โปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง
กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

PROGRAM FOR SCHEDULING THE DELIVERY ROUTES OF CONSTRUCTION MATERIALS

CASE STUDY OF A CONSTRUCTION COMPANY

กิตติ์รวี สุขขา

ชาญวิทย์ สวัสดี

วรลักษณ์ แดงสาย

สุภาภรณ์ บัวทอง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

โปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง

กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

PROGRAM FOR SCHEDULING THE DELIVERY ROUTES OF CONSTRUCTION MATERIALS

CASE STUDY OF A CONSTRUCTION COMPANY

กิตติ์รวี สุขขา

ชาญวิทย์ สวัสดี

วรลักษณ์ แดงสาย

สุภาภรณ์ บัวทอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.00265486

i.

TB00168

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM FOR SCHEDULING THE DELIVERY ROUTES OF CONSTRUCTION MATERIALS

CASE STUDY OF A CONSTRUCTION COMPANY

KITRAWEE SUKKA

CHANWIT SAWASDEE

WORALUK DAENGSAI

SUPAPORN BUATHONG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกิตติ์รวี	สุขขา	55051696
	นายชาญวิทย์	สวัสดี	55051719
	นางสาววรลักษณ์	แดงสาย	55051803
	นางสาวสุภาภรณ์	บัวทอง	55051840
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)		
ภาควิชา	สถิติประยุกต์		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายชื่อ
ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ กรรมการ	
ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง
กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง

ชื่อนักศึกษา

นางสาวกิตติ์รวี	สุขขา	55051696
นายชาญวิทย์	สวัสดี	55051719
นางสาววรลักษณ์	แดงสาย	55051803
นางสาวสุภาภรณ์	บัวทอง	55051840

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.บุญญสิทธิ์ วรจันทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าและเส้นทางการขนส่ง ศึกษาอัลกอริทึมของปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem) เพื่อพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับการขนส่งสินค้าจากที่ตั้งจุดกระจายสินค้าไปยังลูกค้าต่างๆโดยสอดคล้องตามข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่และความต้องการของลูกค้า และเพื่อคำนวณหาต้นทุนและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของปี 2558 และเลือกตัวอย่างข้อมูลในวันที่มีลูกค้าสูงสุด ซึ่งอยู่ในช่วงวันที่ 24 มีนาคม 2558 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2558 รวมระยะเวลาหนึ่งอาทิตย์ โดยนำเสนอพัฒนามาจากวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm) และวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการจัดเส้นทางที่มีหลากหลายเส้นทาง จากการศึกษาพบว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมมีระยะทางในการจัดเส้นทางการขนส่งน้อยกว่าวิธีการดำเนินการในปัจจุบันถึง 32.99% และมีค่าใช้จ่ายที่ลดลงไปได้ถึง 45.23% ดังนั้นวิธีการเชิงพันธุกรรมสามารถจัดเส้นทางการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การจัดเส้นทางการขนส่ง, วิธีการเชิงพันธุกรรม , วิธีการแบบประหยัด , วัสดุก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Program for Scheduling the Delivery Routes of Construction Materials : Case Study of a Construction Company		
Students	Miss.Kitrawee	Sukka	55051696
	Mr.Chanwit	Sawasdee	55051719
	Miss.Woraluk	Daengsai	55051803
	Miss. Supaporn	Buathong	55051840
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)		
Department	Statistics		
Academic Year	2015		
Advisor	Dr.Boonyasit Warachan		

Abstract

This research aims to examine the distribution procedure and delivery routes of construction materials from the distribution center to customers. The saving algorithm and genetic algorithms will be used to solve the vehicle routing problem with the limitation of available resources and customer requests. Their total distances and costs will be compared for the efficient transportation system. The customer records between March 24-30, 2015 were analyzed. The results show that the generic algorithm produced the shorter distance than the saving algorithm by 32.99%. Moreover, the genetic algorithm can reduce the total cost of current delivery method by 45.23%. Therefore, the generic algorithm should be used for scheduling the delivery routes of construction materials.

Keyword : Delivery Routes, Genetic Algorithm ,Saving Algorithm
Construction Materials

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจากบุคคลหลาย ๆท่าน ซึ่งคณะผู้วิจัยขอกราบพระคุณ

ดร.บุญญสิทธ์ วรจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด จนปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และ ดร.พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คณาอาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนสามารถศึกษาและทำปัญหาพิเศษจนสำเร็จได้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่อำนวยความสะดวก และความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

คุณรุ่งทิวา ขุนทิพย์ คุณอัชราคม จันทรสมบูรณ์ และบริษัทวัสดุก่อสร้าง ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว รวมทั้งบุคคลอื่นๆที่ได้มีส่วนช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจเป็นแรงผลักดันให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี คุณค่าและคุณประโยชน์จากปัญหาพิเศษฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุคคลดังกล่าวข้างต้นตลอดจน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยไว้ ณ ที่นี้

นางสาวกิตติ์รวี สุขขา
นายชาญวิทย์ สวัสดี
นางสาววรลักษณ์ แดงสาย
นางสาวสุภาภรณ์ บัวทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ขอบเขตของปัญหา	3
1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย	3
1.7 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	4
1.8 เครื่องมือที่ใช้เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง	5
2.2 วิธีฮิวริสติก	7
2.3 วิธีการเชิงพันธุกรรม	12
2.4 การทดสอบสมมติฐาน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
3.2 วิธีการที่ใช้ในการวางแผนการจัดส่งสินค้า	30
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	
4.1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยวิธีการดำเนินการแบบปัจจุบัน	35
4.2 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยวิธีการแบบประหยัด	37
4.3 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยวิธีการเชิงพันธุกรรม	38
4.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบอัลกอริทึม	39
4.5 การทดสอบสมมติฐาน	40
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	44
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	44
5.3 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตัวอย่างเมทริกซ์ระยะทางระหว่างจุดต่างๆ	28
3.2	ตัวอย่างเมทริกซ์เวลาการเดินทางระหว่างจุดต่างๆ	29
3.3	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนของวิธีการแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรม	31
3.4	ตัวอย่างค่าความน่าเป็นของการถูกเลือก	32
4.1	ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการดำเนินการในปัจจุบัน	35
4.2	ค่าใช้จ่ายของการดำเนินการกิจการในปัจจุบัน	36
4.3	ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยวิธีการแบบประหยัด	37
4.4	ค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบประหยัด	37
4.5	ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบเชิงพันธุกรรม	38
4.6	ค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบเชิงพันธุกรรม	38
4.7	เปรียบเทียบข้อมูลระยะทางและค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการแบบประหยัด	39
4.8	เปรียบเทียบข้อมูลระยะทางและค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม	39
4.9	ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม	40
4.10	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม	41
4.11	ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม	42
4.12	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งจากบริษัทไปยังลูกค้าโดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมกับวิธีการแบบปัจจุบัน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนของวิธีการเชิงพันธุกรรม	13
2.2	โครโมโซมแบบเลขฐานสอง	13
2.3	ตัวอย่างของโครงสร้างโครโมโซมแบบไบนารี	14
2.4	ตัวอย่างของโครงสร้างแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ	14
2.5	ตัวอย่างของโครงสร้างแบบการใช้ค่าของตัวแปร	14
2.6	การสลับสายพันธุ์แบบจุดเดียว	15
2.7	การกลายพันธุ์แบบจุดเดียว	15
2.8	วงล้อเสี่ยงทาย	16
3.1	ความถี่จำนวนลูกค้าที่ใช้บริการจัดส่งในแต่ละเดือน	24
3.2	ตัวอย่างรถบรรทุก 4 ล้อ	25
3.3	ตัวอย่างรถบรรทุก 6 ล้อ	26
3.4	หน้าโปรแกรม Google Earth v.7.1.2.2014	27
3.5	ตัวอย่างค้นหาตำแหน่งและปักหมุดบริษัท	27
3.6	รายละเอียดระยะทาง	28
3.7	ความกว้างxยาวxสูง ของปูนซีเมนต์	29
3.8	ความกว้างxความยาวxความสูง ของปริมาตรสี JOTUN ขนาดกระป๋อง 9 ลิตร	30
3.9	กระบวนการทำงานของวิธีแบบประหยัด	33
3.10	กระบวนการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรม	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การขนส่งและกระจายสินค้าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญของระบบห่วงโซ่อุปทานในระบบธุรกิจอุตสาหกรรมต่างๆ โดยจากรายงาน[1] พบว่าต้นทุนการขนส่งเป็นหนึ่งในสามของค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับดำเนินกิจกรรมห่วงโซ่อุปทาน นอกจากนี้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการจัดเส้นทางการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยผู้ประกอบการลดค่าใช้ในการขนส่งและกระจายสินค้า รวมทั้งตอบสนองความต้องการของลูกค้า

บริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง ซึ่งถูกใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นบริษัทตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ก่อสร้างทั้งโครงสร้างและตกแต่งรวมทั้งผลิตเฟอร์นิเจอร์ ปัจจุบันบริษัทจัดการระบบการขนส่งสินค้าโดยอาศัยความชำนาญของคน ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งและการจัดเส้นทางยังขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มมากขึ้นและยากต่อการคำนวณต้นทุนที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะออกแบบอัลกอริทึมและพัฒนาระบบเพื่อช่วยสนับสนุนการจัดเส้นทางการขนส่ง เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ประหยัดเวลาการขนส่งและสามารถจัดเส้นทางการขนส่งให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วย

การศึกษานี้จะมุ่งเน้นการศึกษา ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าจากจุดกระจายสินค้าของบริษัทไปยังลูกค้าต่างๆเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจผู้ใช้ระบบ โดยมีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวและมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความจุรถ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าและเส้นทางการขนส่ง
2. เพื่อศึกษาอัลกอริทึมของปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem)
3. เพื่อพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับการขนส่งสินค้าจากที่ตั้งจุดกระจายสินค้าไปยังลูกค้าต่างๆโดยสอดคล้องตามข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่และความต้องการของลูกค้า
4. เพื่อคำนวณหาต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยแท้จริงและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยในการวางแผนและจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าในแต่ละวันโดยการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์อัตโนมัติแทนการทำงานด้วยมือคนและความเชี่ยวชาญ
2. ช่วยจัดเส้นทางการเดินรถในแต่ละวันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการขนส่งสินค้า
3. ช่วยทำให้ทราบข้อมูลค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เกิดขึ้น สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงระบบและนโยบายการขนส่งสินค้าของบริษัทต่อไป

1.4 นิยามศัพท์

- Algorithm หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถเข้าใจได้ มีลำดับหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่งอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากการแก้ปัญหาแบบสามัญสำนึกหรือฮิวริสติก (Heuristic)

- Genetic Algorithm (ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม) เป็นเทคนิคสำหรับค้นหาผลเฉลย (Solutions) หรือคำตอบโดยประมาณของปัญหา โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการจากชีววิทยา ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการจำลองทางคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ปัญหาหาค่าเหมาะที่สุด (Optimal solution) โดยการแทนคำตอบที่มีอยู่ให้อยู่ในลักษณะโครโมโซม (Chromosomes) แล้วปรับปรุงคำตอบแต่ละชุด(individual)ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิวัฒนาการ (Evolutionary operation) การเปลี่ยน แปลงยีนแบบสุ่ม ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (Evolutionary operator) เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น โดยทั่วไปจะแทนคำตอบด้วยเลขฐานสอง (สายอักขระของเลข 0 และ 1) การวิวัฒน์ (Evolution) เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Fitness solution) จะเริ่มจากประชากรที่ได้จากการสุ่มทั้งหมดและจะทำเป็นรุ่น ๆ ในแต่ละรุ่นคำตอบหลายชุดจะถูกสุ่มเลือกขึ้นมาเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือสับเปลี่ยนยีนระหว่างกัน จนได้ประชากรรุ่นใหม่ที่มีค่าความเหมาะสม (Fitness) มากขึ้น การวิวัฒน์นี้จะทำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งพบคำตอบที่มีค่าความเหมาะสมตามต้องการ

- SQL ย่อมาจาก Structured Query Language คือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (Open system) หมายถึงเราสามารถใช้คำสั่ง SQL กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้และคำสั่งงานเดียวกัน เมื่อสั่งงานผ่านระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้เราสามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดยึดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูล ซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นภาษาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vehicle routing problems: เป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์รูปแบบหนึ่งที่มีการศึกษามายาวนานกว่า 40 ปี และมีการค้นคว้าอย่างแพร่หลาย โดยมีการเพิ่มเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยได้ทำการศึกษาหลายท่านเช่น ในงานวิจัยของต่างประเทศ ได้นำเสนอวิธีการผสมผสานระหว่างการอบอ่อน (Simulated Annealing: SA) วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) และ การค้นหาแบบทาบู (Tabu Search: TS) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา VRP ที่มีลูกค้าตั้งแต่ 100-417 ราย ซึ่งนับเป็นงานวิจัยที่เป็นต้นแบบในการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสาน

- Saving algorithm : อัลกอรึทึมแบบประหยัด เป็นวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

1.5 ขอบเขตของปัญหา

1. วางแผนเส้นทางสำหรับจัดส่งสินค้าวัสดุโครงสร้างที่สามารถวัดขนาดปริมาตรได้
2. ทราบข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับตำแหน่งที่อยู่สำหรับการจัดส่งสินค้าและจำนวนการสั่งซื้อรวมทั้งวันที่ลูกค้าต้องการรับสินค้าที่จัดส่ง
3. กำหนดจำนวนพาหนะและขนาดของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้า
4. เส้นทางการขนส่งแต่ละเส้นทางจะต้องเริ่มต้นจากบริษัทและกลับสู่บริษัทในแต่ละวัน

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมการ
   - ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษาและการปรับปรุง
   - ศึกษาระบบการจัดส่งสินค้า และเส้นทางเดินรถของบริษัท
   - ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เทคนิคอัลกอริทึมที่จะประยุกต์ใช้
2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
   1.ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
   - ข้อมูลการสั่งซื้อ ประกอบด้วยที่อยู่สำหรับการจัดส่งสินค้า วันที่กำหนดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า และปริมาณการขนส่งสินค้ารวมทั้งเส้นทางการเดินรถในช่วงเวลา1 เดือน
   - ข้อมูลพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง โดยการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า จะใช้พาหนะในการขนส่งสินค้า ซึ่งประกอบด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 2 คัน และรถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 1 คัน

   2. กำหนดเงื่อนไขและสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา
3. วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลและอัลกอริทึมที่ใช้วางแผนและจัดเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัฒนาและปรับปรุงระบบการจัดเส้นทางเดินรถ โดยการทำซ้ำด้วยการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
5. ขั้นตอนอภิปรายสรุปผลและจัดทำรายงาน
    1. คำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่งที่เกิดขึ้น
    2. เปรียบเทียบระยะทางและค่าใช้จ่ายของเส้นทางเดินรถของระบบเดิมกับเส้นทางเดินรถของระบบใหม่ที่นำเสนอ
    3. วิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นและสรุปผลการดำเนินงาน
    4. จัดทำรายงานและเอกสารประกอบการใช้ระบบ ฝึกอบรม (ถ้ามี)

1.7 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- ฮิวริสติก (Heuristic) วิธีการแบบประหยัด (Saving algorithm)
- ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm)

1.8 เครื่องมือที่ใช้เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

- Google Map Api สำหรับกำหนดตำแหน่งของลูกค้าและศูนย์กระจายสินค้า
- JAVA สำหรับพัฒนาระบบจัดเส้นทางเดินรถตามอัลกอริทึมที่ระบุไว้
- Microsoft SQL Server สำหรับระบบจัดการฐานข้อมูลลูกค้า การสั่งซื้อ ระยะทางระหว่างจุดต่าง
- Visual Basic สำหรับพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP) เป็นปัญหาที่สำคัญในการจัดการด้านโลจิสติกส์อย่างหนึ่ง บริษัทต้องการหาวิธีการขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่าย การใช้ยานพาหนะที่เหมาะสม ลดระยะทางการขนส่ง เป็นต้น

2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง เป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์รูปแบบหนึ่งที่มีการศึกษามายาวนานกว่า 40 ปีและมีการค้นคว้าอย่างแพร่หลาย โดยมีการเพิ่มเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆทำให้ปัญหา VRP ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาจนมีความหลากหลายมากขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้จะมีการศึกษามาอย่างยาวนานก็ตามที แต่ทว่ายังไม่มีวิธีการใดที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์แบบ เนื่องจากความยากในการหาคำตอบของปัญหาจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยได้ทำการศึกษาหลายท่าน ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง เกี่ยวข้องกับการออกแบบเส้นทางที่ให้ต้นทุนการขนส่งและกระจายสินค้าต่ำที่สุด สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ (1) กลุ่ม Point to Point Routing Problem ปัญหากลุ่มนี้ คือ การออกแบบเส้นทางให้กับรถขนส่งสินค้าเพื่อให้บริการลูกค้าได้ครบทุก จุดตามจุดต่างๆบนโครงข่ายคมนาคม (2) กลุ่ม Arc Routing Problem ปัญหาในกลุ่มนี้เกี่ยวข้องกับการบริการที่เกิดขึ้นบนเส้นทาง ปัญหาพื้นฐานในกลุ่มนี้ คือการจัดส่งจดหมายบนทุกเส้นทางในโครงข่ายที่รู้จักกันในชื่อ Chinese Postman Problem (CPP)

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ เพื่อกระจายสินค้าให้ลูกค้า ในกรณีที่มีศูนย์รวบรวมกระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบระบุน้ำหนัก (Capacitated Vehicle Routing Problem:CVRP) โดยกำหนดให้รถบรรทุกทุกคันมีข้อจำกัดในการบรรทุกน้ำหนักไม่เกินความจุของรถบรรทุกขนส่งสินค้าเป็นปัญหาจากคลังสินค้า 1 แห่งไปยังจุดต่างๆที่มีความปริมาณความต้องการแน่นอน โดยจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดคือโกดังสินค้าและเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดคือเส้นทางที่ค่าเป้าหมาย อาทิเช่น ระยะทางและเวลาการเดินทางหรือค่าใช้จ่ายการของเส้นทางรวมมีค่าน้อยที่สุด ปัญหานี้ถือเป็นปัญหา VRP พื้นฐาน นอกจากนี้ยังมีรูปแบบปัญหาการขนส่งต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบระบุน้ำหนักและข้อจำกัดของระยะทาง (Capacitated and Distance – Constrained VRP; DCVRP) เป็นปัญหาการเดินทางขนส่งสินค้าให้ได้ปริมาณตามความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยรถบรรทุกจำนวน m คัน โดยกำหนดให้รถบรรทุกทุกคันมีความสามารถในการบรรทุกเท่ากัน ลูกค้าจะรับสินค้าจากรถบรรทุกได้เพียงคันเดียว โดยเส้นทางที่ใช้ต้องเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดและผ่านลูกค้าครบทุกราย เรียกปัญหานั้นว่า Distance – Constrained VRP

2.1.2 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบมีกรอบเวลา (Vehicle Routing Problem with Time Window; VRPTW) ปัญหาชนิดนี้เป็นปัญหา VRP ที่กำหนดเงื่อนไขวัตถุประสงค์ด้านเวลา การส่งมอบไว้ด้วย ลักษณะของปัญหาคือ มีคลังสินค้า 1 แห่ง มีรถบรรทุกสำหรับขนสินค้า m คัน ซึ่งเป็นรถแบบเดียวกันขนาดบรรทุกเท่ากัน บรรทุกสินค้าไม่เกินความจุของรถ ออกเดินทางไปส่งสินค้าแต่ละแห่ง ซึ่งแต่ละแห่งใช้เวลาไม่เท่ากัน เวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ต้องไม่เกินเวลาที่อนุญาต โดยจะเดินทางไปถึงลูกค้าเร็วหรือช้ากว่าเวลาที่กำหนดไม่ได้

2.1.3 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบการขนส่งเที่ยวกลับ (Vehicle Routing Problem with Backhauls; VRPB) เป็นปัญหาการส่งของให้ลูกค้าระยะไกลที่ใช้เวลาในการเดินทางเป็นเวลานานและต้องวิ่งกลับด้วยการบรรทุกเที่ยวเปล่าข้อจำกัดที่สำคัญระหว่างลูกค้าขาไปและลูกค้าขากลับคือ เส้นทางที่ให้บริการต้องทำการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าขาไป ก่อนลูกค้าขากลับ ปริมาณความต้องการของลูกค้าอาจเป็นการส่งมอบสินค้าหรือเก็บคืนสินค้า เส้นทางที่ใช้ต้องผ่านลูกค้าครบทุกรายการบรรทุกสินค้าต้องไม่เกินความสามารถในการรับน้ำหนักของรถบรรทุกโดยไม่สามารถแยกสินค้าหรือหยอยการบรรทุกได้เส้นทางที่ใช้เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ถ้ามีการส่งสินค้าต้องทำการส่งสินค้าก่อน

