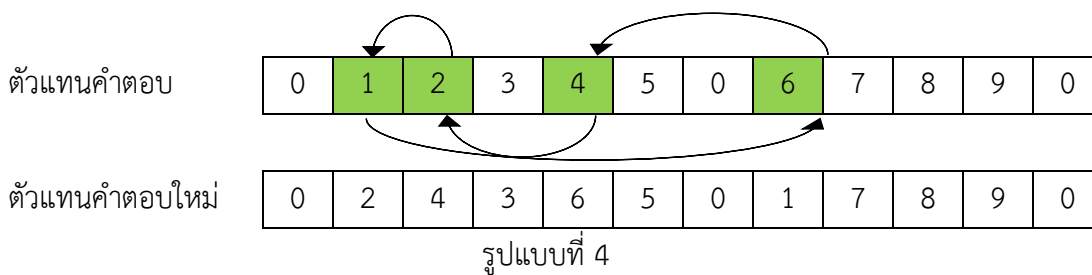
วิธีการสลับตำแหน่ง 3 - Opt / 3 - Opt* คือ การสลับลูกค่า 4 ราย โดยให้ลูกค่าที่อยู่ติดกันและมีระยะทางมากที่สุดแทนตำแหน่ง i และ $i + 1$ จากนั้นทำการสุมตำแหน่งลูกค่าขึ้นมาอีก 2 ตำแหน่ง กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ j และ k กำหนดให้ลูกค่าที่อยู่ต่อจากตำแหน่ง j เป็น $j + 1$ แล้วทำการสลับตำแหน่งลูกค่า 7 รูปแบบ โดยจะทำการสลับดังนี้ รูปแบบที่ 1 สลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ และ k รูปแบบที่ 2 สลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ และ k รูปแบบที่ 3 สลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ และ j รูปแบบที่ 4 สลับตำแหน่งลูกค่าโดยแทนลูกค่ารายที่ $i + 1$ กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ ตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ j และตำแหน่งลูกค่ารายที่ j กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ k รูปแบบที่ 5 สลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i+1$ กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ j และตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ k รูปแบบที่ 6 สลับตำแหน่งลูกค่าโดยการแทนตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ k ตำแหน่งลูกค่ารายที่ k กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ j และตำแหน่งลูกค่ารายที่ j กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ และรูปแบบที่ 7 สลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ กับตำแหน่งลูกค่าราย

ที่ $j+1$ และตำแหน่งลูกค้ายายที่ j กับตำแหน่งลูกค้ายายที่ k เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการสลับตำแหน่งสองตำแหน่ง ($3 - \text{Opt} / 3 - \text{Opt}^*$) โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็นการแสดงการสลับตำแหน่งคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะ กำหนดให้ลูกค้ายายที่ 0 และ 1 มีระยะทางติดกันมากที่สุด โดยให้เป็น i และ $i + 1$ ตามลำดับ จากนั้นสุ่มลูกค้ายายขึ้นมา 3 ตำแหน่งคือ ลูกค้ายายที่ 2, 3 และ 4 โดยให้เป็นตำแหน่ง $j, j + 1$ และ k ตามลำดับรูปแบบที่ 1 สลับตำแหน่งลูกค้ายายที่ 2 และ 6 รูปแบบที่ 2 สลับลูกค้ายายที่ 4 และ 6 รูปแบบที่ 3 สลับลูกค้ายายที่ 1 และ 4 รูปแบบที่ 4 สลับลูกค้ายายโดยแทนลูกค้ายายที่ 4 กับลูกค้ายายที่ 2 ลูกค้ายายที่ 2 กับลูกค้ายายที่ 1 และลูกค้ายายที่ 1 กับลูกค้ายายที่ 6 รูปแบบที่ 5 สลับลูกค้ายายที่ 4 กับลูกค้ายายที่ 1 และลูกค้ายายที่ 2 และกับลูกค้ายายที่ 6 แสดงดังรูปที่ 2.16 รูปแบบที่ 6 สลับลูกค้ายายโดยแทนลูกค้ายายที่ 4 กับลูกค้ายายที่ 6 ลูกค้ายายที่ 6 กับตำแหน่งลูกค้ายายที่ 1 และลูกค้ายายที่ 1 กับลูกค้ายายที่ 2 และรูปแบบที่ 7 สลับลูกค้ายายที่ 4 กับลูกค้ายายที่ 6 และลูกค้ายายที่ 1 กับลูกค้ายายที่ 6 แสดงดังรูปที่ 2.16 (ยุทธพงษ์ พรหมสีนอง, 2557)



รูปที่ 2.16 แสดงวิธีการสลับตำแหน่งสามตำแหน่ง ($3 - \text{Opt} / 3 - \text{Opt}^*$)

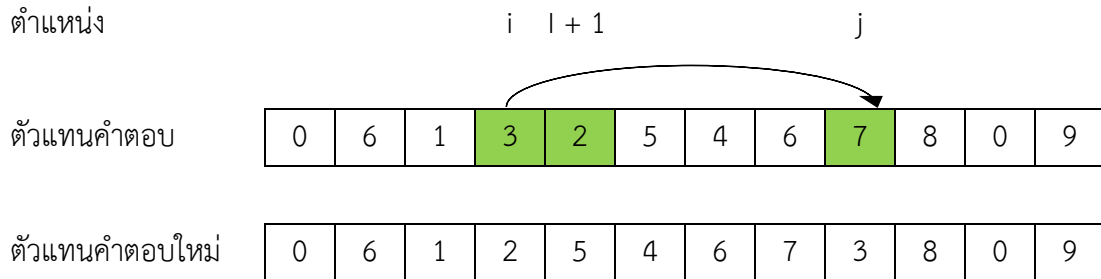
ตำแหน่ง $J \quad J+1 \quad i \quad i+1 \quad k$



รูปที่ 2.16 (ต่อ) แสดงวิธีการสลับตำแหน่งสามตำแหน่ง (3 - Opt / 3 - Opt*)

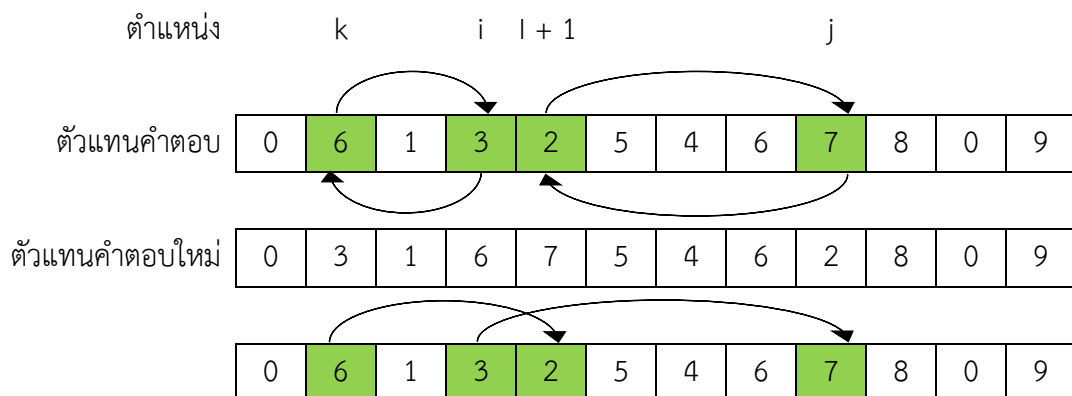
วิธีการแทรกตำแหน่ง Shift 10 คือ การสลับลูกค่า 2 ราย โดยให้ลูกค่าที่อยู่ติดกันและมีระยะทางมากที่สุดแทนตำแหน่ง i และ $i + 1$ จากนั้นทำการสุมตำแหน่งลูกค่าขึ้นมาอีก 1 ตำแหน่ง กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ j แล้วทำการแทรกลูกค่ารายที่ i ที่ตำแหน่ง j เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการแทรกตำแหน่ง Shift 10 โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็นการแสดงการแทรกตำแหน่งคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะ กำหนดให้ลูกค่ารายที่ 3 และ 2 มีระยะทางติดกันมากที่สุด

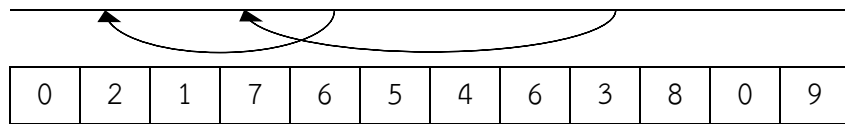
โดยให้เป็น i และ $i + 1$ ตามลำดับ จากนั้นสลับลูกค่าขึ้นมา 1 ตำแหน่ง คือ ลูกค่ารายที่ 7 โดยให้เป็นตำแหน่ง j จากนั้นทำการแทรกลูกค่ารายที่ 3 ในตำแหน่งของลูกค่ารายที่ 7 แสดงดังรูปที่ 2.17 (ศิริชัย ยศวังใจ, 2559)



รูปที่ 2.17 แสดงวิธี Shift 10

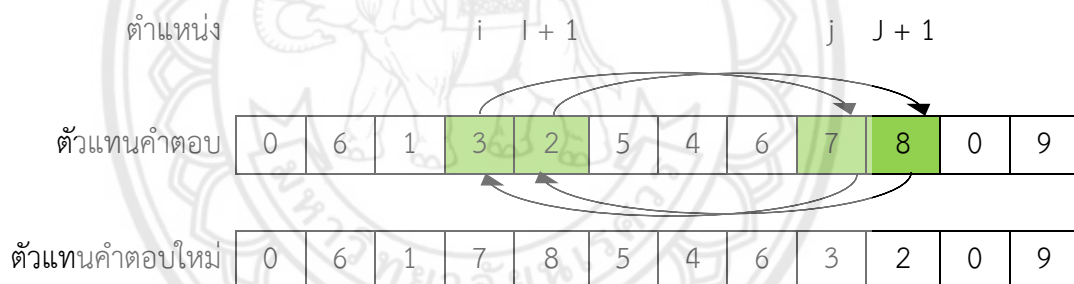
วิธีการสลับตำแหน่ง 1 - 1 - Interchange คือ การสลับลูกค่า 4 ราย โดยให้ลูกค่าที่อยู่ติดกันและมีระยะทางมากที่สุดแทนตำแหน่ง i และ $i + 1$ จากนั้นทำการสลับตำแหน่งลูกค่าขึ้นมาอีก 2 ตำแหน่ง กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ j และ k แล้วทำการสลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ i กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ j และทำการสลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ และตำแหน่งลูกค่ารายที่ k เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการสลับตำแหน่ง 1 - 1 - Interchange โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็นการแสดงการสลับตำแหน่งคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางขบวนรถไฟสำหรับยานพาหนะ กำหนดให้ลูกค่ารายที่ 3 และ 2 มีระยะทางติดกันมากที่สุด โดยให้เป็น i และ $i + 1$ ตามลำดับ จากนั้นสลับลูกค่าขึ้นมา 2 ตำแหน่งคือ ลูกค่ารายที่ 6 และ 7 โดยให้เป็นตำแหน่ง k และ j ตามลำดับ จากนั้นทำการสลับลูกค่ารายที่ 3 กับลูกค่ารายที่ 6 และทำการสลับลูกค่ารายที่ 2 กับลูกค่ารายที่ 7 แสดงดังรูปที่ 2.18 (ศิริชัย ยศวังใจ, 2559)





รูปที่ 2.18 แสดงวิธี 1 - 1 - Interchange

วิธีการสลับตำแหน่ง 2 - 2 - Interchange คือ การสลับลูกค่า 4 ราย โดยให้ลูกค่าที่อยู่ติดกันและมีระยะทางมากที่สุดแทนตำแหน่ง i และ $i + 1$ จากนั้นทำการสุมตำแหน่งลูกค่าขึ้นมาอีก 1 ตำแหน่ง กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่ j และกำหนดให้ลูกค่าที่อยู่ต่อจากตำแหน่ง j เป็น $j + 1$ แล้วทำการสลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ i กับตำแหน่งลูกค่ารายที่ j และทำการสลับตำแหน่งลูกค่ารายที่ $i + 1$ และตำแหน่งลูกค่ารายที่ $j + 1$ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการสลับตำแหน่ง 2 - 2 - Interchange โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็นการแสดงการสลับตำแหน่งคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะ กำหนดให้ลูกค่ารายที่ 3 และ 2 มีระยะทางติดกันมากที่สุด โดยให้เป็น i และ $i + 1$ ตามลำดับ จากนั้นสุมลูกค่าขึ้นมา 2 ตำแหน่งคือลูกค่ารายที่ 7 และ 8 โดยให้เป็นตำแหน่ง j และ $j + 1$ ตามลำดับ จากนั้นทำการสลับลูกค่ารายที่ 3 กับลูกค่ารายที่ 7 และทำการสลับลูกค่ารายที่ 2 กับลูกค่ารายที่ 8 แสดงดังรูปที่ 2.19 (ศิริชัย ยศวิงใจ, 2559)



รูปที่ 2.19 แสดงวิธี 2 - 2 - Interchange

2.7 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรมเป็นเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการค้นหา การเพิ่มประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ (Search, Optimization, and Learning) ด้วยการเลียนแบบทฤษฎีการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีจุดเด่นในด้านความทนทานต่อความผิดพลาดในการค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่มีความซับซ้อน และยากที่จะสร้างแบบจำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการค้นหาที่ไม่มีเฉพาะเจาะจงกับแบบจำลองหรือลักษณะเฉพาะของข้อมูลแบบใดแบบหนึ่ง ด้วยเหตุนี้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่การจัดตารางเวลา (Timetable Scheduling) การ

ออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ (Control System Design) การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบท่อส่งก๊าซ (Gas Pipeline Optimization) และการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมให้ (Genetic Based Machine Learning) เป็นต้น โดยหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการตามธรรมชาติ เพื่อพัฒนา หรือทำการ “วิวัฒนาการ” คำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

2.7.1 หลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการ และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาในรูปของยีนและโครโมโซม และการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในกระบวนการวิวัฒนาการชุดคำตอบ จากนั้นจะกำหนดชุดคำตอบชุดแรก (Initial Generation) ในรูปของโครโมโซมด้วยการสุ่ม และนำชุดคำตอบนั้นเข้าสู่กระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ประกอบด้วยตัวดำเนินการ (Operator) ได้แก่ การสืบพันธุ์ (Reproduction) การผสมยีน (Crossover) กับ การกลายพันธุ์ (Mutation) และนำไปประเมินความเหมาะสมด้วยฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1.1 การกำหนดยีน และโครโมโซมในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มักกำหนดในรูปของแถวของอักขระ (String of Alphabet) หรือแถวของเลขฐานสอง (Bit string) เทียบเท่ากับแถวโครโมโซมที่ประกอบด้วยยีนย่อยๆ ในลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ การกำหนดโครโมโซมอย่างง่ายในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมักกำหนดเป็นเซตของยีนที่เป็นเลขฐานสอง เช่น {100101} โดยตำแหน่งของยีนแต่ละยีนในโครโมโซม จะแทนลักษณะขององค์ประกอบย่อยของชุดคำตอบของปัญหา ซึ่งโครงสร้างของโครโมโซม และชุดคำตอบที่ถอดรหัสจากโครโมโซมมาแล้ว ตามลำดับการกำหนดยีน และโครโมโซม สามารถกำหนดในรูปแบบอื่นได้ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างขององค์ประกอบย่อยของคำตอบ และลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2.7.1.2 ตัวดำเนินการ (Operator) ที่ใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ประกอบด้วยตัวดำเนินการหลัก ได้แก่ การสืบพันธุ์ (Reproduction) การผสมยีน (Crossover) และกลายพันธุ์ (Mutation) โดยมีลำดับการนำไปใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ตาม Pseudo Code ดังรูปที่ 2.20

```

                        Genetic Algorithm Pseudo Code
Begin
Set generation g = 0;
Initialize population;
While termination condition is not met, do
    Begin
    Evaluate fitness;
    Select most fit individuals for reproduction;
    Crossover genes from selected individuals;
    Mutation based on probability;
    Replace weak candidates with better offsprings;
    Set generation g = g + 1;
    End
End

```

รูปที่ 2.20 Pseudo Code สำหรับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ที่มา : K.Leelawong, ICCS 451 Lecture Note (March 2552)

ก. การสืบพันธุ์ (Reproduction) เป็นการสร้างประชากรใหม่ด้วยการสำเนาซ้ำจากการคัดเลือกประชากรชุดเดิม ด้วยการใช้ความน่าจะเป็นตามคะแนนความเหมาะสมที่ได้จากการประเมินด้วยฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) ซึ่งเป็นการเลียนแบบกระบวนการคัดเลือกกระบวนการตามธรรมชาติ (Natural Selection) โดยสายพันธุ์ตามธรรมชาติที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากกว่าจะมีโอกาสในการอยู่รอด และสืบพันธุ์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมได้แก่

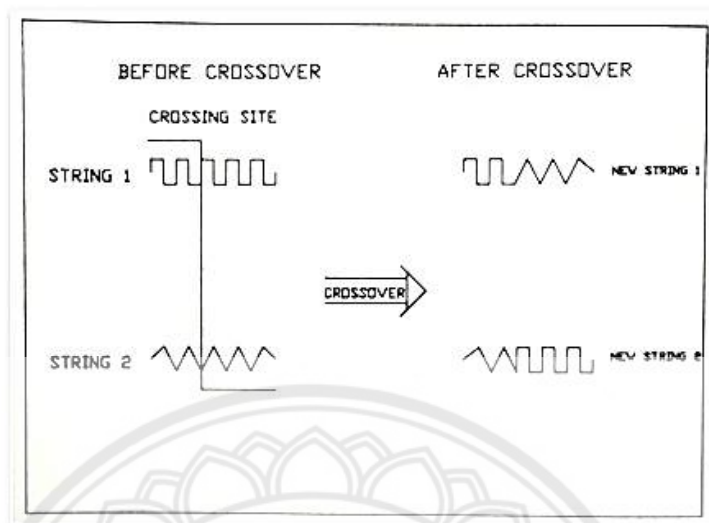
ก.1 การคัดเลือกแบบ (Roulette Wheel) คือ การสุ่มเลือกด้วยการกำหนดความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก ตามสัดส่วนของคะแนนความเหมาะสมของประชากรจากผลรวมคะแนนทั้งหมด

ก.2. การคัดเลือกแบบ (Tournament) คือ การสุ่มจับคู่เปรียบเทียบจากกลุ่มประชากรและคัดเลือกผู้ชนะจากการเปรียบเทียบนั้น

ก.3 การคัดเลือกแบบ (Linear Ranking) คือ การจัดอันดับคะแนนความเหมาะสมของประชากร และกำหนดความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกตามการจัดอันดับนั้น

ข. การผสมยีน หรือการแลกเปลี่ยนสายพันธุ์ (Crossover Method) เป็นการนำเอาโครโมโซมในประชากรที่ได้จากการสืบพันธุ์มาจับคู่กัน และผสมยีนระหว่างกันให้ได้โครโมโซมใหม่ เพื่อหาลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ที่มีความเหมาะสมที่ดีกว่าวิธีการผสมยีนที่นิยมใช้ คือ การผสมยีนแบบจุดเดียว (One-point Crossover) คือ การสุ่มเลือกจุดผสมยีนเพียงจุดเดียว และสลับยีนระหว่างคู่โครโมโซมพ่อแม่เพื่อให้ได้โครโมโซมลูก ตามรูปที่ 2.21 นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่นในการผสม

ยีน เช่น การผสมยีนแบบสองจุด (Two-Point Crossover) และการผสมยีนแบบสม่ำเสมอ (Uniform Crossover) เป็นต้น



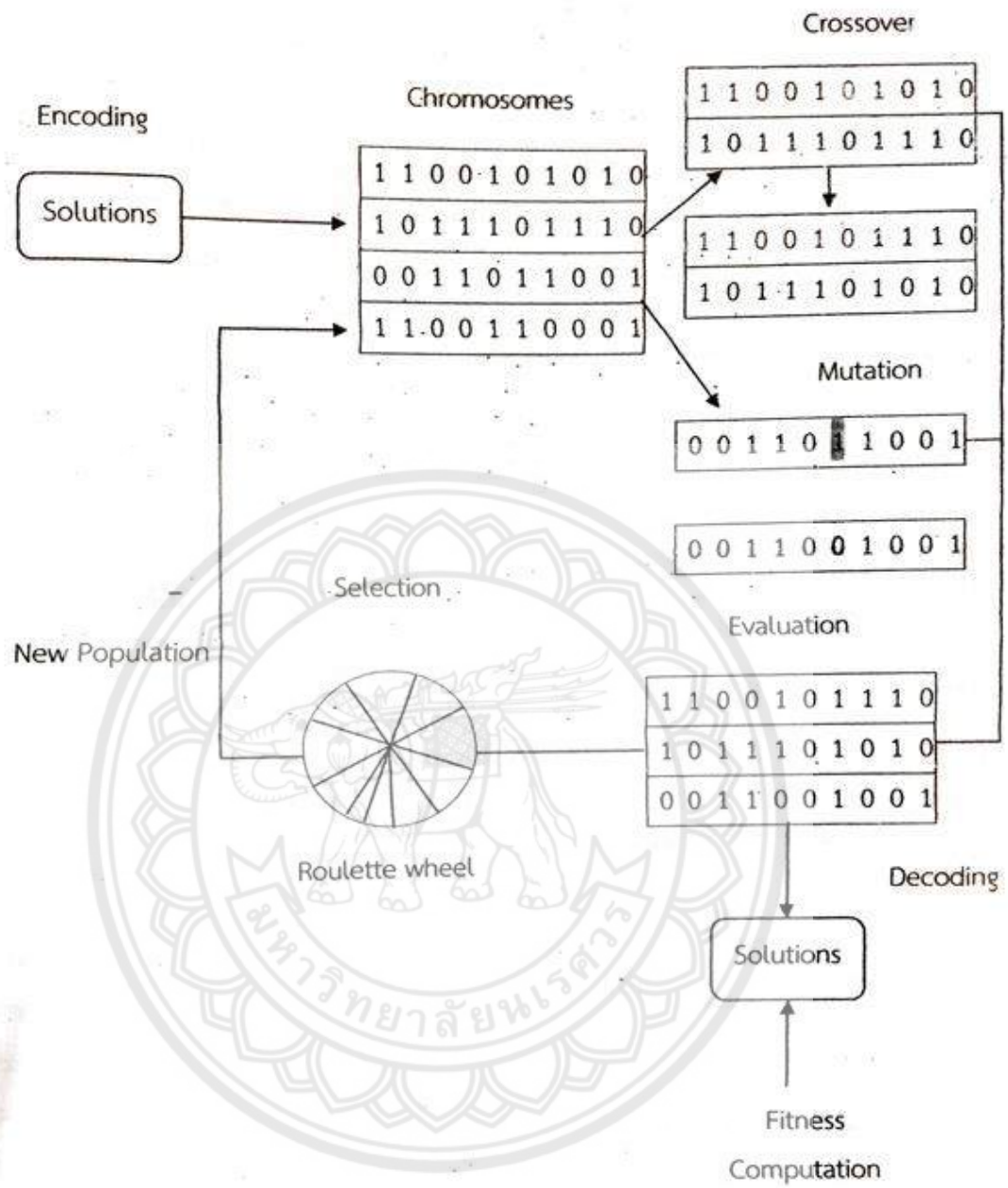
รูปที่ 2.21 การผสมยีนแบบจุดเดียว

ที่มา : Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning)

ค. การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นกระบวนการที่ช่วยเสริมความสมบูรณ์ของการสืบพันธุ์ และการผสมยีน เนื่องจากถึงแม้ว่าการคัดเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมดีในกระบวนการสืบพันธุ์ และผสมแลกเปลี่ยนยีนจะสามารถสร้างโครโมโซมใหม่ที่มีค่าความเหมาะสมดีขึ้นกว่าเดิมได้ แต่กระบวนการดังกล่าวเป็นการอาศัยข้อมูลจากโครโมโซมเดิมที่มีอยู่แล้ว และอาจไม่สามารถค้นพบโครโมโซมที่ดีกว่าภายนอกข้อมูลในกลุ่มประชากรของโครโมโซมเดิมได้ การกลายพันธุ์เป็นการช่วยให้สามารถค้นพบคำตอบ ที่อาจไม่มีข้อมูลอยู่ในกลุ่มประชากรของโครโมโซมเดิมได้ด้วยการสุ่มเปลี่ยนแปลงในโครโมโซมในอัตราความน่าจะเป็นที่ค่อนข้างต่ำ

2.7.1.3 การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) เป็นการกำหนดเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของโครโมโซม ฟังก์ชันความเหมาะสมอยู่ในรูปแบบที่สามารถคำนวณได้ด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น ฟังก์ชันเชิงเส้น หรือฟังก์ชันเมทริกส์ โดยใช้ข้อมูลจากโครโมโซม ได้แก่ ยีน และตำแหน่งของยีนในโครโมโซม นอกจากนี้ฟังก์ชันความเหมาะสมยังสามารถรวมการคำนวณข้อจำกัด (Constraints)

2.7.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม



รูปที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม
ที่มา : นันทิชา และภัสชญู (2559)

2.8 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE)

การออกแบบการทดลอง (Design of Analysis of Experiment : DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับค่าเทคนิคทางสถิติขั้นสูง เพื่อให้ได้ผลตอบสนองที่เป็นไปตามความต้องการของเรา

2.8.1 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

ในการออกแบบการทดลองนี้จะใช้หลักการทางสถิติมาช่วยในการออกแบบ และวิเคราะห์ผลจากการทดลอง ซึ่งการวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อผู้ที่ทำการทดลอง เนื่องจากผู้ที่ทำการทดลองต้องเข้าใจวิธีการเก็บข้อมูล และต้องมีความเข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ จึงสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงาน ได้ดังต่อไปนี้

2.8.1.1 กำหนดหัวข้อปัญหา (Problem Statement) ให้ชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นรูปธรรม ซึ่งหัวข้อปัญหาจะประกอบด้วยหลักการ 3 อย่าง คือ อะไรที่กำลังเป็นปัญหา (What) ลักษณะของปัญหาเป็นเช่นไรขนาดไหน (How) และปัญหาที่พบนั้นพบที่ไหน ช่วงเวลาใด (Where)

2.8.1.2 การเลือกปัจจัย (Choice of Factor) และกำหนดระดับปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างแท้จริง ซึ่งสามารถเลือกจากเครื่องมือทางสถิติ

2.8.1.3 การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Selection of Response Variable) จะเน้นตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้ ทั้งที่วัดด้วยเครื่องมือวัด และวัดด้วยกระบวนการวัดอื่นๆ เช่น การนับ

2.8.1.4 การเลือกแบบทดลอง (Choice of Experiment Design) เช่น การการวางแผนทำการทดลอง วิธีการบันทึกผลการทดลอง และกำหนดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2.8.1.5 ดำเนินการทดลอง (Performing the Experiment) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการวัด การควบคุมตัวแปรในการทดลอง และเก็บผลการทดลอง

2.8.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล (Statistical Analysis of Data) ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาวิเคราะห์ ตรวจสอบ และสรุปผลรวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตีข้อมูล โดยปกติ DOE จะใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นผู้วิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องเข้าใจเงื่อนไขของ ANOVA ด้วย

2.8.1.7 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ผู้ดำเนินการทดลองจะเป็นผู้ที่เข้าใจไปที่มาของข้อมูล และมองออกกว่าผลที่ได้เป็นเช่นนั้นเพราะอะไร การดำเนินการมีข้อบกพร่องตรงไหน มีสาระสำคัญอะไรที่ผู้อ่านรายงานควรจะได้รับรู้ เผื่ออนาคตได้ดำเนินการทดลองบ้างก็จะเอาไปเป็นบรรทัดฐานได้

2.8.2 หลักการพื้นฐาน 3 ประการ สำหรับการออกแบบการทดลอง

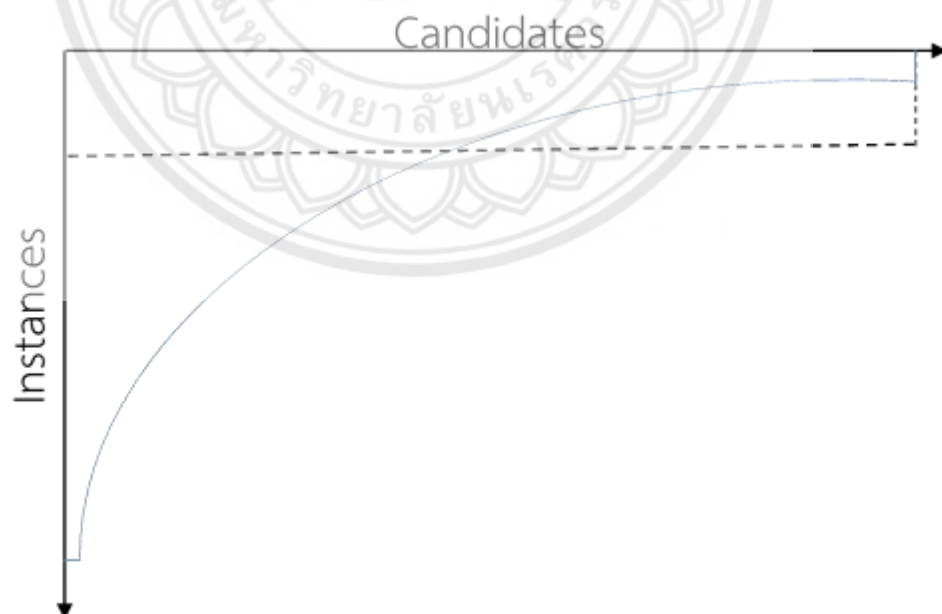
2.8.2.1. การทดลองซ้ำ (Replication) มีสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ทำให้การทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้ และถ้าค่าเฉลี่ยถูกนำมาใช้ เพื่อประมาณผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งการทดลองเรพลีเคชัน ทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบนี

2.8.2.2. การทำแบบสุ่ม (Randomization) หมายถึง การทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลอง และลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่าข้อมูลจะต้องเป็นปัจจัยแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบสุ่ม และที่มีการกระจายแบบอิสระ

2.8.2.3. บล็อกกิ้ง (Blocking) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรงให้แก่การทดลองบล็อกอันหนึ่งอาจจะ หมายถึง ส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากกว่าเซตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่างๆ ภายในแต่ละบล็อกจะเกิดขึ้นได้จากการทำบล็อกกิ้ง

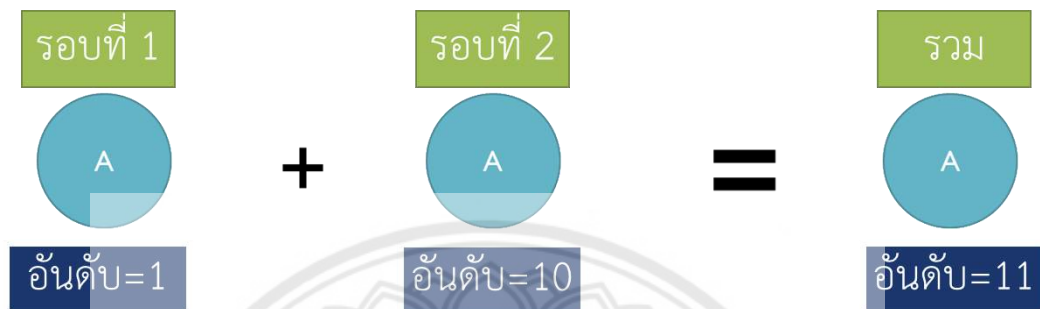
2.9 วิธีการ F-Race

เป็นเทคนิคขั้นตอนวิธีการหาคำตอบของการคัดเลือกการตั้งค่าพารามิเตอร์วิธีหนึ่งของเมตาฮีริสติกส์ โดยจะมีการแข่งขันกันระหว่างผู้สมัคร (Candidates) ที่เข้าร่วมการแข่งขันโดยจะมีกรณีโจทย์ปัญหา (Instances) ต่างๆ เพื่อเป็นตัวทดสอบหาผู้สมัครที่สามารถผ่านการคัดเลือกในกรณีต่างๆ มาได้มากที่สุด



รูปที่ 2.23 กราฟแสดงวิธี F-Race

จากรูปที่ 2.23 แนวนอนจะเป็นผู้สมัคร (Candidates) และแนวตั้งจะเป็นโจทย์ปัญหา (Instances) วิธีการทำงานของ F-Race คือ เมื่อมีผู้สมัครเข้ามาจะมีการทดสอบด้วยโจทย์ต่างๆ ผู้ที่ผ่านโจทย์แรกมาได้ก็จะเจอกับโจทย์ข้อต่อไปเรื่อยๆ แต่ผู้ที่ไม่ได้ก็จะถูกคัดออกไป ลักษณะการทำงานของวิธี F-Race จะเป็นแบบนี้ไปเรื่อยๆ ผู้ที่ทำโจทย์ผ่านมาได้มากที่สุด และทำอันดับรวมได้น้อยที่สุดก็จะได้เป็นอันดับที่ 1 โดยวิธีการจัดอันดับ Rank ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 แสดงวิธีการจัดอันดับ Rank

ขั้นตอนวิธีการ F-Race

เริ่มรันโปรแกรมด้วยวิธีการ F-Race ซึ่งการรันโปรแกรมด้วยวิธีการ F-Race ในรอบแรกนั้น เพื่อให้ทราบจำนวนของผู้เข้าแข่งขันทั้งหมดก่อนที่จะทำการแข่งขันกันในรอบถัดไป ดังรูปที่ 2.25

| | | |
|-----------------|------------------|----|
| 2-Opt/2-Opt** | Perturbation 10% | 1 |
| 2-Opt/2-Opt** | Perturbation 20% | 2 |
| 2-Opt/2-Opt** | Perturbation 30% | 3 |
| 3-Opt/3-Opt** | Perturbation 10% | 4 |
| 3-Opt/3-Opt** | Perturbation 20% | 5 |
| 3-Opt/3-Opt** | Perturbation 30% | 6 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 7 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 8 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 9 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 10 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 11 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 12 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 13 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 14 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 15 |

รูปที่ 2.25 แสดงจำนวนผู้สมัครเข้าแข่งขัน

เมื่อผู้เข้าสมัครได้เริ่มการแข่งขันในโจทย์ข้อแรกจะมีการเปรียบเทียบผลของการแข่งขันของแต่ละผู้แข่งขันเพื่อให้ได้อันดับในแต่ละผู้แข่งขัน หรือเรียกว่า Rank ผู้เข้าแข่งขันที่ทำคะแนนได้ดีที่สุด จะถูกกำหนดให้ได้ Rank อันดับที่ 1 รองลงมาจะได้เป็น Rank อันดับที่ 2 ตามลำดับจนถึงอันดับสุดท้ายของผู้เข้าแข่งขัน หลังจากนั้นเมื่อจบโจทย์ข้อแรก และได้อันดับของผู้เข้าแข่งขันของแต่ละผู้เข้าแข่งขันแล้วจะเริ่มการแข่งขันในรอบที่ 2 แต่เมื่อจบในรอบที่ 2 แล้วจะมีการคำนวณค่า T ตามในสมการที่ 2.3

โดยที่กำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ไว้ดังนี้

m คือ จำนวนของผู้แข่งขันทั้งหมดที่ยังเหลืออยู่ในโจทย์นั้นๆ

k คือ จำนวนโจทย์ที่ผ่านมา

R_j คือ อันดับของผู้เข้าแข่งขัน

R_{lj} คือ ผลรวมอันดับของผู้เข้าแข่งขันที่ผ่านมาในโจทย์นั้นๆ

R_h คือ อันดับของผู้เข้าแข่งขันที่ต้องการเปรียบเทียบ

$$T = \frac{(m-1) \sum_{j=1}^m (R_j - \frac{k(m+1)}{2})^2}{\sum_{l=1}^k \sum_{j=1}^m R_{lj}^2 - \frac{km(m+1)^2}{4}} \quad (2.3)$$


เมื่อคำนวณค่า T ได้แล้วจะนำมาเทียบกับค่า χ^2 ถ้าค่า T มีค่าน้อยกว่า ค่า χ^2 จะทำการเข้าไปเริ่มกระบวนการเดิมในรอบต่อไป แต่ถ้าค่า T ที่ได้จากการคำนวณในสมการที่ 2.3 มีค่ามากกว่าค่า χ^2 หมายความว่าค่า T มีความแตกต่างกัน ในระดับนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์จะเริ่มทำการคัดผู้เข้าแข่งขันที่มีความแตกต่างออกจากการแข่งขันนี้ โดยการคัดผู้เข้าแข่งขันออกนั้นจะคำนวณจาก สมการที่ 2.4

$$\frac{|R_j - R_h|}{\sqrt{\frac{2k(1 - \frac{T}{k(m-1)}) (\sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^m R_{tj}^2 - \frac{km(m+1)^2}{4})}{(k-1)(m-1)}}} > t_{1-\alpha/2}, \quad (2.4)$$

การคัดผู้เข้าแข่งขันออกจากการแข่งขัน โดยที่กำหนดให้ค่า R_j เป็นอันดับของผู้เข้าแข่งขันที่ทำคะแนนรวมได้ดีที่สุด และกำหนดให้ R_h เป็นอันดับของผู้เข้าแข่งขันที่ต้องการเปรียบเทียบกับผู้แข่งขัน ที่ได้อันดับคะแนนรวมดีที่สุด โดยการคำนวณของสมการที่ 2.4 เมื่อได้ผลจากการเทียบอันดับออกมาแล้วปรากฏว่าค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า $t_{1-\alpha/2}$ นั้นหมายความว่า อันดับผู้เข้าแข่งขันที่นำมาเปรียบเทียบกับผู้แข่งขันนั้นมีความแตกต่างกันจึงจำเป็นต้องคัดผู้เข้าแข่งขันนั้นออกจากการแข่งขัน ดังรูปที่ 2.26 ส่วนผู้แข่งขันที่นำมาเปรียบเทียบกับนั้นที่มีค่าที่ได้จากการคำนวณของสมการที่ 2.4 นั้นมีค่า

น้อยกว่าค่า $t_{1-\alpha/2}$ นั้นหมายความว่าอันดับคะแนนรวมของผู้แข่งขันที่นำมาเปรียบเทียบนั้นมีความแตกต่างกันในระดับ นัยสำคัญทางคณิตศาสตร์น้อย ผู้เข้าแข่งขันนั้นสามารถผ่านเข้าไปในรอบต่อไปได้ ทำแบบนี้ไปจนกว่า จะเหลือผู้เข้าแข่งขันเพียงหนึ่งเดียวที่ไม่ถูกคัดออกจากการแข่งขันถึงจะเป็นผู้ชนะในการแข่งขันนี้ ดังรูปที่ 2.26

| ค่าพารามิเตอร์ | ลำดับ | Rank | Rankรวม | อันดับRank |
|----------------------------------|-------|------|---------|------------|
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 10% | 1 | 13 | 19 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 20% | 2 | 11 | 23 | 12.5 |
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 30% | 3 | 10 | 12 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 10% | 4 | 6 | 13 | 7 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 20% | 5 | 2 | 3 | 1 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 30% | 6 | 3 | 7 | 2 |
| Shift-10 Perturbation 10% | 7 | 15 | 28 | 14 |
| Shift-10 Perturbation 20% | 8 | 9 | 23 | 12.5 |
| Shift-10 Perturbation 30% | 9 | 14 | 29 | 15 |
| 1-1 InterChange Perturbation 10% | 10 | 4 | 14 | 8 |
| 1-1 InterChange Perturbation 20% | 11 | 1 | 12 | 5 |
| 1-1 InterChange Perturbation 30% | 12 | 5 | 8 | 3 |
| 2-2 InterChange Perturbation 10% | 13 | 8 | 17 | 9 |
| 2-2 InterChange Perturbation 20% | 14 | 7 | 12 | 5 |
| 2-2 InterChange Perturbation 30% | 15 | 12 | 20 | 11 |



| ค่าพารามิเตอร์ | ลำดับ | Rank | Rankรวม | อันดับRank |
|----------------------------------|-------|------|---------|------------|
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 10% | 1 | 13 | 19 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 20% | 2 | 11 | 23 | 12.5 |
| 2-Opt/2-Opt* Perturbation 30% | 3 | 10 | 12 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 10% | 4 | 6 | 13 | 7 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 20% | 5 | 2 | 3 | 1 |
| 3-Opt/3-Opt* Perturbation 30% | 6 | 3 | 7 | 2 |
| Shift-10 Perturbation 10% | 7 | 15 | 28 | 14 |
| Shift-10 Perturbation 20% | 8 | 9 | 23 | 12.5 |
| Shift-10 Perturbation 30% | 8 | 9 | 23 | 12.5 |
| 1-1 InterChange Perturbation 10% | 10 | 4 | 14 | 8 |
| 1-1 InterChange Perturbation 20% | 11 | 1 | 12 | 5 |
| 1-1 InterChange Perturbation 30% | 12 | 5 | 8 | 3 |
| 2-2 InterChange Perturbation 10% | 13 | 8 | 17 | 9 |
| 2-2 InterChange Perturbation 20% | 14 | 7 | 12 | 5 |
| 2-2 InterChange Perturbation 30% | 15 | 12 | 20 | 11 |

รูปที่ 2.26 แสดงการคัดผู้เล่นออก

2.10 หลักการและทฤษฎีของภาษา Visual Basic for Application : VBA

Visual Basic for Application (VBA) เป็นเครื่องมือพัฒนาระบบงานใน Microsoft Excel ให้ทำงานอัตโนมัติโดยสามารถควบคุม Microsoft Excel ให้ทำงานตามต้องการ เช่น การที่โปรแกรมทำงานซ้ำๆ มากกว่าหนึ่งครั้ง การให้โปรแกรมทำตามเงื่อนไข สร้างแบบจำลองทางการเงิน (Financial Model) หรือเหมาะสำหรับงานวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก VBA มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไป

ข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา VBA ใน Microsoft Excel คือสามารถคำนวณข้อมูลที่ซับซ้อนมากๆ ได้ และสามารถนำสูตรหรือเครื่องมือที่มีอยู่ใน Microsoft Excel มาใช้ได้อย่างรวดเร็ว และไม่เสียเวลาในการหาสูตรหรือเครื่องมือที่จะใช้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตั้งค่าพารามิเตอร์เป็นปัญหาหนึ่งที่นักวิจัยให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก โดย (นรินทร์ และสมบัติ, 2552) ได้จัดทำงานวิจัย “วิธีฮิวริสติก GRASP สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Grasp Heuristic Vehicle Routing Problem)” งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางรวมต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขความต้องการสินค้า ของลูกค้าแต่ละรายไม่แน่นอน ความจุของยานพาหนะมีจำนวนจำกัด กระบวนการทำงานของ GRASP แบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะแรก เป็นการสร้างคำตอบเริ่มต้น (Initial Solution Phase) แล้วพิจารณาพื้นที่ของคำตอบที่เป็นไปได้ที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข (กรรมติ มา และขวัญวิมล, 2559) ได้จัดทำงานวิจัย “การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการรอบอ้อมจำลอง” งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนัก

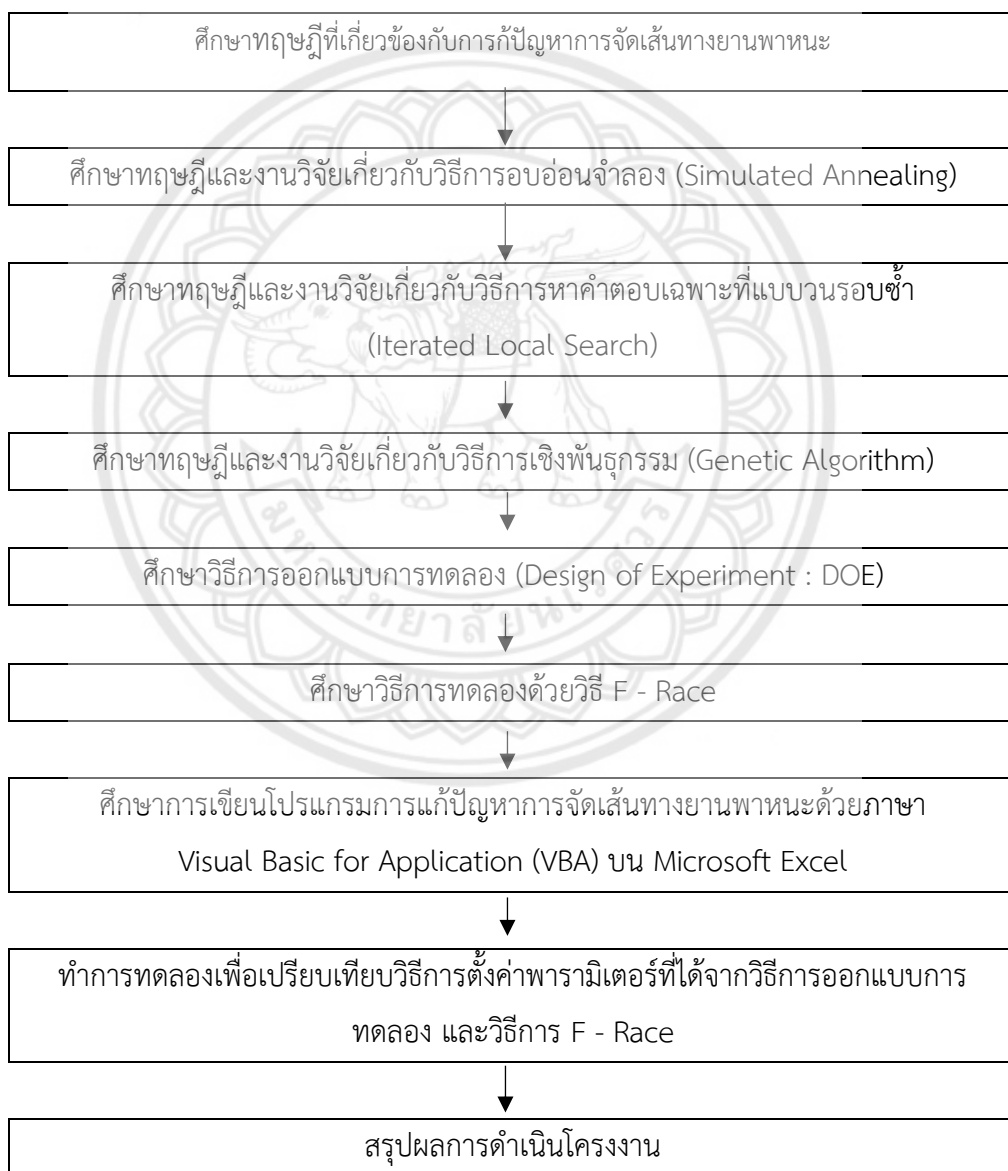
บรรทุกรวม และหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุกโดยวิธีการบออ่อนจำลอง (นันทิชา และภัสชญา, 2559) ได้จัดทำงานวิจัย “การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับยานพาหนะเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำ ที่สุดโดยวิธีการเชิงพันธุกรรม” งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาเส้นทางขนส่งยานพาหนะที่ทำให้ เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด โดยที่รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งยานพาหนะที่ใช้ สำหรับปัญหานี้ กำหนดให้มีคลังสินค้าเพียงแห่งเดียวสามารถมีรถได้หลายประเภท และมีกรอบเวลา ในการขนส่งของลูกค้า (สิริธร และหทัยรัตน์, 2559) ได้จัดทำงานวิจัย “การแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง ขนส่งสำหรับยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด โดยวิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบ วนรอบซ้ำ” งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหา ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ ซึ่งปัญหาที่ได้ทำการศึกษา จะคำนึงถึงกรอบเวลาในการรับสินค้าของลูกค้า และ น้ำหนักในการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะที่ใช้ในการบรรทุกสินค้า โดยมุ่งเน้นเพื่อจัดเส้นทาง การขนส่งให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งสินค้าน้อยที่สุด สำหรับการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด จาก งานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่าการตั้งค่าพารามิเตอร์ เป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับวิธีการเมตาฮิว ริสติกส์ แต่ยังไม่มียุติทำการศึกษาวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์โดยตรง ดังนั้น งานวิจัยเล่มนี้จึงมุ่งเน้นการ ตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สามารถนำไปใช้กับการแก้ปัญหาในวิธีการต่างๆ ที่มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป



บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาน้ำหนักบรรทุก เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดโดยใช้วิธีการอบอ่อนจำลอง วิธีการหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 และบทที่ 2 แล้ว เพื่อให้การศึกษาวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ สามารถได้ง่ายขึ้น จึงมีการดำเนินงานที่เป็นลำดับขั้นตอนการดำเนินโครงการ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ เป็นการกำหนดเส้นทางในการขนส่งสินค้าของยานพาหนะแต่ละคัน เพื่อไปส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งก่อนที่จะไปส่งสินค้าให้กับลูกค้าจะมีการจัดเส้นทางยานพาหนะก่อนไปส่งสินค้าทุกครั้ง และจะไม่มีมีการรับยอดการสั่งซื้อเพิ่มจากลูกค้าคนอื่นระหว่างการขนส่งสินค้า ตามตัวอย่างที่กล่าวมาในเรื่องปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problems : VRP)

3.2 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing)

วิธีการอบอ่อนจำลองเป็นวิธีการเมตาฮีริสติกส์ และเป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด หรือใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด เป็นการหาคำตอบโดยเลียนแบบการควบคุมอุณหภูมิของโลหะ ที่เมื่อทำการอบโลหะเสร็จแล้วจะทำให้ โลหะค่อยๆ เย็นตัว เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างมาก วิธีการอบอ่อนจำลองนี้จะมีกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ เพื่อหาคำตอบไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่พอใจ

วิธีการอบอ่อนจำลอง ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Kirkpatrick และคณะ เมื่อปี ค.ศ. 1993 เพื่อใช้แก้ปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้น การอบอ่อนจำลองจะให้คำตอบแบบกว้าง และเหมาะสมกับคำตอบที่มีขนาดใหญ่

หลักการอบอ่อนจำลอง เพื่อลดพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในโลหะให้อยู่ในสถานะเสถียร โดยการเริ่มให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่อุณหภูมิสูงมากๆ หลังจากนั้นค่อยๆ ลดอุณหภูมิลดทีละนิด จนโครงสร้างของชิ้นงานจับตัวกัน

3.3 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ (Iterated Local Search)

วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ พัฒนามาจากวิธีฮีริสติกส์แบบค้นหาในพื้นที่บางส่วนในพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้พื้นฐาน (Basic Local Search : BLS) หลักการของการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ คือ การหาคำตอบจากพื้นที่รอบๆ หรือการหาคำตอบเฉพาะที่ และพัฒนาคำตอบเดิมเพื่อให้ได้พื้นที่ใหม่ในการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ ได้นำเอาข้อดีของการค้นหาในพื้นที่บางส่วนในพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้ขั้นพื้นฐานมาใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละพื้นที่

3.4 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการ และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาในรูปของยีน และโครโมโซม และการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในกระบวนการวิวัฒนาการชุดคำตอบ จากนั้นจะกำหนดชุดคำตอบชุดแรก (Initial Generation) ในรูปของโครโมโซมด้วยการสุ่ม และนำชุดคำตอบนั้นเข้าสู่กระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ประกอบด้วยตัวดำเนินการ (Operator) ได้แก่ การสืบพันธุ์ (Reproduction) การผสมยีน (Crossover) กับการกลายพันธุ์ (Mutation) และนำไปประเมินความเหมาะสมด้วยฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function)

3.5 ศึกษาวิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE)

การออกแบบการทดลอง (Design of Analysis of Experiment : DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับค่าเทคนิคทางสถิติขั้นสูง เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เป็นไปตามความต้องการของเรา ในการออกแบบการทดลองนี้จะใช้หลักการทางสถิติมาช่วยในการออกแบบ และวิเคราะห์ผลจากการทดลอง และดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนองของกระบวนการนั้น เพื่อที่จะได้ค่าการตั้งค่าพารามิเตอร์มาเปรียบเทียบ

3.6 ศึกษาวิธีการทดลองด้วยวิธี F - Race

เป็นเทคนิคขั้นตอนวิธีการหาคำตอบที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด โดยมีหลักการที่จะช่วยในการตั้งค่าพารามิเตอร์ และมีวิธีการให้ได้ค่าที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการออกแบบการทดลอง คือการนำค่าพารามิเตอร์แต่ละแบบมาแข่งขันกันด้วยวิธี F - Race เพื่อที่จะหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด

3.7 ศึกษาการเขียนโปรแกรมการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยภาษา

Visual Basic for Application (VBA) บน Microsoft Excel

Visual Basic for Application (VBA) เป็นเครื่องมือพัฒนาระบบงานใน Microsoft Excel ให้ทำงานอัตโนมัติโดยสามารถควบคุม Microsoft Excel ให้ทำงานตามต้องการ เช่น การทำให้โปรแกรมทำงานซ้ำๆ มากกว่าหนึ่งครั้ง การให้โปรแกรมทำตามเงื่อนไข สร้างแบบจำลองทางการเงิน (Financial Model) หรือเหมาะสำหรับงานวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก VBA มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไป

