การวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Transportation Service Planning for Elderly Person: A Case Study Hatyai District, Songkhla Province

อาลาวี ลาเต๊ะ

Alawee Lateh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of

Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering

Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Transportation Service Planning for Elderly People : A Case Study of Hatyai District, Songkhla Province

อาลาวี ลาเต๊ะ

Alawee Lateh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of

Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering

Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุกรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ผู้เขียน นายอาลาวี ลาเต๊ะ

สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนัฐณพงษ์ คงแก้ว)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ สุวรรณรังษี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นายอาลาวี ลาเต๊ะ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อนและไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายอาลาวี ลาเต๊ะ)

นักศึกษา

วิทยานิพนธ์ การวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ
กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน นายอาลาวี ลาเต๊ะ
สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้นำเสนอรูปแบบการวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เพื่อขนส่งผู้สูงอายุจากบ้านไปยังโรงพยาบาล (Home to Hospital Transport Planning, HHTP) ซึ่งเป็นรูปแบบการให้บริการแบบประตูถึงประตูโดยรถบริการจะไปรับผู้รับบริการถึงที่และไปส่งยังโรงพยาบาล เพื่อลดต้นทุนและระยะทางการขนส่ง โดยใช้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบมีกรอบเวลา (VRPTW) ในโปรแกรม ArcGis 10.2 ในการแก้ปัญหาโดยใช้ประชากรผู้สูงอายุในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ จำนวนกว่า 150,000 ครั้งต่อปีเป็นกรณีศึกษา โดยนำเสนอรูปแบบการให้บริการทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ (1) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา โดยกำหนดจุดเริ่มต้น คือโรงพยาบาลสามารถลดระยะทางการขนส่งจากปัจจุบัน 2,619,334.80 กม./ปี เป็น 657,000 กม./ปี (2) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยใช้ตัวแบบการวิเคราะห์หาที่ตั้งและการจัดสรรหรือ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อนำตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุด โดยกำหนดจุดเริ่มต้น คือตำแหน่งของศูนย์บริการรับ-ส่งจากผลของการใช้ตัวแบบ LAP ได้ระยะทางรวมลดลงเหลือ 512,331.65 กม./ปี (3) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา โดยกำหนดจุดเริ่มต้น คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก ระยะทางรวมลดลงเหลือ 513,989.98 กม./ปี ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบสามารถลดระยะทางรวมได้ ผลจากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือ (1) ลงทุนซื้อรถ และ (2) ไม่ลงทุนซื้อรถ โดยแบบที่ 1 ซื้อรถ มีผู้รับบริการร้อยละ 100 แบบที่ 1 ซื้อรถ มีผู้รับบริการร้อยละ 80 และแบบที่ 2 ไม่ซื้อรถ มีผู้รับบริการร้อยละ 100 ได้ค่า NPV เป็นบวก ส่วน แบบที่ 1 ซื้อรถ มีผู้รับบริการร้อยละ 50 ได้ค่า NPV เป็นลบ เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่ากรณีที่มีผู้ใช้บริการร้อยละ 100 ร้อยละ 80 และ แบบที่ไม่ซื้อรถ เท่านั้นที่เหมาะสมในการลงทุน โดยมีตัวชี้วัดเป็น IRR เทียบกับ MARR

Thesis Title Transportation Service Planning for Elderly Person

: Case Study of Hatyai District, Songkhla Province

Author Mr.Alawee Lateh

Major Program Logistics and supply chain Engineering

Academis Year 2018

Abstract

In this reserch, we provide some insights to this problem called Home to Hospital Transport Planning (HHTP) for Elderly who need to go to the hospital without personal car. In other word, Door to Door service with timetable is employed to reduce transportation cost. The case study is Hatyai District, Songkhla Province, Thailand. The number of elderly people who visiting the hospital for doctor appointment by selves rided are almost 150,000 trips per year. In this view point we use an algorithm with standard VRPTW problem in ArcGIS 10.2 software to solve this problem. The researcher provides 3 model for solving the problem the first is VRPTW by using Hospital for depot after run the model the result shows that the distance can be decrease 65.64 percent from 2,619,334.80 km./year to 657,000 km./year. Second is VRPTW by using depot point from Location Allocation Problem (LAP) for maximize covering after run the model the result shows that the distance can be decrease to 512,331.65 km./year. And the third is VRPTW by set first demand ponit of these day for depot each zone after run the model the result shows that the distance can be decrease to 513,989.98 km./year.

In another part of these researce propose calculatione about how to optimization of investment in these projects if some private company or gonrventment sector need to invest the financial analysis showed that the case of 100% and 80% customer use service. buy a Van is the only suitable investment indicate by IRR is more than MARR values. And researcher also do some questionnaire about behavior of trveling situation and attitude for elderly people and compare the various types of transportation currently in Hatyai District with HHTP to shows different types of services, schedules, coverage, and fares.

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับการดำเนินการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ รศ.ดร.เสกสรร สุธรรมมานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำงาน ทั้งกระตุ้นให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีเรื่อยมา รวมถึงการตรวจและแก้ไขเนื้อหาวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คณาจารย์และบุคลากร ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่คอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดีในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนการศึกษาระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุภาภรณ์ สุวรรณรังษี คณะกรรมการทุกท่านที่สละเวลาในการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และนักศึกษาปริญญาโท ปริญญาเอก คอยให้กำลังใจ คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนข้าพเจ้าเป็นอย่างดีตลอดมา

อาลาวี ลาเต๊ะ

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

บทคัดย่อ (5)

Abstract (6)

กิตติกรรมประกาศ (7)

สารบัญ (5)

รายการตาราง (13)

รายการภาพประกอบ (17)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 10

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

1.4 ขอบเขตการวิจัย 10

บทที่ 2 การสำรวจเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11

2.1 การเดินทางและผู้สูงอายุ 11

2.1.1 ความต้องการเดินทางและวัตถุประสงค์การเดินทาง 13

2.1.2 รูปแบบการเดินทาง 13

2.2 การขนส่งสาธารณะ 14

2.2.1 ความหมาย ที่มาและความสำคัญของการขนส่งสาธารณะ 14

2.2.2 การจำแนกประเภทระบบขนส่งสาธารณะตามประเภทของบริการ 14

2.2.3 ประเภทของการให้บริการ (Type of services) 16

2.2.4 การขนส่งด้วยรถโดยสาร (Bus transit) 17

2.2.5 การขนส่งด้วยรถรับจ้าง (Paratransit) 21

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

2.2.6 การออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะ 26

2.2.7 ต้นทุนการขนส่ง 28

2.2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่ง 29

2.2.9 ปัจจัยการพิจารณาปัญหาการขนส่ง 31

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) 32

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP) 32

2.3.2 รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ 34

2.4 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลา (VRPTW) 35

2.5 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location allocation problem) 38

2.6 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem) 41

2.6.1 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด 41

2.6.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด 41

2.7 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) 42

2.7.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการพัฒนาด้านโลจิสติกส์ 43

2.7.2 การวิเคราะห์โครงข่ายโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Network Analysis) 43

2.8 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการลงทุน 48

2.8.1 การคืนทุนของโครงสร้างพื้นฐาน 48

2.8.2 การคำนึงถึงระบบขนส่งสาธารณะในแง่ที่เป็นบริการสาธารณะสำหรับชุมชน 49

2.8.3 ราคาโดยสาร 49

2.8.4 การวิเคราะห์ด้านการเงินและการประมาณการเงินลงทุนโครงการ 50

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 57

3.1 การศึกษาทบทวนงานวิจัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบัน 57

3.2 รวบรวมข้อมูลจำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ 57

3.3 การวิเคราะห์และประเมินต้นทุนการเดินทางในปัจจุบัน ประกอบด้วย 59

3.4 การทำแบบสอบถามและการเก็บแบบสอบถาม 60

3.4.1 การวิเคราะห์จำนวนตัวอย่าง 60

3.4.2 วิธีการสำรวจ 60

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) 60

3.5.1 ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Input) ในโปรแกรม ArcGIS 61

3.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงโครงข่าย (Network analysis) 63

3.6 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) 63

3.6.1 สมการคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหา VRPTW 63

3.6.2 การวิเคราะห์ VRP ด้วยโปรแกรม ArcGis ซึ่งข้อมูลต่างๆที่ใช้งาน VRP 65

3.7 การคำนวณต้นทุนของรูปแบบที่นำเสนอ 70

3.8 การพิจารณาทางเลือกในการให้บริการ โดยการสร้างรูปแบบ ในการขนส่งที่เหมาะสม 70

3.9 เปรียบเทียบรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันกับรูปแบบการเดินทางที่นำเสนอ 70

3.10 การประเมินการตัดสินใจเพื่อการลงทุนของโครงการ 71

3.11 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 71

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 72

4.1 ผลการศึกษาความต้องการเดินทาง สภาพการเดินทางและต้นทุนการเดินทางสภาพปัจจุบัน 72

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 76
4.2.1 ผลการศึกษาข้อมูลส่วนตัว คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม และพฤติกรรมการเดินทาง 76
4.2.2 ผลการศึกษาทัศนคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุ 84
4.3 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) 87
4.4 ผลการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) 90
4.4.1 ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Attributes Input) 90
4.4.2 ข้อมูลของผู้ให้บริการ (Attributes for Depot) 91
4.4.3 ข้อมูลรถให้บริการ (Routes) 92
4.4.4 ข้อมูลเครือข่ายถนน (Road Network) 92
4.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analysis) 93
4.4.6 ผลลัพธ์จากการประมวลผล 93
4.5 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและการลงทุน 104
4.5.1 การประเมินต้นทุน 105
4.5.2 การวิเคราะห์ด้านการเงินและการประมาณการเงินลงทุนโครงการ 106
4.6 ผลการเปรียบเทียบลักษณะการเดินทางของผู้สูงอายุในสภาพปัจจุบันและรูปแบบที่นำเสนอ 118
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 120
5.1 สรุปผลงานวิจัย 120
5.2 อภิปรายผล 123
5.3 ข้อเสนอแนะ 123
ภาคผนวก 130

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

ภาคผนวก ก รายละเอียดการใช้งาน ArcGis 10.2 131

ภาคผนวก ข รายละเอียดเพิ่มเติมของการการวิเคราะห์ทางการเงิน 140

ภาคผนวก ค แบบสอบถาม 146

ประวัติผู้เขียน 150

รายการภาพประกอบ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1.1 พีระมิดประชากรแสดงจำนวนประชากรโลก 1
ภาพที่ 1.2 เปอร์เซ็นต์ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปในอาเซียน 2
ภาพที่ 1.3 แผนที่ความหนาแน่นประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ 3
ภาพที่ 1.4 ความต้องการความช่วยเหลือ หรือสวัสดิการจากรัฐที่ไม่ใช่เงิน 7
ภาพที่ 1.5 รถตุ๊กตุ๊ก 8
ภาพที่ 1.6 รถสองแถว 8
ภาพที่ 1.7 แผนที่อำเภอหาดใหญ่พร้อมแสดงการกระจัดระหว่างตำบลกับโรงพยาบาลหาดใหญ่ 8
ภาพที่ 2.1 รถโดยสารแบบมาตรฐาน (Standard buses) 18
ภาพที่ 2.2 รถโดยสารขนาดเล็ก 19
ภาพที่ 2.3 รถโดยสารแบบสองชั้น (Double Decker Buses) 20
ภาพที่ 2.4 Trolleybuses 21
ภาพที่ 2.5 Dual-powered buses ให้บริการในเมือง King County 21
ภาพที่ 2.6 รถตู้มาตรฐาน 23
ภาพที่ 2.7 รถตู้ที่ได้รับการต่อเติมสำหรับผู้ที่ใช้รถเข็น 23
ภาพที่ 2.8 รถโดยสารขนาดเล็ก 24
ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับราคา 30
ภาพที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการขนส่งกับน้ำหนักบรรทุกสินค้า 30
ภาพที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสินค้าและต้นทุนการขนส่ง 31
ภาพที่ 2.12 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (VRP) 33
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน 38
ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างตามทฤษฎี Location Allocation 40
ภาพที่ 2.15 แสดงเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจาก จุด A ไปยังจุด B 44
ภาพที่ 2.16 แสดงเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจาก จุด 1 ไปยังจุด 2 ตามสถานการณ์ต่างๆ 45
ภาพที่ 2.17 รัศมีการครอบคลุมโดยใช้เวลาในการกำหนดการเข้าถึงตำแหน่งต่างๆ 45
ภาพที่ 2.18 แสดงตำแหน่งของรถตำรวจที่ถูกสั่งงานให้ไปยังพื้นที่ๆเกิดอุบัติการณ์ตามเส้นทางที่และภายในเวลาที่กำหนด 46

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 2.19 แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใดๆ 46
ภาพที่ 2.20 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกอาหารสามคันจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆ ตามเส้นทางต่างๆเพื่อให้เกิดต้นทุน จำนวนรถน้อยที่สุด 47
ภาพที่ 2.21 แสดงผลลัพธ์การปรับปรุงคลีนิคให้บริการสำหรับแม่เด็กอ่อนที่มีฐานะยากจนในอินเดียโดยการหาตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อรองรับบกับการเพิ่มขึ้นของประชากร 48
ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย 58
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในส่วนของการใช้ ArcGIS 10.2 61
ภาพที่ 3.3 การป้อนข้อมูลที่อยู่เพื่อแปลงเป็น ละติจูดลองติดจูด (Geocoding) 62
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล HandyGPSlite แสดงค่าละติจูด ลองจิจูด 63
ภาพที่ 3.5 แผนสำหรับการรับบริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ 65
ภาพที่ 3.6 ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network) (เส้นสีเขียว)และข้อมูลเขตการปกครองของ 67
ภาพที่ 3.7 แสดงการสร้างเงื่อนไขของรถบริการ 68
ภาพที่ 3.8 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของรถ(Route) 68
ภาพที่ 4.1 สถิติการมารับบริการของผู้ป่วยนอกที่โรงพยาบาลจำแนกตาม 73
ภาพที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุน้อยที่สุด มากที่สุดและจำนวนเฉลี่ยในแต่ละวัน 74
ภาพที่ 4.3 ข้อมูลของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ (Demand Points) ปีพ.ศ. 2559 88
ภาพที่ 4.4 ข้อมูลของศูนย์บริการ(จุดสีเหลือง) (Facilities) 89
ภาพที่ 4.5 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงานของพื้นที่การให้บริการของศูนย์ตามระยะทางที่กำหนดในอำเภอหาดใหญ่ 89
ภาพที่ 4.6 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงานของพื้นที่การให้บริการของศูนย์เฉพาะในเทศบาลนครหาดใหญ่ 90
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาล (Demand Points) และข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network) 93

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 4.8 เส้นทางของรถบริการแต่ละคันในการวิ่งรับผู้รับบริการของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาลวันที่ 4 เดือนเมษายน พ.ศ.2559 94
ภาพที่ 4.9 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) 98
ภาพที่ 4.10 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้นเป็นตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก 103
ภาพที่ ก.1 แสดงการนำเข้าข้อมูลละติจูดลองติจูด และการตั้งค่าระบบพิกัด ในโปรแกรม ArcGis 132
ภาพที่ ก.2 การสร้างเลเยอร์การวิเคราะห์ Location allocation 132
ภาพที่ ก.3 (ก) หน้าต่างของวิเคราะห์ Location allocation (ข) หน้าจอการการเพิ่มเงื่อนไขต่างๆ รวมถึงการนำเข้าข้อมูล (Load Location) 133
ภาพที่ ก.4 แสดงหน้าต่างการนำเข้าและตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของศูนย์บริการ (Facilities) 134
ภาพที่ ก.5 การนำเข้าข้อมูลผู้รับบริการ 134
ภาพที่ ก.6 แสดงหน้าต่างต่างๆตามที่ผู้วิจัยกำหนด 135
ภาพที่ ก.7 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และตั้งค่าเงื่อนไขต่างๆ 135
ภาพที่ ก.8 แสดงหน้าต่างใช้งานการวิเคราะห์โครงข่ายและปุ่ม Solve ใน ArcGis 136
ภาพที่ ก.9 การสร้างเลเยอร์การวิเคราะห์ การจัดเส้นทางเดินรถ 136
ภาพที่ ก.10 แสดงหน้าต่างการใช้ป้อนข้อมูลต่างๆ 136
ภาพที่ ก.11 แสดงหน้าต่างการใช้งานฟังค์ชันต่างๆของ VRP รวมถึงการรับผล 137
ภาพที่ ก.12 แสดงตัวอย่างของข้อมูลผู้รับบริการแต่ละจุดรับบริการ 137
ภาพที่ ก.13 วิธีการนำเข้าข้อมูลผู้รับบริการ(Load Location) 138
ภาพที่ ก.14 ตัวอย่างแสดงหน้าต่างแสดงการกำหนดค่าต่างๆในการนำเข้า Depot 138
ภาพที่ ก.15 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและตั้งค่าการแสดงผลลัพธ์และเงื่อนไขต่างๆ 139

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ ก.16 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และตั้งค่าเงื่อนไขเวลา 139
ภาพที่ ข.1 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.1 141
ภาพที่ ข.2 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.2 141
ภาพที่ ช.3 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.3 142
ภาพที่ ข.4 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.4 142
ภาพที่ ข.5 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.5 143
ภาพที่ ข.6 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2 143

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1.1 จำนวนประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ และผู้สูงอายุอาศัยอยู่ใน อำเภอหาดใหญ่ มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่ ปีพ.ศ. 2558 4
ตารางที่ 1.2 ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนก เป็นรายเดือน ปีงบประมาณพ.ศ. 2559 5
ตารางที่ 1.3 ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนก เป็นรายวันปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 6
ตารางที่ 1.4 ระยะทางเฉลี่ยจากแต่ละตำบลไปยังโรงพยาบาลหาดใหญ่และระยะทางรวมไป และกลับ (Round trip) ต่อปี 9
ตารางที่ 2.1 รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ 35
ตารางที่ 3.1 ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 61
ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่าต่างๆของรถและคำอธิบาย 69
ตารางที่ 4.1 จำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนกตามความถี่ ปริมาณมากที่สุดน้อยที่สุดและค่าเฉลี่ยในการเข้ารับบริการ 72
ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่โดยได้จำแนกตามความถี่ ในการเข้ารับบริการแต่ละวัน 73
ตารางที่ 4.3 ระยะทางและการวิเคราะห์ต้นทุนการเดินทางสภาพปัจจุบัน 75
ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ 76
ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุ 76
ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาชีพ 77
ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามการศึกษาสูงสุด 77
ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามที่อยู่อาศัย 78
ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาศัยอยู่กับใคร 78
ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรายได้ 79
ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม การครอบครองยานพาหนะ 79

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
การใช้ยานพาหนะที่มีในครอบครอง 79
ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
การครอบครองใบอนุญาตขับขี่และประเภทของใบอนุญาตขับขี่ 80
ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความสามารถในการขับขี่ 80
ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความสามารถในการเดินด้วยตัวเอง 80
ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ปัญหาสุขภาพส่งผลกระทบต่อการเดินทาง 81
ตารางที่ 4.17 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
วัตถุประสงค์ของการเดินทาง 81
ตารางที่ 4.18 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความถี่ในการมาโรงพยาบาล 82
ตารางที่ 4.19 แสดงจำนวน (ความถี่)และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง82
ตารางที่ 4.20 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางแต่ละครั้ง 83
ตารางที่ 4.21 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
เวลาที่ใช้ในการเดินทาง 83
ตารางที่ 4.22 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความต้องการใช้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ 84
ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความต้องการใช้บริการขนส่งแบบประตูถึงประตู 84
ตารางที่ 4.24 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
สาเหตุที่ใช้บริการขนส่งสาธารณะ 85

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 4.25 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ระยะทางจากบ้านถึงจุดรอรถบริการที่เหมาะสม 85
ตารางที่ 4.26 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ค่าใช้จ่ายที่พร้อมจ่ายสำหรับบริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ 86
ตารางที่ 4.27 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ความต้องตารางเดินรถที่แน่นอนในการใช้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ 86
ตารางที่ 4.28 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตาม
ช่วงเวลาที่มารับบริการที่โรงพยาบาล 86
ตารางที่ 4.29 แสดงรายละเอียดของการตั้งค่ารัศมีการครอบคลุม (impedance cutoff)
และผลจากการประมวลผล 87
ตารางที่ 4.30 ข้อมูลนำเข้า (Data Attributes Input) ประชากรผู้สูงอายุที่รับบริการเป็นรายวัน 91
ตารางที่ 4.31 ข้อมูลของผู้ให้บริการ (Attributes for Depot) 92
ตารางที่ 4.32 เส้นทางของรถบริการแต่ละคันในการวิ่งรับผู้รับบริการของประชากรผู้สูงอายุ
ในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาลวันที่ 4 เดือนเมษายนพ.ศ. 2559 95
ตารางที่ 4.33 เส้นทางและต้นทุนของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนด
จุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งศูนย์บริการรถรับ-ส่ง จากผล LAP 98
ตารางที่ 4.34 เส้นทางของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น
คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก 101
ตารางที่ 4.35 สรุปผลจากการวิเคราะระยะทางและต้นทุน 104
ตารางที่ 4.36 การคิดราคาโดยสารและรายรับต่อปี 106
ตารางที่ 4.37 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 ที่ i=10% 107
ตารางที่ 4.38 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 ที่ i=10% 108

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง **หน้า**

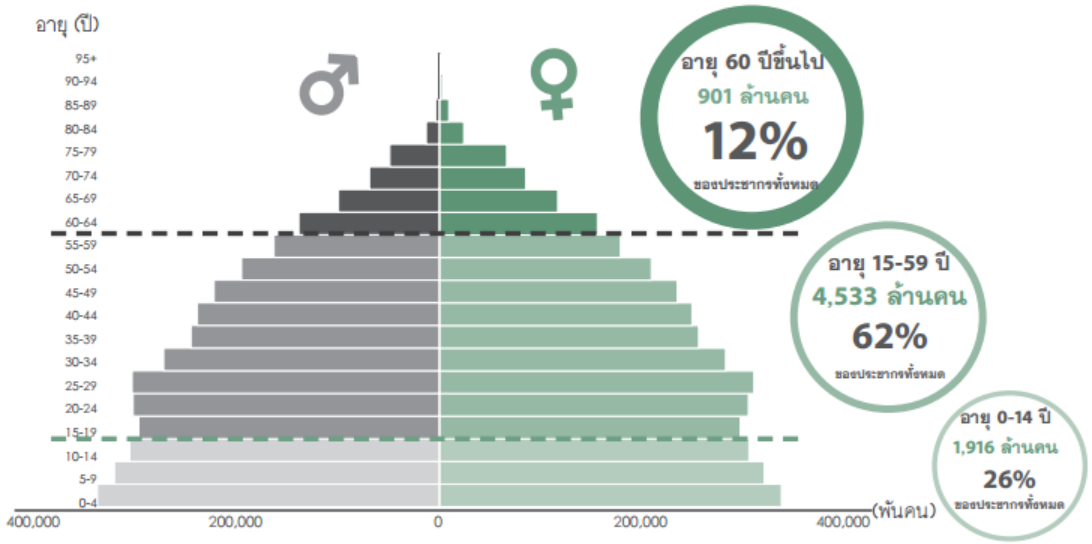
ตารางที่ 4.39 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 70 ที่ i=10% 109
ตารางที่ 4.40 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 60 ที่ i=10% 111
ตารางที่ 4.41 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 ที่ i=10% 112
ตารางที่ 4.42 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 ไม่มีการซื้อยานพาหนะ
โดยมีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 113
ตารางที่ 4.43 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 ไม่มีการซื้อยานพาหนะ
โดยมีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 114
ตารางที่ 4.44 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการร้อยละ 70 ที่ i=10% 115
ตารางที่ 4.45 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 60 ที่ i=10% 116
ตารางที่ 4.46 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 ที่ i=10% 117
ตารางที่ 4.47 สรุปผลการวิเคร์ทางการเงิน 117
ตารางที่ 4.48 การเปรียบเทียบการขนส่งสาธารณะต่างๆในอำเภอหาดใหญ่และ HHTP..... 118

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โครงสร้างอายุของประชากรโลก กำลังเปลี่ยนไปในทิศทางที่มีอายุสูงขึ้น ปรากฏการณ์ทางประชากรนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากอัตราการเกิดของประชากรทั่วโลกลดต่ำลง ในขณะที่ผู้คนมีอายุยืนยาวขึ้น การสูงวัยของประชากรมีผลอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละประเทศ ในขณะที่หลายประเทศกำลังคิดสร้าง “เมืองอัจฉริยะสำหรับผู้สูงวัย” (Smart City for Healthy Aging) เพื่อดูแลคุณภาพชีวิตของผู้สูงวัย ข้อมูลขององค์การอนามัยโลกในปี พ.ศ. 2558 ประชากรโลกมี 7,349 ล้านคน ในจำนวนนี้เป็นประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปประมาณ 900 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของประชากรทั้งหมด นับได้ว่าประชากรรวมทั้งโลกได้เข้าเกณฑ์ที่เรียกได้ว่าเป็น “สังคมสูงวัย” (Aging Society) ซึ่งหมายถึงสังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 พีระมิดประชากรแสดงจำนวนประชากรโลก

ที่มา : UNWPP:United Nations World Population Prospects [1]

อย่างไรก็ตามประชากรในแต่ละภูมิภาคมีระดับการสูงวัยไม่เท่ากัน ทวีปยุโรปมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงสุด ในขณะที่ทวีปแอฟริกามีสัดส่วนประชากรสูงอายุต่ำสุด ทวีปเอเชียซึ่งมีประชากรประมาณหนึ่งในสามของประชากรโลกมีประชากรสูงอายุประมาณ 508 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 56 ของประชากรสูงอายุทั้งโลก ถ้าพิจารณาให้แคบลงมาโดยพิจารณาเฉพาะประชากรในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน ในปีพ.ศ 2558 อาเซียนมีประชากรรวมทั้งหมด 630 ล้านคน เกือบครึ่งหนึ่งของประชากรอาเซียนอยู่ในประเทศอินโดนีเซีย โดยรวมแล้วอาเซียนมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปประมาณ 59 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 9 ของประชากรทั้งหมด ประเทศอาเซียนที่เข้าเกณฑ์เป็นสังคมสูงวัยแล้วมี 3 ประเทศ คือสิงคโปร์ร้อยละ 18 ไทยร้อยละ 16 และเวียดนามร้อยละ 10 ส่วนประเทศที่มีประชากรมากที่สุดของอาเซียน คือ อินโดนีเซีย มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป ประมาณ 21 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 8 ของประชากรทั้งหมดดังภาพที่ 1.2

ที่มา : UNWPP:United Nations World Population Prospects [1]

ในปีพ.ศ. 2558 ประชากรไทยที่เป็นผู้สูงอายุมีจำนวน 65 ล้านคน (ไม่นับรวมแรงงานข้ามชาติจากประเทศเพื่อนบ้านอีกประมาณ 3 ล้านคน) ในจำนวนนี้เป็นประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป 11 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 16 ของประชากรทั้งหมด ประเด็นสำคัญคือ ขณะนี้ประชากรไทยกำลังก้าวสู่การเป็นผู้สูงวัยขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยได้กลายเป็นสังคมสูงวัยมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 คือมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงถึงร้อยละ 10 ประชากรสูงอายุกำลังเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่เร็วมาก

คือ สูงกว่าร้อยละ 4 ต่อปี ในขณะที่ประชากรรวมเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเพียงร้อยละ 0.5 เท่านั้น ตามการคาดการณ์ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ คือมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงถึงร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2564 และจะเป็นสังคมสูงวัยระดับสุดยอด (super age society) หมายถึง สังคมมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2574 ซึ่งนับเป็นความท้าทายของประเทศไทยที่จะต้องเตรียมความพร้อมในการรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าว

ผู้สูงอายุกับปัญหาสุขภาพ

Rosenbloom (1999) กล่าวว่า เมื่อคนเรามีอายุมากขึ้น สภาพร่างกายก็จะแย่ลง ทำให้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวและต้องพึ่งพาอาศัยบุคคลอื่นมากกว่าเดิม แถมยังมีโอกาสเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยและพิการ ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้มากขึ้น [2] ในสังคมไทยปัจจุบันยังถูกคุกคามด้วยโรคเรื้อรัง ส่งผลถึงภาวะสุขภาพที่ทำให้ตกอยู่ในภาวะที่ต้องการการดูแลระยะยาว แม้ว่าสังคมไทยมีแนวทางและค่านิยมสนับสนุนให้มีการดูแลผู้ป่วยเรื้อรัง/ผู้สูงอายุที่บ้าน โดยสถาบันครอบครัวเป็นหลักในการดูแล แต่ก็มีรายงานปัญหาการที่บุตรหลานต้องเข้าเมืองเพื่อทำงานและทิ้งผู้ป่วยให้ดูแลตนเอง ในบางพื้นที่ปัญหาความเครียดของผู้ดูแลและสภาพในเมืองที่บุคคลต้องดิ้นรนหารายได้ จึงเป็นไปได้ยากที่ครอบครัวจะดูแลผู้ป่วยในครอบครัวได้เต็มที่ส่งผลทำให้การให้บริการดูแลผู้สูงอายุยังคงมีความจำเป็นและให้ความสำคัญอยู่ จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลปีพ.ศ. 2558 ซึ่งในอำเภอหาดใหญ่มีจำนวนประชากร 46,452 คน แบ่งย่อยรายตำบลดังแสดงในแผนที่ความหนาแน่นประชากรภาพที่ 1.3

ภาพที่ 1.3 แผนที่ความหนาแน่นประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่
ที่มา สำนักงานสถิติแห่งชาติ ปีพ.ศ. 2558