2.1.4 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบเก็บคืนและส่งมอบสินค้า (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery; VRPPD) เมื่อรถบรรทุกทำการรับสินค้าจากจุดรับแล้วจะต้องไปส่งสินค้ายังลูกค้าเป้าหมายที่ต้องการสินค้าที่กำลังบรรทุกอยู่ก่อนที่จะไปรับสินค้าที่ลูกค้ารายอื่นได้โดยที่ปัญหาในการจัดส่งสินค้าครั้งหนึ่งนอกจากจะระบุถึงจุดรับและจุดส่งสินค้าจำนวนเที่ยวในการรับและส่งสินค้าแล้วอาจจะระบุเวลาในการรับและส่งสินค้าอีกด้วยซึ่งปัญหารูปแบบนี้ผู้วางแผนการจัดส่งต้องตัดสินใจวาจะทำการจัดส่งแต่ละค้าสั่งส่งสินค้าอย่างไรใช้รถบรรทุกที่ประจำอยู่ที่จุดจอดรถบรรทุกใดและมีลำดับในการไปรับและส่งสินค้าต่างๆอย่างไรให้สามารถจัดส่งสินค้าทั้งหมดได้ภายในกรอบเวลาของคำสั่งส่งสินค้านั้นและไม่ละเมิดข้อจำกัดในเรื่องความสามารถในการบรรทุกและระยะทางสูงสุดในการจัดส่งของรถบรรทุกแต่ละเส้นทางเพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดส่งสินค้าต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem ; VRP) โดยมีคลังสินค้าหลายแห่ง (The Multiple Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem) โดยอาจมีข้อจำกัดด้านปริมาณความต้องการที่แน่นอนหรือไม่แน่นอน และข้อจำกดด้านความสามารถในการเก็บสินค้าของคลังสินค้าแต่ละแห่ง

2.1.6 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งที่ใช้ในการขนส่งมีหลายความจุ (Heterogeneous Vehicle Routing Problem ; HVRP) แบ่งเป็นหลายประเภทและแต่ละประเภทมีความเร็วและความจุแตกต่างกัน ซึ่งรถเล็กจะบรรจุได้น้อยแต่มีความรวดเร็วและคล่องตัวกว่ารถหกล้อขึ้นไปจะบรรจุสินค้าได้เยอะ แต่ความคล่องตัวในการเดินรถจะมีน้อยกว่ารถเล็ก ซึ่งในการจัดส่งสินค้าจะต้องคำนึงถึงการสั่งสินค้า

2.1.7 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบเปิด (Open Vehicle Routing Problem : OVRP) คือ รถขนส่งไม่ต้องย้อนกลับมายังจุดปล่อยรถหลังจากส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายสุดท้าย ซึ่งการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งรวม เพราะช่วยลดระยะทางในการย้อนกลับไปยังคลังสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการขนส่งหลายคันจะทำให้ประหยัดระยะทางลงได้มาก

2.2 วิธีฮิวริสติก (Heuristics)

ปรุฬห์ มะยะเฉี่ยว(2557) ได้ให้คำจำกัดความโดยวิธีฮิวริสติก หมายถึง วิธีการคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งไม่มีแบบแผนที่แน่นอนตายตัว โดยการสร้างฮิวริสติกนั้นมักต้องอาศัยความเข้าใจและประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหานั้นๆเป็นอย่างดี ดังนั้นวิธีฮิวริสติกที่ใช้ในการแก้ปัญหาหนึ่งอาจไม่สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาอีกปัญหาหนึ่งได้และไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุดหรือคำตอบที่เท่ากันทุกครั้ง แต่สามารถได้คำตอบในเวลาที่รวดเร็ว หรือสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนจนไม่สามารถเขียนเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้

Laporte and Semet (2002) ได้แบ่งวิธีฮิวริสติกออกเป็น 3 ประเภท

2.2.1 วิธีฮิวริสติกแบบสร้างคำตอบเริ่มต้น(Construction heuristics) วิธีนี้จะเริ่มสร้างคำตอบโดยเริ่มจากการค่อยๆเพิ่มลูกค้าในเส้นทางทีละรายหรือเพิ่มโหนดทีละโหนดจนประกอบกันเป็นคำตอบที่สมบูรณ์ โดยมีวิธีต่างๆดังนี้

ก. Insertion heuristics

เป็นการแก้ปัญหาที่มีการแทรกลูกค้าในเส้นทางหนึ่ง (sequential insertion heuristics) หรือการแทรกลูกค้าในหลายเส้นทาง (parallel insertion heuristics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. Savings heuristics

Clarke and Wright (1964) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพิจารณายานพาหนะที่มีความจุหลายขนาด ในการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปที่ต่าง ๆ

ค. Two-phase algorithms

เป็นวิธีการที่แบ่งปัญหา VRP ออกเป็น 2 ส่วน คือการแบ่งกลุ่มลูกค้าเข้าสู่เส้นทางที่เป็นไปได้ภายใต้เงื่อนไขและการจัดลำดับเส้นทางเพื่อหาผลเฉลยที่ดีที่สุด ขั้นตอนวิธีการนี้ถูกแบ่งเป็น 2 วิธีคือ

(1) วิธีการแบ่งส่วนก่อนแล้วจึงจัดเส้นทาง (Cluster-First Root-Second Procedures) Gillet and Miller (1974) ได้อธิบายโดยเริ่มต้นจากการแบ่งกลุ่มลูกค้าโดยใช้ความต้องการสินค้าของลูกค้าเป็นตัวกำหนดโซนในการกระจายสินค้าจากนั้นจึงจัดเส้นทางที่เหมาะสมให้กับแต่ละส่วนที่ถูกแบ่งไว้แล้ว

(2) วิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วน (Root - First Cluster-Second Procedures) Golden et al (1983) ได้อธิบายว่าเป็นการกำหนดเส้นทางในการเดินรถขนส่งก่อน แล้วจึงจัดลูกค้าเข้าสู่เส้นทางภายใต้เงื่อนไขของปัญหา ขั้นตอนวิธีการนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหา VRP ในกรณีที่มีรถขนส่งหลายขนาด

ง. Sweep algorithm

นายพรรษกร รัศมิ์ชนาพัทธ์ (2554) เป็นวิธีการที่เหมาะกับปัญหาที่มีจุดขนส่งมากถึง 250 จุดโดยข้อบกพร่องของวิธีการนี้ คือ ในกรณีที่คลังสินค้าไม่ได้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ จะทำให้ได้ เส้นทางที่มีขนาดไม่สมดุลและวิธีการนี้ไม่ได้คำนึงถึงถนน ทำให้จุดที่ใกล้เคียงกันที่อยู่บนถนนเส้นเดียวกันอาจไม่ได้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

2.2.2 Improvement heuristics ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอน 2 ประเภทคือ

ก. ขั้นตอนในการปรับปรุงคำตอบ (Local search heuristics) ในขั้นตอนนี้จะนำเส้นทางเบื้องต้นที่ได้จาก Construction heuristics มาปรับปรุงคำตอบให้ดียิ่งขึ้น โดยความหมายของการปรับปรุงคำตอบในระบบการกำหนดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าจะหมายถึงการได้ระยะทางรวมและการมีระยะเวลารอก่อนที่จะส่งสินค้าเพิ่มมากขึ้นโดยการเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางที่ได้ในแต่ละรอบจะพิจารณาจากระยะทางเป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม โดยเส้นทางการจัดส่งที่มีระยะทางในการจัดส่งที่ต่ำกว่าถือว่าเป็นเส้นทางที่ดีกว่า สำหรับในกรณีที่ระยะทางในการส่งที่เท่ากันจะพิจารณาเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านอื่นๆถัดมา เช่น ระยะเวลารอก่อนส่ง ถ้าเส้นทางที่มีระยะเวลารอก่อนส่งนานกว่าจะถือว่าเป็นเส้นทางที่ดีกว่า เพราะจะทำให้มีเวลาในการรอข้อมูลของสินค้าที่อาจจะเข้ามาในระบบได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. วิธีฮิวริสติกแบบค้นหาคำตอบใกล้เคียง (Neighbourhood Search Heuristic) เป็นวิธีสร้างคำตอบขึ้นมาคำตอบหนึ่งที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขแล้วนำคำตอบนั้นมาทำการสลับตำแหน่งไปเรื่อยๆ เพื่อหาคำตอบที่ดีกว่าคำตอบเดิมตามรอบที่กำหนดที่ได้ออกแบบ

2.2.3 **วิธีเมตาฮิวริสติก (MetaHeuristics)** เป็นวิธีที่ได้จากการพัฒนาและดัดแปลงวิธีฮิวริสติกให้มีความยืดหยุ่นในการหาผลเฉลยของปัญหาการตัดสินใจใดๆที่มีความซับซ้อนและตัวแปรจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ถึงแม้คำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่ให้ค่าเหมาะสมที่สุดหรือไม่สามารถรับประกันคำตอบที่ดีในทุกครั้งที่ทำการประมวลผลได้ แต่คำตอบที่ได้เป็นที่ยอมรับและค้นหาได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในงานวิจัยทุกแขนง ซึ่งในหัวข้อนี้จะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่ได้รับความนิยมในการแก้ปัญหา VRP มีดังนี้

ก. ขั้นวิธีการจำลองแบบอบอ่อน (Simulated Annealing Algorithm) เป็นกลวิธีหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมมาก ในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization problem) ซึ่งเป็นปัญหา NP–hard จะว่าไปแล้ว SA เป็นกลวิธีการค้นผลเฉลยแบบเฉพาะที่ (local search) ซึ่งมีกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ (iterative) เพื่อค้นผลเฉลยในปริภูมิผลเฉลยไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่พอใจ โดยเริ่มจากผลเฉลยเริ่มต้น ซึ่งวิธีการจำลองการอบอ่อนนั้นถูกนำเสนอโดย Scott Kirkpatrick, C. Daniel Gelatt and Mario P. Vecchi ในปีค.ศ.1983

ข. วิธีการทาบู (Tabu search) โดย Glover(1989) กล่าวว่าเป็นการค้นหาข้อมูลในคอมพิวเตอร์แบบวิธีโคจรตามเส้นกราฟ โดยการค้นทาบู มีลักษณะพิเศษคือมีเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาตามเส้นกราฟแบบเดิมด้วยการใช้โครงสร้างข้อมูลเพื่อจำปัญหาที่แก้ได้และทราบคำตอบที่ยอมรับได้ แล้วไม่แก้ปัญหาเดิมซ้ำอีกครั้งหรือปัญหาที่ไม่มีทางแก้ได้สำเร็จในเวลาที่จำกัด ใช้สำหรับแก้ปัญหาคำตอบที่ดีที่สุดในคณิตศาสตร์เชิงการจัด ตัวอย่างเช่นปัญหาการเดินทางของพนักขาย (Travelling salesman problem) กระบวนการทำงานของการค้นทาบู คือ ในแต่ละรอบการทำงานปัจจุบันเมื่อสิ้นสุดการทำงานและพร้อมที่จะไปทำงานในรอบการทำงานถัดไป จะเลือกผลเฉลยบริเวณใกล้เคียงที่มีคะแนนสูงที่สุดจากฟังก์ชันประเมินผลที่กำหนดขึ้น แล้วเคลื่อนย้ายจากผลเฉลยปัจจุบันไปแก้ปัญหาของผลเฉลยบริเวณใกล้เคียงจนกระทั่งพบเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือเข้าเงื่อนไขจบการทำงานจึงหยุดการค้นหา ผลเฉลยที่ถูกแก้และยอมรับแล้วในรอบทำงานปัจจุบันจะถูกบันทึกไว้ในรายการต้องห้าม (Tabu list) โดยในการแก้ปัญหาในรอบถัดไปจะรวมการพิจารณาผลจากรายการต้องห้าม ซึ่งเป็นผลเฉลยจากเส้นทางที่ได้เคลื่อนผ่านมาแล้วและหลีกเลี่ยงไม่พิจารณาปัญหาซ้ำอีกครั้งเพราะจะทำให้เกิดวงวนและไม่สามารถทำงานได้จบ เป็นการบังคับให้แผ่ขยายขอบเขตการค้นหาไปยังพื้นที่ในส่วนที่ยังไม่ได้รับการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm – GA) John Holland (1975) กล่าวว่าเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้ในการค้นหา การเพิ่มประสิทธิภาพและการเรียนรู้ (Search Optimization and Learning) ด้วยการเลียนแบบทฤษฎีการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีจุดเด่นในด้านความทนทานต่อความผิดพลาดในการค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่มีความซับซ้อนและยากที่จะสร้างแบบจำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการค้นหาที่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับแบบจำลองหรือลักษณะเฉพาะของข้อมูลแบบใดแบบหนึ่งด้วยเหตุนี้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบตั้งแต่การจัดตารางเวลา (Timetable Scheduling) การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ (Control System Design) การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบท่อส่งก๊าซ (Gas Pipeline Optimization) และการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมได้ (Genetic Based Machine Learning) เป็นต้น โดยหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการตามธรรมชาติ เพื่อพัฒนาหรือทำการ “วิวัฒนาการ” คำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

ง. วิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization, ACO)

M.Dorigo และคณะ (1996) ได้เสนอแนวคิดวิธีการหาคำตอบโดยใช้วิธีอาณานิคมมด ซึ่งการค้นหาอาศัยการเลียนแบบพฤติกรรมการหา อาหารของมดจริง เทียบได้กับการหาเส้นทางจากรังมดไปยังแหล่งอาหาร โดยมดจะอาศัยสารเคมีที่เรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) ที่ปล่อยไว้บนเส้นทางใช้ในการจดจำเส้นทางและใช้ในการสื่อสารกับมดตัวอื่น ได้สรุปคุณลักษณะของวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีอาณานิคมมดดังนี้

(1) เป็นอัลกอริทึมที่เอนกประสงค์(Versatile) คือสามารถใช้ได้กับปัญหาได้หลากหลายลักษณะ

(2) มีความคงทน (Robust) คือสามารถใช้งานได้ในปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์

(3) อาศัยพื้นฐานประชากร(Population Based) คือใช้การป้อนกลับที่เป็นประโยชน์ (Positive- Feedback) ช่วยในการหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นที่จะดำเนินการค้นหาแบบขนาน (Parallel implementation)

ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นจำเป็นต้องทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีอัลกอริทึมประหยัด (Saving Algorithm) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางปฏิบัติเพราะเป็นวิธีที่ง่าย แม้ว่าวิธีนี้จะไม่ได้ประกันถึงการให้คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม สำหรับปัญหาการตัดสินใจที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก วิธีอัลกอริทึมประหยัดยังคงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งซึ่งเราสามารถคำนวณหาคำตอบได้โดยปราศจากการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือเพียงแค่อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clarke and Wright (1964) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการขนส่งของรถขนส่งสินค้าที่มีความสามารถในการบรรทุกต่างกัน ในการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปที่ต่างๆ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ได้จำนวนยานพาหนะในการขนส่งที่เหมาะสมและปริมาตรสินค้าที่ขนโดยยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างคำตอบเริ่มต้น โดยการกำหนดให้เส้นทางมีลูกค้าเพียงจำนวน 1 คน เท่านั้น ดังนั้นเราจะได้จำนวนเส้นทางเท่ากับจำนวนลูกค้าทั้งหมด

2. คำนวณระยะทางประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 คน ลูกค้า i และลูกค้า j

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij} \quad \text{------ (1)}$$

โดยที่ S_{ij} = ระยะทางการเดินทางที่ประหยัดได้เมื่อวิ่งรถรอบเดียว

D_{0i} = ระยะทางการเดินทางจากคลังสินค้า (Depot) ไปยังลูกค้า i

D_{0j} = ระยะทางการเดินทางจากลูกค้า j กลับมาถึงคลังสินค้า (Depot)

D_{ij} = ระยะทางการเดินทางจากลูกค้า i ไปยัง j

i = โหนดที่มาก่อน j

0 = จุดเริ่มต้นคลังสินค้า (Depot)

เมื่อ $i = 1, 2, ..., N$ และ $j = 1, 2, ..., N$ โดยที่ $i \neq j$ และ N = จำนวนลูกค้าทั้งหมด

3. ขั้นต่อไปคือการจัดลำดับค่าความประหยัดจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด ถ้าค่าระยะประหยัด (Saving Algorithm) มีเครื่องหมายเป็นบวก เราจะทำการรวมลูกค้า i และลูกค้า j ให้อยู่ในเส้นทางเดียวกันนั้นคือ เราจะได้เส้นทางในการขนส่งสินค้า $0 \longrightarrow i \longrightarrow j \longrightarrow 0$

4. ทำซ้ำจนสามารถจัดเส้นทางยานพาหนะได้ครอบคลุมลูกค้าทั้งหมด โดยมีเงื่อนไขข้อจำกัดการเดินทางแต่ละยานพาหนะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะหรือต้องใช้เวลาการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm – GA)

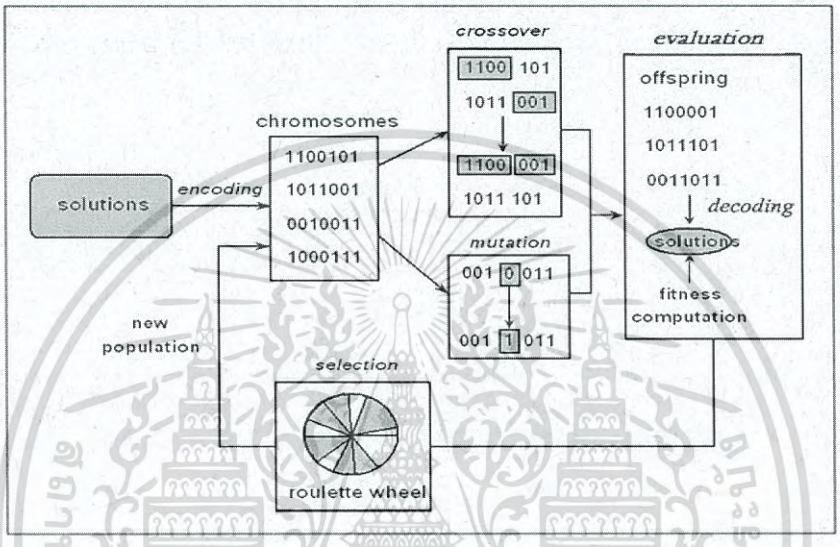
วิธีเชิงพันธุกรรมมีลักษณะการทำงานเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยอิงหลักการคัดเลือกตามธรรมชาติของดาร์วิน (Darwin's theory of natural selection) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดย John Holland (1975) และได้ใช้ชื่อว่า "วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm)" แต่วิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมเท่าใดนัก เพราะในขณะนั้น GA ยังคงเป็นแนวคิดที่ใหม่ แต่หลังจากที่ David Goldberg ได้ตีพิมพ์หนังสือที่อธิบายรายละเอียดต่างๆของ GA ตลอดจนวิธีการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นส่วนทำให้คนทั่วไปได้รู้จักและเข้าใจถึงวิธีการแก้ปัญหาที่อาศัยหลักการทางพันธุกรรมมากยิ่งขึ้น จนกระทั่งในที่สุด GA จึงกลายเป็นที่นิยมของบรรดานักวิจัยอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือ วิธีแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่ใช้ในการค้นหาเพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด (Optimum point) ซึ่งเป็นการได้พัฒนาและจำลองวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากทฤษฎีวิวัฒนาการของ จอหน โฮลแลนด นักวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้ทำการคิดค้าการลอกเลียนแบบขั้นตอนธรรมชาติของการพัฒนาสิ่งมีชีวิตขึ้นใน ปคริสตศักราช 1970 โดยร่วมกับเพื่อนร่วมงานและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีจุดมุงหมายเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางธรรมชาติของพันธุกรรมและนำกลไกการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ประยุกต์ใช้กับการเขียนโปรแกรม

จากการคิดค้นของ จอหน โฮลแลนด์ (1970) ทำให้สามารถค้นหาและแกปัญหาให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด ทั้งอาจจะเป็นจุดต่ำสุด (Minimum point) หรือจุดสูงสุด (Maximum point) สำหรับหลักการของวิธีการค้นหาแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือสิ่งมีชีวิตทั้งหมดจะมีทั้งลักษณะที่ดีและไมดีในการกำหนดว่าสิ่งมีชีวิตไหนมีลักษณะที่ดีหรือไมดีนั้นจะถูกกำหนดจากทฤษฎีการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization Theory) ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่ดีนั้นจะได้รับการสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดลักษะทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่ดีขึ้น ในส่วนที่มีลักษณะที่ไมดีจะไมถูกสนับสนุนหรือไมนำส่วนนี้มาพิจารณา ดังนั้นในหลักการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำเสนอข้อมูลในรูปแบบโครโมโซม นั้นหมายความว่าคำตอบสามารถเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาจะถูกนำมาแปลงเป็นโครโมโซม เพื่อนำโครโมโซมไปใช้ในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยจะใช้ค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ที่มีความสอดคลองกับวัตถุประสงค์ (Objective Function) และโครโมโซมเหล่านั้นจะถูกนำมาพิจารณาว่าโครโมโซมใดควรนำมาสืบสายพันธุต่อไปหรือโครโมโซมใดไมควรนำมาสืบสายพันธุและจากการหาคำตอบโดยใช้โครโมโซมในแต่ละรุ่นจะมีการสุม (Generations) คำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาจึงทำให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดได้สมบูรณและเหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นวิธีการหาคำตอบที่ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน เนื่องจากคุณสมบัติการเลียนแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาใช้พิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดมา ซึ่งมีการใช้ตัวดำเนินการ (Operator) คือการเลือก (Selection) การสลับสายพันธุ (Crossover) และการกลายพันธุ (Mutation) เป็นตัวสุ่มในการหาคำตอบในบริเวณของปัญหา ซึ่งจะช่วยให้มีความหลากหลาย (Diversity) ในการหาคำตอบทุกบริเวณของปัญหา สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนของวิธี GA