3.8 ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race

กำหนดค่าพารามิเตอร์ในวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธี F - Race เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ และนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาเปรียบเทียบ เพื่อหาความแตกต่างกัน และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการจัดเส้นทางยานพาหนะ

3.9 สรุปผลการดำเนินโครงการ

นำผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์มาวิเคราะห์ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ



บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

ในบทต่อไปนี้จะกล่าวถึงผลการหาคำตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ และวิธีการเชิงพันธุกรรม โดยวิธีการ F-race เพื่อนำผลการตั้งค่าพารามิเตอร์มาเปรียบเทียบกับการตั้งค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการออกแบบการทดลองของกลุ่มรุ่นพี่ ที่ทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่เหมาะสมโดยวิธีการออกแบบการทดลอง และนำค่าพารามิเตอร์มาวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของวิธีการ F-Race และวิธีการออกแบบการทดลองว่ามีการตั้งค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการหาคำตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการทั้ง 3 วิธีนี้ ได้มีการแบ่งปัญหาออกเป็น 4 ขนาด ได้แก่ ปัญหาขนาดเล็ก ปัญหาขนาดกลาง ปัญหาขนาดใหญ่ และปัญหารวม ซึ่งค่าที่ใช้ในการนำมาสร้างปัญหาในการรันนี้จะทำการสุ่มขึ้นมาเพื่อให้ได้ปัญหาที่มีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป โดยปัญหาในแต่ละขนาดตามตารางที่ 4.1 จะทำการรันทั้งหมด 3 รอบ รอบละ 3 ครั้ง โดยรอบที่ 1 มี 50 ปัญหา รอบที่ 2 มี 150 ปัญหา และรอบที่ 3 มี 300 ปัญหา และนำค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดมาเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง โดยแต่ละขนาดมีรายละเอียดที่ใช้ในการหาคำตอบดังรูปที่ 4.1

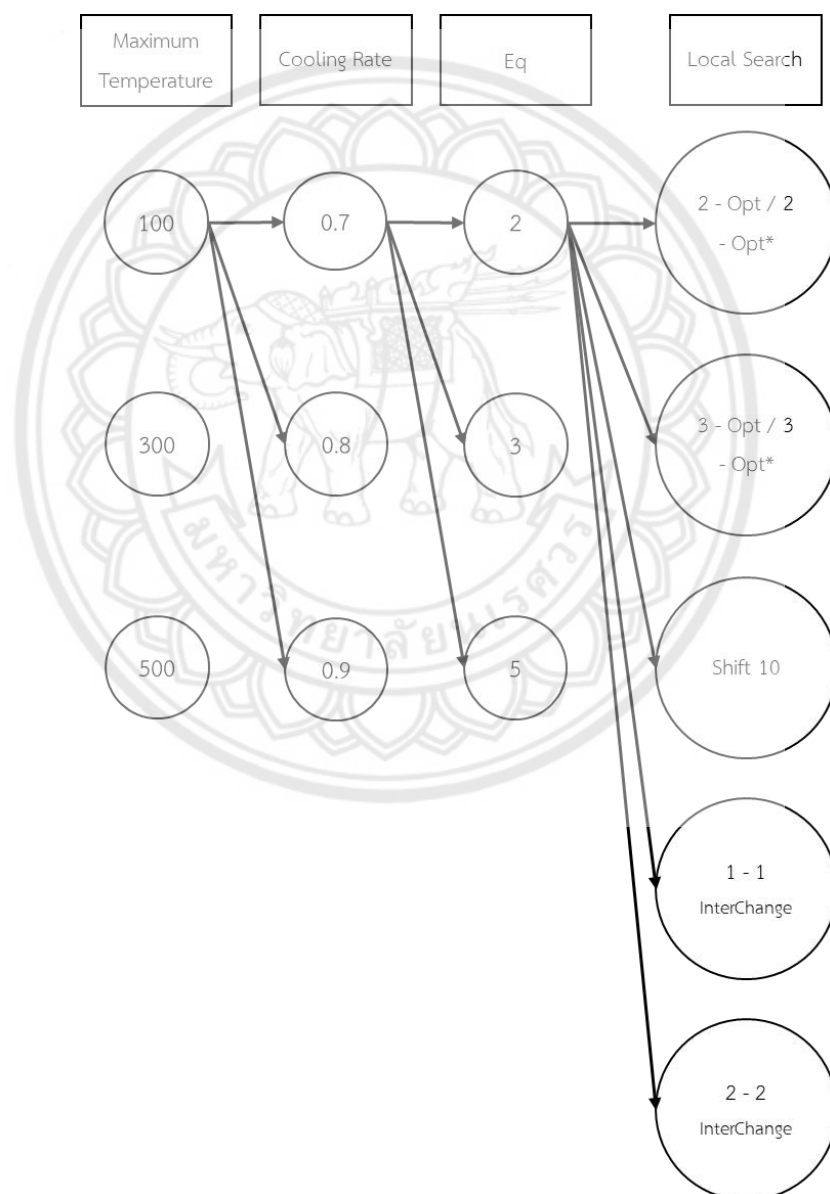
| ขนาดของปัญหา | Customer | พิกัด X | พิกัด Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time |
|---------------|----------|---------|---------|--------|------------|----------|--------------|
| ปัญหาขนาดเล็ก | 15-30 | 25-250 | 25-250 | 3-10 | 100-1000 | 100-500 | 10-50 |
| ปัญหาขนาดกลาง | 30-50 | 25-250 | 25-250 | 3-10 | 100-1000 | 100-500 | 10-50 |
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 50-120 | 25-250 | 25-250 | 3-10 | 100-1000 | 100-500 | 10-50 |
| ปัญหารวม | 15-120 | 25-250 | 25-250 | 3-10 | 100-1000 | 100-500 | 10-50 |

รูปที่ 4.1 ตารางแสดงลักษณะของปัญหา

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ค่าพิกัด x , พิกัด Y , Demand, Ready Time, Due Date, และ Service Time จะเห็นได้ว่าค่าเหล่านี้จะกำหนดให้มีช่วงของปัจจัยในการคำนวณที่เท่ากัน แต่จำนวนของลูกค้า (Customer) จะถูกกำหนดให้เปลี่ยนแปลงตามขนาดของปัญหา ซึ่งจากการรันโปรแกรมด้วยลักษณะของปัญหาต่างๆ

4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F - Race

4.1.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F - Race ของวิธีการอบอุ่นจำลอง



รูปภาพที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการอบอุ่นจำลอง

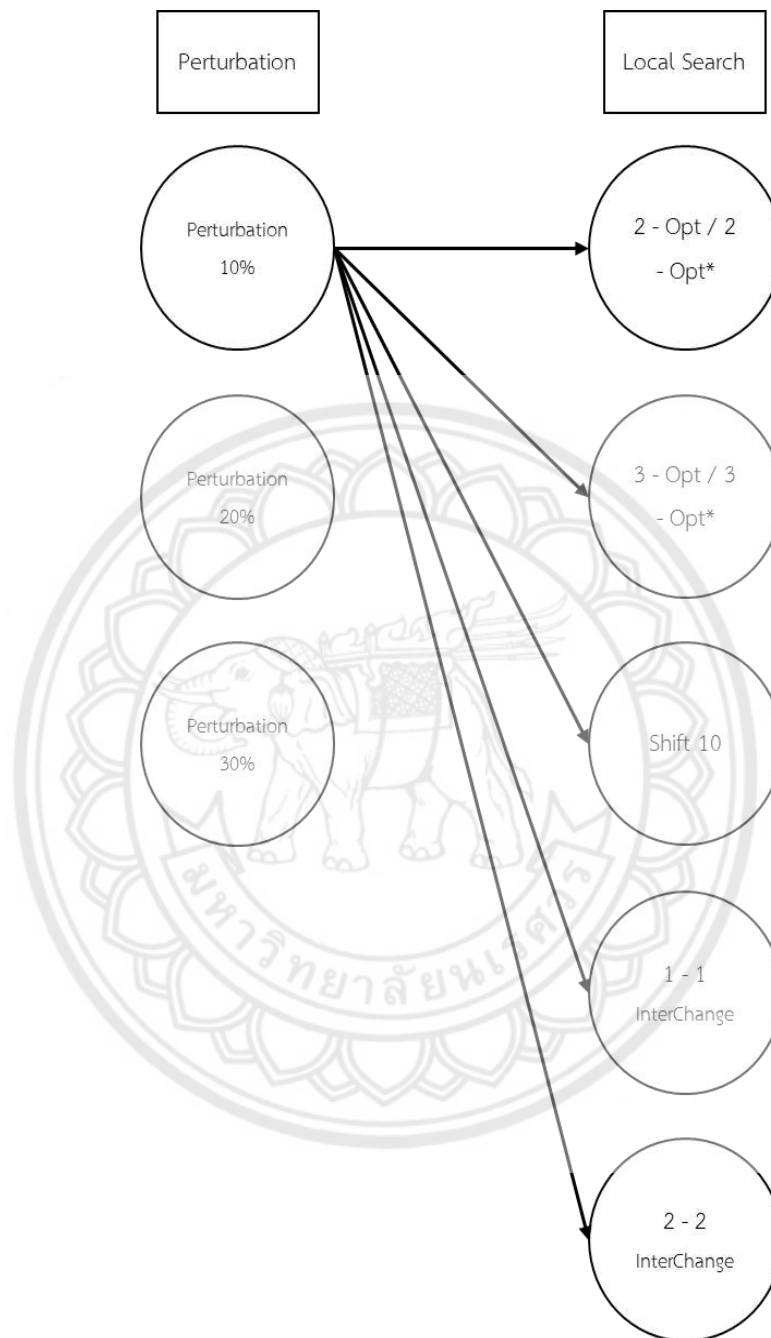
ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยวิธีการ F – Race ของวิธีการอบอุ่นจำลองนี้ จะประกอบไปด้วยค่า Maximum Temperature เป็น 100, 300, 500 ค่า Cooling Rate เป็น 0.7, 0.8, 0.9 ค่า Eq เป็น 2, 3, 5 และค่า Local Search เป็น 2 - Opt / 2 - Opt*, 3 - Opt / 3 - Opt*, Shift 10, 1 - 1 InterChange และ 2 - 2 InterChange ซึ่งในการหาค่าพารามิเตอร์นี้ จะเกิดจากการนำค่าต่างๆ เหล่านี้มารวมกัน ดังรูปที่ 4.2 โดยที่ค่าเหล่านี้จะทำการรันวนไปเรื่อยๆ จนครบทุกค่า ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการอบอุ่นจำลองนี้มีทั้งสิ้น 135 รูปแบบ โดยค่าพารามิเตอร์ของวิธีการอบอุ่นจำลอง เป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการอบอุ่นจำลอง

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | | | | |
|---------------------|----|--------------|------------------|------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | | | 2-Opt/ 2-Opt* | 3-Opt/ 3-Opt* | Shift 10 | 1-1 InterChange | 2-2 InterChange |
| 100 | 2 | 0.7 | 2-Opt/ 2-Opt* | 3-Opt/ 3-Opt* | Shift 10 | 1-1 InterChange | 2-2 InterChange |
| 300 | 3 | 0.8 | 2-Opt/ 2-Opt* | 3-Opt/ 3-Opt* | Shift 10 | 1-1 InterChange | 2-2 InterChange |
| 500 | 5 | 0.9 | 2-Opt/ 2-Opt* | 3-Opt/ 3-Opt* | Shift 10 | 1-1 InterChange | 2-2 InterChange |

โดยการรันจะรันกับปัญหาจำนวน 50, 150 และ 300 ปัญหา ซึ่งภายใน 1 ปัญหา จะรันกับทั้ง 135 ค่าพารามิเตอร์ หากทำการรัน 50 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 50 ปัญหา คูณกับ 135 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 6,750 คำตอบ รันที่ 150 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 150 ปัญหา คูณกับ 135 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 20,250 คำตอบ และรันที่ 300 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 300 ปัญหา คูณกับ 135 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 40,500 คำตอบ โดยเราจะรันทั้ง 3 ปัญหา ปัญหาละ 3 ครั้ง ซึ่งจะได้คำตอบที่ออกมาจากการรันทั้งสิ้น 202,500 คำตอบ จากนั้นเราจะรันเช่นนี้กับปัญหาทั้ง 4 ขนาด ได้แก่ ปัญหาขนาดเล็ก, กลาง, ใหญ่ และปัญหารวม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ให้คำตอบต่ำที่สุด หรืออันดับรวมน้อยที่สุดก็จะได้เป็นอันดับที่ 1 หรือค่าที่เหมาะสมสำหรับวิธีการอบอุ่นจำลอง

4.1.2 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธี F - Race ในวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ



รูปภาพที่ 4.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

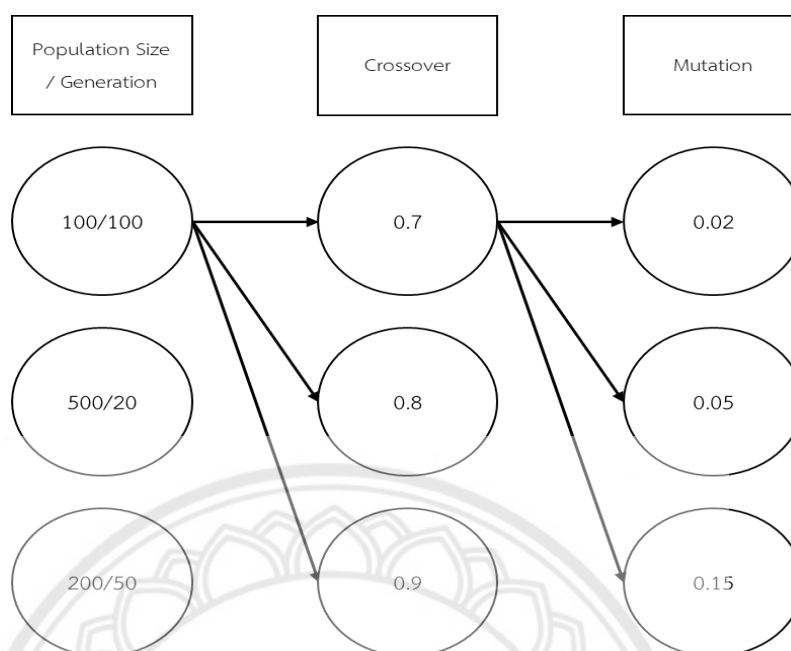
ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของวิธีการ F – Race ในวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำนี้ จะประกอบไปด้วยค่า Perturbation เป็น 10%, 20%, 30% และค่า Local Search เป็น 2 - Opt / 2 - Opt*, 3 - Opt / 3 - Opt*, Shift 10, 1 - 1 InterChange และ 2 - 2 InterChange ซึ่งในการหาค่าพารามิเตอร์นี้ จะเกิดจากการนำค่าต่างๆ เหล่านี้มารวมกัน ดังรูปที่ 4.3 โดยที่ค่าเหล่านี้จะทำการรันวนไปเรื่อยๆ จนครบทุกค่าซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำนี้มีทั้งสิ้น 15 รูปแบบ โดยค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำเป็นดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

| Perturbation | Local Search | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------------------|----------------------|
| Perturbation 10% | 2 - Opt / 2 - Opt* | 3 - Opt / 3 - Opt* | Shift 10 | 1 - 1 InterChange | 2 - 2 InterChange |
| Perturbation 20% | 2 - Opt / 2 - Opt* | 3 - Opt / 3 - Opt* | Shift 10 | 1 - 1 InterChange | 2 - 2 InterChange |
| Perturbation 30% | 2 - Opt / 2 - Opt* | 3 - Opt / 3 - Opt* | Shift 10 | 1 - 1 InterChange | 2 - 2 InterChange |

โดยการรันจะรันกับปัญหาจำนวน 50, 150 และ 300 ปัญหา ซึ่งภายใน 1 ปัญหา จะรันกับทั้ง 15 ค่าพารามิเตอร์ หากทำการรัน 50 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 50 ปัญหา คุณกับ 15 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 750 คำตอบ รันที่ 150 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 150 ปัญหา คุณกับ 15 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 2,250 คำตอบ และรันที่ 300 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 300 ปัญหา คุณกับ 15 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 4,500 คำตอบ โดยเราจะรันทั้ง 3 ปัญหา ปัญหาละ 3 ครั้ง ซึ่งจะได้คำตอบที่ออกมาจากการรันทั้งสิ้น 22,500 คำตอบ จากนั้นเราจะรันเช่นนี้กับปัญหาทั้ง 4 ขนาด ได้แก่ ปัญหาขนาดเล็ก, กลาง, ใหญ่ และปัญหารวม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ให้คำตอบต่ำที่สุด หรืออันดับรวมน้อยที่สุดก็จะได้เป็นอันดับที่ 1 หรือค่าที่เหมาะสมสำหรับวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

4.1.3 ลักษณะการหาค่าพารามิเตอร์ของวิธี F – Race ของวิธีการเชิงพันธุกรรม



รูปภาพที่ 4.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรม

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการ F – Race ในวิธีการเชิงพันธุกรรมนี้ จะประกอบไปด้วยค่า ค่า Population Size / Generation เป็น 100 / 100, 200 / 50, 500 / 20 ค่า Crossover เป็น 0.7, 0.8, 0.9 และค่า Mutation เป็น 0.02, 0.05 และ 0.15 ซึ่งในการหาค่าพารามิเตอร์นี้ จะเกิดจากการนำค่าต่างๆ เหล่านี้มารวมกัน ดังรูปที่ 4.4 โดยที่ค่าเหล่านี้จะทำการรันวนไปเรื่อยๆ จนครบทุกค่าซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการเชิงพันธุกรรมนี้มีทั้งสิ้น 15 รูปแบบ โดยค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรม เป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีการเชิงพันธุกรรม

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation |
|-----------------|------------|-----------|----------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 |

โดยการรันจะรันกับปัญหาจำนวน 50, 150 และ 300 ปัญหา ซึ่งภายใน 1 ปัญหา จะรันกับทั้ง 81 ค่าพารามิเตอร์ หากทำการรัน 50 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 50 ปัญหา คูณกับ 81 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 4,050 คำตอบ รันที่ 150 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 150 ปัญหา คูณกับ

81 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 12,150 คำตอบ และรันที่ 300 ปัญหา ก็จะได้ค่าออกมาเป็น 300 ปัญหา คุณกับ 81 ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ 24,300 คำตอบ โดยเราจะรันทั้ง 3 ปัญหา ปัญหาละ 3 ครั้ง ซึ่งจะได้คำตอบที่ออกมาจากการรันทั้งสิ้น 121,500 คำตอบ จากนั้นเราจะรันเช่นนี้กับปัญหาทั้ง 4 ขนาด ได้แก่ ปัญหาขนาดเล็ก, กลาง, ใหญ่ และปัญหารวม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ให้คำตอบต่ำที่สุด หรืออันดับรวมน้อยที่สุดก็จะได้เป็นอันดับที่ 1 หรือค่าที่เหมาะสมสำหรับวิธีการเชิงพันธุกรรม

4.2 การลดจำนวนของค่าพารามิเตอร์

ในการรันเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดนั้น ในขณะที่รันจะมีการคำนวณค่า Rank โดยที่ค่าพารามิเตอร์ค่าไหนที่มีค่า Rank สูงที่สุด จะถูกตัดออก ทำให้อันดับพารามิเตอร์ในข้อนั้นมีจำนวนลดลง ซึ่งจำนวนปัญหาที่รันจะส่งผลต่อการลดลงของค่าพารามิเตอร์ เช่น การลดจำนวนของค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ ดังตัวอย่างที่ 4.1

ตัวอย่างที่ 4.1 การลดจำนวนของค่าพารามิเตอร์ จากการรันเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยวิธีการ F - Race จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ 50 รอบ, 150 รอบ และ 300 รอบ

| ลำดับค่าพารามิเตอร์ | Local Search | Perturbation |
|---------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% |
| 2 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% |
| 3 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% |
| 4 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% |
| 5 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% |
| 6 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% |
| 7 | Shift-10 | Perturbation 10% |
| 8 | Shift-10 | Perturbation 20% |
| 9 | Shift-10 | Perturbation 30% |
| 10 | 1-1 InterChange | Perturbation 10% |
| 11 | 1-1 InterChange | Perturbation 20% |
| 12 | 1-1 InterChange | Perturbation 30% |
| 13 | 2-2 InterChange | Perturbation 10% |
| 14 | 2-2 InterChange | Perturbation 20% |
| 15 | 2-2 InterChange | Perturbation 30% |

รูปที่ 4.5 ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น เท่ากับ 15

| 50 รอบ | | | 150 รอบ | | | 300 รอบ | | |
|---------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| ลำดับค่าพารามิเตอร์ | Local Search | Perturbation | ลำดับค่าพารามิเตอร์ | Local Search | Perturbation | ลำดับค่าพารามิเตอร์ | Local Search | Perturbation |
| 1 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 1 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 1 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% |
| 2 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 4 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 4 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% |
| 3 | 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 12 | 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 12 | 1-1 InterChange | Perturbation 30% |
| 4 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 13 | 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 15 | 2-2 InterChange | Perturbation 30% |
| 5 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 15 | 2-2 InterChange | Perturbation 30% | | | |
| 6 | 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | | | | | | |
| 10 | 1-1 InterChange | Perturbation 10% | | | | | | |
| 11 | 1-1 InterChange | Perturbation 20% | | | | | | |
| 12 | 1-1 InterChange | Perturbation 30% | | | | | | |
| 13 | 2-2 InterChange | Perturbation 10% | | | | | | |
| 14 | 2-2 InterChange | Perturbation 20% | | | | | | |
| 15 | 2-2 InterChange | Perturbation 30% | | | | | | |

ค่าพารามิเตอร์เหลือ 12 ค่า

ค่าพารามิเตอร์เหลือ 5 ค่า

ค่าพารามิเตอร์เหลือ 4 ค่า

รูปที่ 4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหลือรอดจากการลดจำนวน

จากตัวอย่างการลดจำนวนของค่าพารามิเตอร์นี้ พบว่าเมื่อเริ่มรันโปรแกรมในรอบแรก จะมีการรันค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเพื่อใช้ในการแข่งขันกันทั้งสิ้น 15 ค่า และจากการทำการแข่งขันกันที่ 50 รอบ พบว่าค่าพารามิเตอร์เหลืออยู่ 12 ค่า จากนั้นทำการแข่งขันกันที่ 150 รอบ พบว่ามีค่าพารามิเตอร์เหลืออยู่ 5 ค่า และทำการแข่งขันกันที่ 300 รอบ พบว่าค่าพารามิเตอร์เหลืออยู่ 4 ค่า ซึ่งจากตัวอย่างนี้จะทำให้ทราบได้ว่ายังมีจำนวนรอบในการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น ค่าพารามิเตอร์ก็จะลดลงมากขึ้น ทำให้ทราบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดคือค่าพารามิเตอร์ที่เท่าใด ซึ่งในที่นี้เราทำการรันมากที่สุดอยู่ที่ 300 รอบ เนื่องจากการรันแต่ละรอบนั้นใช้เวลานาน

4.3 ผลการหาคำตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการอบอุ่นจำลอง ด้วยวิธีการ

F – Race

4.3.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก

4.3.1.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 22,334,771.91 | 12 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 21,969,760.29 | 33 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 20,063,841.08 | 22.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,690,407.38 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 22,139,981.47 | 24.5 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 20,616,718.50 | 13 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 21,611,509.90 | 31 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 23,476,994.89 | 24.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 21,949,587.02 | 29 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 22,214,529.09 | 34 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 24,103,718.94 | 21 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 18,573,639.22 | 18 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 23,478,133.09 | 20 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 22,777,238.55 | 10 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 24,523,933.20 | 17 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 20,579,485.62 | 27 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,892,577.12 | 36 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 19,742,382.83 | 7.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 18,866,490.31 | 6 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 21,209,848.04 | 9 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,107,756.25 | 30 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 22,834,847.35 | 16 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 20,397,937.66 | 3 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 22,747,181.07 | 11 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 22,219,535.41 | 4 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 22,031,019.60 | 1 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 22,219,087.38 | 26 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 21,082,010.68 | 32 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,854,317.86 | 22.5 |

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 21,514,151.87 | 35 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 19,985,564.45 | 14 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 20,899,433.78 | 5 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 20,359,490.47 | 19 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 22,925,454.56 | 15 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 21,798,465.27 | 28 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 23,398,730.42 | 7.5 |

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,656,292.11 | 5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 24,686,914.70 | 24 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 27,748,579.99 | 30.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 24,930,256.63 | 33 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 26,585,649.32 | 28 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,573,638.62 | 19 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 25,835,581.95 | 29 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 27,718,426.40 | 26 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 24,247,258.12 | 1 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 25,697,712.31 | 34 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 26,671,268.40 | 21 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 25,341,389.53 | 10.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 25,417,945.02 | 42 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 26,751,094.49 | 25 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,949,118.74 | 22 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 26,429,161.20 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 26,019,946.27 | 39 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 25,704,070.08 | 15 |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 26,865,544.62 | 27 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,197,681.07 | 41 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 25,977,061.00 | 9 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 25,670,924.15 | 2 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 24,730,117.08 | 3 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 25,395,935.07 | 14 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 25,196,229.81 | 32 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 25,606,476.69 | 12.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 27,614,432.24 | 4 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 25,755,933.52 | 36 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 25,144,688.94 | 23 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 26,170,551.83 | 16 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 25,745,522.14 | 37 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 26,319,223.65 | 38 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 28,357,151.91 | 8 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 26,740,318.42 | 40 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 25,597,519.95 | 30.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 25,388,212.47 | 20 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 25,756,969.76 | 12.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 26,364,728.75 | 35 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 25,622,715.95 | 10.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 27,325,351.81 | 18 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 26,470,992.72 | 17 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 25,669,136.95 | 6 |

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 31,642,623.49 | 8 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 24,250,777.17 | 1 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 27,635,796.29 | 5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 28,098,797.21 | 20 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 29,657,978.76 | 2 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,725,835.23 | 17 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 29,443,460.58 | 7 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 28,298,541.54 | 12 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 27,147,565.93 | 9 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 28,349,633.70 | 18 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 30,438,162.10 | 15 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,226,929.08 | 19 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 25,915,711.09 | 11 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,133,520.99 | 13 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 29,120,321.51 | 4 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 28,412,301.91 | 14 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 26,615,145.27 | 10 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 27,218,569.26 | 3 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 32,063,918.94 | 6 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 28,682,575.75 | 16 |

4.3.1.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง
เป็นดังตารางที่ 4.7 ตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 34,393,102.74 | 12 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 33,457,576.39 | 10 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 31,551,627.06 | 9 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 31,551,627.06 | 9 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 34,616,999.39 | 14 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 35,269,329.35 | 8 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 33,871,668.34 | 15 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 31,450,399.09 | 3 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 31,335,251.63 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 30,678,399.23 | 1 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 31,883,114.83 | 5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 33,947,286.42 | 7 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 32,408,399.39 | 6 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 30,623,174.87 | 13 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 32,608,157.96 | 2 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 32,264,831.56 | 11 |

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 25,971,664.51 | 8 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 27,221,717.97 | 10 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 25,934,414.91 | 7 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 25,552,690.21 | 6 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,402,777.27 | 3 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 26,136,717.50 | 11 |

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 25,868,044.01 | 13 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 25,383,318.79 | 1 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 25,434,730.24 | 9 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 25,432,790.04 | 5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,922,904.98 | 2 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 27,182,362.16 | 12 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 26,127,301.07 | 4 |

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 14,432,046.53 | 9 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 15,621,680.42 | 8 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 15,922,408.01 | 2 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 15,155,302.96 | 13 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 14,521,871.17 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 14,768,060.89 | 3 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 14,841,191.05 | 6 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 14,046,146.52 | 1 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 14,682,809.91 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 15,709,385.13 | 7 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 14,841,656.14 | 11 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 14,872,468.99 | 10 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 15,461,269.10 | 14 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 15,169,323.79 | 5 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 16,191,610.48 | 16 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 14,803,416.55 | 15 |

4.3.1.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง
เป็นดังตารางที่ 4.10 ตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 20,724,106.32 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 21,624,435.64 | 7 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 21,437,759.67 | 12.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,749,131.95 | 16 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 22,743,678.74 | 9.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 22,247,381.52 | 3 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 21,124,495.05 | 6 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 20,508,586.59 | 9.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 20,124,495.05 | 1 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 21,700,651.30 | 8 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,666,877.22 | 4 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 21,532,120.82 | 11 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 21,154,436.05 | 5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 22,244,359.49 | 15 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 21,586,190.96 | 12.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 22,780,967.30 | 14 |

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 34,052,650.96 | 11 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 33,217,845.17 | 1 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 37,383,921.39 | 5 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 35,789,415.45 | 9 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,391,917.27 | 6 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 35,557,924.41 | 3 |

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 37,094,294.13 | 8 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 34,984,739.61 | 7 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 33,941,586.00 | 10 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 34,675,405.18 | 4 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 33,505,411.67 | 2 |

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 37,795,665.17 | 11 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 36,620,810.96 | 6 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 36,624,320.63 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 37,920,818.35 | 8 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 35,702,330.47 | 14 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 33,335,337.91 | 10 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 34,646,685.15 | 17 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,713,615.38 | 13 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 31,561,395.82 | 1 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 36,396,786.15 | 5 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 36,523,999.32 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 36,174,069.06 | 3 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 37,104,612.63 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 36,762,853.49 | 2 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 34,687,707.51 | 15 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 34,687,538.64 | 18 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 35,082,832.65 | 16 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 38,378,799.10 | 9 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 37,856,862.82 | 19 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดเล็ทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Maximum Temperature เท่ากับ 300, Eq เท่ากับ 0.9, Cooling Rate เท่ากับ 5 และ Local Search เท่ากับ 1 – 1 InterChange นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 20,124,495.05 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดเล็นี้

4.3.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง

ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันทั้งหมด 3 รอบ รอบละ 3 ครั้ง เป็นดังต่อไปนี้

4.3.2.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.13 ตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 22,334,771.91 | 12 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 21,969,760.29 | 33 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 20,063,841.08 | 22.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,690,407.38 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 22,139,981.47 | 24.5 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 20,616,718.50 | 13 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 21,611,509.90 | 31 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 23,476,994.89 | 24.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 21,949,587.02 | 29 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 22,214,529.09 | 34 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 24,103,718.94 | 21 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 18,573,639.22 | 18 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 23,478,133.09 | 20 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 22,777,238.55 | 10 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 24,523,933.20 | 17 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 20,579,485.62 | 27 |

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,892,577.12 | 36 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 21,398,730.42 | 7.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 20,866,490.31 | 6 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 21,209,848.04 | 9 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,107,756.25 | 30 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 22,834,847.35 | 16 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 20,397,937.66 | 3 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 22,747,181.07 | 11 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 22,219,535.41 | 4 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 20,031,019.60 | 1 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 22,219,087.38 | 26 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 21,082,010.68 | 32 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,854,317.86 | 22.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 21,514,151.87 | 35 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 20,985,564.45 | 14 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 20,899,433.78 | 5 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 20,359,490.47 | 19 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 22,925,454.56 | 15 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 21,798,465.27 | 28 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 21,398,730.42 | 7.5 |

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,656,292.11 | 5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 24,686,914.70 | 24 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 27,748,579.99 | 30.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 24,930,256.63 | 33 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 26,585,649.32 | 28 |

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,573,638.62 | 19 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 25,835,581.95 | 29 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 27,718,426.40 | 26 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 25,247,258.12 | 1 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 25,697,712.31 | 34 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 26,671,268.40 | 21 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 25,341,389.53 | 10.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 25,417,945.02 | 42 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 26,751,094.49 | 25 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,949,118.74 | 22 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 26,429,161.20 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 26,019,946.27 | 39 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 25,704,070.08 | 15 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 26,865,544.62 | 27 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,197,681.07 | 41 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 25,977,061.00 | 9 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 25,670,924.15 | 2 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 24,730,117.08 | 3 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 25,395,935.07 | 14 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 25,196,229.81 | 32 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 25,606,476.69 | 12.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 27,614,432.24 | 4 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 25,755,933.52 | 36 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 25,144,688.94 | 23 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 26,170,551.83 | 16 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 25,745,522.14 | 37 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 26,319,223.65 | 38 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 28,357,151.91 | 8 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 26,740,318.42 | 40 |

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 25,597,519.95 | 30.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 25,388,212.47 | 20 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 25,756,969.76 | 12.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 26,364,728.75 | 35 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 25,622,715.95 | 10.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 27,325,351.81 | 18 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 26,470,992.72 | 17 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 25,669,136.95 | 6 |

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 31,642,623.49 | 8 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 25,250,777.17 | 1 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 27,635,796.29 | 5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 28,098,797.21 | 20 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 29,657,978.76 | 2 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,725,835.23 | 17 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 29,443,460.58 | 7 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 28,298,541.54 | 12 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 27,147,565.93 | 9 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 28,349,633.70 | 18 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 30,438,162.10 | 15 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,226,929.08 | 19 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 25,915,711.09 | 11 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,133,520.99 | 13 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 29,120,321.51 | 4 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 28,412,301.91 | 14 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 26,615,145.27 | 10 |

ตารางที่ 4.15 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 27,218,569.26 | 3 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 32,063,918.94 | 6 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 28,682,575.75 | 16 |

4.3.2.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.16 ตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 34,393,102.74 | 12 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 33,457,576.39 | 10 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 31,551,627.06 | 9 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 34,616,999.39 | 14 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 35,269,329.35 | 8 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 33,871,668.34 | 15 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 31,450,399.09 | 3 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 31,335,251.63 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 30,678,399.23 | 1 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 31,883,114.83 | 5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 33,947,286.42 | 7 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 32,408,399.39 | 6 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 30,623,174.87 | 13 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 32,608,157.96 | 2 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 32,264,831.56 | 11 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 24,231,664.51 | 8 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 27,221,717.97 | 10 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 25,934,414.91 | 7 |

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 25,552,690.21 | 6 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 25,402,777.27 | 3 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 26,136,717.50 | 11 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 25,868,044.01 | 14 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 25,383,318.79 | 1 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 25,434,730.24 | 9 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 23,232,790.04 | 5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 26,922,904.98 | 2 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 27,182,362.16 | 12 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 26,127,301.07 | 4 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 25,628,742.41 | 13 |

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 14,432,046.53 | 9 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 13,621,680.42 | 8 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 15,922,408.01 | 2 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 15,155,302.96 | 13 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 14,521,871.17 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 14,768,060.89 | 3 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 14,841,191.05 | 6 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 14,046,146.52 | 1 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 14,682,809.91 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 15,709,385.13 | 7 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 14,841,656.14 | 11 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 14,872,468.99 | 10 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 15,461,269.10 | 14 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 15,169,323.79 | 5 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 16,191,610.48 | 15 |

4.3.3.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.19 ตารางที่ 4.20 และตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 20,724,106.32 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 21,624,435.64 | 7 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 21,437,759.67 | 12.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 21,749,131.95 | 16 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 22,743,678.74 | 9.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 22,247,381.52 | 3 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 21,124,495.05 | 1 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 20,508,586.59 | 9.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 22,847,403.13 | 6 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 21,700,651.30 | 8 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 21,666,877.22 | 4 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 21,532,120.82 | 11 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 21,154,436.05 | 5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 22,244,359.49 | 15 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 21,586,190.96 | 12.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 22,780,967.30 | 14 |

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 34,052,650.96 | 11 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 34,217,845.17 | 1 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 37,383,921.39 | 5 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 35,789,415.45 | 9 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,391,917.27 | 6 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 35,557,924.41 | 3 |

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 37,094,294.13 | 8 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 34,984,739.61 | 7 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 33,941,586.00 | 10 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 34,675,405.18 | 4 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 33,505,411.67 | 2 |

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 37,795,665.17 | 11 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 36,620,810.96 | 6 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 36,624,320.63 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 37,920,818.35 | 8 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 35,702,330.47 | 14 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 33,335,337.91 | 10 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 34,646,685.15 | 17 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,713,615.38 | 13 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 31,561,395.82 | 1 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 36,396,786.15 | 5 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 36,523,999.32 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 36,174,069.06 | 3 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 37,104,612.63 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 36,762,853.49 | 2 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 34,687,707.51 | 15 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 34,687,538.64 | 18 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 35,082,832.65 | 16 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 38,378,799.10 | 9 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 37,856,862.82 | 19 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดกลางทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Maximum Temperature เท่ากับ 300, Eq เท่ากับ 0.7, Cooling Rate เท่ากับ 5 และ Local Search เท่ากับ Shift 10 นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 31,561,395.05 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดกลางนี้

4.3.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่

ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันทั้งหมด 3 รอบ รอบละ 3 ครั้ง เป็นดังต่อไปนี้

4.3.3.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.22 ตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,645,787.69 | 75 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,758,543.67 | 32 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 12,367,731.25 | 27 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,788,125.79 | 4.5 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 12,842,863.55 | 66 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,453,047.12 | 44 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,307,532.23 | 122 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 12,611,284.98 | 39.5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,479,505.30 | 13 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,610,992.06 | 47 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,935,516.40 | 76 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,498,515.47 | 134 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,457,030.02 | 49 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,712,962.09 | 107 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 12,398,404.47 | 90 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,692,107.39 | 135 |

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,267,494.98 | 38 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 12,424,527.53 | 94.5 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,308,732.84 | 82 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 12,549,526.70 | 24 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,980,776.60 | 128 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,020,694.81 | 78 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 13,304,468.26 | 126 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 12,282,225.07 | 88.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,301,969.18 | 109 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,809,467.46 | 77 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,371,302.41 | 6 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 12,178,515.84 | 92 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 13,598,350.22 | 130 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,362,174.55 | 57 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,029,587.30 | 35.5 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,625,222.68 | 72.5 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 12,086,854.28 | 52 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 12,680,488.03 | 67 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,239,581.89 | 51 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,032,079.32 | 97 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 13,154,254.20 | 120 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 12,356,025.45 | 59 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,218,005.19 | 99 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 12,461,478.95 | 39.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 13,329,957.07 | 93 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,798,929.03 | 3 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,808,725.53 | 103 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,694,248.21 | 53 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 13,076,943.14 | 81 |

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,770,758.29 | 115 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 13,379,572.34 | 123.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 12,202,355.41 | 100 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,085,798.71 | 25 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 12,767,404.56 | 79 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,171,494.73 | 123.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,098,835.12 | 15 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 11,426,082.99 | 113 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,168,604.08 | 65 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,148,506.05 | 34 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,473,485.79 | 35.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,588,292.44 | 94.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,506,115.84 | 127 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 11,981,248.36 | 30 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 11,920,854.67 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,150,152.39 | 71 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 13,015,310.77 | 43 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 12,261,348.90 | 85 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,136,475.91 | 42 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 11,624,689.42 | 58 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,851,108.11 | 19 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,862,502.36 | 46 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 12,552,485.71 | 101.5 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 12,170,917.95 | 54 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,531,319.04 | 131 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,864,075.47 | 45 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,394,065.98 | 50 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 12,753,200.48 | 63 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 12,474,478.80 | 60 |

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,362,010.17 | 41 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,164,567.75 | 17 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,152,709.46 | 68 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 11,834,132.46 | 33 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 12,206,528.25 | 14 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,043,312.38 | 4.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 13,052,563.97 | 104 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,607,886.47 | 22 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 11,871,999.77 | 118 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 11,590,431.19 | 48 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 12,757,700.42 | 61 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,902,879.75 | 37 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,439,057.71 | 11 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 11,990,370.26 | 26 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,654,408.84 | 88.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 12,588,948.32 | 69 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,836,425.00 | 20 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,304,651.21 | 84 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 11,887,027.66 | 56 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,158,756.82 | 129 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 12,308,671.40 | 132 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,378,895.92 | 96 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,978,438.56 | 83 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 12,944,037.32 | 114 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,559,977.45 | 87 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,731,980.50 | 106 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,325,366.04 | 117 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,397,588.68 | 80 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,490,073.95 | 10 |

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,626,221.40 | 119 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 12,296,977.51 | 86 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,894,788.41 | 8 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,782,566.64 | 105 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 12,486,910.39 | 1 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,400,208.01 | 23 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 12,256,097.82 | 2 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 13,125,759.10 | 31 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,452,880.32 | 62 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 12,758,855.91 | 110 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 11,826,675.88 | 74 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,054,788.55 | 108 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,546,038.89 | 16 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,720,717.79 | 21 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 11,934,005.85 | 18 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 12,594,928.94 | 121 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,145,343.90 | 28 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,734,267.43 | 64 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,339,933.18 | 112 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 11,883,155.44 | 12 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 12,896,681.70 | 133 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,313,206.04 | 116 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,587,078.55 | 9 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 13,218,449.50 | 70 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 12,423,735.56 | 111 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 11,955,312.85 | 55 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 12,494,111.78 | 98 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,695,248.37 | 72.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,846,510.59 | 101.5 |

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,486,307.99 | 91 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,376,393.30 | 29 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 12,086,018.81 | 125 |

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,938,579.44 | 81 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,657,136.69 | 46 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 12,006,736.68 | 37 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,478,058.09 | 74 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 11,953,276.31 | 71 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,878,445.18 | 10 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,506,349.01 | 38 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 11,899,374.41 | 101 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 11,551,776.91 | 4 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,091,098.89 | 109 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,741,463.35 | 64 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,629,545.90 | 125 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,693,997.31 | 115 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,712,974.00 | 87 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 11,667,333.43 | 84 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,933,610.83 | 102 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,079,101.33 | 129 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,736,532.62 | 35 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,300,669.32 | 28 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 12,520,582.54 | 15 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,145,651.78 | 2 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,823,182.50 | 41 |

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 12,003,330.01 | 5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 12,299,832.59 | 31 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,053,501.53 | 127 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,879,938.82 | 3 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,172,762.74 | 33 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 12,365,438.64 | 72.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 11,596,208.54 | 53 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,437,802.54 | 45 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,810,555.96 | 60 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 13,039,920.44 | 122 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 11,586,699.96 | 88 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 11,894,739.19 | 50 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,359,270.27 | 126 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,403,266.13 | 24 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,276,529.07 | 65 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 11,241,316.73 | 120 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,063,089.02 | 13 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 12,666,153.23 | 26 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,864,054.76 | 36 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,743,491.52 | 83 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 11,963,637.23 | 44 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 11,850,476.44 | 43 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 12,350,456.29 | 106 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,017,416.26 | 1 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,146,054.79 | 128 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 11,286,276.30 | 130 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 11,472,906.91 | 11 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 12,540,529.24 | 30 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,548,099.59 | 55 |

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,436,932.16 | 17 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 12,154,246.31 | 61 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,619,936.56 | 107.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 11,585,094.80 | 68 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,930,846.10 | 22 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,639,305.27 | 40 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,295,737.91 | 98 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,455,575.15 | 131 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 12,328,897.62 | 29 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 10,859,426.89 | 72.5 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,664,893.73 | 23 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,943,735.85 | 57 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,095,843.02 | 18 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 12,778,346.18 | 12 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,931,251.79 | 110 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,198,045.56 | 103 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 12,109,111.63 | 104 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 12,811,015.96 | 85 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,367,846.55 | 86 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,829,886.54 | 133 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,153,006.58 | 16 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 10,659,542.86 | 94 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 12,395,727.82 | 51 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,375,156.71 | 63 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,566,857.41 | 93 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,030,345.78 | 134 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 12,296,828.77 | 118 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 12,213,208.35 | 48 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,575,992.02 | 123 |

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,744,838.86 | 52 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,454,086.81 | 135 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 12,111,890.69 | 9 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,112,815.92 | 59 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 12,556,215.79 | 75 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,482,187.09 | 69 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,341,504.72 | 77 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,014,962.98 | 54 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,269,761.09 | 6 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,197,629.21 | 25 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 12,005,149.97 | 121 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,529,171.73 | 100 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,524,561.49 | 90 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 12,192,909.73 | 27 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,225,827.89 | 49 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 11,721,957.38 | 80 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,641,642.08 | 56 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,567,694.64 | 112 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 11,862,880.27 | 58 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,194,100.95 | 114 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,420,240.27 | 105 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 13,025,926.03 | 82 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,714,130.64 | 124 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,761,711.64 | 67 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 13,026,103.48 | 92 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 12,487,822.88 | 19 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,084,535.53 | 14 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,989,238.63 | 116 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,838,101.08 | 117 |

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,479,270.14 | 111 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 11,958,365.09 | 62 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,142,480.60 | 91 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,008,981.88 | 47 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 11,797,966.54 | 66 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 11,755,567.42 | 20 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,048,057.83 | 119 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,532,826.21 | 132 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 11,368,128.97 | 76 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 12,879,268.53 | 107.5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 12,337,202.28 | 95 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,544,926.99 | 34 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,434,934.80 | 99 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 12,000,936.11 | 7 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 11,750,237.47 | 96.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,064,153.10 | 79 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,811,576.69 | 89 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,328,759.04 | 78 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 12,684,457.82 | 113 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,229,592.83 | 96.5 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 11,342,126.03 | 42 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,890,913.38 | 39 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,532,976.72 | 70 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,022,685.39 | 8 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,390,544.17 | 32 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 11,113,506.62 | 21 |

ตารางที่ 4.24 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,650,961.68 | 57 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,731,460.26 | 134 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 11,708,320.49 | 93 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 11,801,292.80 | 4 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 11,214,499.93 | 55 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,144,068.29 | 123 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,031,364.03 | 119.5 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 12,286,014.00 | 99 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,915,091.27 | 101 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 11,782,403.00 | 54 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,260,420.85 | 1 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,962,500.36 | 104 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,276,226.40 | 88 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,256,309.00 | 126.5 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 11,597,961.11 | 85 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,622,991.75 | 25.5 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,422,972.33 | 8 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,374,331.85 | 23.5 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 11,904,537.34 | 133 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 11,674,719.93 | 113 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,267,717.67 | 42 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,035,396.53 | 135 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 11,235,510.26 | 9 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 11,904,138.21 | 122 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 11,699,304.45 | 77.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,891,657.03 | 70 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,593,130.49 | 30 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 11,685,820.74 | 5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 11,525,676.55 | 36 |

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 11,895,613.11 | 117 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,537,035.75 | 115 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,861,704.47 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 11,136,746.29 | 48.5 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 12,114,435.45 | 65 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 11,734,753.99 | 72 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,939,451.87 | 6 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,865,447.14 | 91 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 11,895,536.26 | 60 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 11,928,675.66 | 37 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 11,608,382.79 | 109 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,742,434.98 | 111 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,794,750.91 | 59 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 11,430,964.73 | 67 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 11,762,937.22 | 100 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 11,766,452.52 | 98 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,959,736.74 | 90 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,941,060.63 | 92 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 12,572,868.34 | 21 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,104,116.85 | 48.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 11,691,824.13 | 38 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,158,835.98 | 73 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 11,285,153.03 | 20 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 11,836,352.04 | 86 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,171,677.99 | 84 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 11,448,587.62 | 14 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,277,417.52 | 45 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,487,712.83 | 106 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 12,284,465.62 | 71 |

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 12,263,427.89 | 52 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 11,606,971.75 | 69 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,851,156.71 | 39 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,383,321.08 | 75 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,900,164.87 | 129 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 12,035,075.94 | 58 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 11,535,148.96 | 107.5 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,298,697.75 | 63 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,443,333.18 | 112 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 11,789,252.08 | 40 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 12,795,906.16 | 31 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 12,022,948.92 | 41 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 11,406,938.76 | 119.5 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,919,600.92 | 76 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 12,952,930.64 | 3 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 11,790,689.41 | 61.5 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 11,963,429.36 | 97 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,999,629.08 | 7 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,182,104.15 | 22 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 11,724,500.78 | 126.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 11,529,720.55 | 128 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,103,482.28 | 23.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,329,498.19 | 81 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,310,062.94 | 107.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 11,360,495.27 | 114 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,260,568.40 | 82.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 11,459,886.67 | 105 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,225,112.57 | 82.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,593,930.97 | 110 |

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,304,765.19 | 80 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 12,130,696.11 | 102 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 11,956,427.22 | 27 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,417,275.47 | 43.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,773,464.11 | 19 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 11,975,110.24 | 28 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 12,027,413.34 | 25.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 12,050,489.90 | 74 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,381,947.48 | 130 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,438,468.95 | 16 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 12,174,300.00 | 33 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 12,136,305.49 | 11 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 12,085,834.49 | 131 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,278,072.95 | 89 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 12,028,127.26 | 32 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 11,928,102.32 | 121 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 11,318,844.32 | 79 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 11,867,897.63 | 87 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 12,073,372.63 | 95 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 11,628,668.56 | 61.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 11,591,216.38 | 13 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 11,991,853.30 | 17 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 12,680,064.67 | 96 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 12,296,506.34 | 118 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 10,867,173.90 | 46 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 12,234,420.66 | 68 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 11,567,620.03 | 77.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 11,672,377.50 | 43.5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,073,434.15 | 66 |

ตารางที่ 4.24 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,852,657.31 | 56 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 12,092,925.18 | 124 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 11,816,741.76 | 29 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 11,957,031.10 | 10 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 11,357,095.28 | 103 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 12,099,980.18 | 47 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 12,395,050.39 | 50 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 11,674,638.41 | 2 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 12,158,383.85 | 64 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 11,740,164.05 | 35 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 12,237,975.32 | 132 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 12,660,071.94 | 94 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 12,246,906.41 | 34 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 11,695,218.12 | 18 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 12,116,876.70 | 51 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 11,244,259.16 | 15 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 12,133,798.61 | 116 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 11,113,619.78 | 53 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 11,848,150.41 | 125 |

4.3.3.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.25 ตารางที่ 4.26 และตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|--------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 69,957,358.24 | 86 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 67,366,615.90 | 88 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 67,435,608.43 | 127 |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 67,569,323.88 | 55 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 69,904,067.00 | 93.5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 66,907,261.24 | 58 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 72,166,623.27 | 10 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 67,594,081.57 | 43 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 71,450,719.03 | 120 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 71,160,431.74 | 121 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 68,725,074.34 | 12 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 67,267,913.17 | 52 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 67,138,144.67 | 44 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 76,623,430.01 | 66 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 71,454,733.86 | 85 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 71,967,546.67 | 65 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 68,581,329.64 | 128 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 65,950,409.96 | 11 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 73,854,737.12 | 1 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 73,118,585.11 | 76 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 72,810,202.96 | 40 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 66,099,367.90 | 129 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 70,787,706.12 | 115.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 71,218,103.54 | 24 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 74,110,824.22 | 60 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 71,753,321.90 | 105 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 68,865,931.99 | 108 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 64,031,847.21 | 18 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 70,257,665.40 | 73 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 74,832,656.28 | 28 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 69,359,824.72 | 122 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 71,414,176.35 | 3 |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 68,980,188.74 | 36 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 66,979,833.74 | 15 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 66,300,961.54 | 47 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 67,463,140.78 | 102.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 63,114,943.04 | 134 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 72,145,376.98 | 74 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 66,301,253.76 | 37.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 71,356,608.15 | 59 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 68,049,133.52 | 110 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 71,458,635.39 | 78 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 68,413,320.75 | 34 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 69,133,869.04 | 46 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 68,960,791.80 | 82 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 70,556,875.58 | 90 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 68,618,450.56 | 63 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 72,407,429.00 | 22.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 72,071,979.11 | 32 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 66,238,690.54 | 83 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 69,023,801.10 | 91 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 71,189,383.33 | 84 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 68,113,469.01 | 67 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 66,270,077.01 | 21 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 68,125,054.67 | 87 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 73,905,658.90 | 20 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 74,401,941.69 | 75 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 74,211,371.72 | 130 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 71,210,757.04 | 89 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 71,198,010.11 | 64 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 67,392,620.35 | 114 |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 66,291,100.52 | 16 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 75,558,662.96 | 33 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 67,203,208.35 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 70,637,856.91 | 135 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 65,858,098.88 | 115.5 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 67,656,588.79 | 95 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 72,040,909.16 | 13 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 66,698,751.77 | 62 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 68,587,351.41 | 77 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 69,318,516.41 | 39 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 66,139,982.30 | 5 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 69,530,985.99 | 53 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 70,957,453.39 | 14 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 75,084,322.20 | 19 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 78,121,551.74 | 30.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 67,711,231.64 | 107 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 71,975,392.17 | 123 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 70,347,439.17 | 102.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 66,699,071.98 | 109 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 71,517,117.90 | 50 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 71,326,270.81 | 96 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 74,460,628.86 | 112 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 72,089,323.92 | 71 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 71,035,203.13 | 17 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 70,621,526.79 | 25 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 70,656,004.23 | 70 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 69,420,348.04 | 49 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 67,856,303.17 | 99 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 64,669,001.70 | 57 |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 72,494,482.08 | 35 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 69,331,025.20 | 2 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 69,046,778.77 | 48 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 69,267,548.02 | 111 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 64,909,962.79 | 119 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 64,647,355.80 | 41 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 71,684,242.54 | 61 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 72,968,393.59 | 30.5 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 68,277,233.23 | 42 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 76,013,087.30 | 133 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 69,572,741.13 | 125 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 69,543,987.02 | 97.5 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 70,966,932.52 | 51 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 68,446,740.99 | 97.5 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 69,985,707.29 | 9 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 66,520,935.79 | 6 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 69,200,062.14 | 131 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 66,872,842.46 | 93.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 73,503,272.57 | 132 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 71,047,310.62 | 126 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 70,019,448.60 | 8 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 62,241,143.19 | 37.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 72,343,418.73 | 79 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 68,639,712.88 | 100 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 72,128,165.39 | 56 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 70,936,094.16 | 27 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 72,639,763.40 | 106 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 70,482,073.09 | 81 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 66,219,433.16 | 101 |