ประชากรสูงอายุที่อาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ที่ใช้สิทธิบัตรทองอยู่ภายใต้การดูแลของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) จะมารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ซึ่งเป็นโรงพยาบาลในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข เป็นโรงพยาบาลศูนย์ขนาด 700 เตียง (เปิดดำเนินการ 640 เตียง) ที่ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานสากล ISO 9002 เป็นโรงพยาบาลที่มีผู้ประกันตนเลือกเป็นสถานพยาบาลหลักมาเป็นอันดับหนึ่งในจังหวัดสงขลา (ไม่จำกัดจำนวนผู้ประกันตน) และเป็นโรงพยาบาลที่รับส่งผู้ป่วยประกันสังคมของโรงพยาบาลของรัฐบาลและเอกชนในเขตภาคใต้ตอนล่าง ตั้งอยู่เลขที่ 182 ถนนรัถการ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90110

จากข้อมูลการเข้ารับบริการของผู้ป่วยผู้สูงอายุที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ประจำปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีจำนวนการเข้ารับบริการเป็น 46,452 คนหรือ 155,911 ครั้งต่อปี เฉพาะภายในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่มีประชากรทั้งหมดที่มาใช้บริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 19,318 หรือ 83,250 ครั้งต่อปี หากคำนวณเฉลี่ยการมาโรงพยาบาลต่อวันของผู้สูงอายุในเทศบาลนครหาดใหญ่คือ 228 ครั้งต่อวัน และรายละเอียดอื่นๆดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำนวนประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ และผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่ ปีพ.ศ. 2558

ลำดับ	ตำบล	ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป(คน)	ประชากรรวม (คน)	สัดส่วนคนสูงอายุต่อประชากรรวม(%)	จำนวนเฉลี่ยครั้งการมารับบริการ		
					ครั้งต่อปี	ครั้งต่อเดือน	ครั้งต่อวัน
1	เทศบาลนครหาดใหญ่	19,318	159,130	12.14	83,250	6,938	228
2	เทศบาลเมืองคอหงส์	4,626	44,830	10.32	13,276	1,106	36
3	เทศบาลเมืองควนลัง	4,492	43,570	10.31	13,150	1,096	36
4	องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านพรุ	3,457	30,537	11.32	6,608	551	18
5	เทศบาลเมืองคลองแห	3,394	33,884	10.02	13,033	1,086	36
6	เทศบาลตำบลน้ำน้อย	2,392	13,711	17.45	5,612	468	15
7	เทศบาลเมืองทุ่งตำเสา	1,897	16,221	11.69	4,762	397	13
8	องค์การบริหารส่วนตำบลพะตง	1,884	13,479	13.98	3,522	294	10

ตารางที่ 1.1 จำนวนประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ และผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่ ปีพ.ศ. 2558 (ต่อ)

ลำดับ	ตำบล	ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป(คน)	ประชากรรวม (คน)	สัดส่วนคนสูงอายุต่อประชากรรวม(%)	จำนวนเฉลี่ยครั้งการมารับบริการ		
					ครั้งต่อปี	ครั้งต่อเดือน	ครั้งต่อวัน
9	องค์การบริหารส่วนตำบลท่าข้าม	1,509	8,129	18.56	2,710	226	7
10	เทศบาลตำบลคูเต่า	1,408	11,085	12.7	4,273	356	12
11	องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งใหญ่	930	5,211	17.85	2,047	171	6
12	องค์การบริหารส่วนตำบลฉลุง	772	7,480	10.32	2,236	186	6
13	องค์การบริหารส่วนตำบลคลองอู่ตะเภา	373	2,893	12.89	1,432	119	4
	รวม	46,452	390,160		155,911		

ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติและโรงพยาบาลหาดใหญ่

ตารางที่ 1.2 ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนกเป็นรายเดือน ปีงบประมาณพ.ศ. 2559

เดือน	จำนวน(ครั้ง)	เดือน	จำนวน (ครั้ง)
มกราคม	13,260	สิงหาคม	13,395
กุมภาพันธ์	12,593	กันยายน	12,665
มีนาคม	14,008	ตุลาคม	13,549
เมษายน	11,808	พฤศจิกายน	13,091
พฤษภาคม	13,163	ธันวาคม	13,175
มิถุนายน	13,517	รวม	155,911
กรกฎาคม	11,687		

ที่มา : โรงพยาบาลหาดใหญ่ พ.ศ. 2559

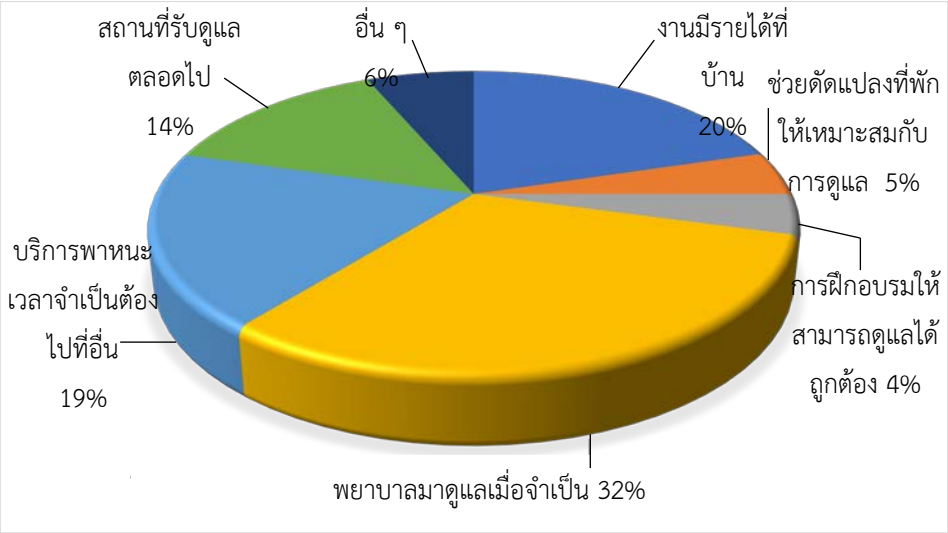
ตารางที่ 1.3 ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ มารักษาที่ โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนกเป็นรายวัน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

วัน	จำนวน(ครั้ง)	สัดส่วน(ร้อยละ)
จันทร์	26,785	17.18
อังคาร	32,601	20.91
พุธ	29,643	19.01
พฤหัสบดี	30,599	19.63
ศุกร์	25,718	16.50
เสาร์	5,326	3.42
อาทิตย์	5,239	3.36
รวม	155,911	100

ที่มา : โรงพยาบาลหาดใหญ่ พ.ศ. 2559

ตารางที่ 1.2 ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ที่มารักษาที่โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนกเป็นรายเดือนและตารางที่ 1.3 แสดงความถี่ในการมาโรงพยาบาลเป็นรายเดือนและรายวันจากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นชัดเจนว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะมารับบริการในวันและเวลาราชการคิดเป็นร้อยละ 93.22

ข้อมูลจากการทำแบบสอบถามผู้สูงอายุที่มาร่วมกิจกรรมของศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สงขลา [3] พบว่าความคาดหวังของผู้สูงอายุจากการบริการของรัฐเป็นอันดับที่ 3 รองจากความต้องการการดูแลจากพยาบาลเมื่อเจ็บป่วยและอาชีพที่สร้างรายได้ที่บ้านได้ คือ ต้องการพาหนะสำหรับการเดินทางที่สะดวก สอดคล้องกับการสำรวจของสำนักสถิติแห่งชาติในปี พ.ศ. 2558 [4] โดยทำแบบสอบถามในภาคใต้ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามรวมทั้งหมด 30,796 คน เพศชาย 5,313 คนและเพศหญิง 25,483 คนในเขตเทศบาล 6,444 คนและนอกเขตเทศบาล 24,352 คนด้วยคำถามลักษณะเดียวกันดังแสดงในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ความต้องการความช่วยเหลือ หรือสวัสดิการจากรัฐที่ไม่ใช่เงิน

ผู้สูงอายุกับการเดินทาง

การเดินทางเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคนทุกเพศทุกวัย ผู้สูงอายุเองก็มีความจำเป็นต้องเดินทางด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น เดินทางไปยังโรงพยาบาลเมื่อเจ็บป่วย การไปศาสนสถาน การไปซื้อของ การไปเยี่ยมญาติ การเดินทางท่องเที่ยว อย่างไรก็ตาม เมื่อคนเรามีอายุ มากขึ้นและกลายเป็นผู้สูงอายุย่อมประสบกับความยากลำบากในการขับขี่หรือไม่สามารถขับขี่ยานพาหนะด้วยตนเอง ดังนั้นผู้สูงอายุย่อมต้องการความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น ในขณะที่ผู้สูงอายุบางคนอาจจำเป็นต้องเข้าไปอยู่ในสถานบริบาลผู้สูงอายุ แม้แต่ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่กับบุตรหลานก็ประสบปัญหาไม่แตกต่างกัน เนื่องจากบุตรหลานต้องออกไปทำงานหาเลี้ยงชีพ และจำเป็นต้องมีรถยนต์ส่วนตัวเนื่องจากรถโดยสารสาธารณะปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่

ในอำเภอหาดใหญ่รถประจำทางส่วนใหญ่ผ่านแค่ทางสายหลักซึ่งส่วนใหญ่จะมีอยู่ในเทศบาลนครหาดใหญ่เท่านั้น ส่วนรถตุ๊ก ๆ ขนาดเล็กก็รับ-ส่งผู้โดยสารเฉพาะในเขตเทศบาลเท่านั้น สภาพการเดินทางในปัจจุบันของผู้สูงอายุยังต้องพึ่งบุคคลในครอบครัวหรือคนอื่น ๆ หรืออาศัยรถโดยสารสาธารณะ หากที่ตั้งของบ้านไม่ติดกับถนนสายหลักที่มีรถโดยสารสาธารณะผ่าน จะมีความลำบากในการเข้าถึง และอีกเหตุผลหนึ่งคือการขึ้นลงรถนั้นมีความลำบากด้วย โดยภาพที่ 1.5 แสดงตัวอย่างรถตุ๊กตุ๊ก ภาพที่ 1.6 แสดงตัวอย่างรถสองแถวและภาพที่ 1.7 จำลองภาพลักษณะการเดินทางด้วยตัวเองจากบ้านไปยังโรงพยาบาลสะท้อนถึงสภาพการเดินทางปัจจุบันของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ ซึ่ง โดยคิดจากการระยะทางเฉลี่ยของพื้นที่แต่ละตำบลมายังโรงพยาบาลจะอธิบายต่อไปในตารางที่ 1.5

ภาพที่ 1.5 รถตุ๊กตุ๊ก

ภาพที่ 1.6 รถสองแถว

ภาพที่ 1.7 แผนที่อำเภอหาดใหญ่พร้อมแสดงการกระจัดระหว่างตำบลกับโรงพยาบาลหาดใหญ่

ตารางที่ 1.4 ระยะทางเฉลี่ยจากแต่ละตำบลไปยังโรงพยาบาลหาดใหญ่และระยะทางรวมไปและกลับ (Round trip) ต่อปี

ลำดับ	จาก (ตำบล)	ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)	โรงพยาบาลหาดใหญ่		
			ระยะทางเฉลี่ยไป-กลับ (กิโลเมตร)	จำนวนครั้งต่อปี	ระยะทางรวม (กิโลเมตร/ปี)
1	องค์การบริหารส่วนตำบลคลองอู่ตะเภา	6.6	13.2	1,432	18,902
2	เทศบาลเมืองควนลัง	12	24	13,150	315,600
3	เทศบาลเมืองคอหงส์	7	14	13,276	185,864
4	เทศบาลตำบลคูเต่า	19.5	39	4,273	166,647
5	องค์การบริหารส่วนตำบลฉลุง	29.7	59.4	2,236	132,818
6	องค์การบริหารส่วนตำบลท่าข้าม	17.6	35.2	2,710	95,392
7	เทศบาลเมืองทุ่งตำเสา	31.2	62.4	4,762	297,149
8	องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งใหญ่	15.1	30.2	2,047	61,819
9	เทศบาลตำบลน้ำน้อย	20.2	40.4	5,612	226,725
10	องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านพรุ	18.4	36.8	6,608	243,174
11	องค์การบริหารส่วนตำบลพะตง	34.1	68.2	3,522	240,200
12	เทศบาลนครหาดใหญ่	3	6	83,250	499,500
13	เทศบาลเมืองคลองแห	5.2	10.4	13,033	135,543
	รวม			155,911	2,619,334

จากตารางที่ 1.4 แสดงถึงสภาพการเดินทางในปัจจุบันโดยแต่ละคนจะเดินทางมาโรงพยาบาลด้วยตัวเองโดยคำนวณจากระยะทางไป-กลับคูณกับความถี่ต่อปีของแต่ละตำบล เช่น เทศบาลเมืองคอหงส์ ระยะทางไป-กลับเฉลี่ย 14 กิโลเมตร ความถี่ต่อปี 13,276 ครั้งเมื่อคำนวณแล้ว

ได้ระยะทางรวมของ เทศบาลเมืองคอหงส์ 185,864 กิโลเมตร หากรวมทั้งอำเภอหาดใหญ่แล้วทั้งปี พบว่าแต่ละปีจะใช้ระยะทางไป-กลับรวมประมาณ 2,619,334 กิโลเมตรต่อปี ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงด้วย ดังนั้นการมีหน่วยงานที่ให้บริการการขนส่ง จะมีส่วนช่วยในการลดภาระด้านค่าใช้จ่ายของผู้เดินทาง และเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรวม (Total Cost) และจะทำให้ระยะทางลดลง (Total Distance) และเพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตโดยเฉพาะการเดินทางของผู้ผู้สูงอายุให้เกิดความเท่าเทียมกับคนทั่วไป สามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่จำเป็นต่อการเดินทางไปยังโรงพยาบาล และสามารถเดินทางได้อย่างสะดวก ปลอดภัย ตลอดจนเป็นการสร้างระบบขนส่งมวลชนแบบครบวงจรสำหรับบุคคลทุกกลุ่ม จึงเกิดแนวคิดในงานวิจัยนี้เพื่อเป็นการวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ โดยควรจะเป็นการบริการแบบประตูถึงประตู (Door-to-Door Service) สำหรับผู้สูงอายุ ในสภาพปัจจุบันเพื่อความสะดวกในการเดินทางไปโรงพยาบาลตามที่แพทย์นัด โดยใช้ทฤษฎีทางวิศวกรรมและโลจิสติกส์เข้ามาใช้วิเคราะห์คุณลักษณะของรถหรือจำนวนรถ นำเสนอรูปแบบการให้บริการที่เหมาะสมและ/หรือศูนย์รถบริการที่สามารถครอบคลุมผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอรูปแบบการให้บริการการขนส่งผู้สูงอายุระหว่างบ้านและโรงพยาบาลที่เหมาะสม โดยพิจารณาถึงจำนวน ที่ตั้งของศูนย์บริการ จำนวนรถ เส้นทางการเดินรถ และต้นทุนการขนส่ง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้แนวทางการวางแผนให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ จุดที่เหมาะสมสำหรับตั้งศูนย์บริการ จำนวนรถบริการ เส้นทางการเดินรถ ที่สามารถครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุด

2) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนที่สนใจนำรูปแบบการให้บริการการขนส่งนี้ไปต่อยอดและพัฒนาให้เกิดขึ้นจริง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเฉพาะผู้สูงอายุในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่โดยในงานวิจัยนี้ไม่รวมผู้สูงอายุที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้และผู้สูงอายุที่พิการ

บทที่ 2

การสำรวจเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเดินทางและผู้สูงอายุ

การเดินทางมายังโรงพยาบาลของผู้สูงอายุในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ส่วนใหญ่เดินทางด้วยพาหนะส่วนตัวกับคนในครอบครัวหรือญาติ เมื่อพิจารณาถึงเหตุผลที่ใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง มีงานวิจัยของ Suen และ Sen (1999) [5] ศึกษาพฤติกรรมการเดินทางของคนอเมริกันพบว่าคนอเมริกันไม่มีทางเลือกในการเดินทางอื่นที่เหมาะสมกว่าการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว เนื่องจากบริการขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นรูปแบบการขนส่งแบบเดิมๆ ได้แก่ รถเมล์ รถแท็กซี่ เป็นต้น ซึ่งผู้สูงอายุยังขาดความมั่นใจในตัวเองที่จะใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ จากวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้สูงวัยมีแนวโน้มใช้บริการรถโดยสารสาธารณะเพิ่มมากขึ้น เพื่อเดินทางด้วยเหตุผลส่วนตัวของแต่ละบุคคล หากมีความมั่นใจในเรื่องความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้บริการขนส่งสาธารณะแต่การที่ผู้สูงอายุจะเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ นั้น มักได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสำคัญ 3 ประการ ได้แก่

1. ความสามารถทางกายภาพ (physical ability) หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงบริการระบบขนส่งสาธารณะรวมถึงการยอมรับในการให้บริการขนส่งสาธารณะของผู้สูงอายุ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจเดินทาง ว่าจะเดินทางโดยการขับรถยนต์เอง ใช้บริการขนส่งมวลชนหรืออาศัยความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น

2. ลักษณะส่วนบุคคล (individual characteristics) หมายถึง การที่ผู้สูงอายุรู้สึกว่าการสะท้อนความต้องการไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดบริการขนส่งสาธารณะไม่ได้รับการตอบสนอง เช่น การเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ แต่ผู้บริหารหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ยินดียินร้ายที่จะปรับปรุงตามที่ผู้สูงอายุเสนอแนะ ย่อมส่งผลให้ผู้สูงอายุไม่สามารถเข้าถึงการบริการได้

3. สภาพแวดล้อมด้านการขนส่ง (transportation environment) หมายถึง ผู้ให้บริการจัดสรรการบริการขนส่งสาธารณะไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้สูงอายุ ดังนั้น การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ จึงออกแบบมาเพื่อให้คนทั่วไปใช้บริการมากกว่า ขณะที่ผู้สูงอายุอาจ

ประสบปัญหาในการใช้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกของระบบขนส่งมวลชนนอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีปัจจัยด้านอื่นๆ เช่นเพศ อายุที่แตกต่างกัน คุณลักษณะส่วนบุคคล และคุณลักษณะของครัวเรือนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการในการเดินทางและพฤติกรรมในการเดินทางของผู้สูงอายุอีกด้วย

รัชพันธุ์ (2549) [6] ได้ศึกษาการบริการรถโดยสารสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุการให้บริการรถโดยสารสาธารณะในแต่ละประเทศจะมีความแตกต่างกันและมีความหลากหลาย บางประเทศมีการให้บริการรถไฟ รถไฟฟ้าใต้ดิน (MRT) รถไฟลอยฟ้า (BTS) รถบัส รถแท็กซี่ เป็นต้นส่วนประเทศไทยนอกจากมีบริการดังกล่าวแล้วยังมีลักษณะการบริการที่แตกต่างกัน เช่น มีบริการจักรยานยนต์รับจ้าง (Motocycle Taxi) รถตู้โดยสาร สาธารณะ รวมถึงรถสามล้อ ฯลฯ แม้ว่าการจัดบริการรถโดยสารสาธารณะของแต่ละประเทศจะมีความแตกต่างกันแต่ยังมีสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันบางประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่นักวางแผน ผู้กำหนดนโยบาย หรือผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับการจัดบริการระบบขนส่งสาธารณะยังขาดความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของสังคมและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้สูงอายุ ส่งผลให้มีการจัดบริการระบบขนส่งสาธารณะที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้สูงอายุอย่างแท้จริง

Suen และ Sen (1999) [5] ได้แสดงความคิดเห็นสอดคล้องกับความคิดเห็นของ Rosenbloom (2009) [7] ที่กล่าวว่า การบริการระบบขนส่งสาธารณะในรูปแบบเดิมๆ นั้น ไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้สูงอายุเมื่อพิจารณาถึงการให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะในประเทศไทย พบว่า มีรูปแบบการให้บริการที่สำคัญ ได้แก่รถบัส (Bus) รถแท็กซี่ (Taxi) รถตู้ (Van) รถไฟลอยฟ้า (BTS) รถไฟฟ้าใต้ดิน (MRT) รถสองแถว รถสามล้อ รถจักรยานยนต์รับจ้าง (Motorcycle Taxi) เป็น สอดคล้องกับความเห็นของของ ดร. สุเมธ องกิตติกุลจากสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI,2013) [8] กล่าวว่า ”ปัญหาของระบบขนส่งมวลชนของประเทศไทยเกิดจากคุณภาพการให้บริการ ความปลอดภัย การขับรถเร็วที่หวาดเสียว และคุณภาพตัวรถที่ไม่ดีเพราะขาดการบำรุงรักษาและการกำกับดูแลมาเป็นเวลานาน เป็นต้นส่วนจากปัญหารถเมล์ดังกล่าวิทำให้คนหันไปใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นแนวโน้มที่น่าวิตกกังวลพอสมควร”ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุในการใช้บริการระบบขนส่งมวลชนในประเทศไทย ประกอบด้วย ปัญหาความสามารถในการเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะ (accessibility) ปัญหาด้านความปลอดภัย การขาดสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ ปัญหาด้านความไม่ตรงต่อเวลา ปัญหาเรื่องความถี่ของบริการขนส่งสาธารณะ ปัญหาด้านข้อมูลข่าวสารของระบบขนส่งสาธารณะ ปัญหาด้านการให้บริการ อุปสรรคในการขึ้น-ลงระบบขนส่งสาธารณะ ปัญหาเส้นทางไม่ครอบคลุม ปริมาณผู้โดยสารหนาแน่น ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างบริการขนส่งสาธารณะรูปแบบต่างๆ และปัญหาเรื่องความสะอาดเป็นต้น

2.1.1 ความต้องการเดินทางและวัตถุประสงค์การเดินทาง

การเดินทางของผู้สูงอายุ พบว่าส่วนใหญ่เดินทางเพื่อไปพบแพทย์ ซื้อของ และการทำกิจกรรมทางสังคมอื่นๆ ซึ่งผลการศึกษาของ Whelan และคณะ (2006) [9] พบว่าผู้หญิงมีแนวโน้มเดินทางน้อยกว่าผู้ชายซึ่งเดินทางส่วนใหญ่เพื่อซื้อของและร่วมกิจกรรมทางสังคมในระยะทางใกล้ๆ มากที่สุด ขณะที่ผู้สูงอายุเพศชายส่วนใหญ่จะเดินทางไปร่วมกิจกรรมสันทนาการและการไปพบแพทย์มากกว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่นิยมขับรถส่วนตัวเพราะไม่มีความมั่นใจในการขับรถเนื่องจากปัญหาสุขภาพแล้วยังใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะน้อยกว่าคนหนุ่มสาว และนิยมใช้บริการรถแท็กซี่ (private vehicle) ในการเดินทางไปพบแพทย์หรือทำกิจกรรมสันทนาการมากกว่าระบบขนส่งมวลชนแบบอื่น สามารถแบ่งวัตถุประสงค์ของการเดินทางสามารถจำแนกออกตามวัตถุประสงค์การเดินทางได้ 4 ประเภทดังนี้

HBS หรือ (Home Base School) หมายถึงการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่ที่พักอาศัยและมีจุดหมายปลายทางของการเดินทางที่สถานศึกษาทุกประเภทหรือในทางกลับกันของการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่สถานศึกษาและจุดปลายทางที่ที่พักอาศัยทุกประเภท

HBW หรือ (Home Base Work) หมายถึงการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่ที่พักอาศัยและมีจุดหมายปลายทางของการเดินทางที่สถานที่ทำงานทุกประเภทหรือในทางกลับกันของการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่สถานที่ทำงานและจุดปลายทางที่ที่พักอาศัยทุกประเภท

HBO หรือ (Home Base Other) หมายถึงการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่ที่พักอาศัยและมีจุดหมายปลายทางของการเดินทางที่สถานที่อื่นๆที่ไม่ใช่สถานที่ทำงานหรือโรงเรียนทุกประเภทหรือในทางกลับกันของการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่สถานที่อื่นๆที่ไม่ใช่สถานที่ทำงานหรือโรงเรียนทุกประเภทและจุดปลายทางที่ที่พักอาศัยทุกประเภท

NHB หรือ (Non-Home Base) หมายถึงการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยและมีจุดหมายปลายทางของการเดินทางเป็นสถานที่ต่างๆหรือในทางกลับกันของการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นที่สถานที่ต่างๆและจุดปลายทางที่ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย [10]

2.1.2 รูปแบบการเดินทาง

การเดินทางของผู้สูงอายุมีหลายรูปแบบ โดย Chang และ Wu (2005) [11] จำแนกออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ การเดินทางโดยยานพาหนะส่วนบุคคล การใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ และการใช้บริการยานพาหนะของเอกชน ซึ่งมีรายละเอียดรูปแบบการเดินทางแต่ละลักษณะ ดังนี้

(1) การเดินทางโดยยานพาหนะส่วนบุคคล (Private Vehicle Driver :PVD) การเดินทางลักษณะนี้ ประกอบด้วย การขับขี่รถยนต์และการขี่รถจักรยานยนต์ แต่ผู้สูงอายุมีข้อจำกัดเรื่องประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว การมองเห็น ความสามารถในการตอบสนอง และความสามารถในการตัดสินใจ ดังนั้น หากเดินทางด้วยวิธีดังกล่าว ผู้สูงอายุจะต้องมีสมาธิในการขับขี่และสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของถนนเป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้ผู้สูงอายุจึงประสบกับความยากลำบากในการขับขี่ด้วยตนเองและยังเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูง

(2) การใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transportation Passenger :PTP) ประกอบด้วย การเดินทางโดยรถโดยสารสาธารณะหรือระบบขนส่งมวลชนอื่น เช่น รถเมล์ แท็กซี่จักรยานยนต์รับจ้าง รถไฟฟ้า รถไฟใต้ดิน ฯลฯ การเดินทางประเภทนี้ผู้สูงอายุไม่จำเป็นต้องปรับตัวและตอบสนองต่อสภาพการจราจรและรูปแบบการขับขี่ แต่ต้องระมัดระวังอันตรายในการขึ้น-ลงจากรถโดยสาร อาจกล่าวได้ว่าการเดินทางในรูปแบบนี้มีความปลอดภัยกว่าการเดินทางในแบบแรก อย่างไรก็ตาม Freund (1999) ให้เหตุผลว่าการที่ผู้สูงอายุไม่นิยมใช้บริการรถโดยสารสาธารณะเนื่องจากกลัวตกหรือหล่นจากรถในระหว่างการขึ้น-ลง รวมถึงปัญหารถแน่นเกินไป

(3) การใช้บริการยานพาหนะของเอกชน (Private Vehicle Passenger :PVP) จะมีลักษณะเหมือนกับการเดินทางในรูปแบบที่สอง แต่ผู้สูงอายุต้องจ่ายค่าเดินทางในอัตราที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้บริการรถโดยสารสาธารณะ

2.2 การขนส่งสาธารณะ

2.2.1 ความหมาย ที่มาและความสำคัญของการขนส่งสาธารณะ

การขนส่ง หมายถึง การเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ถ้าเป็นการเคลื่อนย้ายบุคคล เรียกว่า การขนส่งผู้โดยสาร หากเป็นการเคลื่อนย้ายสัตว์หรือสิ่งของต่าง ๆ เรียกว่า การขนส่งสินค้า

2.2.2 การจำแนกประเภทระบบขนส่งสาธารณะตามประเภทของบริการ

สุรเมศวร์ (2552) ได้จำแนกโดยพิจารณาจากประเภทของผู้ให้และผู้ใช้บริการ สามารถแบ่งระบบขนส่งสาธารณะออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การขนส่งส่วนบุคคล การขนส่งผู้โดยสารแบบรับจ้าง การขนส่งผู้โดยสารด้วยบริการสาธารณะ และระบบขนส่งสาธารณะเขตเมือง [10]

(1) การขนส่งส่วนบุคคล (Private transportation) เป็นการขนส่งที่ผู้ครอบครองยานพาหนะเป็นผู้ใช้พาหนะนั้นในการเดินทางด้วยตัวเอง มักใช้ในการเดินทางบนเส้นทางสาธารณะและถนนที่จัดไว้ให้สำหรับการสัญจร รูปแบบยานพาหนะที่จัดอยู่ในการขนส่งประเภทนี้ได้แก่รถยนต์ส่วนบุคคล นอกจากนี้ยังรวมไปถึงรถจักรยานยนต์ รถจักรยาน และการเดินทางด้วยการเดิน

(2) การขนส่งผู้โดยสารแบบรับจ้าง (For-hire urban passenger transportation) การขนส่งในกลุ่มนี้ มักถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Paratransit เป็นการขนส่งที่จัดให้ผู้ให้บริการเพื่อให้บริการกับผู้โดยสารทั่วไป โดยผู้โดยสารและผู้ให้บริการ จะทำการตกลงราคาค่าบริการล่วงหน้าก่อนใช้บริการ รูปแบบการขนส่งดังกล่าวมักจะไม่มีการระบุเส้นทางและตารางการให้บริการที่แน่นอน รูปแบบการขนส่งที่จัดอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวได้แก่ แท็กซี่ ตุ๊กตุ๊ก มอเตอร์ไซด์รับจ้าง Dial-a-bus และ Jitney การให้บริการแบบ Paratransit นั้น เส้นทางการให้บริการและตารางเวลาการเดินทางสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของผู้ใช้บริการแต่ละคน ดังนั้นจึงถือได้ว่าเป็นรูปแบบการเดินทางที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้โดยสาร (Demand-responsive mode)

