สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดเส้นทาง และตารางการขนส่ง

APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM FOR SCHEDULING AND VIHICLE ROUTING PROBLEM

T119339

นางสาวปาริฉัตร เพชรแสน

MISS PARICHAT PHETSEAN

นายมณฑล คำชู

MR. MONTHON KHAMCHOO

นายสมเกียรติ บริบูรณ์

MR. SOMKIAT BORRIBOON

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119339
วัน,เดือน,ปี - 7 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM FOR SCHEDULING AND VIHICLE ROUTING PROBLEM

MISS PARICHAT PHETSEAN

MR. MONTHON KHAMCHOO

MR. SOMKIAT BORRIBOON

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PATIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKOT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง

Application of Genetic Algorithm for Scheduling and Vehicle Routing Problem

นักศึกษา

นางสาวปาริฉัตร	เพชรแสน	รหัสนักศึกษา	50010957
นายมณฑล	ค้ำชู	รหัสนักศึกษา	50011206
นายสมเกียรติ	บริบูรณ์	รหัสนักศึกษา	50011618

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง Application of Genetic Algorithm for Scheduling and Vehicle Routing Problem
นักศึกษา	นางสาวปาริฉัตร เพชรแสน รหัสนักศึกษา 50010957 นายมณฑล ค้ำชู รหัสนักศึกษา 50011206 นายสมเกียรติ บริบูรณ์ รหัสนักศึกษา 50011618
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์

บทคัดย่อ

ธุรกิจการผลิตในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีหน่วยงานหรือแผนกที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าหรือบริการ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งที่สำคัญมาก นั่นคือ การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง เนื่องจากการตัดสินใจนี้เกี่ยวข้องกับต้นทุนการขนส่งโดยตรง ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้รับผิดชอบต้องตัดสินใจว่าจะจัดสินค้าของลูกค้าในแต่ละรายไว้ที่ยานพาหนะคันใด และตารางการขนส่งของยานพาหนะในแต่ละคันที่เดินทางไปส่งสินค้าให้ลูกค้าว่าจะทำอย่างไรถึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ปัญหานี้จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดอยู่หลายประการ กล่าวคือ ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละรายไม่เท่ากัน ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับลูกค้า ระยะทางระหว่างลูกค้ารายหนึ่งไปยังลูกค้ารายหนึ่ง ขีดจำกัดความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ ลำดับการส่งสินค้าให้ลูกค้าว่าในแต่ละเส้นทางจะต้องส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลัง เป็นต้น ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวทำให้เราไม่สามารถบริหารหรือจัดการการขนส่งได้ง่ายนัก เนื่องจากมีทางเลือกเกิดขึ้นมากมาย ในงานวิจัยนี้ผู้ทำการวิจัยได้ประยุกต์หลักทางพันธุกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการทดลองที่ได้อาจจะไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุดแต่ก็สามารถให้คำตอบเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางและตารางการขนส่งได้เป็นอย่างดีและยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of Genetic Algorithm for Scheduling and Vehicle Routing Problem
Student	Miss Parichat Phetsean Mr. Monthon Khamchoo Mr. Somkiat Borriboon
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Ruedee Masuchun

Abstract

Regarding the production business nowadays there would be work unit or department that performs the task relating to goods or service transportation. The main responsibility is to make routing and generate schedule since both routing and schedule directly affect the transportation costs. They must efficiently decide 1) which vehicles they would load their customer's goods in and 2) when specific customer will get their goods. We consider many restrictions such as the quantity requested from each customer, the distance between the distribution center and the customers' location, the distance between one customer to another customer, the capacity limit of vehicles, the delivery order regarding who should be delivered first or last etc. By the said restrictions, it has prevented us to manage or deliver goods timely and easily because there are many decision variables and constraints. In this research, we applied genetic algorithm to solve the problem since it can provide the good solution in timely manner. The results show that we can solve the problem of arranging route and transportation schedule very well and in an acceptable way.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาศได้ศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คอยเอาใจใส่ให้คำปรึกษาและแนะนำในทุกๆด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาที่ให้คำแนะนำและติชมเวลามีการนำเสนอความคืบหน้าของปริญญานิพนธ์ ทำให้กลุ่มผู้วิจัยได้นำคำแนะนำเหล่านั้นมาปรับปรุงให้ดีขึ้น รวมถึงขอบคุณน้องๆและเพื่อนๆร่วมภาควิชาทุกคนสำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่มีให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้ทำวิจัย ผู้เป็นกำลังใจ และสนับสนุนในทุกๆด้านเสมอมา

นางสาวปาริฉัตร เพชรแสน

นายมณฑล ค้ำชู

นายสมเกียรติ บริบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ฉ

สารบัญรูป..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหา..... 3

2.2 แนวคิดทฤษฎี..... 4

2.2.1 โลจิสติกส์..... 5

2.2.2 การขนส่ง..... 7

2.2.3 ความหมายของการจัดการ..... 14

2.2.4 วิธีการหาคำตอบโดยวิธีการเชิงพันธุกรรม..... 15

2.3 สรุปผลการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 21

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาการจัดการขนส่งด้วยวิธีทางพันธุกรรม..... 24

3.1.1 ปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดสินค้าให้กับพาหนะ..... 24

3.1.2 ปัญหาในการจัดเส้นทางในการขนส่ง..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้หลักการเชิงพันธุกรรม 25
3.2.1 การออกแบบโครโมโซม 26
3.2.2 การคำนวณค่าความเหมาะสม 26
3.2.3 การคัดเลือกโครโมโซม 26
3.2.4 การสลับสายพันธุ์ 27
3.2.5 การกลายพันธุ์ 27
3.3 ขั้นตอนการพัฒนา 27
3.3.1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม 28
3.3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 30
3.3.3 ขั้นตอนการทำงานของ Genetic Algorithm 31

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน
4.1 ตัวอย่างการแก้ปัญหา 36
4.1.1 เงื่อนไขในการทดลอง 36
4.1.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 38
4.1.3 คำตอบจากการคำนวณของโปรแกรม 43
4.2 ปัญหาเพิ่มเติม 44
4.2.1 ปัญหาที่ 1 44
4.2.2 ปัญหาที่ 2 46

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผล 49
5.2 ข้อเสนอแนะ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางน้ำ 9
ตารางที่ 2.2 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถไฟ 10
ตารางที่ 2.3 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถยนต์หรือรถบรรทุก 11
ตารางที่ 2.4 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางอากาศ 12
ตารางที่ 2.5 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางท่อ 13
ตารางที่ 3.1 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) 30
ตารางที่ 3.2 ระยะห่างระหว่างลูกค้า (หน่วย) และประมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) 31
ตารางที่ 4.1 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) 37
ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุด 44
ตารางที่ 4.3 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) ของปัญหาที่ 1 45
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุดจากปัญหาที่ 1 46
ตารางที่ 4.5 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) ของปัญหาที่ 2 47
ตารางที่ 4.6 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุดจากปัญหาที่ 2 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะของประชากร ยีน และโครโมโซม 16
รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมแบบข้ามฟาก 17
รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมแบบผ่าเหล่า 17
รูปที่ 2.4 โครงสร้างคำตอบแบบไบนารี 19
รูปที่ 2.5 โครงสร้างคำตอบแบบไบนารี 19
รูปที่ 2.6 โครงสร้างคำตอบแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ 20
รูปที่ 2.7 โครงสร้างคำตอบแบบการใช้ค่าของตัวแปร 20
รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการจัดการการขนส่งด้วยวิธีการทางพันธุกรรม 23
รูปที่ 3.2 หลักการทางพันธุกรรม 25
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างโครโมโซม กรณีมีรถ 3 คัน แล้วมีลูกค้า 5 ราย 26
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของวิธี Genetic Algorithm 27
รูปที่ 3.5 พื้นฐานการไหลของข้อมูล 28
รูปที่ 3.6 ผังงานแสดงการวางแผนการทำงานของโปรแกรม 29
รูปที่ 3.7 โครโมโซมที่ 1 32
รูปที่ 3.8 การคัดเลือกโครโมโซม 33
รูปที่ 3.9 คู่โครโมโซม 1 คู่ที่จับคู่กัน 33
รูปที่ 3.10 จุดตัดที่คอมพิวเตอร์สุ่มมาได้ 34
รูปที่ 3.11 โครโมโซมที่ได้หลังจาก Crossover 34
รูปที่ 3.12 รถคันที่ 2 ในลูกค้ารายที่ 1 ถูกเลือก 35
รูปที่ 3.13 โครโมโซมที่ได้หลังจากการการกลายพันธ์ (Mutation) 35
รูปที่ 4.1แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม 38
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Setting 39
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Test Data 40
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของดปรแกรมเมื่อกดปุ่ม OK 41
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Test Data ในหน้าจอดังกล่าว 41
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Start 42
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อโปรแกรมคำนวณเสร็จ 42
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดแถบที่ชื่อว่า "โครโมโซมที่ดีที่สุด" 43
รูปที่ ผก 1 แสดงการติดตั้งโปรแกรม ..... ผก 2
รูปที่ ผก 2 แสดงการ Install โปรแกรม ..... ผก 3
รูปที่ ผก 3 แสดงการเปิดโปรแกรม ..... ผก 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ผก 4 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรม..... ผก 5
รูปที่ ผก 5 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Setting..... ผก 5
รูปที่ ผก 6 แสดงหน้าต่างที่ 2 ของโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม OK..... ผก 6
รูปที่ ผก 7 แสดงหน้าจอของโปรแกรมขณะที่โปรแกรมกำลังคำนวณ..... ผก 7
รูปที่ ผก 8 แสดงหน้าจอเมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จ..... ผก 7
รูปที่ ผก 9 แสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม..... ผก 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันองค์กรธุรกิจต่างๆมีการตระหนักถึงความสามารถทางการแข่งขัน ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดขององค์กร ซึ่งการเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่องค์กรธุรกิจจะต้องมีการวางแผนกลยุทธ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เปรียบคู่แข่งทางธุรกิจ และแผนกลยุทธ์ที่สำคัญด้านหนึ่ง คือ แผนกลยุทธ์ทางด้านโลจิสติกส์ กลยุทธ์ด้านโลจิสติกส์ที่องค์กรเลือกใช้จะถูกกำหนดโดยการที่องค์กรพิจารณาปัจจัยแวดล้อมทางธุรกิจอย่างรอบด้าน เช่น คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย เป็นต้น ถ้าหากองค์กรเลือกกลยุทธ์การตอบสนองลูกค้าที่รวดเร็ว การขนส่งและการจัดเส้นทางขนส่งจะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญโดยมีเป้าหมายเพื่อลดระยะเวลานำให้กับลูกค้า หรือเพื่อส่งมอบทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ ถ้าหากองค์กรวางแผนกลยุทธ์ด้านต้นทุนต่ำ การขนส่งและการจัดเส้นทางก็จะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในการปฏิบัติว่าจะจัดเส้นทางการขนส่งอย่างไรจึงจะเหมาะสมเพื่อเป้าหมายในการลดต้นทุน องค์กรการผลิตส่วนใหญ่จะมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขนส่งสินค้าหรือบริการ ซึ่งโดยปกติจะมีการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งในโซ่อุปทานที่สำคัญมากคือ การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง เนื่องจากการตัดสินใจนี้เกี่ยวข้องกับต้นทุนโลจิสติกส์โดยตรง อีกทั้งมีผลกระทบโดยตรงกับความพึงพอใจของลูกค้าในด้านระยะเวลาการส่งมอบ ผู้รับผิดชอบต้องตัดสินใจว่าจะจัดสินค้าของลูกค้ารายใดไว้ที่พาหนะคันใด และตารางการเดินทางของพาหนะแต่ละคันจะเดินทางไปหาลูกค้าแต่ละรายด้วยลำดับอย่างไรจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ปัญหานี้มีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายประการ กล่าวคือ ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายต้องการไม่เท่ากัน ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของพาหนะแต่ละคัน ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับลูกค้าแต่ละราย และระยะทางระหว่างลูกค้ารายหนึ่งไปยังลูกค้าอีกรายหนึ่ง เป็นต้น ด้วยข้อจำกัดต่างๆดังกล่าว ทำให้การบริหารจัดการในการจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่งทำได้ไม่ง่ายนัก เนื่องจากมีทางเลือกเกิดขึ้นมากมาย

หลักการทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อน มีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมากและค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ใช้งาน ถ้าใช้งานให้เหมาะสมกับปัญหาคำตอบที่ได้ค่อนข้างจะเป็นคำตอบที่น่าเชื่อถือ และใช้งานได้จริง โดยให้ผลดีที่สุดอีกด้วย

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการจัดเส้นทางและตารางการขนส่งขององค์กร แม้ว่าจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างโปรแกรมมาวิเคราะห์ แต่ก็คุ้มค่าเพราะช่วยลดเวลาในการคำนวณ และคำตอบที่ได้ก็มีความแม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้ลดค่าใช้จ่ายไปด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้เราจึงนำแนวคิดการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้วิเคราะห์การจัดเส้นทางและตารางการขนส่งมาผนวกกับหลักการทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้โปรแกรมที่สามารถ คำนวณหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง โดยโปรแกรมนี้จะได้จากการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Visual Basic ซึ่งสามารถนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Windows ทั่วๆไป ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก อีกทั้งโปรแกรมที่ได้ควรจะมีความยืดหยุ่นพอที่จะนำไปใช้ได้กับปัญหาการขนส่งอื่นๆ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางและตารางการขนส่งสำหรับยานพาหนะจากหลักการวิธีเชิงพันธุกรม(Genetic Algorithm)

1.2.2 หาเส้นทางการขนส่ง(ระยะทางสั้นที่สุด)และลำดับการขนส่งที่เหมาะสมโดยที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1.3.1 เขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic โดยการจำลองหลักการวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

1.3.2 ศึกษาการจัดเส้นทางด้วยวิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

1.3.3 เขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic โดยประยุกต์จากวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ลดเวลาในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่งโดยการใช้วิธีเชิงพันธุกรรม

1.4.2 ลดระยะทางหรือเส้นทางการส่งสินค้า ทำให้ช่วยประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายและช่วย ลดการเกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

1.4.3 เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้รถในการขนส่ง ส่งผลให้ไม่ใช้รถมากเกินจำนวนที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหา

Kidwai และคณะ (2005) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองของการจัดตารางเวลาของรถโดยสารโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรม แบบจำลองนี้ถือเป็นหนึ่งในสามองค์ประกอบที่สำคัญของวิธีการแก้ปัญหาสำหรับปัญหาการออกแบบเครือข่ายการขนส่ง ปัญหาการจัดตารางเวลามีการแก้ไขในสองขั้นคือ ในขั้นแรกต้องการความถี่ของรถโดยสารที่น้อยที่สุดในแต่ละเส้นทาง โดยรองรับน้ำหนักบรรทุกที่เป็นไปได้โดยพิจารณาแต่ละเส้นทางทีละเส้นทาง ในขั้นที่สองขนาดของรถในขั้นแรกจะยึดเป็นขนาดสูงสุด และลดขนาดลงอีกโดยพิจารณาในทุกเส้นทางพร้อมกันและใช้ GAs ในการแก้ปัญหา แบบจำลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง และเห็นผลได้

Shandiz,Khosravi และDoace (2009) ได้ศึกษาการใช้วิธีเชิงพันธุกรรมมาควบคุมไฟจราจรเพื่อให้มีการไหลสูงสุดในเส้นทาง ซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของการจราจร การตัดสินใจทำโดยขึ้นอยู่กับข้อมูลตัวแปรสุ่ม วิธีการนี้ทำให้การตัดสินใจในทางปฏิบัติง่ายขึ้น วิธีการนี้ถูกใช้ในการประมาณการสถานการณ์ในระยะยาว ในกระบวนการทำงานเซนเซอร์จะส่งข้อมูลมาที่คอมพิวเตอร์ จากนั้นขึ้นอยู่กับวิธีทางพันธุกรรมในการควบคุมเวลาของการปรับเปลี่ยนไฟเขียว ผลการทดลองขึ้นอยู่กับข้อมูลจริงของขนาดของแยกและระยะทางที่ผ่านแยกนั้น

Yokoyama (2002) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาระบบการกระจายสินค้า ที่ประกอบด้วยศูนย์การกระจายสินค้าและจุดบริการสินค้า ถือเป็นตัวแปรที่มีความน่าจะเป็นการกระจายที่คงที่ การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมีการสร้างคำสั่งไปที่แนวทาง แนวทางปกติของสินค้าจะมีการตรวจสอบเป็นระยะและพิจารณาการขนส่งไปพร้อมๆกัน การกำหนดจุดบริการสินค้าไปสู่จุดกระจายสินค้าเป็นสิ่งที่ไม่ตายตัว การตรวจสอบเป้าหมายของสินค้าและปริมาณการขนส่งมีความคาดหมายในการใช้ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าสินค้าและการขนส่งให้มีปริมาณน้อยที่สุด ในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้จะใช้การจำลองและโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้ในการคำนวณเพื่อปรับปรุงให้ดีที่สุด รวมไปถึงมีการใช้วิธีเชิงพันธุกรรมมาทำการทดสอบด้วยเช่นกันเพื่อทำการเปรียบเทียบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

Beltran และคณะ (2009) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาการจัดสรรรถโดยสารสาธารณะ เนื่องจากความบกพร่องของการขาดวิธีการเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่เกียวข้องกับพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม จึงได้นำเสนอวิธีการออกแบบเครือข่ายของการขนส่งหลายๆแบบ เพื่อเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการขนส่ง ขั้นตอนการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วย การสร้างวิธีการค้นหา (Heuristic) ในเส้นทางหลัก และใช้วิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อหาเส้นทางย่อยที่ดีที่สุดที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jeong,Sang และPark (2002) ได้วิจัยโดยนำเอาระบบคอมพิวเตอร์ร่วมกับการใช้กลไกทางพันธุกรรม เพื่อใช้พยากรณ์กิจกรรมที่จำเป็นในห่วงโซ่อุปทานสำหรับการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ทั่วไปใช้ได้กับการพยากรณ์ห่วงโซ่อุปทานที่เป็นแบบเชิงเส้นที่เป็นมูลเหตุที่เสนอและสัมประสิทธิ์มีการพิจารณาอย่างมีประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์วิธีการ GA (GGA) ได้ให้คำพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดและประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีอื่นๆที่ได้ทำการทดลอง

Zegordi, Abadi และNia (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพิจารณาการกำหนดเวลาของสินค้าและยานพาหนะใน 2 ระยะโดยระยะแรกมีผู้ผลิตมีอัตราในการผลิตแตกต่างกัน ในขั้นตอนที่สอง จะประกอบด้วยยานพาหนะในการขนส่งโดยรถแต่ละคนจะมีความเร็วและกำลังในการส่งแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีการสันนิษฐานว่า สินค้าส่งออกต่างมีเปอร์เซ็นต์แตกต่างกันและกำลังการขนส่งแต่ละคัน งานวิจัยนี้จึงนำมาประยุกต์ใช้ในการจักเส้นทางและตารางการขนส่งของรถในโรงงานอาหารสัตว์โดยวิธีที่เลือกใช้เป็นวิธีแก้ปัญหาแบบวิธีทางพันธุกรรม (GA) เพื่อมีประสิทธิ์ภาพที่ดีที่สุด

Bielli, Caramia และCarotenuto (2002) ได้ศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในเครือข่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพการขนส่ง จึงนำงานวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดเส้นทางและตารางการขนส่งได้โดยงานวิจัยนี้เป็นการใช้วิธีคิดทางพันธุกรรม (GA) ใช้ในการสร้างประชากร , เครือข่ายรถใหม่ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของรถเก่าและลดจำนวนยานพาหนะในเครือข่ายโดยไม่ต้องเพิ่มค่าเฉลี่ยในการเดินทาง สมาชิกของประชากรจะประเมินโดยคอมพิวเตอร์คำนวณค่า Fitness Function (FF) เพื่อวิเคราะห์ให้เป็นประสิทธิ์ภาพเพื่อเกิดเครือข่ายรถที่ดีที่สุดที่ตอบสนองความต้องการและการขนส่งได้

Teerawat Thepmanee และRuedee Masuchun (2010) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาการสร้างตารางในการวัดเซ็นเซอร์อุณหภูมิสำหรับการวัดในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการกำหนดเวลาการวัดหัววัดอุณหภูมิ ซึ่งวิธีการเดิมต้องใช้เวลามากและไม่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเซ็นเซอร์อุณหภูมิหลายตัวรอคอยสำหรับการวัดและวันที่ครบกำหนดได้ระบุไว้ล่วงหน้า โดยวิธีการใหม่นี้สามารถสร้างตารางเวลาที่ดีได้อย่างรวดเร็ว

2.2 แนวคิดทฤษฎี

ปัญหาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์เป็นปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อน เราต้องการคำตอบของการตัดสินใจที่ดีที่สุด ซึ่งอาจหมายถึง การมีประสิทธิภาพสูงสุด ผลกำไรสูงสุด หรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อยสุด เป็นต้น การมองปัญหาโลจิสติกส์ง่ายๆอย่างหนึ่ง อาจเริ่มจากสิ่งที่ใกล้ตัวเรา ปัญหาการจัดการการขนส่งเป็นปัญหาที่มีลักษณะซ้อนกันอยู่ 2 ปัญหา คือ ปัญหาแรกเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดสินค้าลงพาหนะว่าจะสินค้าของลูกค้ารายใดไว้ที่รถคันใด ซึ่งมีข้อจำกัดคือ จำนวนพาหนะที่องค์กรมีอยู่ ปริมาณบรรทุกของพาหนะแต่ละคัน และปริมาณสินค้าที่ต้องการของลูกค้าแต่ละราย ปัญหาที่สอง คือปัญหาในการจัดเส้นทางการขนส่ง ผู้จัดการจะต้องเลือกเส้นทางเดินของพาหนะไปส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลังจึงจะบรรลุเป้าหมายที่องค์กรกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โลจิสติกส์

2.2.2.1 <u>ความหมายของโลจิสติกส์</u>

เนื่องจากโลจิสติกส์เป็นองค์ประกอบสำคัญของเศรษฐกิจระดับประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดถึงคำนิยามจำเพาะให้แน่ชัด โดยโลจิสติกส์อาจถูกเรียกได้หลายๆชื่อ ดังนี้

- โลจิสติกส์ทางธุรกิจ (Business logistic)
- การจัดการช่องทาง (การจำหน่าย) (Channel management)
- การกระจาย (สินค้า) (Distribution)
- โลจิสติกส์ทางอุตสาหกรรม (Industrial logistic)
- การจัดการโลจิสติกส์ (Logistic management)
- การกระจายวัตถุ (Physical distribution)
- การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain management)
- การจัดการพัสดุ (Supply management)
- การจัดการวัสดุ (Materials management)

ความหมายของคำต่างๆ เหล่านี้โดยรวมแล้ว คือ การบริหารกระบวนการไหลของสินค้าหรือวัตถุดิบจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่มีการใช้สินค้าหรือวัตถุดิบนั้น และในบางกรณีก็ไปยังจุดที่ทำลายสินค้านั้น คำนิยามที่ใช้นิยามในการจัดการโลจิ-สติกส์ในระดับสากลนั้นจะเป็นคำนิยามจาก The Council of Logistic Management (CLM) ซึ่งเป็นองค์กรทางวิชาชีพทางด้านคลจิสติกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้นิยามการจัดการด้านโลจิสติกส์ไว้ว่า กระบวนการในการวางแผน ดำเนินการ และควบคุมประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการไหล การจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้าคงคลังในกระบวนการ สินค้าสำเร็จรูป และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่มีการใช้งาน โดยมีเป้าหมายเพื่อสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