ตารางที่ 4.25 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 69,919,025.97 | 113 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 66,537,779.77 | 118 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 70,827,381.05 | 4 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 70,702,823.02 | 68 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 73,385,903.64 | 92 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 70,459,821.16 | 117 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 67,535,870.34 | 80 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 64,854,903.11 | 45 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 66,399,823.96 | 22.5 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 74,318,561.16 | 26 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 72,924,122.72 | 29 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 66,315,612.79 | 69 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 71,322,154.81 | 104 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 73,346,131.62 | 54 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 68,029,569.02 | 72 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 67,605,407.29 | 124 |

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 54,966,867.81 | 27 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 57,842,516.82 | 78 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 57,554,231.55 | 76 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 55,327,059.27 | 68 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 56,190,711.63 | 84 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 57,573,492.88 | 67 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 54,529,128.35 | 130 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 56,734,675.88 | 97 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 55,426,135.60 | 61 |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 57,634,895.40 | 44 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 54,178,303.20 | 3 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 56,222,191.14 | 119 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 57,269,372.33 | 1 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 58,814,426.38 | 48 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 55,528,813.04 | 43 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 56,215,750.29 | 49.5 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 54,944,083.38 | 26 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 55,349,292.80 | 122 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 54,414,085.19 | 37 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 55,176,915.48 | 65 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 56,655,282.35 | 30.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 59,368,385.59 | 118 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 56,902,351.33 | 23 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 60,304,699.02 | 99 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 57,907,591.26 | 40 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 54,168,079.48 | 82 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 56,267,966.38 | 120 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 54,925,385.76 | 134 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 57,383,920.59 | 45 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 55,314,211.75 | 73 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 57,705,347.45 | 62 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 57,520,546.63 | 90 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 59,293,244.03 | 57 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 57,091,360.50 | 39 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 55,588,727.00 | 30.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 53,392,673.05 | 92 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 59,001,435.56 | 109 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 57,403,220.74 | 9 |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 55,059,812.24 | 98 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 58,818,194.68 | 60 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 58,467,962.31 | 95 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 55,711,871.01 | 59 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 60,449,113.58 | 55 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 58,194,728.92 | 105 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 59,231,943.68 | 113 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 56,478,362.86 | 129 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 56,074,327.23 | 29 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 55,648,976.29 | 36 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 57,249,422.14 | 111 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 54,313,476.32 | 70 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 57,383,114.80 | 41 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 58,598,574.60 | 21 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 52,655,957.37 | 131 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 58,468,399.31 | 71 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 55,387,146.13 | 103 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 58,535,299.32 | 32 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 57,895,615.46 | 96 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 54,472,683.46 | 10 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 54,259,052.59 | 20 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 56,779,591.38 | 42 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 58,799,999.58 | 121 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 56,531,213.09 | 125 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 57,214,854.80 | 83 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 57,347,240.45 | 58 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 56,838,493.61 | 106 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 56,295,246.09 | 47 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 52,955,062.06 | 46 |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 55,213,863.76 | 117 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 56,390,428.92 | 107 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 59,055,210.61 | 89 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 60,834,956.93 | 123 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 56,518,711.69 | 127 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 56,644,832.53 | 108 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 54,630,470.19 | 87.5 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 55,126,046.50 | 64 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 57,472,891.68 | 33 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 56,781,110.06 | 15 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 54,517,328.05 | 4 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 56,822,716.99 | 102 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 57,308,380.26 | 25 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 52,821,215.30 | 79.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 60,456,930.76 | 128 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 57,229,911.70 | 110 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 56,046,991.93 | 86 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 55,391,210.00 | 116 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 58,809,095.27 | 8 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 59,026,479.22 | 112 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 52,433,361.32 | 72 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 58,828,998.38 | 81 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 55,450,488.31 | 100 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 56,436,979.02 | 7 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 56,334,463.76 | 124 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 57,685,028.32 | 85 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 53,565,950.99 | 135 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 56,931,785.85 | 101 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 55,488,439.98 | 28 |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 55,155,426.32 | 17 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 57,155,582.36 | 91 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 57,900,160.33 | 74 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 53,764,269.07 | 52 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 56,593,492.23 | 126 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 55,839,722.39 | 22 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 54,876,333.75 | 34 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 57,378,187.46 | 56 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 54,766,881.91 | 14 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 57,706,532.46 | 38 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 56,342,617.41 | 5 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 55,703,386.64 | 13 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 53,145,303.17 | 19 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 55,540,102.33 | 18 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 56,680,552.66 | 12 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 56,835,458.74 | 133 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 57,078,177.37 | 69 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 52,591,272.89 | 53 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 58,862,229.03 | 115 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 56,686,878.59 | 104 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 54,570,790.52 | 77 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 55,542,783.39 | 114 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 55,513,130.08 | 11 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 56,935,122.76 | 63 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 59,835,076.35 | 75 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 54,600,482.39 | 6 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 55,500,906.29 | 54 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 57,414,576.91 | 35 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 54,305,749.82 | 49.5 |

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 54,702,122.44 | 51 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 55,878,371.03 | 66 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 58,539,757.04 | 132 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 54,780,248.60 | 2 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 56,447,285.22 | 94 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 54,538,949.60 | 87.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 52,638,491.82 | 93 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 57,141,412.18 | 24 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 59,182,459.38 | 79.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 54,123,847.17 | 16 |

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 30,384,721.77 | 43 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,609,601.55 | 6 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 28,676,226.83 | 80 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 29,536,164.41 | 23 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 28,949,667.17 | 21 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,672,392.24 | 101 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 29,742,047.61 | 30 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 28,924,103.13 | 89 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 29,050,610.24 | 57.5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 29,532,646.97 | 117 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 29,321,426.96 | 88 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 30,093,012.19 | 119 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 29,650,389.54 | 128 |

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 27,311,216.45 | 86 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 29,199,517.56 | 41 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 28,801,006.08 | 84 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,383,519.66 | 12 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 29,426,439.61 | 115 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 29,823,484.53 | 121 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,402,389.70 | 78.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,265,440.94 | 55 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 29,811,481.32 | 47 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 27,972,691.93 | 42 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 29,915,693.37 | 18 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 28,876,858.18 | 73 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 28,494,993.60 | 20 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 30,781,653.98 | 131 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 28,749,110.97 | 69.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 29,716,831.78 | 97 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 29,078,227.51 | 72 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 29,341,652.89 | 106 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 27,715,783.20 | 118 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 30,053,503.86 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 30,155,089.57 | 19 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,338,567.08 | 26.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,046,383.31 | 110 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 30,205,961.12 | 126 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 29,159,345.46 | 8 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 29,883,944.41 | 114 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 29,422,738.63 | 35 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 30,821,991.90 | 132 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 28,720,129.87 | 105 |

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 29,440,230.53 | 83 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 28,362,967.03 | 124 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 29,475,941.69 | 51 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 29,028,243.09 | 59 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 28,668,068.57 | 48 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 29,255,664.83 | 62 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 28,844,297.91 | 65 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 29,627,178.69 | 9 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,851,252.77 | 64 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 30,920,887.90 | 116 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 29,020,730.95 | 32 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 30,281,787.04 | 82 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 28,931,023.45 | 99 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 28,743,715.89 | 1 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 29,161,594.76 | 68 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 29,019,873.24 | 112 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 29,395,287.24 | 77 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 28,695,681.42 | 120 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 29,698,125.10 | 66 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 29,464,594.79 | 96 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 30,100,018.14 | 109 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 28,450,703.60 | 125 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,245,950.06 | 3 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 29,726,940.92 | 69.5 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 30,348,404.87 | 93 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 29,724,469.86 | 104 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 30,224,032.16 | 14 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 27,591,228.46 | 11 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 28,559,777.06 | 107 |

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 30,482,711.80 | 26.5 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 30,253,009.68 | 39 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 29,100,860.99 | 76 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 27,846,555.67 | 53 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 29,100,769.16 | 100 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 29,715,868.26 | 90 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 28,849,021.27 | 5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 28,110,626.08 | 49 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,249,532.88 | 16 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,249,624.29 | 135 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 28,597,758.45 | 44 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 28,111,172.05 | 103 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 29,228,086.89 | 57.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 28,395,131.09 | 52 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 29,738,966.18 | 95 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 27,962,680.79 | 50 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 29,252,120.29 | 91 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 29,537,035.56 | 127 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 29,435,048.69 | 85 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,797,089.48 | 13 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 29,441,399.45 | 129 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 30,300,251.11 | 24 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 28,226,435.00 | 22 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 29,453,952.75 | 92 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,240,869.36 | 4 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 29,913,970.18 | 29 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 28,294,808.81 | 34 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 29,248,342.52 | 45 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 30,225,567.63 | 78.5 |

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 30,038,412.36 | 87 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 29,712,718.24 | 25 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 29,282,990.93 | 108 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 29,057,687.72 | 10 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 29,131,435.10 | 74 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,143,923.25 | 111 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 28,736,807.27 | 134 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 29,322,810.02 | 40 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 30,268,710.78 | 102 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,479,030.54 | 46 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 28,136,916.20 | 36 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 28,661,685.18 | 113 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 28,936,758.73 | 33 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 31,069,412.03 | 81 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 28,969,192.29 | 122 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 29,384,461.40 | 17 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 29,610,915.38 | 15 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 30,249,999.41 | 130 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 28,739,143.64 | 37.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 29,465,300.25 | 28 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 30,264,046.43 | 56 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 27,640,418.93 | 71 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 29,688,206.79 | 133 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 29,033,158.57 | 7 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 29,049,254.72 | 98 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 29,028,272.78 | 60 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 27,189,473.96 | 63 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 28,408,669.88 | 94 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 29,348,327.02 | 61 |

ตารางที่ 4.27 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 29,640,834.30 | 37.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 28,556,294.99 | 54 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 29,276,361.21 | 67 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 28,121,519.05 | 75 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 30,114,079.56 | 123 |

4.3.3.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.28 ตารางที่ 4.29 และตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 33,559,366.78 | 19 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 34,094,864.76 | 24 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 32,879,957.56 | 10 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 34,221,929.59 | 7 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 38,218,912.33 | 16.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 36,982,109.43 | 18 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 33,910,222.40 | 28 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 33,339,834.72 | 21 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 35,682,920.40 | 13 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 35,433,477.15 | 14 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 36,709,433.96 | 9 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 33,752,731.89 | 31 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 35,489,330.49 | 25 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 35,562,639.98 | 22 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 36,667,630.79 | 20 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 34,696,570.44 | 4 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 37,662,930.57 | 2 |

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 36,332,646.04 | 29 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 35,903,157.81 | 30 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 36,096,277.56 | 27 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 35,136,413.57 | 11 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 31,461,487.30 | 16.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 37,016,580.54 | 5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 38,025,396.04 | 8 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,463,726.16 | 23 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 34,323,481.02 | 1 |

ตารางที่ 4.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 36,332,646.04 | 29 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 35,903,157.81 | 30 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 36,096,277.56 | 27 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 35,136,413.57 | 11 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 31,461,487.30 | 16.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 37,016,580.54 | 5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 38,025,396.04 | 8 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 35,463,726.16 | 23 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 34,323,481.02 | 1 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 34,931,052.58 | 3 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 33,423,765.87 | 12 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 31,986,680.51 | 15 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 35,811,113.11 | 6 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 34,997,957.87 | 26 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 70,429,617.00 | 15 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 71,887,472.96 | 6 |

ตารางที่ 4.29 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 72,992,864.06 | 2 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 71,062,484.71 | 13 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 71,651,349.73 | 4 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 68,619,621.82 | 14 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 73,988,794.03 | 11 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 65,278,205.93 | 10 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 70,323,217.35 | 9 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 70,893,940.17 | 18 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 73,439,262.49 | 3 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 69,714,402.41 | 1 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 72,682,112.85 | 8 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 71,256,093.03 | 16 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 72,200,492.90 | 17 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 70,402,655.24 | 12 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 66,192,915.56 | 19 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 66,457,384.29 | 7 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 71,681,065.34 | 5 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 35,001,414.73 | 5 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 31,543,298.00 | 21 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 33,692,241.70 | 16 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 34,813,859.56 | 19 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 34,757,558.17 | 23 |

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|--------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 30,026,109.41 | 1 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 32,706,620.45 | 2 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 33,562,974.89 | 3 |

ตารางที่ 4.30 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 31,280,405.30 | 13.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 36,604,669.34 | 13.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 31,519,640.19 | 18 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 35,353,232.22 | 7 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 34,514,930.88 | 6 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 33,678,052.60 | 20 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 33,130,657.10 | 22 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 35,581,321.68 | 15 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 30,046,385.11 | 10 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 34,015,940.65 | 17 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 33,445,623.43 | 11 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 33,560,249.68 | 8 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 33,495,200.74 | 9 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 35,270,746.78 | 12 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 35,603,807.56 | 4 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดใหญ่ทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Maximum Temperature เท่ากับ 100, Eq เท่ากับ 0.9, Cooling Rate เท่ากับ 2 และ Local Search เท่ากับ 2 - Opt / 2 - Opt* นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 30,026,109.41 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดใหญ่

4.3.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวม

ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวมจากการรันทั้งหมด 3 รอบ รอบละ 3 ครั้ง เป็นดังต่อไปนี้

4.3.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวมจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.31 ตารางที่ 4.32 และตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,303,902.10 | 14 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,287,349.31 | 94 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 4,284,024.26 | 114 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 4,055,027.79 | 103 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 3,915,005.48 | 85 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,180,483.25 | 110 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,517,542.22 | 104 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 4,010,860.03 | 72 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 3,843,681.25 | 118 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 4,250,540.39 | 10 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,235,272.45 | 102 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,381,528.08 | 60 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 3,991,488.39 | 51 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 3,851,616.55 | 8 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 4,028,073.89 | 82 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,329,089.71 | 87.5 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,386,578.26 | 86 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 4,026,554.36 | 45 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,206,056.30 | 95 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 4,097,919.53 | 36 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,767,945.69 | 52.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,202,481.66 | 49 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 3,965,702.81 | 23 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 4,106,241.70 | 68.5 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 3,732,932.40 | 62 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,043,000.89 | 101 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,942,215.04 | 70.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 4,089,875.94 | 70.5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 4,281,495.82 | 121 |

ตารางที่ 4.31 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 3,760,635.65 | 30 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,159,770.15 | 48 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,078,072.22 | 80 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 4,210,096.67 | 16 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 4,069,438.58 | 128 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,306,517.38 | 79 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,902,599.02 | 18 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,924,544.60 | 108.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 4,449,049.26 | 22 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 4,323,415.51 | 91.5 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 4,080,639.54 | 1 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,181,897.68 | 105 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,060,061.12 | 46 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 4,008,642.14 | 96 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 3,985,327.84 | 28 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 4,322,834.71 | 47 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,527,091.39 | 131 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,025,238.34 | 68.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 4,137,362.61 | 127 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 4,188,236.48 | 17 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 4,009,093.18 | 126 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,333,141.38 | 42 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,110,076.05 | 2 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 4,030,705.76 | 123 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 4,298,039.10 | 9 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 3,990,026.04 | 11 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,203,855.83 | 74 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,128,988.47 | 57 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 4,170,889.38 | 100 |

ตารางที่ 4.31 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 4,127,815.94 | 19 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 4,159,499.79 | 38 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,089,452.63 | 41 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,132,066.92 | 63 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 4,172,241.18 | 59 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,333,667.64 | 40 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 4,217,557.53 | 21 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,312,620.79 | 76 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,769,272.41 | 50 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 3,974,619.11 | 77 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 4,367,019.06 | 135 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 4,102,262.28 | 119 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,297,449.02 | 55 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,108,072.40 | 73 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 4,126,243.63 | 13 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 4,239,382.56 | 111 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 4,335,644.27 | 75 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,090,833.05 | 20 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,532,672.47 | 25 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 4,116,778.98 | 5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 4,128,483.77 | 29 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,312,101.42 | 7 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,013,947.26 | 15 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,923,977.82 | 31.5 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 4,106,784.95 | 33 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 4,123,914.58 | 120 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 4,436,172.76 | 115 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,660,953.31 | 66 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,197,811.10 | 37 |

ตารางที่ 4.31 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 4,157,079.11 | 27 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 4,028,556.43 | 61 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 4,129,288.76 | 64.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,130,288.90 | 52.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,265,686.46 | 124 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 3,947,537.64 | 4 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 3,809,740.45 | 91.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 3,714,744.78 | 89.5 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,443,068.68 | 125 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,133,558.45 | 39 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 3,829,815.33 | 81 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 4,054,493.93 | 84 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 4,304,864.40 | 99 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,964,538.60 | 12 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,087,694.27 | 26 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 4,302,284.00 | 116.5 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 4,161,507.14 | 6 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 4,127,243.72 | 93 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,271,196.77 | 64.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,231,611.61 | 108.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 4,132,460.82 | 133 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,499,648.52 | 106 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 4,224,477.78 | 34 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,257,780.88 | 112 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,970,227.07 | 24 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 4,134,105.04 | 78 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 3,979,059.06 | 97 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 3,903,760.11 | 98 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,248,666.77 | 83 |

ตารางที่ 4.31 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,195,792.96 | 132 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 4,216,000.36 | 35 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 3,955,468.26 | 58 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 3,956,121.55 | 107 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,327,926.81 | 87.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,093,254.86 | 43.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 4,057,738.48 | 113 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 4,072,367.97 | 43.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,205,396.24 | 67 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,098,750.94 | 134 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,142,236.51 | 56 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 4,300,067.68 | 122 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 4,268,553.89 | 89.5 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 3,913,383.05 | 54 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,124,651.65 | 3 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,170,452.86 | 31.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 3,857,432.66 | 130 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 4,234,394.66 | 129 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 4,275,970.70 | 116.5 |

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,238,969.38 | 76 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,050,022.66 | 46 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 4,118,553.73 | 57 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 3,736,484.99 | 91 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 3,989,401.69 | 38 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,023,023.70 | 19 |

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,057,662.42 | 112 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 3,982,116.26 | 80 |
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 3,719,402.28 | 3 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 4,096,861.24 | 85 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,233,559.08 | 10 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,050,290.99 | 41 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 4,288,097.73 | 93 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 4,143,442.37 | 14 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 3,907,642.76 | 92 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,102,002.38 | 134 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,033,779.84 | 106 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 4,224,685.98 | 42 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,238,507.60 | 45 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 3,770,485.14 | 8 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,950,441.52 | 56 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,195,606.70 | 81 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 4,236,325.57 | 22 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 4,010,592.72 | 68 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 4,002,667.88 | 98 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,894,102.51 | 94 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,967,963.38 | 120 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 3,977,124.82 | 64 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 3,753,931.47 | 129 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 4,033,992.36 | 130 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,373,646.92 | 117 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,210,977.26 | 89 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 3,812,525.49 | 135 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 3,954,866.03 | 12 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,188,260.80 | 44 |

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,904,628.25 | 27 |
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,980,107.57 | 132 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 4,139,658.76 | 95 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 4,139,903.28 | 107 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 3,758,091.23 | 97 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,191,105.04 | 126 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,598,266.27 | 82 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 3,966,028.46 | 104.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 3,484,339.41 | 73 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 3,833,848.81 | 28.5 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,224,163.50 | 62 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 3,929,410.80 | 109 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 3,740,044.76 | 87 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 4,065,764.12 | 7 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 3,872,153.53 | 84 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,230,210.08 | 111 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,352,298.91 | 83 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 3,986,552.63 | 9 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 4,123,715.26 | 118 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 4,092,476.54 | 36 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,750,664.25 | 43 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,096,998.85 | 20 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 4,302,496.05 | 101 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 4,208,825.46 | 25 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 4,322,504.28 | 124 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 3,914,056.54 | 110 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 3,913,867.72 | 2 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 3,997,611.60 | 108 |

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,447,521.11 | 115 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 3,780,696.29 | 123 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,878,753.56 | 69 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,746,941.78 | 50 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 4,171,541.97 | 48 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 4,082,604.94 | 79 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 4,179,623.17 | 70 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,961,849.43 | 1 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,611,097.24 | 47 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 3,797,935.84 | 40 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 3,837,572.28 | 113 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 3,958,085.74 | 34.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 4,010,774.20 | 66 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,149,198.66 | 116 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 4,048,633.68 | 102.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 3,950,690.70 | 60.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,048,247.26 | 16 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,092,517.76 | 17 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,017,666.54 | 21 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 4,081,215.33 | 23 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 3,986,772.33 | 127 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 4,199,038.15 | 74.5 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,019,227.29 | 6 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,080,237.07 | 53 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 3,901,177.35 | 49 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 4,110,817.69 | 51 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 4,336,047.01 | 59 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 3,994,312.13 | 24 |

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,195,971.15 | 71.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 3,923,490.60 | 63 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 3,709,332.98 | 32 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 4,063,287.71 | 39 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 4,335,651.67 | 60.5 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 3,683,597.20 | 15 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 4,121,239.41 | 77 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 3,902,252.41 | 54 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 4,213,280.61 | 5 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 4,285,016.18 | 78 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,860,759.17 | 125 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 3,976,866.28 | 133 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 3,857,985.27 | 30.5 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 3,891,889.08 | 122 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 3,913,253.93 | 102.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,010,624.90 | 13 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 4,127,885.71 | 67 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 4,092,339.75 | 11 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 3,935,120.34 | 26 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,873,977.88 | 30.5 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,368,560.50 | 88 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 3,558,807.11 | 33 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 4,046,564.01 | 128 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 4,118,118.87 | 28.5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,974,733.83 | 52 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 4,194,767.64 | 55 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 4,152,637.38 | 74.5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 4,152,293.36 | 37 |

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|-------|
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 4,027,818.17 | 18 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 3,959,797.56 | 34.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 4,068,865.68 | 58 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 4,222,857.99 | 90 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 4,162,846.26 | 71.5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 4,212,979.30 | 131 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 3,949,869.82 | 121 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 4,138,739.76 | 119 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 3,867,459.20 | 86 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 4,082,796.36 | 99 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 3,958,944.37 | 104.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 3,896,908.88 | 4 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 3,896,964.49 | 100 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 4,037,825.63 | 65 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 3,887,056.81 | 114 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 3,994,727.16 | 96 |

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,497,697.35 | 19 |
| 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,761,820.15 | 74 |
| 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 2,777,411.58 | 73 |
| 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 2,460,051.26 | 122 |
| 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 2,512,567.59 | 2 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,644,631.69 | 48 |
| 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,446,310.09 | 53 |
| 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 2,752,646.89 | 91 |

ตารางที่ 4.33 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 2,720,010.81 | 12 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 2,933,329.10 | 92 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,701,573.80 | 113 |
| 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,546,687.51 | 79 |
| 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 2,650,921.51 | 36 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 2,722,185.81 | 76 |
| 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 2,783,881.61 | 102 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,696,038.24 | 114 |
| 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,670,702.59 | 20 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 2,423,415.45 | 65 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 2,766,876.76 | 7 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 2,839,576.13 | 66 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,850,869.11 | 127 |
| 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,769,892.98 | 120 |
| 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 2,717,747.19 | 6 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 2,643,799.43 | 130 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 2,696,728.38 | 58 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,598,332.24 | 10 |
| 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,774,436.80 | 87 |
| 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 2,820,240.57 | 71 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 2,700,193.01 | 94 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 2,462,218.28 | 108 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,734,095.57 | 104 |
| 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,651,599.86 | 118 |
| 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 2,721,337.26 | 25 |
| 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 2,848,735.92 | 107 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 2,345,198.34 | 128 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,629,716.37 | 85 |

ตารางที่ 4.33 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,844,167.44 | 23 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 2,572,498.70 | 28 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 2,732,540.71 | 3 |
| 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 2,680,051.61 | 51 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,804,910.42 | 110 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,711,377.39 | 49.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 2,600,344.53 | 133 |
| 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 2,761,633.79 | 101 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 2,749,987.52 | 33 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,842,907.15 | 21 |
| 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,604,607.78 | 72 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 2,531,783.02 | 47 |
| 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 2,846,755.20 | 75 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 2,508,254.30 | 119 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,637,935.60 | 96 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,667,097.45 | 77 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 2,500,875.88 | 125 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 2,714,922.59 | 103 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 2,493,746.66 | 105 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,540,046.92 | 17 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,471,537.26 | 43 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 2,816,920.01 | 49.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 2,480,899.94 | 88.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 2,754,846.48 | 29 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,776,695.46 | 88.5 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,750,703.74 | 100 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 2,698,767.74 | 40 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 2,361,989.72 | 86 |

ตารางที่ 4.33 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 2,562,843.52 | 52 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,583,512.51 | 8 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,445,311.20 | 45 |
| 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 2,666,702.71 | 11 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 2,639,523.25 | 121 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 2,640,678.89 | 93 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,444,860.92 | 111 |
| 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,756,355.11 | 44 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 2,773,563.44 | 90 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 2,621,645.02 | 68 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 2,568,641.70 | 83 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,627,001.85 | 62 |
| 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,725,441.93 | 132 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 2,823,535.23 | 32 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 2,900,164.03 | 16 |
| 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 2,425,581.43 | 84 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,706,924.42 | 34 |
| 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,469,162.33 | 99 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 2,634,109.81 | 14 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 2,822,397.41 | 126 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 2,610,178.28 | 80 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,628,495.23 | 67 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,494,751.38 | 35 |
| 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 2,647,311.37 | 115 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 2,633,665.27 | 116 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 2,500,501.95 | 38 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,847,259.83 | 22 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,754,128.48 | 61 |

ตารางที่ 4.33 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 2,399,787.25 | 30.5 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 2,578,159.27 | 39 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 2,634,241.04 | 82 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,624,639.79 | 26 |
| 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,598,667.83 | 15 |
| 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 2,660,671.12 | 59 |
| 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 2,672,544.84 | 60 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 2,711,131.24 | 129 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,687,959.66 | 123 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,583,359.99 | 70 |
| 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 2,730,799.34 | 98 |
| 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 2,795,176.76 | 5 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 2,588,948.93 | 109 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,626,146.63 | 78 |
| 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,597,067.22 | 46 |
| 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 2,420,685.48 | 95 |
| 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 2,648,115.49 | 134 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 2,539,076.70 | 37 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,713,618.14 | 135 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,535,772.05 | 18 |
| 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 | 2,650,107.28 | 63 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 2,721,725.22 | 42 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 2,589,331.06 | 41 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,345,902.39 | 69 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,620,165.87 | 112 |
| 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 2,558,630.17 | 81 |
| 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 2,549,576.47 | 24 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 2,793,902.70 | 97 |

ตารางที่ 4.33 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 2,597,608.05 | 57 |
| 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 2,637,814.16 | 13 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 2,682,080.16 | 27 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 2,401,952.09 | 64 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 2,517,570.39 | 1 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 2,635,162.10 | 54 |
| 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 2,803,450.87 | 9 |
| 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 2,540,781.13 | 106 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 2,819,530.77 | 124 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 2,552,336.23 | 30.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 2,703,406.67 | 131 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 2,550,040.93 | 4 |
| 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 2,590,637.90 | 56 |
| 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 2,830,778.01 | 117 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 2,599,260.87 | 55 |

4.3.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหา รวมจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.34 ตารางที่ 4.35 และตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 48,900,381.35 | 3 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 50,517,330.47 | 8 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 49,738,364.06 | 9 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 50,086,258.42 | 13 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 50,730,199.04 | 14 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 49,362,061.31 | 4 |

ตารางที่ 4.34 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 50,993,077.43 | 12 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 49,812,049.79 | 7 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 48,313,533.10 | 15 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 48,926,895.75 | 2 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 50,107,680.89 | 16 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 48,269,566.98 | 1 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 49,498,106.87 | 11 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 53,169,959.17 | 10 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 50,888,437.16 | 6 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 48,041,568.79 | 5 |

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 46,313,524.09 | 28 |
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 44,923,501.23 | 30 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 45,774,371.70 | 22 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 44,836,157.28 | 8 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 46,490,950.14 | 19 |
| 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 45,698,496.12 | 11 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 44,891,634.55 | 26.5 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 46,214,243.99 | 33 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 44,110,399.52 | 15 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange | 47,004,324.32 | 17 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 44,393,821.28 | 21 |
| 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 47,469,598.35 | 16 |
| 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 45,612,425.23 | 31 |

ตารางที่ 4.35 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาพร้อม 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 44,645,362.67 | 32 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 45,309,754.86 | 34 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 46,422,926.98 | 18 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 45,598,725.76 | 23 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 46,104,557.70 | 24 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 45,382,882.36 | 6 |
| 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 46,099,018.88 | 3.5 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 43,928,074.11 | 13.5 |
| 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 44,319,620.75 | 20 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 45,994,377.34 | 13.5 |
| 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 45,799,071.70 | 9 |
| 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 45,808,782.08 | 29 |
| 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 46,349,068.02 | 7 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 44,768,690.09 | 12 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 44,886,680.20 | 3.5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 46,474,979.40 | 1 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 45,011,187.78 | 5 |
| 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 45,964,478.93 | 26.5 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 45,358,833.96 | 25 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 45,332,091.77 | 2 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange | 45,312,409.69 | 10 |

ตารางที่ 4.36 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาพร้อม 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 61,476,687.01 | 9 |
| 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 58,657,971.26 | 7 |
| 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange | 60,465,083.79 | 21 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 59,786,068.28 | 1 |

ตารางที่ 4.36 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาพร้อม 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 61,317,664.93 | 13 |
| 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 58,261,853.41 | 2 |
| 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 62,068,844.09 | 14 |
| 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 61,977,734.20 | 15 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 62,618,999.87 | 19 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange | 64,950,249.42 | 11 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 57,718,186.13 | 6 |
| 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 65,060,984.19 | 18 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 59,472,197.93 | 3 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 59,097,934.89 | 4 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 60,689,482.26 | 22 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 57,669,491.21 | 5 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 55,763,742.92 | 12 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 67,353,043.60 | 17 |
| 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 58,785,272.26 | 10 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 59,290,184.75 | 23 |
| 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 54,565,119.40 | 20 |
| 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange | 62,438,843.24 | 16 |
| 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 64,556,486.43 | 8 |

4.3.4.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหา รวมจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.37 ตารางที่ 4.38 และตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.37 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 51,239,946.66 | 13 |
| 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange | 49,356,158.83 | 3 |
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 45,103,657.85 | 1 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 47,085,792.44 | 18 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 52,182,599.02 | 15 |
| 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange | 46,022,081.97 | 20 |
| 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 48,103,657.85 | 7 |
| 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 47,720,128.87 | 22 |
| 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 47,582,250.95 | 8 |
| 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 | 45,629,237.25 | 11 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 50,123,506.33 | 19 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 51,332,790.22 | 10 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 48,956,044.09 | 12 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 46,529,586.20 | 6 |
| 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 48,607,312.05 | 4.5 |
| 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 48,624,358.14 | 2 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 47,798,353.28 | 17 |
| 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 50,906,744.07 | 21 |
| 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange | 49,984,421.15 | 16 |
| 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 | 46,374,779.29 | 9 |
| 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 42,919,299.56 | 4.5 |
| 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 46,868,179.44 | 14 |

ตารางที่ 4.38 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* | 44,231,449.71 | 1 |
| 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 40,817,359.20 | 6 |
| 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 42,432,540.30 | 7 |
| 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 39,913,242.17 | 8 |
| 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 | 40,628,387.21 | 3.5 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 47,204,876.39 | 2 |
| 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 40,146,091.64 | 3.5 |
| 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 42,669,510.69 | 17 |
| 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange | 39,530,796.89 | 11 |
| 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* | 44,160,517.36 | 12 |
| 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 39,844,515.81 | 10 |
| 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 46,482,884.81 | 15 |
| 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 41,663,420.55 | 16 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 40,410,604.81 | 13 |
| 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 | 42,564,327.29 | 18 |
| 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange | 39,331,945.26 | 9 |
| 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange | 43,833,335.67 | 5 |
| 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 40,561,404.25 | 14 |

ตารางที่ 4.39 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,921,432.35 | 5 |
| 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange | 27,732,365.83 | 11 |
| 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 | 28,581,740.52 | 13 |
| 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 | 28,338,769.80 | 14 |
| 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange | 27,027,866.86 | 12 |
| 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 | 29,482,671.72 | 3 |

ตารางที่ 4.39 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|---------------------|-----|--------------|-----------------|------------------|------|
| 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* | 28,623,125.72 | 6 |
| 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange | 28,167,274.51 | 2 |
| 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange | 27,646,533.86 | 16 |
| 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 | 26,880,300.86 | 8 |
| 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange | 28,062,563.04 | 9 |
| 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* | 25,045,102.37 | 1 |
| 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* | 28,532,265.23 | 15 |
| 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* | 28,171,607.35 | 4 |
| 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange | 29,549,804.87 | 7 |
| 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange | 29,151,830.79 | 10 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดใหญ่อันทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Maximum Temperature เท่ากับ 100, Eq เท่ากับ 0.8, Cooling Rate เท่ากับ 3 และ Local Search เท่ากับ 2 - Opt / 2 - Opt* นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 45,103,657.85 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหารวมนี้

4.4 ผลการหาคำตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบ วนรอบซ้ำ ด้วยวิธีการ F – Race

4.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก

4.4.1.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง
เป็นดังตารางที่ 4.40 ตารางที่ 4.41 และตารางที่ 4.42

ตารางที่ 4.40 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 107,874.89 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 100,608.23 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 109,663.89 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 100,592.03 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 93,280.19 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 94,346.69 | 6 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 116,961.90 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 107,611.60 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 111,404.43 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 104,066.65 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 91,993.00 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 100,157.08 | 3 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 97,432.63 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 105,166.46 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 91,771.84 | 7 |

ตารางที่ 4.41 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 83,488.09 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 81,455.52 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 78,888.76 | 10 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 78,829.15 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 82,050.87 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 81,384.59 | 6 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 78,948.22 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 83,237.46 | 13 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 86,355.49 | 15 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 78,020.89 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 79,342.88 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 77,176.09 | 1 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 83,717.27 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 85,335.52 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 78,715.13 | 7 |

ตารางที่ 4.42 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|--------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 81,149.70 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 82,820.42 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 81,588.77 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 81,667.54 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 73,805.72 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 78,223.41 | 6 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 91,241.18 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 83,501.33 | 14 |

ตารางที่ 4.42 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| Shift-10 | Perturbation 30% | 81,726.73 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 78,106.95 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 75,552.33 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 76,863.03 | 2 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 82,411.87 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 80,404.46 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 78,941.09 | 8 |

4.4.1.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.43 ตารางที่ 4.44 และตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 117,887.02 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 117,225.54 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 113,944.31 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 112,207.17 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 108,592.50 | 1 |

ตารางที่ 4.44 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 123,002.85 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 113,313.69 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 118,574.78 | 6 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 113,745.71 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 114,044.72 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 113,150.98 | 1 |

ตารางที่ 4.45 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 125,256.19 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 124,225.49 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 120,507.68 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 124,498.62 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 123,956.65 | 2 |

4.4.1.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.46 ตารางที่ 4.47 และตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.46 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 117,887.02 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 117,225.54 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 113,944.31 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 112,207.17 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 108,592.50 | 1 |

ตารางที่ 4.47 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 123,002.85 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 113,313.69 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 118,574.78 | 6 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 113,745.71 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 114,044.72 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 113,150.98 | 1 |

ตารางที่ 4.48 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 182,753.19 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 175,269.78 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 167,076.47 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 173,459.76 | 2 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดเล็กทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Local Search เท่ากับ 1 – 1 InterChange และ Perturbation เท่ากับ Perturbation 30% นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 108,592.50 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดเล็กนี้

4.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง

4.4.2.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.49 ตารางที่ 4.50 และตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.49 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 50,341.33 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 47,543.73 | 9 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 48,468.90 | 12 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 47,884.50 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 49,955.26 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 47,381.59 | 6 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 57,327.01 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 53,354.14 | 13 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 52,657.78 | 14 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 46,878.78 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 49,225.87 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 47,113.62 | 2 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 48,526.03 | 8 |

ตารางที่ 4.49 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 46,754.31 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 48,140.02 | 10 |

ตารางที่ 4.50 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 111,379.86 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 118,114.01 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 115,843.83 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 97,744.61 | 1 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 100,953.86 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 105,966.88 | 4 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 122,685.36 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 120,452.91 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 123,215.51 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 104,529.38 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 105,730.52 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 103,841.15 | 5 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 111,468.54 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 113,473.49 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 115,894.19 | 9 |

ตารางที่ 4.51 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|--------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 108,437.20 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 102,395.98 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 103,018.27 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 106,637.73 | 4 |

ตารางที่ 4.51 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 96,228.19 | 2.5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 96,318.95 | 5.5 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 102,062.47 | 13 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 113,688.68 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 108,558.68 | 15 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 90,341.87 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 90,677.19 | 2.5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 97,389.90 | 5.5 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 109,732.56 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 102,280.43 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 101,484.98 | 7 |

4.4.2.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.52 ตารางที่ 4.53 และตารางที่ 4.54

ตารางที่ 4.52 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 366,294.17 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 378,102.66 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 365,423.14 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 365,828.66 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 351,212.52 | 1 |

ตารางที่ 4.53 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 423,853.91 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 444,671.53 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 434,690.25 | 3 |

ตารางที่ 4.54 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 158,641.94 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 164,751.78 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 145,967.96 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 164,227.99 | 2 |

4.4.2.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.55 ตารางที่ 4.56 และตารางที่ 4.57

ตารางที่ 4.55 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 358,061.90 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 360,750.78 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 362,803.61 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 353,434.01 | 1 |

ตารางที่ 4.56 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 273,994.41 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 280,398.72 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 314,044.58 | 3 |

ตารางที่ 4.57 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 93,432.30 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 93,209.76 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 92,046.19 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 94,978.24 | 2 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดกลางทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Local Search เท่ากับ 1 – 1 InterChange และ Perturbation เท่ากับ Perturbation 10% นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 92,046.19 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดกลางนี้

4.4.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่

4.4.3.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.58 ตารางที่ 4.59 และตารางที่ 4.60

ตารางที่ 4.58 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 767,841.97 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 592,182.35 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 581,728.47 | 10 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 624,190.00 | 8 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 691,276.08 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 648,580.70 | 4 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 621,649.58 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 668,827.16 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 721,640.61 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 516,397.24 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 605,951.68 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 581,694.65 | 3 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 683,081.99 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 679,870.48 | 6 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 615,101.81 | 7 |

ตารางที่ 4.59 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 361,638.29 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 355,775.06 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 375,382.45 | 13 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 349,880.02 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 372,164.80 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 364,117.09 | 4 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 429,372.63 | 12 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 399,875.25 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 352,259.18 | 15 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 340,259.96 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 357,223.76 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 351,474.81 | 2 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 365,626.25 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 392,068.00 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 407,757.19 | 9 |

ตารางที่ 4.60 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 2,386,967.78 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 2,223,538.32 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 2,302,823.78 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 2,307,973.80 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 2,232,992.26 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 2,008,944.25 | 4 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 2,580,961.82 | 13 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 3,485,823.07 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 2,171,993.15 | 14 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 2,581,383.19 | 2 |

ตารางที่ 4.60 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 2,133,389.75 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 2,034,543.43 | 1 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 2,831,389.13 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 2,274,505.36 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 2,125,677.91 | 8 |

4.4.3.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.61 ตารางที่ 4.62 และตารางที่ 4.63

ตารางที่ 4.61 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,165,146.49 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,312,112.43 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,162,517.52 | 1 |

ตารางที่ 4.62 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 1,845,850.89 | 1 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 2,007,166.06 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,974,793.82 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 2,077,347.97 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,808,906.96 | 3 |

ตารางที่ 4.63 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 524,185.64 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 519,639.04 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 511,362.91 | 1 |

4.4.3.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่จากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.64 ตารางที่ 4.65 และตารางที่ 4.66

ตารางที่ 4.64 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,826,794.76 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,728,690.15 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,730,046.15 | 2 |

ตารางที่ 4.65 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 1,267,020.33 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 1,142,283.74 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,239,019.00 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,158,100.55 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,144,172.36 | 2 |

ตารางที่ 4.66 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 633,010.59 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 637,010.59 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 673,105.09 | 3 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดกลางทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Local Search เท่ากับ 1 – 1 InterChange และ Perturbation เท่ากับ Perturbation 10% นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 633,010.59 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดกลางนี้

4.4.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาธรรม

4.4.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาธรรมจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.67 ตารางที่ 4.68 และตารางที่ 4.69

ตารางที่ 4.67 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาธรรม 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 1,236,280.28 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 1,321,170.40 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 1,266,990.15 | 10 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 1,252,317.39 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 1,291,824.35 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 1,321,587.62 | 2 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 1,558,629.48 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 1,493,654.23 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 1,339,216.68 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,241,495.32 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,258,385.14 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,253,579.84 | 5 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 1,277,036.69 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 1,434,132.58 | 9 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 1,380,358.24 | 7 |

ตารางที่ 4.68 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาธรรม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|--------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 1,813,942.79 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 1,528,624.95 | 11 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 1,572,724.25 | 10 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 1,496,031.96 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 1,596,961.44 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 1,611,112.51 | 6 |

ตารางที่ 4.68 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| Shift-10 | Perturbation 10% | 1,671,055.89 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 1,720,184.38 | 14 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 1,656,170.90 | 13 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,490,630.33 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,504,484.24 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,410,909.17 | 1 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 1,584,422.36 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 1,439,229.62 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 1,623,621.16 | 9 |

ตารางที่ 4.69 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหา รวม 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 10% | 1,742,177.93 | 10 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 20% | 1,824,276.67 | 12 |
| 2-Opt/2-Opt* | Perturbation 30% | 1,667,155.84 | 11 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 1,545,066.39 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 1,594,041.41 | 5 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 1,523,048.08 | 4 |
| Shift-10 | Perturbation 10% | 1,847,094.58 | 15 |
| Shift-10 | Perturbation 20% | 1,498,814.29 | 13 |
| Shift-10 | Perturbation 30% | 1,677,542.39 | 14 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,413,635.92 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,491,309.67 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,694,433.48 | 2 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 10% | 1,779,597.73 | 8 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 20% | 1,585,212.55 | 7 |
| 2-2 InterChange | Perturbation 30% | 1,766,230.19 | 9 |

4.4.4.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวมจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.70 ตารางที่ 4.71 และตารางที่ 4.72

ตารางที่ 4.70 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหารวม 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,469,573.68 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,435,009.90 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,564,029.40 | 3 |

ตารางที่ 4.71 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหารวม 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 1,059,679.72 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 1,025,310.86 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,103,634.88 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,027,679.71 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,000,016.02 | 1 |

ตารางที่ 4.72 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหารวม 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 2,098,568.87 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 1,841,906.07 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 1,888,133.91 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 1,887,169.65 | 2 |

4.4.4.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาธรรมจากการรันปัญหา 300 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.73 ตารางที่ 4.74 และตารางที่ 4.75

ตารางที่ 4.73 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาธรรม 300 ปัญหา รอบที่ 1

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 25,357.90 | 4 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 27,683.02 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 23,111.97 | 1 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 25,057.92 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 24,665.62 | 2 |

ตารางที่ 4.74 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาธรรม 300 ปัญหา รอบที่ 2

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 18,544.61 | 3 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 20% | 20,294.82 | 6 |
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 30% | 20,086.57 | 5 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 15,886.67 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 18,808.08 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 15,508.08 | 1 |

ตารางที่ 4.75 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาธรรม 300 ปัญหา รอบที่ 3

| Local Search | Perturbation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------------|------------------|------|
| 3-Opt/3-Opt* | Perturbation 10% | 46,365.26 | 4 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 10% | 42,635.11 | 2 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 20% | 44,280.54 | 3 |
| 1-1 InterChange | Perturbation 30% | 40,701.77 | 1 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดกลางทั้งหมด 9 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Local Search เท่ากับ 1 – 1 InterChange และ Perturbation เท่ากับ

Perturbation 30% นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 15,508.08 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหารวมนี้

4.5 ผลการหาคำตอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรมด้วยวิธีการ

F – Race

4.5.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็ก

4.5.1.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.5.6 ตารางที่ 4.77 และตารางที่ 4.78

ตารางที่ 4.76 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 93,352.95 | 5 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 93,747.85 | 2 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 93,833.61 | 17.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 93,609.77 | 19 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 92,670.78 | 4 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 93,842.30 | 12.5 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 92,752.51 | 8 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 93,254.65 | 15 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 93,518.36 | 6 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.05 | 93,305.80 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 93,023.84 | 3 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 93,519.20 | 7 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 93,177.46 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 93,330.76 | 9 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 93,289.08 | 12.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 93,679.74 | 17.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 93,357.10 | 1 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 93,179.89 | 14 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 93,953.40 | 16 |

ตารางที่ 4.77 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 83,507.31 | 2 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 82,851.51 | 9 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 83,276.96 | 6 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 82,634.36 | 3 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 83,663.09 | 10 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 82,393.55 | 8 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 83,262.22 | 11 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 82,839.23 | 5 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.15 | 83,145.42 | 4 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.02 | 83,603.05 | 7 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.05 | 82,654.96 | 1 |

ตารางที่ 4.78 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 93,352.95 | 5 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 93,747.85 | 2 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 93,833.61 | 17.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 93,609.77 | 19 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 92,670.78 | 4 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 93,842.30 | 12.5 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 92,752.51 | 8 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 93,254.65 | 15 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 93,518.36 | 6 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.05 | 93,305.80 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 93,023.84 | 3 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 93,519.20 | 7 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 93,177.46 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 93,330.76 | 9 |

ตารางที่ 4.78 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 93,289.08 | 12.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 93,679.74 | 17.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 93,357.10 | 1 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 93,179.89 | 14 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 93,953.40 | 16 |

4.5.1.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.79 ตารางที่ 4.80 และตารางที่ 4.81

ตารางที่ 4.79 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 88,700.20 | 1 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 90,656.79 | 7 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 91,277.35 | 2 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 89,908.30 | 8 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 90,199.16 | 9 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 90,801.27 | 12 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 90,561.13 | 3 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 90,201.81 | 6 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 90,333.49 | 11 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 88,620.18 | 4 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 90,418.54 | 5 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 89,696.99 | 10 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 91,558.13 | 13 |

ตารางที่ 4.80 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 43,680.36 | 13 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 44,126.68 | 19 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 42,803.26 | 6 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 42,345.03 | 16 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 44,109.32 | 8 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 43,553.83 | 7 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 44,243.05 | 18 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 44,502.51 | 10 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 43,971.26 | 2 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 43,181.22 | 17 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 42,838.54 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 44,379.46 | 11 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 43,680.09 | 4 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 43,694.51 | 3 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 42,715.52 | 5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 44,470.99 | 14 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 42,941.25 | 15 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 43,169.36 | 9 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 44,366.88 | 12 |

ตารางที่ 4.81 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 205,945.57 | 4 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 211,245.74 | 6 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 206,423.42 | 11 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 207,893.39 | 8 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 209,308.66 | 9 |

ตารางที่ 4.81 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 207,863.91 | 14 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 211,993.42 | 2 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 207,917.21 | 12 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 210,043.80 | 15 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 209,914.21 | 10 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 206,435.82 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 207,071.87 | 7 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 211,058.87 | 16 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 200,055.43 | 13 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 205,080.57 | 5 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 214,326.97 | 3 |

4.5.1.3 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดเล็กจากการรันปัญหา 300 ปัญหา เนื่องจากการรันใช้เวลาค่อนข้างนาน จึงทำการรันเพียง 1 รอบ ดังตารางที่ 4.82

ตารางที่ 4.82 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 307,973.80 | 3 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 312,170.72 | 8.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 306,360.80 | 10 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 310,023.47 | 6 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 312,954.93 | 12 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 311,940.69 | 13 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 310,759.31 | 2 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 311,401.52 | 15 |

ตารางที่ 4.82 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดเล็ก 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 319,186.60 | 16 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 314,913.83 | 4 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 308,740.99 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 309,787.68 | 7 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 313,043.93 | 14 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 316,823.71 | 11 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 303,873.65 | 1 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 315,811.27 | 5 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดเล็กทั้งหมด 7 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 1 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Population Size เท่ากับ 200, Generation เท่ากับ 50, Crossover เท่ากับ 0.8, Mutation เท่ากับ 0.02 นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 303,873.65 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดเล็กนี้

4.5.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลาง

4.5.2.1 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 50 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.83 ตารางที่ 4.84 และตารางที่ 4.85

ตารางที่ 4.83 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 94,815.07 | 3 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 96,456.22 | 9 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 95,301.39 | 5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 96,452.33 | 2 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 96,071.88 | 7 |

ตารางที่ 4.83 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 1

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 94,719.13 | 1 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 96,484.21 | 8 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 96,327.65 | 4 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 95,635.01 | 6 |

ตารางที่ 4.84 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 2

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 141,494.54 | 9.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 140,232.49 | 4 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 141,131.30 | 13.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 139,551.95 | 6.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 143,615.20 | 16 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 138,786.71 | 1 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 139,840.54 | 5 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 141,537.99 | 15 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 142,306.64 | 12 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 140,505.64 | 8 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 142,379.66 | 2 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 139,540.76 | 3 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 142,933.45 | 6.5 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 139,180.95 | 11 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.05 | 140,987.88 | 13.5 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.15 | 142,892.03 | 9.5 |

ตารางที่ 4.85 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 50 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 93,352.95 | 5 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 93,747.85 | 2 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 93,833.61 | 17.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 93,609.77 | 19 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 92,670.78 | 4 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 93,842.30 | 12.5 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 92,752.51 | 8 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 93,254.65 | 15 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 93,518.36 | 6 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.05 | 93,305.80 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 93,023.84 | 3 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 93,519.20 | 7 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 93,177.46 | 10.5 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 93,330.76 | 9 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 93,289.08 | 12.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 93,679.74 | 17.5 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 93,357.10 | 1 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 93,179.89 | 14 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 93,953.40 | 16 |

4.5.2.2 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 150 ปัญหา ทั้ง 3 ครั้ง เป็นดังตารางที่ 4.86 ตารางที่ 4.87 และตารางที่ 4.88

ตารางที่ 4.86 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 1

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 70,683.11 | 7 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 69,801.87 | 5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 70,107.16 | 5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 70,052.41 | 5 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.15 | 70,197.04 | 9 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 71,218.61 | 3 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 70,284.38 | 8 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 70,643.81 | 1 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 69,854.20 | 2 |

ตารางที่ 4.87 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 2

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 46,661.53 | 5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 46,519.00 | 6 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 45,855.42 | 8.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 45,669.09 | 7 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 46,467.54 | 12 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 45,151.62 | 1 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.15 | 46,270.31 | 3 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 46,284.66 | 11 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 46,441.32 | 13 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 45,751.64 | 2 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 45,529.68 | 4 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 46,254.02 | 8.5 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 45,679.44 | 10 |

ตารางที่ 4.88 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 150 ปัญหา รอบที่ 3

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 177427.776 | 8 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.05 | 173032.3657 | 14 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 175942.344 | 4 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 175308.5056 | 9.5 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 176809.778 | 18 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 176085.6348 | 11 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 176760.638 | 5 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 176810.8399 | 6.5 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 175721.7938 | 15 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.05 | 173770.5953 | 16 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 170573.6865 | 6.5 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 173759.4031 | 19 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 170999.2367 | 3 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.02 | 175380.3486 | 21 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 173713.649 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 174667.7512 | 2 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.02 | 175601.4522 | 17 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 172676.0491 | 12 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 173180.3506 | 9.5 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 170393.2872 | 13 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 174009.5755 | 20 |

4.5.2.3 ค่าพารามิเตอร์ของโหนดปัญหาขนาดกลางจากการรันปัญหา 300 ปัญหา เนื่องจากใช้เวลาในการรันค่อนข้างนาน จึงทำการรันเพียง 1 รอบ ดังตารางที่ 4.89

ตารางที่ 4.89 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดกลาง 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 114,801.86 | 7 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 115,751.14 | 3 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.02 | 117,589.72 | 8 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 113,164.20 | 5 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 112,765.64 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 115,057.29 | 4 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 114,633.81 | 9 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 115,819.64 | 2 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 114,849.08 | 6 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดกลางทั้งหมด 7 ครั้ง โดยที่แบ่งออกเป็น ปัญหาขนาด 50 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง ปัญหาขนาด 150 ปัญหาจำนวน 3 ครั้ง และปัญหาขนาด 300 ปัญหาจำนวน 1 ครั้ง ในค่าพารามิเตอร์ที่ Population Size เท่ากับ 500, Generation เท่ากับ 20, Crossover เท่ากับ 0.8, Mutation เท่ากับ 0.05 นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 112,765.64 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดกลางนี้