ที่มา: Gen and Cheng (1997)

ซึ่งสามารถอธิบายแต่ละขั้นตอนได้ ดังนี้

2.3.1 การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosome encoding) เริ่มต้นโดยการสุ่มค่าคำตอบซึ่งเป็นค่าคำตอบที่อยู่ในขอบเขตของคำตอบ (Solution space) ขึ้นมาตามจำนวนของประชากรที่กำหนดไว้แล้วทำการเข้ารหัส (Encoding) ค่าคำตอบให้เป็น “โครโมโซม (Chromosome)” ซึ่งโครโมโซม แต่ละตัวจะประกอบไปด้วยยีนเรียงต่อกัน โดยรูปแบบการเข้ารหัสของโครโมโซมเป็นเลขฐานสอง (Binary bit string) และเรียกกลุ่มของโครโมโซมเหล่านี้ว่า “ประชากร (Population)” รูปแบบโครโมโซมแสดงดังรูปที่ 2.2

1	1	0	0	1	0	1	0	1	0

รูปที่ 2.2 โครโมโซมแบบเลขฐานสอง

ที่มา : อภิรักษ์ ขัดวิลาศ (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปการแปลงชุดของคำตอบให้อยู่ในรูปแบบโครโมโซม เราอาจจะใช้โครงสร้าง 3 ลักษณะ คือ

2.3.1.1 โครงสร้างแบบไบนารี (Binary Encoding) ลักษณะของโครงสร้างแบบไบนารี คือ ตำแหน่งของยีนของโครโมโซมจะมีค่าเป็นบิต 0 หรือ 1 ดังรูปที่ 2.3

โครโมโซมที่ 1	0	1	1	0	0	1	1	0
โครโมโซมที่ 2	1	0	0	1	1	0	0	1

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของโครงสร้างโครโมโซมแบบไบนารี

ที่มา : วนิดา เหล่ารักษาเกียรติ (2555)

2.3.1.2 โครงสร้างแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ (Permutation Encoding) ลักษณะโครโมโซมแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ คือ ตำแหน่งของยีนในโครโมโซมจะเป็นค่าของจำนวนนับที่ใช้แทนตำแหน่งหรือลำดับ อีกทั้งยังต้องสร้างการข้ามสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ให้ตรงกับปัญหา ซึ่งลักษณะของโครโมโซม แสดงดังรูปที่ 2.4 ตัวอย่างปัญหาที่ใช้รูปแบบโครโมโซมแบบนี้ เช่น ปัญหาการเลือกเส้นทางเดินของบุรุษไปรษณีย์

โครโมโซมที่ 1	7	8	5	6	3	4	1	2
โครโมโซมที่ 2	1	2	3	4	5	6	7	8

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของโครงสร้างแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ

ที่มา : วนิดา เหล่ารักษาเกียรติ (2555)

2.3.1.3 โครงสร้างแบบการใช้ค่าของตัวแปร (Value Encoding) ลักษณะโครโมโซมแบบการการใช้ค่าของตัวแปร คือ ทุกตำแหน่งของยีนของโครโมโซมจะมีค่าบางค่าที่สามารถเชื่อมโยงไปยังปัญหาได้ เช่น ตัวอักษร, จำนวนจริง, คำสั่ง หรืออื่นๆ รูปแบบโครโมโซมแบบนี้สามารถใช้ได้กับปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการข้ามสายพันธุ์และการกลายพันธุ์อีกด้วย ซึ่งลักษณะของโครโมโซมแสดงดังรูปที 2.5

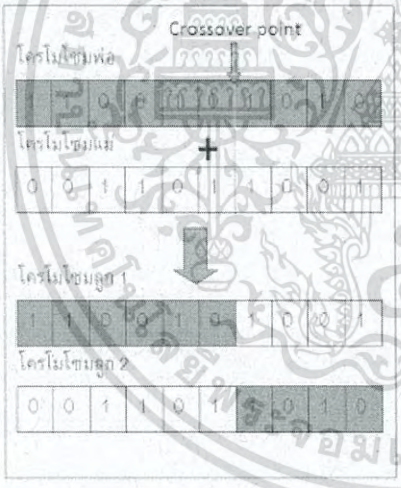
โครโมโซมที่ 1	2.1	1.8	4.5	9.6	8.7	3.2	7.5	2.6
โครโมโซมที่ 2	a	e	i	o	u	h	j	m

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของโครงสร้างแบบการใช้ค่าของตัวแปร

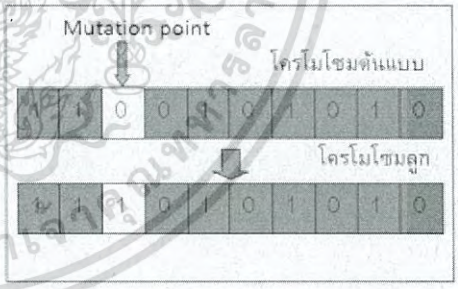
ที่มา : วนิดา เหล่ารักษาเกียรติ (2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 กระบวนการทางพันธุกรรม (Genetic operation) ประกอบไป ด้วย 2 กระบวนการ คือ การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) โดยการสลับสายพันธุ์นั้น จะทำการสุ่มโครโมโซมจากประชากรมาสองโครโมโซม และทำการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างโครโมโซม ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนยีนในโครโมโซม สำหรับวิธีการในการแลกเปลี่ยนยีนนั้นวิธีการที่ง่ายที่สุดคือ การสลับสายพันธุ์แบบจุดเดียว (One point crossover) ซึ่งจะใช้วิธีการสุ่มจุดที่จะทำการแลกเปลี่ยนยีน ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ส่วนกระบวนการกลายพันธุ์นั้นจะสุ่มโครโมโซมมาหนึ่งค่า แล้วทำการสุ่มเปลี่ยนค่าของยีน ซึ่งจะทำให้เกิดโครโมโซมใหม่อีกหนึ่งโครโมโซม โดยการกลายพันธุ์ที่แสดงในรูปที่ 2.7 นั้นเป็นการกลายพันธุ์แบบจุดเดียว (One point mutation) และโครโมโซมใหม่ที่เกิดขึ้นจะเรียกว่า "โครโมโซมลูก (Offspring)" ในแต่ละรอบของกระบวนการนั้น มีตัวแปรสองตัวที่ใช้ในการตัดสินว่าแต่ละรอบจะเกิดการสลับสายพันธุ์หรือการกลายพันธุ์หรือไม่ คือ ความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธุ์ (Probabilities of crossover: P_c) ซึ่งควรจะกำหนดให้อยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 1.0 (Yang, 2008) และความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probabilities of mutation: P_m) ซึ่งควรจะกำหนดให้อยู่ระหว่าง 0.02 - 0.18 (Pongcharoen et al., 2002) โดยความน่าจะเป็นทั้งสองตัวนี้จะมีผลต่อค่าคำตอบ ดังนั้น จึงควรกำหนดค่าให้เหมาะสมกับแต่ละปัญหา



รูปที่ 2.6 การสลับสายพันธุ์แบบจุดเดียว



รูปที่ 2.7 การกลายพันธุ์แบบจุดเดียว

ที่มา : อภิรักษ์ ขัดวิลาศ (2011)

2.3.3 การคำนวณค่าความเหมาะสม (Fitness computation) เมื่อผ่านกระบวนการทางพันธุกรรมแล้ว โครโมโซมทั้งหมดจะถูกประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness value) ของโอกาสในการอยู่รอดของแต่ละโครโมโซม (Probability of selection) ซึ่งปกติแล้วจะใช้สมการเป้าหมายเป็นตัววัดค่าความน่าจะเป็นในการอยู่รอดของโครโมโซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การคัดเลือก (Selection) กลไกการคัดเลือกของ GA นั้นจะพิจารณาจากค่าความเหมาะสมในการอยู่รอด ถ้าโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมในการอยู่รอดสูง โอกาสที่จะถูกเลือกให้เป็นประชากรในรุ่นถัดไปจะมีโอกาสรอดสูงตามไปด้วย ในทางตรงข้ามถ้าค่าความเหมาะสมในการอยู่รอดต่ำมาก โครโมโซมนั้นก็ไม่มีโอกาสอยู่รอดเป็นประชากรในรุ่นถัดไป วิธีการในการคัดสรรโครโมโซมเพื่อเป็นประชากรในรุ่นใหม่นั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น

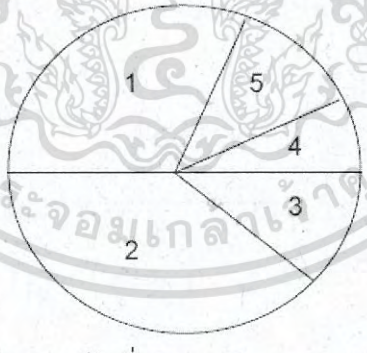
ก) การคัดเลือกแบบวงล้อเสี่ยงทาย (Roulette Wheel Selection) วิธีนี้จะใช้ความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก ซึ่งจะกำหนดโดยอัตราส่วนค่าจากความแข็งแรงของแต่ละโครโมโซมเทียบกับค่าความแข็งแรงรวมของโครโมโซมทั้งหมดทั้งหมดตามสมการที่ 2 เมื่อทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกแล้ว จากนั่นจึงทำการสร้างวงล้อเสี่ยงทายตามอัตราส่วนความน่าจะเป็นที่ได้คำนวณไว้ดังรูปที่ 2.8 และทำการสุ่มเพื่อทำการเลือกโครโมโซมไปทำเป็นประชากรตั้งต้นในรุ่นถัดไป

$$P_i = \frac{F_i}{\sum_{n=1}^{N} F_i} \quad \text{--------- (2)}$$

โดยที่ P_i = ค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกคัดเลือกของโครโมโซม i

F_i = ค่าความแข็งแรงของโครโมโซม i

N = จำนวนประชากรทั้งหมด $i = 1, \ldots, N$



รูปที่ 2.8 วงล้อเสี่ยงทาย (Roulette Wheel)

ที่มา : วนิดา เหล่ารักษาเกียรติ (2555)

ข) การคัดเลือกแบบ Tournament จะเป็นการคัดเลือกโดยจัดกลุ่มย่อยแบบสุ่มให้กับประชากร และประชากรที่มีความแข็งแกร่งที่สุดในกลุ่มย่อยก็จะได้เป็นผู้ที่ถูกเลือกให้กำเนิดรุ่นลูกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การตรวจสอบเงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน (Termination condition) เงื่อนไขในการสิ้นสุดการทำงานนั้น GA จะสิ้นสุดการทำงานก็ต่อเมื่อได้ดำเนินการจนครบตามจำนวนรุ่นของประชากร (Number- of generation) ตามที่ผู้ใช้กำหนดหรือผู้ใช้อาจจะกำหนดให้สิ้นสุดการทำงานเมื่อค่าคำตอบในหลายๆรอบที่ผ่านมาไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความเหมาะสมในการนำเอาวิธีการทางฮิวริสติกทั้ง Saving Algorithm และGenetic Algorithm มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านค่าใช้จ่ายและระยะทางจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ขั้นตอนวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm) เป็นวิธีการที่สามารถหาคำตอบได้รวดเร็ว ไม่ซับซ้อนมากนัก เข้าใจง่าย สามารถใช้กับปัญหาที่มีจุดขนส่งจำนวนมากได้ และพบว่าขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้กับการแก้ปัญหาในการจัดเส้นทางการเดินรถที่มีปัญหาด้านการหาคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นเทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่ดีที่มีลักษณะการทำงานในรูปแบบของการค้นหาคำตอบแบบขั้นตอนเชิงพันธุกรรมซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการวิวัฒนาการของ ชาร์ล ดาร์วิน (Charles Darwin) โดยอิงจากแนวคิดเรื่องการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแรงที่สุด (Survival of the fittest) การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นจะเป็นไปในลักษณะของการหาคำตอบแบบคู่ขนาน (Parallel search) เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดในรุ่นถัดไป ดังนั้นในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงนำเอาขั้นตอนวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm) และขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาใช้ในการจัดเส้นทางการเดินรถ และทำการเปรียบเทียบหาว่าวิธีการใดช่วยลดค่าใช้จ่ายการขนส่งมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานเป็นการสรุปเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของประชากร โดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง สามารถทดสอบได้ว่าค่าพารามิเตอร์ของประชากรมีค่าหรือเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ ดังนั้นการสรุปลักษณะต่างๆ ของประชากรเพื่อช่วยในการตัดสินใจจึงมักจะใช้การทดสอบสมมติฐาน (กัลยา วานิชย์บัญชา.2544)

2.4.1 การทดสอบสมมติฐาน 2 ประชากร

- การทดสอบสมมติฐานค่าความแตกต่างของ 2 ประชากรเมื่อสุ่มตัวอย่างแบบไม่อิสระ

ให้ X_{1i} และ X_{2i} เป็นค่าของข้อมูลคู่ที่ i ที่เก็บรวบรวมจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ให้ $d_i = X_{1i} - X_{2i} \quad ; \ i = 1, 2, ..., n$

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง $\bar{d} = \dfrac{\sum d_i}{n}$

ค่าความแปรปรวน $S_d^2 = \dfrac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n-1} = \dfrac{\sum d_i^2 - \dfrac{(\sum d_i)^2}{n}}{n-1}$

สมมติฐานทางสถิติคือ $H_0 : \mu_d = d_0$ เทียบกับ $H_1 : \mu_d \neq d_0$

สถิติที่ใช้ทดสอบ $t = \dfrac{\bar{d} - d_0}{\dfrac{S_d}{\sqrt{n}}}$

เขตการปฏิเสธ H_0 คือ $t > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ หรือ $t < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

โดยการทดสอบดังกล่าวมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน
2) ประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
3) ผลต่างของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยเลือกศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาจากงานวิจัยที่มีรูปแบบการศึกษาและดำเนินงานวิจัยที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีการเชิงพันธุกรรม โดยผู้วิจัยได้เรียงตามเวลาที่นำเสนอหรือตีพิมพ์

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP)

Golden et al. (1977) ได้เสนอปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ซึ่งมีปริมาณความต้องแตกต่างกัน ภายใต้วัตถุประสงค์คือ ระยะทางต่ำที่สุดและทุกๆ ยานพาหนะจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้ากลาง โดยมีข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและระยะเวลาสูงสุดในการขนส่งหนึ่งรอบของเส้นทางการจัดส่ง ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัดในระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง จะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem:VRP)

Thangiah (1996) ได้นำเสนอวิธีการผสมผสานระหว่างการอบอ่อน (Simulated Annealing: SA) วิธีการเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithm: GA) และ วิธีทาบู(Tabu Search: TS) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา VRP ที่มีลูกค้าตั้งแต่ 100 - 417 ราย ซึ่งนับเป็นงานวิจัยที่เป็นต้นแบบในการพัฒนาขั้นตอนวิธีแบบผสมผสาน

Beatrice et al. (2006) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาแบบมีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Problem) โดยการหาจำนวนรถขนส่งน้อยที่สุดและผลรวมต้นทุนในการเดินทางขนส่งหรือระยะทางสั้นที่สุด โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) และเทคนิคการเรียงลำดับแบบพาเรโต้ (Pareto Ranking) ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ

Flisberg (2009) ใช้วิธีการผสมผสานระหว่างโปรแกรมเชิงเส้นในการหาเส้นทางเดินรถและใช้วิธี TS ในการรวมเส้นทางเพื่อการใช้รถอย่างมีประสิทธิภาพจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องพบว่าการแก้ปัญหา VRP แบบมีรถหลายขนาด และสามารแยกขนส่งสินค้าได้ยังมีผู้วิจัยจำนวนไม่มากนักและสามารถแก้ได้เพียงปัญหาที่มีขนาดเล็ก เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นหรือจำนวนลูกค้าเพิ่มขึ้น อาจทำให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีลดลง อีกทั้งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาจริงที่พบบ่อยในภาคอุตสาหกรรม และต้องการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

นิรันดร์ และ สมบัติ (2551) ได้นำเสนอวิธีฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งโดยประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติก Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) สำหรับการค้นหาคำตอบโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ระยะทางรวมต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละรายไม่แน่นอน ความจุของยานพาหนะมีจำนวนจำกัด พบว่าวิธีฮิวริสติกที่นำเสนอให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธารชุดา พันธ์นิกุล และคณะ (2554) ศึกษาการลดต้นทุนค่าขนส่งน้ำดื่มของโรงงานกรณีศึกษาไปยังลูกค้าของโรงงาน โดยการสร้างแบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem : VRP) และใช้ Program LINGO ในการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้าแต่ละรายแน่นอน และขนาดการบรรทุกจำกัดเส้นทางการขนส่งใหม่ที่ได้จากการวิจัยนั้น ทำให้สามารถลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งลงได้จากเดิมมีเส้นทางการขนส่ง 8 เที่ยวต่อวันสามารถลดลงเหลือ 7 เที่ยวต่อวันและสามารถลดระยะทางรวมในการขนส่งจากเดิมวันละ 180.01 กม. เหลือเพียงวันละ 143.39 กม. คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ลดลงได้มากถึง 20.34% หรือประมาณ 4,230 บาท/เดือน ซึ่งต้นทุนที่สามารถลดลงได้ยอมส่งผลให้โรงงานกรณีศึกษามีกาไรเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการขนส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าอีกด้วย

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีฮิวริสติก (Heuristics)

Zanakis และ Evans (1981) แนะนำให้ใช้วิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติกแทนวิธีหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนในทางปฏิบัติและต้องการหาคำตอบให้ได้ในเวลาที่รวดเร็ว

Laporte G. และคณะ (2000) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการในแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยพบว่าเซฟวิ่งอัลกอริทึมเป็นวิธีที่ดีในกลุ่มของฮิวริสติก เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบได้เร็วไม่ซับซ้อนมากนักและเข้าใจได้ง่าย แต่มีความแม่นยำต่ำ ซึ่งอัลกอริทึมดังกล่าวสามารถจัดเรียงหรือแทรกลูกค้าเข้ามาในเส้นทางเดิมได้สองรูปแบบคือแบบขนาน (Parallel Version) และแบบอนุกรม (Sequential Version) และพบว่าการแทรกลูกค้าแบบขนานดีกว่าแบบอนุกรมต่อมามีการนำวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถอย่างแพร่หลาย

ตันติกร พิชญ์พิบูล และเรื่องศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2550) ได้ประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติก Clarke-Wright Saving ในการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการขนส่งสินค้าของลูกค้า ในแต่ละจังหวัดทั่วประเทศไทย และได้นำผลการหาเส้นทางโดยวิธีฮิวริสติก Clarke-Wright Saving ไปเปรียบเทียบกับการ จัดเส้นทางแบบเดิมด้วยวิธีหาคำตอบจากปมข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) พบว่า วิธีฮิวริสติก Clarke-Wright Saving มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีฮิวริสติก Nearest Neighbor โดยสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งลงได้เป็นจำนวนเงิน 2,338,915 บาท และใช้เวลาประมวลผล 250 วินาทีต่อการประมวลผล 120 ตัวอย่าง

ฐิตินนท์ ศรีสุวรรณดีและคณะ (2553) ประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติก Clarke-Wright Saving Heuristic และ Nearest Neighborhood Heuristic สำหรับการค้นหาคำตอบภายใต้เงื่อนไขความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละรายไม่แน่นอน (Stochartic demand) ความจุของยานพาหนะมีจำนวนจำกัดโดยกระบวนการทำงานของฮิวริสติก แบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะแรกเป็นการสร้างคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้น (Initial Solution Phase) เพื่อพิจารณาพื้นที่ของคำตอบที่เป็นไปได้ที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขโดยวิธีClarke-Wright Saving Heuristic และวิธีฮิวริสติกแบบค้นหาคำตอบใกล้เคียง (Nearest Neighborhood Heuristic) และระยะที่สองเป็นการปรับปรุงคำตอบพัฒนาโดยใช้โปรแกรมLingo V.11 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางโดยผู้ประกอบการพบว่าวิธีฮิวริสติกที่นำเสนอให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับที่ดี