จากคำจำกัดความนี้จะเห็นได้ว่า CLM ได้อธิบายความหมายของโลจิสติกส์รวมความถึงกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าและบริการทั้งภาคการผลิตและภาคการบริการ ในส่วนภาคการบริการนั้นก็ได้แก่ ส่วนงานภาครัฐ โรงพยาบาล ธนาคาร การค้าส่งและค้าปลีก นอกจากนี้เรายังต้องพิจารณาถึงการจัดการขั้นสุดท้าย/การขจัด การแปรสภาพหรือการนำสินค้ากลับมาใช้ เนื่องจากโลจิสติกส์มีขอบข่ายของความรับผิดชอบที่สูงขึ้น เช่น การขจัดหับห่อวัตถุดิบเมื่อส่งสินค้าถึงจุดหมายปลายทางแล้ว และการกำจัดอุปกรณ์เก่าที่ไม่ใช้แล้ว เป็นต้น

การจัดการโลจิสติกส์นั้นขึ้นอยู่กับทรัพยากรธรรมชาติ ทรัพยากรมนุษย์ การเงิน และสารสนเทศเป็นข้อมูลนำเข้าโดยผู้ขายหรือผู้จัดส่งจะเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบ โลจิสติกส์จะเข้ามาสู่กระบวนการจัดการตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ การปฏิบัติงานระหว่างทำการดำเนินการและสิ้นสุดลงเมื่อทำการผลิตสินค้าได้สำเร็จ ผู้บริหารจะเป็นผู้เตรียมกรอบการปฏิบัติงานด้านโลจิสติกส์ตั้งแต่การวางแผน การปฏิบัติ และการควบคุมผลได้ของระบบโลจิสติกส์คือ ความได้เปรียบในเชิงการแข่งขัน เวลา และสถานที่ ประสิทธิภาพในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าและบริการด้านอื่นๆซึ่งทำให้โลจิสติกส์กลายเป็นทรัพย์สินขององค์กร ผลได้เหล่านี้สามารถสร้างได้โดยการดำเนินการกิจกรรมทางด้านโลจิสติกส์อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 พัฒนาการของโลจิสติกส์

พัฒนาการของโลจิสติกส์ในช่วงตั้งแต่ปี ค.ศ.1900 เป็นต้นมา อาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

โลจิสติกส์ด้านการทหาร โลจิสติกส์ได้เริ่มเป็นที่รู้จักและได้รับความสำคัญในครั้งแรกสืบเนื่องมาจากชัยชนะของฝ่ายสัมพันธมิตรในสงครามโลกครั้งที่ 2 และต่อมาคือในสงครามอ่าวเปอร์เซียในระหว่างปี 1990-1991 ซึ่งความสามารถในการกระจายแบะจัดเก็บยุทธภัณฑ์และกำลังพลอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเป็นกุญแจสำคัญในชัยชนะของกองทัพสหรัฐฯในครั้งนั้น

การลดกฎระเบียบ ในอุตสากรรมการขนส่งในปลายทศวรรษ 1970 จนถึงต้นทศวรรษ 1980 ทำให้เรามีทางเลือกที่หลากหลายขึ้น และยังเป็นการเพิ่มการแข่งขันระหว่างการขนส่งในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นผู้ขนส่งจะต้องเพิ่มความสร้างสรรค์ มีการปรับเปลี่ยนที่รวดเร็ว ในความสำคัญกับลูกค้า และมุ่งเน้นการแข่งขันเพื่อให้กิจการประสบความสำเร็จมายิ่งขึ้น ซึ่งทำให้สามารถเจรจาต่อรองในด้านอัตราค่าขนส่ง เงื่อนไข และบริการที่พวกเขาจะได้รับจากการขนส่งที่ดีที่สุดและคุ้มค่าต่อเงินที่เสียไปอย่างที่สุดได้มากขึ้น

การแข่งขันที่รุนแรง จากการที่อัตราดอกบี้ยและต้นทุนด้านพลังงานเพิ่มสูงขึ้น โลจิสติกส์จึงได้รับความสนใจมากยิ่งขึ้นจากการที่โลจิสติกส์เป็นต้นทุนในการดำเนินงานที่สำคัญตัวหนึ่ง ต้นทุนจากโลจิสติกส์จึงเป็นสิ่งที่กำหนดความอยู่รอดของหลายๆองค์กร นอกจากนี้อุตสาหกรรมยุคโลกาภิวัตน์ยังได้ส่งผลกระทบในหลายแนวทางต่อไปนี้คือ

- การแข่งขันระดับโลกจากต่างประเทศมากยิ่งขึ้น เป็นเหตุให้องค์กรต่างๆต้องปรับตัวเพื่อสร้างความแตกต่าง ทั้งในด้านตัวองค์กรเองและตังสินค้า โลจิสติกส์จะเป็นตัวตัดสินเนื่องจากองค์กรภายในประเทศต้องเพิ่มความน่าเชื่อถือและมีการตอบสนองที่รวดเร็วต่อตลาดที่อยู่ใกล้เคียงมากกว่าคู่แข่งที่อยู่ไกลออกไปในต่างประเทศ
- องค์กรที่มีการซื้อขายระหว่างประเทศจะพบว่าโซ่อุปทานระหว่างองค์กรกับคู่ค้าจะมีความยาวเพิ่มขึ้น มีต้นทุนสูงขึ้น และมีความซับซ้อนมายิ่งขึ้น การบริหารโลจิสติกส์ที่ยอดเยี่ยมจึงมีความจำเป็นเพื่อสร้างโอกาสในการแข่งขันอย่างเต็มที่ทั่วโลก

2.2.2.3 บทบาทของโลจิสติกส์

โลจิสติกส์เป็นกุญแจสำคัญในระบบเศรษฐกิจ คือ

- โลจิสติกส์เป็นรายจ่ายที่สำคัญสำหรับธุรกิจต่างๆ และจะส่งผลกระทบและได้รับผลกระทบจากกิจกรรมอื่นในระบบเศรษฐกิจ การปรับปรุงประสิทธิผลของกระบวนการด้านโลจิสติกส์จะส่งผลโดยตรงต่อการปรับปรุงสภาพเศรษฐกิจโดยรวมให้ดีขึ้นได้
- โลจิสติกส์ได้รองรับการเปลี่ยนแปลงและกระบวนการของธุรกรรมทางเศรษฐกิจ และได้กลายเป็นกิจกรรมสำคัญในด้านการสนับสนุนการขายเสมือนหนึ่งเป็นสินค้าและบริการด้วย เพื่อให้เข้าใจบทบาทดังกล่าวโดยใช้มุมมองจากทั้งระบบ
- โลจิสติกส์เป็นการเพิ่มอรรถประโยชน์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 ประเภท คือ อรรถประโยชน์ด้านรูปลักษณ์ อรรถประโยชน์ด้านความเป็นเจ้าของ อรรถประโยชน์ด้านเวลา และอรรถประโยชน์ด้านสถานที่ อรรถประโยชน์ด้านรูปลักษณ์และอรรถประโยชน์ด้านความเป็นเจ้าของนี้ จะไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับโลจิสติกส์เลย ถ้าหากว่าไม่มีความต้องการในการนำสินค้าที่ลูกค้าต้องการ เพื่อบริโภคหรือเพื่อการผลิตไปยังสถานที่ที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ในสภาพที่ต้องการ และในต้นทุนที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4 กิจกรรมหลักของโลจิสติกส์

กิจกรรมเหล่านี้จะใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดกำเนิดไปยังจุดบริโภค กิจกรรมต่างๆ จะอยู่ในขอบข่ายกระบวนการโลจิสติกส์ทั้งหมดนี้ ประกอบด้วย

- การบริการลูกค้า
- การพยากรณ์และการวางแผนอุปสงค์
- การบริหารสินค้าคงคลัง
- การติดต่อสื่อสารด้านโลจิสติกส์
- การจัดการวัตถุดิบ
- กระบวนการสั่งซื้อ
- การหีบห่อและบรรจุภัณฑ์
- อะไหล่และการให้บริการ
- การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า
- การจัดหาสินค้า/วัตถุดิบ
- การจัดการสินค้ารับคืน
- โลจิสติกส์ย้อนกลับ
- การจราจรและการขนส่ง
- คลังสินค้าและการจัดเก็บสินค้า

การประสานกันของกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้เพื่อบรรลุถึงความร่วมมือกันในการวางแผน การดำเนินการ การควบคุมสินค้าและการบริการ และการไหลของข้อมูลผ่านองค์กรอย่างประสานสอดคล้องมีประสิทธิภาพคือสิ่งที่รู้จักกันทุกวันนี้ว่าโลจิสติกส์

สรุป การจัดการโลจิสติกส์ คือ กระบวนการจัดการและกระบวนการสารสนเทศ ที่ทำหน้าที่เหมือนเป็นแกนกลางในการแสวงหาแหล่งวัตถุดิบและการบริการ การจัดหา การเก็บสินค้าเข้าคลัง และการจัดส่งผลิตภัณฑ์ ที่ถูกต้องไปยังสถานที่ที่ถูกต้องในเวลาที่พอเหมาะ โดยมีการเก็บสินค้าคงคลัง การสิ้นเปลืองเวลา ค่าใช้จ่าย ความเพียรพยายาม และเงินให้น้อยที่สุดเพื่อที่จะทำให้ลูกค้าพึงพอใจ อย่างมีประสิทธิผล

2.2.2 การขนส่ง

2.2.2.1 ความหมายของการขนส่ง

นิภาพร หมูดเด็ด และสายชล บุญมีได้ระบุไว้ว่า การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การลำเลียงหรือเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสิ่งของด้วยอุปกรณ์การขนส่ง ในทาธุรกิจ การขนส่งเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าและบริการจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคหรือเป็นการเคลื่อนวัตถุดิบไปยังโรงงานเพื่อทำการผลิตสินค้าหรือบริการ โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนส่งเป็นพาหนะพาไปตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของการขนส่ง การขนส่งทุกประเภทมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- ผู้ประกอบการขนส่ง หมายถึง ผู้ดำเนินกิจการขนส่ง ได้แก่ เจ้าของกิจการขนส่งเจ้าของอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่งอาจดำเนินงานโดยเอกชนหรือรัฐบาลก็ได้
- เส้นทางการขนส่ง หมายถึง ทางที่ใช้ในการขนส่ง เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ถนน
- เครื่องมือ – อุปกรณ์ขนส่ง หมายถึง เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการขนส่ง เช่น เรือ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน เป็นต้น
- สถานีรับ – ส่ง หมายถึง สถานที่ที่กำหนดให้เป็นจุดรับ-ส่งสิ่งที่ทำการขนส่ง เช่น ป้ายจอดรถประจำทาง สนามบิน สถานีรถไฟ ท่าเรื่อ เป็นต้น

ลักษณะของการขนส่งที่ดี การขนส่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์และการดำเนินธุรกิจ ดังนั้น เพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพ ควรมีลักษณะการขนส่งที่ดีดังนี้

- มีความปลอดภัย ซึ่งในการขนส่งต้องมีระบบการป้องกันการสูญเสียที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งที่ทำการขนส่ง การขนส่งมีประสิทธิภาพควรมีลักษณะที่ปลอดภัย
- มีความรวดเร็วตรงต่อเวลา ทันเวลาตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันการแข่งขันด้านธุรกิจค่อนข้างสูง ถ้าการขนส่งไม่รวดเร็วตรงเวลาย่อมทำให้ไม่ทันคู่แข่งขัน และสินค้าบางประเภทมีขอจำกัดในเรื่องของเวลา เช่น ผลไม้ ดอกไม้ สิ่งมีชีวิตถ้าขนส่งล่าช้าจะทำให้สินค้าเน่าเสียทำให้ธุรกิจเสียหายได้
- ประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งการขนส่งถือว่าเป็นต้นทุนประเภทหนึ่งของการประกอบธุรกิจ ดังนั้นผู้ประกอบธุรกิจต้องเลือกการขนส่งที่เหมาะสมและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ เพื่อทำให้ธุรกิจมีกำไรมากขึ้น
- มีความสะดวกสบาย ผู้ประกอบธุรกิจต้องเลือกวิธีการขนส่งที่เหมาะสมและมีความสะดวกสบาย เพื่อจะได้ทำให้การดำเนินธุรกิจมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

2.2.2.2 <u>ประเภทของการขนส่ง</u>

ปัจจุบันการขนส่งมีความเจริญก้าวหน้า และมีพัฒนาการมากยิ่งขึ้น มีวิธีขนส่งให้ผู้ประกอบธุรกิจเลือกหลายวิธี ผู้ประกอบธุรกิจต้องเลือกวิธีการขนส่งให้เหมาะกับธุรกิจของตนเอง ซึ่งสามารถจำแนกการขนส่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

1) การขนส่งทางน้ำ (Water Transportation)

การขนส่งทางน้ำ เป็นวิธีการขนส่งเก่าแก่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยการใช้แม่น้ำลำคลองเป็นเส้นทางลำเลียงสินค้า รวมถึงการขนส่งทางทะเลซึ่งส่วนใหญ่ใช้สำหรับการส่งสินค้าระหว่างประเทศ การขนส่งทางน้ำนี้เหมาะกับสินค้าที่มีขนาดใหญ่ ขนส่งได้ปริมาณมากเป็นสินค้าที่ยากแก่การเสียหาย เช่น ทราย แร่ ข้าวเปลือก เครื่องจักร ยางพารา เป็นต้น

ส่วนประกอบของการขนส่ง

ก. ผู้ประกอบการขนส่งทางน้ำ
ข. อุปกรณ์การขนส่ง คือ เรือ เรือโดยสาร เรือสินค้า และเรือเฉพาะกิจ เช่น เรือลากจูง เรือประมง ฯลฯ
ค. ท่าเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. เส้นทางเดินเรือ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

- เส้นทางเดินเรือภายในประเทศ
- เส้นทางเดินเรือชายฝั่งทะเล
- เส้นทางเดินเรือระหว่างประเทศ

ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางน้ำ

ตารางที่ 2.1 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางน้ำ

ข้อดี	ข้อเสีย
1.อัตราค่าขนส่งถูกกว่าเมื่อเทียบกับการขนส่งทางอื่น	1.มีความล่าช้าในการขนส่งมาก
2.ขนส่งได้ปริมาณมาก	2.ในฤดูน้ำลดหรือฤดูร้อน น้ำอาจมีน้อย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขนส่งเพราะเรือเกยตื้นได้
3.มีความปลอดภัย	3. ไม่สามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนในการขนส่งได้ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศและภูมิประเทศ
4.สามารถส่งได้ระยะไกลๆ	

2) การขนส่งทางบก (Road or Motor transportation) จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1) การขนส่งทางรถไฟ (Railroad)

การขนส่งทางรถไฟ เป็นเส้นทางการคมนาคมที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ดำเนินงานโดยการรถไฟแห่งประเทศไทย ซึ่งถือว่าเป็นรัฐวิสาหกิจเหมาะสำหรับการขนส่งสินค้าหนักๆ ปริมาณมากและในระยะไกล อัตราค่าบริการไม่แพง การขนส่งทางรถไฟจะมีกำหนดเวลาออกและถึงจุดหมายปลายทางในระยะเวลาแน่นอนและมีความปลอดภัยจากการเสียหายของสินค้า

ส่วนประกอบของการขนส่งทางรถไฟ

- ผู้ประกอบการ ได้แก่ การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.)
- ขบวนการรถไฟ คือ อุปกรณ์ขนส่งทางรถไฟ ได้แก่
  - ก. ขบวนรถไฟโดยสาร ใช้ขนส่งผู้โดยสาร
  - ข. ขบวนรถไฟสินค้า ใช้ขนส่งสินค้า มี 3 ประเภท คือ
    - รถปิด คือ รถไฟที่ปิดทุกด้าน เหมาะสำหรับการขนส่งสินค้าที่เสียหายง่ายเมื่อถูกแดดถูกฝน
    - รถเปิด คือ รถไฟที่ไม่มีหลังคา เหมาะสำหรับการขนส่งสินค้าที่ไม่เสียหายเมื่อถูกแดดถูกฝน
    - รถเฉพาะกิจ คือ รถไฟที่ออกแบบใช้เฉพาะงาน เช่น รถบรรทุกน้ำมัน รถบรรทุกปูนซีเมนต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถไฟ

ตารางที่ 2.2 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถไฟ

ข้อดี	ข้อเสีย
1.ประหยัด ขนส่งสินค้าได้จำนวนมาก หลายชนิด	1. ไม่สามารถขนส่งสินค้าได้ถึงที่ต้องการขนถ่ายได้
2.รวดเร็ว สามารถขนส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดเวลาที่ต้องการ	2.ความยืดหยุ่นมีน้อย เพราะมีเส้นทางตายตัว
3.สะดวก เพราะมีตู้หลายชนิดให้เลือกเพื่อความหมาะสมกับสินค้า	3.มีความคล่องตัวน้อยกว่าการขนส่งแบบอื่น เพราะมีกฎระเบียบมาก
4.ปลอดภัยสูงเมื่อเทียบกับเส้นทางอื่น	4.ไม่เหมาะสมกับผู้ส่งสินค้ารายย่อย ปริมาณน้อย
5.ขนส่งได้ทุกสภาพดินฟ้าอากาศ	

2.2) การขนส่งทางรถยนต์ (Motor transportation) หรือรถบรรทุก (Truck Transportation)

การขนส่งทางรถยนต์หรือรถบรรทุก ถือว่าเป็นหัวใจของการขนส่งทางบก ทั้งนี้ในปัจจุบันรัฐบาลได้มีการสร้างถนน ขยายถนนเชื่อมโยงจังหวัดต่างๆ ได้อย่างทั่วถึง โดยมีกรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางการขนส่ง ซึ่งการขนส่งทางรถยนต์หรือทางรถบรรทุกสามารถแก้ปัญหาในด้านการจำหน่ายสินค้าของพ่อค้าได้เป็นอันมาก เพราะการขนส่งสินค้าสะดวก รวดเร็ว สามารถส่งสินค้าไปถึงผู้ใช้ได้โดยตรง

ส่วนประกอบของการขนส่งทางรถยนต์หรือรถบรรทุก

- ผู้ประกอบการ อาจเป็นรัฐหรือเอกชนดำเนินการก็ได้ หรือเป็นการดำเนินการร่วมกันก็ได้
- อุปกรณ์ในการขนส่ง ได้แก่ รถยนต์และรถบรรทุก
- ถนนหรือเส้นทางเดินรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถยนต์หรือรถบรรทุก

ตารางที่ 2.3 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางรถยนต์หรือรถบรรทุก

ข้อดี	ข้อเสีย
1.บริการได้ถึงที่โดยไม่ต้องมีการขนถ่าย	1.ค่าขนส่งสูงเมื่อเทียบกับการขนส่งทางรถไฟ
2.ขนส่งสินค้าได้ตลอดเวลาตามความต้องการของลูกค้า	2.มีความปลอดภัยต่ำ เกิดอุบัติเหตุบ่อย
3.สะดวก รวดเร็ว	
4.เหมาะกับการขนส่งระยะสั้นและระยะกลาง	3.ขนส่งสินค้าได้ปริมาณและขนาดจำกัด
5.เป็นตัวเชื่อมในการขนส่งแบบอื่นที่ไม่สามารถไปถึงจุดหมายได้โดยตรง	4.กำหนดเวลาแน่นอนไม่ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรและดินฟ้าอากาศ

3) การขนส่งทางอากาศ (Air Transportation)

การขนส่งทางอากาศมีความสำคัญมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะการขนส่งระหว่างประเทศเพราะทำการขนส่งได้รวดเร็วกว่าการขนส่งประเภทอื่นๆ ไม่เสียเวลาในการขนส่งนาน สะดวกและปลอดภัย เหมาะกับการขนส่งสินค้าประเภทที่สูญเสียง่าย เช่น ผัก ผลไม้ ดอกไม้ เป็นต้น หรือสินค้าต้องการสั่งจองมาด้วยความรวดเร็วแก่การใช้งาน ถ้าล่าช้าอาจเกิดความเสียหายได้ไม่เหมาะกับสินค้าที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากและสินค้าราคาถูกๆ ไม่รีบร้อนในการขนส่ง ซึ่งการขนส่งประเภทนี้ทำให้ธุรกิจสามารถขยายตัวได้รวดเร็วทั้งในและต่างประเทศ แต่ค่าใช้จ่ายแพงกว่าการขนส่งประเภทอื่น

ส่วนประกอบของการขนส่งทางอากาศ

- ผู้ประกอบการ ได้แก่ บริษัทการบินให้บริการขนส่งทั้งผู้โดยสาร และสินค้าทั้งภายใน และ ระหว่างประเทศ
- อุปกรณ์ในการขนส่ง ได้แก่ เครื่องบิน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ
  ก. เครื่องบินโดยสาร ให้บริการขนส่งผู้โดยสาร
  ข. เครื่องบินบรรทุกสินค้า ให้บริการขนส่งเฉพาะสินค้า
  ค. เครื่องบินแบบผสม ให้บริการทั้งผู้โดยสาร และสินค้าภายในลำเดียวกัน
- เส้นทางบิน คือ เส้นทางที่กำหนดจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งมี 2 ลักษณะ คือ
  ก. เส้นทางในอากาศ
  ข. เส้นทางบนพื้นดิน
- สถานีในการขนส่งหรือท่าอากาศยาน เป็นบริเวณที่ใช้สำหรับการขึ้นลงของเครื่องบิน ประกอบด้วย
  ก. อาคารสถานี
  ข. ทางวิ่งและทางขับ
  ค. ลานจอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางอากาศ

ตารางที่ 2.4 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางอากาศ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สะดวก รวดเร็วที่สุด 2. สามารถขนส่งกระจายไปทั่วถึงได้อย่างกว้างขวางทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ 3. สามารถขนส่งไปในท้องถิ่นที่การขนส่งประเภทอื่นไปไม่ถึงหรือไปยากลำบาก 4. เหมาะกับการขนส่งระยะไกลๆ 5. เหมาะกับการขนส่งสินค้าที่เสียง่าย จำเป็นต้องถึงปลายทางรวดเร็ว 6. ขนส่งได้หลายเที่ยวในแต่ละวัน เพราะเครื่องบินขึ้นลงได้รวดเร็ว	1. ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงกว่าประเภทอื่น 2. จำกัดขนาดและน้ำหนักของสินค้าที่บรรทุกจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากไม่ได้ 3. บริการขนส่งได้เฉพาะเมืองที่มีท่าอากาศยานเท่านั้น 4. การขนส่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ 5. การลงทุนและค่าใช้จ่ายในการทำรุงรักษาอุปกรณ์สูง 6. มีความเสี่ยงภัยอันตรายสูง

4) การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transportation)

การขนส่งทางท่อ เป็นการขนส่งสิ่งของประเภทของเหลวและก๊าซผ่านสายท่อ เช่น น้ำประปา น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งการขนส่งทางท่อจะแตกต่างกับการขนส่งประเภทอื่น คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งไม่ต้องเคลื่อนที่ โดยเส้นทางขนส่งทางท่ออาจจะอยู่บนดิน ใต้ดินหรือใต้น้ำ ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ประเทศแรกที่ใช้ระบบการขนนส่งทางท่อ คือ ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับขนส่งสินค้าประเภทเชื้อเพลิง ปัจจุบันประเทศไทยใช้ระบบการขนส่งทางท่อสำหรับสินค้าประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ

ส่วนประกอบของการขนส่งทางท่อ

- ผู้ประกอบการ ซึ่งผู้ประกอบการที่สำคัญ ได้แก่ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย
- อุปกรณ์ในการขนส่ง ได้แก่ ท่อ หรือสายท่อ แบ่งเป็น
  ก. ท่อหลัก
  ข. ท่อย่อย
- สถานีในการขนส่ง ได้แก่ สถานีต้นทาง สถานีปลายทาง สถานีแยก สถานีสูบดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางท่อ