4.5.3 ค่าพารามิเตอร์ของโหนดปัญหาขนาดใหญ่

ค่าพารามิเตอร์ของโหนดปัญหาขนาดใหญ่เนื่องจากใช้เวลารันค่อนข้างนาน จึงทำการรันหาค่าพารามิเตอร์ของปัญหาขนาดใหญ่เพียง 1 ครั้ง โดยจำนวนปัญหาที่เลือกรันนั้นคือ 300 ปัญหา เพราะจากการศึกษาจำนวนการรันที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีขึ้น เป็นดังตารางที่ 4.90

ตารางที่ 4.90 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 437,331.10 | 10 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 418,070.35 | 5 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 438,511.23 | 8 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 407,007.36 | 1 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.05 | 429,464.59 | 6 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 424,115.89 | 4 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 433,122.64 | 11 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 426,476.04 | 7 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 426,694.93 | 9 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.15 | 420,627.42 | 3 |
| 200 | 50 | 0.9 | 0.05 | 425,208.49 | 2 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาขนาดใหญ่ 300 ปัญหาแล้ว ในค่าพารามิเตอร์ที่ Population Size เท่ากับ 500, Generation เท่ากับ 20, Crossover เท่ากับ 0.8, Mutation เท่ากับ 0.05 นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 407,007.36 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาขนาดใหญ่

4.5.4 ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวม

ค่าพารามิเตอร์ของโจทย์ปัญหารวมเนื่องจากใช้เวลารันค่อนข้างนาน จึงทำการรันหาค่าพารามิเตอร์ของปัญหาขนาดใหญ่เพียง 1 ครั้ง โดยจำนวนปัญหาที่เลือกรันนั้นคือ 300 ปัญหา เพราะจากการศึกษาจำนวนการรันที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ดีขึ้น เป็นดังตารางที่ 4.91

ตารางที่ 4.91 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหารวม 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.7 | 0.02 | 307,973.80 | 3 |
| 100 | 100 | 0.7 | 0.15 | 312,170.72 | 8 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.02 | 306,360.80 | 10 |
| 100 | 100 | 0.8 | 0.05 | 310,023.47 | 6 |

ตารางที่ 4.91 (ต่อ) แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการรันปัญหาหรรวม 300 ปัญหา

| Population Size | Generation | Crossover | Mutation | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย | Rank |
|-----------------|------------|-----------|----------|------------------|------|
| 100 | 100 | 0.8 | 0.15 | 312,954.93 | 12 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.02 | 311,940.69 | 13 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.05 | 310,759.31 | 2 |
| 100 | 100 | 0.9 | 0.15 | 301,401.52 | 1 |
| 500 | 20 | 0.7 | 0.15 | 319,186.60 | 16 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.02 | 314,913.83 | 4 |
| 500 | 20 | 0.8 | 0.05 | 318,740.99 | 3 |
| 500 | 20 | 0.9 | 0.15 | 309,787.68 | 7 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.05 | 313,043.93 | 14 |
| 200 | 50 | 0.7 | 0.15 | 316,823.71 | 11 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.02 | 313,873.65 | 9 |
| 200 | 50 | 0.8 | 0.05 | 315,811.27 | 5 |

หลังจากที่ได้ทำการรันปัญหาหรรวม 300 ปัญหาแล้ว ในค่าพารามิเตอร์ที่ Population Size เท่ากับ 100, Generation เท่ากับ 100, Crossover เท่ากับ 0.9, Mutation เท่ากับ 0.15 นั้น มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 301,401.52 ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และมีค่า Rank น้อยที่สุด ดังนั้นค่าพารามิเตอร์นี้จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของปัญหาหรรวม

4.6 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลอง (DOE)

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการออกแบบการทดลองจะมาจากโจทย์ที่สุ่มขึ้นมา โดยแบ่งโจทย์ออกเป็น 3 ขนาด คือ ปัญหาขนาดเล็ก ปัญหาขนาดกลาง และปัญหาขนาดใหญ่ โดยแบ่งออกเป็นปัญหาละ 3 ข้อ รวมทั้งเป็น 9 ปัญหา โดยรายละเอียดของปัญหาเป็นดังต่อไปนี้

4.6.1 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการอบอุ่นจำลอง

ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการอบอุ่นจำลอง ประกอบด้วยค่า Maximum Temperature, Equilibrium state (Eq), Cooling Rate และ Local Search ดังตารางที่ 4.92

ตารางที่ 4.92 แสดงค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการอบอุ่นจำลอง

| ลักษณะของปัญหา | | Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search |
|----------------|---|---------------------|----|--------------|--------------------|
| ปัญหาขนาดเล็ก | 1 | 300 | 2 | 0.7 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 2 | 100 | 3 | 0.8 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 3 | 300 | 5 | 0.8 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| ปัญหาขนาดกลาง | 1 | 500 | 3 | 0.8 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 2 | 100 | 2 | 0.9 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 3 | 100 | 3 | 0.7 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 1 | 500 | 3 | 0.8 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 2 | 300 | 2 | 0.7 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | 3 | 300 | 5 | 0.9 | 3 - Opt / 3 - Opt* |
| ปัญหารวม | 1 | 300 | 3 | 0.8 | 3 - Opt / 3 - Opt* |

ที่มา : กรรณดิมา และขวัญวิมล, (2559)

4.6.2 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ ประกอบด้วยค่า Local Search, Perturbation ดังตารางที่ 4.93

ตารางที่ 4.93 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

| ลักษณะของปัญหา | | Local Search | Perturbation |
|----------------|---|--------------------|------------------|
| ปัญหาขนาดเล็ก | 1 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| | 2 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| | 3 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 30% |

ตารางที่ 4.93 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

| ลักษณะของปัญหา | | Local Search | Perturbation |
|----------------|---|--------------------|------------------|
| ปัญหาขนาดกลาง | 1 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| | 2 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| | 3 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 1 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 20% |
| | 2 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| | 3 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |
| ปัญหารวม | 1 | 3 - Opt / 3 - Opt* | Perturbation 10% |

ที่มา : สิริธร และหทัยรัตน์ (2559)

4.6.3 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม

ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม ประกอบด้วยค่า Population Size, Generation, Crossover และ Mutation ดังตารางที่ 4.94

ตารางที่ 4.94 ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม

| ลักษณะของปัญหา | | Population Size | Generation | Crossover | Mutation |
|----------------|---|-----------------|------------|-----------|----------|
| ปัญหาขนาดเล็ก | 1 | 100 | 100 | 0.90 | 0.05 |
| | 2 | 100 | 100 | 0.80 | 0.05 |
| | 3 | 100 | 100 | 0.70 | 0.02 |
| ปัญหาขนาดกลาง | 1 | 100 | 100 | 0.90 | 0.05 |
| | 2 | 100 | 100 | 0.90 | 0.15 |
| | 3 | 100 | 100 | 0.80 | 0.02 |

ตารางที่ 4.94 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์จากการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม

| ลักษณะของปัญหา | | Population Size | Generation | Crossover | Mutation |
|----------------|---|-----------------|------------|------------|----------|
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 1 | 100 | 100 | 0.80 | 0.02 |
| | 2 | 100 | 100 | 0.80 | 0.15 |
| | 3 | 100 | 100 | 0.90 | 0.15 |
| ปัญหารวม | 1 | 100 | 100 | 0.8 0.9 | 0.02 |
| | | | | | 0.05 |
| | | | | | 0.15 |

ที่มา : นันทิชา และภัศชญา (2559)

4.7 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการรอบอ่อนจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการรอบอ่อนจำลอง เป็นดังตารางที่ 4.95

ตารางที่ 4.95 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลอง

| ขนาดปัญหา | ค่าพารามิเตอร์จากวิธีการ F - Race | ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|-----------|-----------------------------------|--|
| เล็ก | 300, 0.9, 5, 1 - 1 InterChange | 300, 0.7, 2, 3- Opt / 3 - Opt* |
| | | 100, 0.8, 3, 3- Opt / 3 - Opt* |
| | | 300, 0.8, 5, 3- Opt / 3 - Opt* |
| กลาง | 300, 0.7, 5, Shift 10 | 500, 0.8, 3, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | | 100, 0.9, 2, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | | 100,0.7, 3, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| ใหญ่ | 100, 0.9, 2, 2 - Opt / 2 - Opt* | 500, 0.8, 3, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | | 300, 0.7, 2, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| | | 300, 0.9, 5, 3 - Opt / 3 - Opt* |
| รวม | 100, 0.8, 3, 2 - Opt / 2 - Opt* | 300, 0.8, 3, 3 - Opt / 3 - Opt* |

หลังจากที่ได้ค่าพารามิเตอร์จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะทำการรัน 1 รอบ รอบละ 50 ปัญหา จะได้ค่าเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.96 ตารางที่ 4.97 ตารางที่ 4.98 และตารางที่ 4.99

ตารางที่ 4.96 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหาขนาดเล็ก

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 1 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 1 | 29 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 2 | 30 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 1 | 2 |
| 8 | 2 | 1 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 1 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 2 | 1 |
| 16 | 2 | 1 | 41 | 2 | 1 |
| 17 | 2 | 1 | 42 | 1 | 2 |
| 18 | 1 | 2 | 43 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 2 | 1 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 2 | 1 |
| 22 | 2 | 1 | 47 | 1 | 2 |
| 23 | 1 | 2 | 48 | 2 | 1 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 2 | 1 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 1 | 2 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหาขนาดเล็ก จากวิธีการ F-Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 30 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 20 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 20 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 30 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหาขนาดเล็กจากวิธีการ F - Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.97 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหาขนาดกลาง

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 1 | 1 | 2 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 1 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 1 | 29 | 2 | 1 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 1 | 31 | 2 | 1 |
| 7 | 1 | 2 | 32 | 1 | 2 |
| 8 | 2 | 1 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 1 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 2 | 1 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 38 | 2 | 1 |
| 14 | 2 | 1 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 2 | 1 | 40 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 2 | 1 |
| 17 | 1 | 2 | 42 | 2 | 1 |
| 18 | 2 | 1 | 43 | 2 | 1 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 1 | 2 |
| 20 | 1 | 2 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 2 | 1 |

ตารางที่ 4.97 (ต่อ) เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการอบอุ่นจำลองของปัญหาขนาดกลาง

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 22 | 1 | 2 | 47 | 2 | 1 |
| 23 | 2 | 1 | 48 | 2 | 1 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 2 | 1 |
| 25 | 2 | 1 | 50 | 1 | 2 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการอบอุ่นจำลองของปัญหาขนาดกลาง จากวิธีการ F-Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 27 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 23 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 23 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 27 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการอบอุ่นจำลองของปัญหาขนาดกลางดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.98 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการอบอุ่นจำลองของปัญหาขนาดใหญ่

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 1 | 1 | 2 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 2 | 1 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 29 | 1 | 2 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 1 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 2 | 1 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 2 | 1 |

ตารางที่ 4.98 (ต่อ) เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการรอบอ่อน
จำลองของปัญหาขนาดใหญ่

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากการ วิธีการออกแบบ การทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากการ วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากการ วิธีการออกแบบ การทดลอง |
|----------|-----------------------------------|--|----------|---|--|
| 11 | 1 | 2 | 36 | 2 | 1 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 39 | 2 | 1 |
| 15 | 2 | 1 | 40 | 2 | 1 |
| 16 | 2 | 1 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 1 | 2 | 42 | 2 | 1 |
| 18 | 2 | 1 | 43 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 1 | 2 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 1 | 2 |
| 22 | 2 | 1 | 47 | 2 | 1 |
| 23 | 2 | 1 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 2 | 1 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลอง
ของปัญหาขนาดใหญ่ จากวิธีการ F-Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 28 ค่า มีค่าที่อยู่
อันดับ 2 ทั้งหมด 22 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 22
ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 28 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลอง
ของปัญหาขนาดใหญ่จากวิธีการ F – Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.99 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการอบอ่อนจำลอง
ของปัญหาหรรวม

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง |
|--------------|--|---|--------------|--|---|
| 1 | 2 | 1 | 26 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 1 | 29 | 1 | 2 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 1 | 2 |
| 8 | 1 | 2 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 2 | 1 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 2 | 1 |
| 12 | 2 | 1 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 2 | 1 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 2 | 1 | 39 | 2 | 1 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 1 | 2 |
| 16 | 2 | 1 | 41 | 2 | 1 |
| 17 | 2 | 1 | 42 | 1 | 2 |
| 18 | 2 | 1 | 43 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 2 | 1 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 1 | 2 | 46 | 1 | 2 |
| 22 | 2 | 1 | 47 | 2 | 1 |
| 23 | 1 | 2 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 2 | 1 | 50 | 1 | 2 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหา รวม จากวิธีการ F-Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 26 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 24 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 24 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 26 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการรอบอ่อนจำลองของปัญหา รวม จากวิธีการ F - Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

4.8 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ เป็นดังตารางที่ 4.100

ตารางที่ 4.100 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโจทย์ปัญหาของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

| ขนาดปัญหา | ค่าพารามิเตอร์จากวิธีการ F - Race | ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ ออกแบบการทดลอง |
|-----------|--|--|
| เล็ก | 1 - 1 InterChange, Perturbation 30% | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 10% |
| | | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 30% |
| กลาง | 1 - 1 InterChange, Perturbation 10% | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 10% |
| ใหญ่ | 1 - 1 InterChange, Perturbation 30% | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 20% |
| | | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 10% |
| รวม | 1 - 1 InterChange, Perturbation 30% | 3 - Opt / 3 - Opt*, Perturbation 10% |

หลังจากที่ได้ค่าพารามิเตอร์จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะทำการรัน 1 รอบ รอบละ 50 ปัญหา จะได้ค่าเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.101 ตารางที่ 4.102 ตารางที่ 4.103 และตารางที่ 4.104

ตารางที่ 4.101 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบ
เฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดเล็ก

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบ การทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบ การทดลอง |
|--------------|---|---|--------------|--|---|
| 1 | 2 | 1 | 26 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 2 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 29 | 2 | 1 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 1 | 31 | 1 | 2 |
| 7 | 1 | 2 | 32 | 1 | 2 |
| 8 | 1 | 2 | 33 | 2 | 1 |
| 9 | 2 | 1 | 34 | 2 | 1 |
| 10 | 2 | 1 | 35 | 2 | 1 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 2 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 2 | 1 | 40 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 1 | 2 | 42 | 1 | 2 |
| 18 | 2 | 1 | 43 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 2 | 1 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 2 | 1 |
| 22 | 2 | 1 | 47 | 1 | 2 |
| 23 | 1 | 2 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 2 | 1 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดเล็ก จากวิธีการ F - Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 29 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 21 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 21 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 29 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดเล็กจากวิธีการ F - Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.102 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดกลาง

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F - Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 1 | 1 | 2 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 1 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 29 | 1 | 2 |
| 5 | 1 | 2 | 30 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 1 | 2 |
| 8 | 1 | 2 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 2 | 1 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 2 | 1 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 2 | 1 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 1 | 2 | 42 | 1 | 2 |
| 18 | 2 | 1 | 43 | 1 | 2 |
| 19 | 2 | 1 | 44 | 1 | 2 |

ตารางที่ 4.102 (ต่อ) เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบ

เฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดกลาง

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง |
|--------------|--|---|--------------|---|---|
| 20 | 1 | 2 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 1 | 2 |
| 22 | 1 | 2 | 47 | 2 | 1 |
| 23 | 1 | 2 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 2 | 1 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดกลาง จากวิธีการ F - Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 38 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 12 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 12 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 38 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดกลางจากวิธีการ F – Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.103 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดใหญ่

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบ การทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบ การทดลอง |
|--------------|---|---|--------------|--|---|
| 1 | 1 | 2 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 1 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 2 | 1 | 28 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 2 | 29 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 2 | 30 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 2 | 1 |

ตารางที่ 4.103 (ต่อ) เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบ เฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดใหญ่

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้ จากวิธีการ ออกแบบการ ทดลอง |
|--------------|--|---|--------------|--|---|
| 8 | 1 | 2 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 2 | 1 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 2 | 1 | 35 | 1 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 2 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 38 | 2 | 1 |
| 14 | 1 | 2 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 2 | 1 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 2 | 1 | 42 | 2 | 1 |
| 18 | 1 | 2 | 43 | 2 | 1 |
| 19 | 2 | 1 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 2 | 1 | 45 | 2 | 1 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 2 | 1 |
| 22 | 1 | 2 | 47 | 1 | 2 |
| 23 | 2 | 1 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 1 | 2 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ เฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดใหญ่ จากวิธีการ F - Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมด จำนวน 38 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 12 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 12 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 38 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จาก วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดใหญ่จากวิธีการ F – Race ดีกว่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 4.104 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่
แบบวนรอบซ้ำของปัญหารวม

| ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบการ ทดลอง | ปัญหา ที่ | ค่า Rank ที่ ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จาก วิธีการออกแบบ การทดลอง |
|--------------|---|---|--------------|---|---|
| 1 | 2 | 1 | 26 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 2 | 27 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 2 | 29 | 1 | 2 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 1 | 31 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 2 | 1 |
| 8 | 1 | 2 | 33 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | 35 | 1 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 2 | 1 | 38 | 1 | 2 |
| 14 | 2 | 1 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 2 | 1 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 1 | 2 | 42 | 1 | 2 |
| 18 | 1 | 2 | 43 | 2 | 1 |
| 19 | 1 | 2 | 44 | 1 | 2 |
| 20 | 1 | 2 | 45 | 2 | 1 |
| 21 | 1 | 2 | 46 | 1 | 2 |
| 22 | 2 | 1 | 47 | 1 | 2 |
| 23 | 1 | 2 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 1 | 2 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 1 | 2 |

เมื่อพิจารณาคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาหรรวม จากวิธีการ F - Race นั้นจะมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 36 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 14 ค่า ในขณะที่วิธีการออกแบบการทดลองมีค่าอยู่ที่อันดับ 1 ทั้งหมดจำนวน 14 ค่า มีค่าที่อยู่อันดับ 2 ทั้งหมด 36 ค่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำของปัญหาขนาดใหญ่จากวิธีการ F - Race ดีกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

4.9 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม

ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม เป็นดังตารางที่ 4.105

ตารางที่ 4.105 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโจทย์ปัญหาของวิธีการเชิงพันธุกรรม

| ขนาดปัญหา | ค่าพารามิเตอร์จากวิธีการ F - Race | ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|-----------|-----------------------------------|--|
| เล็ก | 200 / 50, 0.8, 0.02 | 100 / 100, 0.9, 0.05 |
| | | 100 / 100, 0.8, 0.05 |
| | | 100 / 100, 0.7, 0.02 |
| กลาง | 500 / 20, 0.8, 0.05 | 100 / 100, 0.9, 0.05 |
| | | 100 / 100, 0.9, 0.15 |
| | | 100 / 100, 0.8, 0.02 |
| ใหญ่ | 500 / 20, 0.8, 0.05 | 100 / 100, 0.8, 0.02 |
| | | 100 / 100, 0.8, 0.15 |
| | | 100 / 100, 0.9, 0.15 |
| รวม | 100 / 100, 0.9, 0.15 | 100 / 100, 0.8, 0.02 |
| | | 100 / 100, 0.8, 0.05 |
| | | 100 / 100, 0.8, 0.15 |
| | | 100 / 100, 0.9, 0.02 |
| | | 100 / 100, 0.9, 0.05 |
| | | 100 / 100, 0.9, 0.15 |

หลังจากที่ได้ค่าพารามิเตอร์จากทั้ง 2 วิธีแล้ว จะทำการรัน 1 รอบ รอบละ 50 ปัญหา จะได้ค่าเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.106

ตารางที่ 4.106 เปรียบเทียบค่า Rank ที่ได้จากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเชิงพันธุกรรมของปัญหาขนาดเล็ก

| ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง | ปัญหาที่ | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการ F – Race | ค่า Rank ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง |
|----------|------------------------------------|---|----------|------------------------------------|---|
| 1 | 1 | 2 | 26 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 27 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 2 | 28 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 1 | 29 | 1 | 2 |
| 5 | 2 | 1 | 30 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 2 | 31 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 32 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 1 | 33 | 2 | 1 |
| 9 | 1 | 2 | 34 | 1 | 2 |
| 10 | 2 | 1 | 35 | 1 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 36 | 1 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 37 | 1 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 38 | 2 | 1 |
| 14 | 2 | 1 | 39 | 1 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 40 | 2 | 1 |
| 16 | 1 | 2 | 41 | 1 | 2 |
| 17 | 2 | 1 | 42 | 2 | 1 |
| 18 | 1 | 2 | 43 | 2 | 1 |
| 19 | 2 | 1 | 44 | 2 | 1 |
| 20 | 1 | 2 | 45 | 1 | 2 |
| 21 | 2 | 1 | 46 | 2 | 1 |
| 22 | 1 | 2 | 47 | 1 | 2 |
| 23 | 2 | 1 | 48 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 1 | 49 | 1 | 2 |
| 25 | 1 | 2 | 50 | 2 | 1 |

4.10 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรม

เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมของแต่ละวิธีจะมีเวลาที่ใช้ในการรันแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับขนาดของปัญหาและลักษณะของปัญหา ดังตารางที่ 4.107 และตารางที่ 4.108

ตารางที่ 4.107 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมของวิธีการ F - Race

| ขนาดของปัญหา | เวลาที่ใช้ในการรันของแต่ละวิธี | | |
|---------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| | วิธีการอบอุ่นจำลอง (นาทีก) | วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ (นาทีก) | วิธีการเชิงพันธุกรรม (นาทีก) |
| ปัญหาขนาดเล็ก | 2 - 5 | 2 - 10 | 240 - 360 |
| ปัญหาขนาดกลาง | 2 - 5 | 2 - 10 | 240 - 360 |
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 2 - 7 | 2 - 10 | 2500 - 2880 |
| ปัญหารวม | 2 - 7 | 2 - 12 | 4320 |

ตารางที่ 4.108 เวลาที่ใช้ในการรันโปรแกรมเปรียบเทียบระหว่างวิธีการ F - Race กับวิธีการออกแบบการทดลอง

| ขนาดของปัญหา | เวลาที่ใช้ในการรันของแต่ละวิธี | | |
|---------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| | วิธีการอบอุ่นจำลอง (นาทีก) | วิธีการหาคำตอบเฉพาะที่ แบบวนรอบซ้ำ (นาทีก) | วิธีการเชิงพันธุกรรม (นาทีก) |
| ปัญหาขนาดเล็ก | 1 - 3 | 1 - 3 | 245 |
| ปัญหาขนาดกลาง | 1 - 3 | 1 - 3 | 390 |
| ปัญหาขนาดใหญ่ | 1 - 3 | 1 - 5 | 455 |
| ปัญหารวม | 1 - 3 | 1 - 5 | 669 |

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการศึกษา และดำเนินโครงการเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับเมตาฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา : เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ” สามารถสรุปผลการดำเนินโครงการได้ดังนี้

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในแต่ละปัญหา ผู้ดำเนินโครงการจึงได้นำวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race มาใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ โดยจะนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง และวิธีการ F - Race มาเปรียบเทียบกันเพื่อที่จะได้ทราบค่าความแตกต่างของคำตอบที่ได้จากทั้ง 2 วิธี ว่าวิธีการใดให้ค่าพารามิเตอร์เหมาะสมที่สุด โดยวิธีการ F - Race ที่นำมาเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์กับวิธีการออกแบบการทดลอง เป็นหนึ่งในวิธีการหาค่าคำตอบที่เหมาะสม แต่ไม่ใช่สำหรับปัญหานั้นๆ ดังวิธีการออกแบบการทดลอง วิธีการ F - Race เป็นวิธีการแข่งขันกันระหว่างผู้เข้าแข่งขันหรือในที่นี้คือการตั้งค่าพารามิเตอร์ เพื่อหาผู้ชนะที่สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบปัญหาที่เกิดจากการสุ่มขึ้นมา

ซึ่งจากการเปรียบเทียบเพื่อที่จะหาค่าความแตกต่างของวิธีการออกแบบการทดลอง กับวิธีการ F - Race นั้น ได้มีการสร้างโจทย์ปัญหาที่ใช้ในการเปรียบเทียบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะทั้งหมด 12 ปัญหา โดยมีการแบ่งเป็น โจทย์ปัญหาขนาดเล็ก 3 ข้อ ขนาดกลาง 3 ข้อ และขนาดใหญ่ 3 ข้อ และเป็นโจทย์ปัญหารวม 3 ข้อ เพื่อที่จะนำไปทดสอบโปรแกรม และหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของโจทย์ปัญหาทั้งหมด โดยปัญหารวมนั้นจะเป็นการสุ่มโจทย์ขึ้นมา โดยโจทย์นั้นจะมีปริมาณลูกค้าอยู่ที่ 15 ถึง 120 ราย ซึ่งจะเป็นปัญหาที่ครอบคลุมทั้งปัญหาขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

หลังจากทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการรันโปรแกรมด้วยวิธีการ F - Race โดยปัญหาที่ใช้ในการรันนี้จะสุ่มขึ้นมาโดยกำหนดให้จำนวนลูกค้าอยู่ที่ 15 ถึง 30 รายเป็นปัญหาขนาดเล็ก 30 ถึง 50 รายเป็นปัญหาขนาดกลาง 50 ถึง 120 รายเป็นปัญหาขนาดใหญ่ และ 15 ถึง 120 รายเป็นปัญหารวม ตำแหน่งของลูกค้าจะแทนด้วยแกน X และ Y ซึ่งให้ศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่พิกัด (0, 0) จากนั้นจะสุ่มพิกัดลูกค้าอยู่ในช่วง 25 ถึง 250 ความต้องการของลูกค้าสุ่มอยู่ที่ 3 ถึง 10 กรอบเวลาเริ่มต้นสุ่มอยู่ที่ 100 ถึง 1000 หากเป็นของศูนย์กระจายสินค้ากรอบเวลาจะเริ่มต้นที่ 0 ถึงกรอบเวลาสิ้นสุด เวลาในการขนถ่ายสินค้าจะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า และค่าปรับจะทำการสุ่มอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ซึ่งทางผู้ดำเนินโครงการได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ F - Race ไปเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการออกแบบการทดลอง

สรุปข้อดีของวิธีการ F - Race จะให้ค่าคำตอบที่สามารถใช้ได้กับทุกโจทย์เนื่องจากมีความหลากหลายของโจทย์ปัญหาที่สุ่มขึ้นมาใช้ในการทดสอบ ข้อด้อยของวิธีการ F - Race ใช้เวลาค่อนข้างนานในการคัดเลือกคำตอบ ข้อดีของวิธีการออกแบบการทดลองจะใช้เวลาในการทดสอบโปรแกรมค่อนข้างน้อย และให้ค่าคำตอบเฉพาะโจทย์ปัญหานั้นๆ ข้อด้อยของวิธีการออกแบบการทดลองค่าคำตอบที่ได้จะเหมาะกับเฉพาะโจทย์ปัญหานั้นๆ ไม่สามารถนำไปใช้หาคำตอบในโจทย์ปัญหาข้ออื่นได้

สรุปข้อดี ข้อด้อยของวิธีการ F - Race และวิธีการออกแบบการทดลอง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปข้อดี และข้อเสียของวิธีการ F - Race และวิธีการออกแบบการทดลอง

| วิธีการ | ข้อดี | ข้อด้อย |
|----------------|---|--|
| F - Race | วิธีการ F - Race จะให้ค่าคำตอบที่สามารถใช้ได้กับทุกโจทย์ปัญหา เนื่องจากมีความหลากหลายของโจทย์ที่สุ่มมาใช้ในการทดสอบ | วิธีการ F - Race ใช้เวลาค่อนข้างนานในการรันโปรแกรมหรือคัดเลือกราคาตอบ |
| ออกแบบการทดลอง | วิธีการออกแบบการทดลองจะใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่าวิธีการ F - Race | ค่าคำตอบที่ได้ของวิธีการออกแบบการทดลองจะเหมาะกับโจทย์เฉพาะข้อ ไม่สามารถนำไปใช้หาคำตอบในโจทย์ข้ออื่นได้ |

5.2 ปัญหาที่พบจากการดำเนินโครงการ

5.2.1 โปรแกรมที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์นี้สร้างขึ้นจากการเขียนโปรแกรม Visual Basic for Application ใน Microsoft Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากรายวิชาที่ได้ลงเรียน จึงทำให้ไม่ชำนาญกับการเขียนโปรแกรมนี้ และทำให้เสียเวลาไปกับการเรียนรู้ศึกษาการใช้งานเพิ่มเติมพอสมควร

5.2.2 เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการรันโปรแกรมในแต่ละครั้งมีขนาดใหญ่ จึงทำให้ใช้เวลาในการรันโปรแกรมนาน และทำให้เกิดความล่าช้าของโครงการขึ้น

5.2.3 จากการรันโปรแกรมด้วยวิธีการ F - Race ผู้จัดทำได้พบค่าพารามิเตอร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนหลายค่า จึงได้นำการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในแต่ละรอบการรันมาใช้ในการเปรียบกับวิธีการออกแบบการทดลอง

5.2.4 การเขียนโปรแกรมโดยการต่อยอด ผู้ดำเนินโครงการจึงต้องทำการศึกษาตัวโปรแกรมเดิม แล้วทำการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม จากวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการเชิงพันธุกรรม และวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ จึงใช้เวลานานในการศึกษา ก่อนที่จะเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

5.3 แนวทางการแก้ปัญหา

5.3.1 ปรีกษารับฟังคำชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต รวมถึงค้นคว้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยอื่นๆด้วย

5.3.2 เนื่องจากการรันโปรแกรมในแต่ละครั้งใช้เวลานาน จึงมีการแก้ปัญหาโดยการแก้ไขโปรแกรมบางส่วนเพื่อให้เวลาลดลง และใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการรันเพิ่มขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ในวิธีการรอบอ่อนจำลอง วิธีการเชิงพันธุกรรม และวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ อาจจะต้องทำการศึกษาที่หลากหลายรูปแบบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ใด มีผลอย่างไร และสามารถนำไปใช้กับปัญหาขนาดใดจึงจะเหมาะสมเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด และเวลาน้อยที่สุด

5.4.2 บางกรณีค่าพารามิเตอร์ที่ได้อาจแตกต่างกัน เนื่องจากปัญหาถูกสร้างขึ้นจากการสุ่ม จึงทำให้ได้ค่าที่แตกต่างกัน

5.4.3 การแก้ปัญหการจัดเส้นทางยานพาหนะ เพื่อหาการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และนำไปใช้ในภาคหน้าได้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณพินา ชูนาสุนย์ และขวัญวิมล เปี่ยมสิน, (2559). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับยานพาหนะเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการรอบอ่อนจำลอง. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- กัปตันนิโม. ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm). สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2560, จาก <https://kapitaennem0.wordpress.com/2013/07/17/genetic-algorithm/>
- คงเดช ทรงแสง, (2552). ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งของรถบรรทุกของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560, จาก <http://www.logisticscorner.com/index.php?option>.
- ฉลอง สีแก้วสีว. วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment :DOE). สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2560, จาก http://www.geocities.ws/chalong_sri/why_DOE.htm/
- ธารชุตา พันธุ์นิกุล, (2551). องค์ประกอบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560, จาก <https://goo.gl/MWCkxb>.
- นันทิชา คำภูมิ และภัสชญู ครองยุทธ, (2559). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับยานพาหนะเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการเชิงพันธุกรรม. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- นรินทร์ สมมุติ และสมบัติ สนธิเชาวน, (2552). วิธีอิวิริสติก GRASP สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2560, จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/rmutjo/article/view/15898>
- ยุทธพงษ์ พรหมสีนอง. (2557). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบพลวัตที่มีกรอบเวลาดำเนินการด้วยวิธีการค้นหาในย่านใกล้เคียงแปรผัน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, (2554). ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle routing problems). สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560, จาก http://www.ubu.ac.th/~pitakaso/1302476/new_doc/ch06_s.pdf
- ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, (2554). วิธีเมตาอิวิริสติกเพื่อแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, (2554). หลักการเบื้องต้นของเมตาอิวิริสติก. ในแสงเงิน นาคพัฒน์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ศิริชัย ยศวังใจ, (2559). แบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบพลวัต. ปรินญาณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สิริธร บุญมี และหทัยรัตน์ แซ่ลี, (2559). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับยานพาหนะ เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดโดยวิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ. ปรินญา นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Tang, J., Zhang, J and Pan, Z. (2010). A scatter search algorithm for vehicle routing problem with loading cost. Expert Systems with Applications, 37 (6), 4073-4083





โจทย์ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งยานพาหนะเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด
ที่นำไปใช้ทดลอง

1. ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทั้งหมด 135 ชุด ซึ่งค่าพารามิเตอร์แต่ละชุดจะมีการทำซ้ำ 5 ครั้งต่อโจทย์ปัญหา โดยค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด ดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด

| ชุดที่ | Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search |
|--------|---------------------|-----|--------------|-----------------|
| 1 | 100 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 2 | 100 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 3 | 100 | 0.7 | 2 | Shift 10 |
| 4 | 100 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange |
| 5 | 100 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange |
| 6 | 100 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 7 | 100 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 8 | 100 | 0.7 | 3 | Shift 10 |
| 9 | 100 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange |
| 10 | 100 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange |
| 11 | 100 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 12 | 100 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 13 | 100 | 0.7 | 5 | Shift 10 |
| 14 | 100 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange |
| 15 | 100 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange |
| 16 | 100 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 17 | 100 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 18 | 100 | 0.8 | 2 | Shift 10 |
| 19 | 100 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange |
| 20 | 100 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange |
| 21 | 100 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 22 | 100 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 23 | 100 | 0.8 | 3 | Shift 10 |
| 24 | 100 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange |
| 25 | 100 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange |
| 26 | 100 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 27 | 100 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 28 | 100 | 0.8 | 5 | Shift 10 |
| 29 | 100 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange |
| 30 | 100 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange |
| 31 | 100 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 32 | 100 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 33 | 100 | 0.9 | 2 | Shift 10 |
| 34 | 100 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange |
| 35 | 100 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange |
| 36 | 100 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด

| ชุดที่ | Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search |
|--------|---------------------|-----|--------------|-----------------|
| 37 | 100 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 38 | 100 | 0.9 | 3 | Shift 10 |
| 39 | 100 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange |
| 40 | 100 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange |
| 41 | 100 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 42 | 100 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 43 | 100 | 0.9 | 5 | Shift 10 |
| 44 | 100 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange |
| 45 | 100 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange |
| 46 | 300 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 47 | 300 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 48 | 300 | 0.7 | 2 | Shift 10 |
| 49 | 300 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange |
| 50 | 300 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange |
| 51 | 300 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 52 | 300 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 53 | 300 | 0.7 | 3 | Shift 10 |
| 54 | 300 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange |
| 55 | 300 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange |
| 56 | 300 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 57 | 300 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 58 | 300 | 0.7 | 5 | Shift 10 |
| 59 | 300 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange |
| 60 | 300 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange |
| 61 | 300 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 62 | 300 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 63 | 300 | 0.8 | 2 | Shift 10 |
| 64 | 300 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange |
| 65 | 300 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange |
| 66 | 300 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 67 | 300 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 68 | 300 | 0.8 | 3 | Shift 10 |
| 69 | 300 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange |
| 70 | 300 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange |
| 71 | 300 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 72 | 300 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 73 | 300 | 0.8 | 5 | Shift 10 |
| 74 | 300 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange |

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด

| ชุดที่ | Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search |
|--------|---------------------|-----|--------------|-----------------|
| 75 | 300 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange |
| 76 | 300 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 77 | 300 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 78 | 300 | 0.9 | 2 | Shift 10 |
| 79 | 300 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange |
| 80 | 300 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange |
| 81 | 300 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 82 | 300 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 83 | 300 | 0.9 | 3 | Shift 10 |
| 84 | 300 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange |
| 85 | 300 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange |
| 86 | 300 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 87 | 300 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 88 | 300 | 0.9 | 5 | Shift 10 |
| 89 | 300 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange |
| 90 | 300 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange |
| 91 | 500 | 0.7 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 92 | 500 | 0.7 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 93 | 500 | 0.7 | 2 | Shift 10 |
| 94 | 500 | 0.7 | 2 | 1-1 InterChange |
| 95 | 500 | 0.7 | 2 | 2-2 InterChange |
| 96 | 500 | 0.7 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 97 | 500 | 0.7 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 98 | 500 | 0.7 | 3 | Shift 10 |
| 99 | 500 | 0.7 | 3 | 1-1 InterChange |
| 100 | 500 | 0.7 | 3 | 2-2 InterChange |
| 101 | 500 | 0.7 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 102 | 500 | 0.7 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 103 | 500 | 0.7 | 5 | Shift 10 |
| 104 | 500 | 0.7 | 5 | 1-1 InterChange |
| 105 | 500 | 0.7 | 5 | 2-2 InterChange |
| 106 | 500 | 0.8 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 107 | 500 | 0.8 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 108 | 500 | 0.8 | 2 | Shift 10 |
| 109 | 500 | 0.8 | 2 | 1-1 InterChange |
| 110 | 500 | 0.8 | 2 | 2-2 InterChange |
| 111 | 500 | 0.8 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 112 | 500 | 0.8 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ตารางแสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด

| ชุดที่ | Maximum Temperature | Eq | Cooling Rate | Local Search |
|--------|---------------------|-----|--------------|-----------------|
| 113 | 500 | 0.8 | 3 | Shift 10 |
| 114 | 500 | 0.8 | 3 | 1-1 InterChange |
| 115 | 500 | 0.8 | 3 | 2-2 InterChange |
| 116 | 500 | 0.8 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 117 | 500 | 0.8 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 118 | 500 | 0.8 | 5 | Shift 10 |
| 119 | 500 | 0.8 | 5 | 1-1 InterChange |
| 120 | 500 | 0.8 | 5 | 2-2 InterChange |
| 121 | 500 | 0.9 | 2 | 2-Opt/2-Opt* |
| 122 | 500 | 0.9 | 2 | 3-Opt/3-Opt* |
| 123 | 500 | 0.9 | 2 | Shift 10 |
| 124 | 500 | 0.9 | 2 | 1-1 InterChange |
| 125 | 500 | 0.9 | 2 | 2-2 InterChange |
| 126 | 500 | 0.9 | 3 | 2-Opt/2-Opt* |
| 127 | 500 | 0.9 | 3 | 3-Opt/3-Opt* |
| 128 | 500 | 0.9 | 3 | Shift 10 |
| 129 | 500 | 0.9 | 3 | 1-1 InterChange |
| 130 | 500 | 0.9 | 3 | 2-2 InterChange |
| 131 | 500 | 0.9 | 5 | 2-Opt/2-Opt* |
| 132 | 500 | 0.9 | 5 | 3-Opt/3-Opt* |
| 133 | 500 | 0.9 | 5 | Shift 10 |
| 134 | 500 | 0.9 | 5 | 1-1 InterChange |
| 135 | 500 | 0.9 | 5 | 2-2 InterChange |

2. โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลองของวิธีการอบอ่อนจำลอง

2.1. โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.2 และตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.2 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 9 | 950 | 78 | 2 | 3 | 67 |
| 2 | 10 | 1500 | 58 | 2 | 3 | 62 |

ตารางที่ ก.3 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1224 | 0 | 0 |
| 1 | 58 | 108 | 10 | 117 | 360 | 58 | 1 |
| 2 | 228 | 147 | 8 | 782 | 1025 | 39 | 4 |
| 3 | 115 | 58 | 6 | 278 | 521 | 47 | 1 |
| 4 | 36 | 229 | 8 | 527 | 770 | 29 | 4 |
| 5 | 175 | 126 | 4 | 373 | 616 | 29 | 1 |
| 6 | 241 | 140 | 8 | 427 | 670 | 38 | 2 |
| 7 | 70 | 65 | 4 | 371 | 614 | 21 | 1 |
| 8 | 76 | 153 | 9 | 743 | 986 | 22 | 2 |
| 9 | 146 | 83 | 7 | 167 | 410 | 26 | 1 |
| 10 | 174 | 139 | 4 | 280 | 523 | 14 | 4 |
| 11 | 188 | 94 | 10 | 519 | 762 | 30 | 1 |
| 12 | 51 | 66 | 4 | 966 | 1209 | 45 | 4 |
| 13 | 61 | 151 | 9 | 639 | 882 | 25 | 1 |
| 14 | 30 | 55 | 5 | 712 | 955 | 38 | 5 |
| 15 | 37 | 133 | 10 | 665 | 908 | 40 | 2 |
| 16 | 187 | 62 | 3 | 640 | 883 | 29 | 5 |
| 17 | 215 | 62 | 3 | 401 | 644 | 32 | 2 |
| 18 | 107 | 81 | 10 | 224 | 467 | 21 | 2 |
| 19 | 51 | 191 | 8 | 380 | 623 | 51 | 3 |
| 20 | 154 | 75 | 3 | 581 | 824 | 27 | 4 |
| 21 | 203 | 45 | 3 | 599 | 842 | 48 | 5 |
| 22 | 80 | 97 | 5 | 876 | 1119 | 43 | 1 |
| 23 | 69 | 139 | 3 | 480 | 723 | 21 | 3 |
| 24 | 33 | 190 | 7 | 382 | 625 | 53 | 4 |
| 25 | 151 | 150 | 8 | 367 | 610 | 50 | 1 |
| 26 | 180 | 130 | 7 | 655 | 898 | 52 | 5 |
| 27 | 207 | 39 | 9 | 533 | 776 | 55 | 1 |
| 28 | 169 | 71 | 3 | 707 | 950 | 37 | 5 |
| 29 | 138 | 185 | 5 | 897 | 1140 | 55 | 1 |
| 30 | 51 | 35 | 5 | 807 | 1050 | 37 | 3 |
| 31 | 136 | 50 | 9 | 870 | 1113 | 52 | 5 |
| 32 | 80 | 160 | 4 | 574 | 817 | 39 | 5 |
| 33 | 246 | 87 | 8 | 106 | 349 | 18 | 3 |
| 34 | 230 | 246 | 3 | 753 | 996 | 36 | 3 |
| 35 | 28 | 41 | 6 | 248 | 491 | 20 | 3 |
| 36 | 99 | 66 | 8 | 492 | 735 | 45 | 2 |

2.2 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.4 และตารางที่ ก.5

ตารางที่ ก.4 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 6 | 950 | 77 | 1 | 3 | 65 |
| 2 | 8 | 1500 | 52 | 1 | 3 | 72 |

ตารางที่ ก.5 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1023 | 0 | 0 |
| 1 | 85 | 127 | 6 | 336 | 561 | 37 | 2 |
| 2 | 33 | 77 | 4 | 759 | 984 | 46 | 5 |

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 3 | 121 | 250 | 4 | 549 | 774 | 21 | 1 |
| 4 | 107 | 165 | 9 | 544 | 769 | 31 | 4 |
| 5 | 171 | 197 | 8 | 849 | 1074 | 57 | 3 |
| 6 | 166 | 148 | 7 | 971 | 1196 | 21 | 4 |
| 7 | 109 | 147 | 4 | 301 | 526 | 43 | 3 |
| 8 | 50 | 94 | 7 | 735 | 960 | 31 | 4 |
| 9 | 78 | 241 | 10 | 215 | 440 | 27 | 4 |
| 10 | 62 | 155 | 9 | 340 | 565 | 35 | 4 |
| 11 | 46 | 204 | 7 | 851 | 1076 | 29 | 5 |
| 12 | 36 | 71 | 8 | 645 | 870 | 52 | 5 |
| 13 | 44 | 161 | 4 | 969 | 1194 | 22 | 4 |
| 14 | 181 | 143 | 6 | 807 | 1032 | 18 | 1 |
| 15 | 123 | 40 | 3 | 700 | 925 | 33 | 4 |
| 16 | 61 | 33 | 8 | 378 | 603 | 58 | 4 |
| 17 | 240 | 70 | 9 | 491 | 716 | 23 | 3 |

2.3 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.6 และตารางที่ ก.7

ตารางที่ ก.6 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 7 | 950 | 54 | 2 | 2 | 71 |
| 2 | 10 | 1500 | 44 | 2 | 3 | 71 |

ตารางที่ ก.7 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1002 | 0 | 0 |
| 1 | 246 | 199 | 5 | 311 | 436 | 34 | 4 |
| 2 | 194 | 198 | 4 | 238 | 363 | 19 | 2 |
| 3 | 211 | 150 | 3 | 823 | 948 | 26 | 1 |
| 4 | 102 | 155 | 3 | 976 | 1101 | 27 | 3 |
| 5 | 33 | 117 | 8 | 909 | 1034 | 47 | 1 |
| 6 | 112 | 196 | 6 | 881 | 1006 | 28 | 1 |
| 7 | 134 | 190 | 4 | 376 | 501 | 31 | 3 |
| 8 | 137 | 219 | 6 | 920 | 1045 | 42 | 2 |
| 9 | 229 | 188 | 8 | 295 | 420 | 26 | 2 |
| 10 | 50 | 218 | 9 | 758 | 883 | 46 | 4 |
| 11 | 111 | 211 | 9 | 618 | 743 | 51 | 5 |
| 12 | 78 | 64 | 10 | 290 | 415 | 33 | 3 |
| 13 | 110 | 60 | 3 | 457 | 582 | 23 | 2 |
| 14 | 89 | 165 | 10 | 957 | 1082 | 46 | 3 |
| 15 | 196 | 38 | 3 | 163 | 288 | 24 | 3 |
| 16 | 168 | 222 | 8 | 102 | 227 | 25 | 3 |
| 17 | 63 | 145 | 4 | 504 | 629 | 36 | 5 |
| 18 | 216 | 77 | 3 | 808 | 933 | 34 | 4 |
| 19 | 26 | 169 | 8 | 268 | 393 | 38 | 5 |
| 20 | 124 | 77 | 7 | 921 | 1046 | 17 | 2 |
| 21 | 157 | 178 | 4 | 422 | 547 | 18 | 1 |
| 22 | 96 | 217 | 9 | 407 | 532 | 47 | 1 |
| 23 | 50 | 43 | 4 | 152 | 277 | 35 | 1 |
| 24 | 191 | 61 | 9 | 660 | 785 | 41 | 1 |
| 25 | 130 | 122 | 4 | 281 | 406 | 51 | 5 |
| 26 | 164 | 54 | 10 | 184 | 309 | 42 | 4 |
| 27 | 60 | 202 | 10 | 232 | 357 | 31 | 5 |
| 28 | 98 | 239 | 9 | 251 | 376 | 58 | 4 |
| 29 | 198 | 90 | 8 | 820 | 945 | 36 | 2 |
| 30 | 192 | 244 | 4 | 276 | 401 | 37 | 5 |

2.4 โจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

ปัญหขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.8 และตารางที่ ก.9

ตารางที่ ก.8 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 6 | 950 | 73 | 1 | 3 | 78 |
| 2 | 6 | 1500 | 61 | 1 | 3 | 73 |

ตารางที่ ก.9 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1208 | 0 | 0 |
| 1 | 220 | 144 | 3 | 116 | 227 | 14 | 1 |
| 2 | 32 | 165 | 6 | 644 | 755 | 44 | 3 |
| 3 | 64 | 248 | 3 | 431 | 542 | 27 | 3 |
| 4 | 34 | 37 | 5 | 433 | 544 | 18 | 4 |
| 5 | 222 | 136 | 3 | 287 | 398 | 33 | 2 |
| 6 | 37 | 106 | 5 | 200 | 311 | 35 | 5 |
| 7 | 181 | 191 | 5 | 756 | 867 | 37 | 2 |
| 8 | 137 | 231 | 4 | 854 | 965 | 17 | 3 |
| 9 | 57 | 155 | 7 | 227 | 338 | 36 | 1 |
| 10 | 172 | 38 | 5 | 958 | 1069 | 53 | 5 |
| 11 | 229 | 85 | 9 | 570 | 681 | 46 | 2 |
| 12 | 168 | 220 | 10 | 192 | 303 | 44 | 4 |
| 13 | 182 | 136 | 5 | 969 | 1080 | 23 | 5 |
| 14 | 186 | 67 | 7 | 865 | 976 | 24 | 3 |
| 15 | 164 | 175 | 7 | 248 | 359 | 32 | 4 |
| 16 | 233 | 231 | 6 | 514 | 625 | 31 | 5 |
| 17 | 57 | 68 | 10 | 233 | 344 | 36 | 1 |
| 18 | 97 | 245 | 8 | 216 | 327 | 47 | 3 |
| 19 | 89 | 188 | 10 | 666 | 777 | 23 | 1 |
| 20 | 85 | 242 | 8 | 257 | 368 | 32 | 4 |
| 21 | 175 | 172 | 3 | 838 | 949 | 36 | 2 |
| 22 | 100 | 122 | 8 | 238 | 349 | 25 | 4 |
| 23 | 75 | 187 | 10 | 335 | 446 | 46 | 2 |
| 24 | 148 | 110 | 5 | 757 | 868 | 55 | 1 |
| 25 | 162 | 99 | 7 | 222 | 333 | 43 | 5 |
| 26 | 210 | 94 | 6 | 247 | 358 | 50 | 2 |
| 27 | 75 | 97 | 6 | 359 | 470 | 25 | 4 |
| 28 | 128 | 61 | 9 | 818 | 929 | 19 | 3 |
| 29 | 108 | 245 | 7 | 339 | 450 | 46 | 3 |
| 30 | 120 | 159 | 9 | 231 | 342 | 41 | 3 |
| 31 | 53 | 246 | 8 | 620 | 731 | 24 | 1 |

2.5 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.10 และตารางที่ ก.11

ตารางที่ ก.10 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 5 | 950 | 60 | 2 | 3 | 69 |
| 2 | 8 | 1500 | 32 | 1 | 3 | 80 |

ตารางที่ ก.11 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1154 | 0 | 0 |
| 1 | 210 | 181 | 5 | 453 | 612 | 19 | 4 |
| 2 | 242 | 96 | 9 | 137 | 296 | 43 | 3 |
| 3 | 36 | 240 | 3 | 874 | 1033 | 17 | 3 |
| 4 | 193 | 226 | 5 | 742 | 901 | 22 | 4 |
| 5 | 54 | 84 | 7 | 988 | 1147 | 45 | 4 |
| 6 | 213 | 198 | 6 | 707 | 866 | 53 | 1 |
| 7 | 207 | 31 | 3 | 990 | 1149 | 40 | 2 |
| 8 | 59 | 193 | 8 | 595 | 754 | 28 | 4 |
| 9 | 235 | 145 | 10 | 679 | 838 | 32 | 1 |
| 10 | 199 | 198 | 7 | 919 | 1078 | 25 | 1 |
| 11 | 147 | 230 | 9 | 167 | 326 | 54 | 4 |
| 12 | 228 | 180 | 8 | 609 | 768 | 32 | 5 |
| 13 | 105 | 31 | 8 | 926 | 1085 | 20 | 5 |
| 14 | 158 | 231 | 6 | 544 | 703 | 43 | 5 |
| 15 | 103 | 125 | 10 | 804 | 963 | 32 | 1 |
| 16 | 215 | 243 | 7 | 803 | 962 | 42 | 3 |
| 17 | 133 | 49 | 10 | 141 | 300 | 42 | 4 |
| 18 | 158 | 181 | 4 | 290 | 449 | 50 | 2 |
| 19 | 205 | 242 | 8 | 591 | 750 | 58 | 4 |
| 20 | 100 | 63 | 8 | 561 | 720 | 46 | 3 |
| 21 | 66 | 143 | 6 | 702 | 861 | 27 | 2 |
| 22 | 165 | 121 | 10 | 808 | 967 | 23 | 4 |
| 23 | 222 | 27 | 5 | 899 | 1058 | 30 | 2 |
| 24 | 198 | 65 | 9 | 981 | 1140 | 52 | 5 |
| 25 | 38 | 196 | 8 | 740 | 899 | 33 | 1 |
| 26 | 203 | 142 | 5 | 805 | 964 | 40 | 4 |
| 27 | 134 | 122 | 3 | 353 | 512 | 30 | 1 |
| 28 | 230 | 144 | 8 | 438 | 597 | 52 | 4 |
| 29 | 235 | 222 | 8 | 897 | 1056 | 53 | 4 |
| 30 | 95 | 95 | 8 | 166 | 325 | 40 | 3 |