(3) การขนส่งผู้โดยสารด้วยบริการสาธารณะ (Common-carrier urban passenger transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่รู้จักกันในชื่อของ Transit หรือ Mass transit หรือ Mass transportation เป็นระบบขนส่งที่มีการกำหนดเส้นทางและตารางเวลาของการให้บริการเป็นที่แน่นอนไว้แล้วล่วงหน้า จึงจัดได้ว่าเป็นบริการที่มีเส้นทางและตารางการเดินทางที่แน่นอน (Fixed route or Fixed-schedule service) ผู้ใช้บริการต้องชำระค่าโดยสารตามที่กำหนดไว้ ระบบขนส่งที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง รถราง รถรางด่วน เป็นต้น

(4) ระบบขนส่งสาธารณะเขตเมือง (Urban public transportation) คือ การขนส่งที่รวมทั้งระบบขนส่งแบบ Mass transit และ Paratransit เข้าเป็นกลุ่มเดียวกันโดยพิจารณาว่าทั้ง Mass transit และ Paratransit ต่างก็เป็นการขนส่งสาธารณะเหมือนกัน อย่างไรก็ดี ถ้ากล่าวถึงระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนใหญ่ก็จะหมายถึงการขนส่งแบบ Mass transit เป็นหลักนอกจากการจำแนกประเภทระบบขนส่งโดยใช้หลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถจำแนกประเภทระบบขนส่งโดยใช้หลักเกณฑ์อื่นในระดับรองลงมา โดยอาจจำแนกเป็น การขนส่งเฉพาะกลุ่มหรือบุคคล (Individual transportation) และการขนส่งแบบรวมกลุ่มผู้โดยสาร (Group transportation) โดยการขนส่งเฉพาะกลุ่มหรือบุคคล หมายถึง ระบบขนส่งที่จัดขึ้นมาสำหรับให้บริการแก่ผู้โดยสารกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มองค์กร และการขนส่งแบบรวมกลุ่มผู้โดยสาร หมายถึง ระบบขนส่งที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารทั่วไป โดยผู้โดยสารเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องรู้จักกันหรืออยู่ในหมู่คณะเดียวกัน

2.2.3 ประเภทของการให้บริการ (Type of services)

สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

(1) บริการที่กำหนดตามเขตเส้นทางที่ให้บริการ (Type of routes and trips served) แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

(1) การขนส่งระยะสั้น (Short-haul transit) หมายถึง ระบบขนส่งที่ให้บริการด้วยความเร็วต่ำ ภายในพื้นที่ขนาดเล็กที่มีปริมาณการเดินทางสูง เช่น พื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจและชุมชน (Central business district, CBD) ภายในบริเวณมหาวิทยาลัย สนามบิน และพื้นที่ที่มีการจัดแสดงนิทรรศการ เป็นต้น

(2) การขนส่งในเขตเมือง (City transit) เป็นระบบขนส่งที่พบเห็นได้ทั่วไปภายในเขตเมืองต่างๆ ประกอบด้วยเส้นทางการขนส่งที่จัดขึ้นเพื่อให้บริการโดยตลอดทั่วทั้งเมืองโดยการกำหนดขอบเขตทางของเส้นทางเป็นแบบ A B หรือ C ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

(3) การขนส่งนอกเขตเมือง (Regional transit) เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีระยะทางไกล ด้วยพาหนะที่มีความเร็วสูงมาก การหยุดระหว่างทางเกิดขึ้นน้อยครั้ง ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางระหว่างเมืองใหญ่ ตัวอย่างของการขนส่งประเภทนี้ได้แก่ รถไฟและรถด่วน (Rail and express buses) ระหว่างเมือง เป็นต้น

(2) บริการที่กำหนดตามตารางเดินรถและการหยุดรับส่งผู้โดยสาร (Stopping schedule) แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

(1) บริการระดับท้องถิ่น (Local service) คือ ระบบขนส่งที่กำหนดให้มีการจอดในทุกจุดที่กำหนดให้เป็นป้ายรับ-ส่งผู้โดยสาร หรือจอดตามความต้องการของผู้โดยสาร

(2) บริการแบบเร่งด่วน (Accelerated service) คือ ระบบขนส่งที่กำหนดให้มีการจอดให้บริการในลักษณะ “ป้ายเว้นป้าย” ตลอดทั้งเส้นทาง รถที่ให้บริการจะจอดให้บริการที่จุดรับ-ส่งผู้โดยสารสลับป้ายกันกับพาหนะคันที่บริการไปแล้วก่อนหน้านี้ โดยป้ ายที่จะให้บริการแบบสลับกันนี้ จะถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าก่อนออกให้บริการ

(3) บริการแบบพิเศษ (Express service) คือ ระบบขนส่งที่กำหนดจุดสำหรับการจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร มีระยะห่างกันมาก เส้นทางที่ให้บริการรูปแบบนี้มักมีเส้นทางให้บริการเช่นเดียวกันกับเส้นทางที่ให้บริการภายในท้องถิ่น แต่จะมีการหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารน้อยครั้งกว่า

(3) บริการที่กำหนดตามช่วงเวลาการให้บริการ (Time of operation) แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบได้แก่

(1) การให้บริการตลอดวัน (All-day service) คือ ระบบขนส่งที่มีจำนวนชั่วโมงของการให้บริการต่อวันสูงสุด เป็นลักษณะการให้บริการพื้นฐานที่พบได้ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งในเส้นทางหลัก มักจะมีการจัดให้บริการในลักษณะนี้

(2) การให้บริการในชั่วโมงเร่งด่วน (Peak-hour service หรือ Commuter transit) คือ ระบบขนส่งที่ให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วนเท่านั้น เส้นทางที่ให้บริการมักมีลักษณะโครงข่ายเป็นแบบรัศมีออกมาจากบริเวณชานเมืองต่างๆ และมีศูนย์รวมของจุดสิ้นสุดการเดินทางเป็นพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจและชุมชน (CBD) ส่วนมากมักให้บริการแก่ผู้โดยสารที่มีวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อประกอบธุรกิจการงานต่างๆ การให้บริการในลักษณะนี้จัดขึ้นเพื่อเสริมการให้บริการตลอดวันเท่านั้น แต่ไม่สามารถที่จะใช้เป็นรูปแบบการให้บริการหลักแทนการให้บริการตลอดวันได้

(3) การให้บริการแบบเฉพาะกิจ (Irregular service) คือ ระบบขนส่งที่ให้บริการในช่วงที่มีเหตุการณ์พิเศษหรือเฉพาะกิจเกิดขึ้น อาทิ ช่วงการแข่งขันกีฬาสำคัญ งานนิทรรศการ หรือช่วงที่มีการเฉลิมฉลองของเมือง เป็นต้น

2.2.4 การขนส่งด้วยรถโดยสาร (Bus transit)

เป็นรูปแบบการขนส่งสาธารณะที่มีความสำคัญ การขนส่งด้วยรถโดยสารเป็นระบบขนส่งสาธารณะอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมและมีการนำมาใช้เป็นเวลานาน อีกทั้งเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นพาหนะที่ใช้ หรือรูปแบบการให้บริการ ฯลฯ โดยทั่วไปยานพาหนะที่ใช้ในบริการขนส่งด้วยรถโดยสารสามารถจำแนกออกได้เป็น3 ประเภท ได้แก่ รถโดยสารแบบมาตรฐาน รถโดยสารขนาดเล็ก และรถโดยสารความจุสูง

(1) รถโดยสารแบบมาตรฐาน (Standard buses) โดยทั่วไป รถโดยสารแบบมาตรฐานจะมีความยาวของตัวรถโดยเฉลี่ยระหว่าง 11 – 12 เมตรจำนวนที่นั่งผู้โดยสารจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความยาวของตัวรถและรูปแบบการจัดเรียงที่นั่งเหล่านั้น สำหรับรถที่มีความยาว 35 ฟุต โดยทั่วไปจะมีจำนวนที่นั่ง 40 – 45 ที่นั่งและรถที่มีความยาว 40 ฟุต จะมีจำนวนที่นั่ง 47 – 53 ที่นั่ง ขนาดความกว้างของตัวรถมีทั้งแบบขนาด 96 นิ้ว หรือขนาด 102 นิ้วรถโดยสารที่มีความกว้างของตัวรถมากกว่าทำให้สามารถออกแบบที่นั่งผู้โดยสารให้มีความกว้างได้มากกว่า ช่วยให้ผู้โดยสารเกิดความสบายในการนั่งเพิ่มขึ้น หรือทำให้ช่องทางเดินระหว่างที่นั่งผู้โดยสารมีความกว้างเพิ่มขึ้น ปัจจุบันผู้ออกแบบรถโดยสารได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและปรับปรุงลักษณะต่างๆของตัวรถมากขึ้นรถโดยสารรูปแบบใหม่ได้ถูกออกแบบให้มีระดับพื้นภายในตัวรถที่ต่ำ มีประตูที่กว้างขึ้น มีทางขึ้นหรืออุปกรณ์ยกสำหรับผู้พิการที่ใช้รถเข็น และลักษณะอื่นๆ ของตัวรถที่ถูกออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยให้ผู้โดยสารที่เป็นผู้สูงอายุ หรือมีข้อจำกัดทางร่างกายสามารถใช้บริการได้อย่างสะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.1 รถโดยสารแบบมาตรฐาน (Standard buses)

ที่มา: http://ocw.mit.edu

(2) รถโดยสารขนาดเล็ก (Minibuses) เป็นรถโดยสารที่มีรูปแบบและลักษณะของตัวรถที่หลากหลาย รถโดยสารขนาดเล็กแต่ละรุ่นมักผลิตในปริมาณที่ค่อนข้างน้อยเนื่องจากเป็นรถที่มักถูกนำไปใช้ในบริการที่มีลักษณะเฉพาะตัว ได้แก่ การจัดให้บริการแก่ผู้สูงอายุและผู้พิการ การให้บริการในลักษณะรถรับจ้าง และการให้บริการในพื้นที่เขตชานเมืองหรือพื้นที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้บริการต่ำโดยมาก ผู้คนทั่วไปมักเข้าใจว่ารถโดยสารขนาดเล็กน่าจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่ารถโดยสารขนาดมาตรฐาน ซึ่งความจริงแล้วเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการนั้นโดยมากแล้วจะไม่แปรผันตามขนาดของรถโดยสารที่ใช้ ด้วยเหตุผลที่ว่าค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเป็นค่าจ้างของพนักงานขับรถเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่าค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงของรถโดยสารทั้งสองแบบนี้ มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการลงทุนของรถโดยสารขนาดเล็กจะต่ำกว่าของรถโดยสารขนาดมาตรฐานก็ตาม แต่รถโดยสารขนาดเล็กจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่ารถโดยสารขนาดมาตรฐาน ดังนั้นถ้ามองโดยรวมแล้ว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของรถโดยสารแบบมาตรฐานและของรถโดยสารขนาดเล็กจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากบริการรถโดยสารขนาดเล็ก จะมีความสำคัญในพื้นที่ที่มีปริมาณการจราจรต่ำ และในพื้นที่มีการสัญจรของยวดยานในลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงช่องทางจราจรไปปมาค่อนข้างสูง อาทิ พื้นที่แถบชานเมือง เป็นต้น

ภาพที่ 2.2 รถโดยสารขนาดเล็ก

ที่มา: http://www.gwynedd.gov.uk

(3) รถโดยสารความจุสูง (High-capacity buses) เป็นรูปแบบของบริการรถโดยสารที่นิยมใช้กันมานานแล้วในประเทศแถบยุโรป และประเทศสหรัฐอเมริกา รถโดยสารความจุสูงนี้มีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นของการดำเนินการที่สูงกว่าของรถโดยสารรูปแบบอื่น แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นรูปแบบที่ก่อให้เกิดความประหยัดและความคุ้มค่าในการลงทุนสูงด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเส้นทางที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้บริการสูงเนื่องจากสามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าจ้างพนักงานประจำรถลงได้ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับรถโดยสารรูปแบบอื่น รถโดยสารความจุสูงโดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ รถโดยสารแบบสองชั้น (Double Decker Buses) เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมในประเทศอังกฤษ แต่ได้รับความนิยมน้อยในประเทศสหรัฐอเมริกา รถโดยสารแบบสองชั้นมีข้อเสียเปรียบที่สำคัญและเห็นได้ชัดคือ ความล่าช้าที่เกิดขึ้นขณะให้บริการอันเนื่องมาจากการขึ้นลงรถของผู้โดนสาร ทั้งนี้เป็นผลมาจากรูปแบบทางกายภาพของตัวรถเป็นสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้ผู้โดยสารไม่สามารถเคลื่อนตัวไปอย่างสะดวกขณะอยู่ภายในรถ รวมถึงการเดินไปยังพื้นที่ชั้นบนของรถที่เป็นไปอย่างล่าช้า

ภาพที่ 2.3 รถโดยสารแบบสองชั้น (Double Decker Buses)

ที่มา: http://www.tate.org.uk

(4) รถโดยสารรูปแบบพิเศษ (Specialized categories) นอกเหนือจากการจำแนกรถโดยสารออกเป็นประเภทต่างๆตามขนาดของตัวรถแล้วลักษณะพิเศษที่มีอยู่ในรถโดยสารบางประเภทก็น่าจะนำมาพิจารณาในที่นี้ด้วยเช่นกัน

(1) Trolleybuses

รถโดยสารลักษณะนี้ ปัจจุบันได้รับการออกแบบและผลิตให้มีความทันสมัยมากขึ้น ส่วนใหญ่จะถูกผลิตออกมาเป็นรถขนาดมาตรฐาน และรถแบบต่อพ่วง

ภาพที่ 2.4 Trolleybuses

ที่มา: http://www.metrokc.gov

(2) Dual-powered Busesคือ รถโดยสารที่ถูกออกแบบมาให้สามารถขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ 2 แบบ ได้แก่เครื่องยนต์ดีเซลในช่วงที่เดินทางบนเส้นทางหลักหรือเส้นทางปกติ และขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่เดินทางผ่านอุโมงค์

ภาพที่ 2.5 Dual-powered buses ให้บริการในเมือง King County

ที่มา: http://www.metrokc.gov

2.2.5 การขนส่งด้วยรถรับจ้าง (Paratransit)

การขนส่งด้วยรถรับจ้างมาจากคำว่า Paratransit ซึ่งเป็นคำที่ใช้เรียกรูปแบบการขนส่งในลักษณะดังกล่าวมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1970 การขนส่งด้วยรถรับจ้างเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีคุณสมบัติร่วมกันระหว่างการให้บริการในลักษณะที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะและความเป็นส่วนตัวของรถยนต์ส่วนบุคคลก็คือ เป็นระบบขนส่งที่ให้บริการเพื่อตอบสนองความต้องการในลักษณะที่จำเพาะเจาะจงกับความต้องการของแต่ละบุคคลโดยไม่ถูกกำหนดว่าต้องให้บริการประจำในเส้นทางใดหรือตามตารางเวลาที่แน่นอน เหมือนกับระบบขนส่งสาธารณะทั่วไป การขนส่งด้วยรถรับจ้างมีหลายรูปแบบดังจะได้นำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

(1) Dial-a-Ride

(1) ความหมายและรูปแบบการให้บริการ

มีหลายคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกับ Dial-a-ride คำเหล่านั้นได้แก่ Demand-responsive transit และ Demand actuated transit ทั้งหมดนี้ใช้เรียกบริการขนส่งสาธารณะที่มีลักษณะการให้บริการที่ยืดหยุ่นมากกว่าบริการของระบบขนส่งสาธารณะแบบปกติ การให้บริการสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้ใน 2 ลักษณะ ได้แก่

• เส้นทางให้บริการ Dial-a-ride สามารถให้บริการส่งผู้โดยสารไปยังจุดหมายปลายทางในลักษณะของการส่งถึงที่ (Door-to-door services)

• กำหนดการเดินทาง Dial-a-ride เป็นรูปแบบการที่ผู้ใช้บริการสามารถกำหนดเวลาในการเดินทางได้เอง

(2) ระบบการให้บริการแบบ Dial-a-ride นั้นมักจะถูกกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานโดยใช้พื้นที่ให้บริการมากกว่าที่จะกำหนดโดยใช้เส้นทางการให้บริการ ดังนั้นจึงมีการรับส่งผู้โดยสารเฉพาะภายในเขตพื้นที่ให้บริการที่ถูกกำหนดไว้แล้วเท่านั้น จะไม่มีการให้บริการข้ามเขตพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ ลักษณะการให้บริการแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

• Many-to-one รถที่ให้บริการจะรับผู้โดยสารจากสถานที่ต้นทางหลายแห่ง แต่จะส่งผู้โดยสารเหล่านั้นยังสถานที่แห่งเดียวกันทั้งหมด เช่น สถานที่ซึ่งเป็นที่ตั้งของสำนักงานสำคัญๆ เป็นต้น การให้บริการรูปแบบนี้จะดำเนินการควบคู่กับบริการแบบ One-to-many

•Many-to-few รถที่ให้บริการจะรับผู้โดยสารจากสถานที่ต้นทางหลายแห่งเพื่อนำไปส่งยังสถานที่สำคัญ2 - 3 แห่ง อาทิ ศูนย์กลางชุมชน ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล เป็นต้น การให้บริการลักษณะนี้ จะดำเนินการควบคู่กับการให้บริการในลักษณะ Few-to-many

•Dial-a-ride เป็นบริการที่เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีบริการขนส่งสาธารณะแบบปกติน้อยมากพื้นที่เหล่านั้นอาจเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรต่ำ เช่น บริเวณชานเมือง เมืองขนาดเล็กที่ไม่มีบริการรถโดยสารประจำทาง และพื้นที่ในเขตชนบท เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ลักษณะนี้มักมีจำนวนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลสูง แต่ก็มีผู้เดินทางบางกลุ่มที่ยังต้องการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะอยู่ด้วยเช่นกัน เนื่องจากไม่มีรถยนต์เป็นของตัวเองหรือการเข้าถึงโดยสารประจำทางลำบาก

(3) ยานพาหนะ ส่วนมากแล้วบริการ Dial-a-ride ไม่นิยมใช้รถโดยสารแบบมาตรฐานสำหรับให้บริการ แต่นิยมใช้พาหนะที่มีขนาดเล็ก โดยทั่วไปมี 4 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่

•รถตู้มาตรฐาน (Standard van) มีความจุ 5 - 15 ที่นั่ง และมีหลังคาต่ำทำให้การเดินเข้า-ออกเป็นไปด้วยความล่าช้า

ภาพที่ 2.6 รถตู้มาตรฐาน

ที่มา https://www.toyota.co.th/model/commuter

• รถตู้ที่ได้รับการต่อเติม (Modified van) เป็นรถตู้ที่มีการปรับแต่งให้เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับหรับผู้ที่ใช้รถเข็นสามารถขึ้นลงได้สะดวกหรือหลังคาสูงกว่าพาหนะแบบแรก และบางครั้งอาจมีระดับพื้น ภายในตัวรถที่ต่ำกว่าและลำตัวรถที่กว้างกว่าแบบมาตรฐาน

ภาพที่ 2.7 รถตู้ที่ได้รับการต่อเติมสำหรับผู้ที่ใช้รถเข็น

•รถโดยสารขนาดเล็ก (Small bus)เป็นพาหนะที่มีช่วงล่างและระบบขับเคลื่อนที่มีการออกแบบให้มีลักษณะคล้ายรถโดยสารแบบมาตรฐาน มักใช้เครื่องยนต์ดีเซลแต่จะมีขนาดที่เล็กกว่ารถโดยสารแบบมาตรฐาน และมีพื้นที่ภายในมากกว่าพาหนะแบบอื่นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ภาพที่ 2.8 รถโดยสารขนาดเล็ก
ที่มา London dial-a-ride

(2) แท็กซี่ (Taxi)

แท็กซี่เป็นบริการขนส่งสาธารณะรูปแบบหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้บริการอย่างกว้างขวาง เป็นรูปแบบการขนส่งที่ให้บริการอยู่ในเขตเมืองเป็นส่วนใหญ่ ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการศึกษาลักษณะการให้บริการของแท็กซี่ ได้ผลสรุปสำคัญดังต่อไปนี้

รถแท็กซี่เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีผู้ใช้บริการคิดเป็น 1 ใน 3 ของผู้ใช้บริการขนส่งสาธารณะแบบปกติรายได้โดยรวมของผู้ประกอบรถแท็กซี่ พบว่ามีมูลค่าเป็น 2 เท่า ของผู้ประกอบการขนส่งสาธารณะแบบปกติ ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของบริการรถแท็กซี่นั้น คือ เป็นบริการที่มีราคาค่าโดยสารค่อนข้างแพงใช้ระยะทางในการวิ่งให้บริการคิดเป็น 2 เท่า ของระบบขนส่งสาธารณะแบบปกติเป็นสิ่งนี้บ่งบอกว่าบริการแท็กซี่มีประสิทธิผลในการให้บริการต่ำใช้บุคลาการเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ ในระบบการให้บริการมากกว่าระบบขนส่งสาธารณะแบบปกติ สิ่งนี้บ่งบอกว่า การให้บริการรถแท็กซี่นั้น มีความสิ้นเปลืองแรงงานสูงรถแท็กซี่เกือบทั้งหมดเป็นบริการที่ผ่านการดำเนินงานของบริษัทเอกชนที่ไม่ขึ้นตรงกับการควบคุมของภาครัฐโดยตรง บางบริษัทอาจจะต้องจดทะเบียนและมีการทำสัญญาเพื่อขอเป็นผู้ประกอบการกับหน่วยงานขนส่งในท้องถิ่น โดยต้องลงทุนเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆด้วยตนเอง

(1) รูปแบบการให้บริการ

จากการพิจารณารูปแบบการให้บริการของรถแท็กซี่ที่ให้บริการในหลายประเทศ สามารถจำแนกรูปแบบการให้บริการได้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

การเรียกใช้บริการผ่านทางโทรศัพท์เป็นวิธีพื้นฐานที่นิยมใช้มากที่สุดในหลายประเทศ วิทยุสื่อสารจะถูกติดตั้งไว้ในรถแท็กซี่พนักงานขับรถจะได้รับข้อมูลตำแหน่งหรือเส้นทางที่ผู้โดยสารเรียกใช้บริการผ่านทางศูนย์ข้อมูลซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ประจำการอยู่เพื่อรับโทรศัพท์จากผู้โดยสารที่เรียกใช้บริการจากสถานีต่างๆรูปแบบดังกล่าวนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในพื้นที่เขตเมือง

หรือเมืองที่มีขนาดเล็ก ในเมืองใหญ่วิธีการดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถจัดบริการให้กับผู้โดยสารได้อย่างทั่วถึง

การใช้บริการโดยโบกเรียกจากข้างทางเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในเมืองใหญ่ อย่างไรก็ดีวิธีดังกล่าวทำให้รถแท็กซี่จำเป็นต้องตระเวนไปตามท้องถนนเพื่อหาผู้โดยสารที่จะเรียกใช้บริการ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีปริมาณการจราจรบนท้องถนนเพิ่มมากขึ้นและก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเป็นผลตามมา

(2) การคำนวณค่าบริการ การคำนวณค่าโดยสารโดยใช้มาตรวัด (Taxi meter)เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป ราคาค่าโดยสารเริ่มต้นจะถูกกำหนดเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง เมื่อรถออกวิ่งราคาค่าโดยสารจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่รถวิ่งไปตามอัตราที่กำหนดไว้ ในเมืองใหญ่ที่มีสภาพการจราจรแออัด อัตราค่าโดยสารจะถูกกำหนดให้เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าปกติเมื่อมีการหยุดเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการจราจรติดขัด

(3) Ride sharing

Ride sharing เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารจำนวนหนึ่งที่รวมกลุ่มกันขึ้นเพื่อใช้พาหนะคันเดียวกันในการเดินทางไปประกอบกิจกรรมที่ต้องการ เป็นรูปแบบการเดินทางที่มีส่วนสำคัญในการช่วยลดยวดยานบนท้องถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณพื้นที่เขตเมืองซึ่งมีสภาพการจราจรหนาแน่นและมีมลภาวะทางอากาศสูง Ride sharing เป็นรูปแบบการขนส่งที่รูปแบบแตกต่างกันหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับประเภทของยานพาหนะที่ใช้ โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น3 รูปแบบ ได้แก่

Carpooling เป็นรูปแบบพื้นฐานของ Ride sharing ที่ให้บริการแก่ผู้โดยสาร ด้วยแนวคิดพื้นฐานที่ต้องการลดจำนวนยวดยานบนท้องถนน และเพื่อเพิ่มค่าเฉลี่ยของจำนวนคนต่อยวดยานในการเดินทางให้มีค่าสูงขึ้น

Vanpooling ต่างจาก Carpooling ตรงที่ Vanpooling จะใช้พาหนะที่ใหญ่กว่าสำหรับให้บริการทำให้สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้มากกว่า ในกรณีที่ผู้โดยสารมีที่ตั้งของที่พักอาศัยกระจัดกระจายเป็นบริเวณกว้าง ผู้ให้บริการอาจต้องใช้เวลามากในการรับผู้โดยสารจากที่พักให้ครบทุกคน ปัญหานี้อาจแก้ไขได้ด้วยการกำหนดจุดรับ-ส่งในตำแหน่งที่เหมาะสมซึ่งผู้โดยสารทุกคนเห็นพ้องต้องกันอีกปัญหาหนึ่งที่เกิดจากการรับผู้โดยสารจากที่พักจนครบทุกคน ได้แก่ ความล่าช้าในการเดินทางเพื่อแก้ไขข้อเสียดังกล่าว บริการที่จัดขึ้นควรเป็นการขนส่งระยะไกล และมีความเร็วในการเดินทางสูง ระบบขนส่งนี้จึงมีประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้โดยการที่มีที่พักอาศัยห่างไกลจากสถานที่ทำงานมากๆ โดยทั่วไประยะทางแต่ละเที่ยวสำหรับบริการที่เหมาะสมของ Vanpooling มีค่าอย่างน้อย 50 ไมล์ โดยมากแล้ว Vanpooling เป็นระบบขนส่งที่ให้บริการในเขตเมืองใหญ่ที่การเดินทางเป็นระยะทางไกลเป็นเรื่องปกติของผู้คนในเมืองนั้น สิ่งที่แตกต่างจาก Carpooling อีกประการหนึ่งก็

คือVanpooling มีการดำเนินการที่ประกอบไปด้วยผู้ว่าจ้างและพนักงานขับรถที่มีสถานะเป็นลูกจ้าง ขณะที่ Carpooling นั้นเจ้าของรถจะเป็นผู้ให้บริการด้วยตัวเอง

Subscription buses เป็นรูปแบบการขนส่งที่ผู้ใช้บริการจะต้องชำระเงินค่าโดยสารล่วงหน้าเป็นรายเดือน เป็นบริการที่มีการรับประกันที่นั่ง ผู้โดยสารจะมีที่นั่งเพียงพอเสมอเมื่อใช้บริการ บางแห่งอาจมีบริการเสริมที่ไม่อาจพบได้จากบริการรถโดยสารประจำทางทั่วไป เช่น การให้บริการของว่าง และหนังสือพิมพ์ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วรถโดยสารแต่ละคันจะให้บริการเพียงวันละ 1 รอบ โดยจะจอดพักตลอดทั้งวันบริเวณศูนย์กลางเมืองเพื่อรอให้บริการในเที่ยวกลับ เนื่องจากเป็นบริการที่มีรูปแบบการเดินทางที่ซ้ำไปมาแต่ละวัน ผู้ให้บริการจึงสามารถกำหนดเส้นทางในการเดินทางที่ดีที่สุดได้การให้บริการรถโดยสารในลักษณะดังกล่าว มักดำเนินกิจการโดยผู้ว่าจ้าง บริษัทเอกชนที่ให้บริการรถโดยสารหน่วยงานขนส่งในพื้นที่ และกลุ่มผู้โดยสารที่เดินทางร่วมกัน เป็นต้นสำหรับหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงภาพรวมของการออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะทุกรูปแบบ ยกเว้นระบบขนส่งสาธารณะประเภท Paratransit ที่มีลักษณะการให้บริการที่ยืดหยุ่นในเรื่องของเวลาและเส้นทางให้บริการ และเป็ นบริการที่ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้โดยสารโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องมีการออกแบบและวางแผนการให้บริการเหมือนระบบขนส่งสาธารณะประเภทที่มีเส้นทางและเวลาการให้บริการที่แน่นอน อาทิ รถโดยสารประจำทาง หรือรถรางประเภทต่างๆ เป็นต้น [10]

2.2.6 การออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะ

ในทางปฏิบัติ การออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน โดยจะต้องพิจารณาถึงแนวทางเลือกอย่างครอบคลุมและคำนึงถึงปัจจัยและผลกระทบในทุกด้านอย่างละเอียด โดยทั่วไป การออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การวิเคราะห์ปัญหาและโอกาสในการให้บริการ

การวิเคราะห์ปัญหาและโอกาสเป็นการรวบรวมและทบทวนข้อมูลด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการขนส่งสาธารณะ ตลอดจนข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตและส่งผลกระทบโดยตรงต่อการให้บริการ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับบริการที่เป็ นอยู่ในปัจจุบัน และโอกาสที่จะนำเสนอบริการรูปแบบใหม่ ที่อาจช่วยดึงดูดให้ผู้เดินทาง หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น ในขั้นตอนนี้ จะต้องกำหนดทิศทางการดำเนินงานขึ้นมาเพื่อให้สามารถมองภาพรวมของการวางแผนได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ ผู้วางแผนสามารถกำหนดทิศทางการดำเนินงานได้ด้วยการกำหนดเป้ าหมายการดำเนินงาน วัตถุประสงค์และตัวชี้วัด โดย เป้ าหมายการดำเนินงาน (Goals) ได้แก่ ข้อความที่ระบุถึงบทบาท หน้าที่ และลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นของระบบขนส่งสาธารณะ ทั้งในเรื่องของการให้บริการ และความมุ่งหวังที่มีต่อการพัฒนา