ตารางที่ 2.5 ข้อดีข้อเสียของการขนส่งทางท่อ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดต้นทุน เวลาในการขนย้ายสินค้า 2. สามารถขนส่งได้ทุกสภาพภูมิอากาศ 3. สามารถขนส่งได้ไม่จำกัดเวลาและปริมาณ 4. มีความปลอดภัยสูงจากการสูญหายหรือลักขโมย 5. กำหนดเวลาการขนส่งได้แน่นอนชัดเจน 6. ประหยัดค่าแรง เพราะใช้กำลังคนน้อย	1. ใช้ขนส่งได้เฉพาะสินค้าที่เป็นของเหลวหรือก๊าซเท่านั้น 2. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกสูง 3. ตรวจสอบหาจุดบกพร่องได้ยาก 4. ท่อหลักที่ใช้ขนส่งเมื่อวางแล้วเคลื่อนย้ายเปลี่ยนเส้นทางไม่ได้ 5. ไม่เหมาะกับการขนส่งในภูมิประเทศที่มีแผ่นดินไหวบ่อย

5) การขนส่งระบบคอนเทนเนอร์ (Container System)

การขนส่งระบบคอนเทนเนอร์ เป็นการพัฒนาการขนส่งอีกขั้นหนึ่ง โดยการบรรจุสินค้าที่จะขนส่งลงในตู้หรือกล่องเหล็กขนาดใหญ่ที่เรียกว่า คอนเทนเนอร์ แล้วทำการขนส่งโดย รถบรรทุก รถไฟ หรือเครื่องบินไปยังจุดหมายปลายทาง โดยไม่มีการขนถ่ายสินค้าออกจากตู้ระหว่างทำการขนส่งเที่ยวนั้น ซึ่งตู้คอนเทนเนอร์ต้องสร้างจากเหล็กที่ทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศ สามารถวางไว้กลางแจ้งได้ โดยปกติจะสร้างให้มีลักษณะแข็งแรงมาก เพื่อให้ทนทานต่อการยกขนถ่ายสินค้า และสับเปลี่ยนบรรทุกระหว่างรถบรรทุก รถไฟหรือเรือในการเคลื่อนย้ายตู้นี้จะใช้ปั้นจั่นในการขนย้าย และจากคุณสมบัติดังกล่าวตู้คอนเทนเนอร์จึงสามารถป้องกันสินค้าชำรุดเสียหายได้เป็นอย่างดี

ชนิดของตู้คอนเทนเนอร์

ตู้คอนเทนเนอร์หรือตู้สินค้าที่ใช้ในการขนส่งสินค้า เป็นตู้สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 8 ฟุต สูง 8 ฟุต ยาว 20,25,40,45 ฟุต ทำจากเหล็กหรืออลูมิเนียมที่ได้รับการผนึกอย่างดีกันไม่ให้น้ำเข้าในตู้ได้ใช้สำหรับบรรทุกสินค้า ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

- ตู้แห่งหรือตู้สินค้าทั่วไป เป็นตู้ทึบไม่มีแผ่นฉนวนอยู่ด้านใน ไม่มีเครื่องทำความเย็นติดตั้งหน้าตู้ ใช้บรรทุกสินค้าแห้งหรือสินค้าทั่วไป
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ แบ่งได้ดังนี้

ก. ตู้ห้องเย็น จะมีเครื่องทำความเย็นในตู้ภายในจะบุฉนวนทุกด้าน เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ด้านใน นิยมเก็บผักสด ผลไม้

ข. ตู้ฉนวน ภายในจะบุฉนวนด้วยโฟมทุกด้านเพื่อป้องกันความร้อนแผ่เข้าตู้ นิยมบรรทุกผัก

ค. ตู้ระบายอากาศเหมือนกับตู้เย็นแต่มีพัดลมแทนเครื่องทำความเย็นพัดลมจะดูดก๊าซอีเทอร์ลีนที่ระเหยออกจากตัวสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตู้พิเศษ ได้แก่

ก. ตู้แท็งเกอร์หรือตู้บรรจุของเหลว

ข. ตู้เปิดหลังคา

ค. ตู้แพลตฟอร์ม

ง. ตู้เปิดข้าง

จ. ตู้บรรทุกรถยนต์

ฉ. ตู้บรรทุกหนังเต็ม

ประโยชน์ของระบบตู้คอนเทนเนอร์

1. ทำให้ขนถ่ายสินค้าได้รวดเร็ว
2. ลดความเสียหายของสินค้าที่ขนส่ง และป้องกันการถูกโจรกรรมได้
3. ประหยัดค่าใช้จ่าย
4. สามารถขนส่งได้ปริมาณมาก
5. การสั่งจองเรือระวางเพื่อขนส่งสินค้าทำได้สะดวก
6. ตรวจนับสินค้าได้ง่าย

ประโยชน์ของการขนส่ง

1. ช่วยให้ตลาดสินค้าขยายขอบเขตออกไปกว้างขวางขึ้น สามารถส่งสินค้าไปจำหน่ายไกลๆ ได้

2. สามารถเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้ เพราะถ้าส่งสินค้าไปยังที่ที่สินค้าดังกล่าวปริมารน้อยคนต้องการ ย่อมทำให้สินค้าราคาแพงขึ้น

3. ทำให้เกิดการแบ่งงานกันทำ

4. ทำให้ไม่เกิดการกักตุนสินค้า เพราะการขนส่งมีได้ตลอดเวลาใช้เวลาไม่นานในการขนส่งแต่ละครั้ง

5. ทำให้ประชาชนเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ได้สะดวก

6. ทำให้ประชาชนมีงานทำ เพราะการขนส่งต้องใช้แรงงานระดับต่างๆ จำนวนมาก จึงทำให้เกิดอาชีพเกี่ยวกับการขนส่งและอาชีพอื่นที่เกี่ยวข้อง

2.2.3 ความหมายของการจัดการ

หลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อหาวิการที่จะทำงานให้สำเร็จลงได้ มีการทบทวนเรื่องอัตราค่าจ้างโดยพบว่ามีการเพิ่มค่าจ้างแรงงาน รวมถึงการกำหนดสวัสดิการต่างๆ เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจแก่พนักงาน การดำเนินงานในลักษณะดังกล่าวอาจเป็นการเริ่มต้นในการนำการจัดการมาใช้ในการทำงานอย่างเป็นระบบ

อนิวัช แก้วจำนงได้ให้ความหมายของคำว่า การจัดการ หมายถึง กระบวนการในการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้การวางแผน การจัดองค์กร การจัดการทรัพยากรมนุษย์ การนำและการควบคุมรวมถึงมีการประสานการทำงานทั้งภายในและภายนอกองค์การเพื่อให้การทำงานบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์โตและเซอร์โต (Certo and Certo, 2006) ได้กล่าวถึงหน้าที่หลักในการจัดการ ได้แก่

1. การวางแผน (Planning)
2. การจัดองค์กร (Organizing)
3. การจัดการทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource management)
4. การนำ (Leading)
5. การควบคุม (Controling)

2.2.4 วิธีการหาคำตอบโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ณกร อินทร์พยุง กล่าวไว้ว่า วิธีการหาคำตอบโดยวิธีเชิงพันธุกรรมได้ถูกคิดค้นครั้งแรก เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1975 โดย John Holland แนวคิดของวิธีนี้เลียนแบบขั้นตอนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ (Natural evolution) ตามคำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ชื่อ Charles Darwin "เผ่าพันธุ์ที่มีความแข็งแรงที่สุดเท่านั้นที่สามารถจะดำรงชีวิตอยู่ต่อไปได้" (Survival of the fittest) ดังนั้น วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm : GA) นั้นก็เป็นวิธีการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจอันหนึ่งที่เลียนแบบลักษณะของวิวัฒนาการ (Evolution algorithm) โดยตั้งอยู่บนแนวคิดของการเลือกเผ่าพันธุ์ธรรมชาติ (Natural selection) และวิธีการทางพันธุกรรม (Genetic) นอกจากนี้ วิธีเชิงพันธุกรรมอาจถูกพิจารณาว่าเป็นวิธีการหาคำตอบที่มีความฉลาดมากขึ้น (Intelligent search)

วิธีเชิงพันธุกรรมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อนและมีตัวแปร และเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นวิธีเมต้าฮิวรีสติกส์อันหนึ่ง เนื่องจากวิธี Simulated annealing (SA) และวิธีทาบู (Tabu search) เราทราบกันดีอยู่แล้วว่า วิธีฮิวรีสติกส์ใดๆจะให้คำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดเท่านั้น ซึ่งเราไม่สามารถประกัน หรือพิสูจน์ได้ว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือไม่

เนื่องจากวิทางพันธุกรรมนี้เลียนแบบวิธีทางพันธุกรรมทางธรรมชาติได้อย่างสมเหตุสมผล วิธีนี้จึงนับได้ว่าเป็นวิธีที่ค่อนข้างแพร่หลาย และถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหา การตัดสินใจในธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย เช่น การแยก DNA ในวงการแพทย์ การออกแบบขั้นตอนการตกผลึกในอุตสาหกรรมเคมี การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมผลิตการขนส่งและโลจิสติกส์ เป็นต้น เหตุผลอีกกประการหนึ่งคือ วีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมนี้มีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน และมีความยืดหยุ่นมาก (Generalisation) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจใดๆได้ทันที หรือเพียงแค่ดัดแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

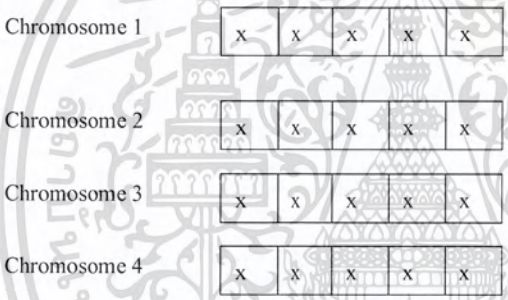
วิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม

1. การเขียนรูปแบบจำลองพันธุกรรมเพื่อแสดงกลุ่มคำตอบของปัญหา (Genetic representation)
2. การกำหนดประชากรเริ่มต้น (Initial generation หรือ population)
3. การประเมินค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือค่าฟิตเนส (Evaluation of fitness function)
4. ตัวดำเนินการวิวัฒนาการทางพันธุกรรม (Genetic operator) เพื่อที่จะสร้างพันธุกรรมรุ่นถัดไป (Next Generation)
5. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม

วิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมจะควบคุมการวิวัฒนาการของประชากร (Population) ของแต่ละโครโมโซม (บางครั้งใช้คำว่า Individual) ซึ่งโครโมโซมแต่ละอันจะประกอบไปด้วยกลุ่มของยีนเรียงตัวกันตามแนวยาว ความยาวของโครโมโซมจะถูกกำหนดโดยจำนวนยีน ซึ่งจะมีจำนวนไม่เท่ากันในแต่ละปัญหา ยีนแต่ละตัวสามารถมีค่าอะไรก็ได้ (Possible Value บางครั้งเรียกว่า Allele) ซึ่งแสดงในรูป 2.4

ประชากร (Population) = จำนวนโครโมโซมทั้งหมด

X = ยีน (Gene)



รูปที่ 2.1 ลักษณะของประชากร ยีน และโครโมโซม

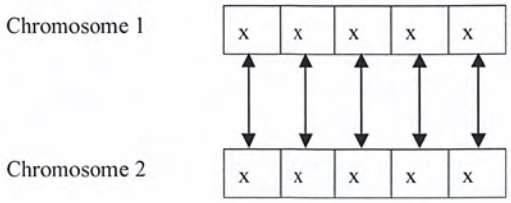
ที่มา : ณกร อินทร์พยุง (2548)

สมมติว่า P(t) เป็นประชากรรุ่น t แต่ละโครโมโซม (หรือ Individual) จะแสดง Potential solution ของปัญหายีนภายในโครโมโซมแต่ละตัวจะถูกประเมินค่าฟิตเนส (Fitness) โครโมโซมบางกลุ่มจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบของตัวเองโดยใช้ตัวดำเนินการวิวัฒนาการทางพันธุกรรม (Genetic operator) เพื่อที่จะสร้างจำนวนโครโมโซมใหม่ในประชากรรุ่นถัดไป โดยทั่วไป วิธีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของพันธุกรรม (Genetic transformation) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

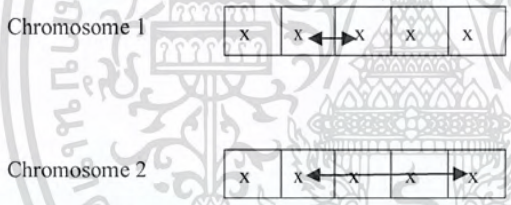
1. การข้ามฟาก (Crossover) เป็นการแลกเปลี่ยนยีน 2 อัน (หรือมากกว่า) ระหว่างโครโมโซม 2 อัน (หรือมากกว่า) เพื่อที่จะสร้างโครโมโซมอันใหม่ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมแบบข้ามฟาก

ที่มา : ณกร อินทร์พยุง (2548)

2. การผ่าเหล่า หรือหารสลับตำแหน่งของยีนภายในโครโมโซมแต่ละตัว (Mutation) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมแบบผ่าเหล่า

ที่มา : ณกร อินทร์พยุง (2548)

จากรูปที่ 2.2 และ 2.3 ประชากรที่ผลิตออกมา (ซึ่งอาจจะเป็นจำนวนโครโมโซมตัวเดียวหรือหลายๆตัว) เรียกว่า ประชากรรุ่นลูก (Offspring population) ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ C (t) และประชากรรุ่นลูกนี้จะถูกประเมินว่าให้ค่าฟิตเนสดีมากน้อยเพียงใด

ต่อจากนั้น จะสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New generation) ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนโครโมโซมหลายๆอันรวมกัน ในแนวคิดโดยทั่วไป จะเลือกโครโมโซมที่มีค่าฟิตเนสที่ดีกว่าโครโมโซมอันอื่นจากกลุ่มของประชากรบรรพบุรุษ (Parent population) และจากกลุ่มของประชากรรุ่นลูก (Offspring population) มาสร้างเป็นประชากรรุ่นใหม่ หลังจากที่วิธีเชิงพันธุกรรมได้ผลิตประชากรรุ่นใหม่ออกมาเป็นจำนวนหลายๆรุ่นเราจะได้ประชากรรุ่นใหม่ที่มีคุณภาพทางพันธุกรรมที่ดี (หรืออีกนัยหนึ่ง เราจะได้ Fitness ที่มีค่าเท่ากับหรือที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด) สังเกตด้วยว่าวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119339

หาคำตอบเชิงพันธุกรรมนี้ บางครั้งอาจจะถูกเรียกว่าวิธีการหาคำตอบโดยใช้กลุ่มประชากร (population-base search) ซึ่งแตกต่างไปจากวิธี SA และวิธีการทาบู ซึ่งเป็นการพัฒนาการหาคำตอบจากคำตอบอันหนึ่งไปยังอีกคำตอบหนึ่งซึ่งอาจเปรียบเสมือนได้กับพัฒนาของโครโมโซมเพียงจำนวน 1 ตัวไปยังโครโมโซมตัวใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่า ณ เวลานี้ เราคงเห็นภาพแล้วว่าวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมนั้นเอื้อประโยชน์ในการนำคอมพิวเตอร์หลายๆเครื่องมาช่วยในการคำตอบภายในเวลาเดียวกัน (Parallel computing)

ขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์ของวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมสามารถเขียนได้ดังนี้

```
Procedure: Genetic algorithm (GA)

Begin

        t ← 0;

        Initialize P (t);

        Evaluate P (t);

        While not stopping condition do

Begin

        Recombine P (t) to yield C (t);

        Evaluate C (t);

        Select P (t+1) from P (t) and C (t);

        t ← t+1

        end

end
```

สังเกตว่า ขั้นตอนการทำงานของวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ด้วยกัน นั่นคือ

1. การเลือกคำตอบที่มีค่าดีที่สุด (Best solution) เพื่อจะพัฒนาประชากรรุ่นใหม่ที่ดียิ่งขึ้น
2. การสำรวจพื้นที่ของคำตอบที่เป็นได้ (Exploration of the search space)

จะเห็นได้ว่าวิธีเชิงพันธุกรรมอาศัยการหาคำตอบแบบสุ่ม (Random sampling) จากพื้นที่ในการหาคำตอบ (Search space) และหวังว่าคำตอบ หรือโครโมโซมที่เลือกมานั้นจะนำไปสู่คำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นวิธีเชิงพันธุกรรมจึงมีขั้นตอนวิธีการค้นหาคำตอบทางคอมพิวเตอร์ (อัลกอริทึม) ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจต่างๆได้ง่าย กลยุทธ์ที่สำคัญในการพัฒนาวิธีการเชิงพันธุกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการที่จะแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมที่มีความสลับซับซ้อนมาก และขนาดใหญ่ ควรจะต้องคำนึงถึงการผสมผสานระหว่างการสำรวจพื้นที่ในการหาคำตอบที่ดี และการใช้ประโยชน์ข้อมูลที่สำรวจได้จากพื้นที่นั้นๆ ในการพัฒนาประชากรในรุ่นถัดไป (Next generation)

<u>โครงสร้างคำตอบแบบโครโมโซม (Chromosome encoding)</u>

การเริ่มต้นเมื่อเลือกที่จะใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจหนึ่งๆ นั้น คือ การสร้างแนวคิดที่จะแปลงชุดข้อมูลของคำตอบให้อยู่ในรูปแบบของยีน และโครโมโซมซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่งในการบ่งบอกว่าคุณภาพของคำตอบที่ได้จะดีหรือไม่ โดยทั่วไปการแปลงชุดของคำตอบให้อยู่ในรูปแบบของยีน และโครโมโซม จะใช้โครงสร้าง 3 ลักษณะ คือ

1. โครงสร้างแบบไบนารี คือ การเขียนแทนชุดคำตอบด้วยตัวเลข 0 หรือ 1 ประกอบกันเป็นแนวยาวตามจำนวนของยีน

รูปที่ 2.4 โครงสร้างคำตอบแบบไบนารี

ที่มา : ณกร อินทร์พยุง (2548)

บางครั้งศัพท์ทางคอมพิวเตอร์จะเรียกโครโมโซมว่า String และเรียกว่า Bit นอกจากนี้มีหนังสือหลายเล่มจะเรียกยีนแทนชื่อโครโมโซมก็ได้ ซึ่งหมายถึงยีนจำนวนหลายๆตัวเรียงติดกัน จากรูปที่ 2.7 อาจจะใช้ตัวแปร หรือยีนที่มีค่าแบบไบนารี (0 หรือ 1) ในแต่ละตำแหน่ง เช่น โครโมโซม คือการกำหนดการทำงานของรถบรรทุกคันหนึ่งๆ ยีนแต่ละตัว คือ ตัวแปรในการตัดสินใจว่ารถบรรทุกคันนั้นจะไปรับสินค้าที่ลูกค้าแต่ละคนหรือไม่ถ้ารถบรรทุกถูกกำหนดให้ไปรับสินค้าที่ลูกค้าคนนั้นให้มีค่าเท่ากับ 1 และถ้ารถบรรทุกไม่ได้ถูกกำหนดให้ไปรับสินค้าที่ลูกค้าคนนั้นให้มีค่าเท่ากับ 0

	Customer no.					
	1	2	3	4	5	6
Chromosome	0	1	1	0	1	0

รูปที่ 2.5 โครงสร้างคำตอบแบบไบนารี

ที่มา : ณกร อินทร์พยุง (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเราจะเห็นได้ว่า ชุดของโครโมโซมคือคำตอบในการกำหนดภาระงานของรถบรรทุกคันนี้ นั่นคือ รถบรรทุกถูกกำหนดให้ไปรับสินค้าของลูกค้าคนที่ 2,3 และ 5 เท่านั้น เพราะยีนมีค่าเท่ากับ 1 (ส่วนคนที่ 1,4 และ 6 จะไม่ถูกให้บริการโดยรถคันนี้ แต่จะถูกให้บริการโดยรถบรรทุกคันอื่นเป็นต้น)

2. โครงสร้างแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ (Permutation encoding) มักจะใช้ในโครงสร้างของปัญหาที่เป็นการเรียงลำดับ (Ordering) หรือเป็นคิว (Sequence) เช่น

	Sequence no.					
	1	2	3	4	5	6
Chromosome	2	5	3	1	6	4

รูปที่ 2.6 โครงสร้างคำตอบแบบการวางสลับเปลี่ยนลำดับ

ที่มา : ฉกร อินทร์พยุง (2548)

ตัวอย่างของปัญหาการตัดสินใจที่ใช้ในโครงสร้างของโครโมโซมลักษณะนี้เช่น ปัญหาการเลือกเส้นทางของบุรุษไปรษณีย์ จากรูป นั่นคือ เราจะได้คำตอบที่บุรุษไปรษณีย์จะต้องเดินทางไปที่เมืองที่ 2 เป็นลำดับแรกและต่อมาเดินทางไปที่เมืองที่ 5 เป็นลำดับที่ 2 จนกระทั่งเดินทางไปที่เมืองที่ 4 เป็นลำดับสุดท้าย

3. โครงสร้างแบบการใช้จ่ายของตัวแปร (Value encoding)

ในปัญหาการตัดสินใจบางอย่าง เราต้องการคำตอบในรูปแบบของโครโมโซมที่เป็นค่าของตัวแปรนั้นๆเลย ซึ่งค่าของตัวแปรอาจจะอยู่ในรูปแบบ Sequence เช่น (a,b,c,d,e,f,….,z) หรือ ค่าของตัวแปรใดๆก็ตามในตำแหน่งต่างๆดังในรูป

	Variable					
	a	B	c	d	e	f
Chromosome	0.15	4.06	3.49	5.29	1.21	9.45

รูปที่ 2.7 โครงสร้างคำตอบแบบการใช้ค่าของตัวแปร

ที่มา : ฉกร อินทร์พยุง (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตได้ว่า โครโมโซมที่ใช้ค่าของตัวแปร ให้ค่าของตัวแปรที่เป็นตัวแทนจำนวนจริง (Real number) อย่างไรก็ตาม ในกรณีนี้เรายังถือว่าตัวแปรการตัดสินใจนี้มีค่าแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete value) เพราะค่าของตัวแปรแต่ละตัวที่อยู่ในตำแหน่งของมันมีค่าไม่ต่อเนื่อง โดยทั่วไป โครสร้างโครโมโซมจะถูกนำมาใช้เฉพาะปัญหาเท่านั้น ซึ่งบ่อยครั้งเรายังต้องการวิธีการผสมทางพันธุกรรมได้แก่ Crossover และ Mutation ที่มีลักษณะพิเศษด้วย

สังเกตว่า โครงสร้างของโครโมโซมแต่ละแบบก็จะมีความเหมาะสมในแต่ละปัญหา โครงสร้างของโครโมโซม ที่ดีก็จะนำไปสู่การพัฒนาคำตอบที่ดี ในปัญหาอุตสาหกรรมหลายๆปัญหา เรามักจะใช้โครงสร้างของโครโมโซมมากกว่า 1 อย่างขึ้นไป เพราะว่าเราอาจมีตัวแปรการตัดสินใจหลายประเภท การผสมผสานของการใช้โครโมโซมหลายรูปแบบส่งผลให้ขั้นตอนวิธีการพัฒนาหาคำตอบโดยวิธีเชิงพันธุกรรมนี้มีความยากและซับซ้อนขึ้น

2.3 สรุปผลการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากลอจิสติกส์เป็นองค์ประกอบสำคัญของเศรษฐกิจระดับประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดถึงคำนิยามจำเพาะให้แน่ชัด การจัดการลอจิสติกส์ในระดับสากลนั้นจะเป็นคำนิยามจาก The Council of Logistic Management (CLM) ซึ่งเป็นองค์กรทางวิชาชีพทางด้านลอจิสติกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้นิยามการจัดการด้านลอจิสติกส์ไว้ว่ากระบวนการในการวางแผน ดำเนินการ และควบคุมประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการไหล การจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้าคงคลังในกระบวนการ สินค้าสำเร็จรูป และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่มีการใช้งาน โดยมีเป้าหมายเพื่อสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