ตารางที่ ก.11 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 31 | 77 | 45 | 3 | 381 | 540 | 25 | 5 |
| 32 | 184 | 71 | 4 | 240 | 399 | 27 | 5 |
| 33 | 92 | 123 | 3 | 475 | 634 | 20 | 2 |
| 34 | 234 | 218 | 8 | 426 | 585 | 27 | 2 |
| 35 | 67 | 240 | 8 | 560 | 719 | 57 | 1 |
| 36 | 83 | 237 | 3 | 426 | 585 | 46 | 3 |
| 37 | 152 | 29 | 8 | 476 | 635 | 58 | 2 |
| 38 | 108 | 66 | 9 | 889 | 1048 | 32 | 2 |
| 39 | 52 | 72 | 6 | 846 | 1005 | 23 | 2 |
| 40 | 178 | 207 | 9 | 153 | 312 | 44 | 4 |
| 41 | 200 | 196 | 4 | 985 | 1144 | 28 | 1 |
| 42 | 143 | 28 | 5 | 986 | 1145 | 26 | 2 |
| 43 | 77 | 87 | 4 | 815 | 974 | 26 | 4 |
| 44 | 206 | 57 | 9 | 848 | 1007 | 44 | 1 |
| 45 | 191 | 221 | 6 | 323 | 482 | 44 | 4 |
| 46 | 113 | 189 | 7 | 273 | 432 | 51 | 4 |
| 47 | 235 | 202 | 3 | 632 | 791 | 17 | 5 |
| 48 | 48 | 181 | 10 | 794 | 953 | 28 | 3 |
| 49 | 213 | 160 | 6 | 152 | 311 | 16 | 1 |

2.6 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.12 และตารางที่ ก.13

ตารางที่ ก.12 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 62 | 2 | 3 | 69 |
| 2 | 8 | 1500 | 41 | 1 | 4 | 64 |

ตารางที่ ก.13 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1095 | 0 | 0 |
| 1 | 169 | 100 | 8 | 263 | 461 | 35 | 2 |
| 2 | 32 | 185 | 8 | 691 | 889 | 27 | 1 |
| 3 | 45 | 233 | 7 | 156 | 354 | 26 | 5 |
| 4 | 86 | 62 | 3 | 786 | 984 | 52 | 5 |

ตารางที่ ก.13 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 5 | 57 | 103 | 9 | 925 | 1123 | 46 | 5 |
| 6 | 222 | 77 | 9 | 881 | 1079 | 22 | 4 |
| 7 | 111 | 113 | 8 | 903 | 1101 | 40 | 2 |
| 8 | 204 | 119 | 8 | 801 | 999 | 29 | 4 |
| 9 | 115 | 208 | 5 | 583 | 781 | 17 | 5 |
| 10 | 130 | 182 | 6 | 918 | 1116 | 49 | 5 |
| 11 | 173 | 55 | 10 | 756 | 954 | 44 | 2 |
| 12 | 222 | 240 | 9 | 539 | 737 | 51 | 5 |
| 13 | 180 | 229 | 7 | 731 | 929 | 23 | 5 |
| 14 | 87 | 141 | 3 | 989 | 1187 | 37 | 2 |
| 15 | 169 | 120 | 7 | 111 | 309 | 27 | 5 |
| 16 | 144 | 90 | 7 | 585 | 783 | 33 | 5 |
| 17 | 46 | 38 | 6 | 929 | 1127 | 39 | 5 |
| 18 | 181 | 123 | 3 | 670 | 868 | 43 | 2 |
| 19 | 242 | 146 | 7 | 496 | 694 | 45 | 3 |
| 20 | 40 | 29 | 7 | 598 | 796 | 50 | 5 |
| 21 | 144 | 115 | 6 | 401 | 599 | 29 | 2 |
| 22 | 82 | 246 | 3 | 847 | 1045 | 20 | 3 |
| 23 | 226 | 181 | 5 | 236 | 434 | 39 | 2 |
| 24 | 58 | 59 | 6 | 159 | 357 | 24 | 3 |
| 25 | 158 | 223 | 4 | 768 | 966 | 22 | 5 |
| 26 | 64 | 165 | 9 | 302 | 500 | 35 | 3 |
| 27 | 244 | 140 | 3 | 203 | 401 | 21 | 4 |
| 28 | 209 | 143 | 10 | 581 | 779 | 24 | 4 |
| 29 | 73 | 190 | 8 | 107 | 305 | 37 | 2 |
| 30 | 109 | 164 | 3 | 284 | 482 | 37 | 5 |
| 31 | 59 | 112 | 9 | 125 | 323 | 45 | 4 |
| 32 | 207 | 219 | 8 | 510 | 708 | 37 | 1 |
| 33 | 162 | 95 | 10 | 501 | 699 | 27 | 1 |
| 34 | 62 | 133 | 10 | 355 | 553 | 20 | 5 |
| 35 | 43 | 150 | 9 | 138 | 336 | 22 | 4 |
| 36 | 47 | 121 | 6 | 200 | 398 | 38 | 5 |
| 37 | 99 | 188 | 5 | 384 | 582 | 17 | 4 |
| 38 | 187 | 68 | 7 | 187 | 385 | 34 | 3 |
| 39 | 236 | 57 | 5 | 651 | 849 | 15 | 3 |
| 40 | 177 | 169 | 7 | 859 | 1057 | 20 | 1 |
| 41 | 164 | 222 | 9 | 505 | 703 | 48 | 1 |
| 42 | 74 | 179 | 9 | 576 | 774 | 28 | 1 |
| 43 | 144 | 142 | 9 | 736 | 934 | 39 | 2 |
| 44 | 211 | 238 | 4 | 100 | 298 | 44 | 1 |

2.7 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.14และตารางที่ ก.15

ตารางที่ ก.14 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 9 | 950 | 69 | 2 | 2 | 61 |
| 2 | 7 | 1500 | 79 | 1 | 3 | 69 |
| 3 | 10 | 2500 | 80 | 2 | 4 | 79 |

ตารางที่ ก.15 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1222 | 0 | 0 |
| 1 | 151 | 165 | 4 | 693 | 884 | 47 | 3 |
| 2 | 57 | 59 | 10 | 173 | 364 | 28 | 3 |
| 3 | 105 | 182 | 3 | 886 | 1077 | 23 | 1 |
| 4 | 59 | 191 | 8 | 250 | 441 | 23 | 1 |
| 5 | 220 | 135 | 7 | 988 | 1179 | 50 | 2 |
| 6 | 51 | 129 | 4 | 486 | 677 | 52 | 1 |
| 7 | 211 | 152 | 8 | 975 | 1166 | 50 | 1 |
| 8 | 115 | 225 | 3 | 974 | 1165 | 28 | 4 |
| 9 | 175 | 244 | 5 | 290 | 481 | 43 | 5 |
| 10 | 204 | 228 | 5 | 567 | 758 | 41 | 4 |
| 11 | 69 | 241 | 8 | 931 | 1122 | 52 | 4 |
| 12 | 104 | 30 | 9 | 167 | 358 | 31 | 1 |
| 13 | 240 | 66 | 5 | 381 | 572 | 22 | 2 |
| 14 | 106 | 133 | 9 | 446 | 637 | 30 | 5 |
| 15 | 71 | 56 | 10 | 571 | 762 | 26 | 1 |
| 16 | 131 | 205 | 4 | 978 | 1169 | 42 | 3 |
| 17 | 200 | 173 | 6 | 201 | 392 | 22 | 3 |
| 18 | 124 | 200 | 5 | 974 | 1165 | 31 | 2 |
| 19 | 119 | 155 | 8 | 675 | 866 | 30 | 5 |
| 20 | 124 | 148 | 9 | 120 | 311 | 41 | 2 |
| 21 | 123 | 42 | 9 | 620 | 811 | 23 | 4 |
| 22 | 136 | 135 | 8 | 746 | 937 | 34 | 5 |
| 23 | 87 | 146 | 5 | 786 | 977 | 43 | 4 |
| 24 | 93 | 181 | 6 | 664 | 855 | 53 | 2 |
| 25 | 156 | 189 | 9 | 660 | 851 | 36 | 2 |
| 26 | 108 | 230 | 6 | 818 | 1009 | 33 | 4 |
| 27 | 223 | 175 | 10 | 822 | 1013 | 51 | 4 |
| 28 | 178 | 202 | 7 | 196 | 387 | 37 | 3 |
| 29 | 178 | 124 | 10 | 336 | 527 | 34 | 2 |
| 30 | 214 | 125 | 8 | 407 | 598 | 29 | 4 |

ตารางที่ ก.15 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 31 | 45 | 47 | 7 | 996 | 1187 | 46 | 5 |
| 32 | 171 | 63 | 3 | 959 | 1150 | 13 | 1 |
| 33 | 76 | 152 | 7 | 556 | 747 | 29 | 3 |
| 34 | 195 | 202 | 8 | 465 | 656 | 41 | 2 |
| 35 | 226 | 230 | 9 | 976 | 1167 | 59 | 3 |
| 36 | 128 | 206 | 5 | 491 | 682 | 29 | 4 |
| 37 | 102 | 225 | 10 | 368 | 559 | 46 | 5 |
| 38 | 50 | 151 | 10 | 819 | 1010 | 59 | 1 |
| 39 | 175 | 250 | 9 | 332 | 523 | 24 | 5 |
| 40 | 165 | 56 | 7 | 105 | 296 | 27 | 5 |
| 41 | 161 | 100 | 7 | 286 | 477 | 53 | 3 |
| 42 | 248 | 72 | 7 | 415 | 606 | 43 | 2 |
| 43 | 237 | 157 | 3 | 298 | 489 | 28 | 5 |
| 44 | 114 | 78 | 5 | 961 | 1152 | 45 | 3 |
| 45 | 168 | 123 | 3 | 663 | 854 | 26 | 4 |
| 46 | 69 | 30 | 3 | 524 | 715 | 43 | 3 |
| 47 | 129 | 45 | 10 | 536 | 727 | 57 | 5 |
| 48 | 69 | 50 | 10 | 365 | 556 | 41 | 2 |
| 49 | 134 | 77 | 3 | 135 | 326 | 53 | 5 |
| 50 | 41 | 224 | 5 | 216 | 407 | 29 | 2 |
| 51 | 40 | 243 | 6 | 553 | 744 | 26 | 3 |
| 52 | 122 | 175 | 10 | 281 | 472 | 60 | 1 |
| 53 | 213 | 190 | 7 | 394 | 585 | 42 | 5 |
| 54 | 122 | 200 | 8 | 234 | 425 | 27 | 1 |
| 55 | 204 | 170 | 4 | 882 | 1073 | 21 | 5 |
| 56 | 134 | 110 | 5 | 368 | 559 | 16 | 4 |
| 57 | 78 | 64 | 4 | 426 | 617 | 50 | 4 |
| 58 | 128 | 233 | 5 | 443 | 634 | 52 | 1 |
| 59 | 106 | 101 | 10 | 943 | 1134 | 32 | 4 |
| 60 | 81 | 55 | 9 | 736 | 927 | 49 | 4 |
| 61 | 40 | 112 | 10 | 776 | 967 | 43 | 5 |
| 62 | 106 | 245 | 10 | 258 | 449 | 35 | 5 |
| 63 | 46 | 172 | 5 | 315 | 506 | 20 | 5 |
| 64 | 237 | 56 | 10 | 252 | 443 | 29 | 2 |
| 65 | 146 | 43 | 5 | 404 | 595 | 35 | 4 |
| 66 | 136 | 241 | 5 | 184 | 375 | 29 | 1 |
| 67 | 121 | 156 | 8 | 657 | 848 | 57 | 2 |
| 68 | 236 | 244 | 9 | 837 | 1028 | 29 | 2 |
| 69 | 240 | 104 | 9 | 502 | 693 | 23 | 1 |
| 70 | 86 | 84 | 3 | 378 | 569 | 34 | 4 |
| 71 | 57 | 86 | 8 | 160 | 351 | 35 | 4 |

2.8 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.16และตารางที่ ก.17

ตารางที่ ก.16 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 5 | 950 | 57 | 2 | 4 | 63 |
| 2 | 10 | 1500 | 58 | 1 | 4 | 69 |
| 3 | 7 | 2500 | 98 | 1 | 2 | 66 |

ตารางที่ ก.17 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1138 | 0 | 0 |
| 1 | 231 | 211 | 7 | 273 | 492 | 46 | 5 |
| 2 | 112 | 203 | 10 | 473 | 692 | 31 | 2 |
| 3 | 201 | 63 | 9 | 406 | 625 | 44 | 3 |
| 4 | 44 | 195 | 10 | 722 | 941 | 39 | 5 |
| 5 | 127 | 193 | 10 | 458 | 677 | 53 | 3 |
| 6 | 194 | 166 | 6 | 700 | 919 | 16 | 3 |
| 7 | 32 | 182 | 7 | 214 | 433 | 18 | 5 |
| 8 | 186 | 65 | 4 | 118 | 337 | 37 | 5 |
| 9 | 158 | 86 | 3 | 362 | 581 | 33 | 2 |
| 10 | 188 | 207 | 4 | 157 | 376 | 35 | 2 |
| 11 | 139 | 88 | 9 | 650 | 869 | 29 | 5 |
| 12 | 116 | 102 | 4 | 985 | 1204 | 33 | 2 |
| 13 | 93 | 113 | 3 | 670 | 889 | 53 | 1 |
| 14 | 173 | 35 | 10 | 501 | 720 | 56 | 1 |
| 15 | 218 | 159 | 4 | 345 | 564 | 34 | 1 |
| 16 | 247 | 197 | 6 | 600 | 819 | 28 | 4 |
| 17 | 209 | 59 | 6 | 430 | 649 | 56 | 4 |
| 18 | 199 | 196 | 3 | 483 | 702 | 44 | 4 |
| 19 | 227 | 248 | 10 | 333 | 552 | 29 | 3 |
| 20 | 167 | 104 | 7 | 317 | 536 | 21 | 3 |
| 21 | 233 | 119 | 7 | 816 | 1035 | 32 | 5 |
| 22 | 133 | 200 | 8 | 222 | 441 | 27 | 3 |
| 23 | 173 | 80 | 3 | 945 | 1164 | 15 | 5 |
| 24 | 146 | 33 | 4 | 849 | 1068 | 34 | 4 |
| 25 | 71 | 212 | 3 | 364 | 583 | 17 | 2 |
| 26 | 64 | 246 | 10 | 974 | 1193 | 33 | 4 |
| 27 | 33 | 206 | 4 | 632 | 851 | 49 | 4 |
| 28 | 73 | 106 | 3 | 645 | 864 | 34 | 1 |

ตารางที่ ก.17 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 30 | 177 | 144 | 5 | 622 | 841 | 25 | 3 |
| 31 | 153 | 178 | 6 | 709 | 928 | 34 | 1 |
| 32 | 109 | 175 | 10 | 632 | 851 | 50 | 3 |
| 33 | 241 | 215 | 10 | 451 | 670 | 46 | 4 |
| 34 | 77 | 28 | 9 | 254 | 473 | 37 | 3 |
| 35 | 242 | 232 | 10 | 183 | 402 | 47 | 1 |
| 36 | 134 | 93 | 5 | 675 | 894 | 51 | 5 |
| 37 | 49 | 135 | 3 | 378 | 597 | 15 | 1 |
| 38 | 135 | 71 | 9 | 397 | 616 | 49 | 4 |
| 39 | 168 | 49 | 4 | 788 | 1007 | 50 | 1 |
| 40 | 37 | 124 | 6 | 187 | 406 | 49 | 5 |
| 41 | 212 | 209 | 4 | 126 | 345 | 19 | 5 |
| 42 | 66 | 45 | 8 | 550 | 769 | 30 | 3 |
| 43 | 114 | 48 | 3 | 203 | 422 | 22 | 1 |
| 44 | 40 | 201 | 3 | 378 | 597 | 35 | 3 |
| 45 | 83 | 225 | 3 | 295 | 514 | 48 | 2 |
| 46 | 121 | 47 | 4 | 254 | 473 | 45 | 3 |
| 47 | 172 | 28 | 3 | 142 | 361 | 49 | 1 |
| 48 | 182 | 159 | 6 | 790 | 1009 | 27 | 2 |
| 49 | 57 | 178 | 8 | 660 | 879 | 32 | 2 |
| 50 | 121 | 73 | 5 | 859 | 1078 | 49 | 3 |
| 51 | 225 | 184 | 4 | 517 | 736 | 30 | 3 |
| 52 | 34 | 87 | 5 | 438 | 657 | 26 | 2 |
| 53 | 195 | 32 | 8 | 812 | 1031 | 35 | 1 |
| 54 | 82 | 84 | 5 | 199 | 418 | 50 | 4 |
| 55 | 149 | 100 | 9 | 175 | 394 | 36 | 1 |
| 56 | 219 | 185 | 6 | 699 | 918 | 32 | 5 |
| 57 | 198 | 33 | 9 | 993 | 1212 | 21 | 5 |
| 58 | 204 | 67 | 6 | 526 | 745 | 19 | 3 |
| 59 | 225 | 28 | 3 | 371 | 590 | 22 | 5 |
| 60 | 171 | 151 | 6 | 222 | 441 | 43 | 5 |
| 61 | 156 | 73 | 10 | 781 | 1000 | 22 | 4 |
| 62 | 209 | 36 | 5 | 280 | 499 | 52 | 2 |
| 63 | 161 | 193 | 4 | 802 | 1021 | 35 | 5 |
| 64 | 176 | 60 | 7 | 115 | 334 | 56 | 1 |
| 65 | 176 | 195 | 7 | 159 | 378 | 47 | 2 |
| 66 | 199 | 242 | 9 | 316 | 535 | 26 | 2 |
| 67 | 51 | 90 | 5 | 938 | 1157 | 49 | 1 |
| 68 | 229 | 57 | 10 | 713 | 932 | 54 | 5 |
| 69 | 196 | 60 | 4 | 814 | 1033 | 16 | 1 |

ตารางที่ ก.17 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 70 | 105 | 76 | 3 | 440 | 659 | 51 | 1 |
| 71 | 91 | 164 | 8 | 644 | 863 | 32 | 2 |
| 72 | 160 | 171 | 8 | 637 | 856 | 29 | 3 |
| 73 | 95 | 174 | 4 | 609 | 828 | 40 | 4 |
| 74 | 205 | 146 | 8 | 419 | 638 | 33 | 4 |
| 75 | 222 | 177 | 7 | 522 | 741 | 22 | 5 |
| 76 | 197 | 115 | 10 | 227 | 446 | 27 | 2 |
| 77 | 162 | 107 | 4 | 882 | 1101 | 18 | 3 |
| 78 | 228 | 208 | 5 | 716 | 935 | 55 | 4 |
| 79 | 215 | 236 | 5 | 682 | 901 | 15 | 5 |
| 80 | 89 | 90 | 7 | 163 | 382 | 51 | 5 |
| 81 | 109 | 92 | 7 | 676 | 895 | 43 | 2 |
| 82 | 194 | 148 | 5 | 121 | 340 | 25 | 2 |
| 83 | 131 | 40 | 8 | 257 | 476 | 41 | 1 |
| 84 | 225 | 32 | 4 | 129 | 348 | 50 | 2 |
| 85 | 126 | 246 | 10 | 934 | 1153 | 60 | 1 |
| 86 | 75 | 127 | 6 | 933 | 1152 | 44 | 4 |

2.9 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.18และตารางที่ ก.19

ตารางที่ ก.18 แสดงข้อกำหนดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 10 | 950 | 65 | 1 | 3 | 68 |
| 2 | 5 | 1500 | 52 | 1 | 4 | 67 |
| 3 | 9 | 2500 | 85 | 1 | 4 | 71 |

ตารางที่ ก.19 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1308 | 0 | 0 |
| 1 | 156 | 199 | 6 | 750 | 875 | 36 | 2 |
| 2 | 222 | 129 | 3 | 208 | 333 | 20 | 5 |
| 3 | 67 | 224 | 6 | 846 | 971 | 44 | 3 |
| 4 | 115 | 187 | 8 | 617 | 742 | 49 | 3 |
| 5 | 134 | 167 | 9 | 873 | 998 | 38 | 3 |
| 6 | 237 | 106 | 9 | 890 | 1015 | 39 | 2 |
| 7 | 217 | 48 | 9 | 357 | 482 | 26 | 5 |
| 8 | 180 | 39 | 10 | 616 | 741 | 33 | 2 |

ตารางที่ ก.19 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 9 | 161 | 116 | 3 | 123 | 248 | 38 | 4 |
| 10 | 213 | 127 | 6 | 185 | 310 | 29 | 1 |
| 11 | 148 | 53 | 4 | 530 | 655 | 37 | 1 |
| 12 | 94 | 189 | 10 | 652 | 777 | 40 | 4 |
| 13 | 244 | 70 | 9 | 412 | 537 | 23 | 2 |
| 14 | 249 | 162 | 7 | 447 | 572 | 57 | 2 |
| 15 | 206 | 94 | 3 | 911 | 1036 | 19 | 1 |
| 16 | 32 | 247 | 7 | 352 | 477 | 48 | 1 |
| 17 | 74 | 36 | 7 | 870 | 995 | 27 | 4 |
| 18 | 66 | 222 | 4 | 441 | 566 | 42 | 3 |
| 19 | 34 | 178 | 6 | 870 | 995 | 44 | 4 |
| 20 | 82 | 44 | 9 | 709 | 834 | 27 | 2 |
| 21 | 154 | 140 | 5 | 346 | 471 | 37 | 3 |
| 22 | 126 | 91 | 7 | 478 | 603 | 20 | 3 |
| 23 | 71 | 224 | 9 | 530 | 655 | 55 | 4 |
| 24 | 79 | 87 | 7 | 835 | 960 | 49 | 5 |
| 25 | 115 | 105 | 6 | 773 | 898 | 37 | 3 |
| 26 | 86 | 75 | 4 | 389 | 514 | 42 | 5 |
| 27 | 167 | 53 | 5 | 146 | 271 | 48 | 3 |
| 28 | 98 | 170 | 7 | 482 | 607 | 55 | 1 |
| 29 | 28 | 128 | 10 | 659 | 784 | 38 | 1 |
| 30 | 114 | 249 | 7 | 488 | 613 | 51 | 1 |
| 31 | 222 | 146 | 9 | 814 | 939 | 55 | 4 |
| 32 | 68 | 101 | 3 | 828 | 953 | 42 | 2 |
| 33 | 242 | 67 | 9 | 866 | 991 | 56 | 5 |
| 34 | 149 | 93 | 5 | 825 | 950 | 26 | 4 |
| 35 | 93 | 76 | 8 | 978 | 1103 | 19 | 5 |
| 36 | 51 | 118 | 8 | 407 | 532 | 53 | 2 |
| 37 | 85 | 120 | 8 | 422 | 547 | 52 | 1 |
| 38 | 128 | 50 | 8 | 591 | 716 | 24 | 5 |
| 39 | 118 | 210 | 8 | 597 | 722 | 48 | 2 |
| 40 | 171 | 25 | 4 | 176 | 301 | 51 | 3 |
| 41 | 89 | 155 | 10 | 249 | 374 | 41 | 1 |
| 42 | 176 | 119 | 3 | 500 | 625 | 26 | 5 |
| 43 | 112 | 170 | 7 | 770 | 895 | 33 | 4 |
| 44 | 35 | 122 | 8 | 562 | 687 | 33 | 1 |
| 45 | 104 | 99 | 7 | 955 | 1080 | 53 | 4 |
| 46 | 42 | 152 | 5 | 813 | 938 | 18 | 3 |
| 47 | 245 | 191 | 8 | 380 | 505 | 18 | 2 |
| 48 | 248 | 244 | 5 | 119 | 244 | 28 | 3 |
| 49 | 222 | 184 | 7 | 753 | 878 | 27 | 2 |
| 50 | 57 | 190 | 10 | 849 | 974 | 22 | 5 |

2.10 โจทย์ปัญหาหรรวมข้อที่ 1

ปัญหาขนาดรวมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.20และตารางที่ ก.21

ตารางที่ ก.20 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาหรรวมข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 64 | 1 | 3 | 71 |
| 2 | 5 | 1500 | 59 | 1 | 4 | 75 |
| 3 | 6 | 2500 | 100 | 2 | 4 | 76 |

ตารางที่ ก.21 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาหรรวมข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1473 | 0 | 0 |
| 1 | 220 | 227 | 5 | 261 | 402 | 54 | 5 |
| 2 | 49 | 45 | 3 | 363 | 504 | 20 | 1 |
| 3 | 201 | 235 | 5 | 760 | 901 | 38 | 3 |
| 4 | 220 | 105 | 4 | 324 | 465 | 35 | 2 |
| 5 | 34 | 176 | 4 | 301 | 442 | 51 | 5 |
| 6 | 143 | 149 | 8 | 343 | 484 | 31 | 4 |
| 7 | 151 | 70 | 10 | 126 | 267 | 20 | 4 |
| 8 | 179 | 68 | 4 | 346 | 487 | 37 | 4 |
| 9 | 64 | 204 | 3 | 347 | 488 | 44 | 5 |
| 10 | 45 | 143 | 4 | 414 | 555 | 19 | 3 |
| 11 | 242 | 239 | 5 | 829 | 970 | 31 | 1 |
| 12 | 232 | 44 | 4 | 562 | 703 | 50 | 4 |
| 13 | 239 | 239 | 4 | 197 | 338 | 45 | 2 |
| 14 | 236 | 227 | 8 | 570 | 711 | 46 | 1 |
| 15 | 210 | 57 | 10 | 264 | 405 | 41 | 2 |
| 16 | 82 | 125 | 10 | 199 | 340 | 40 | 3 |
| 17 | 140 | 44 | 9 | 885 | 1026 | 40 | 4 |
| 18 | 183 | 55 | 5 | 991 | 1132 | 47 | 3 |
| 19 | 92 | 75 | 4 | 156 | 297 | 34 | 2 |
| 20 | 173 | 45 | 10 | 596 | 737 | 34 | 3 |
| 21 | 162 | 58 | 8 | 868 | 1009 | 53 | 3 |
| 22 | 69 | 80 | 5 | 962 | 1103 | 55 | 1 |
| 23 | 67 | 27 | 8 | 362 | 503 | 19 | 2 |
| 24 | 183 | 186 | 5 | 759 | 900 | 20 | 1 |
| 25 | 175 | 241 | 6 | 827 | 968 | 43 | 5 |
| 26 | 59 | 64 | 3 | 592 | 733 | 19 | 2 |
| 27 | 134 | 218 | 8 | 431 | 572 | 51 | 4 |
| 28 | 166 | 222 | 3 | 861 | 1002 | 52 | 2 |
| 29 | 113 | 110 | 9 | 905 | 1046 | 51 | 5 |

ตารางที่ ก.21 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 30 | 39 | 204 | 8 | 757 | 898 | 58 | 2 |
| 31 | 186 | 119 | 6 | 170 | 311 | 46 | 1 |
| 32 | 73 | 115 | 7 | 566 | 707 | 53 | 5 |
| 33 | 83 | 72 | 3 | 543 | 684 | 34 | 3 |
| 34 | 217 | 164 | 4 | 739 | 880 | 33 | 1 |
| 35 | 78 | 103 | 3 | 379 | 520 | 31 | 3 |
| 36 | 72 | 110 | 8 | 180 | 321 | 35 | 2 |
| 37 | 220 | 47 | 8 | 580 | 721 | 20 | 1 |
| 38 | 246 | 219 | 4 | 653 | 794 | 46 | 5 |
| 39 | 245 | 47 | 10 | 336 | 477 | 41 | 4 |
| 40 | 47 | 108 | 10 | 659 | 800 | 42 | 1 |
| 41 | 82 | 141 | 5 | 766 | 907 | 55 | 5 |
| 42 | 176 | 195 | 9 | 555 | 696 | 27 | 5 |
| 43 | 31 | 103 | 10 | 905 | 1046 | 35 | 3 |
| 44 | 139 | 56 | 6 | 221 | 362 | 48 | 1 |
| 45 | 107 | 229 | 4 | 800 | 941 | 22 | 4 |
| 46 | 109 | 148 | 3 | 451 | 592 | 25 | 4 |
| 47 | 82 | 82 | 6 | 702 | 843 | 37 | 2 |
| 48 | 76 | 96 | 7 | 905 | 1046 | 18 | 3 |
| 49 | 98 | 205 | 9 | 565 | 706 | 25 | 5 |
| 50 | 182 | 67 | 3 | 887 | 1028 | 17 | 2 |
| 51 | 129 | 190 | 8 | 321 | 462 | 28 | 3 |
| 52 | 193 | 36 | 10 | 483 | 624 | 21 | 1 |
| 53 | 197 | 203 | 4 | 652 | 793 | 39 | 3 |
| 54 | 177 | 231 | 9 | 475 | 616 | 36 | 5 |
| 55 | 113 | 159 | 5 | 644 | 785 | 50 | 2 |
| 56 | 218 | 188 | 9 | 210 | 351 | 57 | 4 |
| 57 | 57 | 64 | 6 | 219 | 360 | 36 | 5 |
| 58 | 42 | 143 | 10 | 706 | 847 | 35 | 3 |
| 59 | 43 | 188 | 5 | 724 | 865 | 39 | 2 |
| 60 | 176 | 83 | 5 | 427 | 568 | 23 | 2 |
| 61 | 55 | 207 | 9 | 504 | 645 | 57 | 5 |
| 62 | 151 | 35 | 3 | 258 | 399 | 44 | 3 |
| 63 | 76 | 224 | 10 | 524 | 665 | 29 | 3 |
| 64 | 176 | 146 | 3 | 287 | 428 | 51 | 3 |
| 65 | 175 | 112 | 3 | 321 | 462 | 17 | 3 |
| 66 | 101 | 159 | 7 | 413 | 554 | 53 | 4 |
| 67 | 198 | 50 | 9 | 912 | 1053 | 43 | 5 |
| 68 | 200 | 25 | 5 | 471 | 612 | 15 | 5 |

ตารางที่ ก.21 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 69 | 33 | 132 | 10 | 966 | 1107 | 49 | 3 |
| 70 | 218 | 202 | 7 | 221 | 362 | 19 | 4 |
| 71 | 146 | 44 | 6 | 887 | 1028 | 30 | 4 |
| 72 | 177 | 43 | 10 | 682 | 823 | 43 | 4 |
| 73 | 144 | 39 | 8 | 756 | 897 | 49 | 5 |
| 74 | 233 | 205 | 5 | 536 | 677 | 46 | 2 |
| 75 | 60 | 54 | 7 | 654 | 795 | 37 | 3 |
| 76 | 76 | 222 | 7 | 367 | 508 | 32 | 3 |
| 77 | 204 | 28 | 5 | 841 | 982 | 54 | 4 |

2.11 โจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

ปัญหาขนาดรวมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.22และตารางที่ ก.23

ตารางที่ ก.22 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 7 | 950 | 47 | 1 | 3 | 80 |
| 2 | 8 | 1500 | 53 | 1 | 2 | 67 |
| 3 | 8 | 2500 | 85 | 1 | 4 | 62 |

ตารางที่ ก.23 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1066 | 0 | 0 |
| 1 | 231 | 140 | 5 | 148 | 258 | 26 | 3 |
| 2 | 239 | 201 | 5 | 623 | 733 | 48 | 2 |
| 3 | 151 | 243 | 10 | 865 | 975 | 31 | 3 |
| 4 | 144 | 171 | 9 | 278 | 388 | 23 | 2 |
| 5 | 109 | 117 | 7 | 741 | 851 | 41 | 3 |
| 6 | 241 | 121 | 6 | 579 | 689 | 46 | 3 |
| 7 | 182 | 124 | 4 | 975 | 1085 | 34 | 5 |
| 8 | 207 | 201 | 5 | 224 | 334 | 28 | 2 |
| 9 | 197 | 192 | 3 | 717 | 827 | 19 | 3 |
| 10 | 199 | 71 | 3 | 473 | 583 | 52 | 2 |
| 11 | 218 | 31 | 4 | 299 | 409 | 20 | 4 |
| 12 | 136 | 235 | 7 | 385 | 495 | 39 | 3 |
| 13 | 240 | 218 | 6 | 523 | 633 | 29 | 3 |
| 14 | 76 | 71 | 9 | 888 | 998 | 39 | 5 |
| 15 | 222 | 189 | 5 | 760 | 870 | 45 | 3 |
| 16 | 36 | 92 | 6 | 920 | 1030 | 42 | 4 |

ตารางที่ ก.23 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 17 | 90 | 162 | 6 | 996 | 1106 | 29 | 1 |
| 18 | 208 | 63 | 7 | 131 | 241 | 54 | 4 |
| 19 | 147 | 230 | 4 | 709 | 819 | 49 | 5 |
| 20 | 130 | 57 | 10 | 883 | 993 | 24 | 1 |
| 21 | 205 | 153 | 8 | 814 | 924 | 42 | 3 |
| 22 | 96 | 107 | 8 | 884 | 994 | 34 | 3 |
| 23 | 222 | 109 | 3 | 213 | 323 | 50 | 2 |
| 24 | 176 | 223 | 7 | 813 | 923 | 55 | 1 |
| 25 | 131 | 34 | 8 | 136 | 246 | 27 | 5 |
| 26 | 228 | 97 | 6 | 118 | 228 | 45 | 3 |
| 27 | 39 | 41 | 7 | 593 | 703 | 55 | 1 |
| 28 | 226 | 26 | 9 | 244 | 354 | 33 | 1 |
| 29 | 207 | 185 | 3 | 160 | 270 | 17 | 5 |
| 30 | 128 | 197 | 9 | 826 | 936 | 37 | 2 |
| 31 | 60 | 165 | 7 | 937 | 1047 | 25 | 3 |
| 32 | 241 | 219 | 5 | 302 | 412 | 48 | 3 |
| 33 | 149 | 174 | 8 | 849 | 959 | 28 | 3 |
| 34 | 71 | 34 | 8 | 297 | 407 | 20 | 5 |
| 35 | 83 | 102 | 9 | 451 | 561 | 26 | 4 |
| 36 | 188 | 231 | 3 | 676 | 786 | 39 | 2 |
| 37 | 108 | 195 | 7 | 513 | 623 | 23 | 2 |
| 38 | 48 | 244 | 5 | 424 | 534 | 17 | 4 |
| 39 | 207 | 139 | 3 | 536 | 646 | 30 | 1 |
| 40 | 212 | 249 | 4 | 239 | 349 | 54 | 3 |
| 41 | 143 | 229 | 5 | 429 | 539 | 43 | 5 |
| 42 | 40 | 75 | 7 | 448 | 558 | 51 | 4 |
| 43 | 167 | 212 | 6 | 266 | 376 | 31 | 4 |
| 44 | 83 | 179 | 10 | 232 | 342 | 31 | 2 |
| 45 | 83 | 238 | 5 | 931 | 1041 | 21 | 2 |
| 46 | 128 | 151 | 5 | 259 | 369 | 32 | 1 |
| 47 | 28 | 78 | 8 | 654 | 764 | 32 | 3 |
| 48 | 223 | 197 | 10 | 651 | 761 | 28 | 3 |
| 49 | 144 | 237 | 3 | 856 | 966 | 31 | 2 |
| 50 | 221 | 161 | 3 | 668 | 778 | 48 | 2 |
| 51 | 171 | 117 | 4 | 172 | 282 | 23 | 4 |
| 52 | 106 | 237 | 6 | 758 | 868 | 18 | 4 |
| 53 | 107 | 160 | 9 | 815 | 925 | 36 | 4 |
| 54 | 170 | 71 | 6 | 400 | 510 | 36 | 2 |
| 55 | 219 | 219 | 6 | 231 | 341 | 32 | 4 |
| 56 | 87 | 85 | 9 | 322 | 432 | 35 | 4 |

ตารางที่ ก.23 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 57 | 73 | 229 | 9 | 390 | 500 | 45 | 5 |
| 58 | 128 | 96 | 3 | 500 | 610 | 14 | 2 |
| 59 | 202 | 178 | 5 | 604 | 714 | 46 | 3 |
| 60 | 81 | 172 | 8 | 523 | 633 | 34 | 4 |
| 61 | 99 | 249 | 9 | 433 | 543 | 24 | 3 |
| 62 | 201 | 202 | 7 | 124 | 234 | 23 | 2 |
| 63 | 186 | 196 | 3 | 511 | 621 | 52 | 2 |
| 64 | 114 | 148 | 4 | 213 | 323 | 50 | 4 |
| 65 | 161 | 182 | 9 | 351 | 461 | 46 | 2 |
| 66 | 157 | 181 | 4 | 274 | 384 | 26 | 5 |
| 67 | 137 | 249 | 8 | 994 | 1104 | 45 | 5 |
| 68 | 205 | 89 | 3 | 294 | 404 | 33 | 3 |
| 69 | 154 | 84 | 7 | 122 | 232 | 33 | 3 |
| 70 | 67 | 53 | 3 | 179 | 289 | 28 | 3 |
| 71 | 39 | 157 | 8 | 166 | 276 | 48 | 2 |
| 72 | 75 | 220 | 8 | 643 | 753 | 58 | 5 |
| 73 | 212 | 155 | 4 | 652 | 762 | 47 | 3 |
| 74 | 217 | 222 | 7 | 587 | 697 | 33 | 1 |
| 75 | 105 | 242 | 3 | 202 | 312 | 44 | 5 |
| 76 | 44 | 247 | 7 | 196 | 306 | 28 | 2 |
| 77 | 55 | 127 | 3 | 915 | 1025 | 14 | 3 |
| 78 | 58 | 77 | 9 | 782 | 892 | 59 | 3 |
| 79 | 86 | 209 | 7 | 729 | 839 | 54 | 3 |
| 80 | 211 | 106 | 5 | 952 | 1062 | 30 | 3 |
| 81 | 215 | 39 | 8 | 349 | 459 | 29 | 1 |
| 82 | 29 | 163 | 3 | 906 | 1016 | 30 | 3 |
| 83 | 201 | 155 | 6 | 252 | 362 | 55 | 1 |
| 84 | 131 | 49 | 6 | 481 | 591 | 54 | 5 |
| 85 | 136 | 171 | 6 | 251 | 361 | 29 | 4 |
| 86 | 110 | 102 | 10 | 840 | 950 | 30 | 2 |
| 87 | 85 | 221 | 4 | 586 | 696 | 14 | 4 |
| 88 | 212 | 239 | 6 | 529 | 639 | 46 | 1 |
| 89 | 41 | 206 | 5 | 409 | 519 | 22 | 2 |
| 90 | 203 | 152 | 8 | 259 | 369 | 26 | 3 |
| 91 | 27 | 52 | 9 | 352 | 462 | 26 | 2 |
| 92 | 168 | 104 | 4 | 152 | 262 | 47 | 3 |
| 93 | 242 | 111 | 8 | 487 | 597 | 54 | 5 |
| 94 | 165 | 219 | 3 | 745 | 855 | 28 | 5 |
| 95 | 74 | 40 | 3 | 445 | 555 | 51 | 3 |
| 96 | 206 | 74 | 8 | 902 | 1012 | 19 | 2 |

ตารางที่ ก.23 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 97 | 53 | 89 | 10 | 594 | 704 | 51 | 2 |
| 98 | 93 | 249 | 7 | 571 | 681 | 29 | 4 |
| 99 | 144 | 57 | 7 | 299 | 409 | 17 | 3 |
| 100 | 233 | 161 | 4 | 792 | 902 | 30 | 5 |
| 101 | 39 | 186 | 9 | 626 | 736 | 23 | 1 |
| 102 | 43 | 189 | 4 | 159 | 269 | 39 | 2 |
| 103 | 199 | 213 | 9 | 623 | 733 | 31 | 4 |
| 104 | 150 | 223 | 5 | 1000 | 1110 | 28 | 5 |
| 105 | 93 | 155 | 10 | 373 | 483 | 23 | 5 |
| 106 | 205 | 128 | 4 | 162 | 272 | 51 | 2 |
| 107 | 69 | 250 | 8 | 100 | 210 | 30 | 5 |
| 108 | 138 | 163 | 5 | 853 | 963 | 23 | 2 |
| 109 | 205 | 176 | 4 | 502 | 612 | 42 | 5 |
| 110 | 157 | 58 | 7 | 268 | 378 | 38 | 5 |
| 111 | 151 | 219 | 6 | 583 | 693 | 38 | 1 |
| 112 | 80 | 67 | 5 | 206 | 316 | 54 | 3 |
| 113 | 117 | 181 | 5 | 453 | 563 | 50 | 2 |

2.12 โจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

ปัญหาขนาดรวมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.24และตารางที่ ก.25

ตารางที่ ก.24 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 5 | 950 | 48 | 1 | 3 | 62 |
| 2 | 10 | 1500 | 76 | 1 | 3 | 73 |
| 3 | 7 | 2500 | 55 | 1 | 4 | 74 |

ตารางที่ ก.25 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1111 | 0 | 0 |
| 1 | 175 | 202 | 5 | 371 | 526 | 28 | 1 |
| 2 | 182 | 27 | 4 | 229 | 384 | 42 | 2 |
| 3 | 99 | 71 | 5 | 307 | 462 | 32 | 4 |
| 4 | 139 | 149 | 6 | 620 | 775 | 43 | 4 |
| 5 | 85 | 111 | 6 | 721 | 876 | 20 | 4 |
| 6 | 68 | 156 | 10 | 432 | 587 | 32 | 4 |
| 7 | 144 | 175 | 10 | 459 | 614 | 45 | 5 |
| 8 | 40 | 243 | 4 | 327 | 482 | 46 | 2 |

ตารางที่ ก.25 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 9 | 125 | 231 | 5 | 364 | 519 | 32 | 4 |
| 10 | 85 | 240 | 7 | 923 | 1078 | 21 | 4 |
| 11 | 72 | 203 | 3 | 222 | 377 | 48 | 5 |
| 12 | 181 | 148 | 10 | 849 | 1004 | 37 | 1 |
| 13 | 198 | 28 | 9 | 982 | 1137 | 55 | 3 |
| 14 | 73 | 234 | 4 | 846 | 1001 | 19 | 4 |
| 15 | 185 | 245 | 9 | 597 | 752 | 33 | 1 |
| 16 | 53 | 82 | 9 | 866 | 1021 | 43 | 5 |
| 17 | 174 | 230 | 9 | 955 | 1110 | 47 | 5 |
| 18 | 51 | 104 | 6 | 774 | 929 | 35 | 4 |
| 19 | 167 | 136 | 7 | 913 | 1068 | 35 | 2 |
| 20 | 33 | 197 | 9 | 642 | 797 | 49 | 4 |
| 21 | 123 | 182 | 9 | 705 | 860 | 58 | 1 |
| 22 | 136 | 34 | 4 | 776 | 931 | 54 | 3 |
| 23 | 47 | 188 | 8 | 472 | 627 | 36 | 3 |
| 24 | 219 | 155 | 7 | 860 | 1015 | 52 | 2 |
| 25 | 104 | 111 | 10 | 789 | 944 | 47 | 3 |
| 26 | 167 | 79 | 4 | 124 | 279 | 14 | 2 |
| 27 | 90 | 99 | 6 | 154 | 309 | 46 | 3 |
| 28 | 40 | 30 | 5 | 690 | 845 | 19 | 3 |
| 29 | 46 | 29 | 9 | 355 | 510 | 55 | 5 |
| 30 | 193 | 188 | 6 | 616 | 771 | 39 | 2 |
| 31 | 184 | 196 | 4 | 110 | 265 | 28 | 4 |
| 32 | 150 | 142 | 6 | 259 | 414 | 28 | 4 |
| 33 | 82 | 150 | 3 | 835 | 990 | 26 | 1 |
| 34 | 245 | 123 | 9 | 833 | 988 | 47 | 1 |
| 35 | 71 | 186 | 8 | 263 | 418 | 34 | 4 |
| 36 | 53 | 49 | 4 | 827 | 982 | 27 | 1 |

3 โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลองของวิธีการเชิงพันธุกรรม

3.1 โจทย์ปัญหขนาดเล็ข้อที่ 1

ปัญหขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.26 และตารางที่ ก.27

ตารางที่ ก.26 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดเล็ข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 5 | 950 | 44 | 1 | 2 | 63 |
| 2 | 5 | 1500 | 64 | 2 | 2 | 62 |

ตารางที่ ก.27 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1330 | 0 | 0 |
| 1 | 158 | 250 | 5 | 899 | 1125 | 38 | 2 |
| 2 | 46 | 97 | 3 | 489 | 715 | 51 | 5 |
| 3 | 59 | 73 | 3 | 935 | 1161 | 39 | 2 |
| 4 | 109 | 128 | 8 | 867 | 1093 | 22 | 2 |
| 5 | 113 | 98 | 5 | 213 | 439 | 29 | 2 |
| 6 | 129 | 33 | 3 | 164 | 390 | 17 | 1 |
| 7 | 84 | 222 | 8 | 838 | 1064 | 54 | 5 |
| 8 | 171 | 181 | 4 | 698 | 924 | 41 | 5 |
| 9 | 221 | 51 | 8 | 877 | 1103 | 19 | 5 |
| 10 | 30 | 100 | 7 | 621 | 847 | 43 | 5 |
| 11 | 98 | 174 | 4 | 117 | 343 | 32 | 4 |
| 12 | 60 | 101 | 4 | 325 | 551 | 24 | 4 |
| 13 | 95 | 70 | 4 | 758 | 984 | 42 | 3 |
| 14 | 243 | 61 | 8 | 838 | 1064 | 37 | 1 |
| 15 | 167 | 178 | 8 | 291 | 517 | 53 | 4 |
| 16 | 243 | 141 | 8 | 210 | 436 | 32 | 2 |
| 17 | 85 | 84 | 4 | 723 | 949 | 43 | 1 |
| 18 | 239 | 72 | 6 | 929 | 1155 | 25 | 5 |
| 19 | 233 | 161 | 9 | 659 | 885 | 40 | 5 |
| 20 | 92 | 163 | 9 | 693 | 919 | 43 | 5 |
| 21 | 207 | 120 | 10 | 550 | 776 | 38 | 4 |
| 22 | 44 | 109 | 7 | 114 | 340 | 29 | 2 |
| 23 | 35 | 43 | 4 | 683 | 909 | 36 | 4 |
| 24 | 159 | 168 | 7 | 656 | 882 | 23 | 3 |
| 25 | 99 | 233 | 7 | 771 | 997 | 47 | 3 |
| 26 | 217 | 205 | 5 | 868 | 1094 | 28 | 2 |
| 27 | 57 | 141 | 5 | 381 | 607 | 42 | 2 |
| 28 | 244 | 249 | 7 | 280 | 506 | 52 | 3 |
| 29 | 133 | 219 | 8 | 719 | 945 | 22 | 2 |
| 30 | 180 | 161 | 3 | 674 | 900 | 49 | 3 |

3.2 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.28 และตารางที่ ก.29

ตารางที่ ก.28 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 58 | 1 | 4 | 60 |
| 2 | 7 | 1500 | 35 | 1 | 2 | 63 |

ตารางที่ ก.29 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1492 | 0 | 0 |
| 1 | 121 | 53 | 5 | 701 | 915 | 48 | 3 |
| 2 | 54 | 32 | 10 | 155 | 369 | 30 | 4 |
| 3 | 126 | 111 | 5 | 974 | 1188 | 30 | 2 |
| 4 | 109 | 89 | 5 | 885 | 1099 | 25 | 5 |
| 5 | 187 | 219 | 5 | 613 | 827 | 28 | 3 |
| 6 | 175 | 236 | 10 | 683 | 897 | 32 | 4 |
| 7 | 117 | 26 | 3 | 992 | 1206 | 33 | 3 |
| 8 | 147 | 115 | 6 | 987 | 1201 | 21 | 2 |
| 9 | 188 | 42 | 5 | 620 | 834 | 29 | 2 |
| 10 | 206 | 52 | 10 | 276 | 490 | 42 | 5 |
| 11 | 65 | 67 | 7 | 932 | 1146 | 48 | 1 |
| 12 | 170 | 199 | 6 | 281 | 495 | 40 | 2 |
| 13 | 160 | 31 | 8 | 358 | 572 | 36 | 2 |
| 14 | 237 | 155 | 7 | 647 | 861 | 56 | 4 |
| 15 | 159 | 112 | 6 | 209 | 423 | 29 | 5 |
| 16 | 246 | 202 | 6 | 429 | 643 | 47 | 1 |
| 17 | 247 | 167 | 10 | 881 | 1095 | 41 | 1 |
| 18 | 166 | 227 | 3 | 265 | 479 | 32 | 2 |
| 19 | 122 | 243 | 8 | 271 | 485 | 36 | 1 |
| 20 | 123 | 90 | 3 | 530 | 744 | 41 | 1 |
| 21 | 219 | 240 | 9 | 629 | 843 | 28 | 2 |
| 22 | 90 | 185 | 3 | 583 | 797 | 20 | 2 |

3.3 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.30 และตารางที่ ก.31

ตารางที่ ก.30 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 1 | 2000 | 1 | 1 | 0.5 | 69 |
| 2 | 1 | 2500 | 1 | 1 | 0.5 | 64 |

ตารางที่ ก.31 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|----|----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 |
| 1 | 7 | 12 | 2 | 558 | 594 | 32 | 5 |
| 2 | 17 | 6 | 2 | 482 | 518 | 27 | 5 |

ตารางที่ ก.31 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|----|----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 3 | 11 | 19 | 3 | 571 | 607 | 28 | 1 |
| 4 | 19 | 9 | 5 | 363 | 399 | 34 | 3 |
| 5 | 5 | 12 | 1 | 309 | 345 | 31 | 1 |
| 6 | 8 | 14 | 2 | 292 | 328 | 30 | 2 |
| 7 | 12 | 10 | 1 | 401 | 437 | 19 | 5 |
| 8 | 14 | 11 | 5 | 481 | 517 | 28 | 5 |
| 9 | 20 | 10 | 3 | 401 | 437 | 20 | 5 |
| 10 | 17 | 18 | 1 | 531 | 567 | 18 | 2 |
| 11 | 9 | 12 | 2 | 473 | 509 | 27 | 2 |
| 12 | 19 | 15 | 3 | 513 | 549 | 20 | 1 |
| 13 | 10 | 7 | 3 | 397 | 433 | 27 | 3 |
| 14 | 13 | 16 | 1 | 263 | 299 | 17 | 4 |
| 15 | 8 | 15 | 4 | 208 | 244 | 19 | 3 |
| 16 | 7 | 17 | 2 | 191 | 227 | 17 | 1 |
| 17 | 19 | 18 | 2 | 272 | 308 | 25 | 5 |
| 18 | 13 | 9 | 5 | 281 | 317 | 28 | 1 |
| 19 | 7 | 14 | 2 | 545 | 581 | 19 | 2 |
| 20 | 5 | 12 | 1 | 599 | 635 | 19 | 1 |
| 21 | 16 | 17 | 5 | 269 | 305 | 27 | 5 |
| 22 | 13 | 12 | 1 | 418 | 454 | 21 | 1 |

3.4 โจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

ปัญหขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.32 และตารางที่ ก.33

ตารางที่ ก.32 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 6 | 950 | 55 | 1 | 3 | 64 |
| 2 | 6 | 1500 | 78 | 2 | 4 | 74 |

ตารางที่ ก.33 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1476 | 0 | 0 |
| 1 | 152 | 68 | 9 | 902 | 1060 | 40 | 2 |
| 2 | 232 | 108 | 5 | 559 | 717 | 28 | 1 |
| 3 | 232 | 189 | 8 | 236 | 394 | 24 | 2 |
| 4 | 228 | 230 | 10 | 365 | 523 | 53 | 1 |

ตารางที่ ก.33 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 5 | 104 | 118 | 5 | 186 | 344 | 19 | 1 |
| 6 | 36 | 176 | 5 | 788 | 946 | 21 | 4 |
| 7 | 144 | 124 | 7 | 442 | 600 | 30 | 2 |
| 8 | 177 | 147 | 8 | 979 | 1137 | 25 | 3 |
| 9 | 222 | 155 | 3 | 225 | 383 | 39 | 4 |
| 10 | 248 | 150 | 4 | 492 | 650 | 35 | 4 |
| 11 | 37 | 228 | 7 | 463 | 621 | 37 | 4 |
| 12 | 48 | 172 | 4 | 444 | 602 | 45 | 1 |
| 13 | 128 | 227 | 4 | 812 | 970 | 39 | 2 |
| 14 | 132 | 136 | 5 | 975 | 1133 | 51 | 3 |
| 15 | 60 | 205 | 3 | 698 | 856 | 31 | 5 |
| 16 | 151 | 162 | 10 | 723 | 881 | 38 | 3 |
| 17 | 125 | 246 | 7 | 820 | 978 | 31 | 1 |
| 18 | 29 | 135 | 9 | 791 | 949 | 52 | 5 |
| 19 | 129 | 191 | 9 | 549 | 707 | 41 | 5 |
| 20 | 122 | 169 | 10 | 630 | 788 | 51 | 2 |
| 21 | 131 | 151 | 8 | 711 | 869 | 28 | 4 |
| 22 | 123 | 78 | 6 | 254 | 412 | 50 | 2 |
| 23 | 67 | 154 | 3 | 542 | 700 | 47 | 3 |
| 24 | 161 | 192 | 3 | 198 | 356 | 16 | 1 |
| 25 | 130 | 111 | 9 | 583 | 741 | 34 | 4 |
| 26 | 127 | 67 | 6 | 280 | 438 | 48 | 2 |
| 27 | 190 | 165 | 5 | 788 | 946 | 55 | 2 |
| 28 | 239 | 182 | 5 | 997 | 1155 | 16 | 2 |
| 29 | 172 | 31 | 6 | 561 | 719 | 39 | 4 |
| 30 | 132 | 86 | 7 | 603 | 761 | 53 | 3 |
| 31 | 219 | 99 | 6 | 132 | 290 | 26 | 4 |
| 32 | 90 | 122 | 6 | 443 | 601 | 53 | 4 |
| 33 | 72 | 89 | 3 | 409 | 567 | 42 | 4 |
| 34 | 142 | 77 | 9 | 874 | 1032 | 48 | 2 |
| 35 | 25 | 86 | 10 | 389 | 547 | 49 | 1 |
| 36 | 173 | 136 | 6 | 368 | 526 | 37 | 3 |
| 37 | 85 | 128 | 9 | 954 | 1112 | 29 | 4 |
| 38 | 211 | 192 | 9 | 896 | 1054 | 39 | 5 |
| 39 | 136 | 31 | 5 | 157 | 315 | 33 | 1 |
| 40 | 215 | 223 | 8 | 155 | 313 | 47 | 2 |
| 41 | 79 | 153 | 9 | 656 | 814 | 55 | 3 |
| 42 | 198 | 207 | 4 | 425 | 583 | 48 | 3 |