สังคมโดยรวม วัตถุประสงค์ (Objectives) ได้แก่ การกำหนดแนวทางและวิธีการที่ต้องการให้บรรลุผลเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ และ ตัวชี้วัด (Indicators) คือ ตัวแปรที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ประเมินระดับการบรรลุถึงเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างเป็นรูปธรรม

โดยทั่วไป ข้อมูลที่ใช้เพื่อกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และตัวชี้วัด ได้มาจากแหล่งข้อมูลต่อไปนี้

• ข้อมูลที่ได้รับจากข้อร้องเรียนของประชาชนผู้ใช้บริการเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น

• ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้บริการ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพของบริการในมุมมองของผู้ใช้บริการ

• ข้อมูลจากการสำรวจลักษณะและปริมาณผู้ใช้บริการในภาคสนาม

• ข้อมูลจากระบบสารสนเทศ (Management Information System) ภายในหน่วยงาน เช่นข้อมูลรายได้และต้นทุน เป็นต้น

(2) การกำหนดทางเลือกการพัฒนาและปรับปรุงบริการ

เมื่อทราบปัญหาของการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ หรือโอกาสที่จะพัฒนาบริการรูปแบบใหม่แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น หรือทางเลือกในการพัฒนาบริการรูปแบบใหม่ ทั้งนี้ ทางเลือกหนึ่งที่เกิดจากการกำหนดทางเลือกเพื่อปรับปรุงการให้บริการ นั้นอาจใช้แก้ไขปัญหาหรือช่วยให้บรรลุเป้าหมายหลายด้านได้พร้อมกัน

(3) การวิเคราะห์ผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก

วิธีการที่นิยมใช้เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแต่ละทางเลือกที่ถูกกำหนดขึ้น ได้แก่

(1) การวิเคราะห์โดยการสร้างสถานการณ์จำลองคือ การจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์ผลที่ตามมาในเชิงปริมาณของทางเลือกต่างๆ ที่กำหนดไว้ แล้วเลือกแนวทางที่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการมากที่สุด วิธีนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่าวิธี Simulation

(2) การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) เป็นการจำลองปัญหาในการวางแผนและออกแบบให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ วัตถุประสงค์ในการวางแผนและออกแบบ เช่น เพื่อให้เกิดรายได้สูงสุด เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดจำนวนของการวิ่งรถเที่ยวเปล่าน้อยที่สุดเป็นต้น และส่วนที่สอง ได้แก่ ข้อจำกัดของการดำเนินงาน อาทิ จำนวนยวดยานที่ให้บริการจำนวนพนักงานประจำรถ เป็นต้น เมื่อนำเงื่อนไขทั้งหมดทั้งด้านวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของการดำเนินงานมาพิจารณาร่วมกันและกำหนดให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์แล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยมีโจทย์คือเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามที่กล่าวมาแล้ว จากผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้ผู้วิเคราะห์สามารถเลือกแนวทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการมากที่สุดส่วนมากแล้ว การวิเคราะห์เพื่อออกแบบและวางแผนระบบขนส่งสาธารณะขนาดใหญ่นิยมใช้เครื่องทุนแรง ที่สำคัญได้แก่ คอมพิวเตอร์ มาใช้ในการจำลองสถานการณ์หรือแก้สมการคณิตศาสตร์ที่กำหนดตามเงื่อนไขตามที่ผู้วิเคราะห์ต้องการ ซึ่งทำให้ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานลงไปได้มาก

(3) การตัดสินใจและนำแผนไปสู่การปฏิบัติเมื่อเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ของแต่ละทางเลือก จะทำให้ทราบว่าทางเลือกใดให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การดำเนินงานมากที่สุด ทางเลือกนั้นจะถูกพิจารณานำไปปรับปรุงเป็นแผนดำเนินงานที่เหมาะสมในทางปฏิบัติและการประยุกต์ใช้ต่อไป

2.2.7 ต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภท ตามลักษณะของกิจกรรมที่เกิดและส่งผลให้เกิดต้นทุน [12] ดังนี้

(1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆตามปริมาณการขนส่ง เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายในอัตราเท่ากันตลอดเวลาการดำเนินธุรกิจ ต้นทุนคงที่จะเกิดขึ้นเสมอต่อให้ไม่มีกระบวนการขนส่งก็ตาม นอกจากนี้ต้นทุนคงที่ยังแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ ต้นทุนคงที่ระยะยาว เป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเวลาสั้น เช่น สัญญาเช่าระยะยาว ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น และต้นทุนคงที่ระยะสั้นจัดเป็นต้นทุนคงที่ที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวจากการประชุมหรือตัดสินใจของผู้บริหาร เช่น ค่าโฆษณา ค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าและวิจัย เป็นต้น

(2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึงต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการขนส่ง กล่าวคือ เมื่อระดับกิจกรรมเพิ่มขึ้น Variable Cost ก็จะเพิ่มสูงตามด้วย และจะลดลงเมื่อปริมาณระดับการขนส่งลดลง โดยทั่วไปแล้วต้นทุนผันแปรนี้จะสามารถควบคุมได้ในงานระดับแผนกหรือหน่วยงาน

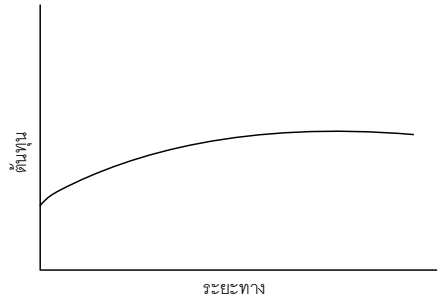
(3) ต้นทุนรวม (Total Cost) คือต้นทุนที่และต้นทุนแปรผันมารวมกัน จะนับเป็นต้นทุนทั้งหมดในการดำเนินงานทั้งบริษัทหรือโรงงานซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริหารหรือการจัดซื้อจัดจ้างต่างๆในบางธุรกิจต้นทุนรวมนั้นไม่สามารถแยกระหว่างต้นทุนคงที่หรือต้นทุนแปรผันเนื่องจากเป็นต้นทุนที่ก้ำกึ่งระหว่างกันเช่นธุรกิจรถไฟซึ่งมีการขนส่งทั้งคนและของทำให้บริษัททำการเฉลี่ยต้นทุนจากนั้นมาคำนวณกำไรแล้วทำการระบุค่าตั๋วโดยสารหรือค่าขนส่งเป็นต้น การกระทำลักษณะดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจเพาะจะทำให้ทราบว่าต้นทุนที่แท้จริงในการเดินรถเป็นเท่าไรต่อหน่วยเงินเป็นต้น

(4) ต้นทุนเที่ยวกลับ (Backhaul Cost) เป็นต้นทุนที่คำนณจากค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ที่ต้องเดินรถเที่ยวเปล่าโดทั่วไปแล้วจะคำนวณจากการเอาราคาเชื้อเพลิงสำหรับเดินรถเที่ยวเปล่ารวมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดการสูญเสียแต่จะมีผู้ประกอบการบางส่วนจะหาสิ้นค้าหรือบริการมาบรรทุกเพื่อหลีกเลี่ยงการเดินรถเที่ยวเปล่า จะส่งผลทำให้ลดจำนวนรถเที่ยวเปล่า ลดค่าขนส่งสิ้นค้าเพราะผู้ประกกอบการจะคำนวณค่ารถเที่ยวเปล่าในสินค้าที่ส่งไปด้วย และเพื่อลดต้นทุนดังกล่าวแล้วยังเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการอีกด้วย

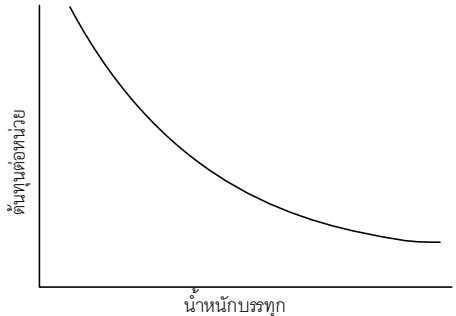
2.2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่ง

Bowersox และ Closs (2001) ได้กล่าวเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนการขนส่ง ได้แก่ ระยะทาง (Distance) ปริมาณ (Volumn) ความหนาแน่น (Density) วิธีการจัดเก็บ (packing) การบริหารจัดการ (Managing) หน้าที่ความรับผิดชอบ (Duty) และปัจจัยทางการตลาด (Marketing Factor) ซึ่งรายละเอียดต่างๆ [13] ดังนี้

(1) ระยะทาง (Distance) เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อต้นทุนการขนส่ง เนื่องจากเกี่ยวโยงกับต้นทุนผันแปร(Variable Cost) คือ ค่าแรง ค่าเชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษายานพาหนะ จากภาพที่ 2.9 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ต้นทุนของการรับและการส่งสินค้าจะคำนึงถึงระยะทาง และ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงตามระยะทาง ตามหลัก Tapering Principle อันเป็นผลจากการเดินรถระยะที่ไกล ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ร้อยละการเดินรถระหว่าง(Upcountry) เมืองจะปริมาณการเดินรถมากกว่าในเมือง(Urban) การเดินรถระหว่างเมืองจะมีต้นทุนที่ถูกกว่าเนื่องจากระยะทางที่เดินรถนั้นมีระยะทางมากกว่าแต่จะใช้เชื้อเพลิงและค่าจ้างคนขับรถที่เท่ากันและผลจากอัตราการเดินรถที่สูงกว่าด้วย และเป็นเพราะการเดินรถในเมืองจะขับๆหยุดๆเนื่องจากปัญหาทางจราจร(Traffic Condition) ที่ติดขัด จำนวนที่บรรทุก (Volume) ก็เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักของการขนส่งและ สัมพันธ์กับต้นทุนการขนส่งอีกด้วย จากภาพที่ 2.10 แสดงให้เห็นถึงต้นทุนการขนส่งต่อน้ำหนักสินค้าจะลดลงเมื่อปริมาณของสินค้า (Volume) มีจำนวนเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้นทุนคงที่ของการรับและส่งและค่าใชจ่ายในการบริหารงานต่างๆและค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะถูกเฉลี่ยไปกับปริมาณของสินค้าที่เพิ่มขึ้น

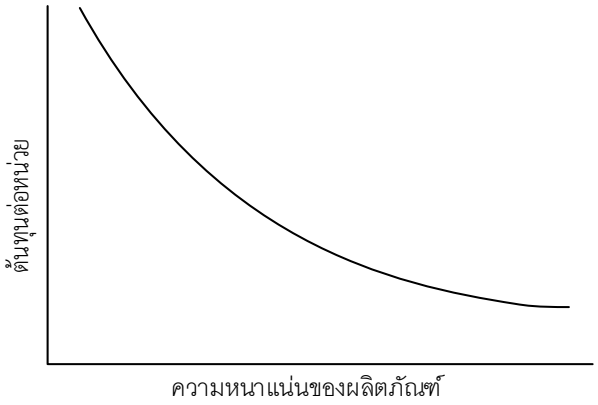


ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับราคา
ที่มา Bowersox และ Closs (2001)



ภาพที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการขนส่งกับน้ำหนักบรรทุกสินค้า ที่มา Bowersox และ Closs (2001)

(2) ความหนาแน่น (Density) เป็นอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักสินค้าและพื้นที่ที่ใช้ด้วย โดยทั่วไปมักจะคิดค่าขนส่งตามน้ำหนักสินค้า เช่น ต่อตัน เป็นต้น เป็นที่ทราบกันดีว่ารถบรรทุกจะถูกจำกัดด้วยพื้นที่ไม่ใช่น้ำหนักบรรทุก ถ้าบรรทุกเต็มแล้วก็ไม่สามารถบรรทุกเพิ่มได้อีกแล้วแม้ว่าสินค้านั้นๆจะมีน้ำหนักไม่มากก็ตาม ค่าแรง คนขับและค่าเชื้อเพลิงนั้นไม่ได้มีผลจากน้ำหนักบรรทุกมาก จากภาพที่ 2.11 ต้นทุนค่าขนส่งต่อน้ำหนักจะลดลง แม้ว่าความหนาแน่น(Density) ของพื้นที่จะเพิ่มขึ้นก็ตาม



ภาพที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสินค้าและต้นทุนการขนส่ง
ที่มา Bowersox และ Closs (2001)

2.2.9 ปัจจัยการพิจารณาปัญหาการขนส่ง

ปัญหาการขนส่งสินค้ามักถูกนำเสนอในรูปแบบของปัญหาการ จัดเส้นทางยานพาหนะ ซึ่งมีปัจจัยในการพิจารณาปัญหาเพื่อกำหนดรูปแบบของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดย Bodin and Golden (1981) [14] ได้นำเสนอปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem) โดยมีปัจจัยในการพิจารณาปัญหาการขนส่งสินค้าไปสู่ลูกค้าประกอบด้วย สินค้า วัตถุประสงค์ของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ เช่น ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด และ จำนวนรถที่ใช้ต่ำสุด เป็นต้น ด้านยานพาหนะเช่น จำนวนรถ ประเภทรถ เป็นต้น ด้านคลังสินค้า ด้านข้อกำหนดในการวิ่งผ่าน ด้านลูกค้า และ ด้านเวลาเช่น เวลามากที่สุดในแต่ละเส้นทาง เวลามากที่สุดเท่ากันทุกเส้นทาง เวลามากที่สุดไม่เท่ากันทุกเส้นทาง หรือเวลามากที่สุดไม่มีขอบเขต

จากปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปัญหาการขนส่งสินค้ามีปัจจัยในการพิจารณาที่หลากหลาย ทำให้รูปแบบของปัญหาแตกต่างกันไปตามรายละเอียดและปัจจัยในการพิจารณาของปัญหานั้นๆ เช่น การนำเสนอปัญหาการขนส่งสินค้า ในรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ซึ่งเป็นการกระจายสินค้าประเภทเครื่องดื่มและยาสูบในพื้นที่ในเขตเมืองที่หนาแน่นของประเทศบราซิลของ Vitoria และคณะ (2012) [15] ศึกษารูปแบบของปัญหา คือ ลูกค้าประกอบด้วยร้านค้าปลีกขนาดเล็กและกลางจำนวนมากและตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่มีประชากรและ

การจราจรหนาแน่น บางครั้งจำเป็นจะต้องส่งสินค้าให้กับลูกค้าด้วยการเดินเท้า และด้วยจำนวนพนักงานและเวลาทำงานที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถส่งสินค้าทันเวลาที่กำหนดได้ ดังนั้นจึงมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการปัญหาการขนส่งนี้ คือเพื่อให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้าต่ำที่สุด จากการลดจำนวนยานพาหนะ จำนวนพนักงาน และระยะทางรวมทั้งหมด Zeng และคณะ(2008) [16] ศึกษาปัญหาการขนส่งสินค้าของบริษัทกระจายสินค้าประเภทน้ำอัดลมที่สิงคโปร์ มีลักษณะปัญหาดังนี้ (1) ข้อจำกัดด้านความต้องการของลูกค้า (Demand constraint) บริษัทมียานพาหนะสำหรับให้บริการลูกค้าตามความต้องการส่งที่ทราบเท่านั้น (2) ข้อจำกัดด้านเวลา (Time constraint) ยานพาหนะสามารถเดินทางได้โดยจำนวนเวลารวมในแต่ละวันจะต้องไม่เกินที่กำหนด โดยยานพาหนะแต่ละคันจะเริ่มต้นที่คลังสินค้า (Depot) และไปส่งของให้กับลูกค้าแล้วกลับมายังคลังสินค้าเพื่อรับผลิตภัณฑ์รอบต่อไปเสมอ งานวิจัยนี้จะพิจารณาปัญหาการขนส่งสินค้า รูปแบบปัญหา VRP แบบมีกรอบเวลา (VRPTW) และมีความไม่แน่นอน (SVRP) โดยวัตถุประสงค์หลักของการแก้ปัญหา คือ กำหนดขนาดของยานพาหนะขั้นต่ำและกำหนดตารางของยานพาหนะที่จะให้บริการลูกค้าในแต่ละวัน

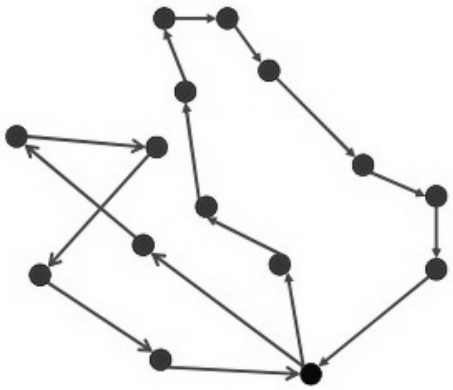
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขนส่งสินค้าแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของรูปแบบของปัญหาการขนส่งสินค้า ทั้งนี้การระบุหรือแสดงปัญหาในแต่ละรูปแบบ รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหานั้น ก็แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของปัญหาแต่ละปัญหา และเนื่องจากปัญหาการขนส่งส่งสินค้ามีความซับซ้อน ดังนั้น เพื่อให้ปัญหาการขนส่งสินค้ามีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละปัญหามากขึ้น นอกจากการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขนส่งสินค้าแล้ว พบว่า ปัญหาการขนส่งสินค้ามักจะถูกนำเสนอในรูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ดังภาพที่ 2.14 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นรูปแบบต่างๆได้อย่างชัดเจนมากขึ้น โดยจะกล่าวถึงปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะในตารางที่ 2.1 ในหัวข้อถัดไป

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP)

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ เป็นปัญหาที่สำคัญในการจัดการด้านโลจิสติกส์ซึ่งหมายถึง การขนส่งวัตถุดิบจากผู้ผลิต (Supplier or Vender) ไปยังโรงงานที่ผลิตสินค้า (Factory Plant) หรือการขนส่งไปยังคลังเก็บสินค้า (Warehouse) หรือลูกค้า (Customer) บริษัทต้องการหาวิธีการขนส่งสินค้า และการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานนั้นอาจจะประกอบไปด้วยการใช้ยานพาหนะที่มีจำนวนน้อยลง การใช้ระยะทางในการขนส่งที่น้อยลง การลดระยะเวลาความล่าช้าในการขนส่งสินค้าและการเพิ่มระดับการให้บริการในการขนส่งในช่วง

ทศวรรษที่ผ่านมา มีการสร้างระบบการจัดการเพื่อให้มีการให้บริการขนส่ง และกระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านการวิจัยดำเนินการและการกำหนดเชิงคณิตศาสตร์ (Operations Research and Mathematical Programming) ผลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวทำให้ลดต้นทุนรวมในการขนส่งของทวีปอเมริกาเหนือและยุโรปได้ 5% - 20% ถูกนำเสนอโดยToth และ Vigo (2002) [17]



ภาพที่ 2.12 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (VRP)

หนึ่งในปัญหาการขนส่งและการกระจายสินค้าที่สำคัญ คือ ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem-VRP) ซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางต่าง ๆ ที่มีจุดเริ่มและจุดปลายอยู่ที่โรงพักสินค้า (Depot) เดียวกัน โดยต้องการหาว่าถ้ามีการใช้ยานพาหนะเพียงคันเดียว จะมีเส้นทางใดที่ทำให้การขนส่งเป็นไปตามที่เงื่อนไขที่ต้องการ และมีค่าใช้จ่ายองค์รวมในการขนส่ง (Total Transportation Cost) น้อยที่สุดแนวคิดของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Dantzig และ Ramser (1956) [18] ทั้งคู่ได้แสดงกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ และขั้นตอนวิธีในการประยุกต์ทฤษฎีดังกล่าวเข้ากับปัญหาจริง และ 5 ปีถัดมา Clark และ Wright (1960) [19] ได้ปรับปรุงแนวคิดดังกล่าวโดยการใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) ภายหลังมีการทำวิจัยมากมายเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ โดยเป็นการต่อยอดมาจากแนวคิดทั้งสอง ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะเป็นปัญหาที่น่าสนใจเนื่องด้วยสองเหตุผลหลักได้แก่ เป็นปัญหาที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และ เป็นปัญหาที่ ทำให้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่น่าสนใจมากมายโดย Golden และคณะ (1977) [20] ได้นำเสนอปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ซึ่งมีปริมาณความต้องการแตกต่างกันภายใต้เงื่อนไข คือ ระยะทางที่ต่ำที่สุดและทุกๆยานพาหนะจะเริ่มและสิ้นสุดที่คลังสินค้ากลาง โดยมี

ข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและระยะเวลาสูงสุดในการขนส่งหนึ่งรอบของเส้นทางการจัดส่ง ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัดในระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง จะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem: VRP) ซึ่งเป็นเครือข่ายที่แสดงลักษณะเส้นทางของยานพาหนะแต่ละคัน

2.3.2 รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งถูกศึกษาอย่างเป็นทางการครั้งแรกในงานวิจัยของ Danzig และคณะ (1954) [18] นำเสนอการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย หรือ (Travel Salesman Problem TSP) จากนั้นก็ได้มีการนำปัญหานี้ไปแก้หาวิธีแก้ไขอย่างกว้างขวางจนมีงานวิจัยหรือบทความวิจัยที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับปัญหา TSP โดยลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งเริ่มแรกนั้นจะระบุข้อจำกัดด้านปริมาณความจุของพาหนะส่งสินค้า โดยเรียกปัญหานี้ว่า Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของปัญหาได้เบื้องต้นคือ จำนวนผู้รับบริการทุกรายจะต้องได้รับการบริการส่งสินค้าโดยพาหนะจากศูนย์กระจายสินค้าดังภาพที่ 2.14 โดยพาหนะทั้งหมดต้องมีขนาดความจุสินค้าเท่ากันโดยอุปสงค์ของผู้รับบริการแต่ละรายก็มีปริมาณที่แตกต่างกันไป และที่สำคัญขนาดความจุสินค้าของพาหนะมีขีดจำกัด และพาหนะไม่สามารถแบ่งส่งสินค้า (Split delivery) ให้แก่ผู้รับบริการหนึ่ง ๆ ได้ (ในกรณีที่สินค้าคงเหลือในรถไม่พอกับความต้องการ) ดังนั้นการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง คือการออกแบบเส้นทางเพื่อตอบสนองอุปสงค์แก่ผู้รับบริการได้ทั้งหมด โดยให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดบนข้อจำกัดที่สำคัญก็คืออุปสงค์ของผู้บริการทั้งหมดบนเส้นทางหนึ่ง ๆ จะต้องไม่เกินขนาดความจุสินค้าของพาหนะ โดยต้นทุนต่ำที่สุดที่เกิดขึ้นในที่นี้อาจหมายถึงการให้เกิดค่าใช้จ่ายการขนส่งต่ำที่สุด ซึ่งอาจรวมถึงการใช้จำนวนพาหนะให้น้อยที่สุด การใช้เชื้อเพลิงให้น้อยที่สุด หรือการเดินทางโดยใช้ระยะทางขนส่งให้น้อยที่สุด หรือการใช้เวลาการเดินทางในการขนส่งให้น้อยที่สุดกรณีศึกษาหรือตามเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิตประจำวันของนักวิจัยที่ได้พบเห็นหรือสัมผัส และหลังจากนั้นได้มีนักวิจัยจำนวนมากให้ความสนใจในการพัฒนาวิธีการเพื่อแก้ปัญหา VRP โดยปัญหา VRP ที่ได้รับความสนใจนี้ได้มีการเพิ่มข้อจำกัดต่างๆ เข้าไปตาม ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาขั้นตอนวิธีต่างๆ การแก้ปัญหาดังกล่าว มาจนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งมีการพัฒนารูปแบบของปัญหา และวิธีการ ในงานวิจัยของ Toth และ Vigo [17] ได้แบ่งปัญหา VRP ไว้ดังตารางที่ 2.1

2.4 ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลา (VRPTW)

ตารางที่ 2.1 รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

รูปแบบของปัญหา	ชื่อย่อ	ความหมาย
VRP with Capacitated	CVRP	VRP แบบมีข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุกสินค้า
VRP with Time Windows	VRPTW	VRP แบบมีกรอบเวลา
VRP with Backhaul	VRPB	VRP แบบมีการขนส่งกลับมายังคลังเดิม
VRP Pickup and Delivery	VRPPD	VRP แบบมีการรับและส่งสินค้า
VRPPD with Time Windows	VRPPDTW	VRPPD แบบมีกรอบเวลา
VRP with Multiple Depots	MDVRP	VRP แบบมีหลายคลังสินค้า
Periodic VRP	PVRP	VRP แบบมีช่วงเวลา
Periodic VRPTW	PVRPTW	VRP แบบมีช่วงเวลาและกรอบเวลา
Stochastic VRP	SVRP	VRP แบบมีความไม่แน่นอน

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลา (VRP with Time Windows :VRPTW) สำหรับปัญหา VRPTW โดยทั่วไปมีรูปแบบเหมือน VRP แต่มีการจัดเส้นทางโดยการเพิ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดให้มีการส่งสินค้าภายในกรอบเวลา (Time Windows) ซึ่ง Solomon (1983) [18] ได้นำเสนอเป็นคนแรก

จากการศึกษาปัญหา VRPTW ของ Belfiore (2003) [21] ซึ่งมีลักษณะของปัญหาคือมียานพาหนะหลายชนิด การขนส่งแบบคลังเดียว การขนส่งแบบแบ่งส่งได้ (Split Delivery) ให้ลูกค้าผู้ค้าปลีกในบราซิล 519 ร้านค้า งานวิจัยนี้นำเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีกระจายค้นหา (Scatter search) และดำเนินการแก้ปัญหาโดยเปรียบเทียบเส้นทางที่ครอบคลุมสถานการณ์จริงของบริษัท ผลที่ได้พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มกำไรของบริษัทเนื่องจากสามารถลดต้นทุนการกระจายสินค้าและจำนวนรถบรรทุกที่ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Sealee และคณะ (2017) [22]ได้ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ซึ่งเป็นวิสาหกิจขนาดเล็กทำการผลิตและจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าแต่ละร้านทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งมากเกินความจำเป็นโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) และใช้ Open Solver เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาคำตอบใน Microsoft Excel พบว่าการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มโดยแบ่งเส้นทางการขนส่งออกเป็น 2 เส้นทาง มีความเหมาะสมที่สุด มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุดเท่ากับ 72.26 กิโลเมตร และรถ

ขนส่งสามารถบรรทุกและขนส่งน้ำดื่มได้เพียงพอในแต่ละเที่ยวที่ทำการจัดส่งได้ และเมื่อเทียบผลการจัดเส้นทางที่ได้กับการดำเนินงานในปัจจุบันพบว่ามีระยะทาง 180.50 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 59.97

ประภาพรรณ (2016) [23] ทำการศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทแปรรูปอาหารขนาดย่อม ซึ่งพบว่ามีต้นทุนการขนส่งที่สูงมาก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ ซึ่งแบ่งพื้นที่ในการกระจายสินค้าเป็น 3 เขตคือ กรุงเทพมหานคร (DC1) ปทุมธานี (DC2) และนครนายก (DC3) ไปยังลูกค้าทั้งหมด 25 ราย มีนโยบายแบ่งพื้นที่รับผิดชอบดังนี้ DC1 รับผิดชอบลูกค้า 7 ราย DC2 รับผิดชอบลูกค้า 6 ราย และ DC3 รับผิดชอบลูกค้า 12 ราย เมื่อใช้ตัวแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP) พบว่า ต้นทุนลดลงจากเดิม 133,877.10 บาทต่อเดือน คิดเป็น 42.08% Letchford (1996) [24]ทำการศึกษาการคัดเลือกบริษัทเอกชนหรือผู้ประกอบการ เพื่อจัดสรรเครือข่ายของรถขนส่งนักเรียนในเมืองแมนเชสเตอร์ ซึ่งมีจำนวนผู้ประกอบการมากกว่า 30 รายในพื้นที่ รวมถึงขนาดของยานพาหนะที่แตกต่างกัน ครอบคลุมพื้นที่10 เมืองในแมนเชสเตอร์ จึงนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีโปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming) พบว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากสำหรับโครงการ GMPTE (Greater Manchester Public Transport Executive)และเมืองอื่นๆในยุโรปที่นำไปใช้ก็ประสบความสำเร็จเช่นกัน

Chanasit และ Yaovasuwanchai (2013) [25] ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และสามารถลดระยะทางในการเดินรถขนส่งสินค้า โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มลูกค้า โดยใช้วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics, NNH) นำมาสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) และปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem, VRP) ผ่านโปรแกรมวีบีเอ (Visual Basic for Applications, VBA) สามารถลดระยะทางในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าคิดเป็นร้อยละ 11.79 Sodsoon และคณะ (2014) [26] ศึกษาเส้นทางการขนส่งสำหรับการจัดเส้นทางภายในกรอบเวลายืดหยุ่นโดยใช้วิธีซิมมูเลตแอลเนลลิ่งกรณีที่มีคลังสินค้ากลางแห่งเดียว ลูกค้ามีหลายราย ลูกค้าแต่ละรายตั้งอยู่กระจัดกระจายทั่วไป และมีความต้องการสินค้าที่ไม่เท่ากัน แต่ทราบจำนวนสินค้าที่ต้องการและช่วงเวลาการรับสินค้าที่แน่นอน Supakdee และคณะ (2015) [27]ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางเพื่อลดต้นทุนการเดินทางไปทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ทางการแพทย์ตามโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 316 แห่ง ของหน่วยซ่อมบำรุงสังกัดสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดอุบลราชธานีโดยทำการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการจัดกลุ่มผู้รับบริการก่อน จากนั้นจึงกำหนดที่ตั้งของศูนย์ประสานงานซ่อมบำรุงแล้วจึงจัดเส้นทางการเดินทางไปทำการซ่อมบำรุงในแต่ละกลุ่มเป็นขั้นตอนสุดท้าย ในขั้นตอนการจัดกลุ่มได้ใช้วิธีการกวาดมุม