Douglas M. Lambert James R. Stock และ Lisa M. Ellram ได้ระบุไว้ว่า การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานที่ผลิตไปยังสถานที่ที่บริโภคสินค้านั้นซึ่งการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างสถานที่ดังกล่าวก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า

อนิวัช แก้วจำนงได้ให้ความหมายของคำว่า การจัดการ หมายถึง กระบวนการในการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้การวางแผน การจัดองค์กร การจัดการทรัพยากรมนุษย์ การนำและการควบคุมรวมถึงมีการประสานการทำงานทั้งภายในและภายนอกองค์การเพื่อให้การทำงานบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ณกร อินทร์พยุง ได้กล่าวไว้ว่า แนวคิดของวิธีเลียนแบบขั้นตอนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ (Natural evolution) วิธีเชิงพันธุกรรมอาจถูกพิจารณาว่าเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่มีความฉลาดมากขึ้น (Intelligent Search) วิธีเชิงพันธุกรรมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อนและมีตัวแปร

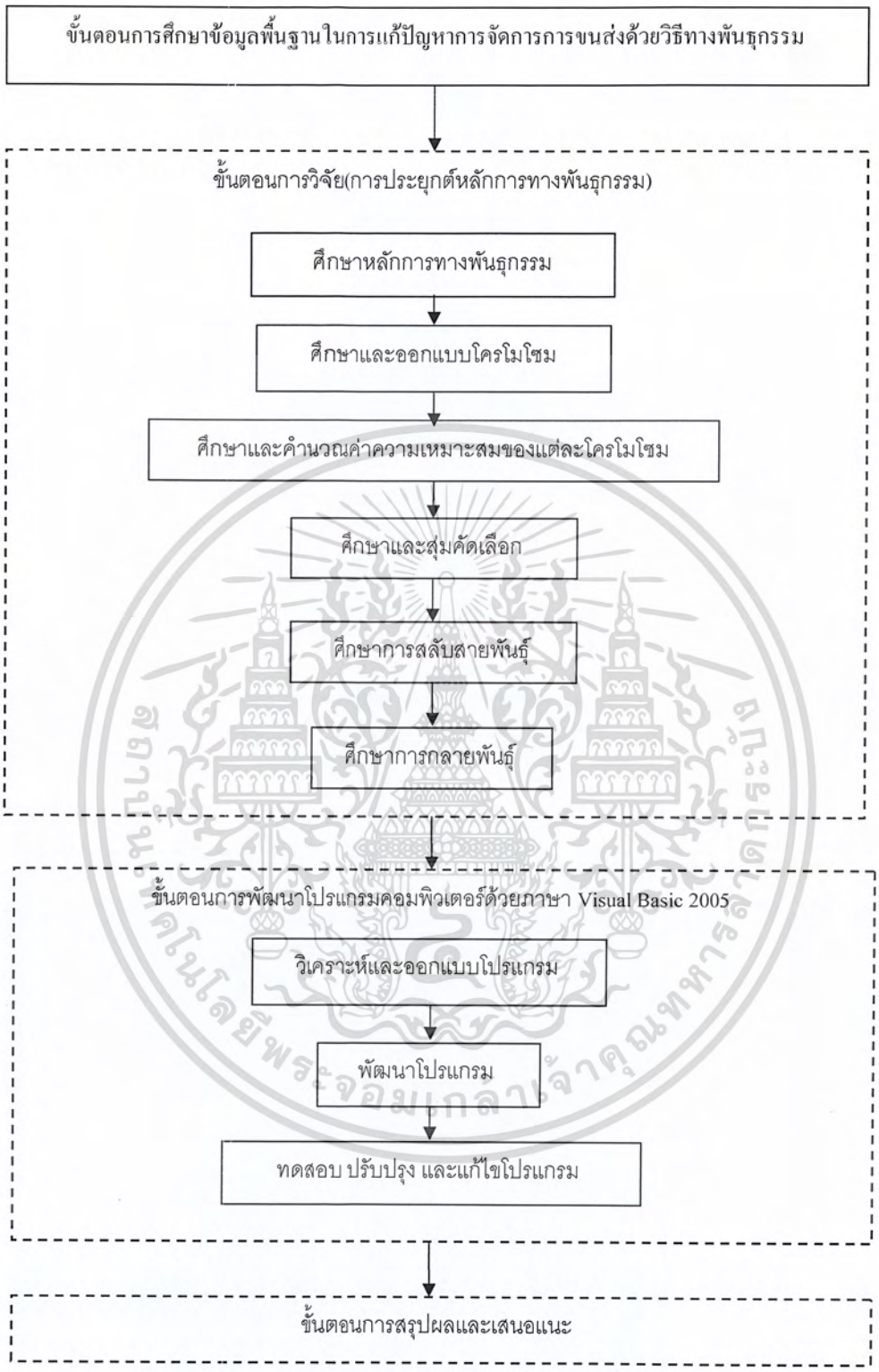
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิธีเชิงพันธุกรรมได้มีการถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาการขนส่ง เพื่อหาค่าความหมาะสมต่างๆในการแก้ปัญหาเช่น ระยะทางในการขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการขนส่งระยะเวลาในการขนส่งและสิ่งอื่นๆส่วนมากแล้ววิธีเชิงพันธุกรรมจะมีโครงหลักที่คล้ายๆกันแต่อย่างไรก็ตามวิธีเชิงพันธุกรรมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหายังมีรายละเอียดย่อยต่างๆโครงสร้างที่แตกต่างออกไปขึ้นอยู่ว่าความเหมาะในปัญหาที่จะแก้ต่างๆ การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดเส้นทางและตารางการขนส่ง โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มีการจัดการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการจัดการการขนส่งด้วยวิธีการทางพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหาการจัดการขนส่งด้วยวิธีทางพันธุกรรม

การศึกษาทฤษฎีและแนวคิด ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการขนส่งแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย 2 ปัญหาสำหรับการศึกษา ดังต่อไปนี้

3.1.1 ปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดสินค้าให้กับพาหนะ

ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการจัดสินค้าให้กับยานพาหนะว่าจัดสินค้าของลูกค้ารายใดไว้ที่ยานพาหนะคันใด ซึ่งมีข้อจำกัดคือ จำนวนยานพาหนะที่ต้องการใช้ ปริมาณบรรทุกของยานพาหนะแต่ละคัน และปริมาณสินค้าที่ต้องการของลูกค้าแต่ละราย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงสินค้าของลูกค้าที่บรรทุกในยานพาหนะคันเดียวกันจะต้องอยู่บนเส้นทางการขนส่งเดียวกันได้ สำหรับปัญหานี้ได้กำหนดเงื่อนไขสำหรับการศึกษาไว้ดังนี้

1) ยานพาหนะแต่ละคันมีความสามารถในการบรรทุกสินค้าได้เท่ากัน
2) สินค้ามีขนาดเท่ากัน

3.1.2 ปัญหาในการจัดเส้นทางการขนส่ง

ปัญหานี้ผู้จัดการจะต้องเลือกเส้นทางเดินทางของยานพาหนะ ว่ากำหนดให้ยานพาหนะไปส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลังจึงจะบรรลุเป้าหมายที่องค์กรกำหนด

แบบจำลองการตัดสินใจของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ตัวแปรในแบบจำลอง

i คือ จุดส่งสินค้า (ต้นทาง i = 0 (0 = DC, 1, 2, 3,..., 13))

j คือ จุดรับสินค้า (ปลายทาง j = 0 (0 = DC, 1, 2, 3,..., 13))

k คือ ยานพาหนะ (k = 1,2,3,…,K)

n คือ ลูกค้า (n = 1,2,3,…,N)

q_k คือ ขีดความสามารถในการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะ

m_j คือ น้ำหนักของสินค้าที่จุดรับสินค้า j

d_{ij} คือ ระยะทางจากจุด i ไป j

x_{ijk} คือ ตัวแปรการตัดสินใจโดยที่ i ไม่เท่า j

เป็น 1 เมื่อยานพาหนะ k ขนส่งสินค้าจาก i ไป j

เป็น 0 เมื่อยานพาหนะ k ไม่ได้ขนส่งสินค้าจาก i ไป j

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (หาระยะทางที่สั้นที่สุด)

$$Min\ Z = \sum_{i=0}^{N} \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{N} \sum_{k=1}^{K} d_{ij} x_{ijk} \qquad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไข (Functional Constraints)

1. น้ำหนักสินค้าที่บรรทุกไม่เกินขีดความสามารถในการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะ

$$\sum_{i=0}^{N}\sum_{\substack{j=0\\ j\neq i}}^{N} m_j x_{ijk} \leq q_k \; ; \forall k \in [1,K] \tag{2}$$

2. ยานพาหนะทุกคันที่ไปส่งสินค้า สุดท้ายแล้วต้องกลับมาที่ศูนย์กระจายสินค้า

$$\sum_{j=1}^{N} x_{0jk} = 1 \; ; \; \forall k \in [1,K] \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{i0k} = 1 \; ; \; \forall k \in [1,K] \tag{4}$$

3. ในแต่ละเส้นทางไม่มีการจัดรถซ้ำ

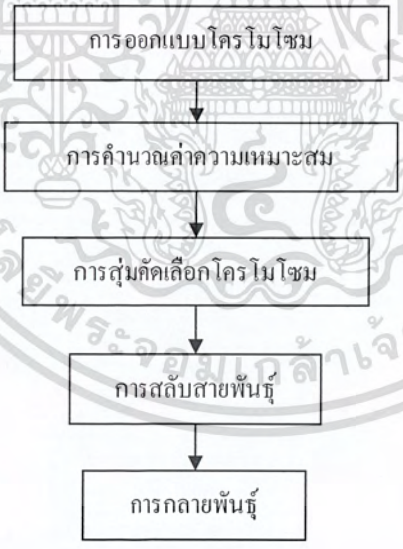
$$\sum_{\substack{i=0\\ i\neq j}}^{N}\sum_{k=1}^{K} x_{ijk} = 1 \; ; \forall j \in [1,N] \tag{5}$$

$$\sum_{\substack{j=0\\ j\neq i}}^{N}\sum_{k=1}^{K} x_{ijk} = 1 \; ; \; \forall i \in [1,N] \tag{6}$$

4. ที่จุดรับส่งใดๆ ยานพาหนะที่เข้าและออกเป็นคันเดียวกัน

$$\sum_{\substack{i=0\\ i\neq p}}^{N} x_{ipk} - \sum_{\substack{j=0\\ j\neq p}}^{N} x_{pjk} = 0 \; ; \forall k \in [1,K], \forall p \in [1,N] \tag{7}$$

3.1 ขั้นตอนการวิจัย การประยุกต์ใช้หลักการทางพันธุกรรม



รูปที่ 3.2 หลักการทางพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การออกแบบโครโมโซม

โครโมโซมหรือคุณลักษณะของคำตอบที่เป็นไปได้ ออกแบบได้ดังรูปที่ 3.3

3	2	1	2	3
2	1	4	3	5

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างโครโมโซม กรณีมีรถ 3 คัน แล้วมีลูกค้า 5 ราย

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ สามารถอธิบายคุณลักษณะการลงรหัสโครโมโซมเป็นข้อ ได้ดังนี้

ก. โครโมโซมมีลักษณะเป็น 2 ชั้น

ข. โครโมโซมชั้นล่างจะแสดงถึงลำดับของลูกค้า(ลำดับการเดินทางของรถ)

ค. โครโมโซชั้นบนจะเป็นตัวกำหนดยานพาหนะคันที่ (1, 2, 3)

ในรูปที่ 3.3 สามารถแปลงเป็นคำตอบได้ดังนี้

ในรถคันที่ 1 มีลูกค้า 1 ราย คือ รายที่ 3 โดยมีเส้นทางเดินรถคือ จาก DC ไปลูกค้ารายที่ 3 แล้วกลับมาที่ DC

ในรถคันที่ 2 มีลูกค้า 2 ราย คือ รายที่ 2, 4 โดยมีเส้นทางเดินรถคือ จาก DC ไปลูกค้ารายที่ 2 และ 4 แล้วกลับมาที่ DC

ในรถคันที่ 3 มีลูกค้า 2 ราย คือ รายที่ 1, 5 โดยมีเส้นทางเดินรถคือ จาก DC ไปลูกค้ารายที่ 1 และ 5 แล้วกลับมาที่ DC

เงื่อนไขในการสร้างโครโมโซม มีดังต่อไปนี้

ก. รถคันที่ 1 จะมีน้ำหนักความสำคัญมากกว่าคันที่ 2 และรถคันที่ 2 จะมีน้ำหนัก ความสำคัญมากกว่าคันที่เป็นลำดับต่อๆไป

ข. ลำดับความสำคัญในข้อ ก. ใช้สำหรับการกำหนดรหัสให้กับยีนที่อยู่ด้านบนของโครโมโซม

ค. ในกรณีที่มีรถคันใด บรรทุกสินค้าเกินกำหนด โปรแกรมจะสุ่มสร้างโครโมโซมขึ้นมาใหม่ ซึ่งหากกลุ่มที่สร้างขึ้นมาใหม่ยังไม่เป็นไปตามข้อกำหนดถึง 10 ครั้ง แสดงว่าจำนวนรถที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอในการแก้ปัญหานี้

3.2.2 การคำนวณค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ของแต่ละโครโมโซม

คำนวณได้จากระยะทางรวมในการขนส่งของรถทุกคัน (แปรผันตรงกับค่าใช้จ่ายหรือเวลาในการจัดส่งรวม) ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาจากระยะทางในการจัดส่งรวมทั้งหมด โครโมโซมที่มีระยะทางในการจัดส่งรวมต่ำที่สุดก็จะมีค่าความเหมาะสมสูงสุด

3.2.3 การคัดเลือกโครโมโซม

การสุ่มเลือกประชากรกลุ่มใหม่ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Roulette Wheel โครโมโซมที่มีค่า Fitness Value สูงจะมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือก (ความน่าจะเป็นในการอยู่รอด) สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การสลับสายพันธุ์ (Crossover)

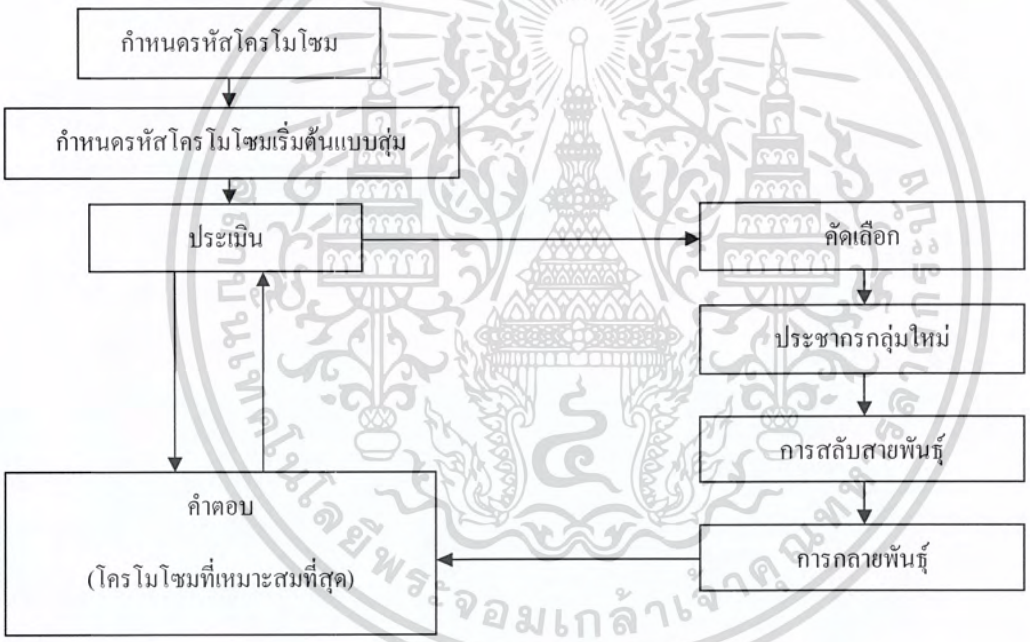
ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการที่อ้างอิงจากงานวิจัย Using genetic algorithm to manage and schedule temperature senser calibration. ของ Teerawat Thepmanee และ Ruedee Masuchun

3.2.5 การกลายพันธุ์ (Mutation)

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการที่อ้างอิงจากงานวิจัย Using genetic algorithm to manage and schedule temperature senser calibration. ของ Teerawat Thepmanee และ Ruedee Masuchun

3.2 ขั้นตอนการพัฒนา

การพัฒนาจะดำเนินการโดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic 2008 เพื่อแก้ปัญหาการจัดการการขนส่ง การจัดสินค้าลงยังยานพาหนะ และการจัดเส้นทางการขนส่ง การเลือกเส้นทางเดินของยานพาหนะว่าจะกำหนดให้ยานพาหนะไปส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลัง เพื่อให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางพันธุกรรม ขั้นตอนการพัฒนามีดังนี้



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของวิธี Genetic Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกในการเขียนโปรแกรม จะต้องลงมือทำก่อนที่จะเขียนโปรแกรมจริง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นและค้นหาจุดมุ่งหมายหรือสิ่งที่ต้องการ เราจะต้องทำ ความเข้าใจกับปัญหากำ หนดให้ได้ว่าปัญหาหรือโจทย์คืออะไร โจทย์ต้องการอะไร ทำอย่างไรจึงจะแก้ปัญหานั้นได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ หรือคำตอบที่เราต้องการ เราจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบอยู่ 3 องค์ประกอบ ที่จะช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาได้แก่

1) การระบุข้อมูลเข้า (Input Specification) ต้องรู้ว่ามีข้อมูลอะไรที่จะต้องป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์พร้อมกับโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำ การประมวลผลและออกผลลัพธ์
2) การระบุข้อมูลออก (Output Specification) จะพิจารณาว่างานที่ทำ มีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อะไร ต้องหารผลลัพธ์ที่มีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร โดยจะต้องคำนึงถึงผู้ให้เป็นหลักในการออกแบบผลลัพธ์
3) กำหนดวิธีการประมวลผล (Process Specification) ต้องรู้วิธีการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

รูปที่ 3.5 พื้นฐานการไหลของข้อมูล

จากปัญหาของโครงงานนี้สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ข้อมูลเข้า คือ

1) จำนวนลูกค้า
2) ปริมาณบรรทุกของรถบรรทุก
3) ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าแต่ละรายต้องการ
4) ปริมาณความต้องการสินค้ารวมทั้งหมด
5) ระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าถึงลูกค้าแต่ละรายและระหว่างลูกค้าด้วยกันเอง

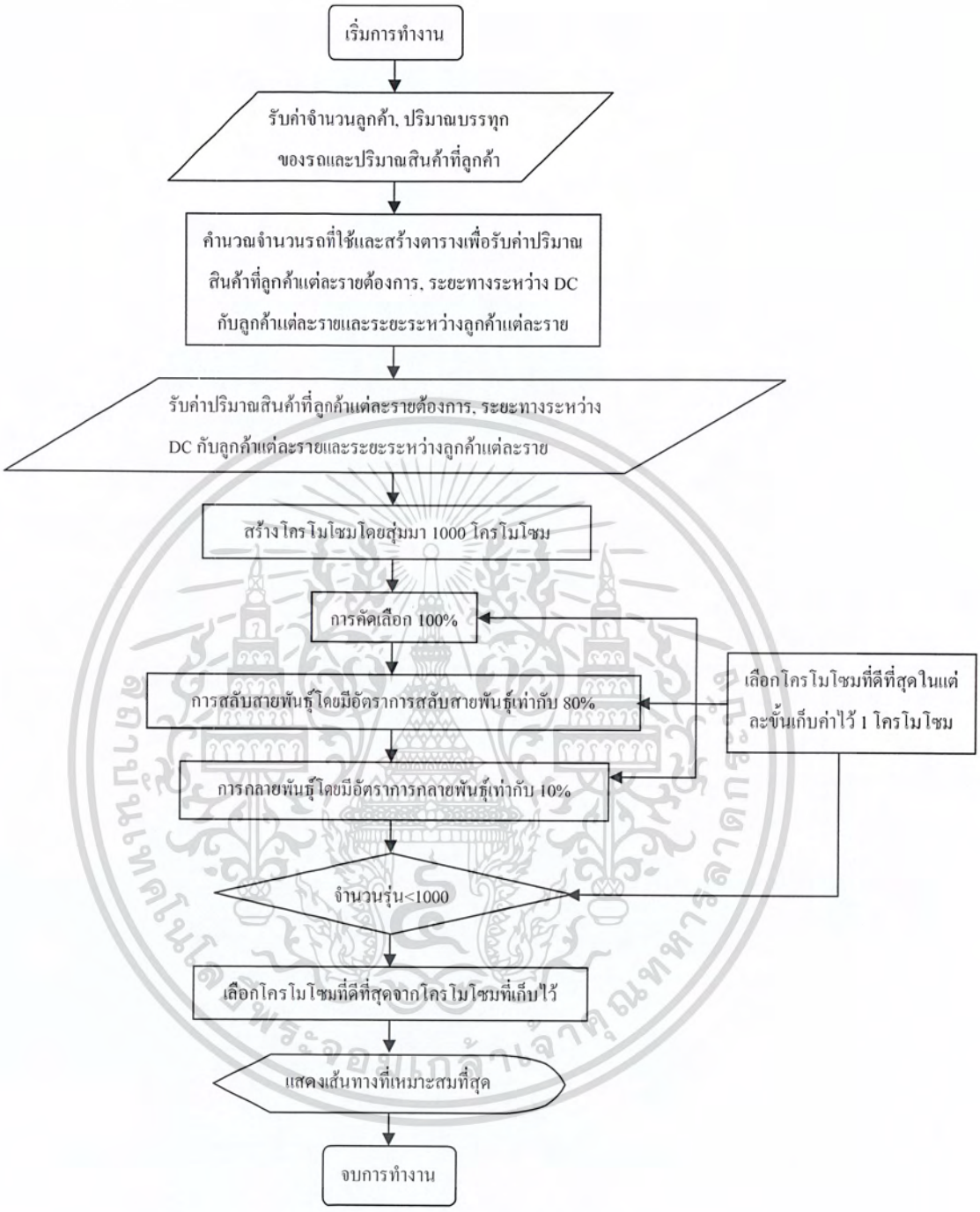
ผลลัพธ์ คือ

1) จำนวนรถที่ต้องใช้
2) เส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

การประมวณผล คือ วิธีการเชิงพันธุกรรม

หลังจากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการออกแบบโปรแกรมโดยใช้เครื่องมือมาช่วยในการออกแบบ ขั้นตอนนี้ยังไม่ได้เป็นการเขียนโปรแกรมจริง ๆ แต่จะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น สำหรับการออกแบบโปรแกรมโครงงานใช้ผังงาน (Flowchart) ในการออกแบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ผังงานแสดงการวางแผนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

ข้อมูลการแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยใช้ในการแก้ปัญหานี้ ได้อิงตัวอย่างตาม Chopra S. Meindl อ้างถึงใน วิทยา สุหฤท-ดำรง มีลูกค้าจำนวน 13 ราย (c_1 ถึง c_{13}) ลูกค้าแต่ละรายมีปริมาณสินค้าที่ต้องการ และระยะห่างระหว่าง DC และลูกค้าด้วยกันเอง ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.1 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)