3.5 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.34 และตารางที่ ก.35

ตารางที่ ก.34 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 9 | 950 | 37 | 2 | 2 | 61 |
| 2 | 8 | 1500 | 59 | 1 | 2 | 72 |

ตารางที่ ก.35 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1001 | 0 | 0 |
| 1 | 44 | 91 | 8 | 908 | 1123 | 32 | 3 |
| 2 | 32 | 220 | 9 | 842 | 1057 | 41 | 5 |
| 3 | 86 | 165 | 5 | 938 | 1153 | 43 | 4 |
| 4 | 95 | 74 | 8 | 278 | 493 | 52 | 4 |
| 5 | 132 | 191 | 5 | 374 | 589 | 55 | 1 |
| 6 | 62 | 187 | 5 | 433 | 648 | 25 | 5 |
| 7 | 129 | 75 | 7 | 502 | 717 | 44 | 1 |
| 8 | 97 | 38 | 7 | 341 | 556 | 25 | 4 |
| 9 | 57 | 34 | 7 | 198 | 413 | 24 | 2 |
| 10 | 45 | 132 | 3 | 776 | 991 | 44 | 4 |
| 11 | 116 | 26 | 7 | 843 | 1058 | 26 | 5 |
| 12 | 237 | 151 | 8 | 899 | 1114 | 35 | 3 |
| 13 | 83 | 241 | 3 | 925 | 1140 | 53 | 1 |
| 14 | 32 | 93 | 8 | 207 | 422 | 43 | 2 |
| 15 | 186 | 168 | 4 | 820 | 1035 | 15 | 4 |
| 16 | 57 | 58 | 5 | 538 | 753 | 48 | 2 |
| 17 | 171 | 193 | 6 | 799 | 1014 | 26 | 4 |
| 18 | 143 | 214 | 9 | 284 | 499 | 51 | 1 |
| 19 | 55 | 173 | 6 | 509 | 724 | 23 | 2 |
| 20 | 64 | 68 | 6 | 835 | 1050 | 55 | 4 |
| 21 | 100 | 74 | 9 | 849 | 1064 | 39 | 2 |
| 22 | 237 | 237 | 9 | 423 | 638 | 54 | 5 |
| 23 | 39 | 144 | 7 | 162 | 377 | 55 | 3 |
| 24 | 39 | 95 | 5 | 898 | 1113 | 16 | 2 |
| 25 | 233 | 132 | 9 | 187 | 402 | 37 | 2 |
| 26 | 205 | 202 | 3 | 175 | 390 | 18 | 3 |
| 27 | 243 | 170 | 4 | 272 | 487 | 48 | 1 |
| 28 | 97 | 244 | 8 | 641 | 856 | 40 | 4 |

ตารางที่ ก.35 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 29 | 174 | 150 | 8 | 716 | 931 | 43 | 4 |
| 30 | 110 | 35 | 9 | 296 | 511 | 33 | 5 |
| 31 | 104 | 114 | 5 | 633 | 848 | 19 | 2 |
| 32 | 43 | 81 | 3 | 695 | 910 | 53 | 5 |
| 33 | 230 | 97 | 9 | 582 | 797 | 36 | 1 |
| 34 | 166 | 239 | 10 | 220 | 435 | 37 | 5 |
| 35 | 63 | 168 | 5 | 283 | 498 | 54 | 5 |
| 36 | 215 | 65 | 7 | 729 | 944 | 34 | 4 |
| 37 | 165 | 190 | 6 | 941 | 1156 | 16 | 1 |
| 38 | 77 | 180 | 10 | 142 | 357 | 57 | 1 |
| 39 | 48 | 115 | 5 | 223 | 438 | 39 | 2 |
| 40 | 60 | 137 | 6 | 639 | 854 | 44 | 2 |
| 41 | 147 | 86 | 10 | 382 | 597 | 22 | 1 |
| 42 | 245 | 97 | 9 | 485 | 700 | 50 | 1 |
| 43 | 50 | 210 | 5 | 266 | 481 | 50 | 3 |

3.6 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.36 และตารางที่ ก.37

ตารางที่ ก.36 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 71 | 1 | 3 | 69 |
| 2 | 7 | 1500 | 46 | 2 | 3 | 77 |

ตารางที่ ก.37 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1399 | 0 | 0 |
| 1 | 48 | 108 | 10 | 248 | 449 | 29 | 2 |
| 2 | 246 | 47 | 4 | 463 | 664 | 17 | 5 |
| 3 | 54 | 66 | 3 | 116 | 317 | 20 | 1 |
| 4 | 91 | 68 | 7 | 210 | 411 | 38 | 5 |
| 5 | 195 | 60 | 8 | 738 | 939 | 29 | 1 |
| 6 | 168 | 143 | 10 | 531 | 732 | 24 | 1 |
| 7 | 234 | 180 | 9 | 864 | 1065 | 36 | 1 |
| 8 | 116 | 248 | 5 | 978 | 1179 | 39 | 4 |
| 9 | 60 | 191 | 8 | 884 | 1085 | 53 | 2 |

ตารางที่ ก.37 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 10 | 203 | 39 | 8 | 150 | 351 | 23 | 5 |
| 11 | 69 | 100 | 7 | 518 | 719 | 17 | 2 |
| 12 | 105 | 208 | 5 | 116 | 317 | 41 | 3 |
| 13 | 195 | 173 | 8 | 961 | 1162 | 31 | 5 |
| 14 | 87 | 37 | 7 | 968 | 1169 | 33 | 2 |
| 15 | 192 | 240 | 4 | 393 | 594 | 42 | 4 |
| 16 | 60 | 127 | 7 | 779 | 980 | 19 | 1 |
| 17 | 149 | 164 | 8 | 282 | 483 | 25 | 5 |
| 18 | 78 | 106 | 10 | 753 | 954 | 38 | 2 |
| 19 | 183 | 154 | 9 | 797 | 998 | 40 | 4 |
| 20 | 63 | 48 | 6 | 574 | 775 | 26 | 2 |
| 21 | 196 | 73 | 9 | 216 | 417 | 47 | 2 |
| 22 | 209 | 123 | 4 | 593 | 794 | 24 | 2 |
| 23 | 72 | 66 | 9 | 845 | 1046 | 53 | 4 |
| 24 | 37 | 100 | 7 | 309 | 510 | 42 | 3 |
| 25 | 249 | 224 | 9 | 597 | 798 | 28 | 3 |
| 26 | 65 | 245 | 8 | 127 | 328 | 34 | 5 |
| 27 | 100 | 243 | 6 | 278 | 479 | 24 | 1 |
| 28 | 175 | 37 | 3 | 644 | 845 | 30 | 5 |
| 29 | 174 | 130 | 5 | 582 | 783 | 40 | 1 |
| 30 | 29 | 230 | 6 | 661 | 862 | 30 | 1 |
| 31 | 250 | 161 | 5 | 358 | 559 | 51 | 1 |
| 32 | 162 | 200 | 9 | 187 | 388 | 20 | 5 |
| 33 | 201 | 225 | 5 | 282 | 483 | 23 | 2 |
| 34 | 43 | 76 | 6 | 879 | 1080 | 28 | 4 |
| 35 | 31 | 232 | 5 | 376 | 577 | 38 | 2 |

3.7 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.38 และตารางที่ ก.39

ตารางที่ ก.38 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 9 | 950 | 36 | 1 | 4 | 76 |
| 2 | 9 | 1500 | 77 | 2 | 4 | 74 |
| 3 | 8 | 2500 | 81 | 2 | 4 | 68 |

ตารางที่ ก.39 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1083 | 0 | 0 |
| 1 | 36 | 68 | 6 | 662 | 810 | 36 | 2 |
| 2 | 106 | 215 | 10 | 723 | 871 | 40 | 1 |
| 3 | 218 | 26 | 10 | 745 | 893 | 45 | 2 |
| 4 | 118 | 77 | 9 | 941 | 1089 | 30 | 2 |
| 5 | 28 | 201 | 5 | 309 | 457 | 35 | 1 |
| 6 | 95 | 157 | 10 | 146 | 294 | 59 | 1 |
| 7 | 31 | 90 | 9 | 582 | 730 | 35 | 4 |
| 8 | 157 | 35 | 5 | 293 | 441 | 16 | 5 |
| 9 | 141 | 247 | 4 | 967 | 1115 | 24 | 5 |
| 10 | 138 | 216 | 10 | 930 | 1078 | 25 | 2 |
| 11 | 48 | 238 | 5 | 591 | 739 | 38 | 5 |
| 12 | 72 | 185 | 5 | 642 | 790 | 48 | 2 |
| 13 | 38 | 167 | 8 | 514 | 662 | 36 | 5 |
| 14 | 91 | 162 | 3 | 114 | 262 | 26 | 3 |
| 15 | 54 | 153 | 7 | 175 | 323 | 37 | 1 |
| 16 | 93 | 85 | 5 | 688 | 836 | 46 | 1 |
| 17 | 242 | 242 | 10 | 697 | 845 | 23 | 4 |
| 18 | 96 | 224 | 9 | 199 | 347 | 57 | 4 |
| 19 | 205 | 108 | 10 | 238 | 386 | 59 | 1 |
| 20 | 140 | 47 | 3 | 834 | 982 | 40 | 3 |
| 21 | 29 | 250 | 7 | 415 | 563 | 43 | 1 |
| 22 | 81 | 146 | 7 | 327 | 475 | 22 | 1 |
| 23 | 218 | 187 | 10 | 233 | 381 | 53 | 2 |
| 24 | 84 | 97 | 4 | 846 | 994 | 15 | 2 |
| 25 | 85 | 136 | 8 | 227 | 375 | 39 | 4 |
| 26 | 204 | 114 | 9 | 338 | 486 | 27 | 4 |
| 27 | 140 | 181 | 10 | 178 | 326 | 47 | 5 |
| 28 | 248 | 210 | 4 | 192 | 340 | 34 | 1 |
| 29 | 111 | 93 | 9 | 309 | 457 | 54 | 3 |
| 30 | 127 | 190 | 6 | 125 | 273 | 38 | 5 |
| 31 | 189 | 212 | 3 | 804 | 952 | 34 | 5 |
| 32 | 56 | 197 | 7 | 595 | 743 | 30 | 5 |
| 33 | 69 | 25 | 3 | 434 | 582 | 16 | 5 |
| 34 | 93 | 179 | 6 | 612 | 760 | 32 | 1 |
| 35 | 125 | 182 | 4 | 195 | 343 | 54 | 3 |
| 36 | 50 | 141 | 10 | 209 | 357 | 42 | 5 |
| 37 | 189 | 127 | 6 | 958 | 1106 | 29 | 3 |
| 38 | 131 | 136 | 8 | 283 | 431 | 49 | 3 |

ตารางที่ ก.39 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 39 | 160 | 131 | 5 | 530 | 678 | 40 | 5 |
| 40 | 244 | 249 | 7 | 776 | 924 | 48 | 1 |
| 41 | 197 | 232 | 6 | 253 | 401 | 45 | 3 |
| 42 | 168 | 161 | 9 | 268 | 416 | 30 | 3 |
| 43 | 152 | 139 | 5 | 751 | 899 | 54 | 1 |
| 44 | 193 | 43 | 5 | 962 | 1110 | 39 | 5 |
| 45 | 153 | 232 | 3 | 878 | 1026 | 38 | 4 |
| 46 | 101 | 236 | 3 | 967 | 1115 | 48 | 2 |
| 47 | 174 | 129 | 3 | 699 | 847 | 50 | 1 |
| 48 | 246 | 159 | 4 | 113 | 261 | 18 | 2 |
| 49 | 76 | 219 | 9 | 110 | 258 | 54 | 3 |
| 50 | 204 | 33 | 4 | 256 | 404 | 19 | 1 |
| 51 | 82 | 30 | 3 | 358 | 506 | 51 | 1 |
| 52 | 142 | 50 | 10 | 876 | 1024 | 60 | 2 |
| 53 | 29 | 135 | 9 | 458 | 606 | 29 | 3 |
| 54 | 86 | 61 | 3 | 274 | 422 | 15 | 4 |
| 55 | 210 | 148 | 10 | 387 | 535 | 43 | 2 |
| 56 | 75 | 119 | 7 | 881 | 1029 | 42 | 2 |
| 57 | 57 | 196 | 8 | 420 | 568 | 39 | 3 |
| 58 | 52 | 218 | 7 | 453 | 601 | 48 | 4 |
| 59 | 142 | 221 | 9 | 662 | 810 | 59 | 1 |
| 60 | 30 | 233 | 9 | 928 | 1076 | 26 | 1 |

3.8 โจทย์ปัญหารวม

ปัญหามีมีจำนวนลูกค้า 15-120 ราย ยานพาหนะ 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.40 และตารางที่ ก.41

ตารางที่ ก.40 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวม

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 7 | 950 | 36 | 1 | 2 | 69 |
| 2 | 5 | 1500 | 77 | 2 | 3 | 72 |
| 3 | 6 | 2500 | | 1 | 4 | 75 |

ตารางที่ ก.41 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหารวม

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1082 | 0 | 0 |
| 1 | 228 | 91 | 10 | 367 | 570 | 34 | 3 |
| 2 | 161 | 89 | 3 | 133 | 336 | 46 | 2 |
| 3 | 120 | 79 | 10 | 723 | 926 | 46 | 5 |

ตารางที่ ก.41 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาธรรม

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 4 | 143 | 166 | 7 | 922 | 1125 | 28 | 3 |
| 5 | 211 | 131 | 5 | 650 | 853 | 23 | 2 |
| 6 | 98 | 50 | 9 | 376 | 579 | 48 | 2 |
| 7 | 219 | 84 | 4 | 425 | 628 | 36 | 3 |
| 8 | 230 | 221 | 3 | 584 | 787 | 24 | 2 |
| 9 | 40 | 60 | 8 | 712 | 915 | 40 | 5 |
| 10 | 61 | 42 | 7 | 840 | 1043 | 17 | 2 |
| 11 | 119 | 117 | 3 | 748 | 951 | 41 | 4 |
| 12 | 25 | 138 | 9 | 935 | 1138 | 43 | 2 |
| 13 | 194 | 89 | 4 | 720 | 923 | 20 | 3 |
| 14 | 41 | 246 | 9 | 962 | 1165 | 29 | 3 |
| 15 | 196 | 240 | 7 | 982 | 1185 | 27 | 2 |
| 16 | 244 | 187 | 4 | 430 | 633 | 16 | 3 |
| 17 | 234 | 75 | 10 | 602 | 805 | 29 | 1 |
| 18 | 231 | 154 | 3 | 955 | 1158 | 45 | 5 |
| 19 | 46 | 33 | 8 | 275 | 478 | 25 | 3 |
| 20 | 203 | 44 | 9 | 268 | 471 | 59 | 1 |
| 21 | 250 | 81 | 9 | 869 | 1072 | 21 | 2 |
| 22 | 122 | 214 | 8 | 961 | 1164 | 33 | 1 |
| 23 | 26 | 164 | 7 | 648 | 851 | 35 | 2 |
| 24 | 85 | 84 | 3 | 782 | 985 | 53 | 1 |
| 25 | 90 | 178 | 4 | 873 | 1076 | 17 | 1 |
| 26 | 140 | 137 | 6 | 456 | 659 | 50 | 1 |
| 27 | 163 | 82 | 4 | 873 | 1076 | 36 | 4 |
| 28 | 92 | 106 | 10 | 268 | 471 | 54 | 2 |
| 29 | 141 | 189 | 4 | 648 | 851 | 14 | 1 |
| 30 | 51 | 109 | 10 | 155 | 358 | 21 | 4 |
| 31 | 176 | 170 | 10 | 355 | 558 | 30 | 5 |
| 32 | 166 | 31 | 6 | 110 | 313 | 44 | 1 |
| 33 | 235 | 77 | 3 | 523 | 726 | 32 | 3 |
| 34 | 220 | 26 | 10 | 287 | 490 | 39 | 2 |
| 35 | 138 | 185 | 4 | 634 | 837 | 22 | 3 |
| 36 | 220 | 196 | 6 | 612 | 815 | 42 | 5 |
| 37 | 83 | 198 | 8 | 624 | 827 | 22 | 3 |
| 38 | 49 | 41 | 8 | 437 | 640 | 29 | 1 |
| 39 | 122 | 169 | 7 | 959 | 1162 | 27 | 2 |
| 40 | 201 | 79 | 6 | 504 | 707 | 46 | 1 |
| 41 | 207 | 236 | 10 | 334 | 537 | 42 | 5 |
| 42 | 62 | 174 | 6 | 768 | 971 | 20 | 2 |
| 43 | 195 | 133 | 4 | 571 | 774 | 24 | 1 |

4. โจทย์ปัญหาที่ใช้ในการทดลองของวิธีการหาค่าตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

4.1 โจทย์ปัญหขนาดเล็กข้อที่ 1

ปัญหขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.42 และตารางที่ ก.43

ตารางที่ ก.42 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดเล็กข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 10 | 950 | 40 | 1 | 4 | 70 |
| 2 | 10 | 1500 | 58 | 1 | 2 | 65 |

ตารางที่ ก.43 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดเล็กข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1284 | 0 | 0 |
| 1 | 32 | 49 | 8 | 975 | 1140 | 33 | 4 |
| 2 | 236 | 156 | 4 | 929 | 1094 | 31 | 4 |
| 3 | 57 | 111 | 5 | 303 | 468 | 43 | 4 |
| 4 | 108 | 214 | 8 | 987 | 1152 | 54 | 5 |
| 5 | 30 | 108 | 4 | 469 | 634 | 40 | 3 |
| 6 | 130 | 218 | 3 | 275 | 440 | 32 | 4 |
| 7 | 196 | 75 | 8 | 986 | 1151 | 43 | 1 |
| 8 | 232 | 215 | 5 | 882 | 1047 | 24 | 3 |
| 9 | 36 | 226 | 8 | 740 | 905 | 37 | 4 |
| 10 | 214 | 205 | 4 | 117 | 282 | 21 | 4 |
| 11 | 114 | 57 | 6 | 370 | 535 | 39 | 3 |
| 12 | 204 | 205 | 5 | 429 | 594 | 34 | 1 |
| 13 | 174 | 168 | 10 | 911 | 1076 | 40 | 3 |
| 14 | 126 | 211 | 10 | 183 | 348 | 22 | 4 |
| 15 | 237 | 160 | 5 | 277 | 442 | 55 | 5 |
| 16 | 145 | 135 | 9 | 646 | 811 | 26 | 1 |
| 17 | 55 | 77 | 6 | 936 | 1101 | 44 | 3 |
| 18 | 201 | 78 | 8 | 317 | 482 | 43 | 4 |
| 19 | 81 | 74 | 9 | 617 | 782 | 34 | 3 |
| 20 | 248 | 193 | 10 | 945 | 1110 | 23 | 2 |
| 21 | 219 | 106 | 9 | 889 | 1054 | 30 | 2 |

4.2 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15 - 30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.44 และตารางที่ ก.45

ตารางที่ ก.44 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 43 | 1 | 3 | 73 |
| 2 | 9 | 1500 | 61 | 2 | 4 | 64 |

ตารางที่ ก.45 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1099 | 0 | 0 |
| 1 | 176 | 170 | 9 | 776 | 947 | 36 | 4 |
| 2 | 117 | 107 | 6 | 214 | 385 | 44 | 4 |
| 3 | 230 | 58 | 6 | 683 | 854 | 32 | 2 |
| 4 | 81 | 46 | 6 | 282 | 453 | 44 | 2 |
| 5 | 62 | 228 | 4 | 977 | 1148 | 28 | 3 |
| 6 | 124 | 68 | 4 | 926 | 1097 | 52 | 1 |
| 7 | 86 | 35 | 6 | 149 | 320 | 42 | 5 |
| 8 | 171 | 187 | 9 | 229 | 400 | 28 | 3 |
| 9 | 149 | 152 | 6 | 842 | 1013 | 37 | 5 |
| 10 | 150 | 167 | 10 | 156 | 327 | 24 | 5 |
| 11 | 168 | 144 | 7 | 461 | 632 | 51 | 5 |
| 12 | 32 | 98 | 7 | 898 | 1069 | 43 | 5 |
| 13 | 51 | 244 | 6 | 744 | 915 | 28 | 1 |
| 14 | 242 | 98 | 9 | 824 | 995 | 54 | 3 |
| 15 | 50 | 102 | 6 | 694 | 865 | 24 | 2 |
| 16 | 193 | 243 | 3 | 204 | 375 | 19 | 1 |
| 17 | 248 | 185 | 6 | 682 | 853 | 49 | 3 |
| 18 | 226 | 142 | 3 | 455 | 626 | 45 | 5 |

4.3 โจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

ปัญหาขนาดเล็กมีจำนวนลูกค้า 15-30 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.46 และตารางที่ ก.47

ตารางที่ ก.46 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 31 | 2 | 4 | 77 |
| 2 | 9 | 1500 | 55 | 2 | 2 | 73 |

ตารางที่ ก.47 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดเล็กข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1356 | 0 | 0 |
| 1 | 109 | 126 | 9 | 122 | 251 | 58 | 4 |
| 2 | 40 | 163 | 8 | 254 | 383 | 26 | 2 |
| 3 | 229 | 148 | 8 | 418 | 547 | 21 | 1 |
| 4 | 167 | 138 | 5 | 587 | 716 | 54 | 5 |
| 5 | 129 | 131 | 9 | 594 | 723 | 51 | 3 |
| 6 | 104 | 124 | 3 | 877 | 1006 | 13 | 4 |
| 7 | 158 | 151 | 10 | 978 | 1107 | 33 | 1 |
| 8 | 183 | 100 | 8 | 676 | 805 | 52 | 5 |
| 9 | 141 | 108 | 9 | 924 | 1053 | 22 | 4 |
| 10 | 208 | 151 | 6 | 823 | 952 | 35 | 1 |
| 11 | 250 | 214 | 8 | 466 | 595 | 57 | 5 |
| 12 | 199 | 218 | 6 | 170 | 299 | 51 | 5 |
| 13 | 208 | 157 | 9 | 303 | 432 | 53 | 2 |
| 14 | 153 | 118 | 7 | 713 | 842 | 19 | 4 |
| 15 | 138 | 92 | 8 | 809 | 938 | 23 | 3 |
| 16 | 63 | 169 | 10 | 535 | 664 | 28 | 2 |
| 17 | 32 | 129 | 9 | 879 | 1008 | 39 | 2 |
| 18 | 66 | 71 | 7 | 310 | 439 | 51 | 5 |
| 19 | 245 | 130 | 6 | 578 | 707 | 39 | 1 |
| 20 | 33 | 91 | 3 | 228 | 357 | 22 | 3 |
| 21 | 77 | 32 | 7 | 897 | 1026 | 43 | 4 |
| 22 | 214 | 94 | 3 | 609 | 738 | 16 | 1 |
| 23 | 101 | 78 | 3 | 327 | 456 | 35 | 2 |
| 24 | 68 | 64 | 9 | 920 | 1049 | 19 | 3 |
| 25 | 48 | 73 | 5 | 268 | 397 | 49 | 3 |
| 26 | 34 | 85 | 9 | 384 | 513 | 38 | 1 |

4.4 โจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.48 และตารางที่ ก.49

ตารางที่ ก.48 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหขนาดกลางข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 7 | 950 | 59 | 1 | 2 | 75 |
| 2 | 9 | 1500 | 39 | 2 | 4 | 76 |

ตารางที่ ก.49 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1492 | 0 | 0 |
| 1 | 200 | 245 | 5 | 902 | 1109 | 15 | 4 |
| 2 | 76 | 55 | 10 | 325 | 532 | 31 | 5 |
| 3 | 208 | 94 | 6 | 918 | 1125 | 27 | 4 |
| 4 | 63 | 210 | 4 | 659 | 866 | 43 | 1 |
| 5 | 194 | 148 | 3 | 986 | 1193 | 44 | 2 |
| 6 | 52 | 76 | 6 | 892 | 1099 | 45 | 5 |
| 7 | 204 | 143 | 6 | 871 | 1078 | 40 | 2 |
| 8 | 104 | 66 | 7 | 573 | 780 | 28 | 4 |
| 9 | 168 | 70 | 4 | 807 | 1014 | 14 | 2 |
| 10 | 203 | 74 | 10 | 599 | 806 | 26 | 5 |
| 11 | 60 | 101 | 3 | 810 | 1017 | 32 | 3 |
| 12 | 125 | 109 | 3 | 375 | 582 | 40 | 1 |
| 13 | 149 | 177 | 8 | 249 | 456 | 22 | 3 |
| 14 | 63 | 138 | 10 | 964 | 1171 | 51 | 1 |
| 15 | 51 | 64 | 6 | 192 | 399 | 39 | 4 |
| 16 | 236 | 168 | 5 | 944 | 1151 | 50 | 1 |
| 17 | 126 | 34 | 6 | 218 | 425 | 30 | 1 |
| 18 | 177 | 159 | 7 | 333 | 540 | 22 | 1 |
| 19 | 31 | 246 | 10 | 919 | 1126 | 24 | 3 |
| 20 | 202 | 69 | 8 | 508 | 715 | 24 | 1 |
| 21 | 57 | 210 | 5 | 183 | 390 | 43 | 1 |
| 22 | 131 | 153 | 4 | 834 | 1041 | 46 | 3 |
| 23 | 35 | 65 | 8 | 568 | 775 | 30 | 5 |
| 24 | 179 | 112 | 7 | 119 | 326 | 19 | 2 |
| 25 | 38 | 51 | 5 | 796 | 1003 | 51 | 2 |
| 26 | 180 | 226 | 10 | 810 | 1017 | 49 | 1 |
| 27 | 136 | 165 | 7 | 961 | 1168 | 37 | 1 |
| 28 | 46 | 151 | 9 | 366 | 573 | 41 | 3 |
| 29 | 40 | 57 | 8 | 280 | 487 | 49 | 2 |
| 30 | 209 | 226 | 5 | 226 | 433 | 52 | 2 |
| 31 | 113 | 110 | 5 | 429 | 636 | 53 | 5 |
| 32 | 207 | 93 | 8 | 945 | 1152 | 35 | 3 |
| 33 | 141 | 236 | 9 | 620 | 827 | 55 | 5 |
| 34 | 58 | 219 | 7 | 318 | 525 | 32 | 1 |
| 35 | 155 | 97 | 6 | 361 | 568 | 28 | 5 |
| 36 | 26 | 120 | 4 | 996 | 1203 | 35 | 1 |
| 37 | 220 | 64 | 6 | 846 | 1053 | 32 | 5 |
| 38 | 195 | 171 | 9 | 756 | 963 | 35 | 4 |

ตารางที่ ก.49 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 39 | 139 | 59 | 7 | 446 | 653 | 42 | 5 |
| 40 | 199 | 186 | 8 | 717 | 924 | 52 | 5 |
| 41 | 112 | 59 | 7 | 389 | 596 | 30 | 4 |
| 42 | 180 | 91 | 8 | 811 | 1018 | 37 | 5 |
| 43 | 134 | 226 | 3 | 677 | 884 | 52 | 4 |
| 44 | 235 | 189 | 4 | 893 | 1100 | 20 | 2 |
| 45 | 181 | 127 | 8 | 234 | 441 | 43 | 1 |
| 46 | 31 | 174 | 10 | 208 | 415 | 45 | 3 |

4.5 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.50 และตารางที่ ก.51

ตารางที่ ก.50 แสดงข้อกำหนดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 30 | 2 | 3 | 60 |
| 2 | 5 | 1500 | 64 | 2 | 2 | 74 |

ตารางที่ ก.51 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1083 | 0 | 0 |
| 1 | 210 | 78 | 9 | 864 | 1086 | 32 | 4 |
| 2 | 33 | 169 | 6 | 366 | 588 | 23 | 2 |
| 3 | 236 | 83 | 8 | 601 | 823 | 40 | 2 |
| 4 | 61 | 246 | 10 | 537 | 759 | 26 | 1 |
| 5 | 28 | 200 | 9 | 966 | 1188 | 56 | 5 |
| 6 | 175 | 246 | 4 | 859 | 1081 | 19 | 5 |
| 7 | 42 | 230 | 5 | 597 | 819 | 49 | 2 |
| 8 | 86 | 243 | 7 | 233 | 455 | 26 | 2 |
| 9 | 244 | 213 | 7 | 401 | 623 | 32 | 3 |
| 10 | 244 | 189 | 7 | 665 | 887 | 34 | 2 |
| 11 | 211 | 93 | 5 | 942 | 1164 | 29 | 4 |
| 12 | 123 | 73 | 6 | 637 | 859 | 22 | 2 |
| 13 | 152 | 198 | 6 | 474 | 696 | 21 | 1 |
| 14 | 97 | 140 | 4 | 529 | 751 | 14 | 3 |
| 15 | 156 | 225 | 6 | 280 | 502 | 46 | 4 |
| 16 | 204 | 67 | 8 | 103 | 325 | 45 | 3 |

ตารางที่ ก.51 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 17 | 99 | 51 | 4 | 644 | 866 | 23 | 2 |
| 18 | 108 | 75 | 6 | 229 | 451 | 54 | 1 |
| 19 | 239 | 99 | 8 | 368 | 590 | 36 | 5 |
| 20 | 227 | 62 | 10 | 858 | 1080 | 34 | 5 |
| 21 | 122 | 74 | 8 | 532 | 754 | 43 | 4 |
| 22 | 189 | 31 | 5 | 486 | 708 | 46 | 1 |
| 23 | 185 | 197 | 10 | 900 | 1122 | 56 | 5 |
| 24 | 109 | 195 | 3 | 622 | 844 | 49 | 3 |
| 25 | 183 | 129 | 6 | 658 | 880 | 32 | 4 |
| 26 | 86 | 34 | 3 | 966 | 1188 | 35 | 3 |
| 27 | 53 | 147 | 3 | 922 | 1144 | 15 | 1 |
| 28 | 238 | 243 | 5 | 346 | 568 | 45 | 5 |
| 29 | 42 | 42 | 6 | 729 | 951 | 25 | 3 |
| 30 | 211 | 39 | 3 | 433 | 655 | 20 | 5 |
| 31 | 85 | 83 | 8 | 854 | 1076 | 52 | 1 |
| 32 | 147 | 46 | 4 | 782 | 1004 | 29 | 3 |
| 33 | 98 | 188 | 10 | 661 | 883 | 47 | 3 |
| 34 | 52 | 245 | 9 | 599 | 821 | 28 | 5 |
| 35 | 80 | 226 | 3 | 119 | 341 | 47 | 1 |
| 36 | 237 | 178 | 7 | 693 | 915 | 17 | 2 |
| 37 | 214 | 100 | 8 | 211 | 433 | 50 | 2 |
| 38 | 47 | 166 | 5 | 288 | 510 | 24 | 2 |
| 39 | 216 | 166 | 6 | 573 | 795 | 35 | 5 |

4.6 โจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

ปัญหาขนาดกลางมีจำนวนลูกค้า 30-50 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.52 และตารางที่ ก.53

ตารางที่ ก.52 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 10 | 950 | 57 | 2 | 3 | 78 |
| 2 | 5 | 1500 | 69 | 2 | 4 | 66 |

ตารางที่ ก.53 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1417 | 0 | 0 |
| 1 | 197 | 89 | 3 | 931 | 1174 | 27 | 4 |
| 2 | 185 | 146 | 3 | 510 | 753 | 24 | 1 |

ตารางที่ ก.53 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดกลางข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 3 | 35 | 193 | 9 | 211 | 454 | 59 | 5 |
| 4 | 95 | 138 | 8 | 123 | 366 | 41 | 4 |
| 5 | 115 | 119 | 5 | 849 | 1092 | 29 | 5 |
| 6 | 130 | 197 | 8 | 882 | 1125 | 39 | 2 |
| 7 | 202 | 89 | 9 | 144 | 387 | 59 | 3 |
| 8 | 130 | 197 | 9 | 438 | 681 | 42 | 2 |
| 9 | 204 | 104 | 3 | 922 | 1165 | 27 | 4 |
| 10 | 222 | 249 | 9 | 943 | 1186 | 32 | 5 |
| 11 | 75 | 97 | 7 | 657 | 900 | 42 | 2 |
| 12 | 246 | 198 | 6 | 882 | 1125 | 56 | 5 |
| 13 | 92 | 225 | 9 | 809 | 1052 | 20 | 4 |
| 14 | 237 | 115 | 10 | 347 | 590 | 31 | 3 |
| 15 | 203 | 109 | 3 | 733 | 976 | 36 | 5 |
| 16 | 154 | 203 | 8 | 922 | 1165 | 39 | 4 |
| 17 | 246 | 218 | 4 | 465 | 708 | 42 | 3 |
| 18 | 67 | 64 | 3 | 245 | 488 | 45 | 5 |
| 19 | 81 | 248 | 6 | 641 | 884 | 26 | 5 |
| 20 | 183 | 152 | 5 | 437 | 680 | 34 | 5 |
| 21 | 160 | 42 | 5 | 410 | 653 | 39 | 2 |
| 22 | 200 | 116 | 4 | 278 | 521 | 44 | 2 |
| 23 | 211 | 126 | 9 | 797 | 1040 | 48 | 1 |
| 24 | 84 | 227 | 6 | 498 | 741 | 51 | 3 |
| 25 | 186 | 173 | 10 | 652 | 895 | 36 | 4 |
| 26 | 217 | 44 | 6 | 781 | 1024 | 44 | 3 |
| 27 | 168 | 98 | 4 | 986 | 1229 | 17 | 2 |
| 28 | 151 | 196 | 4 | 668 | 911 | 38 | 2 |
| 29 | 206 | 215 | 9 | 382 | 625 | 20 | 3 |
| 30 | 248 | 76 | 9 | 768 | 1011 | 41 | 2 |
| 31 | 59 | 184 | 4 | 434 | 677 | 20 | 3 |
| 32 | 229 | 146 | 4 | 520 | 763 | 14 | 2 |
| 33 | 87 | 239 | 3 | 695 | 938 | 27 | 3 |
| 34 | 218 | 59 | 9 | 683 | 926 | 59 | 4 |

4.7 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.54 และตารางที่ ก.55

ตารางที่ ก.54 แสดงข้อกำหนดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 5 | 950 | 78 | 2 | 4 | 61 |
| 2 | 6 | 1500 | 80 | 1 | 3 | 76 |
| 3 | 10 | 2500 | 70 | 1 | 3 | 72 |

ตารางที่ ก.55 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1128 | 0 | 0 |
| 1 | 249 | 220 | 8 | 911 | 1061 | 34 | 4 |
| 2 | 179 | 119 | 4 | 678 | 828 | 41 | 4 |
| 3 | 41 | 145 | 9 | 194 | 344 | 21 | 3 |
| 4 | 172 | 143 | 9 | 766 | 916 | 25 | 4 |
| 5 | 150 | 127 | 4 | 195 | 345 | 28 | 4 |
| 6 | 146 | 222 | 9 | 661 | 811 | 31 | 3 |
| 7 | 168 | 174 | 8 | 584 | 734 | 58 | 3 |
| 8 | 227 | 169 | 9 | 358 | 508 | 46 | 5 |
| 9 | 75 | 100 | 4 | 158 | 308 | 31 | 4 |
| 10 | 136 | 244 | 7 | 357 | 507 | 56 | 2 |
| 11 | 205 | 185 | 6 | 788 | 938 | 46 | 2 |
| 12 | 68 | 158 | 6 | 584 | 734 | 43 | 2 |
| 13 | 27 | 210 | 10 | 356 | 506 | 27 | 4 |
| 14 | 143 | 210 | 9 | 560 | 710 | 43 | 4 |
| 15 | 235 | 103 | 9 | 457 | 607 | 50 | 4 |
| 16 | 229 | 215 | 3 | 178 | 328 | 49 | 3 |
| 17 | 66 | 221 | 8 | 565 | 715 | 40 | 2 |
| 18 | 166 | 104 | 8 | 260 | 410 | 40 | 4 |
| 19 | 44 | 113 | 10 | 547 | 697 | 41 | 2 |
| 20 | 207 | 134 | 8 | 419 | 569 | 24 | 1 |
| 21 | 183 | 109 | 3 | 580 | 730 | 18 | 1 |
| 22 | 86 | 194 | 10 | 758 | 908 | 58 | 3 |
| 23 | 63 | 151 | 3 | 829 | 979 | 49 | 5 |
| 24 | 106 | 183 | 4 | 440 | 590 | 38 | 4 |
| 25 | 60 | 206 | 9 | 863 | 1013 | 21 | 4 |
| 26 | 212 | 163 | 6 | 323 | 473 | 41 | 5 |
| 27 | 134 | 188 | 4 | 338 | 488 | 38 | 5 |
| 28 | 43 | 222 | 5 | 519 | 669 | 22 | 5 |

ตารางที่ ก.55 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 29 | 94 | 27 | 4 | 356 | 506 | 16 | 4 |
| 30 | 56 | 79 | 6 | 286 | 436 | 51 | 5 |
| 31 | 110 | 142 | 5 | 519 | 669 | 41 | 1 |
| 32 | 103 | 52 | 4 | 383 | 533 | 46 | 2 |
| 33 | 83 | 81 | 8 | 775 | 925 | 53 | 5 |
| 34 | 216 | 25 | 6 | 674 | 824 | 28 | 1 |
| 35 | 90 | 117 | 4 | 646 | 796 | 39 | 4 |
| 36 | 240 | 111 | 5 | 924 | 1074 | 44 | 1 |
| 37 | 112 | 148 | 9 | 363 | 513 | 40 | 2 |
| 38 | 76 | 213 | 10 | 203 | 353 | 42 | 2 |
| 39 | 159 | 56 | 7 | 322 | 472 | 26 | 2 |
| 40 | 111 | 173 | 3 | 616 | 766 | 27 | 5 |
| 41 | 161 | 142 | 10 | 338 | 488 | 43 | 3 |
| 42 | 138 | 112 | 10 | 905 | 1055 | 59 | 4 |
| 43 | 140 | 50 | 4 | 432 | 582 | 54 | 3 |
| 44 | 209 | 219 | 8 | 343 | 493 | 52 | 3 |
| 45 | 132 | 187 | 8 | 989 | 1139 | 25 | 5 |
| 46 | 97 | 66 | 3 | 194 | 344 | 17 | 1 |
| 47 | 73 | 58 | 6 | 811 | 961 | 28 | 4 |
| 48 | 60 | 156 | 5 | 267 | 417 | 54 | 5 |
| 49 | 181 | 91 | 6 | 168 | 318 | 47 | 1 |
| 50 | 207 | 247 | 5 | 556 | 706 | 37 | 4 |
| 51 | 122 | 78 | 7 | 631 | 781 | 49 | 5 |
| 52 | 79 | 79 | 5 | 355 | 505 | 26 | 5 |
| 53 | 178 | 232 | 6 | 283 | 433 | 53 | 3 |
| 54 | 107 | 129 | 4 | 582 | 732 | 44 | 5 |
| 55 | 221 | 136 | 4 | 464 | 614 | 28 | 1 |
| 56 | 211 | 165 | 7 | 540 | 690 | 41 | 2 |
| 57 | 138 | 120 | 4 | 289 | 439 | 45 | 3 |
| 58 | 117 | 196 | 3 | 865 | 1015 | 38 | 3 |
| 59 | 92 | 239 | 10 | 414 | 564 | 33 | 5 |
| 60 | 188 | 219 | 4 | 499 | 649 | 23 | 1 |
| 61 | 159 | 167 | 10 | 759 | 909 | 55 | 5 |
| 62 | 230 | 217 | 7 | 952 | 1102 | 57 | 5 |
| 63 | 241 | 104 | 10 | 222 | 372 | 29 | 2 |
| 64 | 215 | 99 | 5 | 765 | 915 | 15 | 3 |
| 65 | 75 | 199 | 6 | 515 | 665 | 22 | 4 |
| 66 | 34 | 143 | 10 | 376 | 526 | 35 | 1 |
| 67 | 180 | 71 | 4 | 420 | 570 | 38 | 2 |

ตารางที่ ก.55 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 68 | 185 | 157 | 8 | 406 | 556 | 36 | 3 |
| 69 | 57 | 198 | 9 | 131 | 281 | 54 | 1 |
| 70 | 72 | 167 | 7 | 999 | 1149 | 33 | 5 |
| 71 | 59 | 200 | 6 | 831 | 981 | 35 | 1 |
| 72 | 205 | 162 | 7 | 970 | 1120 | 47 | 1 |
| 73 | 156 | 183 | 6 | 574 | 724 | 55 | 4 |
| 74 | 206 | 222 | 10 | 580 | 730 | 39 | 1 |
| 75 | 174 | 150 | 4 | 367 | 517 | 15 | 5 |
| 76 | 145 | 78 | 6 | 983 | 1133 | 30 | 1 |
| 77 | 202 | 200 | 7 | 618 | 768 | 48 | 3 |
| 78 | 103 | 41 | 7 | 807 | 957 | 23 | 4 |
| 79 | 229 | 243 | 4 | 260 | 410 | 43 | 2 |
| 80 | 135 | 119 | 7 | 655 | 805 | 35 | 4 |
| 81 | 94 | 151 | 9 | 275 | 425 | 31 | 5 |
| 82 | 175 | 155 | 8 | 903 | 1053 | 25 | 3 |
| 83 | 103 | 229 | 7 | 160 | 310 | 19 | 1 |
| 84 | 196 | 29 | 8 | 649 | 799 | 29 | 1 |
| 85 | 211 | 63 | 5 | 828 | 978 | 32 | 4 |
| 86 | 101 | 132 | 7 | 707 | 857 | 30 | 4 |
| 87 | 157 | 249 | 4 | 493 | 643 | 32 | 4 |
| 88 | 30 | 188 | 4 | 289 | 439 | 22 | 4 |
| 89 | 175 | 198 | 8 | 110 | 260 | 55 | 5 |

4.8 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.56 และตารางที่ ก.57

ตารางที่ ก.56 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 10 | 950 | 47 | 2 | 2 | 69 |
| 2 | 8 | 1500 | 32 | 1 | 3 | 76 |
| 3 | 8 | 2500 | 75 | 1 | 2 | 77 |

ตารางที่ ก.57 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1152 | 0 | 0 |
| 1 | 124 | 162 | 10 | 164 | 319 | 25 | 1 |
| 2 | 123 | 57 | 5 | 412 | 567 | 41 | 5 |

ตารางที่ ก.57 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 3 | 146 | 197 | 4 | 653 | 808 | 33 | 3 |
| 4 | 47 | 113 | 5 | 894 | 1049 | 16 | 3 |
| 5 | 52 | 116 | 5 | 545 | 700 | 51 | 2 |
| 6 | 27 | 57 | 8 | 362 | 517 | 42 | 4 |
| 7 | 82 | 82 | 6 | 754 | 909 | 37 | 1 |
| 8 | 216 | 214 | 7 | 845 | 1000 | 18 | 2 |
| 9 | 248 | 33 | 7 | 378 | 533 | 30 | 4 |
| 10 | 177 | 104 | 5 | 658 | 813 | 41 | 5 |
| 11 | 122 | 233 | 7 | 273 | 428 | 38 | 4 |
| 12 | 28 | 82 | 3 | 756 | 911 | 27 | 1 |
| 13 | 42 | 222 | 3 | 340 | 495 | 29 | 1 |
| 14 | 41 | 64 | 3 | 430 | 585 | 32 | 1 |
| 15 | 154 | 245 | 6 | 436 | 591 | 16 | 5 |
| 16 | 193 | 173 | 9 | 321 | 476 | 48 | 4 |
| 17 | 36 | 48 | 6 | 792 | 947 | 30 | 3 |
| 18 | 164 | 126 | 6 | 341 | 496 | 28 | 2 |
| 19 | 138 | 137 | 7 | 434 | 589 | 22 | 1 |
| 20 | 101 | 143 | 3 | 717 | 872 | 24 | 1 |
| 21 | 149 | 222 | 10 | 122 | 277 | 37 | 4 |
| 22 | 123 | 169 | 5 | 439 | 594 | 53 | 3 |
| 23 | 235 | 212 | 10 | 525 | 680 | 26 | 2 |
| 24 | 27 | 106 | 4 | 777 | 932 | 28 | 4 |
| 25 | 77 | 96 | 4 | 875 | 1030 | 39 | 1 |
| 26 | 146 | 226 | 9 | 220 | 375 | 46 | 1 |
| 27 | 197 | 111 | 3 | 951 | 1106 | 22 | 2 |
| 28 | 194 | 37 | 7 | 684 | 839 | 34 | 1 |
| 29 | 124 | 149 | 3 | 541 | 696 | 39 | 5 |
| 30 | 187 | 177 | 7 | 514 | 669 | 44 | 5 |
| 31 | 31 | 244 | 9 | 916 | 1071 | 42 | 3 |
| 32 | 149 | 171 | 5 | 871 | 1026 | 21 | 2 |
| 33 | 155 | 91 | 5 | 185 | 340 | 34 | 1 |
| 34 | 48 | 72 | 9 | 711 | 866 | 39 | 5 |
| 35 | 175 | 188 | 8 | 912 | 1067 | 42 | 2 |
| 36 | 69 | 50 | 10 | 330 | 485 | 57 | 3 |
| 37 | 200 | 54 | 7 | 853 | 1008 | 29 | 2 |
| 38 | 89 | 184 | 3 | 797 | 952 | 15 | 5 |
| 39 | 220 | 233 | 10 | 336 | 491 | 30 | 5 |
| 40 | 246 | 178 | 3 | 686 | 841 | 33 | 5 |
| 41 | 122 | 56 | 7 | 567 | 722 | 27 | 3 |
| 42 | 250 | 90 | 7 | 507 | 662 | 57 | 2 |

ตารางที่ ก.57 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 43 | 205 | 197 | 3 | 224 | 379 | 53 | 5 |
| 44 | 226 | 172 | 7 | 216 | 371 | 53 | 4 |
| 45 | 45 | 139 | 3 | 512 | 667 | 30 | 4 |
| 46 | 219 | 217 | 9 | 405 | 560 | 38 | 1 |
| 47 | 238 | 65 | 10 | 815 | 970 | 25 | 5 |
| 48 | 32 | 146 | 7 | 605 | 760 | 34 | 2 |
| 49 | 244 | 154 | 4 | 681 | 836 | 47 | 1 |
| 50 | 125 | 115 | 5 | 885 | 1040 | 42 | 1 |
| 51 | 74 | 173 | 9 | 603 | 758 | 20 | 4 |
| 52 | 57 | 28 | 8 | 217 | 372 | 35 | 4 |
| 53 | 240 | 75 | 8 | 416 | 571 | 36 | 5 |
| 54 | 155 | 122 | 3 | 920 | 1075 | 33 | 2 |
| 55 | 228 | 128 | 10 | 595 | 750 | 26 | 2 |
| 56 | 246 | 183 | 4 | 500 | 655 | 19 | 2 |
| 57 | 42 | 178 | 9 | 833 | 988 | 24 | 2 |
| 58 | 116 | 45 | 7 | 998 | 1153 | 43 | 1 |
| 59 | 161 | 245 | 10 | 533 | 688 | 46 | 4 |
| 60 | 203 | 137 | 8 | 331 | 486 | 25 | 5 |
| 61 | 35 | 210 | 6 | 546 | 701 | 44 | 3 |
| 62 | 33 | 66 | 4 | 698 | 853 | 45 | 1 |
| 63 | 246 | 194 | 9 | 158 | 313 | 19 | 2 |
| 64 | 134 | 37 | 7 | 647 | 802 | 48 | 5 |
| 65 | 36 | 59 | 8 | 445 | 600 | 40 | 1 |
| 66 | 212 | 177 | 4 | 456 | 611 | 26 | 4 |
| 67 | 38 | 152 | 5 | 996 | 1151 | 39 | 2 |
| 68 | 117 | 168 | 9 | 502 | 657 | 58 | 2 |
| 69 | 155 | 155 | 4 | 955 | 1110 | 26 | 4 |
| 70 | 33 | 66 | 9 | 263 | 418 | 41 | 1 |
| 71 | 45 | 94 | 3 | 629 | 784 | 43 | 5 |
| 72 | 59 | 192 | 8 | 781 | 936 | 30 | 3 |
| 73 | 175 | 230 | 8 | 395 | 550 | 46 | 3 |
| 74 | 43 | 146 | 10 | 574 | 729 | 49 | 1 |
| 75 | 225 | 164 | 7 | 213 | 368 | 21 | 2 |
| 76 | 95 | 140 | 4 | 109 | 264 | 40 | 3 |
| 77 | 230 | 219 | 5 | 909 | 1064 | 48 | 3 |
| 78 | 51 | 210 | 3 | 487 | 642 | 17 | 4 |
| 79 | 96 | 73 | 5 | 846 | 1001 | 42 | 5 |
| 80 | 27 | 214 | 7 | 703 | 858 | 43 | 4 |
| 81 | 104 | 130 | 4 | 217 | 372 | 53 | 5 |
| 82 | 43 | 109 | 3 | 976 | 1131 | 22 | 2 |

ตารางที่ ก.57 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 83 | 33 | 237 | 9 | 562 | 717 | 27 | 4 |
| 84 | 72 | 25 | 5 | 471 | 626 | 35 | 4 |
| 85 | 200 | 138 | 4 | 557 | 712 | 48 | 3 |
| 86 | 229 | 61 | 10 | 390 | 545 | 42 | 4 |
| 87 | 245 | 118 | 6 | 533 | 688 | 30 | 3 |
| 88 | 25 | 30 | 3 | 927 | 1082 | 48 | 2 |
| 89 | 98 | 110 | 4 | 644 | 799 | 35 | 1 |
| 90 | 89 | 138 | 9 | 604 | 759 | 29 | 5 |
| 91 | 36 | 190 | 7 | 285 | 440 | 45 | 3 |
| 92 | 222 | 238 | 7 | 199 | 354 | 23 | 4 |
| 93 | 229 | 240 | 9 | 832 | 987 | 24 | 3 |
| 94 | 141 | 53 | 7 | 959 | 1114 | 30 | 1 |
| 95 | 107 | 136 | 4 | 993 | 1148 | 45 | 1 |
| 96 | 184 | 140 | 7 | 137 | 292 | 51 | 5 |
| 97 | 219 | 54 | 6 | 313 | 468 | 32 | 2 |
| 98 | 40 | 248 | 8 | 799 | 954 | 47 | 5 |
| 99 | 194 | 151 | 3 | 474 | 629 | 27 | 1 |
| 100 | 131 | 45 | 7 | 482 | 637 | 28 | 2 |
| 101 | 206 | 249 | 10 | 204 | 359 | 26 | 2 |
| 102 | 94 | 242 | 6 | 102 | 257 | 22 | 5 |
| 103 | 95 | 48 | 3 | 845 | 1000 | 29 | 5 |

4.9 โจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

ปัญหาขนาดใหญ่มีจำนวนลูกค้า 50-120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.58 และตารางที่ ก.59

ตารางที่ ก.58 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 10 | 950 | 67 | 1 | 4 | 69 |
| 2 | 9 | 1500 | 55 | 1 | 2 | 61 |
| 3 | 9 | 2500 | 81 | 2 | 3 | 72 |

ตารางที่ ก.59 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1536 | 0 | 0 |
| 1 | 158 | 226 | 5 | 494 | 603 | 37 | 4 |
| 2 | 61 | 130 | 3 | 154 | 263 | 19 | 4 |
| 3 | 144 | 92 | 10 | 336 | 445 | 34 | 5 |
| 4 | 75 | 130 | 8 | 654 | 763 | 41 | 5 |