(Sweep Algorithm) ซึ่งสามารถจัดกลุ่มสถานพยาบาลออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 79 แห่ง จากนั้นจึงทำการหาตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์ประสานงานซ่อมบำรุงโดยใช้วิธีคำนวณจากระยะทางและภาระงานในการซ่อมบำรุงแต่ละแห่ง สำหรับจัดเส้นทางการเดินทางในแต่ละกลุ่มได้ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ผลการวิจัยพบว่า วิธีปรับปรุงอัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีปัจจุบัน 42.31% วิธีการจัดกลุ่มตามอำเภอ 8.33% และวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด 3.20%

Klinplub และ Yaovasuwanchai (2017) [28] ศึกษาเกี่ยวกับผู้ให้บริการขนส่งสินค้าให้กับโรงงานผลิตไอศกรีมในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสะดวกซื้อ 3,953 สาขา เนื่องจากสาขามีจำนวนมาก กรณีศึกษาจึงเลือกศึกษาเฉพาะกะทำงานกลางคืนและรอบวันทำงานรอบแรก คือ วันจันทร์ พุธ ศุกร์ เพราะมีปริมาณสาขาจัดส่งมากที่สุดโดยมีรถทั้งหมด 37 คัน ที่ต้องส่งสินค้า 40 สาขาขั้นต่ำต่อคันตามที่โรงงานกำหนดให้และทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมง เนื่องจากสินค้าที่ส่งเป็นสินค้าขนาดเล็กทำให้ในบริษัทกรณีศึกษาจะบรรทุกไม่เต็มตู้รถขนส่ง จากลักษณะปัญหาดังกล่าวพบว่าเป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคน (Multiple Traveling Salesmen Problem) คล้ายคลึงกับปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle routing problem) แตกต่างในเรื่องของความจุไม่จำกัด จึงได้ทำการศึกษาแบบแบบจำลอง Assignment-based และ Flow-based มาปรับปรุงต่อยอดให้สามารถแก้ไขปัญหาของบริษัทกรณีศึกษาได้ ด้วยการเพิ่ม 2 เงื่อนไขคือ 1.กำหนดจำนวนสาขาของร้านสะดวกซื้อที่รถบรรทุกแต่ละคันจะต้องไปส่ง 2.รถแต่ละคันวิ่งไม่เกิน 8 ชั่วโมง ลำดับต่อมาผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแบบจาลองคณิตศาสตร์ ด้วยปัญหาทดสอบจำนวน 27 ปัญหา ผลการทดสอบพบว่าแบบจำลอง Flow-based มีประสิทธิภาพดีกว่าและเหมาะสมกับกรณีศึกษามากกว่า

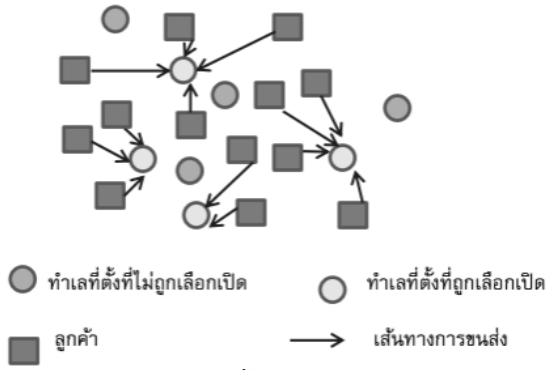
ชุลีกรและสรวิชญ์ (2013) [25] ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และสามารถลดระยะทางในการเดินรถขนส่งสินค้า โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มลูกค้า โดยใช้วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics: NNH) นำมาสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem; TSP) และปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem; VRP) ผ่านโปรแกรมวีบีเอ (Visual Basic for Applications: VBA)สามารถลดระยะทางในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าคิดเป็นร้อยละ 11.79 สุพรรณและคณะ (2014) [26]ศึกษาเส้นทางการขนส่งสำหรับการจัดเส้นทางภายในกรอบเวลายืดหยุ่นโดยใช้วิธี Simulated Annealing กรณีที่มีคลังสินค้ากลางแห่งเดียว ลูกค้ามีหลายราย ลูกค้าแต่ละรายตั้งอยู่กระจัดกระจายทั่วไป และมีความต้องการสินค้าที่ไม่เท่ากัน แต่ทราบจำนวนสินค้าที่ต้องการและช่วงเวลาการรับสินค้าที่แน่นอน

ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งในเชิงคณิตศาสตร์นั้น สามารถกำหนดปัญหาการจัดเส้นทางในรูปแบบของกราฟ G = (V, A) ซึ่งมีเซ็ตของV = {0, 1, 2, ..., n} เป็นเซตของจุดขนส่ง (Delivery

Points) ที่มีจำนวน n ตำแหน่ง และ A = {(i, j) :i, j ∈ V} เป็นเซ็ตของเส้นทางระหว่างผู้รับบริการ i กับผู้รับบริการ j โดยที่มีสัมประสิทธิ์ c_{ij}เป็นตัวแปรแทนต้นทุนของการที่พาหนะเดินทางจากผู้รับบริการ i ไปยังผู้รับบริการ j ซึ่งอาจหมายถึงระยะทางหรือเวลาที่ใช้เดินทาง โดยจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาคือการออกแบบเส้นทางที่ใช้ต้นทุนต่ำที่สุดในการใช้พาหนะขนาดเดียวกันจำนวน K = {1, 2, ..., m} ที่มีความจุปริมาณจำกัด โดยใช้ C แทนปริมาณความจุของพาหนะแต่ละคัน โดยที่แต่ละรอบในการขนส่งนั้น อุปสงค์ของผู้รับบริการ i ให้เป็น d_i โดยในเส้นทางที่ออกแบบนั้น ความต้องการของผู้รับบริการทั้งหมดในเส้นทางนั้นจะต้องไม่เกินค่า C

2.5 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location allocation problem)

ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location Allocation Problem :LAP) เป็นหนึ่งในปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าศูนย์รวมสินค้าโรงงานจากนั้นทำการจัดสรรลูกค้าที่จะทำการรับหรือส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าหรือโรงงานนั้นๆเพื่อให้ระยะทางในการขนส่งสินค้าน้อยที่สุดเพื่อทำให้ต้นทุนต่ำที่สุด ระพีพันธ์ (2010 [29]) ยกตัวอย่างเช่นการเลือกทำเลที่ตั้งของคลีนิคโรคทางด้านสมองในโรงพยาบาลเพื่อให้ผู้ป่วยเข้ารับบริการได้ใกล้กับที่ๆผู้ป่วยอยู่อาศัย หรือปัญหาการหาจุดในการจอดรถฉุกเฉินเพื่อให้ไปถึงผู้บาดเจ็บในบริเวณต่างๆ ภายในตัวอำเภอตามพิกัดต่างๆได้เร็วที่สุดโดยรถฉุกเฉินไม่มีเส้นทางที่ทับซ้อนกันหรือดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2.14 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน ที่มา : ระพีพันธ์ ปิตาคะโส วิธีการเมตาฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์ [29]

จากภาพที่ 2.13 มีลูกค้าทั้งสิ้น 13 รายและมีทำเลที่ตั้งที่สามารถตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้จำนวน 8 จุด แต่มีศูนย์กระจายสินค้าที่ได้รับการเปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้าเพียง 4 แห่งเท่านั้น และลูกค้าทั้งหมดจะได้รับการจัดสรรในการส่ง หรือรับสินค้าตามที่ระบุไว้ในลูกศรแสดงเส้นทางการขนส่ง สาเหตุที่ทำให้ทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าบางแห่งไม่ได้รับการเปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้า

เนื่องมาจากในการเปิดศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งย่อมมีค่าใช้จ่ายทั้งค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้นสร้างศูนย์กระจายสินค้า และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หากต้นทุนในการขนส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่เปิดทำการอยู่แล้วประหยัดกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของศูนย์กระจายสินค้านั้นศูนย์กระจายสินค้านั้นย่อมไม่ได้รับการพิจารณาให้เปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้า ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้จำลองปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location Allocation Problem) สามารถแสดงได้ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงานดัชนีพารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจสามารถแสดงได้ดังนี้

โดย

i ศูนย์กระจายสินค้า $i = 1,2,3,..,n$

j ลูกค้า $j = 1,2,3,..,n$

พารามิเตอร์

F_i ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของศูนย์กระจายสินค้า j ในหนึ่งคาบเวลา

C_{ij} ต้นทุนในการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า i กับ ลูกค้ารายที่ j

D_j ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า j ในหนึ่งคาบเวลา

S_i ปริมาณสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า I สามารถรองรับได้ในหนึ่งคาบเวลา

ตัวแปรตัดสินใจ

$Y_i = 0$ เมื่อไม่มีการเปิดศูนย์กระจายสินค้า

$Y_i = 1$ เมื่อมีการเปิดศูนย์กระจายสินค้า

$X_{ij} = 1$ เมื่อมีการส่งหรือรับสินค้าระหว่าง i ไป j

$X_{ij} = 0$ เมื่อไม่มีการส่งหรือรับสินค้าระหว่าง i ไป j

สมการเป้าหมาย

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I} C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

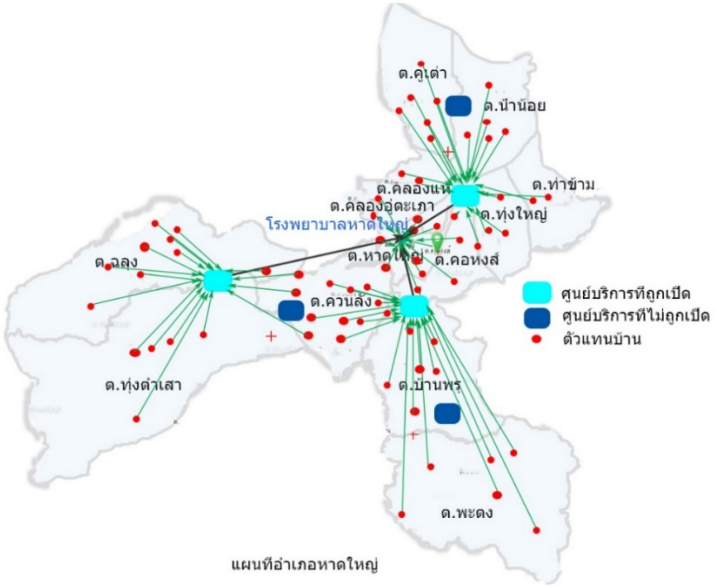
Subject to

$$\sum_{j=1}^{J} D_j X_{ij} \leq Y_i Si \quad \forall i = 1....I \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{I} X_{ij} = 1 \qquad j = 1...J \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{I} Y_{ij} = P \qquad j = 1...J \quad (4)$$

สมการเป้าหมาย (1) ต้นทุนการขนส่งที่เกิดจากการขนส่งหรือเดินทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้า i กับลูกค้ารายที่ j และ จำกัดจำนวนสินค้าที่ส่งให้กับลูกค้าจะต้องไม่เกินจำนวนสินค้าที่มีในศูนย์กระจายสินค้าสมการที่ (2) เป็นการรับประกันว่าการขนส่งจะเกิดขึ้นเฉพาะกับศูนย์กระจายสินค้าที่เปิดดำเนินการเท่านั้น สมการที่ (3) ลูกค้าจะต้องได้รับสินค้าจากเพียงศูนย์กระจายสินค้าเดียวเท่ากัน และ (4) จำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เปิดจะต้องเท่ากับจำนวน p เท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างตามทฤษฎี Location Allocation

2.6 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem)

เป็นปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ลูกค้าสามารถเข้ารับบริการได้อย่างทั่วถึงด้วยระยะทางหรือระยะเวลาที่ยอมรับได้ Singhtaun (2011) [30] เช่น สถานีดับเพลิง โรงพยาบาล เป็นต้น โดยในที่นี้การให้บริการจะครอบคลุมความต้องการของลูกค้า ก็ต่อเมื่อสถานที่ให้บริการอยู่ห่างจากลูกค้าในระยะที่กำหนดไว้หรือลูกค้าสามารถเดินทางมารับบริการได้ในระยะเวลาที่กำหนด

2.6.1 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (*Set Covering Problem*) เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการโดยใช้จำนวนหรือต้นทุนในการสร้างสถานที่ให้บริการที่น้อยที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มลูกค้าทั้งหมด ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั่วไปดังนี้

$$Minimize \sum_{j} C_j X_j \tag{5}$$

Subject to

$$\sum_{j \in N_i} X_j \geq 1 \quad \forall i \tag{6}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \tag{7}$$

โดยมีข้อมูลนำเข้าเพิ่มเติม คือ

C_j เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานที่ให้บริการ

S เป็นระยะทางที่ไกลที่สุดหรือระยะเวลาที่นานที่สุดที่ยอมรับได้ จากสถานที่ให้บริการไปยังลูกค้า

N_i เป็นเซตของตำแหน่งที่ตั้งที่อยู่ห่างจากลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i ด้วยระยะทางที่ยอมรับได้ (นั่นคือ $N_i = \left\{ i \middle| d_{ij} \leq S \right\}$)

สมการ (5) แสดงเป้าหมายการเลือกตำแหน่งที่ตั้งเพื่อให้ต้นทุนก่อสร้างหรือจำนวนสถานที่ให้บริการน้อยที่สุด สมการข้อจำกัด (6) รับประกันว่าลูกค้าทุกคนจะได้รับบริการจากสถานที่ให้บริการที่อยู่ภายในระยะทางที่กำหนดอย่างน้อยหนึ่งแห่ง ส่วนสมการข้อจำกัดที่ (7) เป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข

2.6.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem)

เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งให้กับสถานที่ให้บริการจำนวน P แห่ง เพื่อให้สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [30] ดังนี้

$$Maximize \sum_i w_i Z_i \quad (8)$$

Subject to

$$\sum_{j \in N_j} X_j \geq Z_i \quad \forall i \quad (9)$$

$$\sum_j X_j = P \quad (10)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \quad (11)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \quad (12)$$

โดยมีตัวแปรตัดสินใจเพิ่มเติม คือ

Z_i =1 ถ้าความต้องการของลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i ถูกครอบคลุม

Z_i =0 ถ้าไม่ใช่

X_j =1 ถ้าเลือกตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่งที่ j

X_j =0 ถ้าไม่ใช่

w_i เป็นปริมาณสินค้าหรือบริการของลูกค้าที่ตำแหน่งที่ I

S เป็นระยะทางที่ไกลที่สุดหรือระยะเวลาที่นานที่สุดที่ยอมรับได้ จากสถานที่ให้บริการไปยังลูกค้า

สมการที่ (8) เป็นการครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัด สมการที่ (9) รับประกันว่าลูกค้าที่ถูกครอบคลุมจะได้รับการให้บริการจากสถานที่ให้บริการที่ตั้งอยู่ภายในระยะทางที่กำหนด สมการข้อจำกัด สมการที่ (10) แสดงถึงข้อจำกัดของจำนวนของตำแหน่งที่ตั้งที่จะถูกเลือกจะมีจำนวนเท่ากับ P แห่งเท่านั้น และสมการ (11 - 12) เป็นข้อจำกัดเชิงตัวเลข (0 กับ 1 เท่านั้น)

2.7 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

นอกจาก GIS จะสามารถสร้างและวิเคราะห์ผลิตแผนที่ได้แล้ว GIS สามารถสอบถามข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านแผนที่บนระบบคอมพิวเตอร์ รวมทั้งสามารถเรียกค้นข้อมูลมาดูได้หลายข้อมูลพร้อมกันจากการแสดงผลเป็นชั้น ข้อมูล (Layer) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถในการวางแผนเชิงพื้นที่และเป็น

เครื่องมือในการจัดเก็บ ค้นคว้า วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลได้ตามความต้องการ ซึ่งจัดได้ว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา

2.7.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการพัฒนาด้านโลจิสติกส์

GIS เป็นเทคโนโลยีสารเทศชนิดหนึ่งที่ได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านต่างๆมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นด้านการโทรคมนาคม ด้านการจราจร ด้านการวางแผนการเกษตร การวิเคราะห์ภัยพิบัติต่างๆ ด้านการพยากรณ์ ด้านการวางผังเมือง ด้านโลจิสติกส์และด้านทางสาธารสุข เช่น การวิเคราะห์การแพร่ระบาดของเชื้อโรค เป็นต้น โดยข้อมูลจะเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (Graphic) แผนที่ (Map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) โดยในงานวิจัยนี้ใช้ซอร์ฟแวร์ ArcGIS เวอร์ชั่น 10.2 ในการเชื่อมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแสดงข้อมูลเป็นไปด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งทำให้มองเห็นภาพของปัญหาได้ชัดเจนและสามารถนำผลจากการวิเคราะห์นำไปแก้ปัญหาได้ถูกจุด การพัฒนาระบบโลจิกสติกส์มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินธุรกิจเกือบทุกประเภทในปัจจุบันเพื่อให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้และเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ อีกทั้งยังช่วยในการลดต้นทุนและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง การแสดงให้เห็นแผนภาพ แผนที่ ข้อมูลเส้นทางการขนส่ง แหล่งที่อยู่ของประชากร ทำเลที่ตั้งโรงงานหรือคลังสินค้า โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสต์ช่วยเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้ด้วยกันช่วยให้ปัญหาต่างๆ สามารถมองเห็นเป็นภาพซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างแผนที่กับข้อมูลสารสนเทศ ได้อย่างชัดเจนขึ้นอีกทั้งสามารถคำนวณต้นทุนต่างๆที่เกิดขึ้นด้วยทำให้ผู้บริหารสามารถใช้ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้ง่ายขึ้น ส่วนด้านคมนาคมขนส่ง เป็นการนำ GIS มาประยุกต์ใช้เพื่อการเพิ่มประสิทธิผลทางด้านการคมนาคมขนส่งเช่น การวางแผนเส้นทางเดินรถประจำทาง การวางแผนการสร้างเส้นทางคมนาคมขนส่งทางรถไฟ ทางด่วน ทางเรือ และทางอากาศ ได้เป็นอย่างดี

2.7.2 การวิเคราะห์โครงข่ายโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Network Analysis) ในซอร์ฟแวร์ ArcGIS10.2

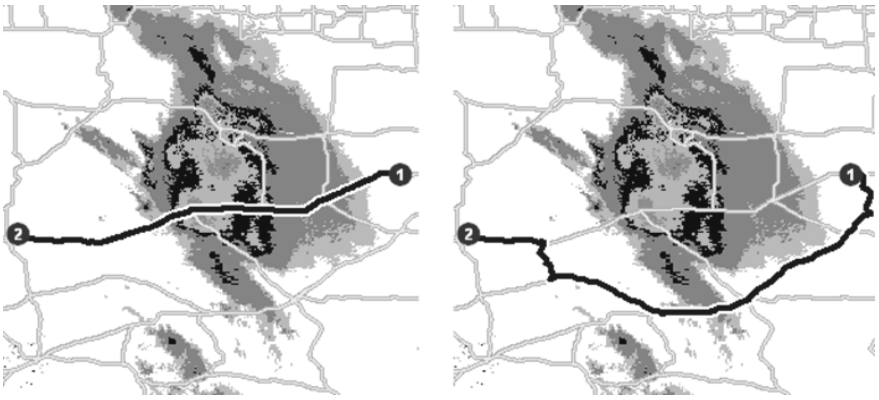
นอกจาก ArcGIS จะให้บริการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์แล้วArcGIS ยังสามารถการวิเคราะห์โครงข่ายได้อีกด้วย สุเพชร จิรขจรกุล (2007) [31]ได้ให้คำนิยามและอธิบายส่วนของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า โครงข่าย หมายถึง กลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเป็นแนวเส้น เป็นโครงข่าย เช่น โครงข่าย เส้นทางคมนาคม โครงข่ายเส้นทางรถประจำทาง โครงข่ายรถไฟฟ้า ฟังก์ชันโครงข่ายนี้ส่วนใหญ่ใช้กับการวิเคราะห์การขนย้ายทรัพยากรธรรมชาติ หรือกลุ่มคนจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง

โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การประมาณปริมาณของวัตถุที่ขนย้าย การเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดและการจัดสรรทรัพยากรด้วยรูปแบบการขนส่ง

การวิเคราะห์โครงข่ายสามารถวิเคราะห์โครงข่ายหลายรูปแบบร่วมกัน (Multimodal) ได้ โดยจำเป็นต้องใช้จัดเตรียมข้อมูลเส้นทางคมนาคมในหลายรูปแบบมาวิเคราะห์ร่วมกับเส้นทางคมนาคมประเภทถนน ได้แก่ เส้นทางรถไฟ เส้นทางรถไฟฟ้า เส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดิน เส้นทางเรือ และเส้นทางเชื่อมต่อระหว่างเส้นทางคมนาคม เพื่อให้วิเคราะห์ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ที่ประหยัดเวลาหรือใช้ระยะทางน้อยที่สุด โดยมีการเคลื่อนที่หลากหลายรูปแบบในระบบขนส่ง ดังนั้น การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปวางแผนการขนส่งหรือโลจิสติกส์ในสถานการณ์ที่ต้องส่งเสริมการประหยัดพลังงานในปัจจุบันก็สามารถนำไปสนับสนุนงานได้อย่างดี หรือการวิเคราะห์ระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ขนส่งผู้ป่วยให้ทันเวลาการนำแนวทางการวิเคราะห์โครงข่ายไปประยุกต์ใช้ในการจัดการขนส่งสินค้าหรือการเคลื่อนที่ของทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งมีแนวทางการประยุกต์ได้ 6 ประเด็นหลัก ดังนี้

(1) การหาเส้นทางที่ดีที่สุด (Best Routing) สามารถกำหนดการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่นๆได้โดยสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ (Cost) เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเป็นระยะเวลาที่น้อยที่สุดไปยังจุดที่กำหนดต่างๆ ได้แก่ จุดพิกัดโรงพยาบาล จุดพิกัดบ้านของนักเรียน จุดพิกัดตลาดกระจายสินค้า จุดพิกัดโรงเรียนที่ต้องเดินทางโดยรถยนต์ไปยังจุดเหล่านั้นจากภาพที่ 2.15 แสดงเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจาก จุด A ไปยังจุด Bและภาพที่ 2.16 เส้นทางที่ (ก) แสดง เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยไม่ได้กำหนดเงื่อนไขต่างๆ และเส้นทางที่ (ข) แสดงเส้นทางที่ดีที่สุดโดยกำหนดเงื่อนไขว่าหากเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการใช้เส้นทางนั้นระบบจะแสดงผลลัพธ์เส้นทางที่สั้นที่สุดโดยไม่มีผลกระทบต่อเส้นทางที่อาจผ่านไม่ได้หรือชำรุด

ภาพที่ 2.15 แสดงเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจาก จุด A ไปยังจุด B
ที่มา https://logistics.arcgis.com

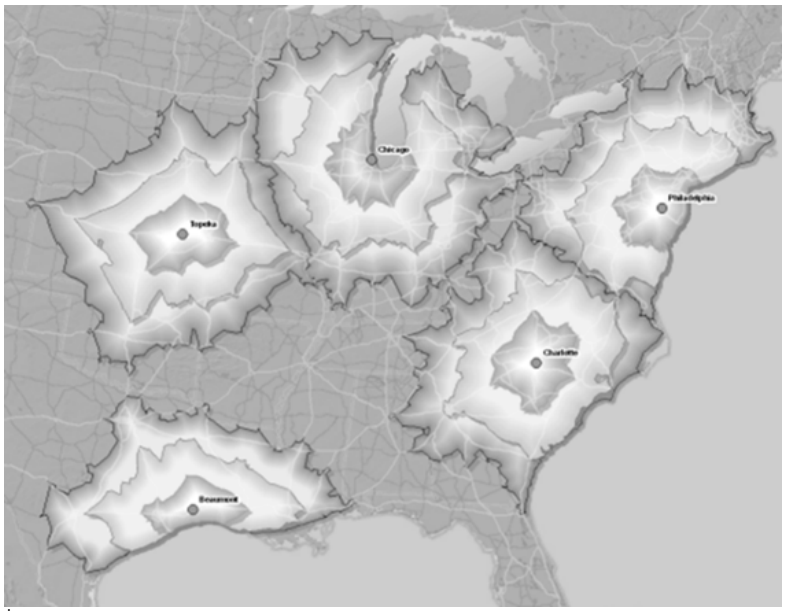


(ก) (ข)

ภาพที่ 2.16 แสดงเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจาก จุด 1 ไปยังจุด 2 ตามสถานการณ์ต่างๆ

ที่มา https://logistics.arcgis.com

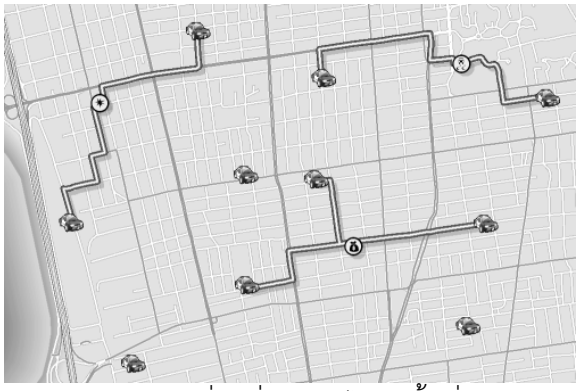
(2) การหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest Facility) สิ่งอำนวยความสะดวกหรือสาธารณูปโภคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ โรงพยาบาล สถานีดับเพลิง โรงเรียนสถานีตำรวจ เทศบาลตำบล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ไปยังจุดที่กำหนด ได้แก่ จุดนัดพบ จุดเกิดอุบัติเหตุ หรือจุดที่เกิดภัยธรรมชาติ โดยจะยกตัวอย่างดังนี้ จุดวงกลมสีเขียวคือคลังสินค้าในแต่ละเมือง และพื้นที่สีเขียวนับตั้งแต่จุดวงกลมหมายถึงพื้นที่ๆรถบรรทุกสามารถเข้าถึงได้ภายใน 1 ชั่วโมง พื้นที่สีส้มหมายถึงพื้นที่ๆรถบรรทุกสามารถเข้าถึงได้ภายใน 2 ชั่วโมงพื้นที่สีชมพูพื้นที่รอบนอกที่สุดถัดจากสีส้มหมายถึงพื้นที่ๆรถบรรทุกสามารถเข้าถึงได้ภายใน 4 ชั่วโมง ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 รัศมีการครอบคลุมโดยใช้เวลาในการกำหนดการเข้าถึงตำแหน่งต่างๆ

ที่มา https://logistics.arcgis.com

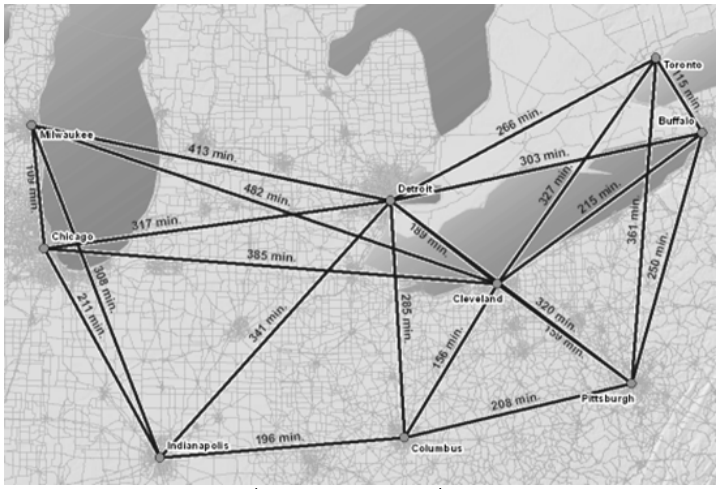
(3) การหาพื้นที่การให้บริการ (Service Area) เป็นการวิเคราะห์หาการกระจายตัวพื้นที่การให้บริการของระบบสาธารณูปโภค ได้แก่ โรงเรียน โรงพยาบาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล สถานีดับเพลิง สถานีตำรวจ โดยกำหนดพื้นที่ให้บริการ โดยกำหนดระยะเวลาของการเข้าถึงบริการและสามารถสร้างพื้นที่ให้บริการที่ไม่ซ้อนทับกันได้ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 แสดงตำแหน่งของรถตำรวจที่ถูกสั่งงานให้ไปยังพื้นที่ๆเกิดอุบัติการณ์ตามเส้นทางที่และภายในเวลาที่กำหนด

ที่มา https://logistics.arcgis.com

(4) การหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใดๆ (Origin – Destination Cost Matrix) เป็นการวิเคราะห์หาเมตริกซ์การเดินทางระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางใดๆ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงระยะทางหรือเวลาในการเข้าถึงของคลังสินค้าหรือจุดเริ่มต้นไปยังจุดบริการของเครือข่ายหรือการส่งต่อผู้ป่วยจากคลินิกไปยังโรงพยาบาลประจำจังหวัดหรือจุดหมายปลายทางใดๆดังภาพที่ 2.19