อภิชิต มณีงาม , กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์และอภินันทนา อุดมศักดิกุล (2556) ได้พิจารณาเงื่อนไข การจำกัดเวลาเดินรถบรรทุกขนาดใหญ่ในเขตเมือง เพื่อให้ได้เส้นทางการเดินรถที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยพัฒนาวิธีหาคำตอบ 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจัดกลุ่มลูกค้าตามเงื่อนไขการจำกัดของช่วงเวลาในการเดินรถ ขั้นตอนที่สองสร้างคำตอบเริ่มต้นด้วยเซฟวิ่งอัลกอริทึม ขั้นตอนสุดท้ายปรับปรุงเส้นทางโดยวิธีการปรับปรุง คำตอบเฉพาะที่ ซึ่งใช้การแลกเปลี่ยนลูกค้าระหว่างเส้นทางผสมกับวิธีการย้ายลูกค้าหนึ่งรายระหว่างเส้นทาง ผลการศึกษาพบว่า วิธีการนำเสนอสามารถลดระยะทางรวมจากเดิมร้อยละ 9.70

กนกวรรณ สุภักดี, นัทธพงศ์ นันทสำเริง และระพีพันธ์ ปิตาคะโส (2556) ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางเพื่อลดต้นทุนการเดินทางไปทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ทางการแพทย์ตามโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตจังหวัดอุบลราชธานีจำนวน 316 แห่ง ของหน่วยซ่อมบำรุงสังกัด สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดอุบลราชธานีโดยทำการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการจัดกลุ่มผู้รับบริการก่อน จากนั้นจึงกำหนด ที่ตั้งของศูนย์ประสานงานซ่อมบำรุงแล้วจึงจัดเส้นทางการเดินทางไปทำการซ่อมบำรุงในแต่ละกลุ่มเป็นขั้นตอนสุดท้าย ในขั้นตอนการจัดกลุ่มได้ใช้วิธีการกวาดมุม(sweep algorithm) สามารถจัดกลุ่มสถานพยาบาลได้เป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 79 แห่ง จากนั้นจึงทำการหาตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์ประสานงานซ่อมบำรุงโดยใช้วิธีคำนวณจากระยะทางและภาระงานในการซ่อมบำรุงแต่ละแห่ง สำหรับจัดเส้นทางการเดินทางในแต่ละกลุ่มได้ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ผลที่ได้จากการจัดสามารถลดระยะทางการเดินทางรวมได้ 15,430.50 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 67.25% และลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งรวมได้ 254,095.37 บาท/ปีหรือคิดเป็น 52.76% รวมได้15,430.50 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 67.25% และลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งรวมได้ 254,095.37 บาท/ปีหรือคิดเป็น 52.76%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ทัศนวรรณ กังฮา , ศิวิสา จงรักษ์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี (2548) ได้เสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม เพื่อจัดเส้นทางการเดินรถรับ–ส่งนักเรียน สำหรับกรณีที่มีรถรับ–ส่งหลายคัน จากแนวคิดนี้ได้มีการพัฒนาอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบที่ดีในคำตอบชุดหนึ่ง แล้วเลือกโครงสร้างเพื่อผลิตคำตอบชุดใหม่ แล้วค้นหาคำตอบที่ดีกว่าต่อไป โดยใช้ข้อมูลของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกล่าวคือ เวลาเดินทางรวมของรถทุกโดยวิธีอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมมากกว าจากผลลัพธโดยวิธีใช้ตัวแบบคณิตศาสตรเพียง 3.5 เปอรเซนต อย่างไรก็ตามจะเห็นได วาการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมนี้ต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอรต่างๆ ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการแก ปัญหา ซึ่งในการศึกษาต่อไปควรจะมีการพิจารณาค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหาประเภทนี้ตอไป

จตุรวิทย์ ศศิธรานนท์ และธราธร กูลภัทรนิรันดร์ (2551) ได้ศึกษาการประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการแก้ปัญหาการจัดการการขนส่งสินค้า กรณีมีข้อจำกัดด้านเวลา ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำทฤษฎีอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithms, GAs) มาใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากวิธีการนี้เป็นวิธีการแบบฮิวริสติก ที่สามารถช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาประเภทที่มีจำนวนคำตอบมากมายได้เป็นอย่างดี จากการทดลองใช้วิธีเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการหาคำตอบในเรื่องของการจัดเส้นทางการขนส่ง พบว่าในเงื่อนไขเดียวกันจะสามารถหาวิธีการขนส่งสินค้าได้ดีกว่าวิธีแบบ Saving ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถนำมาใช้กับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าได้ และยังสามารถใช้ในการวางแผนและตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่ง เพื่อลดต้นทุนการขนส่งให้ต่ำลงได้อีกด้วย

อภิรักษ์ ขัดวิลาศ (2554) ได้กล่าวว่าวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm, GA) เป็นวิธีการค้นหาคำตอบทีเหมาะสมโดยใช้หลักการคัดเลือกแบบธรรมชาติจากการจำลองแนวคิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสรุปได้ 5 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการสร้างประชากรต้นแบบ, กระบวนการทางพันธุกรรม การคำนวณค่าความเหมาะสม, การคัดเลือกและการตรวจสอบเงื่อนไขหยุดการทำงาน, ขั้นตอนดำเนินการที่สำคัญของวิธีเชิงพันธุกรรม คือ การคัดเลือกประชากร (Selection) ที่เหมาะสมที่จะอยู่รอดในรุ่นถัดไป และการตัดต่อโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งดำเนินการโดยกระบวนการสลับสายพันธุ์ (Crossover) และกระบวนการกลายพันธุ์ (Mutation) บทความนี้ได้นำเสนอวิธีเชิงพันธุกรรมในการประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชันแบบหนึ่งตัวแปร ซึ่งจัดว่าเป็นปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยแสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งจากขั้นตอนต่างๆของวิธีเชิงพันธุกรรมแสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะพัฒนาค่าของคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบที่ดีที่สุดได้ วิธีนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำไปใช้กับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นพรุจ สังข์แป้น และสุรพงษ์ ศิริกุลวัฒนา (2557) ได้พิจารณาเส้นทางการขนส่งซากไก่และเศษซากไก่ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งให้ต่ำที่สุด โดยในการขนส่งจะเป็นการจ้างเหมารถบรรทุกลักษณะปัญหานี้เป็นรูปแบบพิเศษของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีเงื่อนไขเวลาและความจุของรถ เนื่องจากปัญหาดังกล่าวมีความซับซ้อนแบบ NP-Hard จึงได้เสนอวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีทางฮิวริสติก โดยแบ่งขั้นตอนเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกคือ การสร้างคำตอบตั้งต้นด้วยวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm) และพัฒนาเพื่อหาคำตอบที่ดีขึ้นด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ผลลัพธ์ที่ได้จากการไปรับ ซากไก่และเศษซากไก่ พบว่าใช้รถขนส่งทั้งหมด 13 รอบโดยใช้ค่าใช้จ่ายรวม 100,350 บาทต่อวันระยะทางรวม 3,996.90 กม.ต่อวัน และใช้เวลาประมวลผลประมาณ 1.78 วินาที ดังนั้นการวิจัยสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและได้คำตอบที่ค่อนข้างดี แล้วยังสามารถนำไปปรับใช้เพื่อหาคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

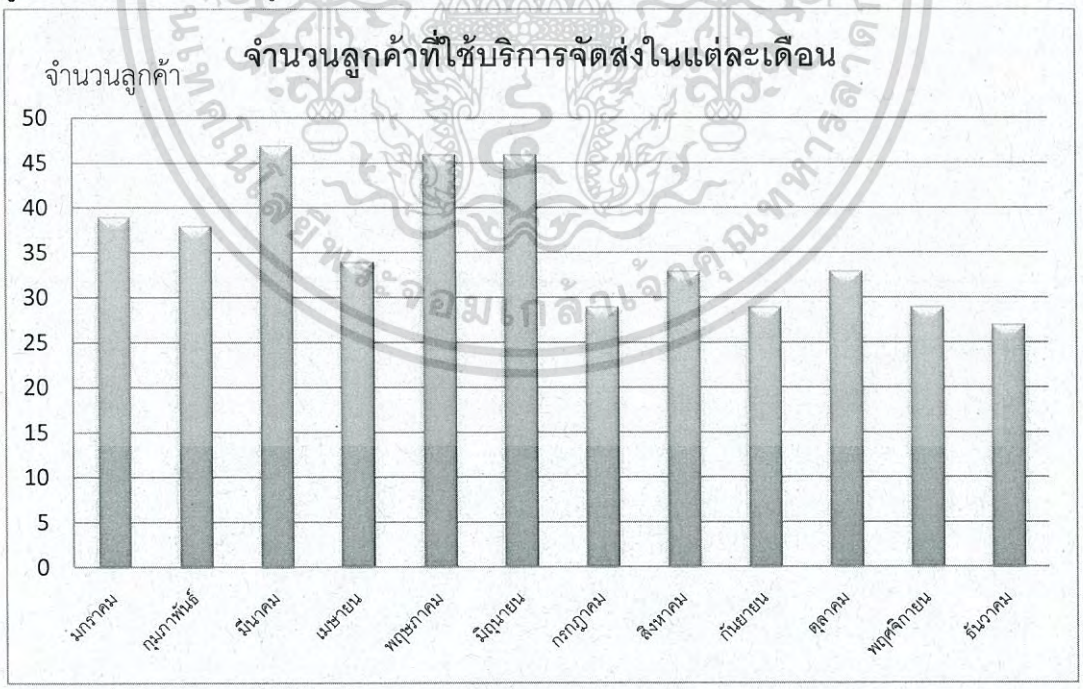
ในบทนี้จะเป็นการสำรวจการดำเนินงานของบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ก่อสร้าง โดยมีโรงงานผลิตและคลังสินค้าอยู่ในสถานที่เดียวกัน ซึ่งเนื้อหาในบทนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2. วิธีการที่ใช้ในการวางแผนการจัดส่งสินค้า

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ได้เลือกทำการศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าของบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง ซึ่งบริษัทมีคลังสินค้า 1 คลัง ตั้งอยู่ในจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้อมูลที่ใช้เป็น *ข้อมูลทุติยภูมิ* (Secondary Data) ระยะเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวนลูกค้าในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ในรูปที่ 3.1 ซึ่งพบว่าเดือนมีนาคมมีจำนวนลูกค้าที่ใช้บริการจัดส่งสินค้ามากที่สุด เพราะการใช้บริการจัดส่งสินค้าในสัปดาห์หนึ่งของเดือนมีนาคมมีการใช้บริการจัดส่งมากที่สุด เพราะในเดือนมีนาคมมีการก่อสร้างมากที่สุด

รูปที่ 3.1 ความถี่จำนวนลูกค้าที่ใช้บริการจัดส่งในแต่ละเดือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

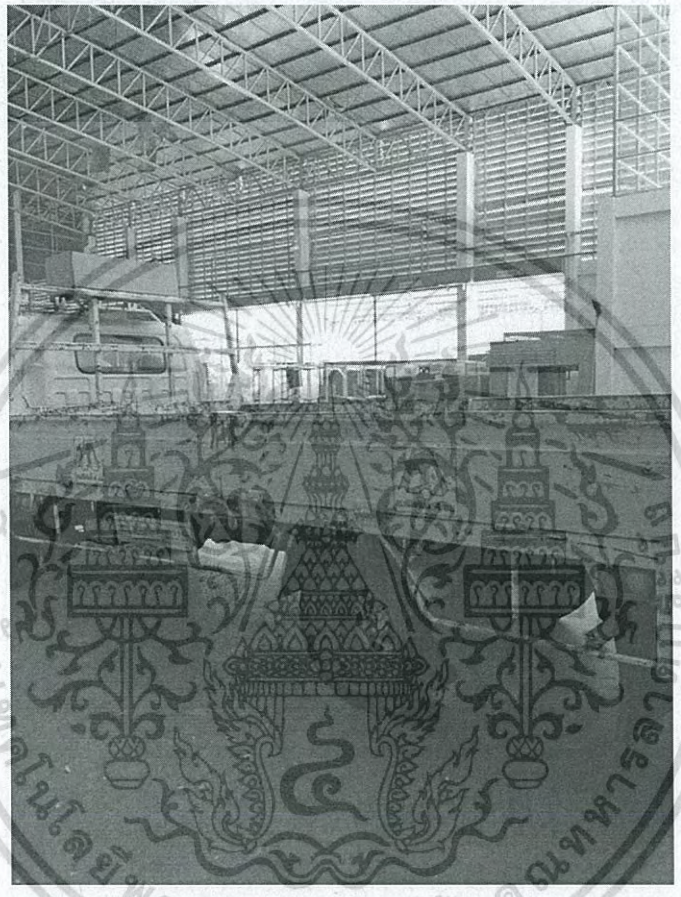
- **ข้อมูลการสั่งซื้อ** ส่วนใหญ่ลูกค้าจะเข้ามาสั่งซื้อสินค้าโดยตรงที่บริษัท ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จัดว่าเป็นข้อมูล*ทุติยภูมิ* (Secondary Data) ซึ่งจะประกอบไปด้วย
  - วันที่สั่งซื้อ , วันที่จัดส่ง
  - ที่อยู่ที่จัดส่ง , สถานที่ใกล้เคียง
  - จำนวนสินค้าที่สั่งซื้อ
- **ข้อมูลลูกค้า** ซึ่งลูกค้าจะแจ้งยอดความต้องการหรือยอดการสั่งซื้อให้กับฝ่ายขายของบริษัท โดยรายละเอียดจะประกอบไปด้วย
  - ชื่อลูกค้าหรือชื่อร้านที่จัดส่ง
  - ที่อยู่
  - เบอร์ติดต่อ
- **ข้อมูลสินค้า** สินค้าวัสดุก่อสร้างของบริษัทมีความหลากหลาย จำนวนสินค้าที่ทางบริษัทจำหน่ายมีทั้งหมดมากกว่าหมื่นรายการ ยกตัวอย่างเช่น ปูนซีเมนต์, สีทาทั้งภายนอกภายใน, กระเบื้อง,โครงสร้าง, ตะปู เป็นต้น
- **ข้อมูลรถที่ใช้ในการจัดส่ง** ประกอบด้วย
  - รถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 2 คัน น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 2 ตัน และมีขนาด (กว้าง(เมตร)xยาว(เมตร)xสูง(เมตร)) 1520x2315x450= 1,583.460 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้อัตราเชื้อเพลิง 10 กม./ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างรถบรรทุก 4 ล้อ ที่มา : Toyota.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 1 คัน น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 6 ตันและมีขนาด (กว้าง(เมตร)xยาว(เมตร)xสูง(เมตร)) 1780x3100x380 = 2,096.840 ลูกบาศก์เมตร

  โดยใช้อัตราเชื้อเพลิง 5 กม./ลิตรดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างรถบรรทุก 6 ล้อ

3.1.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

- **ข้อมูลระยะทาง** จะต้องติดตั้งโปรแกรม Google Earth V.7.1.2.2041 บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows โดยขนาดพื้นที่สูงสุด 0.75 MB ตั้งอยู่ที่เซิร์ฟเวอร์ kh.google.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปิดหน้าต่างโปรแกรม Google Earth ขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 3.4

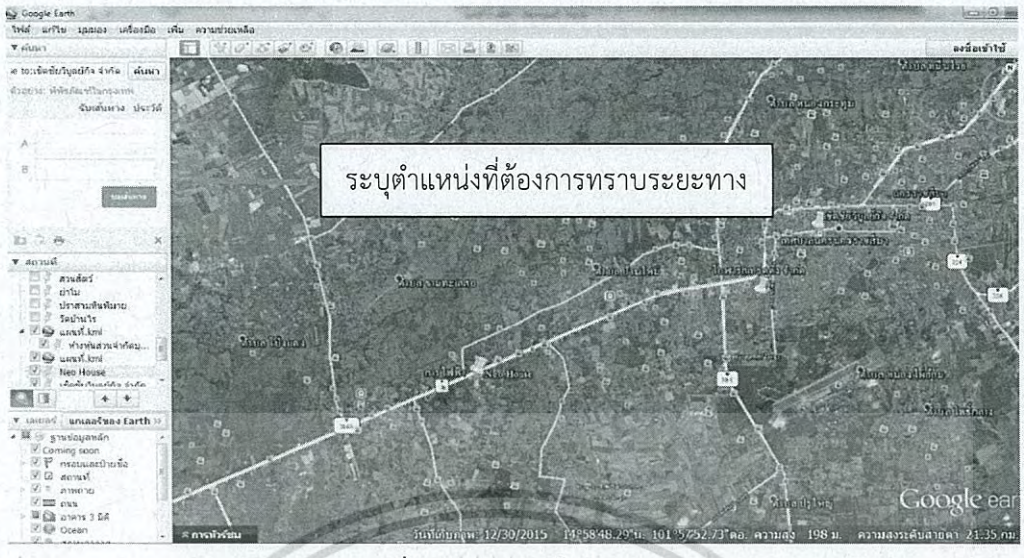
รูปที่ 3.4 หน้าต่างโปรแกรม Google Earth v.7.1.2.2041

- ค้นหาตำแหน่งของบริษัทและตำแหน่งที่อยู่ของลูกค้าแต่ละรายทั้งหมดและปักหมุดตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการการค้นหาตำแหน่งและปักหมุดบริษัท

- ระบุตำแหน่งที่ต้องการทราบระยะทาง หาระยะทางระหว่างบริษัทไปหาลูกค้าและระหว่างลูกค้าไปยังลูกค้าทั้งหมด แล้วนำมาสร้างเป็นตารางเมทริกซ์ระยะทาง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และรายละเอียดของเส้นทางจะแสดงดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 รายละเอียดระยะทาง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างเมทริกซ์ระยะทางระหว่างจุดต่างๆ (กิโลเมตร)

ตำแหน่ง	Depot	1	2	3	4	5
Depot	0	75.6	14	65.7	7.8	129
1		0	86.6	33	75.3	109
2			0	76.7	21.1	129
3				0	64.8	112
4					0	129
5						0

*** 0 หมายถึงตำแหน่งของบริษัท ส่วนหมายเลข 1,2,... หมายถึงลำดับของตำแหน่งลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการการจัดส่งตามลำดับ

- **ข้อมูลเวลา** โดยเวลาการเดินทางระหว่างบริษัทไปหาลูกค้าและระหว่างลูกค้าไปยังลูกค้าทั้งหมด ซึ่งเวลาการเดินทางสามารถหาได้จาก Google Map พร้อมกับระยะทาง ส่วนความเร็วของรถนั่นจะวิ่งด้วยความเร็วที่กฎหมายกำหนดนั่นคือ 100 กม./ชม. ตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2522 แล้วนำมาสร้างเป็นตารางเมทริกซ์เวลา ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

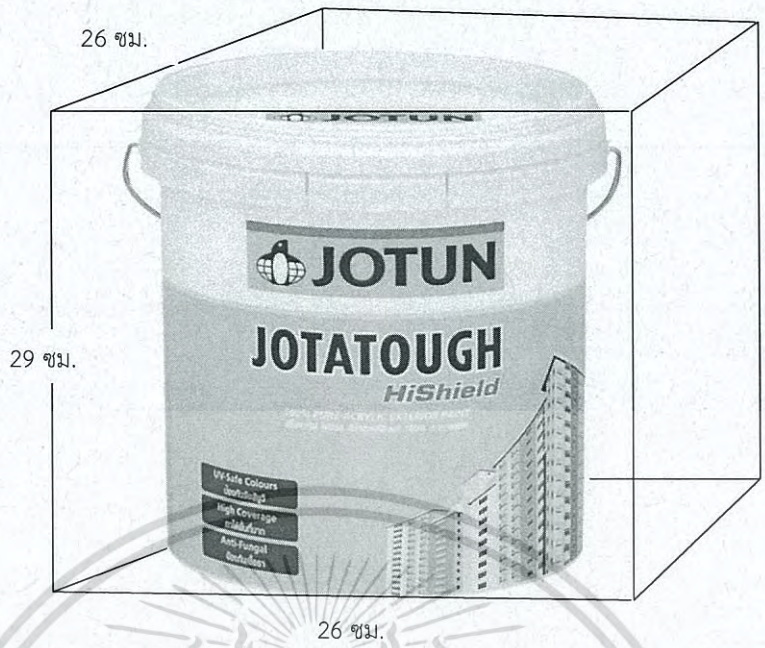
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างเมทริกซ์เวลาการเดินทางระหว่างจุดต่างๆ (นาที)

ตำแหน่ง	Depot	1	2	3	4	5
Depot	0	60	18	55	10	105
1		0	79	53	72	97
2			0	69	25	108
3				0	56	101
4					0	106
5						0

- ข้อมูลน้ำหนักและปริมาตร เป็นข้อมูลที่ได้จากสินค้า ซึ่งสินค้าบางรายการจะมีการระบุน้ำหนักและปริมาตรไว้ แต่บางรายการจะไม่ระบุน้ำหนักและปริมาตรจะต้องคิดคำนวณหาค่าน้ำหนักและปริมาตร ซึ่งการคิดหาค่าปริมาตรสินค้าที่เป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะคิดจากค่าความกว้าง(เมตร)xความยาว(เมตร)xความสูง(เมตร)ของสินค้าดังแสดงในรูปที่ 3.6 ส่วนสินค้าที่ไม่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะต้องมีการคิดค่าปริมาตรโดยการบรรจุหีบห่อให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ความกว้างxยาวxสูง ของปูนซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ความกว้างxยาวxสูง ของปริมาตรสี JOTUN ขนาดกระป๋อง 9 ลิตร