	DC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)
C1	12	0													45
C2	8	9	0												36
C3	17	8	10	0											43
C4	15	9	8	4	0										92
C5	15	17	9	14	11	0									57
C6	20	23	15	20	16	6	0								16
C7	17	22	13	20	16	5	4	0							56
C8	8	17	9	19	16	11	14	10	0						30
C9	6	18	12	22	20	17	20	16	6	0					57
C10	16	23	14	22	19	9	8	4	8	14	0				47
C11	21	28	18	26	22	11	7	6	13	19	5	0			91
C12	22	22	14	24	21	14	16	12	5	7	9	13	0		55
C13	15	27	20	30	28	22	23	20	12	9	16	20	8	0	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอยกตัวอย่างมาเพื่อใช้ในการอธิบายในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นซึ่งตัวอย่างปัญหานี้มีลูกค้าจำนวน 5 ราย (C1 ถึง C5) ลูกค้าแต่ละรายมีปริมาณสินค้าที่ต้องการและระยะห่างระหว่าง DC และลูกค้าด้วยกันเองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 ระยะห่างระหว่างลูกค้า (หน่วย) และประมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)

	DC	C1	C2	C3	C4	C5	ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)
C1	12	0					45
C2	8	9	0				36
C3	17	8	10	0			43
C4	15	9	8	4	0		92
C5	15	17	9	14	11	0	57

ในปัญหานี้เราใช้รถ 3 คัน และรถแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าได้สูงสุด 100 หน่วย (ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ/รถแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าได้สูงสุด = จำนวนรถที่ใช้) องค์กรควรจะจัดการขนส่งจาก DC ไปสู่ลูกค้าแต่ละรายอย่างไรจะทำให้ระยะทางการขนส่งต่ำที่สุด

โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic 2008 และการทดลองได้ตั้งเงื่อนไขไว้ดังต่อไปนี้

<u>เงื่อนไขในการทดลอง</u>

- กำหนดจำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่นมีจำนวนคงที่เท่ากับ 10 โครโมโซม
- กำหนดอัตราการผสมพันธ์ (Crossover Operation) เท่ากับ 80% หรือ 4 คู่ โครโมโซม
- กำหนดอัตราการกลายพันธ์ (Mutation Operation) เท่ากับ 1%
- ใช้จำนวน รุ่น (Generation) เป็นตัวกำหนด การหยุดโปรแกรม และตั้งค่าไว้ 10 รุ่น

3.3.3 ขั้นตอนการทำงานของ Genetic Algorithm

3.3.3.1 <u>การออกแบบโครโมโซม</u>

กำหนดโครโมโซม 10 โครโมโซม ค่าที่กรอกได้ไม่เกิน (10-1000) ข้อมูลในชั้นบนของโครโมโซม ให้คอมพิวเตอร์ทำการสุ่มขึ้นมา เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ สามารถอธิบายการลงรหัสโครโมโซมเป็นข้อๆได้ดังนี้

- โครโมโซมมีลักษณะเป็น 2 ชั้น
- โครโมโซมชั้นล่างแสดงถึง ลำดับลูกค้า (ลำดับการเดินทางของรถ)
- โครโมโซมชั้นบนแสดงถึง เป็นตัวกำหนดยานพาหนะคันที่ (1, 2, 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	2	1	2	3
2	1	4	3	5

รูปที่ 3.7 โครโมโซมที่ 1

จากโครโมโซมที่ 1 รถคันที่ 1 ก็จะมีลูกค้า 1 ราย คือ รายที่ 3
รถคันที่ 2 ก็จะมีลูกค้า 2 ราย คือ รายที่ 2, 4
รถคันที่ 3 ก็จะมีลูกค้า 2 ราย คือ รายที่ 1, 5

สรุประยะทางรวม

คันที่1 จาก DC ไปลูกรายที่ 3 ระยะทาง 17 หน่วย
จากลูกค้ารายที่ 3 กลับ DC ระยะทาง 17 หน่วย
ระยะทางรวม 34 หน่วย
คันที่2 จาก DC ไปลูกค้ารายที่ 2 ระยะทาง 8 หน่วย
จากลูกค้ารายที่ 2 ไปลูกค้ารายที่ 4 ระยะทาง 8 หน่วย
จากลูกค้ารายที่ 4 กลับ DC ระยะทาง 15 หน่วย
ระยะทางรวม 31 หน่วย
คันที่3 จาก DC ไปลูกค้ารายที่ 1 ระยะทาง 12 หน่วย
จากลูกค้ารายที่ 1 ไปลูกค้ารายที่ 5 ระยะทาง 17 หน่วย
จากลูกค้ารายที่ 5 กลับ DC ระยะทาง 15 หน่วย
ระยะทางรวม 44 หน่วย

สุ่มให้ได้ครบทั้ง 10 โครโมโซม (ตัวอย่างนี้ยกมาแค่ 1 โครโมโซม)

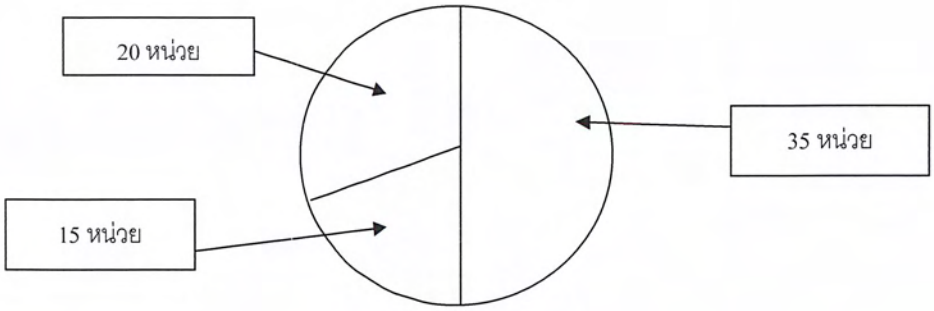
3.3.3.2 จากนั้นเอาทั้ง 10 โครโมโซมมาทำการประเมิน

โดยดูจากระยะทางรวมของแต่ละโครโมโซมว่าโครโมโซมที่เท่าใดมีระยะทางรวมต่ำที่สุด ให้นำเก็บไว้ เพื่อรอการเปรียบเทียบ

3.3.3.3 การคัดเลือกโครโมโซม ทั้ง10 โครโมโซมนั้น

โครโมโซมอาจมีข้อมูลที่ได้ซ้ำกัน การสุ่มของคอมพิวเตอร์จากข้อ 3.3.3.1 อาจมีการสุ่มแล้วข้อมูลที่ได้ออกมาเหมือนกันเช่นใน 10 โครโมโซม อาจมีข้อมูลที่ได้ซ้ำกัน 5 โครโมโซม คือ ทั้ง 5โครโมโซมนี้มีระยะทางรวม 35 หน่วย เหมือนกัน ที่เหลืออาจซ้ำกัน 3 โครโมโซม มีระยะทางรวม 20 หน่วย เหลืออีก 2 โครโมโซม มีระยะทางรวม 15 หน่วย คือการสุ่มในข้อนี้จะเหมือนการปาเป้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การคัดเลือกโครโมโซม

เราอาจจะปาโดนในส่วนของ 35 หน่วย ได้มากกว่าส่วนอื่น ซึ่งในส่วยของ 15 เราอาจจะปาไม่โดนเลยก็ได้ (เพราะมีส่วยน้อย) จำนวนที่สุ่มได้ต้องได้ตามจำนวนของโครโมโซมที่มีอยู่เดิม คือ 10 โครโมโซม เท่ากับว่าเราต้องปาถึง 10 ครั้ง เราก็จะได้ 10 โครโมโซมใหม่ขึ้นมา ในส่วนที่ปาไม่โดนก็ตัดทิ้งเลย

3.3.3.4 <u>การสลับสายพันธ์ (Crossover)</u>

Crossover Rate 80% ค่าที่กรอกได้ไม่เกิน (0-100%) จาก 10 โครโมโซม (เอามาจากข้อ 3.3.3.3 ที่ผ่านการสุ่มเลือกมาใช้) โดยเอาโครโมโซมมา 8 โครโมโซม มาจับคู่กันได้ 4 คู่โครโมโซม เช่น (ยกตัวอย่างมาแค่ 1 คู่โครโมโซม)

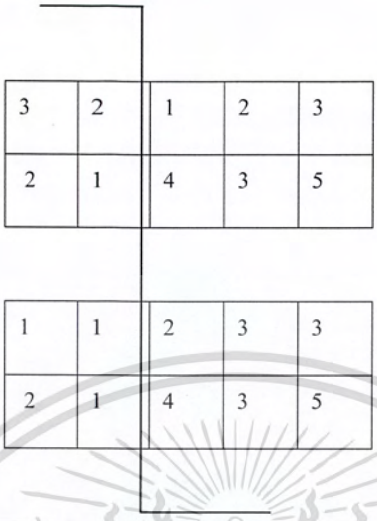
3	2	1	2	3
2	1	4	3	5

1	1	2	3	3
2	1	4	3	5

รูปที่ 3.9 คู่โครโมโซม 1 คู่ที่จับคู่กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทำการสุ่มหาจุดตัด ซึ่งตรงนี้คอมพิวเตอร์จะทำการสุ่มหาจุดตัดของมันเอง



รูปที่ 3.10 จุดตัดที่คอมพิวเตอร์สุ่มมาได้

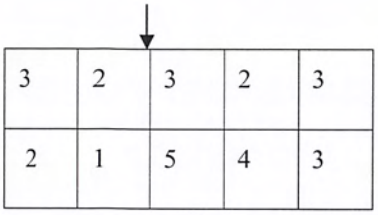
รูปที่ 3.11 โครโมโซมที่ได้หลังจาก Crossover

แล้วเอาโครโมโซมที่ได้ใหม่นี้มาแทนตัวที่ถูกตัด จะได้ 1 คู่โครโมโซมใหม่ ทำการสลับแบบนี้จนครบ 4 คู่โครโมโซม แต่ต้องมีการตรวจอีกว่าเมื่อทำการสลับกันแล้ว มีการบรรทุกเกินกำหนดหรือไม่ (100หน่วย) ถ้าเกิน 100 หน่วย ก็ให้คอมพิวเตอร์เปลี่ยนจากเลข 1 เป็น 0 ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.5 การกลายพันธ์ (Mutation)

Mutation Rate 1% ค่าที่กรอกได้ไม่เกิน (1-100%) ก็เอาโครโมโซมมา 1 โครโมโซม จาก 10 โครโมโซมใหม่



3	2	3	2	3
2	1	5	4	3

รูปที่ 3.12 รถคันที่ 2 ในลูกค้ารายที่ 1 ถูกเลือก

มาทำการหาตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่งนี้ แล้วแต่คอมพิวเตอร์จะแรนดอมได้ ในที่นี้คอมพิวเตอร์แรนดอมได้ตำแหน่งรถคันที่ 2 ลูกค้ารายที่ 1 แล้วก็ทำการสลับตำแหน่งได้ดังนี้

3	3	2	2	3
2	5	1	4	3

รูปที่ 3.13 โครโมโซมที่ได้หลังจากการการกลายพันธ์ (Mutation)

แล้วเอาโครโมโซมที่ได้ใหม่นี้ไปแทนตัวที่ถูกดึงออก เอาทั้ง 10 โครโมโซม ที่ผ่านมาถึงขั้นตอนที่ 5 แล้ว เอามาทำการประเมินอีก โดยดูจากระยะทางรวมของแต่ละโครโมโซม ว่าโครโมโซมใดมีระยะทางรวมต่ำที่สุด นำไปเปรียบเทียบกับตัวเดิมที่เก็บไว้ แล้วนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อรอการเปรียบเทียบจากการวนลูปรอบต่อๆ ไปจนได้คำตอบที่ดี ซึ่งเราจะกำหนดให้แสดงคำตอบคือ คำตอบที่ต้องการให้แสดง คือ คำตอบสุดท้ายที่มีระยะทางรวมต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การออกแบบและสร้างโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic 2008 โดยการจำลองจากวิธีหลักการเชิงพันธุกรรม เพื่อแก้ปัญหาการจัดการ การขนส่ง การจัดสินค้าลงยานพาหนะ และการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยการเลือกทางสั้นเดินของยานพาหนะว่าควรให้ยานพาหนะไปส่งลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลัง โดยให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรม เพื่อต้องการทราบว่าโปรแกรมมีข้อผิดพลาดประการใดเกิดขึ้นบ้าง เพื่อทำการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น เพื่อให้ได้ระบบการทำงานของโปรแกรมนี้มีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือมากขึ้น

4.1 ตัวอย่างการแก้ปัญหา

ข้อมูลการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้อิงตัวอย่างตาม Chopra S. Meindl อ้างถึงใน วิทยา สุหฤทดำรง มีลูกค้าจำนวน 13 ราย (C1 ถึง C13) ลูกค้าแต่ละรายมีปริมาณสินค้าที่ต้องการ และระยะห่างระหว่าง DC และลูกค้าด้วยกันเอง ดังตาราง 4.1 และยานพาหนะแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าได้สูงสุด 200 หน่วย

4.1.1 เงื่อนไขในการทดลอง

- กำหนดจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น เท่ากับ 1,000 โครโมโซม
- กำหนดอัตราการคัดเลือก เท่ากับ 100%
- กำหนดอัตราการสลับสายพันธุ์ (Crossover) เท่ากับ 80%
- กำหนดอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation) เท่ากับ 10%
- จำนวนรุ่นในการทดลอง เท่ากับ 1,000 รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)

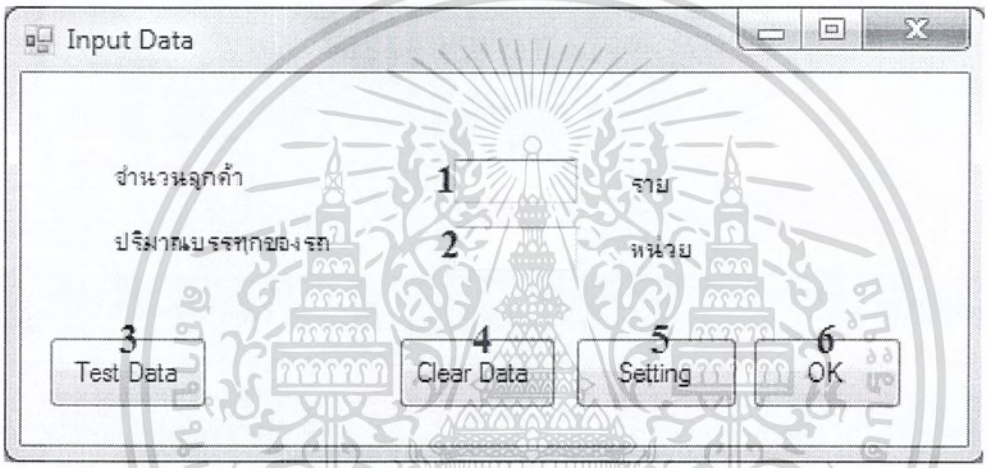
	DC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย)
C1	12	0													45
C2	8	9	0												36
C3	17	8	10	0											43
C4	15	9	8	4	0										92
C5	15	17	9	14	11	0									57
C6	20	23	15	20	16	6	0								16
C7	17	22	13	20	16	5	4	0							56
C8	8	17	9	19	16	11	14	10	0						30
C9	6	18	12	22	20	17	20	16	6	0					57
C10	16	23	14	22	19	9	8	4	8	14	0				47
C11	21	28	18	26	22	11	7	6	13	19	5	0			91
C12	22	22	14	24	21	14	16	12	5	7	9	13	0		55
C13	15	27	20	30	28	22	23	20	12	9	16	20	8	0	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม จะมีหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.1 จากหน้าจอที่ปรากฏโดย มีส่วนประกอบดังนี้คือ

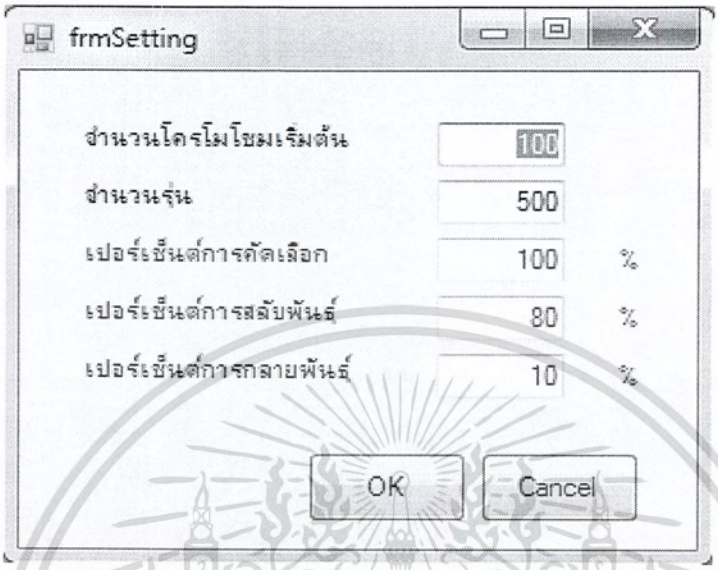
1. เป็นปุ่มเพื่อป้อนค่าจำนวนลูกค้า (ราย)
2. เป็นปุ่มเพื่อป้อนค่าปริมารบรรทุกของรถ (หน่วย)
3. เป็นปุ่มเพื่อเลือกข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ ในที่นี้คือข้อมูลเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ (Test Data)
4. ปุ่มล้างรายการ (Clear Data)
5. ปุ่มตั้งค่า (Setting)
6. ปุ่มตกลง (ok)



รูปที่ 4.1แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

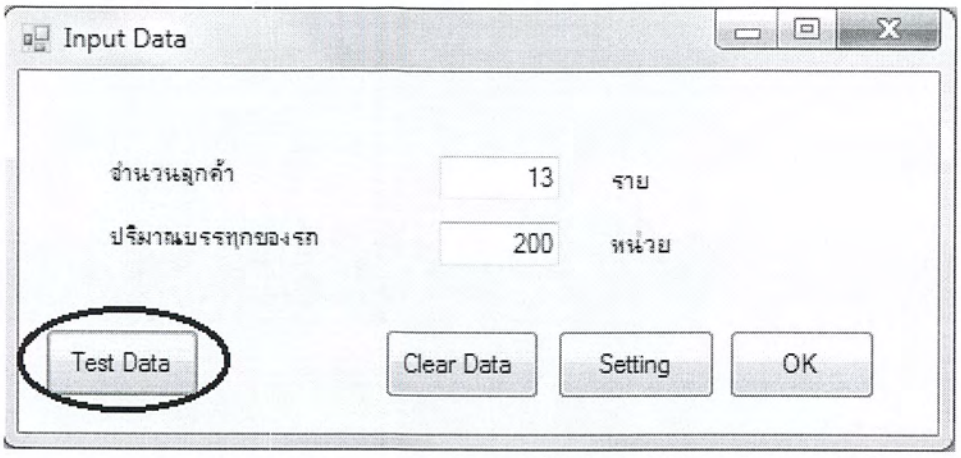
เมื่อกดปุ่ม Setting ในรูปที่ 4.1 จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ 4.2 จะเห็นว่ามีค่าของเงื่อนไขต่างๆที่ทำการตั้งค่าไว้ โดยสามารถแก้ไขข้อมูลของเงื่อนไขได้ตามต้องการ



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Setting

จากรูปที่ 4.1 เมื่อกดปุ่ม Test Data ข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขต่างๆที่ได้ตั้งค่าไว้เมื่อตอนเขียนโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 4.3 แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนข้อมูลต่างๆก็สามารถกรอกลงไปใหม่ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

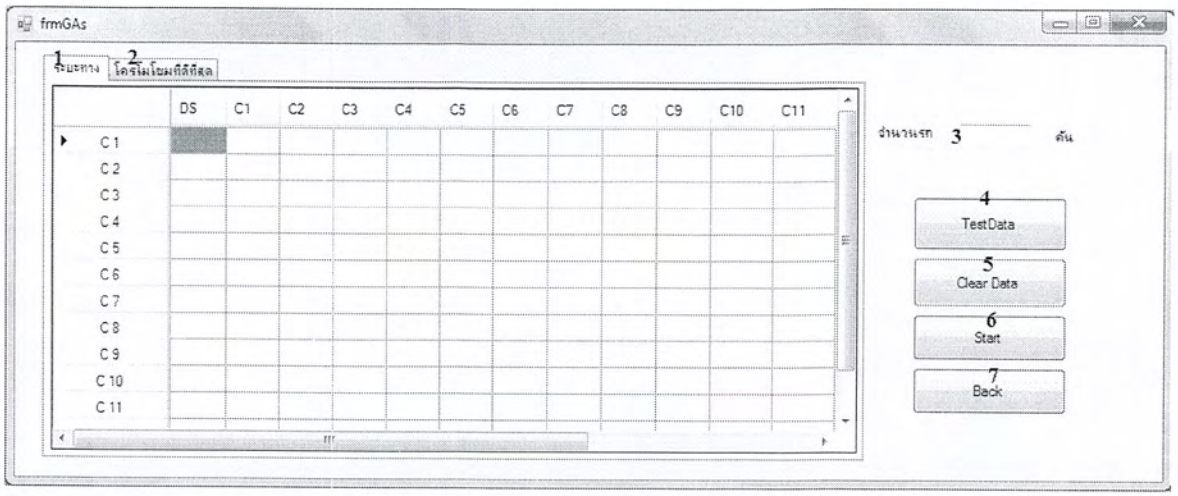


รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Test Data

จากรูปที่ 4.1 หลังจากการกรอกข้อมูลจนครบแล้วกดปุ่ม OK โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาใหม่ในรูปที่ 4.4 แสดงตารางเพื่อให้กรอกค่าระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้า (DC) และลูกค้า และระยะทางระหว่างลูกค้ารายต่าง โดยหน้าจอโปรแกรมมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. แถบแสดงตารางเพื่อกรอกข้อมูลระยะทาง
2. แถบแสดงค่าโครโมโซมที่ดีที่สุด
3. ช่องแสดงจำนวนรถเมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จแล้ว
4. ปุ่มแสดงข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ ในที่นี้คือข้อมูลเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ (Test Data)
5. ปุ่มล้างรายการ (Clear Data)
6. ปุ่มเริ่มการคำนวณ (Start)
7. ปุ่มย้อนกลับไปหน้าต่างที่แล้ว (Back)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



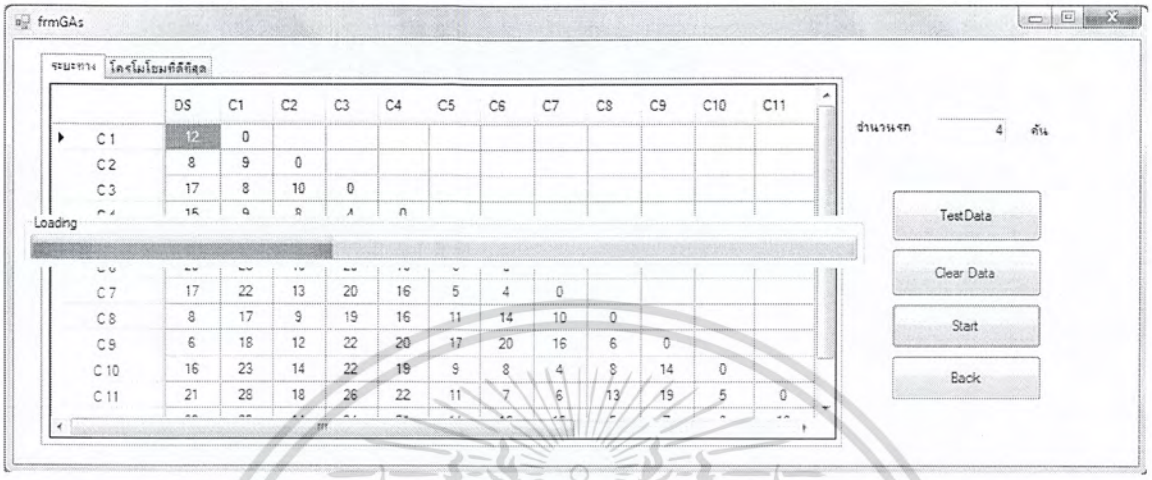
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของดปรแกรมเมื่อกดปุ่ม OK