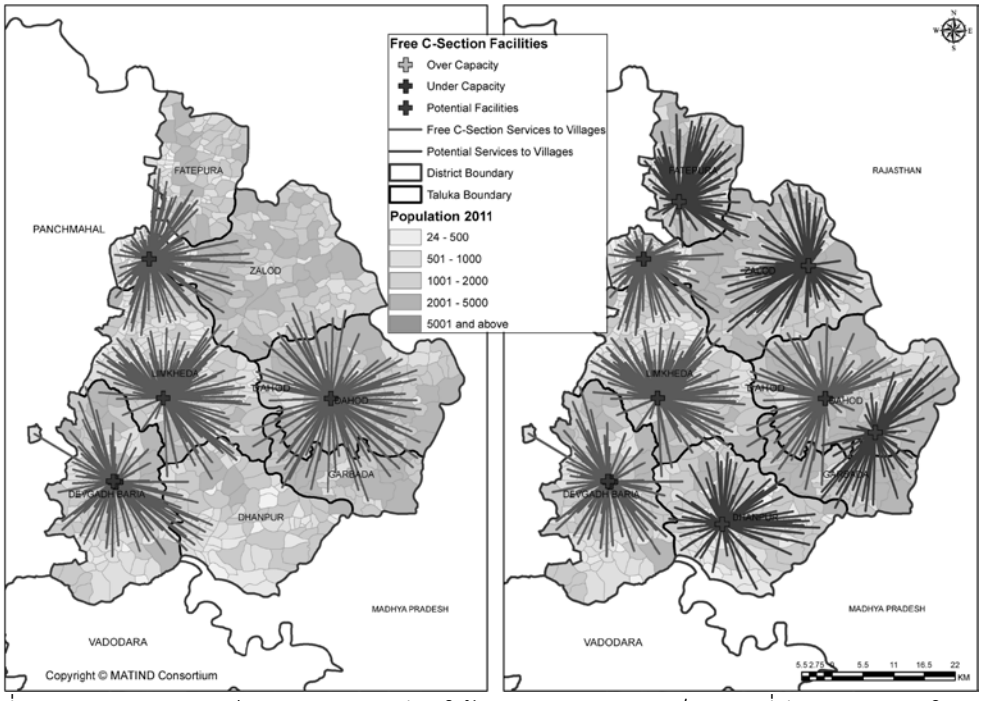
ภาพที่ 2.19 แสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใดๆ (Origin – Destination Cost Matrix) ที่ค่าใช้จ่ายถูกที่สุด

(5) การจัดการเส้นทางสำหรับยานพาหนะเพื่อการขนส่ง (VRP: Vehicle Routing Problem) เป็นรูปแบบการวิเคราะห์หาเส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้าตามลำดับการสั่งสินค้า ซึ่งพิจารณาจากเงื่อนไข เช่น ช่วงเวลาที่ต้องไปส่งสินค้า เวลาในการโหลดสินค้า กำหนดโซนในการขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนได้สูงสุดที่รถแต่ละคันสามารถรับได้ สำหรับการขนส่งให้กับรถแต่ละคันและแยกรถเป็นแต่ละสายที่จะขนส่งสินค้าได้เพื่อวางแผนเส้นทางการขนส่ง ดังภาพที่ 2.20

ภาพที่ 2.20 แสดงเส้นทางของรถบรรทุกอาหารสามคันจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆตามเส้นทางต่างๆเพื่อให้เกิดต้นทุน จำนวนรถน้อยที่สุด

ที่มา https://logistics.arcgis.com

(6) การจัดหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Location - Allocation) เป็นรูปแบบการวิเคราะห์การจัดสรรตำแหน่งที่เหมาะสมจากกลุ่มของตำแหน่งข้อมูลที่มีศักยภาพเพื่อจัดสรรตำแหน่งข้อมูลให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยตำแหน่งข้อมูลอาจเป็นทำเลที่ตั้งที่คาดว่าจะเปิดธุรกิจหรือเป็นตำแหน่งร้านค้า หรือเป็นตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวก จากการสำรวจทำเลที่ตั้งแล้วพบว่ามีหลายแห่งที่น่าสนใจ ดังนั้นหากจำเป็นต้องเลือกตำแหน่งที่ตั้งเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุดจากบรรดาทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพหลายๆแห่ง Location –Allocation สามารถหาตำแหน่งร้านค้าใหม่เพื่อเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดในแง่ร้านค้าคู่แข่ง ส่วนแบ่งการตลาดคำนวณโดยใช้ Gravity Model ดังแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 แสดงผลลัพธ์การปรับปรุงคลีนิคให้บริการสำหรับแม่เด็กอ่อนที่มีฐานะยากจนในอินเดีย โดยการหาตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อรองรับกับการเพิ่มขึ้นของประชากร [32]

2.8 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการลงทุน

2.8.1 การคืนทุนของโครงการลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน

ระบบขนส่งสาธารณะมักจะเป็นบริการที่รัฐจัดให้กับประชาชนในชุมชน ดังนั้น เงินลงทุนส่วนใหญ่จะมาจากภาครัฐ เนื่องจากเป็นบริการที่จัดโดยภาครัฐ จึงเป็นบริการที่ไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ในรูปของกำไรที่กลับคืนสู่ผู้ลงทุนมากนัก ผลประโยชน์ที่คาดหวังมักอยู่ในรูปของประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นภายในชุมชนอันเนื่องมาจากการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะดังกล่าวอย่างไรก็ดี อาจมีการให้สัมปทานแก่เอกชนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนด้วย ในกรณีนี้ภาคเอกชนอาจจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกำไรและระยะเวลาในการคืนทุน และนำปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาในการศึกษาความเหมาะสมในการวางแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะด้วย ทั้งนี้รายได้หลักที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะจะมาจากค่าโดยสาร โดยทั่วไปประสิทธิภาพในการจัดหารายได้จากค่าโดยสารเพื่อมาสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ จะวัดในรูปของอัตราการคืนทุน (Cost recovery ratio) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของรายได้จากค่าโดยสารต่อต้นทุนดำเนินการ นอกจากนี้ ผู้ลงทุนอาจต้องพิจารณากำหนดระยะเวลาคืนทุนที่เหมาะสมกับระยะเวลาที่ได้รับสัมปทานจากรัฐ ซึ่งส่วนมากแล้วในการลงทุนเกี่ยวกับระบบขนส่งสาธารณะนั้น ระยะเวลาคืนทุนมักมีระยะเวลานาน โดยอาจเท่ากับ 30 ถึง 50 ปี [10]

2.8.2 การคำนึงถึงระบบขนส่งสาธารณะในแง่ที่เป็นบริการสาธารณะสำหรับชุมชน

ระบบขนส่งสาธารณะเป็นบริการสาธารณะที่เอื้อประโยชน์ให้กับทุกคนในชุมชนอย่างเท่าเทียมกัน ผู้ใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะส่วนใหญ่เป็นคนชั้นล่างถึงชั้นกลาง ดังนั้นผู้ให้บริการควรกำหนดราคาค่าโดยสารโดยคำนึงถึงผู้โดยสารกลุ่มนี้ ด้วยการกำหนดราคาค่าโดยสารที่เหมาะสมกับความสามารถในการใช้บริการได้ของคนกลุ่มนี้

2.8.3 ราคาโดยสาร

ควรเป็นราคาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงของการให้บริการอัตราค่าโดยสารควรสะท้อนถึงคุณภาพของการให้บริการ ระดับการให้บริการ และผลกระทบต่อต้นทุนการดำเนินงานและเป็นราคาที่น่าสนใจสำหรับผู้เดินทางกลุ่มอื่นผู้ให้บริการขนส่งสาธารณะควรกำหนดอัตราค่าโดยสารที่น่าสนใจและเป็ นราคาที่อาจดึงดูดให้ผู้เดินทางกลุ่มอื่น อาทิ ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และผู้เดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะประเภทอื่น หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่ผู้ให้บริการพัฒนาขึ้นในชุมชน

(1) การกำหนดโครงสร้างอัตราค่าโดยสาร (Fare structure) การกำหนดโครงสร้างอัตราค่าโดยสารระบบขนส่งสาธารณะแบ่งออกได้ ดังนี้

(1) อัตราค่าโดยสารแบ่งตามเขตพื้นที่ (Zone fares)

เป็นวิธีการคำนวนอัตราค่าโดยสารที่โดยทั่วไปแล้วจะใช้พื้นที่ที่มีลักษณะเป็นศูนย์กลางชุมชนซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางและมีพื้นที่ย่อยขนาดเล็กรายล้อมอยู่บริเวณรอบนอก ค่าโดยสารจะถูกกำหนดราคาเริ่มต้นคงที่ไว้เป็นราคาฐาน ผู้โดยสารจะต้องชำระค่าโดยสารเพิ่มจากราคาฐานตามเส้นทางที่รถโดยสารวิ่งผ่านไปในแต่ะเขตพื้นที่การคำนวนราคาค่าโดยสารด้วยวิธีนี้จะก่อให้เกิดความได้เปรียบต่อผู้ให้บริการในกรณีที่ผู้โดยสารเดินทางในระยะไกลที่ต้องวิ่งผ่านไปในเขตพื้นที่ต่างๆ หลายเขต ในทางตรงกันข้าม วิธีดังกล่าวจะก่อให้เกิดความเสียเปรียบต่อผู้ใช้บริการในกรณีที่ผู้ใช้บริการเดินทางด้วยเที่ยวการเดินทางที่สั้น แต่จุดปลายทางที่ต้องไปนั้นตั้งอยู่คนละเขตพื้นที่ เป็นเหตุให้มีการเดินทางข้ามเขตพื้นที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้บริการท่านนั้นต้องเสียค่าโดยสารเพิ่มจากราคาฐาน ขณะที่ถ้าเป็นเที่ยวการเดินทางที่ไกลกว่านี้ แต่ละจุดปลายทางอยู่ในจุดพื้นที่เดียวกันกับในกรณีแรก ผู้ใช้บริการในกรณีหลังก็จะใช้ค่าโดยสารในราคาที่เท่ากันกับผู้ที่ใช้บริการในกรณีแรกการคำนวนอัตราค่าโดยสารด้วยวิธีนี้ อาจก่อให้เกิดความล่าช้าในขณะที่ให้บริการนี้ได้ในกรณีที่ต้องใช้พนักงานขับรถทำหน้าที่เก็บค่าโดยสารด้วยในเวลาเดียวกัน การนำเทคโนโลยีต่างๆมาประยุกต์ใช้จึงเป็ นสิ่งที่มีความจำเป็ นอย่างยิ่ง เพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการชำระค่าโดยสาร [10]

(2) อัตราค่าโดยสารตามระยะทาง (Distance-based fare) คือ การจัดเก็บค่าโดยสารในอัตราที่เพิ่มขึ้นตามระยะทางที่ผู้โดยสารใช้บริการ โดยมีสมมติฐานที่ว่า เมื่อระยะทางให้บริการเพิ่มขึ้น ระบบขนส่งสาธารณะจะมีต้นทุนดำเนินการเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการใช้บริการ ผู้โดยสารที่เดินทางระยะทางไกลกว่าก็ควรที่จะต้องชำระค่าโดยสารที่สูงกว่าตามไปด้วย อย่างไรก็ดี การจัดเก็บอัตราค่าโดยสารลักษณะนี้จะสร้างปัญหาและความยุ่งยากในการจัดเก็บ เพราะต้องใช้พนักงานจัดเก็บ หรือต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บค่าโดยสารที่สามารถระบุระยะทางของการใช้บริการได้ สำหรับรถโดยสารประจำทาง นิยมใช้พนักงานเก็บค่าโดยสาร และสำหรับระบบรถรางไฟฟ้านิยมติดตั้งอุปกรณ์ชำระค่าโดยสารอัตโนมัติบริเวณทางเข้าออกของการใช้บริการ

2.8.4 การวิเคราะห์ด้านการเงินและการประมาณการเงินลงทุนโครงการ

การวิเคราะห์โครงการทางการเงินเป็นกระบวนการวิเคราะห์ผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายในรูปตัวเงินของโครงการ เพื่อประเมินศักยภาพของโครงการว่าสามารถทำกำไรให้แก่ผู้เป็นเจ้าของโครงการหรือไม่ โดยผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายของโครงการจะจัดทำในรูปของกระแสเงินสด ซึ่งกระแสผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายจะถูกประเมินด้วยราคาตลาดโดยใช้การวิเคราะห์ถึงอัตราผลตอบแทนระยะเวลาคืนทุนเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาประกอบการตัดสินใจดังนี้

(1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) หมายถึง ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี หรือกล่าวได้ว่าการลงทุนไม่มีกำไรและไม่ขาดทุนนั่นเอง ระยะเวลาคืนทุนเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนอย่างง่ายและไม่ซับซ้อน เป็นการประเมินคร่าวๆและรวดเร็วเหมาะกับเม็ดเงินลงทุนจำนวนไม่มาก ดังสมการที่ 13 อย่างไรก็ตามการคำนวณระยะเวลาคืนทุนมีจุดอ่อนตรงที่ไม่ได้นำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาพิจารณาและไม่ให้ความสำคัญกับกระแสเงินสดที่ได้รับภายหลังระยะเวลาคืนทุน ทำให้อาจเกิดการตัดสินใจเลือกโครงการลงทุนที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นในบางกรณีอาจแก้ปัญหาโดยนำกระแสเงินสดมาปรับลดด้วยอัตราภายใน ซึ่งเป็นการสะท้อนมูลค่าเงินตามเวลาก่อน แล้วค่อยนำมาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน หรือที่เรียกว่า ระยะเวลาคืนทุนแบบภายใน (discount payback period : DPB)

สูตรการคำนวณ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{กระแสเงินสดที่เหลือ}}{\text{กระแสเงินสดทั้งปี}} \qquad (13)$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

โดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดระยะเวลา 10 ปี คือ ระยะเวลาที่โครงการต้องการเงินต้นกลับคืนมา การตัดสินใจจะเป็นดังนี้

หาก ระยะเวลาคืนทุน ≤ 10 ปี ก็ตัดสินใจลงทุน

หาก ระยะเวลาคืนทุน > 10 ปี ก็ตัดสินใจไม่ลงทุน

วิธีการคำนวณระยะเวลาคืนทุนนี้ เป็นการพิจารณาอย่างคร่าวๆและมีความสะดวกในการเปรียบเทียบหรือจัดลำดับโครงการโดยเฉพาะโครงการขนาดเล็ก การคืนทุนเร็วจะช่วยให้โครงการมีสภาพคล่องดีขึ้นและมีความเสี่ยงน้อยลง แต่ก็มีจุดอ่อนตรงที่ไม่ได้นำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาพิจารณาและไม่ให้ความสำคัญกับกระแสเงินสดที่ได้รับภายหลังระยะเวลาคืนทุน

(2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน โดยใช้อัตราภายใน (discount rate) ตัวใดตัวหนึ่งมาปรับมูลค่าของกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาให้มาอยู่ที่จุดเดียวกัน คือ ณ ปัจจุบัน วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV นับเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการนำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาร่วมพิจารณา และเป็นการคำนวณกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 14 ต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I \qquad (14)$$

เมื่อ

CF_t = กระแสเงินสดรับสุทธิ ณ ปีที่ t

I = เงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ

k = ค่าของทุนหรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ

n = อายุของโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจ

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบก็ไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน สำหรับในกรณีที่มี

โครงการลงทุนที่น่าสนใจมากกว่า 1 โครงการ จะต้องจัดอันดับโครงการโดยเรียงลำดับตามมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้จากค่ามากไปหาค่าน้อย

(3) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน คือ อัตราภายใน (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิพอดีดังสมการที่ 15 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ อัตราภายในที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ เป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการลงทุนตลอดอายุโครงการนั่นเอง ในทางปฏิบัติ IRR นิยมนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินโครงการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวิธี IRR นี้มีการแสดงค่าผลตอบแทนเป็นร้อยละ ซึ่งทำให้เข้าใจง่ายและมีความสะดวกในการเปรียบเทียบระหว่างโครงการต่างๆที่เป็นทางเลือกของการลงทุนที่มีอยู่ขณะนั้น

สูตรการคำนวณ

จาก IRR คือ อัตราภายในที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์

เมื่อ $NPV = 0 \quad I = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+k)^t}$ (15)

เมื่อ

K = อัตราผลตอบแทนภายใน หรือ IRR นั่นเอง

I =เงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ

NPV =มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิ

CF_t =กระแสเงินสดรับสุทธิ ณ ปีที่ t

n =อายุโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจ

เกณฑ์การตัดสินใจอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ MARR คืออัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจ (Minimum attractive rate of return, MARR) ซึ่งส่วนมากค่า MARR จะกำหนดจาก อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Siddhartha และ Murray [33] ได้นำเสนองานวิจัยที่พัฒนาจากทฤษฎี Location Allocation สำหรับการบริการพิเศษของโรงพยาบาลหรือเรียกว่า TBI เพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับสมองเขาพัฒนาแบบจำลองของหน่วยงานทหารผ่านศึกเป้าหมายเพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดและคลอบคลุมสัดส่วน

ประชากรให้มากที่สุด จาก 100 ตัวเลือกสามารถใช้แค่15หน่วยบริการสามารถคลอบคลุม โดยมี 3 ปัจจัยที่มีผลคือ 1) ดีกรีความกึ่งกลาง 2) ความต่อเนื่องของผู้ป่วยที่มารักษา และ3) ความหนาแน่นของผู้ป่วยในพื้นที่นั้นๆ

Melo [34] ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งโดยการรวบรวมงานวิจัยได้เชื่อมโยงปัญหากับการจัดการโซ่อุปทานเอาไว้ ทั้งในแง่โครงสร้าง ตัวแปรในการตัดสินใจในโซ่อุปทานระบบโลจิสติกส์ย้อนกลับ และรวบรวมรูปแบบของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบการแก้ปัญหาทำเลที่ตั้ง โดยได้แยกปัญหาออกเป็นหลายลักษณะตามแบบจำลองต่างๆและเทคนิคออปติไมเซชั่น

Klose [35] และ Mayachearw [36] นำเสนอการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งโดยมุ่งเน้นอธิบายถึงลักษณะของปัญหาแบบต่างๆ และวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งอาจแบ่งได้เป็น 2 แนวทาง คือการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณซึ่งมีส่วนที่จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากรการผลิตและปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมอีกด้วยจึงทำให้การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งที่เหมาะสมนั้นพบว่ามีทั้งแบบที่เป็นวิธีการแก้ด้วยวิธีที่ได้คำตอบที่ดีที่สุดและวิธีการประมาณค่าแบบฮิวริสติกและเมตาฮิวริสติกพร้อมทั้งการกำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของกระบวนการหาสถานที่ตั้งที่เหมาะสมและแนวโน้มของการแก้ปัญหาผู้วิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาวิธีการแบบฮิวริสติก เนื่องจากใช้หลักการที่ง่ายและใช้เวลาในการคำนวณหาคำตอบสั้นกว่ารวมถึงมีคุณภาพของคำตอบที่ดี

Smith และ Rahman [37] และ Revella [38] Chavichian และ Pitakaso [39] ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎี Location Allocation ที่ใช้ในด้านงานการแพทย์และสาธารณสุขการบริการสาธารณะ ระบบการขนส่งผู้ป่วย รวมถึงการพัฒนาทางเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขโดยส่วนใหญ่มี 4 ด้านคือ 1) หาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม 2) หาที่ตั้งใหม่ที่เหมาะสม 3) เพื่อวัดหรือใช้ในกระบวนการตัดสินใจและ4) เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

Butsingkorn [40] นำเสนอการนำวิธีการของ Transportation Research Board (TRB, 1998) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เหมาะสม และเสนอแนวคิดและวิธีการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาเดินรถประจำทาง โดยการกำหนดตัวแปรและข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และง่ายต่อการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตารางเวลาเดินรถประจำทางให้มีประสิทธิภาพและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานน้อยที่สุดภายใต้ข้อจำกัดต่างๆเช่นเวลาในการทำงานเวลาในการจอดพักหรือซ่อมบำรุงการเปลี่ยนเส้นทางเดินรถประจำทางเป็นต้น โดยนำวิธีฮิวริสติก 3 วิธี คือวิธีการแทรก (Insert Block) วิธีการตัด (Cut Block) และวิธีการแทรกและตัด (Insert and Cut) มาทดสอบกับข้อมูลของ ขสมก. สาย 68, 76, 105,

111,140 และ 141 ผลลัพธ์จากการทดลองพบว่าวิธีการแทรกและตัดมีประสิทธิภาพดีที่สุด คือใช้รถประจำทางน้อยที่สุดเท่ากับ 194 คันประหยัดกว่าการจัดตารางเดินรถประจำทางด้วยมือเท่ากับ 58% และทดลองโดยการอนุญาตให้รถประจำทางวิ่งสลับสายได้ผลลัพธ์ที่ได้คือวิธีการแทรกและตัดมีประสิทธิภาพดีที่สุดใช้รถประจำทางจำนวน 155 คัน และประหยัดกว่าการจัดตารางเดินรถประจำทางด้วยมือเท่ากับ 67 คัน

Chermkhunthod และ Ratanavaraha, [41] ได้ประยุกต์ใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (ArcGIS) ในการศึกษาระดับของความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (รถสองแถว) ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยได้แนวทางในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ จากหน่วยงานด้านการขนส่งของกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (Transport of London: TfL) ที่เรียกย่อๆว่า PTAL ซึ่งเป็นหลักการที่ไม่มีความซับซ้อนนักในการศึกษาวิจัยนี้ได้ใช้ค่าในการคำนวณตามแบบของลอนดอน เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ในรูปแบบเบื้องต้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็ค่อนข้างชัดเจนและสมเหตุสมผลตามระดับการเข้าถึงที่เกิดขึ้นจริงผลการศึกษาเบื้องต้นที่ได้สามารถนำมาปรับให้เข้ากับพื้นที่การศึกษาอย่างเหมาะสม

Sudadet และคณะ [42] ศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกยานพาหนะเดินทาง และเพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับใช้ ทำนายการเลือกยานพาหนะสำหรับผู้เดินทางในเขตเมืองอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวาริน-ชำราบโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ข้อมูลหลักที่จะใช้สร้างแบบจำลองด้วยเทคนิควิธี Stated Preference (SP) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาการตัดสินใจของผู้เดินทางในการเลือกยานพาหนะรูปแบบใหม่ในการเดินทาง งานวิจัยนี้จะเสนอยานพาหนะใหม่ในการเดินทาง คือรถประจำทางขนาดเล็กงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลที่สำรวจด้วยวิธี SP จำนวน 1,448 ตัวอย่าง โดยสุ่มจากสถานที่ทำงานและสถานศึกษา โดยแบ่งข้อมูลสำรวจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการบริการขนส่งซึ่งประกอบด้วย เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จำนวนการต่อรถประจำทางต่อหนึ่งเที่ยวการเดินทาง (2) ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจของผู้เดินทาง ซึ่งประกอบด้วย อายุ เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานะในครัวเรือน จำนวนผู้ทำงานในครัวเรือนขนาดครัวเรือน จำนวนใบอนุญาตขับขี่รถยนต์และรถจักรยานยนต์ในครัวเรือน จำนวนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ในครัวเรือน และรายได้ของผู้เดินทาง ข้อมูลดังกล่าวจะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเลือกยานพาหนะเดินทาง ผลจากข้อมูลสำรวจโดยวิธี SP พบว่าปัจจุบันมีสัดส่วนการใช้ยานพาหนะดังนี้ รถยนต์ร้อยละ 30 รถจักรยานยนต์ร้อยละ52 และรถสองแถวร้อยละ 18 โดยหลังจากรถประจำทางถูกประยุกต์ใช้ที่เวลาคอย 5 นาที และค่าโดยสาย 5 บาทตลอดสายพบว่า ผู้เดินทางโดยรถยนต์ ผู้เดินทางโดยรถจักรยานยนต์ ผู้เดินทางโดยรถสองแถวเปลี่ยนมาใช้รถประจำทางร้อยละ 68.20, 87.09 และ 100.00 ตามลำดับ

Taniguchi และคณะ [43] นำเสนอการใช้สถานีขนส่งสาธารณะของหลายๆบริษัทรวมเป็นที่เดียวกันในประเทศญี่ปุ่นเพื่อลดการแออัดของจราจร สภาพแวดล้อม พลังงานและต้นทุนแรงงานโดยสถานีจะรองรับระบบสารสนเทศของแต่ละบริษัทและความร่วมมือกันของระบบขนส่งโดยประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ในเกียวโต โอซากา โดยในงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งสถานี

Kiptenai และคณะ [44] ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงโรงพยาบาลและคลีนิค โดยใช้โมเดล Location allocation เพื่อลดระยะทางรวมจากโรงพยาบาลไปยังหมู่บ้าน โดยสภาพปัจจุบันประชาชนเข้าถึงแค่ร้อยละ 60 หลังจากปรับปรุงและประชาชนสามารถเข้าถึงได้ถึงร้อยละ 90

Arifin [45] ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์โครงข่าย Location Allocation ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของที่ตั้งโรงเรียนในจังหวัดเอนเชเด่ประเทศฮอลแลนด์ โดยใช้ GIS จากตำแหน่งของโรงเรียนที่เป็นไปได้จำนวน 39 แห่ง แต่ต้องการเปิดแค่ 25 แห่งให้ครอบคลุมจำนวน 1600 จุดความต้องการ

Pratt และคณะ [46] ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์โครงข่าย Location Allocation โดยใช้GIS ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของที่ตั้งของคลีนิคเพื่อเพิ่มให้ครอบคลุมประชากรให้มากที่สุดโดยก่อนปรับปรุงครอบคลุมประชากรแค่ร้อยละ 60 หลังจากปรับปรุงเพิ่มคลีนิคในจุดที่เหมาะแล้วเพิ่มการครอบคลุมได้ถึงร้อยละ 98.2

Eddie และคณะ [47] ใช้ GIS ในการหาที่ตั้งของศูนย์การค้าโดยพิจารณาถึง 1. ระยะทางสั้นที่สุด 2.ครอบคลุมประชากรให้ได้มากที่สุด 3.ครอบคลุมรายได้ให้มากที่สุดและ 4.หาตำแหน่งที่เหมาะสม

Samanlioglu [48] ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหาที่ตั้งของโรงงานวัตถุอันตรายโดยพิจารณาถึงต้นทุนและความเสี่ยงผลกระทบด้านเส้นทางการขนส่งและพื้นที่รอบข้างให้มีผลกระทบต่อประชากรให้น้อยที่สุด

Radiah และคณะ [49] ใช้ตัวแบบ Maximal Covering Location Problem (MCLP) ในการหาปริมาณการครอบคลุมของคลินิคต่อประชากรโดยใช้ รัศมีครอบคลุม 3 กิโลเมตรและ 5 กิโลเมตร โดยผลที่ได้คือถ้ารัศมีครอบคลุม 3 กิโลเมตรจะเพิ่มการเข้าถึงเป็นร้อยละ 86.5 และรัศมีครอบคลุม 5 กิโลเมตรจะเพิ่มการเข้าถึงเป็นร้อยละ 94.4

Kiptenai และคณะ [50] ใช้ตัวแบบการวิเคราะห์โครงข่าย Location Allocation โดยใช้ GIS ในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมของที่ตั้งของคลีนิคเพื่อเพิ่มให้ครอบคลุมประชากรให้มากที่สุดโดยจำกัดรัศมี 5 กิโลเมตรโดยก่อนปรับปรุงครอบคลุมประชากรแค่ร้อยละ 62.5 หลังจากปรับปรุงเพิ่มคลีนิคในจุดที่เหมาะมแล้วเพิ่มการครอบคลุมได้ถึงร้อยละ 90

Mohammed และคณะ [51] ใช้ GIS ในการหาจุดคุ้มทุนในการลงทุนเพื่อจะตั้งโรงสีข้าวอัตโนมัติในประเทศบังคลาเทศมีตัวเลือกทั้งหมด 25 แห่ง จากนั้นใช้โปรแกรมในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ 10 แห่งที่เหมาะสมในการลงทุน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

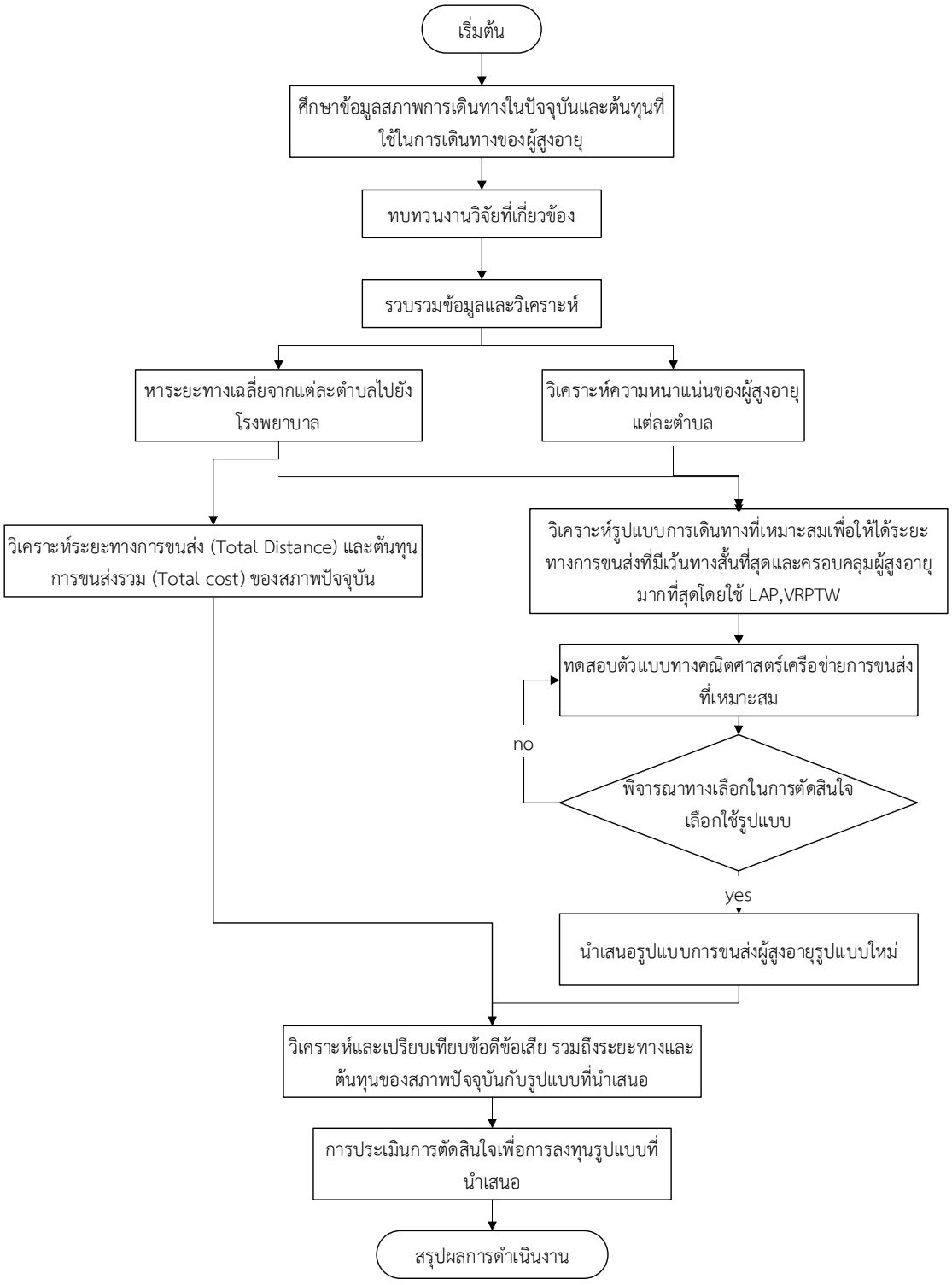
งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดในการวางแผนการขนส่งผู้สูงอายุโดยพิจารณาจากชุมชนไปยังโรงพยาบาลและความถี่ในการไปโรงพยาบาล โดยใช้ข้อมูล ปี พ.ศ. 2559 ในการวิเคราะห์ระยะทางรวมทั้งหมดในแต่ละรอบปี จากนั้นจะใช้ทฤษฎีทางวิศวกรรมและโลจิสติกส์ในการหาแนวทางเพื่อจัดการการเดินทางให้ได้ระยะทางรวมน้อยที่สุดและครอบคลุมประชากรมากที่สุดภายใต้กรอบแนวคิดของงานวิจัยที่ สามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 10 ขั้นตอนต่อไปนี้ และสามารถสรุปแผนการดำเนินงานได้ในภาพที่ 3.1