3.2 วิธีการที่ใช้ในการวางแผนการจัดส่งสินค้า

บริษัทมีระบบการจัดเส้นทางการขนส่งโดยการพิจารณาจากความชำนาญของคนขับรถ จึงทำให้ระยะทางในการขนส่งขึ้นอยู่กับการศึกษาเส้นทางของคนขับรถ ซึ่งอาจทำให้เกิดการคาดคะเนไม่มีความแม่นยำและส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในระบบใหม่การจัดเส้นทางการขนส่งที่ผู้วิจัยทำขึ้นนี้สามารถคำนวณระยะทางการขนส่งรวมถึงระยะเวลา สามารถทราบได้ทันทีว่ารถที่จะไปส่งสินค้านั้นมีระยะทางในการขนส่งเท่าไรและสามารถส่งสินค้าให้กับลูกค้าหลายคนโดยระบบจะทำการหาเส้นทางที่มีระยะทางในการขนส่งน้อยที่สุด โดยมีเงื่อนไข 5 เงื่อนไข คือ รถ รอบ เวลา น้ำหนัก และปริมาตร นั่นคือระบบจะมีการตรวจสอบว่ามีรถพร้อมใช้งานกี่คัน อยู่ในรอบที่เท่าไหร่เพิ่มจะได้ตรวจสอบการพร้อมใช้งานของรถ ส่วนเรื่องเวลานั้นเป็นการตรวจสอบเพื่อจะสามารถทราบถึงเวลาในการขนส่งรวมถึงทราบว่าจะสามารถไปส่งสินค้าในรอบต่อไปได้หรือไม่ และสุดท้ายเงื่อนไขของน้ำหนักและปริมาตร เป็นการตรวจสอบความสามารถในการบรรทุกของรถ

3.2.1 ข้อจำกัดในอัลกอริทึม

1. วางแผนเส้นทางสำหรับจัดส่งสินค้าวัสดุโครงสร้างที่สามารถวัดขนาดปริมาตรได้
2. ทราบข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับตำแหน่งที่อยู่สำหรับการจัดส่งสินค้าและจำนวนการสั่งซื้อรวมทั้งวันที่ลูกค้าต้องการรับสินค้าที่จัดส่ง
3. กำหนดจำนวนพาหนะและขนาดของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้า โดยกำหนดให้ใช้พนักงานขับรถ 1 คน ต่อ พาหนะ 1 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เส้นทางการขนส่งแต่ละเส้นทางจะต้องเริ่มต้นจากบริษัทและกลับสู่บริษัทในแต่ละวัน ซึ่งรถทุกคันจะเริ่มต้นออกจากบริษัทเวลา 9.00 น. และต้องวนกลับมาที่บริษัทภายในเวลา 17.00 น
5. ไม่สามารถแยกสินค้าและโอนสินค้าได้
6. เวลายกขึ้นลงสินค้าจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน
7. ไม่คำนึงการจัดวางหรือเรียงสินค้า
8. ในการคำนวณหาปริมาตรของสินค้านั้นจะคำนวณปริมาตรตามรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3.2.2 พารามิเตอร์และตัวแปรที่ใช้ในอัลกอริทึม ซึ่งจะแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการของวิธีการแบบประหยัดและวิธีการเชิงพันธุกรรม

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หมายเหตุ
K	เซตของรถพาหนะที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า	$K=\{1,2,3\}$
L	เซตของจำนวนรอบในการขนส่ง	$L=\{1,2,...,5\}$
N	เซตของโหนดลูกค้า	$N=\{1,...,n\}$
n	จำนวนลูกค้า	
k	ดัชนีของรถคันที่ k	$k=0$
l	ดัชนีของรอบที่ l	$l=0$
i,j	ดัชนีของโหนดลูกค้า	$i=\{1,...,N\}, j=\{1,2,...,N\}$
A_k	น้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้สูงสุดของรถคันที่ k	$A_1, A_2 = 2$ ตัน และ $A_3 = 6$ ตัน , $k \in K$
O_j	น้ำหนักรวมของสินค้าที่ลูกค้าคนที่ j สั่งซื้อ	
W_{kl}	น้ำหนักบรรทุกคงเหลือของรถคันที่ k รอบที่ l	$W_{kl}=a_k$ โดยที่ $k \in K, l \in L$
V_{kl}	ปริมาตรคงเหลือของรถคันที่ k รอบที่ l	$V_{kl}=B_k$ โดยที่ $k \in K, l \in L$
B_k	ปริมาตรสูงสุดของรถคันที่ k	$k \in K$
P_j	ปริมาตรรวมของสินค้าที่ลูกค้าคนที่ j สั่งซื้อ	
t_{kl}	เวลาทั้งหมดของรถคันที่ k รอบที่ l	$t_{kl}=0$ โดยที่
e_k	เวลารวมที่ใช้ในการเดินทางของรถคันที่ k	$e_k=0$ โดยที่ $k \in K$
f_{ij}, f_{j0}	เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากโหนด i ไปยัง j	โดยที่ $i \in N$, $j \in N$
U	เซตของโหนดลูกค้าทั้งหมดที่ยังไม่ได้จัดส่งสินค้า	
P_c	ค่าความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธุ์	
P_m	ค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 อัลกอริทึม (Algorithm)

3.2.3.1 ขั้นตอนของวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) สร้างโมเดลเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง โดยมีข้อจำกัดของอัลกอริทึมและกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งจะมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาระยะทางเส้นทางการจัดส่งของลูกค้าแต่ราย

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่า Saving

ขั้นตอนที่ 3 จัดเส้นทางการจัดส่งจากค่า Saving โดยเลือกจากค่า Saving ที่ค่าสูงสุด

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบเงื่อนไขและความสามารถของรถบรรทุก

ขั้นตอนที่ 5 ทำการจัดส่งสินค้า

3.2.3.2 ขั้นตอนของวิธีการอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำลำดับลูกค้ามาสร้างโครโมโซมแทนคำตอบเริ่มต้น เพื่อใช้เป็นโครโมโซมพ่อและแม่

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสลับยีนส์ภายในแต่ละลำดับรอบการวิ่ง เพื่อหาโครโมโซมเริ่มต้นใหม่

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาค่าความเหมาะสม (Fitness) ของประชากร เพื่อหาค่าต่ำที่สุดไว้เปรียบเทียบโครโมโซมรุ่นลูก

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคัดเลือกโดยการสุ่มด้วยวิธีวงล้อรูเล็ต

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือก

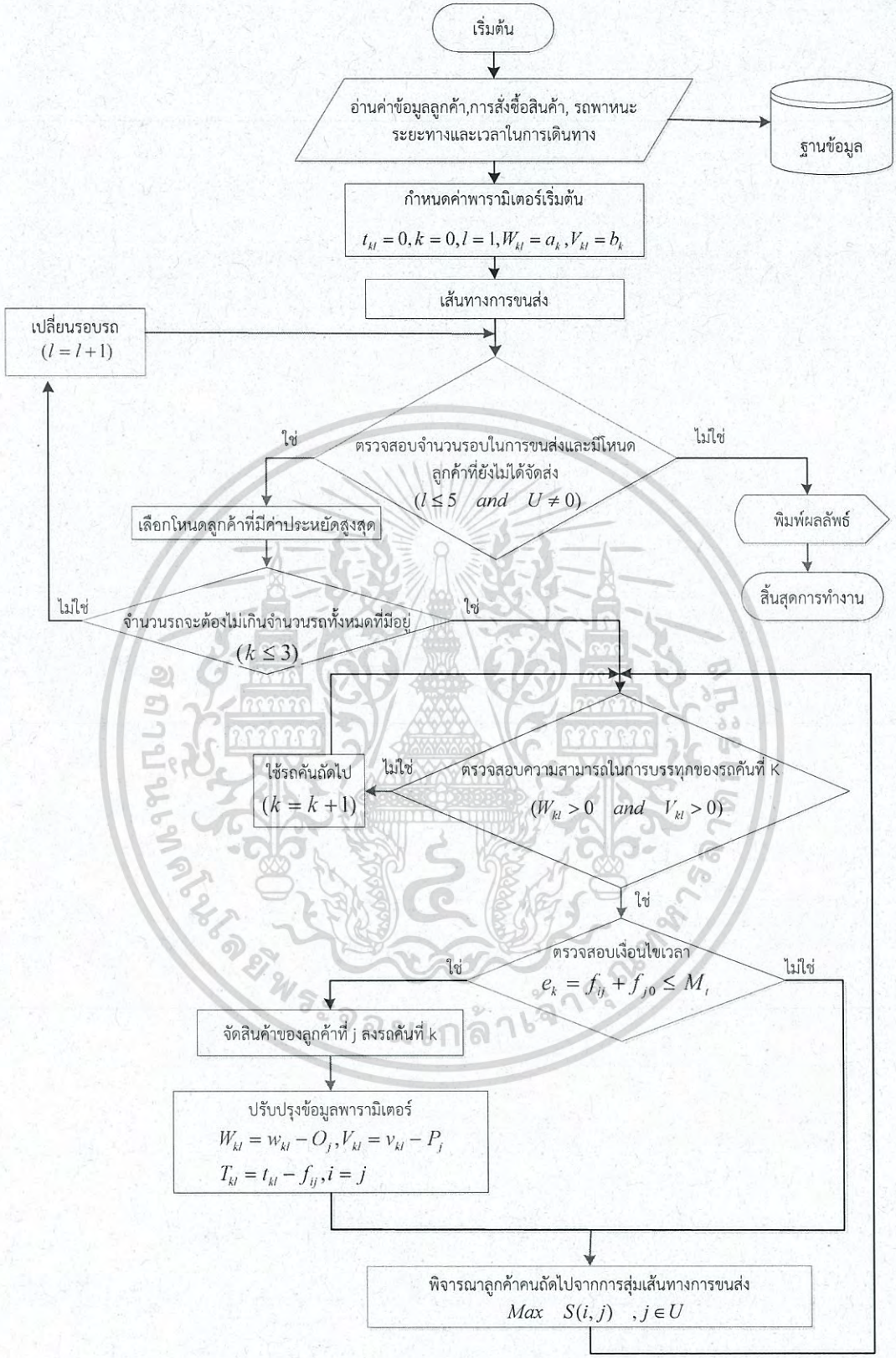
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือก (ตัวอย่างข้อมูลวันที่ 24/3/2558)

Depot	ระยะทาง(กม.)	ค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกของโหนด (P_i)	ค่าความน่าจะเป็นสะสม
1	75.6	0.259	0.259
2	14	0.048	0.307
3	65.7	0.225	0.532
4	7.8	0.027	0.559
5	129	0.441	1
รวม	292.1	1	

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงคำตอบเริ่มต้น

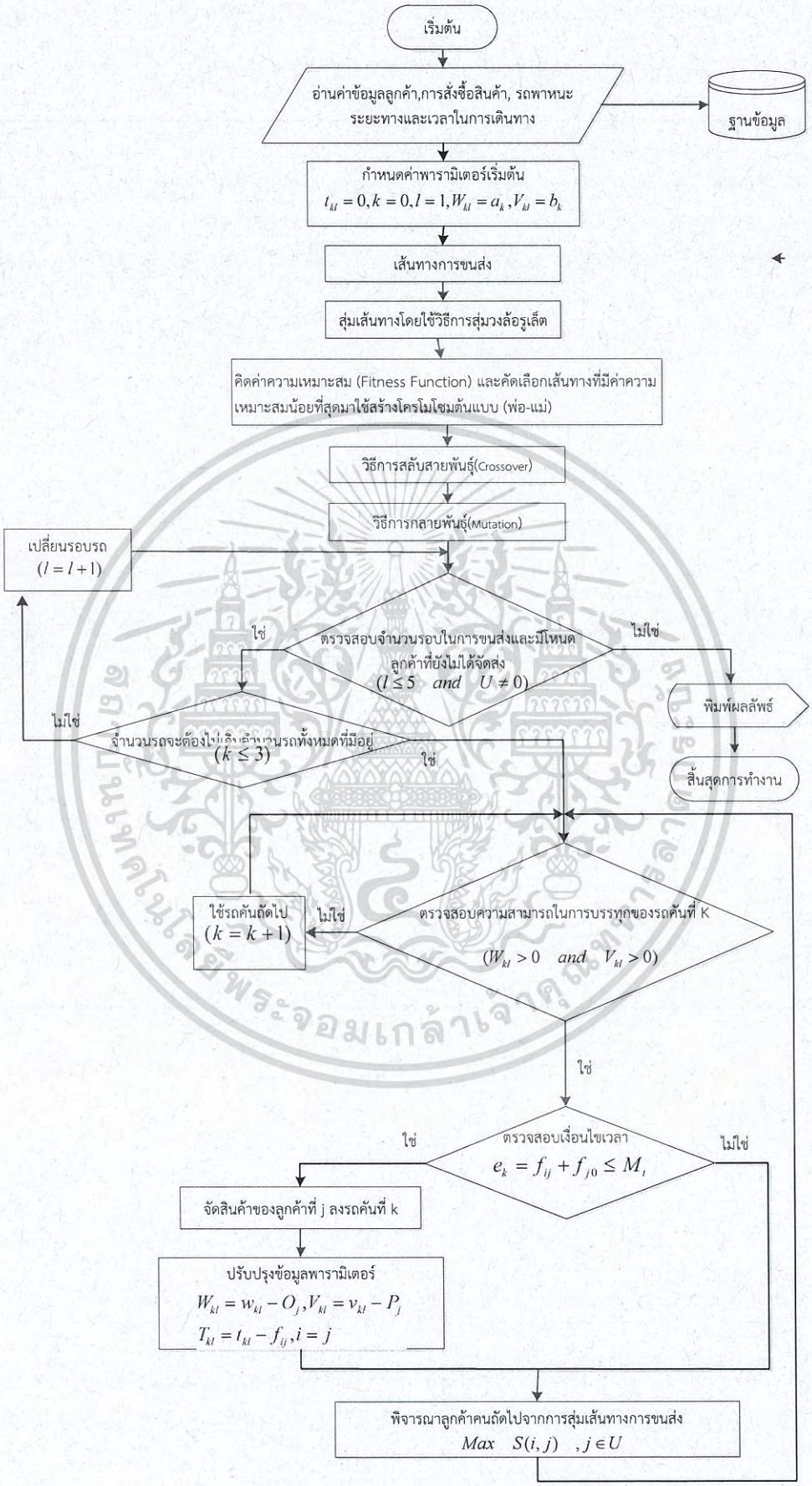
ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบคำตอบที่ดีที่สุดและตรวจสอบเงื่อนไขจัดส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 กระบวนการทำงานของวิธีแบบประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 กระบวนการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการดำเนินการในปัจจุบัน

ปัจจุบันบริษัทจัดการระบบการขนส่งสินค้าโดยอาศัยความชำนาญของคน ซึ่งมีการขนส่งโดยใช้คนขับ 1 คนต่อรถ 1 คัน และมีการขนส่งลูกค้ารายเดียวในแต่ละรอบการขนส่ง จะได้ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการดำเนินการในปัจจุบัน

วัน/เดือน/ปี	รถคันที่	รอบรถ	ผลลัพธ์เส้นทางการขนส่ง	ระยะทาง(กิโลเมตร)
24/3/2558	1.	1	0-1-0	151.20
24/3/2558	2	1	0-2-0	28.00
24/3/2558	1	2	0-3-0	131.40
24/3/2558	2	2	0-4-0	15.40
24/3/2558	3	1	0-5-0	258.00
25/3/2558	1	1	0-1-0	78.80
25/3/2558	2	1	0-2-0	5.40
25/3/2558	3	1	0-3-0	14.20
25/3/2558	1	2	0-4-0	28.00
25/3/2558	2	2	0-5-0	46.40
25/3/2558	3	2	0-6-0	14.20
25/3/2558	1	3	0-7-0	15.40
26/3/2558	1	1	0-1-0	28.00
26/3/2558	2	1	0-2-0	5.40
27/3/2558	1	1	0-1-0	5.40
27/3/2558	2	1	0-2-0	14.20
27/3/2558	3	1	0-3-0	28.00
27/3/2558	1	2	0-4-0	31.80
27/3/2558	2	2	0-5-0	28.00
28/3/2558	1	1	0-1-0	28.00
28/3/2558	2	1	0-2-0	5.40
29/3/2558	1	1	0-1-0	14.20
30/3/2558	1	1	0-1-0	15.40
30/3/2558	2	1	0-2-0	28.00
30/3/2558	3	1	0-3-0	151.20
30/3/2558	1	2	0-4-0	173.40
ผลรวมระยะทาง				1,342.80

*รถบรรทุก 4 ล้อหมายถึงรถคันที่ 1, 2 และรถบรรทุก 6 ล้อหมายถึงรถคันที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**0 หมายถึงตำแหน่งของบริษัท ส่วนหมายเลข 1,2,... หมายถึงลำดับของตำแหน่งลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการการจัดส่งตามลำดับ

รถบรรทุก 4 ล้อ ใช้อัตราเชื้อเพลิง 10 กม./ลิตร และรถบรรทุก 6 ล้อ ใช้อัตราเชื้อเพลิง 5 กม./ลิตร

ค่าบำรุงรักษา (Maintenance) ได้แก่ การนำรถไปเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง, ไส้กรองน้ำมันเครื่อง, น้ำมันเบรค ,น้ำมัน power และน้ำมันเกียร์ เป็นต้น

คำนวณมาจาก $\frac{5,000}{5,371.2} = 0.93$ โดยที่ 5,000 เป็นค่าบำรุงรักษารถเฉลี่ยต่อเดือนและ 5,371.2 เป็นระยะทางเฉลี่ยต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด = ค่าเชื้อเพลิง + ค่าบำรุงรักษา + ค่าแรงงาน

ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายของการดำเนินการกิจการในปัจจุบัน

วัน/เดือน/ปี	ค่าใช้จ่าย (บาท)
24/3/2558	3,339.90
25/3/2558	1,390.39
26/3/2558	518.20
27/3/2558	1,053.14
28/3/2558	518.20
29/3/2558	250.25
30/3/2558	2,296.83
รวม	9,366.91

ตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายของวันที่ 24/3/2558

ค่าใช้จ่าย = $(\frac{326}{10} \times 26.09) + (\frac{258}{5} \times 26.09) + (584 \times 0.93) + 600$ = 3,339.90 บาท

โดยที่ ระยะทางของรถบรรทุก 4 ล้อ = 326 กม.

ระยะทางของรถบรรทุก 6 ล้อ = 258 กม.

ค่าน้ำมันดีเซลในช่วงเดือนมีนาคม 2558 = 26.09 บาท/ลิตร

รถบรรทุก 4 ล้อ ใช้อัตราเชื้อเพลิง 10 กม./ลิตร

รถบรรทุก 6 ล้อ ใช้อัตราเชื้อเพลิง 5 กม./ลิตร

ระยะทางทั้งหมดของวัน = 584 กม.

ค่าบำรุงรักษา = 0.93 บาท/กม.