ตารางที่ ก.59 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 5 | 56 | 221 | 8 | 633 | 742 | 44 | 2 |
| 6 | 94 | 201 | 10 | 367 | 476 | 23 | 5 |
| 7 | 176 | 248 | 9 | 224 | 333 | 24 | 2 |
| 8 | 180 | 200 | 8 | 956 | 1065 | 35 | 4 |
| 9 | 57 | 203 | 5 | 388 | 497 | 24 | 2 |
| 10 | 207 | 115 | 3 | 417 | 526 | 13 | 4 |
| 11 | 56 | 209 | 10 | 420 | 529 | 51 | 2 |
| 12 | 33 | 150 | 4 | 873 | 982 | 32 | 5 |
| 13 | 58 | 221 | 4 | 530 | 639 | 54 | 3 |
| 14 | 234 | 43 | 7 | 925 | 1034 | 57 | 4 |
| 15 | 117 | 43 | 8 | 658 | 767 | 47 | 3 |
| 16 | 123 | 168 | 6 | 817 | 926 | 40 | 5 |
| 17 | 232 | 69 | 3 | 929 | 1038 | 13 | 4 |
| 18 | 94 | 167 | 3 | 652 | 761 | 21 | 2 |
| 19 | 35 | 232 | 10 | 695 | 804 | 42 | 3 |
| 20 | 151 | 68 | 4 | 394 | 503 | 20 | 5 |
| 21 | 77 | 125 | 10 | 290 | 399 | 35 | 3 |
| 22 | 182 | 206 | 9 | 440 | 549 | 32 | 3 |
| 23 | 157 | 168 | 3 | 907 | 1016 | 35 | 2 |
| 24 | 65 | 239 | 4 | 227 | 336 | 45 | 5 |
| 25 | 73 | 67 | 6 | 818 | 927 | 54 | 2 |
| 26 | 96 | 151 | 9 | 144 | 253 | 52 | 2 |
| 27 | 133 | 207 | 3 | 589 | 698 | 22 | 4 |
| 28 | 155 | 210 | 8 | 677 | 786 | 28 | 4 |
| 29 | 46 | 186 | 3 | 771 | 880 | 36 | 4 |
| 30 | 28 | 46 | 6 | 670 | 779 | 38 | 4 |
| 31 | 36 | 122 | 7 | 413 | 522 | 39 | 4 |
| 32 | 206 | 201 | 10 | 783 | 892 | 58 | 3 |
| 33 | 174 | 120 | 3 | 771 | 880 | 51 | 1 |
| 34 | 107 | 147 | 5 | 577 | 686 | 15 | 3 |
| 35 | 169 | 167 | 6 | 613 | 722 | 54 | 5 |
| 36 | 25 | 63 | 3 | 720 | 829 | 42 | 1 |
| 37 | 174 | 115 | 8 | 973 | 1082 | 23 | 4 |
| 38 | 135 | 58 | 7 | 728 | 837 | 18 | 1 |
| 39 | 66 | 46 | 7 | 956 | 1065 | 27 | 2 |
| 40 | 236 | 199 | 5 | 324 | 433 | 18 | 3 |
| 41 | 35 | 73 | 6 | 111 | 220 | 32 | 5 |
| 42 | 144 | 231 | 5 | 874 | 983 | 44 | 1 |
| 43 | 213 | 61 | 9 | 271 | 380 | 44 | 1 |

ตารางที่ ก.59 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาขนาดใหญ่ข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 44 | 206 | 80 | 3 | 886 | 995 | 29 | 3 |
| 45 | 168 | 74 | 9 | 162 | 271 | 45 | 3 |
| 46 | 103 | 158 | 8 | 290 | 399 | 51 | 2 |
| 47 | 109 | 137 | 4 | 380 | 489 | 47 | 5 |
| 48 | 51 | 187 | 5 | 618 | 727 | 29 | 1 |
| 49 | 218 | 235 | 7 | 327 | 436 | 46 | 2 |
| 50 | 125 | 162 | 7 | 139 | 248 | 39 | 1 |
| 51 | 222 | 217 | 6 | 701 | 810 | 35 | 1 |
| 52 | 196 | 133 | 4 | 609 | 718 | 20 | 4 |
| 53 | 39 | 189 | 7 | 856 | 965 | 26 | 1 |
| 54 | 119 | 208 | 4 | 800 | 909 | 14 | 2 |
| 55 | 159 | 248 | 5 | 247 | 356 | 31 | 1 |
| 56 | 88 | 76 | 9 | 844 | 953 | 47 | 4 |
| 57 | 250 | 118 | 6 | 398 | 507 | 31 | 1 |
| 58 | 237 | 78 | 9 | 137 | 246 | 52 | 3 |
| 59 | 245 | 59 | 7 | 239 | 348 | 20 | 2 |
| 60 | 106 | 95 | 3 | 516 | 625 | 14 | 1 |
| 61 | 134 | 186 | 4 | 255 | 364 | 47 | 2 |
| 62 | 108 | 57 | 6 | 755 | 864 | 29 | 3 |
| 63 | 143 | 141 | 9 | 266 | 375 | 21 | 1 |

4.10 โจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

ปัญหาพร้อมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.60 และตารางที่ ก.61

ตารางที่ ก.60 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 8 | 950 | 44 | 2 | 4 | 64 |
| 2 | 9 | 1500 | 74 | 1 | 4 | 65 |
| 3 | 10 | 2500 | 51 | 2 | 4 | 76 |

ตารางที่ ก.61 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1157 | 0 | 0 |
| 1 | 158 | 57 | 7 | 327 | 505 | 36 | 3 |
| 2 | 51 | 167 | 5 | 235 | 413 | 27 | 5 |
| 3 | 148 | 151 | 7 | 876 | 1054 | 41 | 1 |
| 4 | 87 | 26 | 8 | 151 | 329 | 56 | 2 |
| 5 | 164 | 37 | 8 | 949 | 1127 | 34 | 3 |

ตารางที่ ก.61 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 1

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 6 | 47 | 182 | 5 | 276 | 454 | 39 | 3 |
| 7 | 64 | 58 | 10 | 331 | 509 | 49 | 3 |
| 8 | 127 | 234 | 8 | 263 | 441 | 35 | 4 |
| 9 | 209 | 245 | 6 | 233 | 411 | 19 | 4 |
| 10 | 106 | 150 | 7 | 144 | 322 | 52 | 5 |
| 11 | 120 | 175 | 4 | 863 | 1041 | 39 | 3 |
| 12 | 69 | 155 | 7 | 863 | 1041 | 43 | 3 |
| 13 | 75 | 215 | 9 | 537 | 715 | 30 | 4 |
| 14 | 224 | 104 | 3 | 669 | 847 | 48 | 1 |
| 15 | 29 | 42 | 8 | 632 | 810 | 37 | 1 |
| 16 | 230 | 188 | 4 | 675 | 853 | 28 | 1 |
| 17 | 232 | 179 | 5 | 579 | 757 | 39 | 1 |
| 18 | 87 | 132 | 10 | 437 | 615 | 47 | 1 |
| 19 | 160 | 249 | 9 | 443 | 621 | 36 | 1 |
| 20 | 105 | 172 | 5 | 627 | 805 | 25 | 5 |
| 21 | 107 | 191 | 8 | 819 | 997 | 57 | 5 |
| 22 | 31 | 32 | 7 | 556 | 734 | 57 | 1 |
| 23 | 34 | 145 | 9 | 133 | 311 | 24 | 2 |
| 24 | 172 | 52 | 8 | 987 | 1165 | 51 | 3 |
| 25 | 180 | 184 | 8 | 287 | 465 | 39 | 3 |
| 26 | 121 | 111 | 5 | 427 | 605 | 48 | 1 |
| 27 | 119 | 148 | 10 | 872 | 1050 | 54 | 4 |
| 28 | 243 | 153 | 10 | 211 | 389 | 58 | 5 |
| 29 | 168 | 176 | 6 | 420 | 598 | 17 | 1 |
| 30 | 95 | 160 | 5 | 339 | 517 | 22 | 3 |
| 31 | 118 | 181 | 4 | 641 | 819 | 33 | 2 |
| 32 | 45 | 25 | 5 | 592 | 770 | 31 | 2 |
| 33 | 53 | 159 | 6 | 280 | 458 | 39 | 4 |
| 34 | 84 | 212 | 4 | 139 | 317 | 34 | 1 |
| 35 | 186 | 123 | 5 | 860 | 1038 | 18 | 3 |
| 36 | 42 | 166 | 10 | 355 | 533 | 58 | 3 |
| 37 | 108 | 153 | 8 | 715 | 893 | 24 | 3 |
| 38 | 144 | 222 | 8 | 251 | 429 | 25 | 1 |
| 39 | 171 | 165 | 5 | 229 | 407 | 51 | 3 |
| 40 | 233 | 125 | 3 | 930 | 1108 | 20 | 3 |
| 41 | 153 | 120 | 6 | 297 | 475 | 54 | 5 |
| 42 | 154 | 58 | 10 | 542 | 720 | 40 | 2 |

4.11 โจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

ปัญหาพร้อมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.62 และตารางที่ ก.63

ตารางที่ ก.62 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 6 | 950 | 60 | 2 | 4 | 73 |
| 2 | 7 | 1500 | 34 | 2 | 3 | 69 |
| 3 | 6 | 2500 | 86 | 1 | 4 | 72 |

ตารางที่ ก.63 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1287 | 0 | 0 |
| 1 | 241 | 131 | 5 | 383 | 521 | 23 | 4 |
| 2 | 154 | 129 | 3 | 220 | 358 | 42 | 3 |
| 3 | 151 | 234 | 3 | 464 | 602 | 27 | 4 |
| 4 | 41 | 136 | 7 | 308 | 446 | 51 | 3 |
| 5 | 48 | 237 | 10 | 391 | 529 | 32 | 4 |
| 6 | 181 | 157 | 10 | 611 | 749 | 20 | 5 |
| 7 | 213 | 217 | 4 | 214 | 352 | 28 | 5 |
| 8 | 205 | 151 | 4 | 662 | 800 | 28 | 5 |
| 9 | 34 | 140 | 4 | 724 | 862 | 54 | 5 |
| 10 | 75 | 180 | 6 | 796 | 934 | 30 | 1 |
| 11 | 247 | 150 | 5 | 632 | 770 | 42 | 1 |
| 12 | 184 | 62 | 6 | 435 | 573 | 46 | 3 |
| 13 | 116 | 88 | 10 | 178 | 316 | 44 | 1 |
| 14 | 133 | 243 | 5 | 417 | 555 | 50 | 2 |
| 15 | 158 | 165 | 10 | 489 | 627 | 49 | 2 |
| 16 | 210 | 130 | 8 | 571 | 709 | 46 | 1 |
| 17 | 49 | 244 | 6 | 724 | 862 | 16 | 4 |
| 18 | 226 | 187 | 3 | 719 | 857 | 14 | 3 |
| 19 | 143 | 176 | 7 | 224 | 362 | 53 | 1 |
| 20 | 154 | 104 | 9 | 495 | 633 | 28 | 4 |
| 21 | 217 | 205 | 4 | 559 | 697 | 45 | 5 |
| 22 | 39 | 215 | 3 | 969 | 1107 | 45 | 3 |
| 23 | 178 | 175 | 4 | 258 | 396 | 32 | 4 |
| 24 | 234 | 56 | 4 | 127 | 265 | 53 | 5 |
| 25 | 111 | 140 | 4 | 664 | 802 | 54 | 4 |
| 26 | 190 | 109 | 7 | 509 | 647 | 37 | 5 |
| 27 | 225 | 57 | 10 | 761 | 899 | 29 | 5 |

ตารางที่ ก.63 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 28 | 206 | 114 | 5 | 707 | 845 | 26 | 1 |
| 29 | 222 | 150 | 6 | 147 | 285 | 49 | 1 |
| 30 | 246 | 142 | 8 | 557 | 695 | 30 | 5 |
| 31 | 99 | 136 | 4 | 453 | 591 | 23 | 2 |
| 32 | 127 | 88 | 3 | 593 | 731 | 46 | 1 |
| 33 | 63 | 155 | 5 | 691 | 829 | 49 | 2 |
| 34 | 122 | 247 | 4 | 386 | 524 | 33 | 4 |
| 35 | 248 | 91 | 5 | 432 | 570 | 42 | 2 |
| 36 | 103 | 155 | 7 | 436 | 574 | 37 | 1 |
| 37 | 130 | 206 | 8 | 999 | 1137 | 49 | 3 |
| 38 | 160 | 203 | 10 | 870 | 1008 | 20 | 4 |
| 39 | 65 | 217 | 4 | 176 | 314 | 49 | 3 |
| 40 | 241 | 121 | 10 | 387 | 525 | 55 | 4 |
| 41 | 30 | 109 | 8 | 316 | 454 | 48 | 4 |
| 42 | 162 | 229 | 8 | 681 | 819 | 30 | 5 |
| 43 | 200 | 216 | 8 | 124 | 262 | 49 | 3 |
| 44 | 207 | 74 | 9 | 397 | 535 | 52 | 1 |
| 45 | 128 | 240 | 5 | 210 | 348 | 15 | 1 |
| 46 | 76 | 56 | 7 | 396 | 534 | 47 | 4 |
| 47 | 212 | 98 | 7 | 466 | 604 | 24 | 3 |
| 48 | 37 | 105 | 8 | 815 | 953 | 35 | 4 |
| 49 | 31 | 61 | 7 | 666 | 804 | 55 | 5 |
| 50 | 39 | 231 | 9 | 115 | 253 | 52 | 3 |
| 51 | 136 | 94 | 8 | 306 | 444 | 47 | 4 |
| 52 | 125 | 182 | 8 | 275 | 413 | 19 | 4 |
| 53 | 149 | 46 | 4 | 856 | 994 | 26 | 5 |
| 54 | 223 | 205 | 7 | 899 | 1037 | 34 | 1 |
| 55 | 217 | 118 | 4 | 124 | 262 | 48 | 5 |
| 56 | 122 | 45 | 9 | 912 | 1050 | 43 | 3 |
| 57 | 79 | 48 | 4 | 536 | 674 | 54 | 1 |
| 58 | 220 | 150 | 9 | 251 | 389 | 48 | 4 |
| 59 | 37 | 103 | 4 | 753 | 891 | 40 | 1 |
| 60 | 202 | 75 | 5 | 248 | 386 | 27 | 1 |
| 61 | 117 | 244 | 7 | 936 | 1074 | 48 | 2 |
| 62 | 220 | 249 | 8 | 255 | 393 | 50 | 3 |
| 63 | 217 | 147 | 4 | 896 | 1034 | 47 | 5 |
| 64 | 238 | 141 | 5 | 514 | 652 | 50 | 4 |
| 65 | 181 | 102 | 7 | 840 | 978 | 57 | 3 |
| 66 | 60 | 32 | 5 | 372 | 510 | 29 | 1 |

ตารางที่ ก.63 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 67 | 146 | 60 | 3 | 330 | 468 | 33 | 1 |
| 68 | 184 | 176 | 9 | 238 | 376 | 59 | 4 |
| 69 | 117 | 73 | 8 | 133 | 271 | 44 | 4 |
| 70 | 58 | 192 | 3 | 763 | 901 | 33 | 5 |
| 71 | 238 | 137 | 5 | 502 | 640 | 43 | 4 |
| 72 | 193 | 197 | 5 | 918 | 1056 | 22 | 1 |
| 73 | 130 | 86 | 4 | 773 | 911 | 49 | 3 |
| 74 | 224 | 141 | 4 | 283 | 421 | 22 | 3 |
| 75 | 119 | 60 | 5 | 412 | 550 | 40 | 3 |
| 76 | 209 | 222 | 4 | 571 | 709 | 28 | 2 |
| 77 | 129 | 119 | 6 | 215 | 353 | 19 | 5 |
| 78 | 143 | 222 | 9 | 750 | 888 | 25 | 1 |
| 79 | 146 | 147 | 3 | 726 | 864 | 17 | 1 |
| 80 | 62 | 134 | 5 | 496 | 634 | 53 | 4 |
| 81 | 141 | 215 | 4 | 498 | 636 | 30 | 4 |
| 82 | 133 | 203 | 6 | 193 | 331 | 25 | 2 |
| 83 | 85 | 94 | 4 | 442 | 580 | 47 | 5 |
| 84 | 57 | 174 | 5 | 517 | 655 | 18 | 4 |
| 85 | 109 | 194 | 10 | 698 | 836 | 42 | 1 |
| 86 | 204 | 168 | 4 | 504 | 642 | 54 | 3 |
| 87 | 233 | 114 | 9 | 320 | 458 | 26 | 1 |
| 88 | 71 | 114 | 7 | 190 | 328 | 48 | 3 |
| 89 | 187 | 204 | 9 | 710 | 848 | 38 | 3 |
| 90 | 147 | 137 | 10 | 528 | 666 | 34 | 2 |
| 91 | 89 | 165 | 3 | 782 | 920 | 48 | 3 |
| 92 | 142 | 178 | 7 | 983 | 1121 | 24 | 5 |
| 93 | 248 | 225 | 8 | 104 | 242 | 25 | 3 |
| 94 | 235 | 208 | 10 | 439 | 577 | 31 | 5 |
| 95 | 167 | 196 | 9 | 780 | 918 | 44 | 3 |
| 96 | 102 | 76 | 8 | 171 | 309 | 50 | 4 |
| 97 | 73 | 151 | 6 | 766 | 904 | 34 | 4 |
| 98 | 193 | 237 | 4 | 967 | 1105 | 50 | 2 |
| 99 | 130 | 28 | 5 | 710 | 848 | 50 | 2 |
| 100 | 73 | 228 | 7 | 376 | 514 | 40 | 2 |
| 101 | 36 | 131 | 9 | 974 | 1112 | 27 | 1 |
| 102 | 59 | 147 | 3 | 832 | 970 | 35 | 3 |
| 103 | 115 | 81 | 3 | 314 | 452 | 30 | 1 |
| 104 | 144 | 38 | 7 | 846 | 984 | 56 | 5 |
| 105 | 228 | 145 | 10 | 341 | 479 | 43 | 1 |
| 106 | 228 | 244 | 3 | 798 | 936 | 39 | 2 |

ตารางที่ ก.63 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 2

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 107 | 118 | 211 | 7 | 398 | 536 | 30 | 1 |
| 108 | 74 | 31 | 3 | 215 | 353 | 28 | 5 |
| 109 | 150 | 52 | 8 | 792 | 930 | 53 | 1 |
| 110 | 58 | 147 | 8 | 663 | 801 | 29 | 4 |
| 111 | 164 | 57 | 6 | 352 | 490 | 23 | 3 |
| 112 | 128 | 235 | 7 | 765 | 903 | 36 | 3 |
| 113 | 135 | 60 | 3 | 347 | 485 | 42 | 5 |
| 114 | 51 | 124 | 7 | 465 | 603 | 18 | 4 |
| 115 | 54 | 129 | 4 | 109 | 247 | 36 | 2 |

4.12 โจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

ปัญหาพร้อมมีจำนวนลูกค้า 15 - 120 ราย ยานพาหนะ 2 ประเภท แสดงดังตารางที่ ก.64 และตารางที่ ก.65

ตารางที่ ก.64 แสดงข้อจำกัดของยานพาหนะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| ประเภทรถ | Number of car | Capacity | Fix Cost | Variable Cost | Loading Cost | Speed |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|--------------|-------|
| 1 | 9 | 950 | 65 | 1 | 4 | 61 |
| 2 | 7 | 1500 | 34 | 2 | 2 | 80 |
| 3 | 10 | 2500 | 85 | 2 | 3 | 64 |

ตารางที่ ก.65 แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1485 | 0 | 0 |
| 1 | 108 | 136 | 6 | 920 | 1148 | 19 | 1 |
| 2 | 141 | 37 | 8 | 196 | 424 | 41 | 5 |
| 3 | 187 | 150 | 5 | 464 | 692 | 18 | 2 |
| 4 | 132 | 79 | 9 | 784 | 1012 | 45 | 3 |
| 5 | 200 | 215 | 10 | 532 | 760 | 23 | 4 |
| 6 | 44 | 168 | 7 | 259 | 487 | 25 | 2 |
| 7 | 175 | 25 | 4 | 288 | 516 | 45 | 1 |
| 8 | 167 | 246 | 5 | 172 | 400 | 53 | 3 |
| 9 | 155 | 30 | 6 | 574 | 802 | 30 | 3 |
| 10 | 60 | 131 | 10 | 944 | 1172 | 42 | 1 |
| 11 | 232 | 213 | 10 | 572 | 800 | 56 | 4 |
| 12 | 127 | 94 | 7 | 338 | 566 | 47 | 2 |
| 13 | 51 | 205 | 8 | 842 | 1070 | 37 | 4 |
| 14 | 144 | 187 | 5 | 761 | 989 | 54 | 5 |

ตารางที่ ก.65 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 15 | 180 | 201 | 6 | 786 | 1014 | 17 | 1 |
| 16 | 131 | 25 | 3 | 949 | 1177 | 17 | 2 |
| 17 | 76 | 91 | 10 | 752 | 980 | 55 | 3 |
| 18 | 101 | 243 | 10 | 691 | 919 | 33 | 2 |
| 19 | 56 | 76 | 3 | 195 | 423 | 37 | 4 |
| 20 | 221 | 249 | 10 | 287 | 515 | 57 | 4 |
| 21 | 173 | 186 | 6 | 840 | 1068 | 50 | 2 |
| 22 | 234 | 116 | 8 | 695 | 923 | 19 | 5 |
| 23 | 71 | 250 | 8 | 802 | 1030 | 26 | 5 |
| 24 | 106 | 203 | 6 | 812 | 1040 | 31 | 4 |
| 25 | 92 | 154 | 9 | 525 | 753 | 49 | 5 |
| 26 | 80 | 91 | 4 | 777 | 1005 | 45 | 1 |
| 27 | 202 | 182 | 6 | 574 | 802 | 41 | 3 |
| 28 | 106 | 91 | 3 | 765 | 993 | 44 | 5 |
| 29 | 80 | 249 | 7 | 603 | 831 | 39 | 3 |
| 30 | 200 | 32 | 3 | 784 | 1012 | 25 | 2 |
| 31 | 228 | 83 | 9 | 558 | 786 | 31 | 3 |
| 32 | 66 | 42 | 8 | 839 | 1067 | 49 | 5 |
| 33 | 77 | 63 | 10 | 905 | 1133 | 24 | 1 |
| 34 | 29 | 92 | 4 | 342 | 570 | 37 | 3 |
| 35 | 52 | 126 | 10 | 713 | 941 | 31 | 2 |
| 36 | 131 | 31 | 3 | 552 | 780 | 20 | 3 |
| 37 | 86 | 208 | 6 | 729 | 957 | 37 | 4 |
| 38 | 214 | 71 | 7 | 753 | 981 | 28 | 4 |
| 39 | 69 | 138 | 4 | 397 | 625 | 18 | 1 |
| 40 | 101 | 95 | 7 | 801 | 1029 | 48 | 2 |
| 41 | 184 | 58 | 4 | 250 | 478 | 42 | 3 |
| 42 | 68 | 27 | 8 | 615 | 843 | 50 | 4 |
| 43 | 123 | 44 | 10 | 322 | 550 | 35 | 2 |
| 44 | 176 | 174 | 3 | 908 | 1136 | 35 | 3 |
| 45 | 76 | 122 | 9 | 427 | 655 | 27 | 4 |
| 46 | 241 | 89 | 9 | 917 | 1145 | 19 | 2 |
| 47 | 91 | 57 | 8 | 640 | 868 | 53 | 2 |
| 48 | 112 | 244 | 5 | 511 | 739 | 43 | 2 |
| 49 | 82 | 132 | 5 | 925 | 1153 | 29 | 2 |
| 50 | 225 | 100 | 9 | 985 | 1213 | 44 | 5 |
| 51 | 246 | 186 | 5 | 255 | 483 | 40 | 1 |
| 52 | 146 | 144 | 6 | 637 | 865 | 44 | 4 |
| 53 | 70 | 219 | 6 | 643 | 871 | 40 | 4 |

ตารางที่ ก.65 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 54 | 207 | 250 | 6 | 138 | 366 | 21 | 3 |
| 55 | 45 | 241 | 7 | 814 | 1042 | 42 | 1 |
| 56 | 45 | 234 | 8 | 324 | 552 | 33 | 3 |
| 57 | 48 | 198 | 6 | 362 | 590 | 49 | 1 |
| 58 | 58 | 214 | 5 | 325 | 553 | 21 | 5 |
| 59 | 158 | 232 | 5 | 277 | 505 | 40 | 3 |
| 60 | 176 | 163 | 6 | 373 | 601 | 53 | 3 |
| 61 | 213 | 243 | 5 | 689 | 917 | 51 | 4 |
| 62 | 122 | 119 | 9 | 879 | 1107 | 43 | 5 |
| 63 | 26 | 211 | 3 | 775 | 1003 | 18 | 4 |
| 64 | 77 | 62 | 10 | 804 | 1032 | 24 | 5 |
| 65 | 111 | 193 | 4 | 140 | 368 | 19 | 3 |
| 66 | 93 | 214 | 4 | 243 | 471 | 14 | 4 |
| 67 | 239 | 204 | 6 | 566 | 794 | 45 | 2 |
| 68 | 203 | 100 | 8 | 301 | 529 | 45 | 2 |
| 69 | 185 | 124 | 4 | 380 | 608 | 49 | 4 |
| 70 | 222 | 191 | 9 | 501 | 729 | 37 | 4 |
| 71 | 228 | 196 | 9 | 287 | 515 | 30 | 5 |
| 72 | 131 | 102 | 9 | 258 | 486 | 45 | 1 |
| 73 | 241 | 33 | 10 | 885 | 1113 | 37 | 2 |
| 74 | 135 | 85 | 10 | 166 | 394 | 31 | 3 |
| 75 | 84 | 189 | 8 | 509 | 737 | 45 | 1 |
| 76 | 194 | 143 | 7 | 384 | 612 | 18 | 2 |
| 77 | 209 | 171 | 3 | 827 | 1055 | 22 | 4 |
| 78 | 100 | 59 | 6 | 294 | 522 | 34 | 4 |
| 79 | 182 | 107 | 10 | 467 | 695 | 23 | 1 |
| 80 | 149 | 31 | 10 | 944 | 1172 | 34 | 1 |
| 81 | 25 | 28 | 3 | 728 | 956 | 53 | 2 |
| 82 | 234 | 69 | 9 | 250 | 478 | 44 | 2 |
| 83 | 139 | 113 | 3 | 315 | 543 | 17 | 2 |
| 84 | 142 | 26 | 5 | 883 | 1111 | 27 | 2 |
| 85 | 33 | 32 | 4 | 521 | 749 | 49 | 3 |
| 86 | 113 | 233 | 10 | 180 | 408 | 45 | 4 |
| 87 | 126 | 59 | 7 | 619 | 847 | 19 | 1 |
| 88 | 247 | 43 | 8 | 996 | 1224 | 50 | 3 |
| 89 | 96 | 170 | 5 | 733 | 961 | 43 | 5 |
| 90 | 118 | 211 | 9 | 902 | 1130 | 33 | 1 |
| 91 | 99 | 67 | 5 | 539 | 767 | 34 | 1 |
| 92 | 196 | 214 | 9 | 868 | 1096 | 37 | 3 |

ตารางที่ ก.65 (ต่อ) แสดงข้อมูลของตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมข้อที่ 3

| Cust No. | X | Y | Demand | Ready Time | Due Date | Service Time | forfeit |
|----------|-----|-----|--------|------------|----------|--------------|---------|
| 93 | 144 | 125 | 10 | 775 | 1003 | 43 | 4 |
| 94 | 195 | 99 | 5 | 254 | 482 | 41 | 4 |
| 95 | 83 | 231 | 10 | 191 | 419 | 32 | 5 |
| 96 | 64 | 187 | 10 | 731 | 959 | 51 | 4 |
| 97 | 190 | 114 | 5 | 339 | 567 | 29 | 3 |
| 98 | 160 | 238 | 9 | 604 | 832 | 55 | 1 |
| 99 | 189 | 35 | 8 | 255 | 483 | 25 | 4 |
| 100 | 120 | 26 | 4 | 637 | 865 | 37 | 2 |
| 101 | 66 | 122 | 8 | 201 | 429 | 53 | 2 |





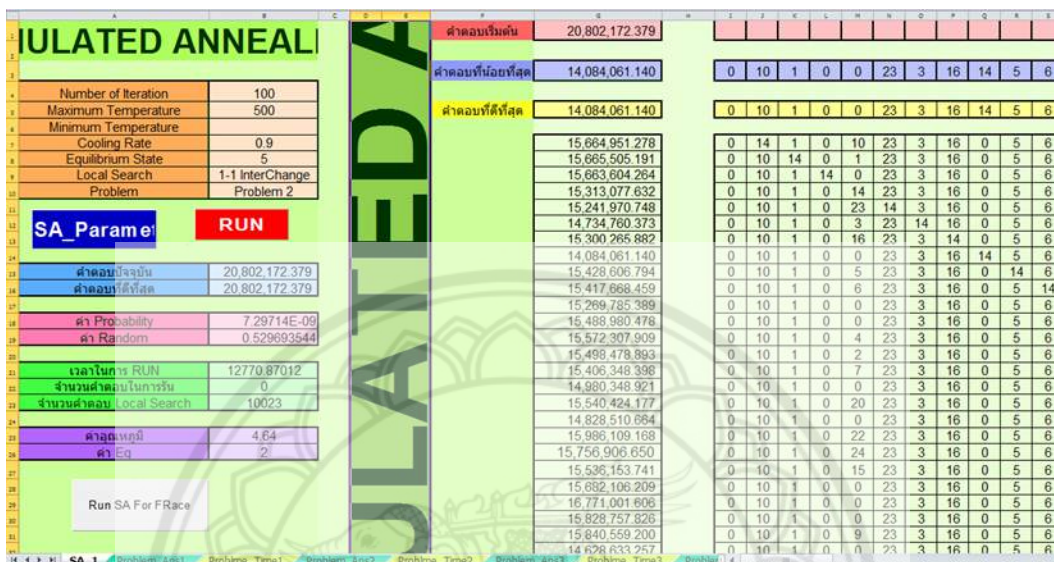
ภาคผนวก ข.

หน้าที่การทำงานของฟังก์ชันในโปรแกรม

โค้ดที่ใช้ในโปรแกรม

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงโค้ดที่ใช้สร้างโปรแกรม ว่าแต่ละโค้ดมีการทำงานอย่างไร

ลักษณะการทำงานของวิธีการอบอ่อนจำลอง



รูป ข.1 หน้าแรกโปรแกรม SA FRace

คลิกปุ่ม (Run SA For FRace) ดังรูปที่ ข.2 เพื่อทำการรันโปรแกรม

Run SA For FRace

รูปที่ ข.2 ปุ่มรันโปรแกรม SA FRace

```

ภายในตัวโปรแกรมเมื่อคลิก ( Run SA For FRace )
Private Sub SA_FRace_Click()
Dim StarTime As Double
'Dim NumSetLeft As Integer 'นับจำนวน setting ที่เหลืออยู่ใน FRace
'Dim NumProb As Integer 'นับจำนวนปัญหาที่สร้างมาแล้ว จนถึงปัจจุบัน
'Dim ProbName As String 'ทำหน้าที่ในการเก็บหมายเลขของปัญหาแบบเป็นตัวหนังสือ
Application.ScreenUpdating = False
Dim IterCount As Integer 'นับจำนวน iteration ของแต่ละ setting
Dim SA_TmaxCount As Integer 'นับจำนวน Tmax ที่รันอยู่ ณ ปัจจุบัน
    
```

```

Dim SA_CRCount As Integer 'นับจำนวน CR ที่รันอยู่ ณ ปัจจุบัน
Dim SA_EqCount As Integer 'นับจำนวน Eq ที่รันอยู่ ณ ปัจจุบัน
Dim SA_LSCount As Integer 'นับจำนวน Ls ที่รันอยู่ ณ ปัจจุบัน
Dim LineCount As Integer 'นับบรรทัด
'Dim IterProblem As Integer
Dim ws As Worksheet
Dim wsout As Worksheet
Dim wbk As Workbook
Dim SetAvg As Double 'ทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละรอบ
Dim TotalResults As Double 'ทำหน้าที่ในการหาผลรวมของคำตอบแต่ละ Setting ในแต่ละรอบ
NumItFRace = 5
NumSet = 81
NumSetLeft = 81
Set wbk = Workbooks("SAFRace")
StarTime = Now()
Call DelSheetsInProblem 'ทำหน้าที่ในการลบแผ่นงานที่เป็น Problem เดิมทิ้งทั้งหมด
Call DelSheetsInOutput 'ทำหน้าที่ในการลบแผ่นงานที่เป็น Output เดิมทิ้งทั้งหมด
'ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Excel บางส่วน
'Application.ScreenUpdating = False
'Application.Calculation = xlCalculationManual
NumProb = 0
Call FirstPrevCurSet
Call SetFirstCutorNot
Do
    NumProb = NumProb + 1
    ProbName = "Prob" & NumProb
    Call CreatNewProblem(ProbName)
    Call FRaceReadInput(ProbName)
    Set wsout =
Workbooks("SAOutput").Worksheets.Add(After:=Workbooks("SAOutput").Worksheets(Workbooks("
SAOutput").Worksheets.Count))
wsout.name = ProbName
    CountSet = 0
    LineCount = 0
    wbk.Activate
' Dim Setting As Integer
' For Setting = 1 To 9

```

```
' Select Case Setting
'
' Case 1
'     SA_Tmax = 300
'     SA_MaxEq = 2
'     SA_CR = 0.8
'
' Case 2
'     SA_Tmax = 300
'     SA_MaxEq = 3
'     SA_CR = 0.8
'
' Case 3
'     SA_Tmax = 300
'     SA_MaxEq = 5
'     SA_CR = 0.8
For SA_TmaxCount = 1 To 3
    Select Case SA_TmaxCount
        Case 1
            Worksheets("SA_1").Range("B5").Value = "100"
            SA_Tmax = 100
        Case 2
            Worksheets("SA_1").Range("B5").Value = "300"
            SA_Tmax = 300
        Case 3
            Worksheets("SA_1").Range("B5").Value = "500"
            SA_Tmax = 500
    End Select
For SA_CRCount = 1 To 3
    Select Case SA_CRCount
        Case 1
            Worksheets("SA_1").Range("B7").Value = "0.7"
            SA_CR = 0.7
        Case 2
            Worksheets("SA_1").Range("B7").Value = "0.8"
            SA_CR = 0.8
        Case 3
            Worksheets("SA_1").Range("B7").Value = "0.9"
            SA_CR = 0.9
    End Select
```

```

For SA_EqCount = 1 To 3
  Select Case SA_EqCount
    Case 1
      Worksheets("SA_1").Range("B8").Value = "2"
      SA_MaxEq = 2
    Case 2
      Worksheets("SA_1").Range("B8").Value = "3"
      SA_MaxEq = 3
    Case 3
      Worksheets("SA_1").Range("B8").Value = "5"
      SA_MaxEq = 5
  End Select
For SA_LSCount = 1 To 3
  Select Case SA_LSCount
    Case 1
      Worksheets("SA_1").Range("B9").Value = "2-Opt/2-Opt*"
      SA_LS = "2-Opt/2-Opt*"
    Case 2
      Worksheets("SA_1").Range("B9").Value = "3-Opt/3-Opt*"
      SA_LS = "3-Opt/3-Opt*"
    Case 2
      Worksheets("SA_1").Range("B9").Value = "Shift 10"
      SA_LS = "Shift 10"
    Case 3
      Worksheets("SA_1").Range("B9").Value = "1-1 InterChange"
      SA_LS = "1-1 InterChange"
    Case 5
      Worksheets("SA_1").Range("B9").Value = "2-2 InterChange"
      SA_LS = "2-2 InterChange"
  End Select
CountSet = CountSet + 1
If cutornot(CountSet) <> 0 Then
  LineCount = LineCount + 1
  For IterCount = 1 To NumItFRace
    Select Case InterCount
      Case 1

```

```

Randomize (1111)
Case 2
Randomize (2222)
Case 2
Randomize (3333)
Case 3
Randomize (4444)
Case 5
Randomize (5555)
End Select
Call Intsol
Call EvalF(SA_NowCurSol())
NowCurSolCost = TotalCost
SA_BestSolTotalCost = TotalCost
Range("G1") = NowCurSolCost
ReDim SA_BestSol(1 To TotalRepPos)
Select Case SA_LS
Case "2-Opt/2-Opt*"
Call Function_2Opt
Case "3-Opt/3-Opt*"
Call Function_3Opt
Case "Shift 10"
Call Function_BShift10
Case "1-1 InterChange"
Call Function_InterChang11
Case "2-2 InterChange"
Call Function_InterChang22
End Select
Range("B15").Value = NowCurSolCost
Range("B16").Value = SA_BestSolTotalCost
Range("B22").Value = SA_Number
Dim TotalTime As Double
TotalTime = Round(Timer - StartTime, 2) 'เก็บค่า totaltime ไว้
Range("B21").Value = TotalTime
wsout.Range("E3").Offset(LineCount, IterCount) = SA_BestSolTotalCost
Next IterCount
TotalResults = 0

```

```

For i = 1 To NumItFRace
    TotalResults = TotalResults + wsout.Range("E3").Offset(LineCount, i)
Next i
SetAvg = TotalResults / NumItFRace
With wsout
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 1) = SetAvg
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 3) = CountSet
    .Range("A3").Offset(LineCount, 0) = SA_Tmax
    .Range("B3").Offset(LineCount, 0) = SA_CR
    .Range("C3").Offset(LineCount, 0) = SA_MaxEq
    .Range("D3").Offset(LineCount, 0) = SA_LS
    '
    .Range("A3") = "Tmax"
    '
    .Range("B3") = "CR"
    '
    .Range("C3") = "Eq"
    '
    .Range("D3") = "LS"
    '
    .Range("F3") = "1"
    '
    .Range("G3") = "2"
    '
    .Range("H3") = "3"
    '
    .Range("I3") = "4"
    '
    .Range("J3") = "5"
    '
    .Range("K3") = "Average"
    '
    .Range("L3") = "Rank"
    '
    .Range("M3") = "ลำดับ"
    '
    .Range("P4") = "Average"
    '
    .Range("P5") = "Max"
    '
    .Range("P6") = "Min"
End With
End If

Next SA_LSCount
Next SA_EqCount
Next SA_CRCCount
Next SA_TmaxCount

'Next IterProblem

Call RankResult(ProbName)
Call UpdateCurSet(ProbName)
' If NumProb > 5 Then
'     Call FriedmanTest

```

```

' End If
  Call CurToPrev
'Application.ScreenUpdating = True
Loop Until (NumSetLeft = 1 Or NumProb = 20)
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

ภายในโปรแกรม SA FRace เมื่อคลิก (Modules FRace)

ได้กำหนดตัวแปรต่างๆของโปรแกรม

```

Option Explicit
Public NumItFRace As Integer 'เป็นการกำหนดว่าในแต่ละปัญหาแต่ละปัญหา แต่ละ setting
Public NumSetLeft As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน setting ที่เหลือรอดอยู่ ณ ปัจจุบัน
Public NumSet As Integer 'เป็นจำนวน
Public CurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาปัจจุบัน
Public PrevCurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาที่ผ่านมา
Public NumProb As Integer 'นับจำนวนปัญหาที่สร้างมาแล้ว จนถึงปัจจุบัน
Public ProbName As String 'ทำหน้าที่ในการเก็บหมายเลขของปัญหาแบบเป็นตัวหนังสือ
Public FirstRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับหนึ่ง Setting Number :First Rank of
Ri of Total rank (pairwise test)
Public CompRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับ RanktoComp Setting Number:
RanktoComp Rank of Ri of Total rank
Public RanktoComp As Double 'อันดับที่จะนำมาเทียบกับอันดับหนึ่ง Rank of the setting that want to
compare with the best setting (first rank)
Public cutornot() As Boolean 'เป็น Array ที่บอกว่า หมายเลข Setting ใด ถูกตัดทิ้งไปแล้วบ้าง Show
which settings have already been cut out; _
0 is out, 1 means still in.
Public PrevNumSetLeft As Integer ' # of setting left in the last round
Public RankofTotalRank() As Double 'เป็น Array สองมิติ ในมิติที่สองคอลัมน์แรกเป็นหมายเลข Setting
คอลัมน์ที่สองเป็นลำดับของ Setting
Public T As Double
Public CountSet As Integer 'นับจำนวน setting ที่จะถูกตรวจสอบ cutornot ว่าเป็น 0 หรือไม่
Public CountCut As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน Setting ที่โดนตัดทิ้งในรอบนี้

```

โค้ดใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน SAPProblem

```
Public Sub DelSheetsInProblem()
Dim ws As Worksheet
For Each ws In Workbooks("SAPProblem").Worksheets
    Application.DisplayAlerts = False
    If ws.name <> "TestProb" Then ws.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
Next
End Sub
```

โค้ดใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน SAOutput

```
Public Sub DelSheetsInOutput()
Dim ws As Worksheet
For Each ws In Workbooks("SAOutput").Worksheets
    Application.DisplayAlerts = False
    If ws.name <> "TestOutput" Then ws.Delete
    Application.DisplayAlerts = True
Next
End Sub
```

โค้ดใช้กำหนดค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```
Public Sub CreatNewProblem(ProbName As String)
Dim NumCust As Integer
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
'Dim name As String
'Dim k As Integer
'For k = 1 To NumProb
Set ws =
Workbooks("SAPProblem").Worksheets.Add(After:=Workbooks("SAPProblem").Worksheets(Workbo
ks("SAPProblem").Worksheets.Count))
ws.name = ProbName
With ws
..Range("A1") = "Number of customers" 'จำนวนลูกค้า
.Range("G1") = "Number of car" 'จำนวนรถ
```



```

.Range("H1") = "Capacity" 'น้ำหนักบรรทุก
.Range("I1") = "Fix Cost"
.Range("J1") = "Variable Cost"
.Range("K1") = "Loading Cost"
.Range("L1") = "Speed"
.Range("F1") = "ประเภทรถ"
.Range("C6") = "Cust No."
.Range("D6") = "X"
.Range("E6") = "Y"
.Range("F6") = "Demand"
.Range("G6") = "Ready Time"
.Range("H6") = "Due Date"
.Range("I6") = "Service Time"
.Range("J6") = "forfeit"
.Range("F2") = "1"
.Range("F3") = "2"
'.Range("F4") = "3"
.Range("G2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
.Range("G3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
'.Range("G4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
.Range("H2") = "950"
.Range("H3") = "1500"
'.Range("H4") = "2500"
.Range("I2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 80)
.Range("I3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 80)
'.Range("I4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(50, 100)
'.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("K2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
'.Range("K3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
'.Range("I2") = "1"
'.Range("I3") = "1"
.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("J4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("K2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)
.Range("K3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)

```

```

.Range("K4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)
.Range("L2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
.Range("L3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
.Range("L4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
NumCust = Application.WorksheetFunction.RandBetween(15, 30)
'NumCust =5
.Range("D1") = NumCust
.Range("C7").ClearFor i = 0 To NumCust
    .Range("C6").Offset(i + 1, 0) = i
Next i
'X
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Y
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Demand
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(3, 10)
    End If
Next i
'Ready Time
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then

```

```

        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(100,
1000)
    End If
Next i
Dim RanTemp As Double
RanTemp = Application.WorksheetFunction.RandBetween(100, 250)
'Due Date
For i = 0 To NumCust
    .Range("C6").Offset(i + 1, j + 5) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) + RanTemp
Next i
'Due Date 0
For i = 0 To NumCust
    .Range("H7") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1000, 1560)
Next i
'Service
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) +
Application.WorksheetFunction.RandBetween(10, 50)
    End If
Next i
'forfeit
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 5)
    End If
Next i
End With
'Next k
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```
Public Sub FRaceReadInput(ProbName As String)
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Set ws = Workbooks("SAProblem").Worksheets(ProbName)
With ws
    NumCust = ws.Range("D1").Value
    ReDim CoX(0 To NumCust)
    ReDim CoY(0 To NumCust)
    ReDim Demand(0 To NumCust)
    ReDim STW(0 To NumCust)
    ReDim FTW(0 To NumCust)
    ReDim TranTime(0 To NumCust)
    ReDim PCost(0 To NumCust)
    For i = 0 To NumCust
        CoX(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 1).Value
        CoY(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 2).Value
        Demand(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 3).Value
        STW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 4).Value
        FTW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 5).Value
        TranTime(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 6).Value
        PCost(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 7).Value
    Next i
    NumTV = 2 'จำนวนชนิดของยานพาหนะ
    'กำหนดขนาดของ array ที่ได้สร้างไว้ในการเก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะ
    ReDim NumV(1 To NumTV)
    ReDim Cap(1 To NumTV)
    ReDim FCost(1 To NumTV)
    ReDim VCost(1 To NumTV)
    ReDim LCost(1 To NumTV)
    ReDim speed(1 To NumTV)
    For i = 1 To NumTV
        NumV(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 1)
        Cap(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 2)
        FCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 3)
        VCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 4)
    
```

```

    LCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 5)
    speed(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 6)
  Next i
End With
ReDim SA_Dist(0 To NumCust, 0 To NumCust)
For i = 0 To NumCust
  For j = 0 To NumCust
    SA_Dist(i, j) = Distance(i, j)
  Next j
Next i
End Sub

```

โค้ดใช้ในการจัดลำดับ Rank

```

Public Sub RankResult(ProbName As String)
  Dim aa As Integer
  For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
      .Offset(aa, NumItFRace + 2) = _
      Application.WorksheetFunction.Rank_Avg _
      (.Offset(aa, NumItFRace + 1), .Offset(aa, NumItFRace + 1).EntireColumn, 1)
    End With
  Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการสร้างค่า

```

Public Sub FirstPrevCurSet()
  Dim aa As Integer
  Dim bb As Integer
  ReDim PrevCurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
  ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
  For aa = 1 To NumSetLeft
    PrevCurSet(aa, 1) = aa
    PrevCurSet(aa, 2) = 0
    PrevCurSet(aa, 3) = 0
    PrevCurSet(aa, 4) = 0
  Next aa

```

```

For aa = 1 To NumSetLeft
  For bb = 1 To 4
    CurSet(aa, bb) = PrevCurSet(aa, bb)
  Next bb
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าใน SAOutput

```

Public Sub UpdateCurSet(ProbName As String)
  Dim aa As Integer
  Dim bb As Integer
  ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
  For aa = 1 To NumSetLeft
    CurSet(aa, 1) = Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 3)
    CurSet(aa, 2) = Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 2)
    For bb = 1 To PrevNumSetLeft
      If PrevCurSet(bb, 1) = CurSet(aa, 1) Then
        CurSet(aa, 3) = CurSet(aa, 2) + PrevCurSet(bb, 3)
        CurSet(aa, 4) = CurSet(aa, 2) ^ 2 + PrevCurSet(bb, 4)
      Exit For
    End If
  Next bb
Next aa

For aa = 1 To NumSetLeft
  With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
    .Offset(aa, NumItFRace + 5) = CurSet(aa, 1)
    .Offset(aa, NumItFRace + 6) = CurSet(aa, 2)
    .Offset(aa, NumItFRace + 7) = CurSet(aa, 3)
    .Offset(aa, NumItFRace + 8) = CurSet(aa, 4)
  End With
Next aa

```

```

For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        .Offset(aa, NumItFRace + 9) = Application.WorksheetFunction.Rank_Avg(.Offset(aa,
NumItFRace + 7), .Offset(aa, NumItFRace + 7).EntireColumn, 1)
    End With
Next aa

End Sub

```

โค้ดใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างเพื่อทำการตัด

```

Public Sub FriedmanTest()
Dim SumUp As Double
Dim SumDown As Double
Dim TUp As Double
Dim TDown As Double
Dim aa As Integer
Dim Chi As Double
'Dim T As Double

For aa = 1 To NumSetLeft
    SumUp = SumUp + (CurSet(aa, 3) - ((NumProb * (NumSetLeft + 1)) / 2)) ^ 2
    SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
TUp = (NumSetLeft - 1) * SumUp
TDown = SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4)
T = TUp / TDown
Chi = Application.WorksheetFunction.ChiSq_Inv_RT(0.95, NumSetLeft - 1)
If T > Chi Then
    ' MsgBox "OK"
    Call FindTheCut
End If

End Sub

```

โค้ดใช้ในการนับจำนวน NumSetLeft

```
Public Sub CurToPrev()
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
For aa = 1 To NumSetLeft
    For bb = 1 To 4
        PrevCurSet(aa, bb) = CurSet(aa, bb)
    Next bb
Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft
NumSetLeft = NumSetLeft - CountCut
End Sub
```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าภายในโจทย์ปัญหาและทำการเปรียบเทียบ

```
Public Sub FindTheCut()
Dim aa As Integer 'เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้นมาเอาไว้วน loop for
Dim PUp As Double 'เป็นตัวแปรที่เก็บส่วนบนของกานำมาหาค่าที่จะเปรียบเทียบกับ t
Dim PDown As Double 'เป็นตัวแปรที่เก็บส่วนล่างของกานำมาหาค่าที่จะเปรียบเทียบกับ t
Dim SumDown As Double 'เป็นตัวแปรที่เก็บผลรวมของลำดับยกกำลังสองทั้งหมดบวกทบกันมาของ setting
ที่ยังเหลืออยู่
Dim P As Double 'เป็นตัวแปรที่เก็บค่าสถิติที่ไปเปรียบเทียบกับ t คือค่า Pup/Pdown นั่นเอง
Dim TStu As Double 'ค่า t
Dim MaxTotalRank As Double 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน Setting ทั้งหมดที่เหลือ หรือเลขลำดับสูงสุดนั่นเอง
Dim Done As Boolean 'เป็นตัวแปร boolean ที่บอกว่าการเปรียบเทียบกับค่า t เสร็จสิ้นหรือยัง
Done = False
SumDown = 0
For aa = 1 To NumSetLeft
    SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft
CountCut = 0
Do Until Done = True

    With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        'MaxTotalRank = Range(.Offset(1, NumItFRace + 9), .Offset(1, NumItFRace +
9).End(xlDown)).Rows.Count - CountCut
```



```

MaxTotalRank = Application.WorksheetFunction.Max(.Offset(1, NumItFRace +
9).EntireColumn)
End With
Call FindPair(FirstRank, CompRank, MaxTotalRank)
PUp = Abs(CurSet(FirstRank, 3) - CurSet(CompRank, 3))
PDown = Sqr(((2 * NumProb) * (1 - (T / (NumProb * (NumSetLeft - 1)))) * _
(SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4))) / _
((NumProb - 1) * (NumSetLeft - 1)))
P = PUp / PDown
TStu = Application.WorksheetFunction.T_Inv(0.975, NumSetLeft - 1)

If P > TStu Then
    cutornot(RankofTotalRank(CompRank, 1)) = 0
    With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        For aa = 1 To NumSetLeft
            If .Offset(aa, NumItFRace + 5) = RankofTotalRank(CompRank, 1) Then
                .Offset(aa, NumItFRace + 9) = 0
            Exit For
        End If
    Next aa
End With
CountCut = CountCut + 1
Else
    Done = True
End If
Loop
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆ ภายในโจทย์ปัญหา

```

Public Sub FindPair(FirstRank As Integer, CompRank As Integer, RanktoComp As Double)
Dim aa As Integer
ReDim RankofTotalRank(1 To NumSetLeft, 1 To 2)
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("SAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        RankofTotalRank(aa, 1) = .Offset(aa, NumItFRace + 5)
        RankofTotalRank(aa, 2) = .Offset(aa, NumItFRace + 9)
    End With

```

```

Next aa

For aa = 1 To NumSetLeft
  'If RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
  If RankofTotalRank(aa, 2) > 0 And RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
    FirstRank = aa
    Exit For
  End If
Next aa

For aa = 1 To NumSetLeft
  If RankofTotalRank(aa, 2) = RanktoComp Then
    CompRank = aa
    Exit For
  End If
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการตัดค่าพารามิเตอร์

```

Public Sub SetFirstCutorNot()
Dim aa As Integer
ReDim cutornot(1 To NumSetLeft)
For aa = 1 To NumSetLeft
  cutornot(aa) = 1
Next aa
End Sub

```

ลักษณะการทำงานของวิธีการหาคำตอบเฉพาะที่แบบวนรอบซ้ำ

| ITERATED LOCAL SEARCH | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------|--|--|------------|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|
| ค่าคงที่จุดเริ่มต้น | 257,657.18 | | | 289,565.09 | 0 | 22 | 0 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 10 |
| ค่าคงที่ที่ดีที่สุด | 257,657.18 | | | 272,238.63 | 0 | 17 | 10 | 0 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 29 |
| | | | | 295,226.66 | 0 | 22 | 10 | 29 | 0 | 2 | 11 | 0 | 17 | 25 |
| จำนวนค่าคอมในการรัน | 80 | | | 269,897.50 | 0 | 22 | 10 | 29 | 17 | 0 | 11 | 0 | 3 | 2 |
| จำนวนค่าคอม Local Search | 96 | | | 278,738.16 | 0 | 22 | 10 | 29 | 17 | 2 | 0 | 0 | 3 | 11 |
| | | | | 273,115.87 | 0 | 17 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| เวลาในการรัน | 0.515621 | | | 276,447.06 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 0 | 3 |
| | | | | 273,237.62 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | 276,534.35 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 17 |
| | | | | 330,248.44 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 25 |
| | | | | 277,248.39 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 9 |
| | | | | 275,726.64 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | 290,020.95 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 17 |
| | | | | 277,651.03 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | 274,498.37 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | 280,083.94 | 0 | 22 | 10 | 17 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | 337,249.86 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 17 | 3 | 14 |
| | | | | 280,004.37 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 12 |
| | | | | 341,062.29 | 0 | 22 | 10 | 29 | 25 | 2 | 11 | 0 | 3 | 26 |