3.1 การศึกษาทบทวนงานวิจัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของลักษณะการเดินทางของผู้สูงอายุ

ศึกษาสภาพการเดินทางของผู้สูงอายุจากบ้านไปยังโรงพยาบาลในพื้นที่ศึกษาซึ่งการเดินทางมายังโรงพยาบาลของผู้สูงอายุในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ส่วนใหญ่เดินทางด้วยพาหนะส่วนตัวกับคนในครอบครัวหรือญาติและศึกษางานวิจัย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางของผู้สูงอายุ การบริการการขนส่ง และรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สอดคลองการกับการวางแผนการขนส่ง

3.2 รวบรวมข้อมูลจำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ ความถี่ในการเข้ารับบริการ และระยะทางจากชุมชนไปยังโรงพยาบาล ปริมาณการเดินทางแต่ละวัน

โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลความถี่และสภาพการเดินทางของผู้สูงอายุโดยศึกษาข้อมูลจาโรงพยาบาลหาดใหญ่ที่รวบรวมและผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยและสถาบันที่ดูแลเกี่ยวกับสูงอายุ โดยข้อมูลระยะทางจะประเมินโดยใช้แผนที่จาก Google map



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

3.3 การวิเคราะห์และประเมินต้นทุนการเดินทางในปัจจุบัน

(1) การเข้าถึงบริการในปัจจุบันหรือรูปแบบการมาโรงพยาบาลในปัจจุบัน โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1

(2) คำนวณระยะทางรวม วิธีการหาระยะทางรวมต่อปีจะใช้ระยะทางจากจุดกึ่งกลางแต่ละตำบลมาคูณกับความถี่ในการมาโรงพยาบาลของผู้สูงอายุแต่ละตำบล

(3) ต้นทุนการขนส่งรวมต่อปี คำนวณตามสมการที่ 16 ต่อไปนี้

ต้นทุนการขนส่ง

$$\text{Transportation Cost} = \left[\left(C_g + C_m\right) \times d\right] + \left(C_l \times R\right) \qquad (16)$$

โดย C_g=ค่าน้ำมัน(บาทต่อกิโลเมตร)

C_m=ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อกิโลเมตร)

d=ระยะทาง (กิโลเมตร)

R=จำนวนเที่ยว (รอบ)

C_l=ค่าเสียเวลา (บาทต่อรอบ)

ในสมการที่ 16 แสดงการคำนวณซึ่งรายละเอียดต่างๆประดอบด้วย ค่าเชื้อเพลิงเบนซิน (C_g) ที่อัตรา 4.14 บาทต่อกิโลเมตร ค่าบำรุงรักษา (C_m) ประกอบด้วยค่าสารหล่อลื่น TOYOTA 5w-40 SN 4Lราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร และค่ายางรถยนต์ YOKOHAMA Decible E70 ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้นทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร (ที่มา http://www.yokohamathailand.com/Yokohama-ADVANdB.html) ต้นทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร โดยระยะทางรวมเฉลี่ยจากการเดินทางแบบต่างคนต่างมาได้โดยใช้จุดศูนย์กลางของตำบลนั้นๆแล้วนำมาคูณกับความถี่ของแต่ละตำบล โดยการเดินทางมาด้วยตัวเองจะมีค่าใช้จ่ายที่ประเมินค่อนข้างยากในที่นี้ผู้วิจัยได้ใช้คำว่าค่าเสียเวลา (C_l) เนื่องจากการที่ลูกหรือญาติ พี่น้อง ขับรถมาส่งผู้สูงอายุในวันเวลาราชการหรือเวลาทำงาน เขาเหล่านั้นจำเป็นต้องลางานหรือสูญเสียโอกาสในการหารายได้ ณ เวลานั้น ทั้งนี้ผู้วิจัยจะคำนวณค่าแรงงานบนสมมติฐานของค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาทต่อวัน แต่คำนวณเพียงครึ่งวันเท่ากับ 150 บาทต่อรอบหรือต่อครั้งการมาเนื่องจากการมาโรงพยาบาลนั้นส่วนใหญ่มักจะใช้เวลาประมาณครึ่งวัน

3.4 การทำแบบสอบถามและการเก็บแบบสอบถาม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านสังคมและเศรษฐกิจของผู้เดินทาง ประกอบไปด้วยข้อมูลที่เกี่ยวกับเพศอายุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อาชีพ การศึกษา ชนิดของยานพาหนะที่มีในครัวเรือนและใบอนุญาตการขับขี่ ข้อมูลด้านการเดินทางและการเลือกใช้รูปแบบการเดินทาง ประกอบไปด้วยข้อมูลที่เกี่ยวกับชนิดของรูปแบบการเดินทางที่เลือกใช้ วัตถุประสงค์ของการเดินทาง การเลือกใช้ ความถี่ในการเดินทาง การข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเดินทาง ประกอบไปด้วยข้อมูลที่เกี่ยวกับรายละเอียดของ รูปแบบการเดินทางที่เลือกใช้ในช่วงการเดินทางนั้นๆ ระยะทาง เวลาและค่าใช้จ่ายของแต่ละช่วงการเดินทาง สภาพการเดินทางของผู้สูงอายุและทัศนะคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเดินทางมายังโรงพยาบาลโดยรายละเอียดโดยรายละเอียดแบบสอบถามสามารถดูในบทภาคผนวก ค

3.4.1 การวิเคราะห์จำนวนตัวอย่าง

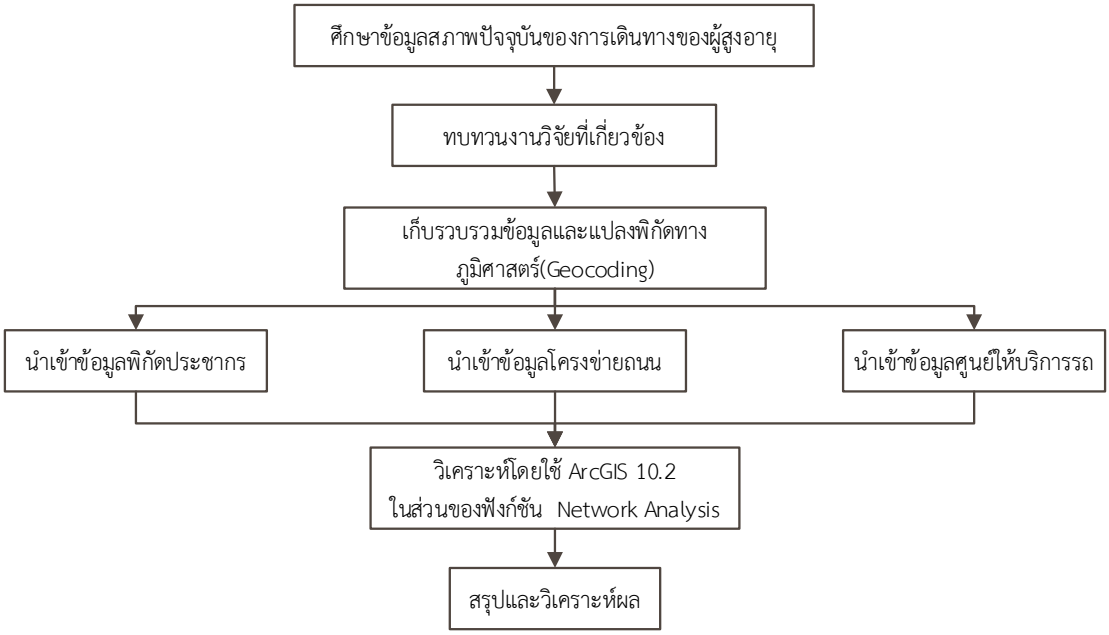
การกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นสิ่งที่สำคัญ และมีความจำเป็นของงานวิจัย เพื่อให้จำนวนตัวอย่างที่สำรวจตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษา เพื่อจะช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้หาจำนวนตัวอย่างโดยใช้จำนวนตัวอย่างจากทฤษฎีของทาโร่ยามาเน่ ที่ค่าความน่าเชื่อถือ 95% P=0.5 ค่าความแม่นยำ (e)=$\pm$7% [53]ซึ่งจำนวนประชากรในงานวิจัยนี้ทั้งหมดประมาณ 40,000 คนจะได้จำนวนตัวอย่าง 204 คนตามทฤษฎีข้างต้น เพื่อนำไปใช้ในการสำรวจข้อมูลภาคสนามต่อไป

3.4.2 วิธีการสำรวจ

ผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์ แบบตัวต่อตัว เนื่องจาก·มีความยืดหยุ่นในการสัมภาษณ์สามารถปรับปรุงคำพูดในการ สัมภาษณ์ได้และผู้ถูกสัมภาษณ์ สามารถซักถามข้อสงสัยได้โดยตรง การสัมภาษณ์ต้องการใช้ค่าใช้จ่ายและเวลาในการสัมภาษณ์สูง สามารถควบคุมการสัมภาษณ์ได้และแน่ใจว่าผู้ถูกสัมภาษณ์ได้ตอบคำถามครบและไม่มีความลำเอียง

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation)

การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ArcGIS ซึ่งภาพรวมการดำเนินงานวิจัยส่วนของ ArcGis ดังภาพที่ 3.2 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในส่วนของการใช้ ArcGIS 10.2

3.5.1 ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Input) ในโปรแกรม ArcGIS

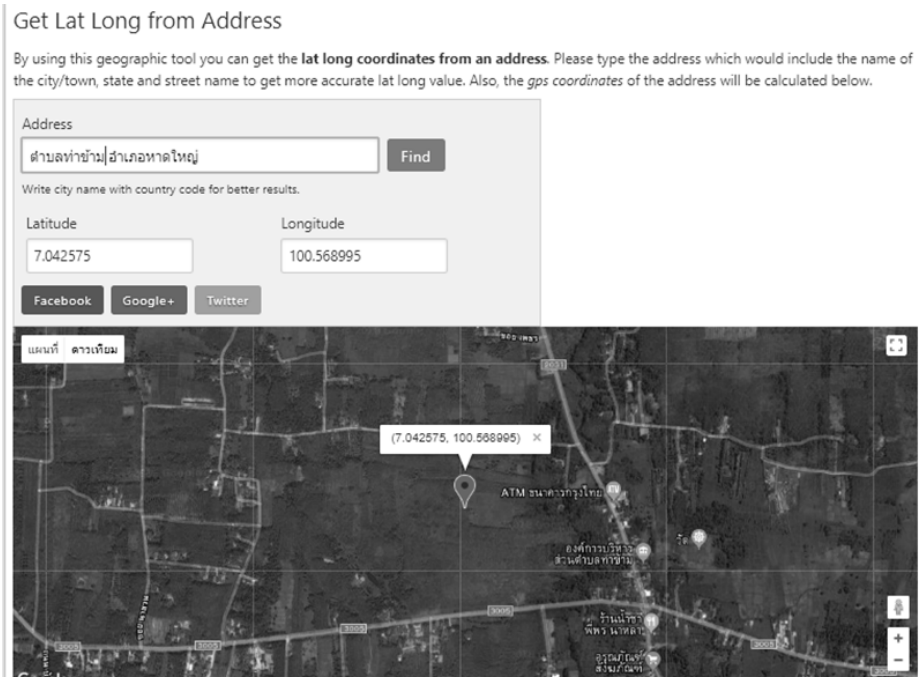
โดยการนำเข้าข้อมูล ที่อยู่ของประชากรผู้สูงอายุและที่อยู่ของตำแหน่งที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ซึ่งเป็นโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแต่ละตำบลถือเป็นจุดศูนย์กลางของตำบลเพื่อเป็นจุดบริการรถสำหรับการไปโรงพยาบาลมีทั้งหมด 16 จุดดังตารางที่ 3.เพื่อเป็นตัวเลือกในการหาที่ตั้งโดยใช้บริการเว็บไซต์บริการข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ www.latlong.net ดังแสดงภาพที่ 3.3 และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องผู้วิจัยจะทำการลงพื้นที่ศึกษาเพื่อสุ่มวัดค่าพิกัดด้วยตัวเองโดยใช้แอพพลิเคชั่น HandyGPSlite ดังภาพที่ 3.4 ตามลำดับ (โดยวิธีการและรายละเอียดการใช้งานโปรแกรม ArcGIS สามารถดูในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.1 ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

ลำดับ	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	ละติจูด	ลองจิจูด
1	คอหงส์	7.04057	100.49741
2	คลองแห	7.04535	100.47613
3	ควนลัง	6.98934	100.39641
4	บ้านพรุ	6.88918	100.46586
5	ท่าข้าม	7.0417443	100.573141
6	น้ำน้อย	7.06551	100.52379
7	คลองอู่ตะเภา	7.04226	100.44982

ตารางที่ 3.1 ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (ต่อ)

ลำดับ	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	ละติจูด	ลองจิจูด
8	ทุ่งตำเสา	6.97991	100.36765
9	พะตง	6.81619	100.55627
10	คูเต่า	7.10218	100.47236
11	ทุ่งใหญ่	7.04131	100.5427
12	ฉลุง	6.9982	100.30808
13	เขต 1 หาดใหญ่	7.021352	100.475375
14	เขต 2 หาดใหญ่	7.010164	100.478635
15	เขต 3 หาดใหญ่	6.99966	100.465447
16	เขต 4 หาดใหญ่	7.015846	100.455088



ภาพที่ 3.3 การป้อนข้อมูลที่อยู่เพื่อแปลงเป็น ละติจูดลองติดจูด (Geocoding)

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล HandyGPSlite แสดงค่าละติจูด ลองจิจูด

3.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงโครงข่าย (Network analysis)

เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มีลักษณะเป็นเส้นเชื่อมโยงเป็นโครงข่ายถนน (Road Network) นำมาเชื่อมกับข้อมูลของประชากร (Demand Points) และข้อมูลของศูนย์บริการ (Facilities) โดยการกำหนดรัศมีครอบคลุม (impedance cutoff) คือค่าที่ใช้กำหนดระยะทางที่ต้องการครอบคลุมในพื้นที่นั้นๆมีหน่วยเป็นกิโลเมตร แล้วทำการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดของตัวแบบ โดยใช้ระยะทางในการวิเคราะห์ในการกำหนดพื้นที่การเข้าถึงเพื่อให้ครอบคลุมประชากรให้มากที่สุดโดยมีวิธีการดังภาพที่ ก.1-ก.8 ตามลำดับในภาคผนวก ก

3.6 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window)

3.6.1 สมการคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหา VRPTW

เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดสามารถแสดงได้ โดยให้จุดขนส่ง 1 และสร้างจุดขนส่งเทียม n+1 เป็นโรงพยาบาล โดยจุดขนส่งเทียม n+1 มีตำแหน่งเดียวกับจุดขนส่ง 1 กำหนดจำนวนรถบรรทุกเท่ากับ K สามารถแสดงรูปแบบคณิตศาสตร์ได้ Koh และ Madsen (1999) [52] ดังนี้

$$Min \sum_{k\in V}\sum_{i\in N}\sum_{j\in N} C_{ij}X_{ijk} \quad (17)$$

Subject to

$$\sum_{k\in V}\sum_{j\in N} X_{ijk} = 1 \qquad \forall i \in C \quad (18)$$

$$\sum_{i\in C} d_i \sum_{j\in N} X_{ijk} \le q \qquad \forall k \in V \quad (19)$$

$$\sum_{j\in N} X_{0jk} = 1 \qquad \forall k \in V \quad (20)$$

$$\sum_{i\in N} X_{ihk} - \sum_{j\in N} X_{hjk} = 0 \qquad \forall i \in C, \forall k \in V \quad (21)$$

$$\sum_{i\in N} X_{i,n+1,k} = 1 \qquad \forall k \in V \quad (22)$$

$$S_{ik} + t_{ij} - K(1 - X_{ijk}) \le S_{jk} \qquad \forall i, j \in N, \forall k \in V \quad (23)$$

$$a_{ij} \le S_{ik} \le b_i \qquad \forall i \in N, \forall k \in V \quad (24)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \qquad \forall i, j \in N, \forall k \in V \quad (25)$$

โดย d_i ปริมาณความต้องการเดินทางในแต่ละผู้รับบริการ (หน่วย) ตำแหน่งที่ i

t_{ij} ระยะเวลาการขนส่งจากจุดขนส่ง i ไป j รวมถึงเวลาในการบริการในแต่ละจุดรับส่ง

S_{ik} แต่ละผู้รับบริการ i และรถคันที่ k จะให้บริการภายในกรอบเวลาที่กำหนด

X_{ijk} = 1 ตัวแปรตัดสินใจที่มีค่า {0,1} มีค่า 1 จากจุด i ไปยังจุด j โดยรถคันที่ k

C_{ij} ต้นทุนการขนส่งในการเดินทางจาก i ไป j

K จำนวนยานพาหนะ

q ความจุของยานพาหนะแต่ละคัน

a_i เวลาเร็วที่สุดที่สามารถรับผู้รับบริการได้ที่ตำแหน่งที่ i

b_i เวลาช้าที่สุดที่สามารถรับผู้รับบริการได้ที่ตำแหน่งที่ i

โดยสมการเป้าหมายสมการที่ (17) เพื่อให้ต้นทุนการขนส่งให้น้อยที่สุด สมการที่ (18) ผู้รับบริการแต่ละคนจะถูกให้บริการแค่ 1 ครั้ง สมการที่ (19) การกำหนดความจุรวมไม่เกินกว่าความจุของรถ สมการที่ (20) เพื่อให้รถทุกคันต้องเริ่ม ออกจากจุดที่ 0 คือ โรงพยาบาลเสมอสมการที่ (21) จุดทุกจุดต้องมีการเข้า – ออก ของรถเสมอ สมการที่ (22) เพื่อให้รถทุกคันต้องกลับมาที่จุด n+1 คือ โรงพยาบาลเสมอสมการที่ (23) รถคันที่ k ไม่สามารถไปรับ j ก่อนเวลา $S_{ik} + t_{ij}$ ถ้ารถวิ่งจาก i ไป j

สมการที่ (24) เพื่อรับประกันระบบจะทำงานภายในกรอบเวลาที่กำหนดแต่ละจุดผู้รับบริการสมการที่ (25) ค่าของ X_{ijk} ต้องเป็นค่า 0 , 1 เท่านั้น

3.6.2 การวิเคราะห์ VRP ด้วยโปรแกรม ArcGis ซึ่งข้อมูลต่างๆที่ใช้งาน VRP ในโปรแกรม ArcGIS ประกอบด้วย

ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Input)

เป็นขั้นตอนแรกที่มีความจำเป็นต่อการประมวลผล โดยการกรอกข้อมูลพื้นฐานตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมเหมือนหัวข้อ 3.4 ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) โดยใช้โปรแกรม ArcGIS.ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Input) ในโปรแกรม ArcGIS เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการประมวลผลทั้งระบบโดยข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวประกอบด้วย

ที่อยู่ และข้อมูลการไปยังโรงพยาบาล เช่น วัน เดือน ปีที่นัดพบแพทย์หรือวันเวลาที่ต้องการไป เป็นต้น

(1) ชื่อสถานที่ไป คือโรงพยาบาล (Depot)

(2) พิกัด (GPS)

(3) เวลาในการเดินทาง (Service time)

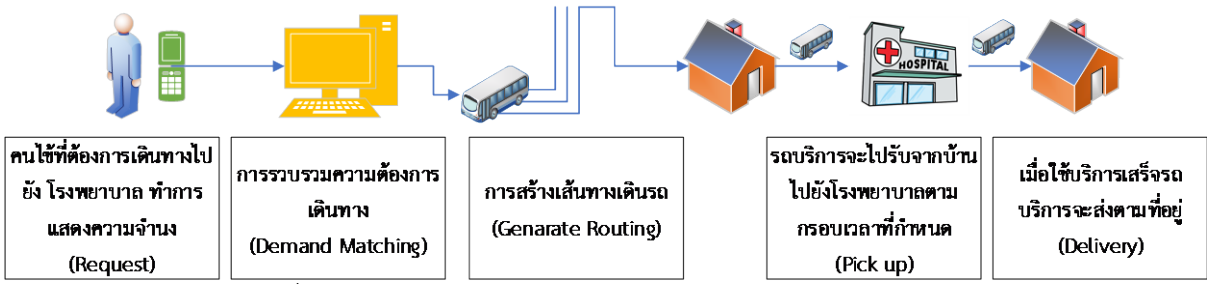
(4) ปริมาณการเดินทาง (Demand)

(5) ความจุของรถ (Capacity)

(6) กำหนดให้โรงพยาบาลเป็นจุด Depot

หลังจากทำการใส่ข้อมูลดังกล่าวหน้าในต่างของฐานข้อมูลแล้วโปรแกรมจะทำการแสดงจุดของแต่ละจุดของผู้สูงอายุในโปรแกรม ArcGis

(2) ขั้นตอนการวางแผนและพัฒนาการให้บริการการเดินทางสำหรับผู้สูงอายุ (Transportation Planning)



ภาพที่ 3.5 แผนสำหรับการรับบริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ

ขั้นตอนในการวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงแสดงดังภาพที่ 3.5

(1) ผู้สูงอายุที่ต้องการใช้บริการต้องแสดงความจำนงโดยการโทรจองเพื่อใช้บริการ (Request) โดยการระบุชื่อ สกุล ที่อยู่ ที่ต้องการให้รถบริการไปรับ วันเวลาที่ต้องการไปยังโรงพยาบาล จำนวนผู้โดยสารที่ต้องการไป และรายละเอียดอื่นๆ หากมี โดยต้องทำก่อนเดินทาง 2 วัน

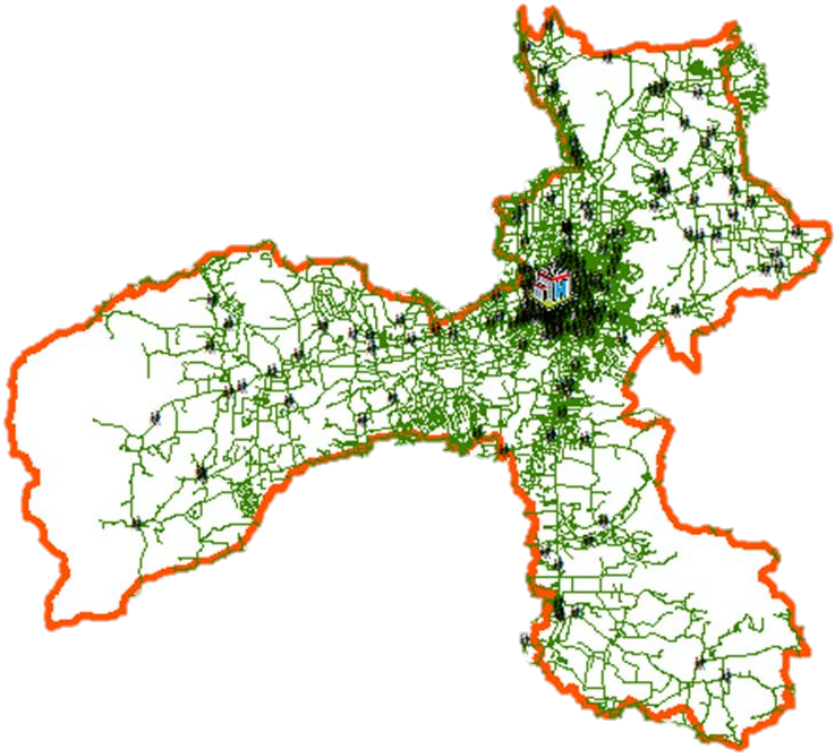
(2) ทางระบบจะรวบรวมความต้องการเดินทาง (Demand) แล้วทำการหาเส้นทางเดินรถโดยใช้ทฤษฎีการจัดเส้นทางยานพาหนะโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) เพื่อกำหนดเส้นทางเดินรถแต่ละคัน (Generate Routing) โดยการกำหนดเส้นทางนั้นจะกำหนดช่วงของจำนวนคนเป็นค่าสูงสุดต่ำสุดของวันเป็นหลักเพื่อให้การวางแผนให้ผู้บริการได้รับความสะดวกมากขึ้น

(3) พนักงานขับรถจะไปรับผู้โดยสารมายังโรงพยาบาล (Pick up)

(4) หลังจากทำภารกิจที่โรงพยาบาลเสร็จ พนักงานขับรถจะขับรถไปส่งตามเส้นทางที่กำหนดไว้ข้างต้นเพื่อส่งผู้โดยสาร (Drop off) และสิ้นสุดการทำงาน

(3) ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์โดยจะใช้ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network) ในโปรแกรม ArcGis นำมาเชื่อมกับข้อมูลของประชากร (Demand Points) และข้อมูลของศูนย์บริการ (Depot) ดังแสดงในภาพที่ 3.5 จากนั้นก็ตั้งค่าโปรแกรมตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนไว้โดยเริ่มจากการเข้าสู่ฟังค์ชั่นการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างการใช้ป้อนข้อมูลต่างๆของ VRP และจะแสดงโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างการใช้งานฟังค์ชันต่างๆของ VRP รวมถึงการรับผล โดยรายละเอียดต่างๆแสดงดังภาพที่ ก.9 - ก.14 ตามลำดับในภาคผนวก ก

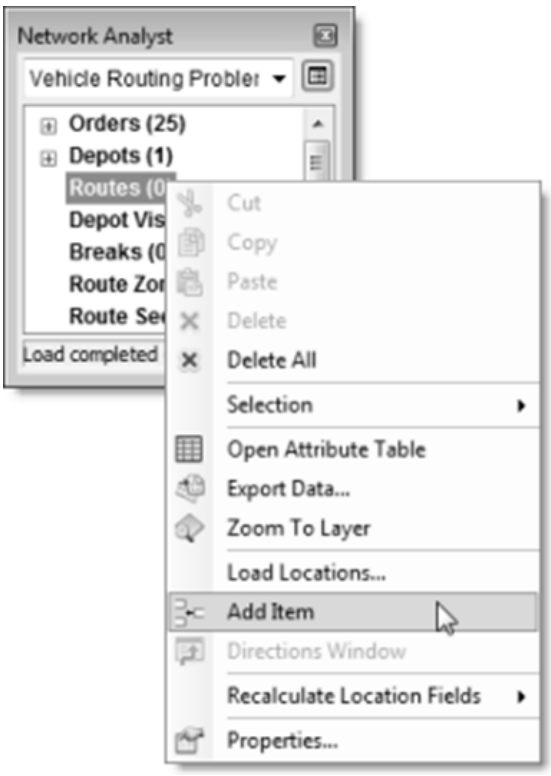
การนำเข้าและตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของผู้สูงอายุ (Order) คือจุดที่อยู่ของผู้สูงอายุ(Demand Point)โดยข้อมูลต่างๆจะประกอบด้วย ที่อยู่ และข้อมูลการไปยังโรงพยาบาล เช่น วันที่ คลีนิคที่นัดกับหมอ เป็นต้น ชื่อสถาที่ไป คือโรงพยาบาล (Depot) พิกัด (GPS)ละติจูดลองติจูดเวลาในการเดินทาง (Service time) ปริมาณการเดินทาง (Demand) และช่วงเวลาที่ต้องมารับ (Pick up time) และการนำเข้าและตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของ Depot คือโรงพยาบาลโดยข้อมูลต่างๆจะประกอบด้วยที่อยู่และช่วงเวลาในการให้บริการ



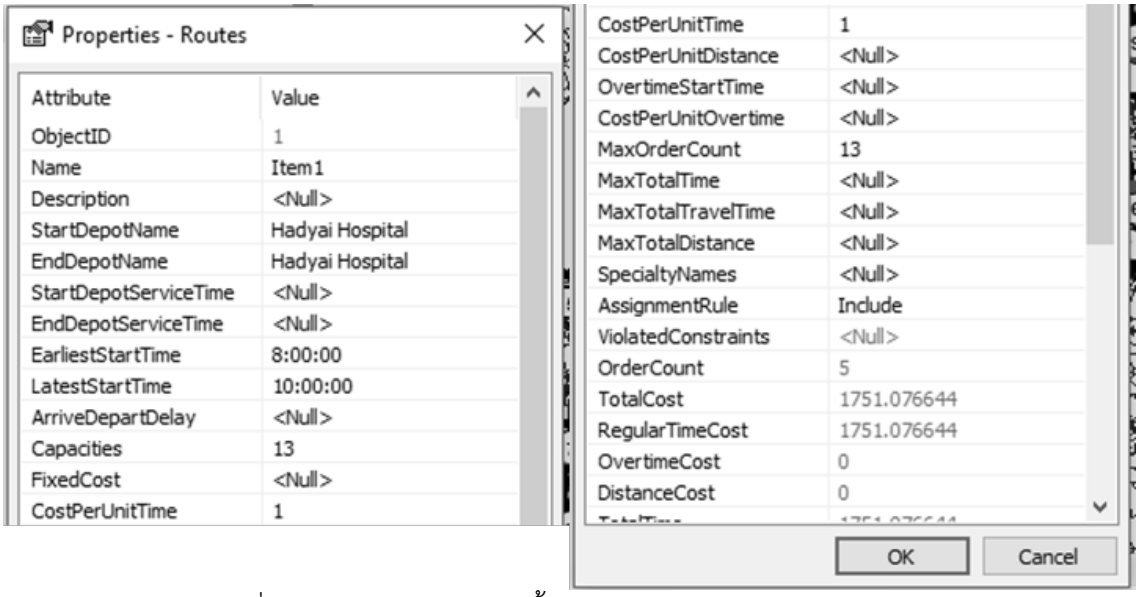
ภาพที่ 3.6 ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network) (เส้นสีเขียว)และข้อมูลเขตการปกครองของอำเภอหาดใหญ่ (Hatyai District Boundary) (เส้นสีส้มทึบ)

(4) ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรมตามเงื่อนไขของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถัดจากการนำเข้าข้อมูลผู้สูงอายุและโรงพยาบาลใน Network Analysis ในส่วนของ Vehicle Routing จะมีการเพิ่มเงื่อนไขของรถบริการโดยมีรายละเอียดต่างๆดังนี้

การนำเข้าข้อมูลรถ (Route) โดยข้อมูลต่างๆจะประกอบด้วยชื่อสถานที่ไป คือ โรงพยาบาล (Depot) ช่วงเวลาเดินรถ ความจุของรถ และข้อจำกัดอื่นๆในการเดินรถดังตัวอย่างในภาพที่ 3.7 และ 3.8 และรายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในตารางที่ 3.2



ภาพที่ 3.7 แสดงการสร้างเงื่อนไขของรถบริการ



ภาพที่ 3.8 แสดงหน้าต่างการตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของรถ(Route)

ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่าต่างๆของรถและคำอธิบาย

Attribute	ตัวแปร	คำอธิบาย
Name	Van_1	ชื่อของรถ
StartDepotName	HatYaiHospital	จุดเริ่มต้นของรถ
EndDepotName	HatYaiHospital	จุดสิ้นสุดของรถ
StartDepotServiceTime	10	เวลาที่ใช้ในการเตรียมรถออกจากที่โรงพยาบาล (นาที)
EarliestStartTime	6:00 AM	เวลาที่เร็วที่สุดที่รถสามารถให้บริการ
LatestStartTime	6:00 AM	เวลาที่ช้าที่สุดที่รถจะออกให้บริการ
Capacities	13	ความจุของรถ
CostPerUnitTime	0	ค่าจ้างต่อนาที
CostPerUnitDistance	2.37	ต้นทุนการขนส่ง (บาทต่อกิโลเมตร)
MaxOrderCount	13	จำนวนที่สามารถให้บริการมากที่สุด
MaxTotalTime	360	คนขับไม่สามารถขับรถเกินเวลาที่กำหนด(นาที)
MaxTotalTravelTime	120	เวลาที่สามารถขับรถได้ต่อรอบ (นาที)
MaxTotalDistance	80	ระยะทางที่สามารถขับได้ต่อรถ 1 คัน (กม.)