ค่าแรงงาน = 200 บาท/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลลัพธ์การจัดเส้นการขนส่งสินค้าโดยวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm)

จากการจัดเส้นทางการขนส่งโดยการคำนวณหาค่าประหยัดสูงสุด แล้วนำมาตรวจสอบเงื่อนไขต่าง จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบประหยัด

วัน/เดือน/ปี	รถคันที่	รอบรถ	ผลลัพธ์เส้นทางการขนส่ง	ระยะทาง(กิโลเมตร)
24/3/2558	1	1	0-2-1-3-4-0	206.10
24/3/2558	3	1	0-5-0	258.00
25/3/2558	3	1	0-2-7-6-4-5-3-1-0	139.90
26/3/2558	1	1	0-1-2-0	35.60
27/3/2558	1	1	0-4-3-5-2-1-0	41.38
28/3/2558	1	1	0-1-2-0	35.60
29/3/2558	1	1	0-1-0	14.20
30/3/2558	1	1	0-1-3-4-2-0	275.60
ผลรวมระยะทาง				1,006.38

*รถบรรทุก 4 ล้อ หมายถึงรถคันที่ 1, 2 และรถบรรทุก 6 ล้อหมายถึงรถคันที่ 3

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบประหยัด

วัน/เดือน/ปี	ค่าใช้จ่าย (บาท)
24/3/2558	2,765.79
25/3/2558	1,060.11
26/3/2558	325.99
27/3/2558	346.44
28/3/2558	325.99
29/3/2558	250.25
30/3/2558	1,175.35
รวม	6,249.92

ตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายของวันที่ 24/3/2558

$$\text{ค่าใช้จ่าย} = (\frac{206.1}{10} \times 26.09) + (\frac{258}{5} \times 26.09) + (518.1 \times 0.93) + 400 = 2{,}765.79 \text{ บาท}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลลัพธ์การจัดเส้นการขนส่งสินค้าโดยวิธีการแบบเชิงพันธุกรรม (Genetic - Algorithm) จากการจัดเส้นทางการขนส่ง สามารถจัดเส้นทางได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์คำตอบเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบเชิงพันธุกรรม

วัน/เดือน/ปี	รถคันที่	รอบรถ	ผลลัพธ์เส้นทางการขนส่ง	ระยะทาง(กิโลเมตร)
24/3/2558	3	1	0-4-3-1-5-2-0	357.50
25/3/2558	1	1	0-1-3-5-4-6-7-2-0	139.90
26/3/2558	1	1	0-1-2-0	35.60
27/3/2558	1	1	0-1-2-5-3-4-0	41.38
28/3/2558	1	1	0-1-2-0	35.60
29/3/2558	1	1	0-1-0	14.20
30/3/2558	1	1	0-1-3-4-2-0	275.60
ผลรวมระยะทาง				899.78

ตารางที่ 4.6 ค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบเชิงพันธุกรรม

วัน/เดือน/ปี	ค่าใช้จ่าย
24/3/2558	1,465.19
25/3/2558	1,060.11
26/3/2558	325.99
27/3/2558	346.44
28/3/2558	325.99
29/3/2558	250.25
30/3/2558	1,175.35
รวม	4,949.32

ตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายของวันที่ 24/3/2558

ค่าใช้จ่าย = $(\frac{357.5}{10} \times 26.09) + (\frac{0}{5} \times 26.09) + (357.1 \times 0.93) + 200$ = 1,465.19 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบอัลกอริทึม

จากการศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่ง ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2558 รวมระยะเวลาหนึ่งอาทิตย์ จากการจัดเส้นทางพบว่าการจัดเส้นทางด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมจะให้ระยะทางที่สั้นที่สุดและมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบข้อมูลระยะทางและค่าใช้จ่ายของของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการแบบประหยัด

วัน/เดือน/ปี	ค่าผลต่างของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการแบบประหยัด	
	ระยะทาง(กิโลเมตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
24/3/2558	65.90	243.81
25/3/2558	62.50	330.28
26/3/2558	2.20	192.21
27/3/2558	66.02	706.7
28/3/2558	2.20	192.21
29/3/2558	0.00	0
30/3/2558	92.40	1,121.48
รวม	291.22	2,786.69

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบข้อมูลระยะทางและค่าใช้จ่ายของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม

วัน/เดือน/ปี	ค่าผลต่างของวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรม	
	ระยะทาง(กิโลเมตร)	ค่าใช้จ่าย(บาท)
24/3/2558	226.50	1,544.41
25/3/2558	62.50	330.28
26/3/2558	2.20	192.21
27/3/2558	66.02	706.70
28/3/2558	2.20	192.21
29/3/2558	0.00	0.00
30/3/2558	92.40	1,121.48
รวม	451.82	4,087.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายจากบริษัทไปยังลูกค้า โดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการแบบปัจจุบันและการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (กำหนด α = 0.05) จากผลลัพธ์ในหัวข้อที่ 4.2 และ 4.3

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่าง มีดังนี้

4) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน
5) ประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
6) ผลต่างของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ

ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น

1) **การทดสอบความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Pearson Correlation**
กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

สมมติฐานทางสถิติ

H_0: ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Pearson Correlations

Correlations

		ค่าใช้จ่ายแบบเดิม	ค่าใช้จ่ายแบบใหม่
ค่าใช้จ่ายแบบเดิม	Pearson Correlation	1	.947**
	Sig. (2-tailed)		.001
	N	7	7
ค่าใช้จ่ายแบบใหม่	Pearson Correlation	.947**	1
	Sig. (2-tailed)	.001	
	N	7	7

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Pearson Correlations พบว่าค่า p-value = 0.947 ซึ่งมีค่ามากกกว่าค่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 สรุปผลได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีความสัมพันธ์กัน

2) การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Shapiro-Wilk

กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

สมมติฐานทางสถิติ

H_0 : ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1: ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Shapiro-Wilk

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ค่าใช้จ่ายแบบเดิม	.203	7	.200*	.899	7	.324
ค่าใช้จ่ายแบบใหม่	.333	7	.019	.808	7	.051

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

จากตารางที่ 4.10 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Shapiro-Wilk พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่าค่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 สรุปผลได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Shapiro-Wilk กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

สมมติฐานทางสถิติ

H_0 : ผลต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1: ผลต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยใช้ Shapiro-Wilk

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ผลต่างค่าใช้จ่าย	.244	7	.200*	.894	7	.296

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

จากตารางที่ 4.11 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Shapiro-Wilk พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่าค่า α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 สรุปผลได้ว่า ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางโดยวิธีแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมมีการแจกแจงแบบปกติ จึงสามารถทำการทดสอบความแตกต่างค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางโดยเปรียบเทียบวิธีการแบบปัจจุบันกับวิธีการเชิงพันธุกรรมได้

การทดสอบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยเปรียบเทียบการจัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมและการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบปัจจุบันโดยใช้ Paired t-test กำหนดสมมุติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

สมมติฐานการวิจัย

การนำวิธีการเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทจะทำให้กระบวนการขนส่งมีประสิทธิภาพมากกว่าปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติฐานทางสถิติ

H_0: ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบปัจจุบันไม่มีความแตกต่างกับวิธีการเชิงพันธุกรรม

H_1: ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบปัจจุบันมีความแตกต่างกับวิธีการเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งจากบริษัทไปยังลูกค้าโดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมกับวิธีการแบบปัจจุบันโดยใช้ Paired t-test

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	ค่าใช้จ่ายแบบเดิม - ค่าใช้จ่ายแบบใหม่	583.89857	568.44173	214.85078	58.17766	1109.61949	2.718	6	.035

จากตารางที่ 4.12 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Paired t-test พบว่า ค่า p-มีค่าน้อยกว่าค่า α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 สรุปผลได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยเปรียบเทียบการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบปัจจุบันมีความแตกต่างกับวิธีการเชิงพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้างของบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่งแล้ว ผู้วิจัยสามารถหาผลลัพธ์คำตอบจากโปรแกรมการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการกระจายสินค้าและอัลกอริทึมของปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง มีการพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อคำนวณหาต้นทุนเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการขนส่ง โดยทำการศึกษาจากบริษัทจำหน่ายวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง มีการจัดส่งสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้างเฉพาะลูกค้าประจำ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งโดยนำวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm) และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เข้ามาช่วยในการจัดเส้นทางการขนส่งและมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะทางและค่าใช้จ่ายในการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยใช้วิธีการแบบประหยัด วิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีการแบบปัจจุบันของบริษัท ซึ่งพบว่าในการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการอื่นๆ เนื่องจากจากขั้นตอนต่างๆของวิธีเชิงพันธุกรรมแสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะพัฒนาค่าของคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบที่ดีที่สุดได้และวิธีการนี้สามารถช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีจำนวนคำตอบมากมายได้เป็นอย่างดีอีกทั้งพบว่าในเงื่อนไขเดียวกันจะสามารถหาวิธีการจัดเส้นทางการส่งสินค้าได้ดีกว่า โดยมีผลลัพธ์ของระยะทางในการจัดเส้นทางน้อยกว่าวิธีการดำเนินในปัจจุบันถึง 32.99% และทำให้ค่าใช้จ่ายของบริษัทลดลงไปได้ 45.23%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. งานวิจัยฉบับนี้ศึกษาการขนส่งสินค้าวัสดุก่อสร้างที่มีโครงสร้างชัดเจน

2. จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่ามีข้อมูลในบางคุณลักษณะ (attribute)ไม่ครบถ้วน อาทิ เช่น น้ำหนักและปริมาตรของแต่ละรายการสินค้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางเป็นการพิจารณาการจัดส่งสินค้าเฉพาะสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้าง ซึ่งสามารถจะนำโปรแกรมไปปรับใช้กับสินค้าประเภทอื่นๆได้อีก

2. ข้อมูลที่ใช้ในฐานข้อมูลซึ่งได้แก่ข้อมูลสถานที่จัดส่งข้อมูลสินค้า ควรมีการปรับปรุงความถูกต้อง ทันสมัย ครบถ้วน ในงานวิจัยนี้เป็นเพียงบางส่วนเท่านั้นไม่ใช่ข้อมูลทั้งหมด ดังนั้นควรจะมีการเก็บข้อมูลทั้งหมด เพื่อครอบคลุมคำสั่งซื้อของลูกค้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางการขนส่งยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สราวุธ ดีสมบูรณ์. 2539. **การออกแบบจาลองการขนส่งสินค้า.** สาขาวิศวกรรมการจัดการ-อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นฤภร กาญจนรัตน์. 2542. **การจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษาการขนส่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบ.** สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทัศนวรรณ กังฮา ศิวิสา จงรักษ์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี. 2548. **การจัดเส้นทางการเดินรถของรับ–ส่งนักเรียนโดยการใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม.** สาขาการวิจัยดำเนินงาน คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

กวี ศรีเมือง. 2550. **การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าปลีก กรณีศึกษาท็อปส์ซุปเปอร์มาร์เก็ต.** สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตันติกร พิชญ์พิบูล และเรื่องศักดิ์ แก้วธรรมชัย. 2550. **การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไปกลับของการขนส่งสินค้า.** การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำาปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 7

จตุรวิทย์ ศศิธรานนท์ และธราธร กูลภัทรนิรันดร์. 2551. **การประยุกต์นำวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาการขนส่งสินค้า กรณีมีข้อจำกัดด้านเวลา.** สาขาเทคโนโลยีโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

นิรันดร์ สมมุติและสมบัติ สินธุเชาวน์. 2551. **วิธีฮิวริสติก GRASP สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ.**วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

เจตพร หมาดสกุล. 2552. **การลดต้นทุนระบบการขนส่งสินค้า: กรณีศึกษา บริษัทมัลคา-อามิท (ประเทศไทย) จำกัด.** ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ฐิตินนท์ ศรีสุวรรณดี และคณะ. 2553. **การพัฒนาวิธีการจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด จังหวัดอุบลราชธานี.** เอกสารการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ

ชญานี คงประเวช และคณะ. 2554. **ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัท ไทยศิลป์ ลาเบคแพค จำกัด.** คณะวิทยาศาสตร์ สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธารชุดา พันธ์นิกุลและคณะ. 2554. **การลดต้นทุนในการจัดเส้นทางการขนส่ง ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : โรงงาน อุบลอควาริส จ.อุบลราชธานี.** การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรษกร รัศมิ์ชนพัทธ์. 2554. **การประยุกต์อัลกอริทึ่มแบบประหยัดเพื่อจัดเส้นทาง การขนส่งที่เหมาะสมในโรงงานผลิตอลูมิเนียมเส้น.** สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อภิรักษ์ ขัดวิลาศ. 2554. **การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด.** สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

วนิดา เหล่ารักษาเกียรติ. 2555. **อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมสำหรับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าคงคลังในรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงหลายช่องบรรจุและหลายผลิตภัณฑ์.** สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กนกวรรณ สุภักดี นัทธพงศ์ นันทสำาเริง และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. 2556. **การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางสำาหรับหน่วยซ่อมบำารุงเครื่องมือแพทย์.**วารสารการประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำาเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติครั้งที่ 4

ไพจิตร อุปถัมภ์. 2556. **การศึกษาเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดเก็บขยะ : กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลท่าศาลาอำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อภิชิต มณีงาม กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์ และอภินันทนา อุดมศักดิกุล. 2556. **การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถโดยมีการจำกัดเวลาการเดินรถบรรทุกขนาดใหญ่ด้วยวิธีฮิวริสติกส กรณีศึกษา: การขนส่งอิฐบล็อกในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.** วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

นพรุจ สังข์แป้น และสุรพงษ์ ศิริกุลวัฒนา. 2557. **การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาเส้นทางการขนส่งของโรงกำจัดซากไก่.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปรุฬห์ มะยะเฉี่ยว. 2557. **การแก้ปัญหาสถานที่ตั้ง.** วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราขนครินทร์

นคร ไชยวงศ์ศักดา ประเวช อนันเอื้อ นิเวศ จีนะบุญเรือง เสกสรรค์ วินยางค์กูล ขวัญเรือน สินณรงค์ธ

นากร จักรแก้ว วุฒิชัย ใจบาลและณัฐวุฒิ ศรีสว่าง. 2558. **การจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม.** คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Beatrice, O., Brian, J. R. & Franklin, H. 2006. **Multi objective genetic algorithms for vehicle routing problem with time windows.** Applied Intelligence. 21(1):17-30

Clarke, G. & Wright, J. W. 1964. **Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points.** Operation Research. 12(4):568-581

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dorigo, M. and Stutzle, T. 2004. **Ant Colony Optimization.** England. A Bradford Book, the MIT Press.

Flisberg, P., Lidén, B. and Rönnqvist ,M. 2009. **"A hybrid method based on linear programming and tabu search for routing of logging trucks."** Computers & Operations Research. 36:1122-1144

Holland, J. H. 1975. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. Cambridge, MA: MIT Press

Gillett, B., and Miller, L. 1974. **"A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem"**, Operations Research. 22:340-349

Golden, B.L., Magnanti, T.L. and Nguyen, H.Q. 1977. **Implementing Vehicle Routing Algorithms Networks.** 7:113-148

Laporte, G., Potvin, M. G. J. Y. & Semet, F. 2000. **Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem.** International Transactions in Operational Research. 7:285-300

Pongcharoen, P., Hicks, C., Braiden, P.M., and Stewardson, D.J. 2002. **Determining optimum genetic algorithm parameters for scheduling the manufacturing and assembly of complex products.** International Journal of Production Economics. 78(3):311-322

Thangiah, S. R., Potvin, M. G. J. Y. & Sun, T. 1996. **Heuristic approaches to vehicle routing problem with backhauls and time windows.** Computer and Operations Research. 23(11):1043-1057

Yang, X.S. 2008. **Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms**. United Kingdom, Luniver Press

Zanakis, S. H. and J. R. Evans . 1981. **"Heuristic "optimization":** why, when, and how to use it. Interfaces (October)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก วิธีการคิดแบบวิธีการแบบประหยัด

วันที่ 24/3/2015

ตารางที่ ก-1 แสดงระยะทางของวันที่ 24/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2	3	4	5
Depot	0	75.6	14	65.7	7.7	129
1		0	86.6	33	75.3	109
2			0	76.7	21.1	129
3				0	64.8	112
4					0	129
5						0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} =75.6+14-86.6 = 3

S_{13} =75.6+65.7-33 = 108.3

S_{14} =75.6+7.7-75.3 = 8

S_{15} =75.6+14-86.6 = 95.6

S_{23} =14+65.7-76.7 = 3

S_{24} =14+7.7-21.1 = 0.6

S_{25} =14+129-129 = 14

S_{34} =65.7+7.7-64.8 = 8.6

S_{35} =65.7+129-112 = 82.6

S_{45} =7.7+129-129 = 7.7

นำค่าประหยัดมาเรียงจากมากไปน้อย จะได้ $S_{13}, S_{15}, S_{35}, S_{25}, S_{34}, S_{14}, S_{45}, S_{12}, S_{23}, S_{24}$

สามารถจัดเส้นทางได้ S_{13} 0-1-3-0

S_{15} 0-5-1-3-0

S_{25} 0-2-5-1-3-0

S_{34} 0-2-5-1-3-4-0

รวมระยะทาง = 14+129+109+33+64.8+7.7 = 357.5 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 25/3/2015

ตารางที่ ก-2 แสดงระยะทางของวันที่ 25/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2	3	4	5	6	7
Depot	0	39.4	2.7	7.1	14	23.2	7.1	7.7
1		0	39.2	36.1	50.5	59.6	46.6	44.2
2			0	4.5	18.9	27.8	7.5	5.2
3				0	15.6	24.8	11.7	9.3
4					0	10.9	11	18.7
5						0	25	32.8
6							0	9.8
7								0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} =39.4+2.7-39.2 = 2.9

S_{13} =39.4+7.1-36.1 = 10.4

S_{14} =39.4+14-50.5 = 2.9

S_{15} =39.4+23.2-59.6 = 3

S_{16} =39.4+7.1-46.6 = -0.1

S_{17} =39.4+7.7-44.2 = 2.9

S_{23} =2.7+7.1-4.5 = 5.3

S_{24} =2.7+14-18.9 = -2.2

S_{25} =2.7+23.3-27.8 = -1.9

S_{26} =2.7+7.1-7.5 = 2.3

S_{27} =2.7+7.7-5.2 = 5.2

S_{34} =7.1+14-15.6 = 5.5

S_{35} =7.1+23.2-24.8 = 5.5

S_{36} =7.1+7.1-11.7 = 2.5

S_{37} =7.1+7.7-9.3 = 5.5

S_{45} =14+23.2-10.9 = 26.3

S_{46} =14+7.1-11 = 10.1

S_{47} =14+7.7-18.7 = 3

S_{56} =23.2+7.1-25 = 5.3

S_{57} =23.2+7.7-32.8 = -1.9

S_{67} =7.1+7.7-9.8 = 5

นำค่าประหยัดมาเรียงจากมากไปน้อย จะได้ $S_{45}, S_{13}, S_{46}, S_{34}, S_{35}, S_{37}, S_{23}, S_{56}, S_{27}, S_{67}, S_{47}, S_{15}, S_{12}, S_{14}, S_{17}, S_{36}, S_{26}, S_{16}, S_{25}, S_{57}, S_{24}$

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น S_{45} 0-4-5-0

S_{13} 0-4-5-0 , 0-1-3-0

S_{46} 0-6-4-5-0 , 0-1-3-0

S_{35} 0-6-4-5-3-1-0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S_{67} 0-7-6-4-5-3-1-0

S_{27} 0-2-7-6-4-5-3-1-0

รวมระยะทาง = 2.7+5.2+9.8+11+10.9+24.8+36.1+39.4 = 139.9 กิโลเมตร

วันที่ 26/3/2015

ตารางที่ ก-3 แสดงระยะทางของวันที่ 26/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2
Depot	0	14	2.7
1		0	18.9
2			0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} = 14+2.7-18.9 = -2.2

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น S_{12} 0-1-2-0

รวมระยะทาง = 14+18.9+2.7 = 35.6 กิโลเมตร

วันที่ 27/3/2015

ตารางที่ ก-4 แสดงระยะทางของวันที่ 27/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2	3	4	5
Depot	0	2.7	7.1	14	15.9	14
1		0	7.5	18.9	20.9	18.9
2			0	12.3	15	12.3
3				0	2.9	0.08
4					0	3.1
5						0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} =2.7+7.1-7.5 = 2.3

S_{13} =2.7+14-18.9 = -2.2

S_{14} =2.7+15.9-20.9 = -2.3

S_{15} =2.7+14-18.9 = -2.2

S_{23} =7.1+14-12.3 = 8.8

S_{24} =7.1+15.9-15 = 8

S_{25} =7.1+14-12.3 = 8.8

S_{34} =14+15.9-2.9 = 27

S_{35} =14+14-0.08 = 27.92

S_{45} =15.9+14-3.1 = 26.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าประหยัดมาเรียงจากมากไปน้อย จะได้ $S_{35}, S_{34}, S_{45}, S_{23}, S_{25}, S_{24}, S_{13}, S_{15}, S_{12}, S_{14}$

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น S_{35} 0-3-5-0

S_{34} 0-4-3-5-0

S_{25} 0-4-3-5-2-0

S_{12} 0-4-3-5-2-1-0

ระยะทาง =15.9+2.9+0.08+12.3+7.5+2.7 = 41.38 กิโลเมตร

วันที่ 28/3/2015

ตารางที่ ก-5 แสดงระยะทางของวันที่ 28/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2
Depot	0	14	2.7
1		0	18.9
2			0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} = 14+2.7-18.9 = -2.2

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น S_{12} 0-1-2-0

รวมระยะทาง = 14+18.9+2.7 = 35.6 กิโลเมตร

วันที่ 29/3/2015

ตารางที่ ก-9 แสดงระยะทางของวันที่ 29/3/2015

Dist (h)	Depot	1
Depot	0	7.1
1		0

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น 0-1-0

รวมระยะทาง = 7.1+7.1 = 14.2 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 30/3/2015

ตารางที่ ก-7 แสดงระยะทางของวันที่ 30/3/2015

Dist (h)	Depot	1	2	3	4
Depot	0	7.7	14	75.6	86.7
1		0	21.1	75.3	94.1
2			0	86.6	81.3
3				0	97.3
4					0

แทนค่าในสูตร $S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$

S_{12} =7.7+14-21.1 = 0.6 S_{23} =14+75.6-86.6 = 3

S_{13} =7.7+75.6-75.3 = 8 S_{24} =14+86.7-81.3 = 19.4

S_{14} =7.7+86.7-94.1 = 0.3 S_{34} =75.6+86.7-97.3 = 65

นำค่าประหยัดมาเรียงจากมากไปน้อย จะได้ $S_{34}, S_{24}, S_{13}, S_{23}, S_{12}, S_{14}$