รูปที่ ข.3 หน้าแรกโปรแกรม ILS FRace

คลิกปุ่ม (ILS FRace) ดังรูปที่ ข.4 เพื่อทำการรันโปรแกรม



รูปที่ ข.4 ปุ่มรันโปรแกรม ILS FRace

```

ภายในตัวโปรแกรมเมื่อคลิก ( ILS FRace )
Private Sub ILSFRace_Click()
Application.ScreenUpdating = False

Dim IterCount As Integer 'μñÇ¹ñ°´Ó¹Ç¹;ÒÃñ¹«éÓ
Dim ILS_LSCCount As Integer 'μñÇ¹ñ°´Ó¹Ç¹ Local Search
Dim ILS_PTCount As Integer 'μñÇ¹ñ°´Ó¹Ç¹;ÒÃ.Ó Perturbation
Dim LineCount As Integer 'μñÇ¹ñ°´Ó¹Ç¹°Ãñ¹ñ¹ ILSOutput
Dim IterProblem As Integer 'μñÇ¹ñ°´Ó¹Ç¹»ñ-ËÒ

Dim ws As Worksheet
Dim wst As Worksheet
Dim wsf As Worksheet
    
```

```

Dim wsv As Worksheet
Dim wsl As Worksheet
Dim wsp As Worksheet
'Set ws = Worksheets("Answer9")
'Set wst = Worksheets("TimeAnswer9")

'Dim ws As Worksheet
Dim wsout As Worksheet
Dim wbk As Workbook

Dim SetAvg As Double 'Ό;ΌΆσΌ;Ό³σέΌà©ΆΌèΆÇίσσΌμí°ã¹άμèΆĐÁí°
Dim TotalResults As Double 'ΌΈ¹έΌ·Όèã¹;ΌΆΈΌ¼ΆΆÇΆÇίσσΌμí°άμèΆĐ Settting ã¹άμèΆĐÁí°
Dim i As Integer
Dim j As Integer

NumItFRace = 5
NumSet = 4
NumSetLeft = 4
Set wbk = Workbooks("ILSFRace")

StartTime = Now()
Call DelSheetsInProblem 'ΌΈ¹έΌ·Όèã¹;ΌΆΆ°ã¼è¹$Ό¹·Όèà»Ç¹ Problem à´ΌÁ·ΌésãÈéÉÁ´
Call DelSheetsInOutput 'ΌΈ¹έΌ·Όèã¹;ΌΆΆ°ã¼è¹$Ό¹·Όèà»Ç¹ Output à´ΌÁ·Όés·ÑésÈÁ´

'ΌΈ¹έΌ·Όèã¹;ΌΆσÇ°σΌÁ;ΌΆ·Ό$Ό¹Çί$ Excel °Ò$ÈèÇ¹
Application.ScreenUpdating = False
Application.Calculation = xlCalculationManual
NumProb = 0 'ΌΈ¹´ãÈéμÑÇ¹Ñ°·Ό¹Ç¹»Ñ-ÈÒà»Ç¹ 0 μί¹àΆΌèÁμέ¹
Call FirstPrevCurSet 'μÑés$σèÒ Array PrevCurSet ãÈéà»Ç¹ 0 μί¹àΆΌèÁμέ¹
Call SetFirstCutorNot 'μÑés$σèÒ Array CutorNot ãÈéà»Ç¹ 1 μί¹àΆΌèÁμέ¹
Do
    NumProb = NumProb + 1 '¾¼ΌèÁμÑÇ¹Ñ°»Ñ-ÈÒÇΌé¹·ΌΆĐÉ¹Όès
    ProbName = "Prob" & NumProb 'ΌΈ¹´σèÒãÈé ProbName à»Ç¹ Prob μΌÁ´έÇÁÈÁΌÁàΆÇ»Ñ-ÈÒ
    Call CreatNewProblem(ProbName) 'ÈÁéΌ$»Ñ-ÈÒÇεί·Όè ProbName
    Call FRaceReadInput(ProbName) 'ίèÒ¹ÇείÁÚÁ·Ò;ã··ÁiÁÒ·Όè ProbName

```

```

Set wsout =
Workbooks("ILSOutput").Worksheets.Add(After:=Workbooks("ILSOutput").Worksheets(Workbooks(
"ILSOutput").Worksheets.Count))
wsout.Name = ProbName 'íÓË¹´œèÒáÁÐª×éíáËéíÑº wsout
CountSet = 0 'µÑé$œèÒµÑÇ¹Ñº Setting äËéÁÕœèÒà»ç¹ 0
LineCount = 0 'µÑé$œèÒµÑÇ¹ÑºÃ·Ñ´ äËéÁÕœèÒà»ç¹ 0
wbk.Activate
For ILS_LSCount = 1 To 2 'Ç¹ Local Search
Select Case ILS_LSCount
' Case 1
' Worksheets("ILS").Range("B4").Value = "2-Opt/2-Opt*"
Case 1
Worksheets("ILS").Range("B4").Value = "3-Opt/3-Opt*"
' Case 3
' Worksheets("ILS").Range("B4").Value = "Shift-10"
Case 2
Worksheets("ILS").Range("B4").Value = "1-1 InterChange"
' Case 5
' Worksheets("ILS").Range("B4").Value = "2-2 InterChange"
End Select

For ILS_PTCount = 1 To 2 'Ç¹ Perturbation
Select Case ILS_PTCount
Case 1
Worksheets("ILS").Range("B5") = "Perturbation 10%"
' Case 2
' Worksheets("ILS").Range("B5") = "Perturbation 20%"
Case 2
Worksheets("ILS").Range("B5") = "Perturbation 30%"
End Select
CountSet = CountSet + 1 '¹Ñº·Ó¹Ç¹ Setting
If cutornot(CountSet) <> 0 Then '¶éÒ cutornot äÁèà»ç¹ 0 µ×í à»ç¹ 1 äËé¹ÓÁÒ·Óµéí
LineCount = LineCount + 1 ' à¾ÔèÁµÑ¹ÑºÃ·Ñ´ ÇÖé¹ä»
For IterCount = 1 To NumItFRace 'Ç¹·Ó¹Ç¹µÑ¹Ñ¹«éÒ
Select Case IterCount
Case 1

```

```

Randomize (1111)
Case 2
Randomize (2222)
Case 3
Randomize (3333)
Case 4
Randomize (4444)
Case 5
Randomize (5555)
End Select
StartTime = Timer 'αÉεàÇÁÒ»Ñ""∅°Ñ¹¶Ùjàιç°ã¹μÑÇά»Ã·Õεª×είÇεò StartTime

ILS_NumSol = 0 'ιΌÉ¹´ãÉÉ ILS_NumSol ÁÕαεÒà»ç¹ 0
Range("F2:ZZ100").ClearContents 'Á° Cell ·Õε·ÐãªεáÉ´ §αεÒαΌμí°ίι
'ιέÒ¹αεÒ·Õε·Ðãªε·Òjà¹ ILSFRace
ILS_Number = Worksheets("ILS").Range("B3").Value
ILS_LSMMethod = Worksheets("ILS").Range("B4").Value
ILS_PTMethod = Worksheets("ILS").Range("B5").Value
Call IntSol 'àÃÔÁ; Sub à¾×είÉÁεÒ§αΌμí°αÃÔεÁμέ¹
ReDim ILS_BestSol(1 To TotalRepPos) 'ιΌÉ¹´Ç¹Ò´ãÉéιÑ° Array ILS_BestSol
«Õε§ãªεáιç°αΌμí°·Õε´Õ·ÕεÉ∅´
'Where = 1
Call EvalF(ILS_NowCurSol()) 'NowCurSol because it is the current solution
»ÃÐàÁÔ¹αεÒαΌμí°»Ñ""∅°Ñ¹
'áÉ´ §αεÒαΌμí°»Ñ""∅°Ñ¹ίι;·Ò§ ILS Output 'έÒ¹ÁεÒ§
'
For i = 1 To TotalRepPos
'
Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("A22").Offset(0, i) =
ILS_NowCurSol(i)
'
Next i
NowCurSolCost = TotalCost 'àιç°αεÒαΌμí°·Õεää´ε´Òι EvalF äÇεää¹ NowCurSolCost
ILS_BestSolTTCost = TotalCost
'μí¹àÃÔεÁμέ¹αεÒαΌμí°áÃjà»ç¹αεÒαΌμí°·Õε´Õ·ÕεÉ∅´
Range("F2") = NowCurSolCost 'áÉ´ §αεÒαΌμí°»Ñ""∅°Ñ¹Á§ã¹ Cell F2
ReDim ILS_BestSol(1 To TotalRepPos) 'ιΌÉ¹´Ç¹Ò´ãÉéιÑ° Array ILS_BestSol
«Õε§ãªεáιç°αΌμí°·Õε´Õ·ÕεÉ∅´
'ιΌÉ¹´αΌμí°αÃÔεÁμέ¹ãÉεà»ç¹αΌμí°·Õε´Õ·ÕεÉ∅´
For i = 1 To TotalRepPos

```

```

    ILS_BestSol(i) = ILS_NowCurSol(i)
Next i
'αÃŒÏ Sub ã¹;ÒÃ·Ó Local Search μÒÁ·Õèã´έ;ÓË¹`äÇé
Select Case ILS_LSMMethod
'
    Case "2-Opt/2-Opt*"
'
        Call Opt_2
    Case "3-Opt/3-Opt*"
        Call Opt_3
'
    Case "Shift-10"
'
        Call Shift10
    Case "1-1 InterChange"
        Call InterChange1
'
    Case "2-2 InterChange"
'
        Call InterChange2
End Select
'Where = 2
Call EvalF(ILS_BestSol) '»ÃĐàÁŒ¹æèÒóμíº ILS_BestSol
'ãËéáÉ´§óμíº ILS_BestSol
For j = 1 To TotalRepPos
    Worksheets("ILS").Range("G4").Offset(0, j) = ILS_BestSol(j)
Next j

Range("B9") = NowCurSolCost
Range("B10") = ILS_BestSolTTCost
Range("B12") = ILS_Number

'à;çºæèÒáÃĐáÉ´§àÇÃŒ·Õèã³éã¹;ÒÃÃÑ¹
Dim TotalTime As Double
TotalTime = Round(Timer - StartTime, 20)
Range("B15") = TotalTime

'áÉ´§óμíº·Õèã´éã¹áμèÃĐαÃÑés·ÕèÃÑ¹ÇÖé¹º¹ GAoutput
wsout.Range("E3").Offset(LineCount, IterCount) = ILS_BestSolTTCost
Next IterCount

```

```

TotalResults = 0
For i = 1 To NumItFRace
    TotalResults = TotalResults + wsout.Range("E3").Offset(LineCount, i)
Next i
SetAvg = TotalResults / NumItFRace
With wsout
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 1) = SetAvg
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 3) = CountSet
    .Range("C3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("ILS").Range("B4").Value
    .Range("D3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("ILS").Range("B5")
End With
End If

Next ILS_PTCOUNT
Next ILS_LSCOUNT

Call RankResult(ProbName)
Call UpdateCurSet(ProbName)
If NumProb > 50 Then
    Call FriedmanTest
End If
Call CurToPrev
'Call TestSolNew(ILS_BestSol)
'Worksheets("TestSol").Range("A1") = ILS_BestSolTTCost
Loop Until (NumSetLeft = 1 Or NumProb = 300)
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```


ภายในโปรแกรม ILS FRace เมื่อคลิก (Modules FRace)

| |
|--|
| โค้ดกำหนดตัวแปรต่างๆของโปรแกรม |
| <pre> Option Explicit Public NumItFRace As Integer 'เป็นการกำหนดว่าในแต่ละปัญหาแต่ละปัญหา แต่ละ setting Public NumSetLeft As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน setting ที่เหลือรอดอยู่ ณ ปัจจุบัน Public NumSet As Integer 'เป็นจำนวน Public CurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาปัจจุบัน Public PrevCurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาที่ผ่านมา Public NumProb As Integer 'นับจำนวนปัญหาที่สร้างมาแล้ว จนถึงปัจจุบัน Public ProbName As String 'ทำหน้าที่ในการเก็บหมายเลขของปัญหาแบบเป็นตัวหนังสือ Public FirstRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับหนึ่ง Setting Number :First Rank of Ri of Total rank (pairwise test) Public CompRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับ RanktoComp Setting Number: RanktoComp Rank of Ri of Total rank Public RanktoComp As Double 'อันดับที่จะนำมาเทียบกับอันดับหนึ่ง Rank of the setting that want to compare with the best setting (first rank) Public cutornot() As Boolean 'เป็น Array ที่บอกว่า หมายเลข Setting ไດ ถูกตัดทิ้งไปแล้วบ้าง Show which settings have already been cut out; _ 0 is out, 1 means still in. Public PrevNumSetLeft As Integer ' # of setting left in the last round Public RankofTotalRank() As Double 'เป็น Array สองมิติ ในมิติที่สองคอลัมน์แรกเป็นหมายเลข Setting คอลัมน์ที่สองเป็นลำดับของ Setting Public T As Double Public CountSet As Integer 'นับจำนวน setting ที่จะถูกตรวจสอบ cutornot ว่าเป็น 0 หรือไม่ Public CountCut As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน Setting ที่โดนตัดทิ้งในรอบนี้ Public StartTime As Double Public Where As Integer </pre> |

| |
|--|
| โค้ดใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน ILS Problem |
| <pre> Public Sub DelSheetsInProblem() Dim ws As Worksheet For Each ws In Workbooks("ILSProblem").Worksheets Application.DisplayAlerts = False </pre> |

```

If ws.Name <> "TestProb" Then ws.Delete
Application.DisplayAlerts = True
Next
End Sub

```

โค้ดใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน ILSOutput

```

Public Sub DelSheetsInOutput()
Dim ws As Worksheet
For Each ws In Workbooks("ILSOutput").Worksheets
Application.DisplayAlerts = False
If ws.Name <> "TestOutput" Then ws.Delete
Application.DisplayAlerts = True
Next
End Sub

```

โค้ดใช้กำหนดค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```

Public Sub CreatNewProblem(ProbName As String)
Dim NumCust As Integer
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
'Dim name As String
'Dim k As Integer
'For k = 1 To NumProb
Set ws =
Workbooks("ILSProblem").Worksheets.Add(After:=Workbooks("ILSProblem").Worksheets(Workbo
ks("ILSProblem").Worksheets.Count))
ws.Name = ProbName
With ws
.Range("A1") = "Number of customers"
.Range("G1") = "Number of car"
.Range("H1") = "Capacity"
.Range("I1") = "Fix Cost"
.Range("J1") = "Variable Cost"
.Range("K1") = "Loading Cost"
.Range("L1") = "Speed"

```

```

.Range("F1") = "»ÃÐàÀ·Ã¶"
.Range("C6") = "Cust No."
.Range("D6") = "X"
.Range("E6") = "Y"
.Range("F6") = "Demand"
.Range("G6") = "Ready Time"
.Range("H6") = "Due Date"
.Range("I6") = "Service Time"
.Range("J6") = "forfeit"
.Range("F2") = "1"
.Range("F3") = "2"
'.Range("F4") = "3"
.Range("G2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
.Range("G3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
'.Range("G4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(5, 10)
.Range("H2") = "950"
.Range("H3") = "1500"
'.Range("H4") = "2500"
.Range("I2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 80)
.Range("I3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 80)
'.Range("I4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(50, 100)
'.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("K2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
'.Range("K3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
'.Range("I2") = "1"
'.Range("I3") = "1"
.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("J4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("K2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)
.Range("K3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)
'.Range("K4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 4)
.Range("L2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
.Range("L3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
'.Range("L4") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
NumCust = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 50)

```

```

'NumCust =5
.Range("D1") = NumCust
.Range("C7").Clear

For i = 0 To NumCust
    .Range("C6").Offset(i + 1, 0) = i
Next i
'X
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Y
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Demand
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(3, 10)
    End If
Next i
'Ready Time
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = 0
    Else

```

```

        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(100,
1000)
    End If
Next i
Dim RanTemp As Double
RanTemp = Application.WorksheetFunction.RandBetween(100, 250)

'Due Date
For i = 0 To NumCust
    .Range("C6").Offset(i + 1, j + 5) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) + RanTemp
Next i

'Due Date 0
For i = 0 To NumCust
    .Range("H7") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1000, 1560)
Next i

'Service
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) +
Application.WorksheetFunction.RandBetween(10, 50)
    End If
Next i
'forfeit
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 5)
    End If
Next i
End With
'Next k
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```
Public Sub FRaceReadInput(ProbName As String)
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Set ws = Workbooks("ILSPProblem").Worksheets(ProbName)
With ws
    NumCust = ws.Range("D1").Value
    ReDim CoX(0 To NumCust)
    ReDim CoY(0 To NumCust)
    ReDim Demand(0 To NumCust)
    ReDim STW(0 To NumCust)
    ReDim FTW(0 To NumCust)
    ReDim TranTime(0 To NumCust)
    ReDim PCost(0 To NumCust)
    For i = 0 To NumCust
        CoX(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 1).Value
        CoY(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 2).Value
        Demand(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 3).Value
        STW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 4).Value
        FTW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 5).Value
        TranTime(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 6).Value
        PCost(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 7).Value
    Next i
    NumTV = 2
    ReDim NumV(1 To NumTV)
    ReDim Cap(1 To NumTV)
    ReDim FCost(1 To NumTV)
    ReDim VCost(1 To NumTV)
    ReDim LCost(1 To NumTV)
    ReDim speed(1 To NumTV)
    For i = 1 To NumTV
        NumV(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 1)
```

```

Cap(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 2)
FCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 3)
VCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 4)
LCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 5)
speed(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 6)
Next i
End With
ReDim ILS_Dist(0 To NumCust, 0 To NumCust)
For i = 0 To NumCust
  For j = 0 To NumCust
    ILS_Dist(i, j) = Distance(i, j)
  Next j
Next i
End Sub

```

โค้ดใช้ในการจัดลำดับ Rank

```

Public Sub RankResult(ProbName As String)
Dim aa As Integer
'µÑé$µÑÇá»Ãá¼×éí·ÓË¹éÒ·Õèà»ç¹ Range ã¹;ÒÃã;çº¼ÁÑ¾¼,i·Ñé$ËÁ´
Dim First As Range
With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
  Set First = Range(.Offset(1, 1), .Offset(1, 1).End(xlDown).End(xlToRight))

  For aa = 1 To NumItFRace
    .Offset(aa, NumItFRace + 2) = _
      Application.WorksheetFunction.Rank_Avg _
      (First.Cells(aa, NumItFRace + 1), Range(First.Cells(1, NumItFRace + 1), First.Cells(1,
NumItFRace + 1).End(xlDown)), 1)
  Next aa
End With
End Sub

```

โค้ดใช้ในการสร้างค่า

```

Public Sub FirstPrevCurSet()
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer

```

```

ReDim PrevCurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
For aa = 1 To NumSetLeft
    PrevCurSet(aa, 1) = aa
    PrevCurSet(aa, 2) = 0
    PrevCurSet(aa, 3) = 0
    PrevCurSet(aa, 4) = 0
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    For bb = 1 To 4
        CurSet(aa, bb) = PrevCurSet(aa, bb)
    Next bb
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าใน ILSput

```

Public Sub UpdateCurSet(ProbName As String)
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
For aa = 1 To NumSetLeft
    CurSet(aa, 1) = Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 3)
    CurSet(aa, 2) = Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 2)
    For bb = 1 To PrevNumSetLeft
        If PrevCurSet(bb, 1) = CurSet(aa, 1) Then
            CurSet(aa, 3) = CurSet(aa, 2) + PrevCurSet(bb, 3)
            CurSet(aa, 4) = CurSet(aa, 2) ^ 2 + PrevCurSet(bb, 4)
        End If
    Next bb
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        .Offset(aa, NumItFRace + 5) = CurSet(aa, 1)
        .Offset(aa, NumItFRace + 6) = CurSet(aa, 2)
    End With

```



```

.Offset(aa, NumItFRace + 7) = CurSet(aa, 3)
.Offset(aa, NumItFRace + 8) = CurSet(aa, 4)
End With
Next aa
Dim AnotherFirst As Range
With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
Set AnotherFirst = Range(.Offset(1, 1), .Offset(1, 1).End(xlDown).End(xlToRight))
For aa = 1 To NumSetLeft
.Offset(aa, NumItFRace + 9) = _
Application.WorksheetFunction.Rank_Avg _
(AnotherFirst.Cells(aa, NumItFRace + 7), Range(AnotherFirst.Cells(1, NumItFRace + 7),
AnotherFirst.Cells(1, NumItFRace + 7).End(xlDown)), 1)
Next aa
End With
'For aa = 1 To NumSetLeft
' With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
' .Offset(aa, NumItFRace + 9) = Application.WorksheetFunction.Rank_Avg(.Offset(aa,
NumItFRace + 7), .Offset(aa, NumItFRace + 7).EntireColumn, 1)
' End With
'Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างเพื่อทำการตัด

```

Public Sub FriedmanTest()
Dim SumUp As Double
Dim SumDown As Double
Dim TUp As Double
Dim TDown As Double
Dim aa As Integer
Dim Chi As Double
'Dim T As Double
For aa = 1 To NumSetLeft
SumUp = SumUp + (CurSet(aa, 3) - ((NumProb * (NumSetLeft + 1)) / 2)) ^ 2
SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
TUp = (NumSetLeft - 1) * SumUp
TDown = SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4)

```

```

T = TUp / TDown
Chi = Application.WorksheetFunction.ChiSq_Inv_RT(0.95, NumSetLeft - 1)
If T > Chi Then
    ' MsgBox "OK"
    Call FindTheCut
End If
End Sub

```

โค้ดใช้ในการนับจำนวน NumSetLeft

```

Public Sub CurToPrev()
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
For aa = 1 To NumSetLeft
    For bb = 1 To 4
        PrevCurSet(aa, bb) = CurSet(aa, bb)
    Next bb
Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft
NumSetLeft = NumSetLeft - CountCut
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าภายในโจทย์ปัญหาและทำการเปรียบเทียบ

```

Public Sub FindTheCut()
Dim aa As Integer
Dim PUp As Double
Dim PDown As Double
Dim SumDown As Double
Dim P As Double
Dim TStu As Double
Dim MaxTotalRank As Double
Dim Done As Boolean
SumDown = 0
For aa = 1 To NumSetLeft
    SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft

```

```

CountCut = 0
Do Until Done = True
    With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        'MaxTotalRank = Range(.Offset(1, NumItFRace + 9), .Offset(1, NumItFRace +
9).End(xlDown)).Rows.Count - CountCut
        MaxTotalRank = Application.WorksheetFunction.Max(.Offset(1, NumItFRace +
9).EntireColumn)
    End With
    Call FindPair(FirstRank, CompRank, MaxTotalRank)
    PUp = Abs(CurSet(FirstRank, 3) - CurSet(CompRank, 3))
    'PDown = Sqr(((2 * NumProb) * (1 - (T / (NumProb * (NumSetLeft - 1)))) * _
(SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4))) / _
((NumProb - 1) * (NumSetLeft - 1)))
    PDown = Sqr((2 * NumProb) * (1 - (T / (NumProb * (NumSetLeft - 1)))) * (SumDown -
((NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2)) / 4) / ((NumProb - 1) * (NumSetLeft - 1)))
    P = PUp / PDown
    TStu = Application.WorksheetFunction.T_Inv(0.975, NumSetLeft - 1)
    If P > TStu Then
        cutornot(RankofTotalRank(CompRank, 1)) = 0
        With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
            For aa = 1 To NumSetLeft
                If .Offset(aa, NumItFRace + 5) = RankofTotalRank(CompRank, 1) Then
                    .Offset(aa, NumItFRace + 9) = 0
                Exit For
            End If
        Next aa
    End With
    CountCut = CountCut + 1
Else
    Done = True
End If
Loop
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```
Public Sub FindPair(FirstRank As Integer, CompRank As Integer, RanktoComp As Double)
```

```
Dim aa As Integer
```

```

ReDim RankofTotalRank(1 To NumSetLeft, 1 To 2)
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("ILSOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        RankofTotalRank(aa, 1) = .Offset(aa, NumItFRace + 5)
        RankofTotalRank(aa, 2) = .Offset(aa, NumItFRace + 9)
    End With
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    'If RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
    If RankofTotalRank(aa, 2) > 0 And RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
        FirstRank = aa
        Exit For
    End If
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    If RankofTotalRank(aa, 2) = RanktoComp Then
        CompRank = aa
        Exit For
    End If
Next aa
End Sub

```

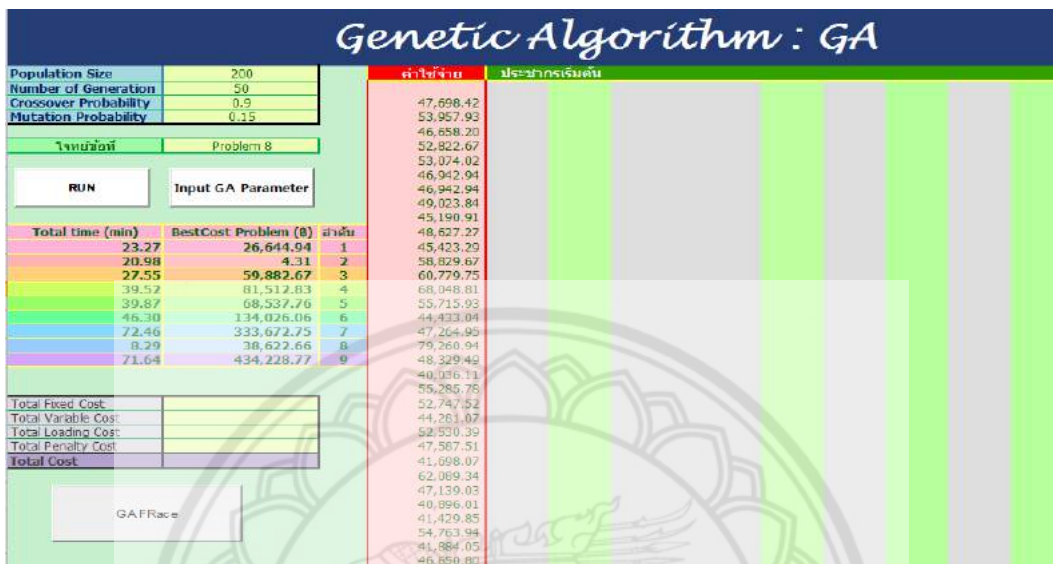
โค้ดใช้ในการตัดค่าพารามิเตอร์

```

Public Sub SetFirstCutorNot()
Dim aa As Integer
ReDim cutornot(1 To NumSetLeft)
For aa = 1 To NumSetLeft
    cutornot(aa) = 1
Next aa
End Sub

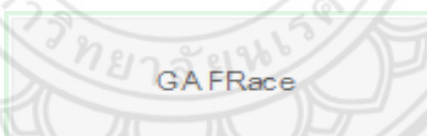
```

ลักษณะการทำงานของวิธีการเชิงพันธุกรรม



รูป ข.5 หน้าแรกโปรแกรม GA FRace

คลิกปุ่ม (GA FRace) ดังรูปที่ ข.6 เพื่อทำการรันโปรแกรม



รูปที่ ข.6 ปุ่มรันโปรแกรม GA FRace

| ภายในตัวโปรแกรมเมื่อคลิก (GA FRace) |
|---|
| Private Sub GAFRace_Click() |
| Dim IterCount As Integer 'นับจำนวน iteration ของแต่ละ setting |
| Dim CCount As Integer 'นับจำนวน Crossover Prob |
| Dim MCount As Integer 'นับจำนวน Mutatiom Prob |
| Dim NumPop_GenCount As Integer 'นับจำนวน Pop Size / Gen |
| Dim LineCount As Integer 'นับบรรทัด |
| Dim StartTime As Double |
| Dim TotalTimeTime As Double |
| Dim GA_BestTTCost As Double |

```

Dim wss As Worksheet
Dim wsst As Worksheet
Set wss = Worksheets("Ans8")
Set wsst = Worksheets("Time8")

Dim ws As Worksheet
Dim wsout As Worksheet
Dim wbk As Workbook

Dim SetAvg As Double 'ทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของคำตอบในแต่ละรอบ
Dim TotalResults As Double 'ทำหน้าที่ในการหาผลรวมของคำตอบแต่ละ Setting ในแต่ละรอบ
Dim i As Integer
Application.Calculation = xlCalculationManual
Application.ScreenUpdating = False
NumItFRace = 5
NumSet = 27
NumSetLeft = 27
Set wbk = Workbooks("GAFRace")

StarTime = Now()
Call DelSheetsInProblem 'ทำหน้าที่ในการลบแผ่นงานที่เป็น Problem เดิมทิ้งทั้งหมด
Call DelSheetsInOutput 'ทำหน้าที่ในการลบแผ่นงานที่เป็น Output เดิมทิ้งทั้งหมด

NumProb = 0 ' เริ่มตั้งค่าจำนวนคำตอบเริ่มต้นเป็น 0
Call FirstPrevCurSet ' เรียก Sub ที่ตั้งค่า Array PrevCurSet ให้ทุกค่ามีค่าเป็น 0 หมด
Call SetFirstCutorNot ' เรียก Sub ที่ตั้งค่า Array CurorNot ให้เป็น 1 หมด คือยังไม่โดนตัดทิ้ง

'เราจะลองเปลี่ยนที่มีการอ้างอิงจาก Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3") แทน
-
ผ่านตัวแปรที่ชื่อว่า First โดนจะไปทำก่อนที่จะมีการ Rank ค่า
'Dim First As Range

Do
    NumProb = NumProb + 1 'เพิ่มจำนวนตัวนับปัญหา ว่าตอนนี้พิจารณาปัญหาข้อที่เท่าไรอยู่

```

```

ProbName = "Prob" & NumProb 'กำหนดให้ตัวแปร ProbName เป็น Prob ตามด้วยเลขปัญหา
Call CreatNewProblem(ProbName) 'สร้างปัญหาชื่อ ProbName ขึ้น
Call FRaceReadInput(ProbName) 'กำหนดให้อ่าน Input จากปัญหา ProbName
Set wsout =
Workbooks("GAOutput").Worksheets.Add(After:=Workbooks("GAOutput").Worksheets(Workbooks(
"GAOutput").Worksheets.Count))
wsout.Name = ProbName 'กำหนดให้ wsout เป็น Worksheet ใหม่ที่มีชื่อ เป็น ProbName ใน
GAOutput
CountSet = 0 'ตั้งค่าตัวนับ Setting เป็น 0 ตอนเริ่มต้น
LineCount = 0 'ตั้งค่าบรรทัดที่จะเขียนลงไป ใน Worksheet ProbName ใน GAOutput
wbk.Activate

GA_BestTTCost = 1000000000 ' กำหนดค่าคำตอบที่ดีที่สุดให้มีค่ามากที่สุดตอนแรก ค่าคำตอบที่น้อยกว่า
จะมาแทนที่
TotalTimeTime = 0 'ตั้งค่าให้ตัวแปรนับเวลาเป็น 0 ตอนเริ่มต้น
' ลบหน้าที่จะบันทึก Output ใน GA FRace จากอันเดิมของรุ่นที่
wss.Range("C4:K30").ClearContents
wstt.Range("A2:FE1929").ClearContents

For NumPop_GenCount = 1 To 3 'ทำการวนเปลี่ยนค่า Pop Size/ Gen
Select Case NumPop_GenCount
Case 1
Worksheets("Input").Range("B2") = "100"
Worksheets("Input").Range("B3") = "100"
Case 2
Worksheets("Input").Range("B2") = "500"
Worksheets("Input").Range("B3") = "20"
Case 3
Worksheets("Input").Range("B2") = "200"
Worksheets("Input").Range("B3") = "50"
End Select
For CCount = 1 To 3 ' ทำการวนเปลี่ยนค่า Crossover Prob
Select Case CCount
Case 1

```

```

Worksheets("Input").Range("B4") = "0.7"
Case 2
Worksheets("Input").Range("B4") = "0.8"
Case 3
Worksheets("Input").Range("B4") = "0.9"
End Select
For MCount = 1 To 3 ' ทำการวนเปลี่ยนค่า Mutation Prob
Select Case MCount
Case 1
Worksheets("Input").Range("B5") = "0.02"
Case 2
Worksheets("Input").Range("B5") = "0.05"
Case 3
Worksheets("Input").Range("B5") = "0.15"
End Select
CountSet = CountSet + 1 'เพิ่มค่าตัวนับจำนวน Setting เพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง เมื่อมีการวนค่า
ใหม่
If cutornot(CountSet) <> 0 Then 'ตรวจสอบว่า cutornot เป็น 1 หรือไม่ ถ้าเป็นหนึ่งแสดง
ว่ายังไม่ถูกตัดยังคงอยู่ในกระบวนการ
LineCount = LineCount + 1 ' เพิ่มตัวนับบรรทัดขึ้นอีกหนึ่ง เพื่อจะขึ้นบรรทัดใหม่ในการ
เขียนลงใน GAOutput
For IterCount = 1 To NumItFRace 'วนรอบการรันทั้งหมด NumItFRace รอบ โดยแต่
ละรอบมีการเปลี่ยนเลข Random Seed
Select Case IterCount
Case 1
Randomize (1111)
Case 2
Randomize (2222)
Case 3
Randomize (3333)
Case 4
Randomize (4444)
Case 5
Randomize (5555)
End Select

'Application.ScreenUpdating = False

```



```

StartTime = Timer 'เริ่มจับเวลา

Call IntSol 'เรียก Sub IntSol ทำหน้าที่ในการตั้งค่าคำตอบเริ่มต้น
'กำหนดตัวแปรใหม่ จริงๆ บางตัวย้ายไปไว้ข้างบนได้
Dim j As Integer
Dim GA_Cursol() As Integer
Dim a As Integer
ReDim GA_Cursol(1 To TotalRepPos)
ReDim GA_TotalCost(1 To GA_PopSize)

BestCost = 100000000 'กำหนดค่าเริ่มต้นให้ตัวแปร BestCost
ReDim BestCostSol(1 To TotalRepPos)

For a = 1 To GA_NumGen 'วนรอบการทำ GA ทั้งหมด GA_NumGen รุ่น
    'ล้างค่าใน Sheet ตรวจสอบการทำงาน
    Worksheets("Crossover").Range("A3:FE1929").ClearContents
    Worksheets("Mutation").Range("B3:FE1929").ClearContents
    Worksheets("Roulette").Range("B4:FE1929").ClearContents
    Worksheets("Probability").Range("B4:FE1929").ClearContents

    'ทำการวนในทุกคำตอบของประชากร เพื่อทำการโอนค่าใส่ลงใน GA_Cursol แล้วจึง
    เรียกใช้ EvlaF _
    เพื่อคืนค่า TotalCost ออกมา
    For i = 1 To GA_PopSize
        For j = 1 To TotalRepPos
            GA_Cursol(j) = GA_CurPop(i, j)
        Next j
        Call EvalF(GA_Cursol)
        GA_TotalCost(i) = TotalCost
    Next i
    Call GA_CroParent 'เรียก Sub เพื่อทำ Crossover
    Call GA_MutParent 'เรียก Sub เพื่อทำ Mutation
    ' Sub ชุดนี้ เพื่อทำ Roulette Wheel
    Call GA_RW
    Call GA_Cost
    Call GA_Prob
Next a

```

```

'คำนวณเวลาที่ใช้ในการคำนวณ หนึ่งรอบทั้งหมด
Dim TotalTime As Double
TotalTime = Round(Timer - StartTime, 2)
Range("B15") = TotalTime

'หมดรอบในที่ทำมา
'ให้แสดงค่าคำตอบและเวลาใน Worksheet ที่เกี่ยวข้อง
wss.Range("G4").Offset(LineCount - 1, IterCount - 1) = BestCost
wsst.Range("G4").Offset(LineCount - 1, IterCount - 1) = TotalTime

'หา BestCost ของแต่ละโจทย์ โดย GA_BestTTCost จะเป็นค่าคำตอบที่ได้ จากการรัน
NumItFRace รอบ
'คือถ้าคำตอบในรอบนี้ดีกว่าคำตอบที่ดีที่สุดเดิมก็มาแทนที่ GA_BestTTCost
If BestCost < GA_BestTTCost Then
    GA_BestTTCost = BestCost
End If
'คำนวณเวลาในการรันทั้งหมด NumItRace รอบ
TotalTimeTime = TotalTime + TotalTimeTime
'แสดงค่าคำตอบใน GAOutput

wsout.Range("E3").Offset(LineCount, IterCount) = BestCost
Next IterCount

'หาผลรวมทั้งหมด เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย โดยการเอาค่าผลรันที่เขียนไว้ใน GAOutput มาหา
ค่าเฉลี่ย
TotalResults = 0
For i = 1 To NumItFRace
    TotalResults = TotalResults + wsout.Range("E3").Offset(LineCount, i)
Next i
SetAvg = TotalResults / NumItFRace

'เขียนค่าที่ต้องการทราบลงบน GAOutput
With wsout
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 1) = SetAvg
    .Range("E3").Offset(LineCount, NumItFRace + 3) = CountSet
    .Range("C3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("Input").Range("B4").Value
    .Range("D3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("Input").Range("B5")

```

```

        .Range("A3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("Input").Range("B2")
        .Range("B3").Offset(LineCount, 0) = Worksheets("Input").Range("B3")
    End With
End If 'ลองเติม End if
Next MCount
Next CCount
Next NumPop_GenCount
'คำนวณเวลาที่ใช้ในการรันแต่ละรอบแล้วแสดง รวมถึง ค่าตอบที่ดีที่สุดจากทั้งห้รอบด้วย
TotalTimeTime = TotalTimeTime / 60
Worksheets("input").Range("B21") = GA_BestTTCost
Worksheets("input").Range("A21") = TotalTimeTime

Call RankResult(ProbName) ' เรียก Sub เพื่อจัดลำดับของผลการรัน
Call UpdateCurSet(ProbName) ' เรียก Sub เพื่อ อัปเดต CurSet สำหรับรอบปัจจุบัน
'กำหนดการทำ Friedman Test
If NumProb > 10 Then
    Call FriedmanTest
End If
Call CurToPrev 'เรียก Sub เพื่อโอนค่าจาก CurSet ไปให้ PrevCurSet
Loop Until (NumSetLeft = 1 Or NumProb = 150)
Application.ScreenUpdating = True
Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

```

ภายในโปรแกรม GA FRace เมื่อคลิก (Modules FRace)

| |
|--|
| <p>ได้กำหนดตัวแปรต่างๆของโปรแกรม</p> <p>Option Explicit</p> <p>Public NumItFRace As Integer 'เป็นการกำหนดว่าในแต่ละปัญหาแต่ละปัญหา แต่ละ setting</p> <p>Public NumSetLeft As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน setting ที่เหลือรอดอยู่ ณ ปัจจุบัน</p> <p>Public NumSet As Integer 'เป็นจำนวน</p> <p>Public CurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาปัจจุบัน</p> <p>Public PrevCurSet() As Double 'เป็น array ที่เก็บค่าที่เกี่ยวข้องกับลำดับของ setting ในปัญหาก่อนหน้า</p> <p>Public NumProb As Integer 'นับจำนวนปัญหาที่สร้างมาแล้ว จนถึงปัจจุบัน</p> <p>Public ProbName As String 'ทำหน้าที่ในการเก็บหมายเลขของปัญหาแบบเป็นตัวหนังสือ</p> <p>Public FirstRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับหนึ่ง Setting Number :First Rank of Ri of Total rank (pairwise test)</p> <p>Public CompRank As Integer 'หมายเลขลำดับของ Setting ที่ได้อันดับ RanktoComp Setting Number: RanktoComp Rank of Ri of Total rank</p> <p>Public RanktoComp As Double 'อันดับที่จะนำมาเทียบกับอันดับหนึ่ง Rank of the setting that want to compare with the best setting (first rank)</p> <p>Public cutornot() As Boolean 'เป็น Array ที่บอกว่า หมายเลข Setting ไหน ถูกตัดทิ้งไปแล้วบ้าง Show which settings have already been cut out; _ 0 is out, 1 means still in.</p> <p>Public PrevNumSetLeft As Integer ' # of setting left in the last round</p> <p>Public RankofTotalRank() As Double 'เป็น Array สองมิติ ในมิติที่สองคอลัมน์แรกเป็นหมายเลข Setting คอลัมน์ที่สองเป็นลำดับของ Setting</p> <p>Public T As Double</p> <p>Public CountSet As Integer 'นับจำนวน setting ที่จะถูกตรวจสอบ cutornot ว่าเป็น 0 หรือไม่</p> <p>Public CountCut As Integer 'เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวน Setting ที่โดนตัดทิ้งในรอบนี้</p> <p>Public StarTime As Double</p> |
|--|

| |
|--|
| <p>ได้ใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน GAPProblem</p> <p>Public Sub DelSheetsInProblem()</p> <p>Dim ws As Worksheet</p> <p>For Each ws In Workbooks("GAPProblem").Worksheets</p> |
|--|

```

Application.DisplayAlerts = False
If ws.Name <> "TestProb" Then ws.Delete
Application.DisplayAlerts = True
Next
End

```

โค้ดใช้เปิดหน้าต่างใหม่ภายใน GAOutput

```

Public Sub DelSheetsInOutput()
Dim ws As Worksheet
For Each ws In Workbooks("GAOutput").Worksheets
Application.DisplayAlerts = False
If ws.Name <> "TestOutput" Then ws.Delete
Application.DisplayAlerts = True
Next
End Sub

```

โค้ดใช้กำหนดค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```

Public Sub CreatNewProblem(ProbName As String)
Dim NumCust As Integer
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
'Dim name As String
'Dim k As Integer
'For k = 1 To NumProb
Set ws =
Workbooks("GAPProblem").Worksheets.Add(After:=Workbooks("GAPProblem").Worksheets(Workboos("GAPProblem").Worksheets.Count))
ws.Name = ProbName
With ws
.Range("A1") = "Number of customers" 'จำนวนลูกค้า
.Range("G1") = "Number of car" 'จำนวนรถ
.Range("H1") = "Capacity" 'น้ำหนักบรรทุก
.Range("I1") = "Fix Cost"
.Range("J1") = "Variable Cost"
.Range("K1") = "Loading Cost"

```

```

.Range("L1") = "Speed"
.Range("F1") = "ประเภทรถ"
.Range("C6") = "Cust No."
.Range("D6") = "X"
.Range("E6") = "Y"
.Range("F6") = "Demand"
.Range("G6") = "Ready Time"
.Range("H6") = "Due Date"
.Range("I6") = "Service Time"
.Range("J6") = "forfeit"
.Range("F2") = "1"
.Range("F3") = "2"
'.Range("G2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(3, 5)
'.Range("G3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(3, 5)
.Range("G2") = "1"
.Range("G3") = "1"
.Range("H2") = "2000"
.Range("H3") = "2500"
'.Range("I2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 40)
'.Range("I3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 40)
'.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
'.Range("K2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
'.Range("K3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(2, 3)
.Range("I2") = "1"
.Range("I3") = "1"
.Range("J2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("J3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 2)
.Range("K2") = "0.5"
.Range("K3") = "0.5"
.Range("L2") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
.Range("L3") = Application.WorksheetFunction.RandBetween(60, 80)
NumCust = Application.WorksheetFunction.RandBetween(15, 30) 'เลือก
.Range("D1") = NumCust
.Range("C7").Clear

For i = 0 To NumCust

```

```

.Range("C6").Offset(i + 1, 0) = i
Next i
'X
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 1) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Y
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 2) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(25, 250)
    End If
Next i
'Demand
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(3, 10)
    End If
Next i

'Ready Time
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(100,
1000)
    End If
Next i
Dim RanTemp As Double

```

```

RanTemp = Application.WorksheetFunction.RandBetween(30, 180)

'Due Date
For i = 0 To NumCust
    .Range("C6").Offset(i + 1, j + 5) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 4) + RanTemp
Next i

'Service
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 6) = .Range("C6").Offset(i + 1, j + 3) +
Application.WorksheetFunction.RandBetween(10, 50)
    End If
Next i

'forfeit
For i = 0 To NumCust
    If i = j Then
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = 0
    Else
        .Range("C6").Offset(i + 1, j + 7) = Application.WorksheetFunction.RandBetween(1, 5)
    End If
Next i
End With
'Next k
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```

Public Sub FRaceReadInput(ProbName As String)
Dim ws As Worksheet
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Set ws = Workbooks("GAPProblem").Worksheets(ProbName)
With ws
    NumCust = ws.Range("D1").Value
    ReDim CoX(0 To NumCust)

```



```

ReDim CoY(0 To NumCust)
ReDim Demand(0 To NumCust)
ReDim STW(0 To NumCust)
ReDim FTW(0 To NumCust)
ReDim TranTime(0 To NumCust)
ReDim PCost(0 To NumCust)
For i = 0 To NumCust
    CoX(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 1).Value
    CoY(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 2).Value
    Demand(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 3).Value
    STW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 4).Value
    FTW(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 5).Value
    TranTime(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 6).Value
    PCost(i) = ws.Range("C6").Offset(1 + i, 7).Value
Next i
NumTV = 2
ReDim NumV(1 To NumTV)
ReDim Cap(1 To NumTV)
ReDim FCost(1 To NumTV)
ReDim VCost(1 To NumTV)
ReDim LCost(1 To NumTV)
ReDim speed(1 To NumTV)
For i = 1 To NumTV
    NumV(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 1)
    Cap(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 2)
    FCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 3)
    VCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 4)
    LCost(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 5)
    speed(i) = ws.Range("F1").Offset(i, 6)
Next i
End With
ReDim GA_Dist(0 To NumCust, 0 To NumCust)
For i = 0 To NumCust
    For j = 0 To NumCust
        GA_Dist(i, j) = Distance(i, j)
    Next j
Next i

```

```

GA_PopSize = Worksheets("Input").Range("B2").Value
'MsgBox GA_PopSize
GA_NumGen = Worksheets("Input").Range("B3").Value
'MsgBox GA_NumGen
GA_CroProb = Worksheets("Input").Range("B4").Value
'MsgBox GA_CoProb
GA_MutProb = Worksheets("Input").Range("B5").Value
'MsgBox GA_MutProb
'GA_Co = Worksheets("Input").Range("B5").Value
'MsgBox GA_Co
End Sub

```

โค้ดใช้ในการจัดลำดับ Rank

```

Public Sub RankResult(ProbName As String)
Dim aa As Integer
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        .Offset(aa, NumItFRace + 2) = _
        Application.WorksheetFunction.Rank_Avg _
        (.Offset(aa, NumItFRace + 1), .Offset(aa, NumItFRace + 1).EntireColumn, 1)
    End With
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการสร้างค่า

```

Public Sub FirstPrevCurSet()
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
ReDim PrevCurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
For aa = 1 To NumSetLeft
    PrevCurSet(aa, 1) = aa
    PrevCurSet(aa, 2) = 0
    PrevCurSet(aa, 3) = 0
    PrevCurSet(aa, 4) = 0
Next aa

```

```

For aa = 1 To NumSetLeft
    For bb = 1 To 4
        CurSet(aa, bb) = PrevCurSet(aa, bb)
    Next bb
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าใน GAOOutput

```

Public Sub UpdateCurSet(ProbName As String)
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
ReDim CurSet(1 To NumSetLeft, 1 To 4)
For aa = 1 To NumSetLeft
    CurSet(aa, 1) = Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 3)
    CurSet(aa, 2) = Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3").Offset(aa, NumItFRace + 2)
    For bb = 1 To PrevNumSetLeft
        If PrevCurSet(bb, 1) = CurSet(aa, 1) Then
            CurSet(aa, 3) = CurSet(aa, 2) + PrevCurSet(bb, 3)
            CurSet(aa, 4) = CurSet(aa, 2) ^ 2 + PrevCurSet(bb, 4)
        End If
    Next bb
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        .Offset(aa, NumItFRace + 5) = CurSet(aa, 1)
        .Offset(aa, NumItFRace + 6) = CurSet(aa, 2)
        .Offset(aa, NumItFRace + 7) = CurSet(aa, 3)
        .Offset(aa, NumItFRace + 8) = CurSet(aa, 4)
    End With
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        .Offset(aa, NumItFRace + 9) = Application.WorksheetFunction.Rank_Avg(.Offset(aa, NumItFRace + 7), .Offset(aa, NumItFRace + 7).EntireColumn, 1)
    End With
Next aa

```

```

End With
Next aa
End Sub

```

โค้ดใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างเพื่อทำการตัด

```

Public Sub FriedmanTest()
Dim SumUp As Double
Dim SumDown As Double
Dim TUp As Double
Dim TDown As Double
Dim aa As Integer
Dim Chi As Double
'Dim T As Double
For aa = 1 To NumSetLeft
    SumUp = SumUp + (CurSet(aa, 3) - ((NumProb * (NumSetLeft + 1)) / 2)) ^ 2
    SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
TUp = (NumSetLeft - 1) * SumUp
TDown = SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4)
T = TUp / TDown
Chi = Application.WorksheetFunction.ChiSq_Inv_RT(0.95, NumSetLeft - 1)
If T > Chi Then
    ' MsgBox "OK"
    Call FindTheCut
End If
End Sub

```

โค้ดใช้ในการนับจำนวน NumSetLeft

```

Public Sub CurToPrev()
Dim aa As Integer
Dim bb As Integer
For aa = 1 To NumSetLeft
    For bb = 1 To 4
        PrevCurSet(aa, bb) = CurSet(aa, bb)
    Next bb

```

```

Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft
NumSetLeft = NumSetLeft - CountCut
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าภายในโจทย์ปัญหาและทำการเปรียบเทียบ

```

Public Sub FindTheCut()
Dim aa As Integer
Dim PUp As Double
Dim PDown As Double
Dim SumDown As Double
Dim P As Double
Pup/Pdown
Dim TStu As Double
Dim MaxTotalRank As Double
Dim Done As Boolean
Done = False
SumDown = 0
For aa = 1 To NumSetLeft
    SumDown = SumDown + CurSet(aa, 4)
Next aa
PrevNumSetLeft = NumSetLeft
CountCut = 0
Do Until Done = True
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        'MaxTotalRank = Range(.Offset(1, NumItFRace + 9), .Offset(1, NumItFRace +
9).End(xlDown)).Rows.Count - CountCut
        MaxTotalRank = Application.WorksheetFunction.Max(.Offset(1, NumItFRace +
9).EntireColumn)
    End With
    Call FindPair(FirstRank, CompRank, MaxTotalRank)
    PUp = Abs(CurSet(FirstRank, 3) - CurSet(CompRank, 3))
    PDown = Sqr(((2 * NumProb) * (1 - (T / (NumProb * (NumSetLeft - 1)))) * _
(SumDown - (NumProb * NumSetLeft * ((NumSetLeft + 1) ^ 2) / 4))) / _
((NumProb - 1) * (NumSetLeft - 1)))
    P = PUp / PDown
    TStu = Application.WorksheetFunction.T_Inv(0.975, NumSetLeft - 1)

```

```

If P > TStu Then
    cutornot(RankofTotalRank(CompRank, 1)) = 0
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        For aa = 1 To NumSetLeft
            If .Offset(aa, NumItFRace + 5) = RankofTotalRank(CompRank, 1) Then
                .Offset(aa, NumItFRace + 9) = 0
            Exit For
        End If
    Next aa
End With
CountCut = CountCut + 1
Else
    Done = True
End If
Loop
End Sub

```

โค้ดใช้ในการคำนวณค่าต่างๆภายในโจทย์ปัญหา

```

Public Sub FindPair(FirstRank As Integer, CompRank As Integer, RanktoComp As Double)
Dim aa As Integer
ReDim RankofTotalRank(1 To NumSetLeft, 1 To 2)
For aa = 1 To NumSetLeft
    With Workbooks("GAOutput").Worksheets(ProbName).Range("E3")
        RankofTotalRank(aa, 1) = .Offset(aa, NumItFRace + 5)
        RankofTotalRank(aa, 2) = .Offset(aa, NumItFRace + 9)
    End With
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    'If RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
    If RankofTotalRank(aa, 2) > 0 And RankofTotalRank(aa, 2) < 2 Then
        FirstRank = aa
        Exit For
    End If
Next aa
For aa = 1 To NumSetLeft
    If RankofTotalRank(aa, 2) = RanktoComp Then
        CompRank = aa
    End If
Next aa

```

```
Exit For
End If
Next aa
End Sub
```

โค้ดใช้ในการวน loop

```
Public Sub SetFirstCutorNot()
Dim aa As Integer
ReDim cutornot(1 To NumSetLeft)
For aa = 1 To NumSetLeft
    cutornot(aa) = 1
Next aa
End Sub
```