จากรูปที่ 4.4 เมื่อกดปุ่ม Test Data จะแสดงข้อมูลระยะทางที่ได้เซ็ตค่าไว้ดังรูปที่ 4.5 และหากต้องการกรอกข้อมูลอื่นๆก็สามารถกรอกลงไปได้

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Test Data ในหน้าจอดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 เมื่อกดปุ่ม Start โปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณหาเส้นทาง โดยจะมีแถบที่แสดงการทำงานของโปรแกรมว่าทำงานไปได้ประมาณเท่าไรแล้ว



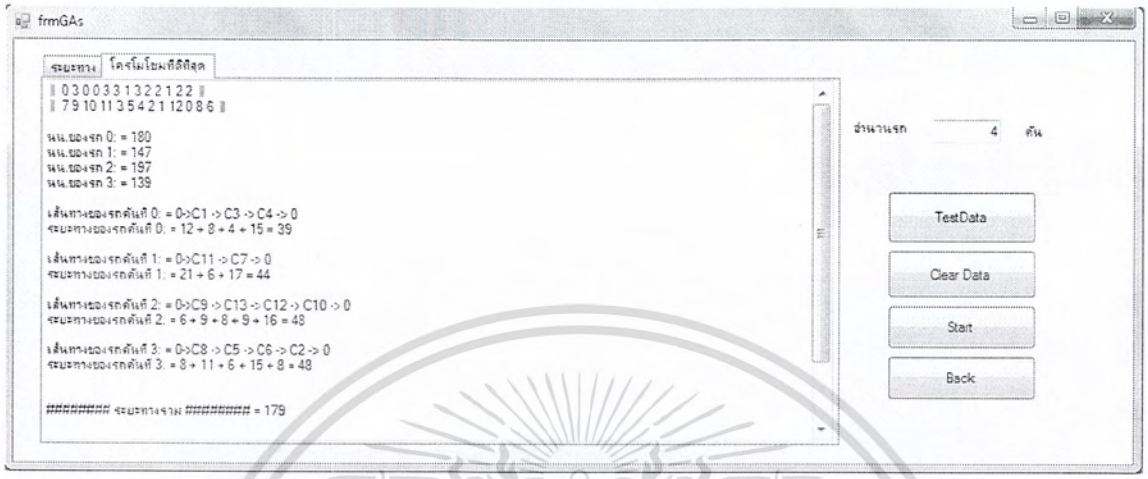
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Start

จากรูปที่ 4.7 เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จ จะมีหน้าต่างเล็กขึ้นมาเพื่อแสดงให้รู้ว่าได้คำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อโปรแกรมคำนวณเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 เมื่อกดแถบที่ชื่อว่า "โครโมโซมที่ดีที่สุด" โปรแกรมจะแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอโปรแกรมเมื่อกดแถบที่ชื่อว่า "โครโมโซมที่ดีที่สุด"

4.1.3 คำตอบจากการคำนวณของโปรแกรม

จากปัญหาดังกล่าวเมื่อทดลองรันโปรแกรมเป็นจำนวน 100 รอบ พบว่าคำตอบที่ดีที่สุดคือ มีระยะทางรวมทั้งหมด 161 ดังแสดงในรูปที่ 4.8 โดยรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากโปรแกรมแสดงดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุด

รถคันที่	เส้นทาง	ระยะทาง (หน่วย)	นน.บรรทุก (หน่วย)
1	DC>>C11 >> C10 >> C8 >>DC	42	168
2	DC>>C2 >> C5 >> C6 >> C7 >>DC	44	165
3	DC>>C13 >> C12 >> C9 >>DC	36	150
4	DC>>C4 >> C3 >> C1 >>DC	39	180
	ระยะทางรวม	161	

4.2 ปัญหาเพิ่มเติม

ทางผู้วิจัยได้ทำการสมมติปัญหาการขนส่งขึ้นมาเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมว่าสามารถใช้งานกับปัญหาอื่นๆได้หรือไม่ ขึ้นมา 2 ปัญหา

4.2.1 ปัญหาที่ 1 มีลูกค้า 8 ราย น้ำหนักบรรทุกของรถ 150 หน่วย

เงื่อนไขในการทดลอง

- กำหนดจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น เท่ากับ 1,000 โครโมโซม
- กำหนดอัตราการคัดเลือก เท่ากับ 100%
- กำหนดอัตราการสลับสายพันธุ์ (Crossover) เท่ากับ 80%
- กำหนดอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation) เท่ากับ 10%
- จำนวนรุ่นในการทดลอง เท่ากับ 1,000 รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) ของปัญหาที่ 1

	DC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	ปริมาณต้องการ
C1	20	0								55
C2	8	15	0							47
C3	16	21	3	0						38
C4	22	18	11	4	0					53
C5	24	10	9	24	11	0				46
C6	12	22	24	4	15	6	0			55
C7	6	16	12	9	10	11	23	0		45
C8	24	4	10	11	10	22	5	8	0	63

<u>คำตอบจากปัญหาที่ 1</u>

จากปัญหาที่ 1 เมื่อทดลองรันโปรแกรมพบว่าคำตอบที่ได้มีระยะทางรวม 119 หน่วยทุกครั้ง จึงสรุปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด โดยได้แสดงรายละเอียดของเส้นทางดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุดจากปัญหาที่ 1

รถคันที่	เส้นทาง	ระยะทาง(หน่วย)	นน.บรรทุก(หน่วย)
1	DC->C7 -> C4 -> C3 -> DC	36	136
2	DC->C8 -> C1 -> DC	48	118
3	DC->C2 -> C5 -> C6 -> DC	35	148
	ระยะทางรวม	119	

4.2.2 ปัญหาที่ 2 มีลูกค้า 15 ราย น้ำหนักบรรทุกของรถ 250 หน่วย

เงื่อนไขในการทดลอง

- กำหนดจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น เท่ากับ 500 โครโมโซม
- กำหนดอัตราการคัดเลือก เท่ากับ 100%
- กำหนดอัตราการสลับสายพันธุ์ (Crossover) เท่ากับ 80%
- กำหนดอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation) เท่ากับ 10%
- จำนวนรุ่นในการทดลอง เท่ากับ 100 รุ่น

เนื่องจากปัญหานี้มีจำนวนลูกค้ามากทำให้โปรแกรมมีการทำงานที่นานมาก ผู้ทำวิจัยจึงใช้จำนวนโครโมโซมเริ่มต้น และจำนวนรุ่นที่น้อยกว่าปัญหาแรก แต่ถึงอย่างไรโปรแกรมก็ยังทำงานช้ามากอยู่ดี จึงต้องทดลองรันโปรแกรมแค่ 10 รอบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ระยะระหว่างลูกค้า (หน่วย) และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ (หน่วย) ของปัญหาที่ 2

	DC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	ปริมาณต้องการ
C1	26	0															51
C2	7	8	0														86
C3	11	12	16	0													117
C4	11	17	30	23	0												72
C5	6	14	26	19	13	0											99
C6	9	6	10	29	24	26	0										97
C7	5	18	23	28	24	26	14	0									76
C8	4	19	7	14	6	14	17	24	0								51
C9	8	14	28	4	19	6	9	29	22	0							76
C10	10	4	29	10	20	5	4	24	9	14	0						54
C11	5	9	21	19	26	8	13	13	16	12	14	0					58
C12	15	25	21	19	25	9	21	18	8	18	28	24	0				94
C13	5	21	19	10	21	23	13	9	25	8	11	10	23	0			107
C14	11	30	23	7	20	16	17	26	7	15	28	13	10	27	0		62
C15	10	21	5	24	13	18	18	24	27	23	12	18	11	26	25	0	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบจากปัญหาที่ 2

จากปัญหาที่ 2 เมื่อทดลองรันโปรแกรมเป็นจำนวน 10 รอบ พบว่าคำตอบที่ได้มีระยะทางรวม 176 หน่วย โดยได้แสดงรายละเอียดของเส้นทางดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดของคำตอบที่ดีที่สุดจากปัญหาที่ 2

รถคันที่	เส้นทาง	ระยะทาง (หน่วย)	นน.บรรทุก (หน่วย)
1	DC->C6 -> C1 -> C2 -> DC	30	234
2	DC->C9 -> C12 -> C15 -> DC	47	222
3	DC->C5 -> C4 -> C8 -> DC	29	222
4	DC->C13 -> C7 -> C11 -> DC	32	241
5	DC->C10 -> C3 -> C14 -> DC	38	233
	ระยะทางรวม	176	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานพบว่า การนำหลักการวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาใช้ในการแก้ปัญหาการขนส่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางการขนส่ง และการจัดสินค้าลงยังยานพาหนะ การเลือกเส้นทางเดินของยานพาหนะว่าจะกำหนดให้ยานพาหนะใดไปส่งสินค้าให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับก่อนหลัง โดยมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย เพื่อให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด วิธีการเชิงพันธุกรรมไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะสามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดได้ แต่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสม หรือยอมรับได้

5.1 สรุปผล

1) วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) ที่ใช้ สามารถแก้ปัญหาการขนส่งได้โดยให้ผลลัพธ์ที่หน้าพอใจและยอมรับได้
2) การแก้ปัญหาการขนส่งโดยนำเอาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา สามารถคำนวณหาผลลัพธ์ได้ดีและสามารถลดเวลาในการหาเส้นทางการขนส่งและการจัดการสินค้าลงในยานพาหนะของลูกค้าตาละราย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการออกแบบโครโมโซม หากสามรถออกแบบได้เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้จะสามารถจะสามารถลดเวลาในการตรวจสอบความถูกต้องในการรัน process ได้และก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่านี้ได้เช่นกัน
2) ในพัฒนาการปรับเปลี่ยนขั้นตอนต่างๆในหลักการเชิงพันธุกรรม ให้เหมาะสมก็สามารถเพิ่มประสิทธิ์ภาพในการให้คำตอบที่ดีได้
3) ควรออกแบบหน้าจอโปรแกรมให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นกว่านี้ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

กฤษพล เฉลิมกลิ่น.การออกแบบและประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการขนส่ง.ปริญญานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2547

ดร.ณกร อินทร์พยุง, "การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและโลจิสติกส์" พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด (มหาชน),2548

วิทยา สุหฤทดำรง, "การจัดการโซ่อุปทาน" กรุงเทพฯ:เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า, 2546

สร้อยสุดา เลาะหมุด และธราธร กูลภัทรนิรันดร์.การจัดการการขนส่งด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม.วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการโลจิสติกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2550

อนิวัช แก้วจำนงค์, "หลักการจัดการ" สงขลา:ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ, 2552

Borja Beltran et al. "Transit network design with allocation of green vehicles: A genetic algorithm approach" Transportation Research PartC 17:475–483, 2009

Bongju Jeong, Ho-Sang, and Nam-Kyu Park. "A computerized causal forecasting system using genetic algorithms in supply chain management" The Journal of Systems and Software 60:223–237, 2002

Farhan Ahmad Kidwai et al. "A genetic algorithm based bus scheduling model for transit network." Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 477 - 489, 2005

Heydar Toossian Shandiz, Mohsen Khosravi and Mahsa Doaee . "Intelligent Transport System Based on Genetic Algorithm" World Applied Sciences Journal 6 (7): 908-913, 2009

Heydar Toossian Shandiz, Mohsen Khosravi and Mahsa Doaee . "Intelligent Transport System Based on Genetic Algorithm" World Applied Sciences Journal 6 (7): 908-913, 2009

Maurizio Bielli, Massimiliano Caramia, and Pasquale Carotenuto. "Genetic algorithms in bus network optimization" Transportation Research Part C 10:19-34, 2002

Teerawat Thepmanee andRuedee Masuchun "Using genetic algorithm to manage and schedule temperature senser calibration." ICIC Express Letters: Volume **5**, Number **1**, January **2011**

S.H. Zegordi and M.A. Beheshti Nia. "A multi-population genetic algorithm for transportation scheduling" Transportation Research Part E 45:946–959,2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

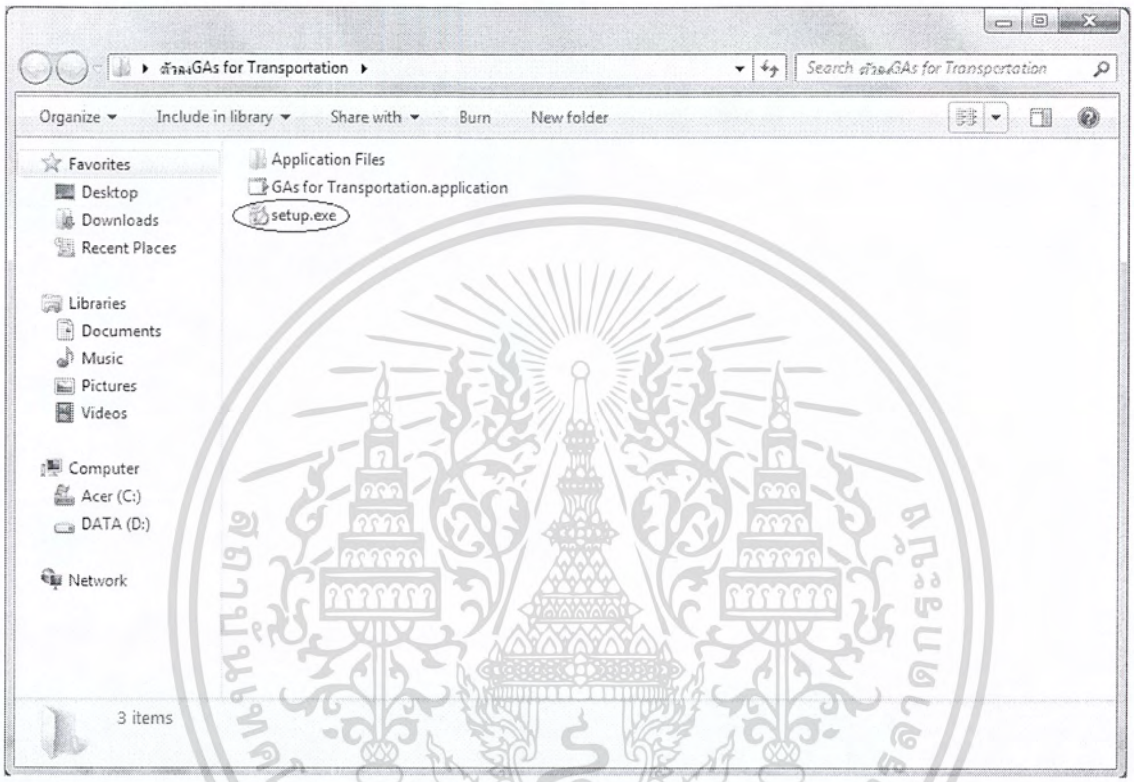
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งโปรแกรม

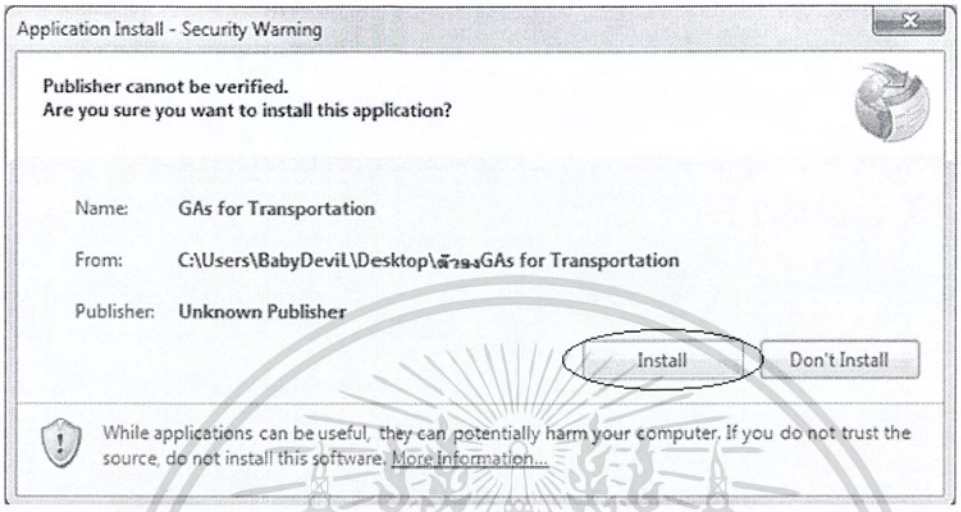
1. ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ที่ชื่อว่า setup.exe ดังรูปที่ ผ 1



รูปที่ ผก 1 แสดงการติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการ Install โปรแกรมโดยการกดปุ่ม Install ดังรูปที่ ผ 2

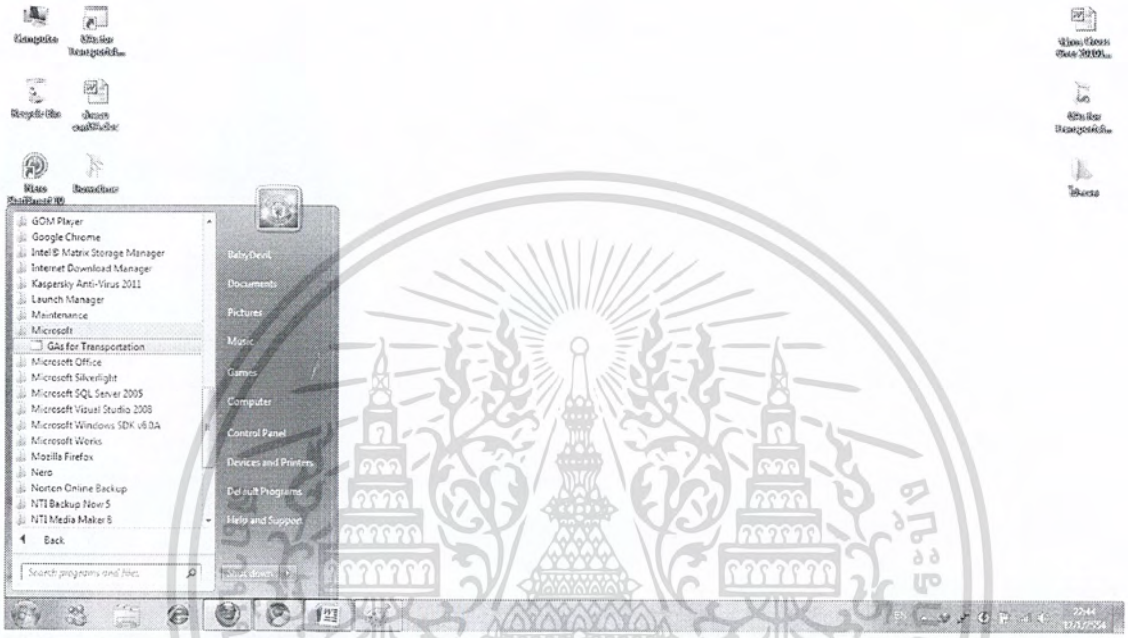


รูปที่ ผก 2 แสดงการ Install โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม

1. กดปุ่ม เลือก All Programs เลือก Microsoft และเลือก GAs for Transportation ดังรูปที่ ผ 3



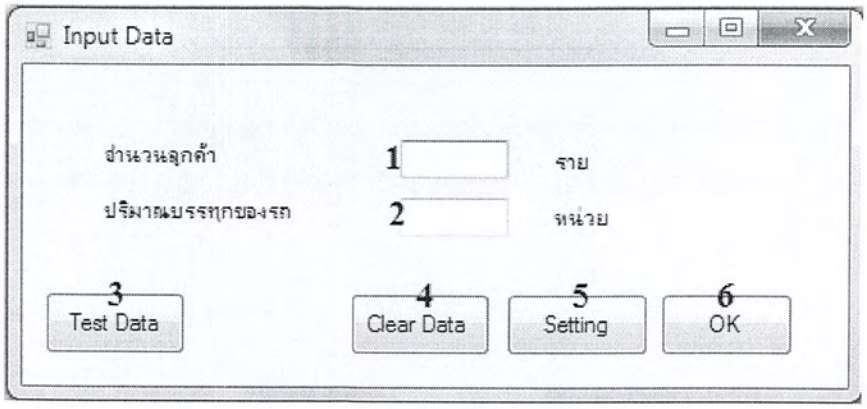
รูปที่ ผก 3 แสดงการเปิดโปรแกรม

2. จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมขึ้นมาดังรูปที่ ผ 4

จากหน้าจอโปรแกรมในจากรูปที่ ผ 4 ประกอบด้วย

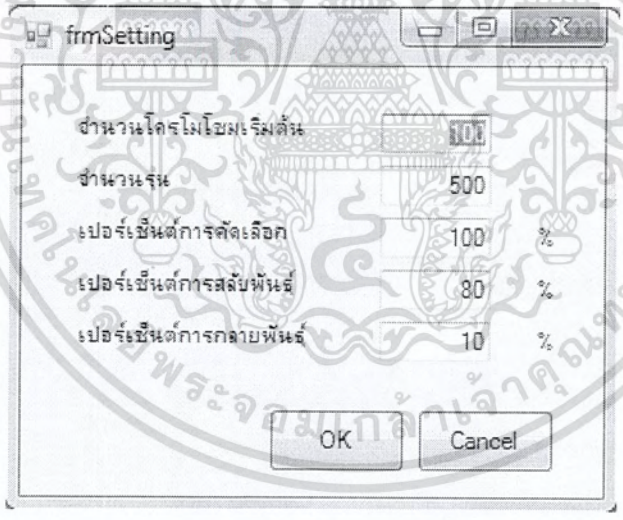
1. ป้อนค่าจำนวนลูกค้า
2. ป้อนค่าปริมารบรรทุกของรถ
3. ปุ่มเลือกข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ ในที่นี้คือข้อมูลเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ
4. ปุ่มล้างรายการ
5. ปุ่มตั้งค่า
6. ปุ่มตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผก 4 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรม

3. เมื่อกดปุ่ม Setting ในรูปที่ ผ 4 จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ ผ 5 จะเห็นว่ามีค่าของเงื่อนไขต่างๆที่ทำการตั้งค่าไว้ โดยสามารถแก้ไขข้อมูลของเงื่อนไขได้ตามต้องการ



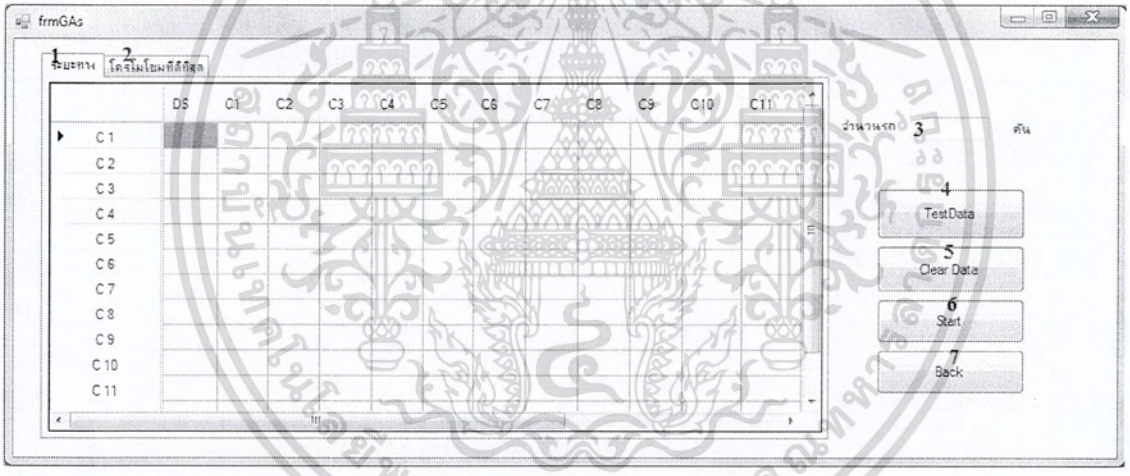
รูปที่ ผก 5 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กรอกข้อมูลให้ครบทุกช่องแล้วกดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมาดังรูปที่ ผ 6