สามารถจัดเส้นทางได้เป็น S_{34} 0-3-4-0

S_{24} 0-3-4-2-0

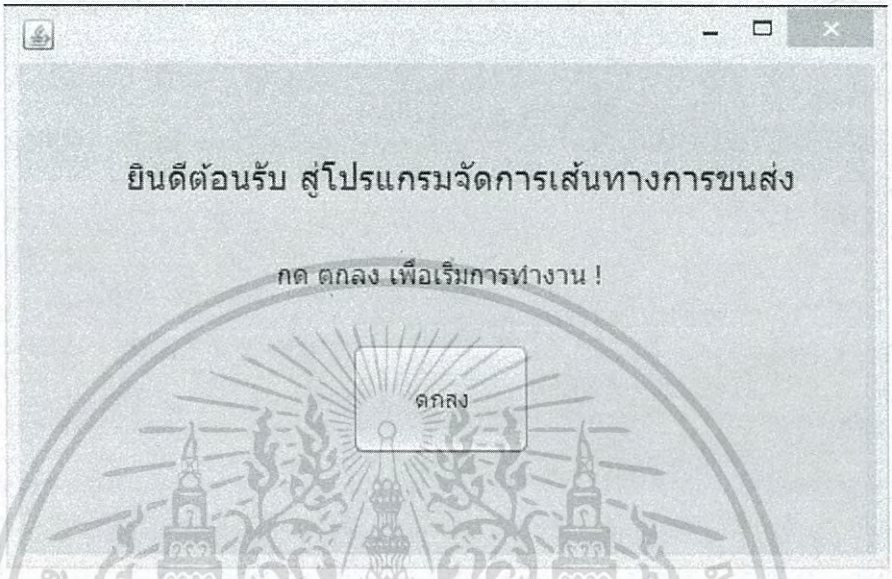
S_{13} 0-1-3-4-2-0

รวมระยะทาง =7.7+75.3+97.3+81.3+14 = 275.6 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

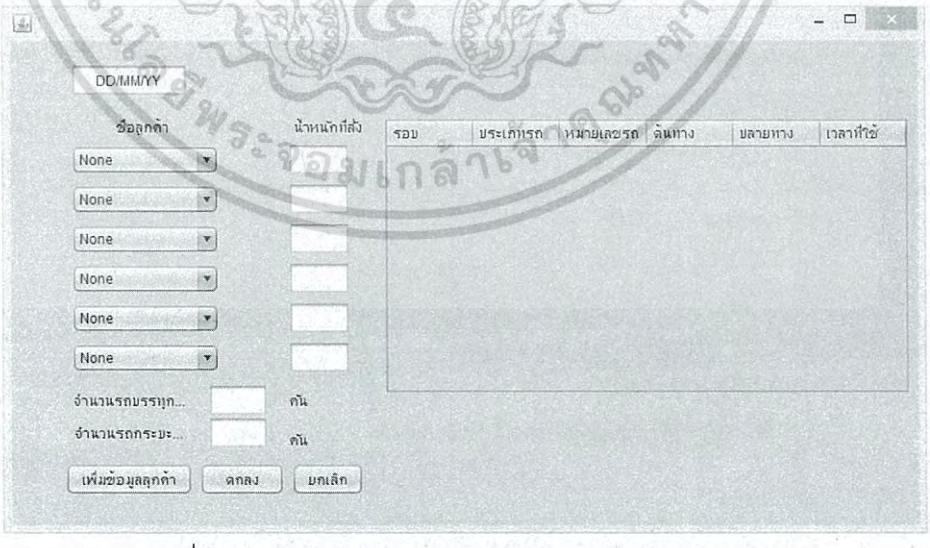
ภาคผนวก ข. การใช้งานโปรแกรมการจัดเส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้าง โดยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

1. กดเปิดโปรแกรม จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ ข-1 ให้กดตกลงเพื่อดำเนินการต่อไป



รูปที่ ข-1 หน้าต่างแรกของโปรแกรม

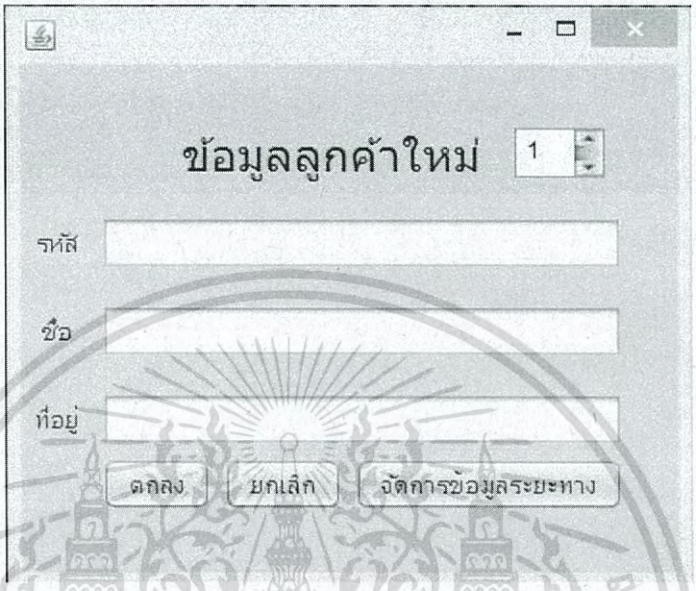
2. เมื่อกดปุ่ม ตกลง ในรูปที่ ข-1 จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ ข-2 จะเห็นได้ว่าหน้าต่างนี้เป็นส่วนของรายละเอียดการจัดเส้นทางการขนส่ง ให้ระบุรายละเอียดของแต่ละช่องให้ครบถ้วน แล้วจากนั้นจึงกดปุ่มเพิ่มลูกค้าใหม่ให้กดปุ่มเพิ่มข้อมูลลูกค้า



รูปที่ ข-2 หน้าต่างรายละเอียดการคำนวณเส้นทางการขนส่ง

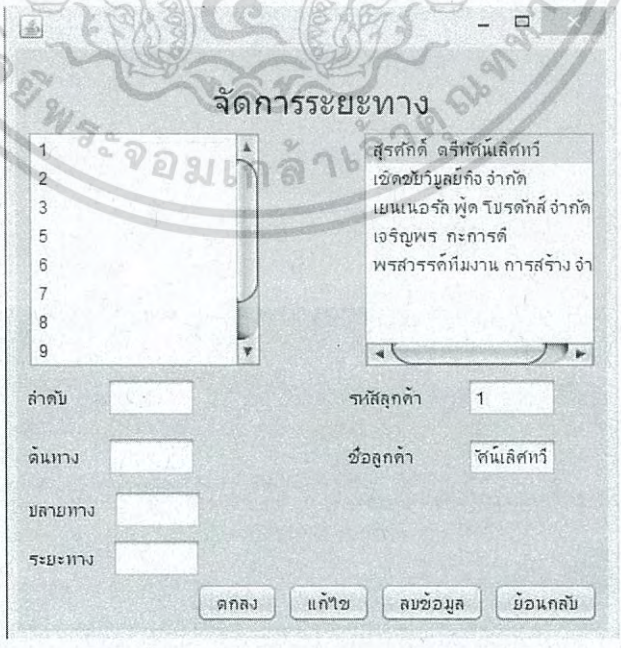
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อกดปุ่มเพิ่มข้อมูลลูกค้าจากหน้าต่างในรูปที่ ข-2 แล้ว จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ข-3 ซึ่งหน้าต่างนี้จะแสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า ซึ่งจะประกอบไปด้วยรหัสลูกค้า ชื่อลูกค้าและที่อยู่หรือสถานที่ใกล้เคียง หลังจากนั้นกดปุ่มจัดการข้อมูลระยะทาง เพื่อแสดงระยะทางการเดินทาง



รูปที่ ข-3 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลลูกค้า

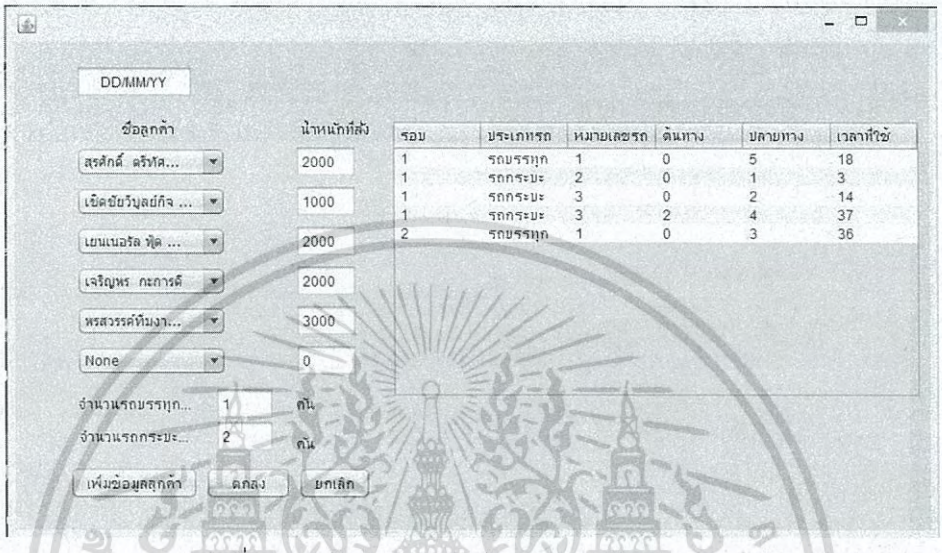
4. จากรูปที่ ข-3 เมื่อกดปุ่มจัดการข้อมูลระยะทา จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ข-4 จะเห็นได้ว่าหน้าต่างนี้เป็นส่วนของการจัดการระยะทาง ให้เลือกลำดับลูกค้าจากฝั่งขวา จากนั้นให้ระบุระยะทางต้นทางปลายทางของลูกค้า จากนั้นกดปุ่มตกลง



รูปที่ ข-4 หน้าต่างของจัดการระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อระบุรายละเอียดของแต่ละหน้าต่างเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ข-5 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของการขนส่งทั้งหมด หลังจากนั้นให้กดปุ่มตกลง เพื่อทราบเส้นทางการขนส่ง