โดยหน้าจอโปรแกรมมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

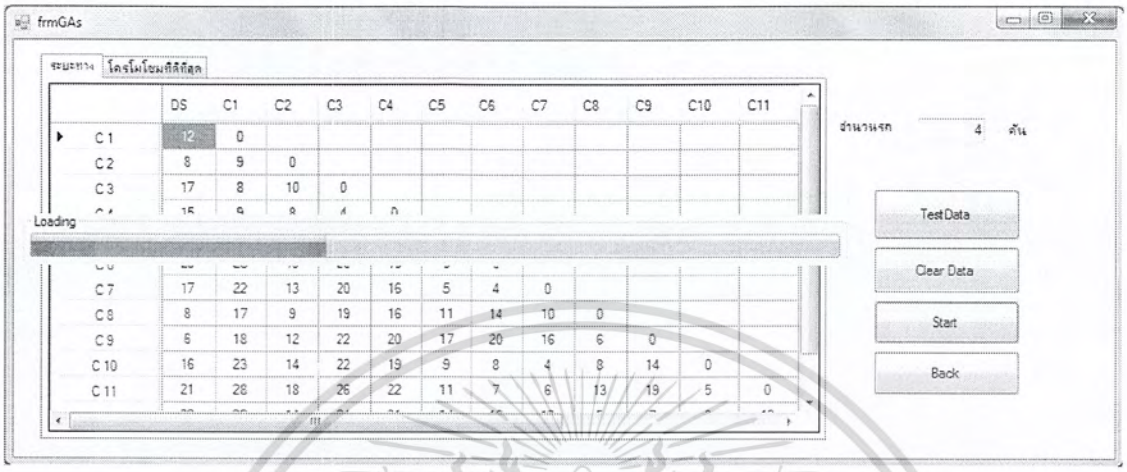
1. แถบแสดงตารางเพื่อกรอกข้อมูลระยะทาง
2. แถบแสดงค่าโครโมโซมที่ดีที่สุด
3. ช่องแสดงจำนวนรถเมื่อโปรแกรมทำการคำนวนเสร็จแล้ว
4. ปุ่มแสดงข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ ในที่นี้คือข้อมูลเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ
5. ปุ่มล้างรายการ
6. ปุ่มเริ่มการคำนวณ
7. ปุ่มย้อนกลับไปหน้าต่างที่แล้ว



รูปที่ ผก 6 แสดงหน้าต่างที่ 2 ของโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม OK

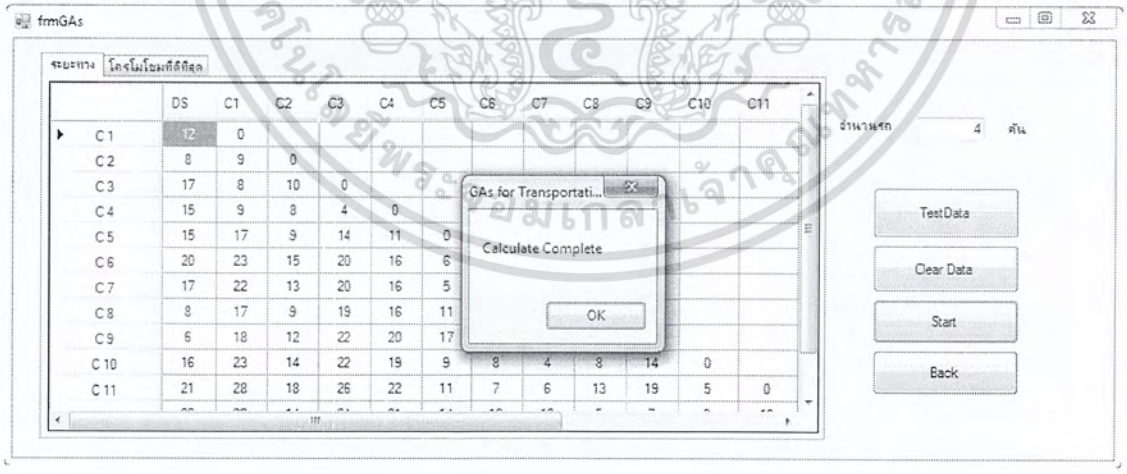
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กรอกข้อมูลระยะทางลงในตารางให้ครบแล้วกดปุ่ม Start โปรแกรมก็จะทำการคำนวณและมีแถบแสดงการทำงาน ดังรูปที่ ผ 7



รูปที่ ผก 7 แสดงหน้าจอของโปรแกรมขณะที่โปรแกรมกำลังคำนวณ

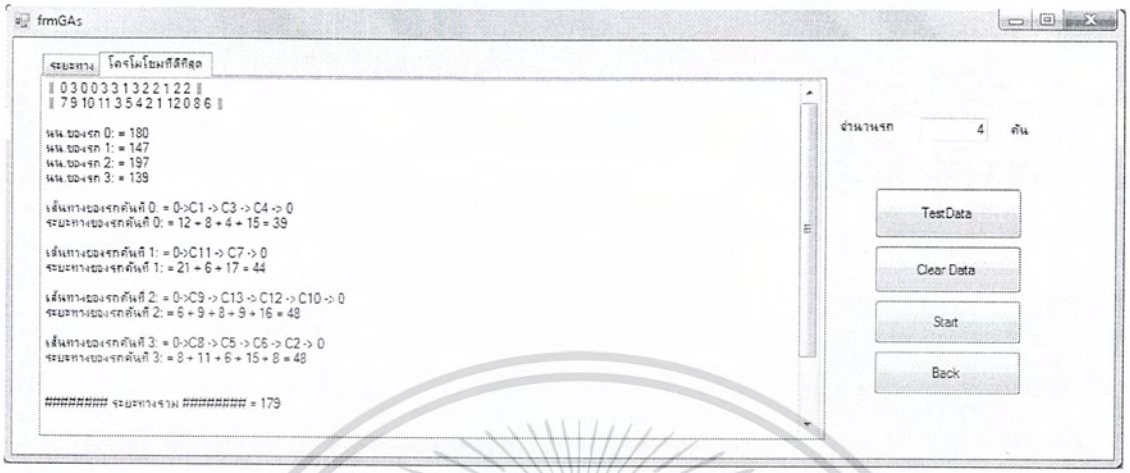
6. เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จจะมีหน้าต่างเล็กๆแสดงให้เห็นว่าคำนวณเสร็จแล้วดังรูปที่ ผ 8



รูปที่ ผก 8 แสดงหน้าจอเมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อกดที่แถบ “โครโมโซมที่ดีที่สุด” โปรแกรมจะแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณดังรูปที่ ผ 9



รูปที่ ผก 9 แสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Source Code ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public Class frmGAs
    'set จำนวนการคำนวนต่างๆ
    'Dim vNoOfChromosome As Integer = 60
    'Dim vPercentOfSelection As Single = 1
    'Dim vPercentOfCrossover As Single = 0.8
    'Dim vPercentOfMutation As Single = 0.1
    'Dim vGenerationNo As Integer = 400
    Dim vAllCapacity As Single
    Dim vCustomerAmt As Integer
    Dim vCarAmt As Integer
    'arrMValues เก็บค่า ระยะทางรวม ของแต่ละ chromosome
    Dim arrMValues() As Double
    'เก็บค่า Prob สะสมไว้
    Dim arrProb() As Double
    'arrShuff ใช้เป็น temp shuffle
    Dim arrShuff() As Integer
    '---------------------------------- ข้อมูลหลัก ----------------------------------
    Dim arrQty() As Single
    'arrCarCustomer เก็บค่าว่าคันไหน ไปส่งใคร
    Dim arrCarCustomer(,) As Integer
    'เลขที่ Chromosome
    'เลขที่ลูกค้า
    'valuse เป็น รถคันไหนส่ง
    'arrCarOrder เก็บค่าลำดับการส่ง
    Dim arrCarOrder(,) As Integer
    'เลขที่ Chromosome
    'เลขที่ลูกค้า
    'valuse เป็นลำดับการส่ง
    'arrDistance เก็บค่าของระยะทางทั้งหมด
    Dim arrDistance(,) As Single
    'จากลูกค้าคนไหน
    'ถึงลูกค้าคนไหน
    '0 = DS จุดเริ่มต้น
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'------- Best Chromosome ----------
Dim BestCarCustomer() As Integer
'valuse เป็น รถคันไหนส่ง
Dim BestCarOrder() As Integer
'valuse เป็นลำดับการส่ง
Dim BestDistance As Single
'========== ข้อมูลหลัก ==========
'array เพื่อใช้ในการคัดเลือกประชากรกลุ่มใหม่
Dim arrNewPopCarCustomer(,) As Integer
Dim arrNewPopCarOrder(,) As Integer
Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
Private Function ArrayShuffle(ByVal ParamArray arr() As Integer) As Integer()
    Dim index, newIndex, firstIndex, itemCount, tmpValue As Integer
    Randomize()
    firstIndex = LBound(arr)
    itemCount = UBound(arr) - LBound(arr) + 1
    For index = UBound(arr) To LBound(arr) + 1 Step -1
        newIndex = firstIndex + Int(Rnd() * itemCount)
        tmpValue = arr(index)
        arr(index) = arr(newIndex)
        arr(newIndex) = tmpValue
        itemCount = itemCount - 1
    Next
    Return arr
End Function
Private Sub frmGAs_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
MyBase.Load
    Call ClearData()
End Sub
Private Sub SetTestData()
    DataGridView1.Item(0, 0).Value = "12"
    DataGridView1.Item(0, 1).Value = "8"
    DataGridView1.Item(0, 2).Value = "17"
    DataGridView1.Item(0, 3).Value = "15"
    DataGridView1.Item(0, 4).Value = "15"
    DataGridView1.Item(0, 5).Value = "20"
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGridView1.Item(0, 6).Value = "17"
DataGridView1.Item(0, 7).Value = "8"
DataGridView1.Item(0, 8).Value = "6"
DataGridView1.Item(0, 9).Value = "16"
DataGridView1.Item(0, 10).Value = "21"
DataGridView1.Item(0, 11).Value = "22"
DataGridView1.Item(0, 12).Value = "15"
DataGridView1.Item(1, 0).Value = "0"
DataGridView1.Item(1, 1).Value = "9"
DataGridView1.Item(1, 2).Value = "8"
DataGridView1.Item(1, 3).Value = "9"
DataGridView1.Item(1, 4).Value = "17"
DataGridView1.Item(1, 5).Value = "23"
DataGridView1.Item(1, 6).Value = "22"
DataGridView1.Item(1, 7).Value = "17"
DataGridView1.Item(1, 8).Value = "18"
DataGridView1.Item(1, 9).Value = "23"
DataGridView1.Item(1, 10).Value = "28"
DataGridView1.Item(1, 11).Value = "22"
DataGridView1.Item(1, 12).Value = "27"
DataGridView1.Item(2, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(2, 1).Value = "0"
DataGridView1.Item(2, 2).Value = "10"
DataGridView1.Item(2, 3).Value = "8"
DataGridView1.Item(2, 4).Value = "9"
DataGridView1.Item(2, 5).Value = "15"
DataGridView1.Item(2, 6).Value = "13"
DataGridView1.Item(2, 7).Value = "9"
DataGridView1.Item(2, 8).Value = "12"
DataGridView1.Item(2, 9).Value = "14"
DataGridView1.Item(2, 10).Value = "18"
DataGridView1.Item(2, 11).Value = "14"
DataGridView1.Item(2, 12).Value = "20"
DataGridView1.Item(3, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(3, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(3, 2).Value = "0"
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGridView1.Item(3, 3).Value = "4"
DataGridView1.Item(3, 4).Value = "14"
DataGridView1.Item(3, 5).Value = "20"
DataGridView1.Item(3, 6).Value = "20"
DataGridView1.Item(3, 7).Value = "19"
DataGridView1.Item(3, 8).Value = "22"
DataGridView1.Item(3, 9).Value = "22"
DataGridView1.Item(3, 10).Value = "26"
DataGridView1.Item(3, 11).Value = "24"
DataGridView1.Item(3, 12).Value = "30"
DataGridView1.Item(4, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(4, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(4, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(4, 3).Value = "0"
DataGridView1.Item(4, 4).Value = "11"
DataGridView1.Item(4, 5).Value = "16"
DataGridView1.Item(4, 6).Value = "16"
DataGridView1.Item(4, 7).Value = "16"
DataGridView1.Item(4, 8).Value = "20"
DataGridView1.Item(4, 9).Value = "19"
DataGridView1.Item(4, 10).Value = "22"
DataGridView1.Item(4, 11).Value = "21"
DataGridView1.Item(4, 12).Value = "28"
DataGridView1.Item(5, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(5, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(5, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(5, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(5, 4).Value = "0"
DataGridView1.Item(5, 5).Value = "6"
DataGridView1.Item(5, 6).Value = "5"
DataGridView1.Item(5, 7).Value = "11"
DataGridView1.Item(5, 8).Value = "17"
DataGridView1.Item(5, 9).Value = "9"
DataGridView1.Item(5, 10).Value = "11"
DataGridView1.Item(5, 11).Value = "14"
DataGridView1.Item(5, 12).Value = "22"
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGridView1.Item(6, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(6, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(6, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(6, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(6, 4).Value = ""
DataGridView1.Item(6, 5).Value = "0"
DataGridView1.Item(6, 6).Value = "4"
DataGridView1.Item(6, 7).Value = "14"
DataGridView1.Item(6, 8).Value = "20"
DataGridView1.Item(6, 9).Value = "8"
DataGridView1.Item(6, 10).Value = "7"
DataGridView1.Item(6, 11).Value = "16"
DataGridView1.Item(6, 12).Value = "23"
DataGridView1.Item(7, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 4).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 5).Value = ""
DataGridView1.Item(7, 6).Value = "0"
DataGridView1.Item(7, 7).Value = "10"
DataGridView1.Item(7, 8).Value = "16"
DataGridView1.Item(7, 9).Value = "4"
DataGridView1.Item(7, 10).Value = "6"
DataGridView1.Item(7, 11).Value = "12"
DataGridView1.Item(7, 12).Value = "20"
DataGridView1.Item(8, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 4).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 5).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 6).Value = ""
DataGridView1.Item(8, 7).Value = "0"
DataGridView1.Item(8, 8).Value = "6"
DataGridView1.Item(8, 9).Value = "8"
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DataGridView1.Item(8, 10).Value = "13"

DataGridView1.Item(8, 11).Value = "5"

DataGridView1.Item(8, 12).Value = "12"

DataGridView1.Item(9, 0).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 1).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 2).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 3).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 4).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 5).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 6).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 7).Value = ""

DataGridView1.Item(9, 8).Value = "0"

DataGridView1.Item(9, 9).Value = "14"

DataGridView1.Item(9, 10).Value = "19"

DataGridView1.Item(9, 11).Value = "7"

DataGridView1.Item(9, 12).Value = "9"

DataGridView1.Item(10, 0).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 1).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 2).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 3).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 4).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 5).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 6).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 7).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 8).Value = ""

DataGridView1.Item(10, 9).Value = "0"

DataGridView1.Item(10, 10).Value = "5"

DataGridView1.Item(10, 11).Value = "9"

DataGridView1.Item(10, 12).Value = "16"

DataGridView1.Item(11, 0).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 1).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 2).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 3).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 4).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 5).Value = ""

DataGridView1.Item(11, 6).Value = ""

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGridView1.Item(11, 7).Value = ""
DataGridView1.Item(11, 8).Value = ""
DataGridView1.Item(11, 9).Value = ""
DataGridView1.Item(11, 10).Value = "0"
DataGridView1.Item(11, 11).Value = "13"
DataGridView1.Item(11, 12).Value = "20"
DataGridView1.Item(12, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 4).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 5).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 6).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 7).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 8).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 9).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 10).Value = ""
DataGridView1.Item(12, 11).Value = "0"
DataGridView1.Item(12, 12).Value = "8"
DataGridView1.Item(13, 0).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 1).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 2).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 3).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 4).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 5).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 6).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 7).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 8).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 9).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 10).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 11).Value = ""
DataGridView1.Item(13, 12).Value = "0"
DataGridView1.Item(14, 0).Value = "45"
DataGridView1.Item(14, 1).Value = "36"
DataGridView1.Item(14, 2).Value = "43"
DataGridView1.Item(14, 3).Value = "92"
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DataGridView1.Item(14, 4).Value = "57"
        DataGridView1.Item(14, 5).Value = "16"
        DataGridView1.Item(14, 6).Value = "56"
        DataGridView1.Item(14, 7).Value = "30"
        DataGridView1.Item(14, 8).Value = "57"
        DataGridView1.Item(14, 9).Value = "47"
        DataGridView1.Item(14, 10).Value = "91"
        DataGridView1.Item(14, 11).Value = "55"
        DataGridView1.Item(14, 12).Value = "38"
    End Sub
    Private Sub Clearall()
        vCarAmt = 0
        vAllCapacity = 0
        BestDistance = 0
    End Sub
    Private Sub BtnProcess1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnProcess1.Click
        Call Clearall()
        Call Process1()
        Call GetBestChromosome()
        Call ShowMValues2()
        Call ShowProcess1()
    End Sub
    Private Sub GetBestChromosome()
        'คำนวนระยะทางของแต่ละโครโมโซม เพื่อเลือก โครโมโซมที่ดีที่สุด
        Dim vCapThisCar As Single
        Dim vFromCar As Integer
        Dim vToCar As Integer
        Dim vDistance As Single
        Dim vDistanceAll As Single
        'arrTmpRoute ไว้เก็บเส้นทางของรถ
        'มิติที่ 1 - ไปส่งใคร
        'มิติที่ 2 - ลำดับที่เท่าไหร่
        Dim arrTmpRoute(,) As Integer
        Dim NoTmp As Integer
        ReDim arrMValues(vNoOfChromosome - 1)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
  '---------- คำนวนระยะทางของแต่ละ chromosome เพื่อเลือก chromosome ที่ดีที่สุด ----------
  'คำนวนเส้นทางของรถแต่ละคัน + คำนวนระยะทางของรถแต่ละคัน
  vDistanceAll = 0
  For i = 0 To vCarAmt - 1
    ReDim arrTmpRoute(0, 0)
    ReDim arrTmpRoute(vCustomerAmt - 1, 1)
    NoTmp = 0
    For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If i = arrCarCustomer(k, j) Then
        arrTmpRoute(NoTmp, 0) = j
        'เปลี่ยนลำดับจาก 0 เป็น 1 ก่อน
        arrTmpRoute(NoTmp, 1) = arrCarOrder(k, j) + 1
        NoTmp = NoTmp + 1
      End If
    Next
    'SORT ลำดับของ arrTmpRoute
    Call SortarrTmpRoute(arrTmpRoute)
    vFromCar = 0
    vToCar = 0
    vDistance = 0
    For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If arrTmpRoute(j, 1) <> 0 Then
        vToCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
        vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
        vFromCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
      End If
    Next
    vToCar = 0
    vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
    'show เส้นทางของรถหลัง sort
    vDistanceAll = vDistanceAll + vDistance
  Next
  arrMValues(k) = vDistanceAll
  'เก็บโครโมโซมที่ดีที่สุดไว้ใน BestChromosome
  If BestDistance = 0 Or BestDistance >= vDistanceAll Then
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            BestDistance = vDistanceAll
            ReDim BestCarCustomer(vCustomerAmt - 1)
            ReDim BestCarOrder(vCustomerAmt - 1)
            For j = 0 To vCustomerAmt - 1
               BestCarCustomer(j) = arrCarCustomer(k, j)
               BestCarOrder(j) = arrCarOrder(k, j)
            Next
         End If
      Next
   End Sub
   Private Sub ShowMValues2()
      Dim vTemptxt As String
      Dim vTmptxt As String
      Dim vTmptxt2 As String
      For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
         vTemptxt = vTemptxt & k & " - " & arrMValues(k) & vbCrLf
      Next
      txtBestChromosome.Text = vTemptxt
      '-------------------------------------------------------------------------
      vTmptxt = vTmptxt & BestDistance & " : || "
      vTmptxt2 = vTmptxt2 & BestDistance & " : || "
      For j = 0 To vCustomerAmt - 1
         vTmptxt = vTmptxt & " " & BestCarCustomer(j)
         vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & BestCarOrder(j)
      Next
      vTmptxt = vTmptxt & " || "
      vTmptxt2 = vTmptxt2 & " || "
      vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
      vTmptxt2 = ""
      txtBestChromosome2.Text = vTmptxt
   End Sub
   Private Sub ShowBestChromosome()
      Dim vTemptxt As String
      Dim vTmptxt As String
      Dim vTmptxt2 As String
      Dim vCapThisCar As Single
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim vFromCar As Integer
Dim vToCar As Integer
Dim vDistanceText As String
Dim vDistance As Single
Dim vDistanceAll As Single
Dim vRouteText As String
Dim vRouteText2 As Str
'arrTmpRoute ไว้เก็บเส้นทางของรถ
'มิติที่ 1 - ไปส่งใคร
'มิติที่ 2 - ลำดับที่เท่าไหร่
Dim arrTmpRoute(,) As Integer
Dim NoTmp As Integer
vTmptxt = vTmptxt & " || "
vTmptxt2 = vTmptxt2 & " || "
   For j = 0 To vCustomerAmt - 1
   vTmptxt = vTmptxt & " " & BestCarCustomer(j)
   vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & BestCarOrder(j)
Next
vTmptxt = vTmptxt & " || "
vTmptxt2 = vTmptxt2 & " || "
vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
vTmptxt2 = ""
'---------- คำนวนระยะทางของแต่ละ chromosome เพื่อเลือก chromosome ที่ดีที่สุด ----------
'คำนวนน้ำหนักของรถแต่ละคัน
For i = 0 To vCarAmt - 1
   vCapThisCar = 0
   For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If i = BestCarCustomer(j) Then
         vCapThisCar += arrQty(j)
      End If
   Next
   vTmptxt = vTmptxt & "นน.ของรถ " & i & ": = " & vCapThisCar & vbCrLf
Next
vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf
'คำนวนเส้นทางของรถแต่ละคัน + คำนวนระยะทางของรถแต่ละคัน
vDistanceAll = 0
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
For i = 0 To vCarAmt - 1
   ReDim arrTmpRoute(0, 0)
   ReDim arrTmpRoute(vCustomerAmt - 1, 1)
   NoTmp = 0
   vRouteText = ""
   vRouteText2 = ""
   For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If i = BestCarCustomer(j) Then
         arrTmpRoute(NoTmp, 0) = j
         'เปลี่ยนลำดับจาก 0 เป็น 1 ก่อน
         arrTmpRoute(NoTmp, 1) = BestCarOrder(j) + 1
         vRouteText = vRouteText & arrTmpRoute(NoTmp, 0) & " -> "
         vRouteText2 = vRouteText2 & arrTmpRoute(NoTmp, 1) - 1 & " -> "
         NoTmp = NoTmp + 1
      End If
   Next
   'SORT ลำดับของ arrTmpRoute
   Call SortarrTmpRoute(arrTmpRoute)
   vRouteText = "0->"
   vRouteText2 = ""
   vFromCar = 0
   vToCar = 0
   vDistanceText = ""
   vDistance = 0
   For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If arrTmpRoute(j, 1) <> 0 Then
         vToCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
         vRouteText = vRouteText & "C" & arrTmpRoute(j, 0) + 1 & " -> "
         vRouteText2 = vRouteText2 & arrTmpRoute(j, 1) & " -> "
         vDistanceText = vDistanceText & arrDistance(vFromCar, vToCar) & " + "
         vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
         vFromCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
      End If
   Next
   vToCar = 0
   vDistanceText = vDistanceText & arrDistance(vFromCar, vToCar)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
            vRouteText = vRouteText & "0"
            'show เส้นทางของรถหลัง sort
            vTmptxt = vTmptxt & "เส้นทางของรถคันที่ " & i & ": = " & vRouteText & vbCrLf
            'vTmptxt = vTmptxt & "ลำดับของรถ   " & i & ": = " & vRouteText2 & vbCrLf
            vTmptxt = vTmptxt & "ระยะทางของรถคันที่ " & i & ": = " & vDistanceText & " = " & vDistance & vbCrLf
& vbCrLf
            vDistanceAll = vDistanceAll + vDistance
        Next
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & "######## ระยะทางรวม ######## = " & vDistanceAll & vbCrLf
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vbCrLf
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & "----------------------------------------------------------------------------------------------------
--" & vbCrLf & vbCrLf
        txtBestChromosome2.Text = vTmptxt
    End Sub
    Private Sub Process1()
        Dim vCapThisCar As Single
        vAllCapacity = 0
        ReDim arrQty(vCustomerAmt - 1)
        'หาจำนวนรถ
        For i = 0 To vCustomerAmt - 1
            'เก็บค่าจำนวนที่ลูกค้าสั่ง
            arrQty(i) = DataGridView1.Item(vCol - 1, i).Value
            vAllCapacity = vAllCapacity + Val(DataGridView1.Item(vCol - 1, i).Value)
        Next
        vCarAmt = UpInt(vAllCapacity / vCapacity)
        txtCarAmt.Text = vCarAmt
        'เอาค่าจากตารางที่กรอกมาสร้าง arrDistance
        'กำหนดค่าว่าจากไหน ไปไหน ใช้ระยะทางเท่าไหร่
        '0,0  --> 0
        '0,1  --> 12
        '0,2  --> 8
        '0,3  --> 17
        '0,4  --> 15
        ReDim arrDistance(vCustomerAmt, vCustomerAmt)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
For i = 0 To vCustomerAmt
    For j = i + 1 To vCustomerAmt
        arrDistance(i, j) = Val(DataGridView1.Item(i, j - 1).Value)
        arrDistance(j, i) = arrDistance(i, j)
    Next
Next
'---------- เริ่มสร้าง chromosome ----------
'---------- 1-random ว่ารถแต่ละคันจะไปส่งใครบ้าง ----------
'arrCarCustomer(เก็บค่าว่าไปส่งใครบ้าง)
'Dim arrCarCustomer(,) As Integer
'เลขที่(Chromosome)
'เลขที่รถ()
'ลูกค้า()
'valuse เป็น 0 ไม่ส่ง , 1 ส่ง
ReDim arrCarCustomer(vNoOfChromosome - 1, vCustomerAmt - 1)
For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
    Do While Not CheckCapacityAllCar(k)
        For j = 0 To vCustomerAmt - 1
            'check น้ำหนักว่าไม่เกินที่รถจะขนได้
            arrCarCustomer(k, j) = RandAmt(vCarAmt)
        Next
    Loop
Next
'---------- 1-random ลำดับการส่งในรถแต่ละคัน ----------
'arrCarOrder เก็บค่าลำดับการส่ง
'Dim arrCarOrder(,) As Integer
'เลขที่ Chromosome
'เลขที่รถ
'ลูกค้าที่จะส่ง
'valuse เป็นลำดับการส่ง
ReDim arrCarOrder(vNoOfChromosome - 1, vCustomerAmt - 1)
ReDim arrShuff(vCustomerAmt - 1)
For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
    For j = 0 To vCustomerAmt - 1
        arrShuff(j) = j
    Next
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        arrShuff = ArrayShuffle(arrShuff)
        For j = 0 To vCustomerAmt - 1
          arrCarOrder(k, j) = arrShuff(j)
        Next
      Next
    End Sub
    Private Function CheckCapacityAllCar(ByVal pNoofChromosome As Integer) As Boolean
      Dim vReturn As Boolean = True
      Dim vCapThisCar As Single
      'check นนรถทีละคัน
      For i = 0 To vCarAmt - 1
        vCapThisCar = 0
        For j = 0 To vCustomerAmt - 1
          If i = arrCarCustomer(pNoofChromosome, j) Then
            vCapThisCar += arrQty(j)
          End If
        Next
        If vCapThisCar >= vCapacity Then
          vReturn = False
        End If
      Next
      Return vReturn
    End Function
    Private Sub ShowProcess1()
      Dim vTmptxt As String
      Dim vTmptxt2 As String
      Dim vCapThisCar As Single
      Dim vFromCar As Integer
      Dim vToCar As Integer
      Dim vDistanceText As String
      Dim vDistance As Single
      Dim vDistanceAll As Single
      Dim vRouteText As String
      Dim vRouteText2 As String
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'arrTmpRoute ไว้เก็บเส้นทางของรถ
'มิติที่ 1 - ไปส่งใคร
'มิติที่ 2 - ลำดับที่เท่าไหร่
Dim arrTmpRoute(,) As Integer
Dim NoTmp As Integer
ReDim arrMValues(vNoOfChromosome - 1)
For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
  vTmptxt = vTmptxt & k & " : || "
  vTmptxt2 = vTmptxt2 & k & " : || "
  For j = 0 To vCustomerAmt - 1
    vTmptxt = vTmptxt & " " & arrCarCustomer(k, j)
    vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & arrCarOrder(k, j)
  Next
  vTmptxt = vTmptxt & "  ||  "
  vTmptxt2 = vTmptxt2 & "  ||  "
  vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
  vTmptxt2 = ""
  '---------- คำนวนระยะทางของแต่ละ chromosome เพื่อเลือก chromosome ที่ดีที่สุด ----------
  'คำนวนน้ำหนักของรถแต่ละคัน
  For i = 0 To vCarAmt - 1
    vCapThisCar = 0
    For j = 0 To vCustomerAmt - 1
      If i = arrCarCustomer(k, j) Then
        vCapThisCar += arrQty(j)
      End If
    Next
    vTmptxt = vTmptxt & "นน.ของรถ " & i & ": = " & vCapThisCar & vbCrLf
  Next
  vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf
  'คำนวนเส้นทางของรถแต่ละคัน + คำนวนระยะทางของรถแต่ละคัน
  vDistanceAll = 0
  For i = 0 To vCarAmt - 1
    ReDim arrTmpRoute(0, 0)
    ReDim arrTmpRoute(vCustomerAmt - 1, 1)
    NoTmp = 0
    vRouteText = ""
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
vRouteText2 = ""
For j = 0 To vCustomerAmt - 1
  If i = arrCarCustomer(k, j) Then
    arrTmpRoute(NoTmp, 0) = j
    'เปลี่ยนลำดับจาก 0 เป็น 1 ก่อน
    arrTmpRoute(NoTmp, 1) = arrCarOrder(k, j) + 1
    vRouteText = vRouteText & arrTmpRoute(NoTmp, 0) & " -> "
    vRouteText2 = vRouteText2 & arrTmpRoute(NoTmp, 1) - 1 & " -> "
    NoTmp = NoTmp + 1
  End If
Next
'show เส้นทางของรถ ก่อน sort
vTmptxt = vTmptxt & "เส้นทางของรถก่อน sort " & i & vbCrLf
vTmptxt = vTmptxt & "เส้นทางของรถ " & i & ": = " & vRouteText & vbCrLf
vTmptxt = vTmptxt & "ลำดับของรถ  " & i & ": = " & vRouteText2 & vbCrLf
vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf
'SORT ลำดับของ arrTmpRoute
Call SortarrTmpRoute(arrTmpRoute)
vRouteText = "0->"
vRouteText2 = ""
vFromCar = 0
vToCar = 0
vDistanceText = ""
vDistance = 0
For j = 0 To vCustomerAmt - 1
  If arrTmpRoute(j, 1) <> 0 Then
    vToCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
    vRouteText = vRouteText & "C" & arrTmpRoute(j, 0) + 1 & " -> "
    vRouteText2 = vRouteText2 & arrTmpRoute(j, 1) & " -> "
    vDistanceText = vDistanceText & arrDistance(vFromCar, vToCar) & " + "
    vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
    vFromCar = arrTmpRoute(j, 0) + 1
  End If
Next
vToCar = 0
vDistanceText = vDistanceText & arrDistance(vFromCar, vToCar)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            vDistance = vDistance + Val(arrDistance(vFromCar, vToCar))
            vRouteText = vRouteText & "0"
            'show เส้นทางของรถหลัง sort
            vTmptxt = vTmptxt & "เส้นทางของรถหลัง sort " & i & ": = " & vRouteText & vbCrLf
            'vTmptxt = vTmptxt & "ลำดับของรถ   " & i & ": = " & vRouteText2 & vbCrLf
            vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf
            vTmptxt = vTmptxt & "####ระยะทางของรถ " & i & " #### : = " & vDistanceText & " = " & vDistance &
vbCrLf
            vDistanceAll = vDistanceAll + vDistance
            arrMValues(k) = vDistanceAll
        Next
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & "######## ระยะทางรวม ######## = " & vDistanceAll & vbCrLf
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vbCrLf
        vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & "----------------------------------------------------------------------------------------------------
-----" & vbCrLf & vbCrLf
    Next
    txtAllList.Text = vTmptxt
  End Sub
  Private Sub SortarrTmpRoute(ByRef arrTmpRoute(,) As Integer)
    Dim vTemp(0, 1) As Integer
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    For j = 1 To vCustomerAmt
      For i = 0 To vCustomerAmt - 2
        If arrTmpRoute(i, 1) > arrTmpRoute(i + 1, 1) Then
          vTemp(0, 0) = arrTmpRoute(i, 0)
          vTemp(0, 1) = arrTmpRoute(i, 1)
          arrTmpRoute(i, 0) = arrTmpRoute(i + 1, 0)
          arrTmpRoute(i, 1) = arrTmpRoute(i + 1, 1)
          arrTmpRoute(i + 1, 0) = vTemp(0, 0)
          arrTmpRoute(i + 1, 1) = vTemp(0, 1)
        End If
      Next
    Next
  End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub BtnProcess2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnProcess2.Click
        Call Process2()
        Call ShowMValues()
    End Sub
    Private Sub Process2()
        'คำนวณค่า Prob
        Call CalProb()
    End Sub
    Private Sub CalProb()
        Dim vX As Double
        Dim vTempProb As Double
        '---------- หาค่า Prob ของ M แต่ละตัว ----------
        For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
            vX = vX + 1 / arrMValues(k)
        Next
        ReDim arrProb(vNoOfChromosome - 1)
        For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
            vTempProb = CInt(((1 / arrMValues(k)) / vX) * 10000)
            If k = 0 Then
                arrProb(k) = vTempProb
            Else
                arrProb(k) = arrProb(k - 1) + vTempProb
            End If
        Next
    End Sub
    Private Sub ShowMValues()
        Dim vTemptxt As String
        For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
            vTemptxt = vTemptxt & k & " - " & arrMValues(k) & " - " & arrProb(k) & vbCrLf
        Next
        txtProb.Text = vTemptxt
    End Sub
    Private Sub BtnProcess3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnProcess3.Click
        Call Process3()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Call GetBestChromosome()
    Call ShowMValues2()
    Call ShowNewPop()
End Sub
Private Sub Process3()
    'เลือกมา 100%
    Dim vNoOfNewpop As Integer
    Dim vNoRnd As Integer
    Randomize()
    Dim x%, y%, z%
    vNoOfNewpop = vNoOfChromosome * vPercentOfSelection
    ReDim arrNewPopCarCustomer(vNoOfNewpop - 1, vCustomerAmt - 1)
    ReDim arrNewPopCarOrder(vNoOfNewpop - 1, vCustomerAmt - 1)
    For i = 0 To vNoOfNewpop - 1
      vNoRnd = Rnd() * (arrProb(vNoOfChromosome - 1))
      For j = 0 To vNoOfChromosome - 1
        If arrProb(j) >= vNoRnd Then
          ' เอามาทั้งสาย
          For x = 0 To vCustomerAmt - 1
            arrNewPopCarCustomer(i, x) = arrCarCustomer(j, x)
            arrNewPopCarOrder(i, x) = arrCarOrder(j, x)
          Next
          Exit For
        End If
      Next
    Next
    vNoOfChromosome = vNoOfNewpop
    ReDim arrCarCustomer(vNoOfNewpop - 1, vCustomerAmt - 1)
    ReDim arrCarOrder(vNoOfNewpop - 1, vCustomerAmt - 1)
    arrCarCustomer = arrNewPopCarCustomer
    arrCarOrder = arrNewPopCarOrder
End Sub
Private Sub ShowNewPop()
    Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
    Dim vTmptxt As String
    Dim vTmptxt2 As String
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
            vTmptxt = vTmptxt & k & " : || "
            vTmptxt2 = vTmptxt2 & k & " : || "
            For j = 0 To vCustomerAmt - 1
                vTmptxt = vTmptxt & " " & arrCarCustomer(k, j)
                vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & arrCarOrder(k, j)
            Next
            vTmptxt = vTmptxt & "  ||  "
            vTmptxt2 = vTmptxt2 & "  ||  "
            vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
            vTmptxt2 = ""
        Next
        txtNewPop.Text = vTmptxt
    End Sub
    Private Sub BtnProcess4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnProcess4.Click
        Call Process4()
        Call GetBestChromosome()
        Call ShowMValues2()
        Call ShowCrossOver()
    End Sub
    Private Sub Process4()
        Dim vPairNo1%, vPairNo2%, vRndCustomer%, i%, j%, x%, y%
        Dim vListDone As String
        Dim arrTmp1() As Integer
        Dim arrTmp2() As Integer
        Randomize()
        Dim vNoofPair As Integer
        'จับคู่กันเพื่อสลับ 90%
        vNoofPair = (vNoOfChromosome * vPercentOfCrossover)
        vListDone = ""
        'จับคู่สลับตามจำนวนครั้ง
        For i = 1 To UpInt(vNoofPair / 2)
            Do
                vPairNo1 = Rnd() * (vNoOfChromosome - 1)
            Loop Until (InStr(vListDone, "**" & vPairNo1 & " ") = 0)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
vListDone = vListDone & "**" & vPairNo1 & " "
Do
   vPairNo2 = Rnd() * (vNoOfChromosome - 1)
Loop Until (InStr(vListDone, "**" & vPairNo2 & " ") = 0)
vListDone = vListDone & "**" & vPairNo2 & " "
vRndCustomer = Rnd() * (vCustomerAmt - 1)
'--test case
'vPairNo1 = 0
'vPairNo2 = 1
'vRndCustomer = 2
'------------ สลับ order ก่อน ----------------
'vPairNo1
ReDim arrShuff(vCustomerAmt - vRndCustomer - 1)
k = 0
For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
   arrShuff(k) = arrCarOrder(vPairNo1, j)
   k += 1
Next
arrShuff = ArrayShuffle(arrShuff)
k = 0
For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
   arrCarOrder(vPairNo1, j) = arrShuff(k)
   k += 1
Next
'vPairNo2
ReDim arrShuff(vCustomerAmt - vRndCustomer - 1)
k = 0
For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
   arrShuff(k) = arrCarOrder(vPairNo2, j)
   k += 1
Next
arrShuff = ArrayShuffle(arrShuff)
k = 0
For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
   arrCarOrder(vPairNo2, j) = arrShuff(k)
   k += 1
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Next
        '---------- ดึงเอา รถสลับกัน ----------
        ReDim arrTmp1(vCustomerAmt - 1)
        ReDim arrTmp2(vCustomerAmt - 1)
        ' ดึงมาเก็บไว้ใน Temp
        For x = 0 To vCustomerAmt - 1
          If x < vRndCustomer Then
            arrTmp1(x) = arrCarCustomer(vPairNo1, x)
            arrTmp2(x) = arrCarCustomer(vPairNo2, x)
          Else
            arrTmp1(x) = arrCarCustomer(vPairNo2, x)
            arrTmp2(x) = arrCarCustomer(vPairNo1, x)
          End If
        Next
        'เอากลับเข้าไปใน list
        For x = 0 To vCustomerAmt - 1
          arrCarCustomer(vPairNo1, x) = arrTmp1(x)
          arrCarCustomer(vPairNo2, x) = arrTmp2(x)
        Next
        'เช็คว่าเกินรถมั้ย ถ้าเกิน random ได้เลย
        'random ข้างหลังใหม่ 'check น้ำหนักว่าไม่เกินที่รถจะขนได้
        Do While Not CheckCapacityAllCar(vPairNo1)
          For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
            'check น้ำหนักว่าไม่เกินที่รถจะขนได้
            arrCarCustomer(vPairNo1, j) = RandAmt(vCarAmt)
          Next
        Loop
        'random ข้างหลังใหม่ 'check น้ำหนักว่าไม่เกินที่รถจะขนได้
        Do While Not CheckCapacityAllCar(vPairNo2)
          For j = vRndCustomer To vCustomerAmt - 1
            'check น้ำหนักว่าไม่เกินที่รถจะขนได้
            arrCarCustomer(vPairNo2, j) = RandAmt(vCarAmt)
          Next
        Loop
      Next
    End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub ShowCrossOver()
    Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
    Dim vTmptxt As String
    Dim vTmptxt2 As String
    For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
      vTmptxt = vTmptxt & k & " : || "
      vTmptxt2 = vTmptxt2 & k & " : || "
      For j = 0 To vCustomerAmt - 1
        vTmptxt = vTmptxt & " " & arrCarCustomer(k, j)
        vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & arrCarOrder(k, j)
      Next
      vTmptxt = vTmptxt & "  ||  "
      vTmptxt2 = vTmptxt2 & "  ||  "
      vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
      vTmptxt2 = ""
    Next
    txtCrossover.Text = vTmptxt
  End Sub
  Private Sub BtnProcess5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnProcess5.Click
    Call Process5()
    Call GetBestChromosome()
    Call ShowMValues2()
    Call ShowMutation()
  End Sub
  Private Sub Process5()
    'การกลายพันธุ์
    Dim vMutationNo%, vRndMNo%, vRndPNo1%, vRndPNo2%, vTemp%, vStep%
    Dim i%, j%, x%, y%
    Dim arrTmp1() As Integer
    Dim arrTmp2() As Integer
    Dim vNoofMutation As Integer
    Randomize()
    vNoofMutation = UpInt(vNoOfChromosome * vPercentOfMutation)
    If vNoofMutation <> 0 Then
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    For i = 0 To vNoofMutation - 1
      Do
        'random หาโครโมโซมที่จะกลายพันธุ์
        vMutationNo = Rnd() * (vNoOfChromosome - 1)
        'random หาจุดที่จะกลายพันธุ์
        vRndPNo1 = Rnd() * (vCustomerAmt - 2)
        vRndPNo2 = vRndPNo1 + 1
        'testdata
        'vMutationNo = 0
        'vRndPNo1 = 0
        'vRndPNo2 = 1
        ReDim arrTmp1(vCustomerAmt - 1)
        ReDim arrTmp2(vCustomerAmt - 1)
        'ดึงบล็อกที่จะกลายพันธุ์ออกมาใส่ใน arrTmp
        For j = 0 To vCustomerAmt - 1
          arrTmp1(j) = arrCarCustomer(vMutationNo, j)
          arrTmp2(j) = arrCarOrder(vMutationNo, j)
        Next
        'ทำการกลายพันธุ์
        vTemp = arrTmp1(vRndPNo1)
        arrTmp1(vRndPNo1) = arrTmp1(vRndPNo2)
        arrTmp1(vRndPNo2) = vTemp
        vTemp = arrTmp2(vRndPNo1)
        arrTmp2(vRndPNo1) = arrTmp2(vRndPNo2)
        arrTmp2(vRndPNo2) = vTemp
      Loop Until CheckCapacityTmpCar(arrTmp1)
      'ใส่คืน
      For j = 0 To vCustomerAmt - 1
        arrCarCustomer(vMutationNo, j) = arrTmp1(j)
        arrCarOrder(vMutationNo, j) = arrTmp2(j)
      Next
    Next
  End If
End Sub
Private Sub ShowMutation()
  Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Dim vTmptxt As String
        Dim vTmptxt2 As String
        For k = 0 To vNoOfChromosome - 1
            vTmptxt = vTmptxt & k & " : || "
            vTmptxt2 = vTmptxt2 & k & " : || "
            For j = 0 To vCustomerAmt - 1
                vTmptxt = vTmptxt & " " & arrCarCustomer(k, j)
                vTmptxt2 = vTmptxt2 & " " & arrCarOrder(k, j)
            Next
            vTmptxt = vTmptxt & "  ||  "
            vTmptxt2 = vTmptxt2 & "  ||  "
            vTmptxt = vTmptxt & vbCrLf & vTmptxt2 & vbCrLf & vbCrLf
            vTmptxt2 = ""
        Next
        txtMutation.Text = vTmptxt
    End Sub
    Private Function CheckCapacityTmpCar(ByRef arrTmp() As Integer) As Boolean
        Dim vReturn As Boolean = True
        Dim vCapThisCar As Single
        'check นนรถทีละคัน
        For i = 0 To vCarAmt - 1
            vCapThisCar = 0
            For j = 0 To vCustomerAmt - 1
                If i = arrTmp(j) Then
                    vCapThisCar += arrQty(j)
                End If
            Next
            If vCapThisCar >= vCapacity Then
                vReturn = False
            End If
        Next
        Return vReturn
    End Function
    Private Sub BtnShowBestChromosome_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles BtnShowBestChromosome.Click
        Call ShowBestChromosome()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End Sub
    Private Sub BtnStart_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnStart.Click
        Dim vNoOfGeneration As Integer
        Try
            'process 1 กำหนด chromosome เริ่มต้น
            Call Clearall()
            Call Process1()
            Call GetBestChromosome()
            'process 2 หาค่า prob
            Call Process2()
            'เลือกประชากรกลุ่มใหม่
            Call Process3()
            Call GetBestChromosome()
            GroupBox1.Visible = True
            ProgressBar1.Maximum = vGenerationNo
            ProgressBar1.Minimum = 0
            ProgressBar1.Value = 0
            For vNoOfGeneration = 1 To vGenerationNo
                ProgressBar1.Value = vNoOfGeneration
                Application.DoEvents()
                'process 4 ผสมพันธุ์
                Call Process4()
                Call GetBestChromosome()
                'process 5 กลายพันธุ์
                Call Process5()
                Call GetBestChromosome()
            Next
            'โชว์รายละเอียดของโครโมโซมที่ดีที่สุด
            Call ShowBestChromosome()
            GroupBox1.Visible = False
            MessageBox.Show("Calculate Complete", "GAs for Transportation")
        Catch
            MessageBox.Show("Data Not Complete.Please Input new Data.", "GAs for Transportation")
        End Try
    End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub BtnTestData_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnTestData.Click
        Call SetTestData()
    End Sub
    Private Sub BtnBack_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnBack.Click
        frmInput.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
    Private Sub BtnClear_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
BtnClear.Click
        Call ClearData()
    End Sub
    Private Sub ClearData()
        DataGridView1.RowCount = 0
        txtCarAmt.Text = ""
        txtBestChromosome2.Text = ""
        Dim col As Integer '= Setting.StData.Value
        Dim row As Integer '= Setting.PdData.Value
        Dim i, j As Integer
        col = vRow + 2
        row = vRow
        vCustomerAmt = vRow
        DataGridView1.ColumnCount = col
        DataGridView1.RowCount = row
        For i = 0 To col - 1
            If i = 0 Then
                DataGridView1.Columns(i).Name = "DC"
            ElseIf i = col - 1 Then
                DataGridView1.Columns(i).Name = "ปริมาณสินค้าที่ลูกค้า ต้องการ(หน่วย)"
            Else
                DataGridView1.Columns(i).Name = "C" + (i).ToString()
            End If
        Next
        DataGridView1.RowHeadersWidth = 100
        '-- ลูปตามจำนวนแถว
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        For i = 0 To row - 1
            '-- กำหนดชื่อของคอลัมน์หัวแถว
            DataGridView1.Rows(i).HeaderCell.Value = "C " + (i + 1).ToString()
            '-- ลูปตามจำนวนคอลัมน์ โดยพิจารณาแถวของลูป i
            For j = 0 To col - 1
                DataGridView1.Item(j, i).Value = ""  '-- Math.Round(100 * Rnd())
            Next
        Next
    End Sub
End Class
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้