รูปที่ ข-5 หน้าต่างรายละเอียดของการจัดการการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. รหัสต้นฉบับของโปรแกรมการขนส่ง (Source Code)

```
package javaapplication3;

import java.sql.Connection;

import java.sql.PreparedStatement;

import java.sql.ResultSet;

import javax.swing.JOptionPane;

import javax.swing.table.DefaultTableModel;


public class NewJFrame1 extends javax.swing.JFrame {

    public NewJFrame1() {

        initComponents();


    }

private void Fillcombo(){


}


    @SuppressWarnings("unchecked")

    // <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">

    private void initComponents() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
weightText1 = new javax.swing.JTextField();

weightText2 = new javax.swing.JTextField();

weightText3 = new javax.swing.JTextField();

weightText4 = new javax.swing.JTextField();

weightText5 = new javax.swing.JTextField();

weightText6 = new javax.swing.JTextField();

jScrollPane1 = new javax.swing.JScrollPane();

T1 = new javax.swing.JTable();

Listname1 = new javax.swing.JComboBox<>();

Listname2 = new javax.swing.JComboBox<>();

Listname3 = new javax.swing.JComboBox<>();

Listname4 = new javax.swing.JComboBox<>();

Listname5 = new javax.swing.JComboBox<>();

Listname6 = new javax.swing.JComboBox<>();

AreanDDMMYY = new javax.swing.JTextField();

jLabel5 = new javax.swing.JLabel();

jLabel1 = new javax.swing.JLabel();

jLabel2 = new javax.swing.JLabel();

jLabel3 = new javax.swing.JLabel();

jLabel4 = new javax.swing.JLabel();

jLabel6 = new javax.swing.JLabel();

jButton1 = new javax.swing.JButton();

ButtomSub2 = new javax.swing.JButton();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ButtomCan = new javax.swing.JButton();
Textcar = new javax.swing.JTextField();
Texttruck = new javax.swing.JTextField();

setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);

weightText1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        weightText1ActionPerformed(evt);
    }
});

weightText4.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        weightText4ActionPerformed(evt);
    }
});

weightText6.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        weightText6ActionPerformed(evt);
    }
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        T1.setModel(new javax.swing.table.DefaultTableModel(
            new Object [][] {

            },
            new String [] {
                "รอบ", "ประเภทรถ", "หมายเลขรถ", "ต้นทาง", "ปลายทาง", "เวลาที่ใช้"
            }
        ));
        jScrollPane1.setViewportView(T1);

        Listname1.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N
        Listname1.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด", " ", " " }));
        Listname1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
            public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
                Listname1ActionPerformed(evt);
            }
        });
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Listname2.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N

Listname2.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด", " ", " " }));

Listname2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {

    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

        Listname2ActionPerformed(evt);

    }

});


Listname3.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N

Listname3.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด", " ", " ", " " }));


Listname4.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N

Listname4.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด", " " }));


Listname5.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N

Listname5.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด" }));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Listname6.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 12)); // NOI18N

Listname6.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"None", "สุรศักดิ์  ตรีทัศน์เลิศทวี", "เชิดชัยวิบูลย์กิจ จำกัด", "เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด", "เจริญ
พร  กะการดี", "พรสวรรค์ทีมงาน การสร้าง จำกัด" }));


AreanDDMMYY.setHorizontalAlignment(javax.swing.JTextField.CENTER);

AreanDDMMYY.setText("DD/MM/YY");

AreanDDMMYY.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {

    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

        AreanDDMMYYActionPerformed(evt);

    }

});


jLabel5.setText("น้ำหนักที่สั่ง");


jLabel1.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);

jLabel1.setText("จำนวนรถกระบะที่ว่าง");


jLabel2.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);

jLabel2.setText("จำนวนรถบรรทุกที่ว่าง");


jLabel3.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);

jLabel3.setText("คัน");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
jLabel4.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
jLabel4.setText("คัน");

jLabel6.setText("ชื่อลูกค้า");

jButton1.setText("ตกลง");
jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton1ActionPerformed(evt);
    }
});

ButtomSub2.setText("เพิ่มข้อมูลลูกค้า");
ButtomSub2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        ButtomSub2ActionPerformed(evt);
    }
});

ButtomCan.setText("ยกเลิก");
ButtomCan.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ButtomCanActionPerformed(evt);
        }
    });

    Texttruck.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            TexttruckActionPerformed(evt);
        }
    });

    javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(layout.createSequentialGroup()
            .addGap(45, 45, 45)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(jLabel2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 99,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(jLabel1,
javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 99,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

                .addComponent(Texttruck,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 51,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(Textcar,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 51,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

                .addComponent(jLabel4)

                .addComponent(jLabel3,
javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING))

                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addGap(5, 5, 5)

                .addComponent(jLabel5))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(weightText2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText4,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText5,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 53,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))

            .addComponent(AreanDDMMYY,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 100,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

            .addComponent(Listname1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

            .addComponent(Listname2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(Listname3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(Listname4,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(Listname5,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(Listname6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 127,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                    .addGap(39, 39, 39)

                    .addComponent(jLabel6)))

                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addComponent(ButtomSub2)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                .addComponent(jButton1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
73, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                .addComponent(ButtomCan)))

            .addGap(18, 18, 18)

            .addComponent(jScrollPane1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
452, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))

        );

        layout.setVerticalGroup(

            layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

            .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addGap(19, 19, 19)

                .addComponent(AreanDDMMYY, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

                    .addGroup(layout.createSequentialGroup()

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)

                            .addComponent(jLabel6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 14,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                            .addComponent(jLabel5))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)

                            .addComponent(Listname1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(weightText1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(Listname2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(weightText2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(Listname3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(weightText3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(Listname4,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText4,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)

                .addComponent(Listname5,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText5,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)

                .addComponent(Listname6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(weightText6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addGap(9, 9, 9)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel1)
                .addComponent(Textcar,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel3)
                .addComponent(Texttruck,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel2))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
                .addComponent(jLabel4)))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(ButtomSub2)
                .addComponent(ButtomCan)
                .addComponent(jButton1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addContainerGap(25, Short.MAX_VALUE))
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                .addComponent(jScrollPane1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 238,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE))))
        );

        pack();
    }// </editor-fold>

    private void ButtomSub2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        C CD = new C();
        CD.setVisible(true);
        dispose();
    }

    private void AreanDDMMYYActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void ButtomCanActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        weightText1.setText("");
        weightText2.setText("");
        weightText3.setText("");
        weightText4.setText("");
        weightText5.setText("");
        weightText6.setText("");
    }

    private void weightText1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void Listname1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void Listname2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

int[] C = new int[10];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int[] ca = new int[5];

double tol1=0;

int d = 0,V = 0,s = 0,c = 1000,t = 3000,l = 1,A = 0,z=0,total=0,r,test = 0;

int n,y,k,m,item,items,j,x,list=0,i,ko,sumca,cc,ct;

int many = 0,round = 0;

int[][] S= new int[10][10];

int[][] P= new int[10][10];

int[][] caw = new int[10][5];

int[] T = new int [10];

String[][] D = new String[10][10];

int[][] KT = new int [10][10];


String aa,ke,ht,hh,tt,pt,toc;


    int W1 = Integer.parseInt(weightText1.getText()) ;

    int W2 = Integer.parseInt(weightText2.getText()) ;

    int W3 = Integer.parseInt(weightText3.getText()) ;

    int W4 = Integer.parseInt(weightText4.getText()) ;

    int W5 = Integer.parseInt(weightText5.getText()) ;

    int W6 = Integer.parseInt(weightText6.getText()) ;


    cc = Integer.parseInt(Textcar.getText()) ;

    ct = Integer.parseInt(Texttruck.getText()) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C[1] = W1;

C[2] = W2;

C[3] = W3;

C[4] = W4;

C[5] = W5;

C[6] = W6;


ca[1] = ct;

ca[2] = cc;


 sumca = cc+ct;


 for(i=1;i<=6;++i){

    if(C[i]>0){

        total = total+1;

        many = many+1;


    }

}

 for(j=0;j<=6;++j){

        S[j][0] = 1000000;

    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for(i=1;i<=6;++i)
{
//System.out.println("กรุณาใส่น้ำหนักของโหนด"+" "+i);

for(j=1;j<=6;++j)
{
//System.out.println("กรุณาใส่ค่า Saving cost จากโหนด"+" "+i+ "ไปยัง"+" "+j);

x = S[i][j];
P[i][j] = j;
l=1;
d=0;

if(z<=x)
{
while(x>=S[i][j-l])
{
item = S[i][j-l];
S[i][j-l] = S[i][j-d];
S[i][j-d] = item;
items = P[i][j-l];
P[i][j-l] = P[i][j-d];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P[i][j-d] = items;

l=l+1;

d=d+1;

}


}


z = S[i][j];


}


}

   for(r=1;r<=5;++r){


    ca[1] = ct ;

    ca[2] = cc ;

    if(total == 0){

        break;

    }



    else {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 System.out.println("รอบที่"+r);
for(ko=1;ko<=sumca;++ko){
A=0;
s=0;
if (ca[1]+ca[2]>0){
   if(ca[2]>0){
      if(ca[1]>0){

          round = 0;
         System.out.println("เลือกใช้รถบรรทุก"+" "+ko);
          while(caw[r][ko]>0&&round < many-1&&total>0&&ca[1]>=1)
{
for(i=s;i==s;++i)
{ V=0;
for(j=1;j<=5;++j)
{
  if(A==0)
{
System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด ต้นทาง");
toc = "รถบรรทุก";
caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[P[0][1]];
A=A+1;
V=V+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pt = Integer.toString(s);

s=P[i][j];

T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

ke = Integer.toString(s);

D[r][ko] = D[r][ko]+ke;

total = total-1;

if(caw[r][ko]<=0&&total<0){

   T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

}

    ht = Integer.toString(r);

    tt = Integer.toString(T[ko]);

    aa = Integer.toString(ko);


   try{

   DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();

   tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});

   T1.setModel(tm);

   }catch(Exception ex){


         }


System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+s);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);

System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถบรรทุกคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);


}


if(V==0&&caw[r][ko]>=C[P[i][j]]&&P[i][j]>=1)

{ System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด"+" "+s);

toc = "รถบรรทุก";

V=V+1;

pt = Integer.toString(s);

s=P[i][j];

caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[s];

T[ko]=T[ko]+KT[i][P[i][j]];

ke = Integer.toString(s);

D[r][ko] = D[r][ko]+ke;

total = total-1;

if(caw[r][ko]<=0&&total<0){

    T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

}

     ht = Integer.toString(r);

     tt = Integer.toString(T[ko]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
aa = Integer.toString(ko);


try{

DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();

tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});

T1.setModel(tm);

}catch(Exception ex){


        }

System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+s);

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);

System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถบรรทุกคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);


}


if(i!=s&&V==1){


for(k=0;k<=5;++k)

{

    for(m=1;m<=5;++m)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    if(P[k][m]==s)
    {
        if(m==many)
        {
            P[k][m] = -1;
            S[k][m] = -1;

        }
        else
        {
            int keep = P[k][m];
            for(n=0;n<=4;++n)
            {
                P[k][m+n] = P[k][m+n+1];
                S[k][m+n] = S[k][m+n+1];

            }

        }
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
V=V+1;
}
}
round = round + 1;

}

}
ca[1]=ca[1]-1;
System.out.println("นำรถบรรทุกออก 1 คัน");
}

else{
 round = 0;
System.out.println("เลือกใช้รถกระบะ"+ "+ko);
while(caw[r][ko]>0&&round < many-1&&total>0)
{
for(i=s;i==s;++i)
{ V=0;
for(j=1;j<=5;++j)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(A==0&&caw[r][ko]>=C[P[0][1]])

{

System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด ต้นทาง");

caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[P[0][1]];

A=A+1;

toc = "รถกระบะ";

V=V+1;

pt = Integer.toString(s);

s=P[i][j];

T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

ke = Integer.toString(s);

D[r][ko] = D[r][ko]+ke;

total = total-1;

if(caw[r][ko]<=0&&total<0){

    T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

}

 ht = Integer.toString(r);

      tt = Integer.toString(T[ko]);

      aa = Integer.toString(ko);




     try{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();
    tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});
    T1.setModel(tm);
    }catch(Exception ex){

            }
System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+s);
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);
System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถกระบะคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);
}
if(V==0&& caw[r][ko]>=C[j]&&P[i][j]>=1&&A!=0)
{ System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด"+" "+s);

System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+P[s][j]);
V=V+1;
toc = "รถกระบะ";
pt = Integer.toString(s);
s=P[i][j];
caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[s];
T[ko]=T[ko]+KT[i][P[i][j]];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ke = Integer.toString(s);
D[r][ko] = D[r][ko]+ke;
total = total-1;
if(caw[r][ko]<=0&&total<0){
    T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];
}
 ht = Integer.toString(r);
     tt = Integer.toString(T[ko]);
     aa = Integer.toString(ko);

    try{
    DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();
    tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});
    T1.setModel(tm);
    }catch(Exception ex){

            }
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);
System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถกระบะคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(i!=s&&V==1){
for(k=0;k<=5;++k)
{
for(m=1;m<=5;++m)
{
if(P[k][m]==s)
{
if(m==many-1){
P[k][m] = -1;
S[k][m] = -1;

}
else {
for(n=0;n<=4;++n)
{
P[k][m+n] = P[k][m+n+1];
S[k][m+n] = S[k][m+n+1];

}
}
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
V=V+1;
}
}
round = round + 1;


}
}
ca[1]=ca[1]-1;
System.out.println("นำรถกระบะออก 1 คัน");
}


}
else{
    round = 0;
                System.out.println("เลือกใช้รถบรรทุก"+" "+ko);
                 while(caw[r][ko]>0&&round < many-1&&total>0&&ca[1]>=1)
{
       for(i=s;i==s;++i)
{ V=0;
for(j=1;j<=5;++j)
{
    if(A==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด ต้นทาง");
caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[P[0][1]];
A=A+1;
V=V+1;
pt = Integer.toString(s);
toc = "รถบรรทุก";
s=P[i][j];
T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];
ke = Integer.toString(s);
D[r][ko] = D[r][ko]+ke;
total = total-1;
if(caw[r][ko]<=0&&total<0){
    T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];
}
 ht = Integer.toString(r);
      tt = Integer.toString(T[ko]);
      aa = Integer.toString(ko);

    try{
    DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();
    tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    T1.setModel(tm);
    }catch(Exception ex){

            }
System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+s);
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);
System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);
System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถบรรทุกคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);

}

if(V==0&&caw[r][ko]>=C[P[i][j]]&&P[i][j]>=1)
{ System.out.println("เลือกเส้นทางจากโหนด"+" "+s);
V=V+1;
toc = "รถบรรทุก";
pt = Integer.toString(s);
s=P[i][j];
caw[r][ko] = caw[r][ko]-C[s];
T[ko]=T[ko]+KT[i][P[i][j]];
ke = Integer.toString(s);
D[r][ko] = D[r][ko]+ke;
total = total-1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(caw[r][ko]<=0&&total<0){

    T[ko]=T[ko]+KT[0][P[i][j]];

}

 ht = Integer.toString(r);

     tt = Integer.toString(T[ko]);

     aa = Integer.toString(ko);


    try{

    DefaultTableModel tm = (DefaultTableModel)T1.getModel();

    tm.addRow(new Object[]{new String(ht),new String(toc),new String(aa),new
String(pt),new String(ke),new String(tt)});

    T1.setModel(tm);

    }catch(Exception ex){


          }

System.out.println("เลือกเส้นทางไปยังโหนด"+" "+s);

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้"+" "+(C[s]+caw[r][ko]));

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่ใช้"+" "+C[s]);

System.out.println("ค่าน้ำหนักที่เหลือ"+" "+caw[r][ko]);

System.out.println("เวลาที่ใช้ในการเดินทางในรถบรรทุกคันที่"+" "+ko+" เท่ากับ "+T[ko]);


}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(i!=s&&V==1){


    for(k=0;k<=5;++k)
    {
        for(m=1;m<=5;++m)
        {
            if(P[k][m]==s)
            {
                if(m==many)
                {
                    P[k][m] = -1;
                    S[k][m] = -1;

                }
                else
                {
                    int keep = P[k][m];
                    for(n=0;n<=4;++n)
                    {
                        P[k][m+n] = P[k][m+n+1];
                        S[k][m+n] = S[k][m+n+1];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }


            }

        }

    }


}
V=V+1;
}
}
round = round + 1;


}


}
ca[1]=ca[1]-1;
System.out.println("นำรถบรรทุกออก 1 คัน");
 }


}


    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

    }

    private void weightText6ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void weightText4ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void TexttruckActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    public static void main(String args[]) {

        java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
            public void run() {
                new NewJFrame1().setVisible(true);
            }
        });
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

// Variables declaration - do not modify
private javax.swing.JTextField AreanDDMMYY;
private javax.swing.JButton ButtomCan;
private javax.swing.JButton ButtomSub2;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname1;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname2;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname3;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname4;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname5;
private javax.swing.JComboBox<String> Listname6;
private javax.swing.JTable T1;
private javax.swing.JTextField Textcar;
private javax.swing.JTextField Texttruck;
private javax.swing.JButton jButton1;
private javax.swing.JLabel jLabel1;
private javax.swing.JLabel jLabel2;
private javax.swing.JLabel jLabel3;
private javax.swing.JLabel jLabel4;
private javax.swing.JLabel jLabel5;
private javax.swing.JLabel jLabel6;
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    private javax.swing.JTextField weightText1;
    private javax.swing.JTextField weightText2;
    private javax.swing.JTextField weightText3;
    private javax.swing.JTextField weightText4;
    private javax.swing.JTextField weightText5;
    private javax.swing.JTextField weightText6;
    // End of variables declaration
}
```

```
package javaapplication3;

import java.sql.Connection;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.SQLException;
import java.sql.Statement;
import javax.swing.DefaultListModel;
import javax.swing.JOptionPane;

public class C extends javax.swing.JFrame {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
final void fillList(){
try{
    String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
    String username = "app";
    String password = "app";

    Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
   Statement stmt = con.createStatement();
   String Query = "SELECT ID FROM DATA1";

   ResultSet rs = stmt.executeQuery(Query);
   DefaultListModel DLM = new DefaultListModel();

   while(rs.next()){
       DLM.addElement(rs.getString(1));
   }
  JT1.setModel(DLM);
}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public C() {
    initComponents();
    fillList();
}

@SuppressWarnings("unchecked")
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {

    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
    JTT1 = new javax.swing.JTextField();
    JTT2 = new javax.swing.JTextField();
    jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
    jButton1 = new javax.swing.JButton();
    jButton2 = new javax.swing.JButton();
    jButton3 = new javax.swing.JButton();
    jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
    JTT0 = new javax.swing.JTextField();
    jScrollPane2 = new javax.swing.JScrollPane();
    JT1 = new javax.swing.JList<>();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
addMouseListener(new java.awt.event.MouseAdapter() {
    public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
        formMouseClicked(evt);
    }
});

jLabel1.setText("ชื่อ");

jLabel3.setText("ที่อยู่");

JTT1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        JTT1ActionPerformed(evt);
    }
});

JTT2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        JTT2ActionPerformed(evt);
    }
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
jLabel4.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 24)); // NOI18N
jLabel4.setText("ข้อมูลลูกค้าใหม่");

jButton1.setText("ตกลง");
jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton1ActionPerformed(evt);
    }
});

jButton2.setText("จัดการข้อมูลระยะทาง");
jButton2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton2ActionPerformed(evt);
    }
});

jButton3.setText("ยกเลิก");
jButton3.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        jButton3ActionPerformed(evt);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        });

        jLabel5.setText("รหัส");

        jScrollPane2.setViewportView(JT1);

        javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
        getContentPane().setLayout(layout);
        layout.setHorizontalGroup(
            layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
                    .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel3)
                    .addComponent(jLabel5))
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addGroup(layout.createSequentialGroup()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(jButton1)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                .addComponent(jButton3)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                .addComponent(jButton2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))

            .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addGap(42, 42, 42)

                .addComponent(jLabel4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
159, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)

                .addComponent(jScrollPane2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 51,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE))

            .addComponent(JTT2)

            .addComponent(JTT0)

            .addComponent(JTT1))

        .addGap(28, 28, 28))

    );

    layout.setVerticalGroup(

        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                .addGap(30, 30, 30)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
                    .addComponent(jLabel4)
                    .addComponent(jScrollPane2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 30,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addGap(18, 18, 18)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(JTT0, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel5))
                .addGap(18, 18, 18)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(JTT1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel1))
                .addGap(18, 18, 18)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(JTT2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(jLabel3))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(jButton1)
                    .addComponent(jButton3)
                    .addComponent(jButton2))
                .addGap(31, 31, 31))
        );

        pack();
    }// </editor-fold>

    private void JTT1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void JTT2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

    }

    private void formMouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }

    private void jButton2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
Dist CD = new Dist();
        CD.setVisible(true);
        dispose();
    }

    private void jButton3ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        NewJFrame1 AP = new NewJFrame1();
        AP.setVisible(true);
        dispose();
    }

    private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

        try{
        String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
        String username = "app";
        String password = "app";

        Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
       Statement stmt = con.createStatement();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        String Query = "INSERT INTO DATA1(ID,NAME,DETAIL) VALUES
('"+JTT0.getText()+"','"+JTT1.getText()+"','"+JTT2.getText()+"')";

        //String Query = "INSERT INTO CUSTOMER(NUMBER,START,STOP,DIST)VALUES
('"+JTT1.getText()+"','"+JTT1.getText()+"','"+JTT2.getText()+" "+JTT3.getText()+"')";

        stmt.execute(Query);

        JOptionPane.showMessageDialog(null,"เพิ่มลูกค้าใหม่ลงในฐานข้อมูลแล้ว");

        fillList();

    }

    catch(SQLException ex){

        JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());

    }

    }


    public static void main(String args[]) {


        java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {

            public void run() {

                new C().setVisible(true);

            }

        });

    }


    // Variables declaration - do not modify
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    private javax.swing.JList<String> JT1;
    private javax.swing.JTextField JTT0;
    private javax.swing.JTextField JTT1;
    private javax.swing.JTextField JTT2;
    private javax.swing.JButton jButton1;
    private javax.swing.JButton jButton2;
    private javax.swing.JButton jButton3;
    private javax.swing.JLabel jLabel1;
    private javax.swing.JLabel jLabel3;
    private javax.swing.JLabel jLabel4;
    private javax.swing.JLabel jLabel5;
    private javax.swing.JScrollPane jScrollPane2;
    // End of variables declaration
}
```

```
package javaapplication3;

import com.mysql.jdbc.PreparedStatement;
import java.sql.Connection;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.SQLException;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import java.sql.Statement;

import javax.swing.DefaultListModel;

import javax.swing.JOptionPane;

import net.proteanit.sql.DbUtils;



public class Dist extends javax.swing.JFrame {

/*Connection conn = null;

ResultSet rs = null;

PreparedStatement pst = null;*/


    final void fillList(){

    try{

        String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";

        String username = "app";

        String password = "app";


        Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);

       Statement stmt = con.createStatement();

       String Query = "SELECT NAME FROM DATA1";


       ResultSet rs = stmt.executeQuery(Query);

       DefaultListModel DLM = new DefaultListModel();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    while(rs.next()){
        DLM.addElement(rs.getString(1));
    }
   JL1.setModel(DLM);
}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
}
}

final void fillList2(){
try{
    String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
    String username = "app";
    String password = "app";

    Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
    Statement stm = con.createStatement();
    String Query = "SELECT NUMBER FROM CUSTOMER";

    ResultSet rs = stm.executeQuery(Query);
    DefaultListModel DLM2 = new DefaultListModel();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while(rs.next()){
            DLM2.addElement(rs.getString(1));
        }
        JL2.setModel(DLM2);
    }
    catch(SQLException ex){
        JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
    }
    }

    public Dist() {
        initComponents();
        fillList();
        fillList2();
        //conn = javaconnect.ConnecrDb();

    }
/*private void Update(){
try{
    String sql ="select * from DATA1";
    pst = conn.prepareStatement(sql);
    rs = pst.executeQuery();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
catch(Exception e){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,e);
}
}*/

    @SuppressWarnings("unchecked")
    // <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
    private void initComponents() {

        jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
        jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
        jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
        jLabel5 = new javax.swing.JLabel();
        btok = new javax.swing.JButton();
        btno = new javax.swing.JButton();
        bted = new javax.swing.JButton();
        btback = new javax.swing.JButton();
        jScrollPane2 = new javax.swing.JScrollPane();
        JL1 = new javax.swing.JList<>();
        JTF1 = new javax.swing.JTextField();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JTF2 = new javax.swing.JTextField();

jScrollPane3 = new javax.swing.JScrollPane();

JL2 = new javax.swing.JList<>();

jLabel2 = new javax.swing.JLabel();

jLabel6 = new javax.swing.JLabel();

jLabel7 = new javax.swing.JLabel();

JTF3 = new javax.swing.JTextField();

JTF4 = new javax.swing.JTextField();

JTF5 = new javax.swing.JTextField();

JTF6 = new javax.swing.JTextField();


setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);


jLabel1.setFont(new java.awt.Font("Tahoma", 0, 24)); // NOI18N

jLabel1.setText("จัดการระยะทาง");


jLabel3.setText("ต้นทาง");


jLabel4.setText("ปลายทาง");


jLabel5.setText("ระยะทาง");


btok.setText("ตกลง");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
btok.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        btokActionPerformed(evt);
    }
});

btno.setText("ลบข้อมูล");
btno.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        btnoActionPerformed(evt);
    }
});

bted.setText("แก้ไข");
bted.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        btedActionPerformed(evt);
    }
});

btback.setText("ย้อนกลับ");
btback.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        btbackActionPerformed(evt);
    }
});

JL1.addListSelectionListener(new javax.swing.event.ListSelectionListener() {
    public void valueChanged(javax.swing.event.ListSelectionEvent evt) {
        JL1ValueChanged(evt);
    }
});
jScrollPane2.setViewportView(JL1);

JL2.addListSelectionListener(new javax.swing.event.ListSelectionListener() {
    public void valueChanged(javax.swing.event.ListSelectionEvent evt) {
        JL2ValueChanged(evt);
    }
});
jScrollPane3.setViewportView(JL2);

jLabel2.setText("รหัสลุกค้า");

jLabel6.setText("ชื่อลูกค้า");

jLabel7.setText("ลำดับ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
        getContentPane().setLayout(layout);
        layout.setHorizontalGroup(
            layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addGroup(layout.createSequentialGroup()
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
                        .addGroup(layout.createSequentialGroup()
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                                .addComponent(jLabel3)
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
                            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                                .addComponent(jLabel7)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)))

                .addGap(18, 18, 18)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

                    .addComponent(JTF4,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 62,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                    .addComponent(JTF3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 62,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addGap(105, 105, 105))

            .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING,
layout.createSequentialGroup()

                .addComponent(jLabel4)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)

                .addComponent(JTF5,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 62,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE))

            .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE)

                .addComponent(jLabel5)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(JTF6,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 62,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addGap(102, 102, 102)))

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
false)

                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addComponent(jLabel6)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)

                .addComponent(JTF2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 63,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addComponent(jLabel2)

                .addGap(31, 31, 31)

                .addComponent(JTF1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 63,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))

                .addGap(34, 34, 34))

            .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()

                .addGap(0, 0, Short.MAX_VALUE)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()

                    .addComponent(jLabel1)

                    .addGap(121, 121, 121))

                .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()

                    .addComponent(btok)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                    .addComponent(bted)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                    .addComponent(btno)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

                    .addComponent(btback)

                    .addContainerGap()))

            .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addComponent(jScrollPane3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 163,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(jScrollPane2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 163,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addContainerGap())))

        );

        layout.setVerticalGroup(

            layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

            .addGroup(layout.createSequentialGroup()

                .addGap(21, 21, 21)

                .addComponent(jLabel1)

                .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)

                .addComponent(jScrollPane2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

                .addComponent(jScrollPane3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

                .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
19, Short.MAX_VALUE)


.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)

                .addComponent(jLabel2)

                .addComponent(JTF1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .addComponent(jLabel7)
                .addComponent(JTF3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGap(13, 13, 13)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel6)
                .addComponent(JTF2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel3)
                .addComponent(JTF4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGap(9, 9, 9)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel4)
                .addComponent(JTF5, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(jLabel5)
                .addComponent(JTF6, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
            .addGap(3, 3, 3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
                .addComponent(btback)
                .addComponent(btno)
                .addComponent(bted)
                .addComponent(btok))
            .addContainerGap())
    );

    pack();
}// </editor-fold>

private void btbackActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    C PP = new C();
    PP.setVisible(true);
    dispose();
}

private void btnoActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

        try{
        String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
    String username = "app";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        String password = "app";


        Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
       Statement stmt = con.createStatement();
       String Query = "DELETE FROM CUSTOMER WHERE NUMBER
="'"+JL2.getSelectedValue()+"'";
       stmt.execute(Query);
       JOptionPane.showMessageDialog(null,"Deleted");


       fillList2();



    }
    catch(SQLException ex){
        JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
    }
      JTF1.setText("");
      JTF2.setText("");
      JTF3.setText("");
      JTF4.setText("");
      JTF5.setText("");
      JTF6.setText("");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }

    private void JL1ValueChanged(javax.swing.event.ListSelectionEvent evt) {

        try{
            String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
        String username = "app";
        String password = "app";

        Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
       Statement stmt = con.createStatement();
       String Query = "SELECT * FROM DATA1 WHERE NAME
="'+JL1.getSelectedValue()+"'";
       ResultSet rs = stmt.executeQuery(Query);

       while(rs.next()){
          JTF1.setText(rs.getString(1));
          JTF2.setText(rs.getString(2));

       }

    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    catch(SQLException ex){
        JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
    }
    }

    private void JL2ValueChanged(javax.swing.event.ListSelectionEvent evt) {
        try{
            String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
        String username = "app";
        String password = "app";

        Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
       Statement stm = con.createStatement();
       String Query = "SELECT * FROM CUSTOMER WHERE NUMBER
='"+JL2.getSelectedValue()+"'";
       ResultSet rs = stm.executeQuery(Query);

       while(rs.next()){
          JTF3.setText(rs.getString(1));
          JTF4.setText(rs.getString(2));
          JTF5.setText(rs.getString(3));
          JTF6.setText(rs.getString(4));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }


}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
}
}

private void btokActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
      try{
    String url= "jdbc:derby://localhost:1527/Cus2";
    String username = "app";
    String password = "app";

    Connection con = DriverManager.getConnection(url, username, password);
    Statement stmt = con.createStatement();
    String Query = "INSERT INTO CUSTOMER(NUMBER,START,STOP,DIST) VALUES
('"+JTF3.getText()+"','"+JTF4.getText()+"','"+JTF5.getText()+"','"+JTF6.getText()+"')";
    //String Query = "INSERT INTO CUSTOMER(NUMBER,START,STOP,DIST)VALUES
('"+JTT1.getText()+"','"+JTT1.getText()+"','"+JTT2.getText()+" "+JTT3.getText()+"')";
    stmt.execute(Query);
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"เพิ่มข้อมูลระยะทางแล้ว");
    fillList2();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,ex.toString());
}
}

private void btedActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {

}

public static void main(String args[]) {

    java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
        public void run() {
            new Dist().setVisible(true);
        }
    });
}

// Variables declaration - do not modify
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    private javax.swing.JList<String> JL1;
    private javax.swing.JList<String> JL2;
    private javax.swing.JTextField JTF1;
    private javax.swing.JTextField JTF2;
    private javax.swing.JTextField JTF3;
    private javax.swing.JTextField JTF4;
    private javax.swing.JTextField JTF5;
    private javax.swing.JTextField JTF6;
    private javax.swing.JButton btback;
    private javax.swing.JButton bted;
    private javax.swing.JButton btno;
    private javax.swing.JButton btok;
    private javax.swing.JLabel jLabel1;
    private javax.swing.JLabel jLabel2;
    private javax.swing.JLabel jLabel3;
    private javax.swing.JLabel jLabel4;
    private javax.swing.JLabel jLabel5;
    private javax.swing.JLabel jLabel6;
    private javax.swing.JLabel jLabel7;
    private javax.swing.JScrollPane jScrollPane2;
    private javax.swing.JScrollPane jScrollPane3;
    // End of variables declaration
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้