จากนั้นตั้งค่าการวิเคราะห์โดยกำหนดหน่วยการวิเคราะห์เป็นหน่วยเมตร (เนื่องจากข้อมูลโครงข่ายถนนใช้ข้อมูลเวลาในหน่วยนาที) และกำหนดเวลาหน่วยนาทีและตั้งค่ากรอบเวลาดังภาพที่ ก.15 และ ก.16 ในภาคผนวก ก

3.7 การคำนวณต้นทุนของรูปแบบที่นำเสนอ

การวิเคราะห์ต้นทุนการเดินขนส่งของ HHTP

$$Transportation\,Cost = \left[\left(C_g + C_m\right) \times d\right] + \left(C_l \times R\right) \qquad (26)$$

โดย C_g=ค่าเชื้อเพลิง NGV (บาทต่อกิโลเมตร)

C_m=ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อกิโลเมตร)

C_l=ค่าแรงพนักงานขับรถ (บาทต่อรอบ)

d=ระยางทาง (กิโลเมตร)

R=จำนวนเที่ยว (รอบ)

3.8 การพิจารณาทางเลือกในการให้บริการ โดยการสร้างรูปแบบ (Model) ในการขนส่งที่เหมาะสม

จะพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมของการบริการโดยมีตัวชี้วัด คือระยะทางรวม (Total Distance) และต้นทุนรวม (Total Cost) ซึ่งประกอบด้วย 3 รูปแบบดังนี้

(1) ใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อหาตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมจำนวนผู้สูงอายุที่เหมาะสมจากนั้นใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP)

(2) ใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือโรงพยาบาล

(3) ใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก

3.9 เปรียบเทียบรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันกับรูปแบบการเดินทางที่นำเสนอ

โดยใช้ข้อมูลการเดินทางจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 3.1 และรวบรวมเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียในรูปแบบการเดินทางต่างๆในสภาพปัจจุบันกับรูปแบบที่นำเสนอ

3.10 การประเมินการตัดสินใจเพื่อการลงทุนของโครงการ

ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์การลงทุนประกอบด้วย

(1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

(2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

(3) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

ซึ่งรายละเอียดข้างต้นได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 โดยลักษณะการให้บริการที่นำเสนอมี 2 แบบ 1.การซื้อรถเพื่อมาให้บริการ เพื่อนำเสนอสำหรับผู้ที่สนใจลงทุน 2.การใช้รถจากภายนอกเพื่อนำเสนอสำหรับผู้ให้บริการรถตู้สาธารณะในพื้นที่หาดใหญ่ใช้เวลาว่างระหว่างรอรอบการเดินทฃรถของตัวเองมารวมกลุ่มกันให้บริการเพื่อสร้างรายได้เสริมที่นอกเหนือจากการให้บริการเดินรถปกติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจในโครงการโดยจะกำหนดความต้องการใช้บริการตั้งแต่ร้อยละ 100 ร้อยละ 80 ร้อยละ 70 ร้อยละ 60 และร้อยละ 50 เพื่อวิเคราะห์ว่าร้อยละของผู้รับบริการแต่ละค่าเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่

3.11 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยจะสรุปผลการศึกษา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย รวมถึงประเด็นข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 6 ส่วน คือ ส่วนแรกเกี่ยวข้องกับการศึกษาความต้องการเดินทางและความถี่ในการมาโรงพยาบาล ส่วนที่สองการกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Location-Allocation เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของจุดจอดที่ครอบคลุมผู้สูงอายุให้มาก ส่วนที่สามการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ โดยใช้ VRPTW เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสม ส่วนที่สี่ วิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง ส่วนที่ห้า การประเมินการลงทุน และส่วนที่หก วิเคราะห์เปรียบเทียบการขนส่งรูปแบบต่างๆที่มีในปัจจุบันนกับรูปแบบที่นำเสนอ

4.1 ผลการศึกษาความต้องการเดินทาง สภาพการเดินทางและต้นทุนการเดินทางสภาพปัจจุบัน

การศึกษารวบรวมข้อมูลปัจจุบันของลักษณะการเดินทางของผู้สูงอายุจากบ้านไปยังโรงพยาบาล จำนวนความถี่ในการมาโรงพยาบาลในพื้นที่ศึกษา และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ เช่น จำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่โดยได้จำแนก ความถี่ในการเข้ารับบริการแต่ละวันแสดงดังภาพ 4.1 และ 4.2 และตารางที่ 4.1และ 4.2

ตารางที่ 4.1 จำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่จำแนกตามความถี่ปริมาณมากที่สุดน้อยที่สุดและค่าเฉลี่ยในการเข้ารับบริการ

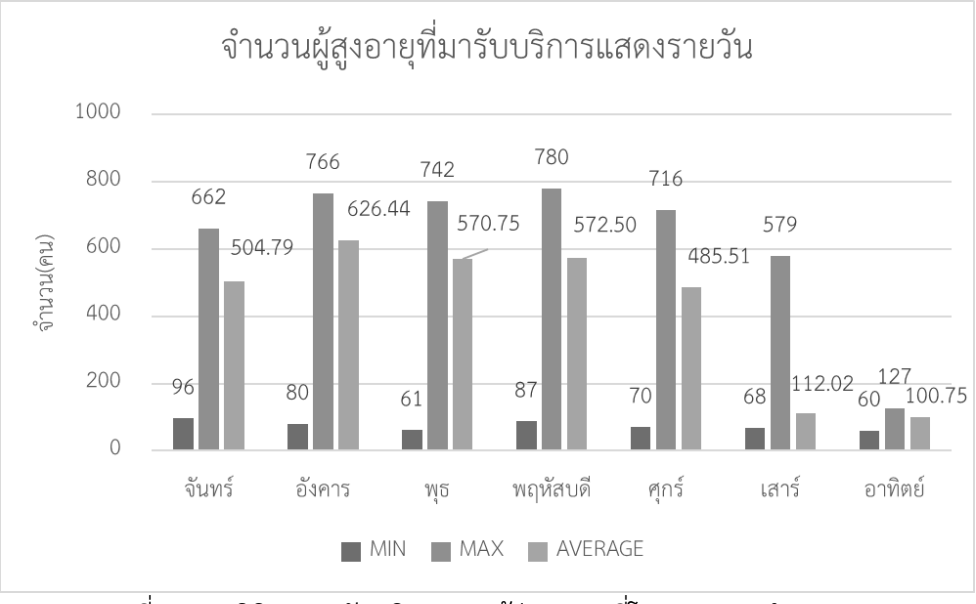
วัน	MIN	MAX	AVG
จันทร์	96	662	504.8
อังคาร	80	766	626.4
พุธ	61	742	570.8
พฤหัสบดี	87	780	572.5
ศุกร์	70	716	485.5
เสาร์	68	579	112.0
อาทิตย์	60	127	100.8

ที่มา: โรงพยาบาลหาดใหญ่ ปี พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่โดยได้จำแนกตามความถี่ในการเข้ารับบริการแต่ละวัน

วัน	จำนวนครั้ง	ร้อยละ
จันทร์	26,785	17.18
อังคาร	32,601	20.91
พุธ	29,643	19.01
พฤหัสบดี	30,599	19.63
ศุกร์	25,718	16.50
เสาร์	5,326	3.42
อาทิตย์	5,239	3.36
รวม	155,911	100

ที่มา: โรงพยาบาลหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2559



ภาพที่ 4.1 สถิติการมารับบริการของผู้ป่วยนอกที่โรงพยาบาลจำแนกตามวันทำการแสดงจำนวนผู้สูงอายุรวมทั้งปี

ที่มา: โรงพยาบาลหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2559

ภาพที่ 4.2 จำนวนผู้สูงอายุน้อยที่สุด มากที่สุดและจำนวนเฉลี่ยในแต่ละวัน (ข้อมูลปีพ.ศ. 2559)ที่มา: โรงพยาบาลหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2559

ข้อมูลระยะทางระหว่างบ้านและโรงพยาบาลจะประเมินโดยใช้แผนที่จาก Google map เพื่อวัดระยะทางจริงเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของระยะทางแสดงดังตารางที่ 4.1

ในสมการที่ 16 แสดงการคำนวณซึ่งรายละเอียดต่างๆประดอบด้วย ค่าเชื้อเพลิงเบนซิน (C_g) ที่อัตรา 4.14 บาทต่อกิโลเมตร ค่าบำรุงรักษา (C_m) ประกอบด้วยค่าสารหล่อลื่น TOYOTA 5w-40 SN 4Lราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร และค่ายางรถยนต์ YOKOHAMA Decible E70 ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้นทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร (ที่มา http://www.yokohamathailand.com/Yokohama-ADVANdB.html) ต้นทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร โดยระยะทางรวมเฉลี่ยจากการเดินทางแบบต่างคนต่างมาได้โดยใช้จุดศูนย์กลางของตำบลนั้นๆแล้วนำมาคูณกับความถี่ของแต่ละตำบล โดยการเดินทางมาด้วยตัวเองจะมีค่าใช้จ่ายที่ประเมินค่อนข้างยากในที่นี้ผู้วิจัยได้ใช้คำว่าค่าเสียเวลา (C_l) เนื่องจากการที่ลูกหรือญาติ พี่น้อง ขับรถมาส่งผู้สูงอายุในวันเวลาราชการหรือเวลาทำงาน เขาเหล่านั้นจำเป็นต้องลางานหรือสูญเสียโอกาสในการหารายได้ ณ เวลานั้น ทั้งนี้ผู้วิจัยจะคำนวณค่าแรงงานบนสมมติฐานของค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาทต่อวัน แต่คำนวณเพียงครึ่งวันเท่ากับ 150 บาทต่อรอบหรือต่อครั้งการมาเนื่องจากการมาโรงพยาบาลนั้นส่วนใหญ่มักจะใช้เวลาประมาณครึ่งวัน

ระยะทางรวมเฉลี่ยจากการเดินทางแบบต่างคนต่างมาได้โดยใช้จุดศูนย์กลางของตำบลนั้นๆแล้วนำมาคูณกับความถี่ของแต่ละตำบล ตัวอย่างเช่นผู้สูงอายุจากตำบลท่าข้ามมารับบริการที่โรงพยาบาลจำนวน 2,710 คนต่อปีคูณกับระยะทางจากตำบลท่าข้ามมายังโรงพยาบาล 35.2

กิโลเมตร ได้ ระยะทางทั้งสิ้น 95,392 กม./ปี เมื่อรวมทุกคนทุกตำบลแล้วได้ 2,619,334.80 กม./ปี เมื่อทำการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อปีตามสมการที่ 16 ได้ผลดังนี้

$$\text{Transportation Cost} = \left[\left(C_g + C_m\right) \times d\right] + \left(C_l \times R\right)$$

$$\textit{Transportation Cost} = \left[\left(4.14 + 0.19 + 0.32\right) \times 2{,}619{,}334.80\right] + \left[(150 \times 155{,}911\right]$$

$\textit{Transportation Cost} = 35{,}566{,}556.82$ บาทต่อปีสามารถแสดงรายละเอียดการคำนวณดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ระยะทางและการวิเคราะห์ต้นทุนการเดินทางสภาพปัจจุบัน

ลำดับ	ตำบล	ระยะทาง (กม)	ไป กลับ (กม)	ความถี่ (ครั้งต่อปี)	ค่าเชื่อเพลิง (บาทต่อครั้ง)	ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อครั้ง)	ค่าเสียโอกาส (บาทต่อครั้ง)	ต้นทุนรวม (บาทต่อปี)
1	คลองอู่ตะเภา	6.6	13.2	1,432	54.648	6.732	150	302,696.16
2	ควนลัง	12	24	13,150	99.36	12.24	150	3,440,040.00
3	คอหงส์	7	14	13,276	57.96	7.14	150	2,855,667.60
4	คูเต่า	19.5	39	4,273	161.46	19.89	150	1,415,858.55
5	ฉลุง	29.7	59.4	2,236	245.916	30.294	150	953,005.56
6	ท่าข้าม	17.6	35.2	2,710	145.728	17.952	150	850,072.80
7	ทุ่งตำเสา	31.2	62.4	4,762	258.336	31.824	150	2,096,041.92
8	ทุ่งใหญ่	15.1	30.2	2,047	125.028	15.402	150	594,510.21
9	น้ำน้อย	20.2	40.4	5,612	167.256	20.604	150	1,896,070.32
10	บ้านพรุ	18.4	36.8	6,608	152.352	18.768	150	2,121,960.96
11	พะตง	34.1	68.2	3,522	282.348	34.782	150	1,645,231.86
12	หาดใหญ่	3	6	83,250	24.84	3.06	150	14,810,175.00
13	คลองแห	5.2	10.4	13,033	43.056	5.304	150	2,585,225.88
รวม				155,911				35,566,556.82

4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยการสุ่มตัวอย่างจากผู้สูงอายุที่มารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นสองส่วนดังนี้

1.ผลการศึกษาข้อมูลส่วนตัว คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม และพฤติกรรมการเดินทาง

2.ผลการศึกษาทัศนคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุ

4.2.1 ผลการศึกษาข้อมูลส่วนตัว คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม และพฤติกรรมการเดินทาง

ในการศึกษาข้อมูลส่วนตัว คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม และพฤติกรรมการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบของตารางแสดงความถี่ และร้อยละของข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

เพศ	ความถี่	ร้อยละ
หญิง	137	61.43
ชาย	86	38.57

จากตารางที่ 4.4 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่มีกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 137 คน (ร้อยละ 61.43) เพศชาย จำนวน 86 คน (ร้อยละ 38.57)

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุ

อายุ	ความถี่	ร้อยละ
60-69 ปี	112	50.22
70-79 ปี	84	37.67
80-89 ปี	26	11.66
90 ปีขึ้นไป	1	0.45

จากตารางที่ 4.5 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุ 60-69 ปี จำนวน 112 คน (ร้อยละ 50.22) อายุ 70-79 ปี จำนวน 84 คน (ร้อยละ 37.67) อายุ 80-89 ปี จำนวน 26 คน (ร้อยละ 11.66) และอายุ 90 ปี ขึ้นไป จำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.45)

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	ความถี่	ร้อยละ
เกษตกร	77	34.53
ข้าราชการบำนาญ	23	10.31
แม่บ้าน	37	16.59
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	82	36.77
ไม่ประกอบอาชีพ	4	1.79

จากตารางที่ 4.6 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 82 คน(ร้อยละ36.77) ข้าราชการบำนาญจำนวน 23 คน (ร้อยละ10.31) แม่บ้านจำนวน 37 คน (ร้อยละ 16.59) เกษตรกรจำนวน 77 คน (ร้อยละ 34.53) และไม่ประกอบอาชีพจำนวน 4 คน (ร้อยละ 1.79)

ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามการศึกษาสูงสุด

การศึกษา	ความถี่	ร้อยละ
ประถมศึกษา	101	45.29
มัธยมศึกษาตอนต้น	49	21.97
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	28	12.56
ปวส/ปริญญาตรี	45	20.18
ปริญญาโท	0	0.00
ไม่เรียนหนังสือ	34	15.25

จากตารางที่ 4.7 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับประถมศึกษาจำนวน 101 คน (ร้อยละ 45.29) มัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 49คน (ร้อยละ21.97) มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. จำนวน 28 คน (ร้อยละ 12.56) ปวส./ปริญญาตรีจำนวน 45 คน (ร้อยละ20.18)ปริญญาโทจำนวน 0 คน (ร้อยละ 0.00)

ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามที่อยู่อาศัย

ที่อยู่ปัจจุบัน	ความถี่	ร้อยละ
เทศบาลนครหาดใหญ่	107	47.98
เทศบาลเมือง คอหงส์	36	16.14
เทศบาลเมือง ควนลัง	32	14.35
องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านพรุ	13	5.83
เทศบาลเมือง คลองแห	2	0.90
เทศบาลตำบล น้ำน้อย	1	0.45
เทศบาลเมือง ทุ่งตำเสา	3	1.35
องค์การบริหารส่วนตำบลพะตง	8	3.59
องค์การบริหารส่วนตำบลท่าข้าม	10	4.48
เทศบาลตำบล คูเต่า	5	2.24
องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งใหญ่	3	1.35
องค์การบริหารส่วนตำบลฉลุง	2	0.90
องค์การบริหารส่วนตำบลคลองอู่ตะเภา	1	0.45

จากตารางที่ 4.8 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเทศบาลนครหาดใหญ่ จำนวน 107 คน (ร้อยละ 47.98) เทศบาลเมืองคอหงส์ จำนวน 36 คน (ร้อยละ16.14) เทศบาลเมืองควนลัง จำนวน 32 คน (ร้อยละ14.35) เทศบาลเมืองคลองแห จำนวน 2 คน (ร้อยละ0.90) เทศบาลเมืองทุ่งตำเสา จำนวน 3 คน (ร้อยละ1.35) เทศบาลตำบลน้ำน้อย จำนวน 1 คน (ร้อยละ0.45) เทศบาลตำบลคูเต่า จำนวน 5 คน (ร้อยละ2.24) องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านพรุ จำนวน 13 คน (ร้อยละ5.83) องค์การบริหารส่วนตำบลพะตง จำนวน 8 คน (ร้อยละ3.59)องค์การบริหารส่วนตำบลท่าข้าม จำนวน 10 คน (ร้อยละ4.48) องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งใหญ่ จำนวน 3 คน (ร้อยละ1.35)องค์การบริหารส่วนตำบลคลองอู่ตะเภา จำนวน 1 คน (ร้อยละ0.45) และองค์การบริหารส่วนตำบลฉลุง จำนวน 2 คน (ร้อยละ0.90)

ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะการอยู่อาศัย

อาศัยอยู่กับใคร	ความถี่	ร้อยละ
อยู่ลำพัง	53	23.77
อยู่กับบุตรหลาน	170	76.23

จากตารางที่ 4.9 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับลูกหลานจำนวน 170 คน (ร้อยละ 76.23) อยู่ลำพัง จำนวน 53 คน (ร้อยละ 23.77)

ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรายได้

แหล่งที่มาของรายได้(ตอบได้หลายข้อ)	ความถี่	ร้อยละ
เบี้ยผู้สูงอายุ	221	56.52
เงินบำนาญ	23	9.43
ลูกหลาน	186	43.26
แหล่งอื่นๆ	169	28.21

จากตารางที่ 4.10 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้จากเบี้ยผู้สูงอายุจำนวน 221 คน (ร้อยละ56.52) เงินบำนาญจำนวน 23 คน (ร้อยละ9.43) ลูกหลานจำนวน 186 คน (ร้อยละ 43.26)และแหล่งอื่นๆจำนวน 169 คน (ร้อยละ 28.21)

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามการครอบครองยานพาหนะ

การครอบครองยานพาหนะ	ความถี่	ร้อยละ
ไม่มี	0	0.00
มี รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	98	43.95
มี รถจักรยานยนต์	145	65.02

จากตารางที่ 4.11 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการครอบครองรถจักรยานยนต์จำนวน 145 คน (ร้อยละ65.02) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและจำนวน 98 คน (ร้อยละ 43.95)

ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามการใช้ยานพาหนะที่มีในครอบครอง

การใช้ยานพาหนะที่มีในครอบครอง	ความถี่	ร้อยละ
ใช้ร่วมกันภายในครอบครัว	198	88.79
ใช้แยกกัน	25	11.21

จากตารางที่ 4.12 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีใช้ร่วมกันภายในครอบครัว จำนวน 198 คน (ร้อยละ 88.79) ใช้แยกกันจำนวน 25 คน (ร้อยละ 11.21)

ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามการครอบครองใบอนุญาตขับขี่และประเภทของใบอนุญาตขับขี่

การครอบครองใบอนุญาตขับขี่	ความถี่	ร้อยละ
ไม่มี	154	69.06
มี รถจักรยานยนต์	46	20.63
มี รถยนต์	23	10.31

จากตารางที่ 4.13 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ไม่มีใบอนุญาตขับขี่จำนวน 154 คน (ร้อยละ69.06) มีใบอนุญาตขับขี่รถจักรยานยนต์ จำนวน 46 คน (ร้อยละ20.63)มีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์จำนวน 23 คน (ร้อยละ10.31)

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความสามารถในการขับขี่

ความสามารถในการขับขี่รถได้ด้วยตนเอง	ความถี่	ร้อยละ
ได้	100	44.84
ไม่ได้	123	55.16

จากตารางที่ 4.14 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขับขี่รถไม่ได้จำนวน 123 คน (ร้อยละ55.16) ขับได้ จำนวน 100 คน (ร้อยละ44.84)

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความสามารถในการเดินด้วยตัวเอง

ท่านสามารถเดินด้วยตัวเองได้หรือไม่	ความถี่	ร้อยละ
ได้	195	87.44
ไม่ได้	0	0.00
กรณีไม่ได้ ต้องใช้ไม่ค้ำยัน	25	11.21
ใช้รถเข็น	3	1.35

จากตารางที่ 4.15 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เดินได้จำนวน195 คน (ร้อยละ87.44) เดินไม่ได้ต้องใช้ไม้ค้ำยันจำนวน 25 คน (ร้อยละ11.21) เดินไม่ได้ต้องนั่งรถเข็น จำนวน 3 คน (ร้อยละ1.35)

ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัญหาสุขภาพส่งผลกระทบต่อการเดินทาง

ปัญหาสุขภาพมีผลต่อการเดินทางหรือไม่	ความถี่	ร้อยละ
มี	205	91.93
ไม่มี	18	8.07

จากตารางที่ 4.16 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าปัญหาสุขภาพมีผลต่อการเดินทาง จำนวน 205 คน (ร้อยละ91.93) และที่เหลือ จำนวน 18 คน (ร้อยละ8.07)ตอบว่าไม่มีผล

ตารางที่ 4.17 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามวัตถุประสงค์ของการเดินทาง

นอกจากการมาโรงพยาบาลแล้ววัตถุประสงค์อื่นๆของการเดินทางของท่านคือ	ความถี่	ร้อยละ
เยี่ยมญาติ	78	34.98
จับจ่ายซื้อของ	89	39.91
ทำธุระ ติดต่อราชการ	10	4.48
อื่นๆ	46	20.63

จากตารางที่ 4.17 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่นอกจากการมาโรงพยาบาลแล้ววัตถุประสงค์อื่นๆของการเดินทางกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ จับจ่ายซื้อของ จำนวน 89 คน (ร้อยละ39.91) เยี่ยมญาติ จำนวน 78 คน (ร้อยละ 34.98) ทำธุระ ติดต่อราชการ จำนวน 10 คน (ร้อยละ 4.48) อื่นๆจำนวน 46 คน (ร้อยละ 20.63)

ตารางที่ 4.18 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความถี่ในการมาโรงพยาบาล

ความถี่ของการเดินทางมายังโรงพยาบาล	ความถี่	ร้อยละ
ทุกวัน	4	1.79
ทุกสัปดาห์	13	5.83
ทุก *2* สัปดาห์	17	7.62
ทุกเดือน	95	42.60
อื่นๆ	94	42.15

จากตารางที่ 4.18 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มาโรงพยาบาลทุกเดือน จำนวน 95 คน (ร้อยละ42.60) ทุกวันจำนวน 4 คน (ร้อยละ1.79) ทุกสัปดาห์จำนวน 13 คน (ร้อยละ 5.83) ทุก 2 สัปดาห์ จำนวน17 คน (ร้อยละ7.62)อื่นๆจำนวน 94 คน (ร้อยละ42.15)

ตารางที่ 4.19 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง

ส่วนใหญ่ท่านใช้รถประเภทใดในการเดินทาง	ความถี่	ร้อยละ
รถยนต์ส่วนตัว	68	30.49
รถจักรยานยนต์	63	28.25
รถตู้ รถสาธารณะ	18	8.07
รถสองแถว รถสาธารณะ	42	18.83
รถตุ๊กตุ๊ก รถสาธารณะ	27	12.11
รถเมล์ รถสาธารณะ	0	0.00
รถแท็กซี่ รถสาธารณะ	0	0.00
รถจักรยานยนต์รับจ้าง	5	2.24

จากตารางที่ 4.19 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรูปแบบการเดินทางคือรถส่วนตัว จำนวน 68 คน (ร้อยละ 30.49) รถจักรยานยนต์ จำนวน 63 คน(ร้อยละ 28.25) รถตู้ รถสาธารณะ จำนวน 18 คน (ร้อยละ 8.07) รถสองแถว รถสาธารณะ จำนวน 27 คน (ร้อยละ 12.11) รถตุ๊กตุ๊ก รถสาธารณะ จำนวน 42 คน (ร้อยละ 18.83) รถจักรยานยนต์รับจ้างจำนวน 5 คน (ร้อยละ 2.24)

ตารางที่ 4.20 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามค่าใช้จ่ายในการเดินทางแต่ละครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาโรงพยาบาลต่อครั้ง	ความถี่	ร้อยละ
50 บาท	37	16.59
70 บาท	3	1.35
100 บาท	106	47.53
200 บาท	62	27.80
300 บาท	5	2.24
400 บาท	9	4.04
มากกว่า 500 บาท	1	0.45

จากตารางที่ 4.20 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการมาโรงพยาบาลต่อครั้ง 100 บาท จำนวน 106 คน (ร้อยละ47.53) 200 บาทต่อครั้งจำนวน 62 คน (ร้อยละ27.8) 300 ต่อครั้งจำนวน 5 คน (ร้อยละ2.24) 400 บาทต่อครั้งจำนวน 9 คน (ร้อยละ4.04) มากกว่า 500 บาทต่อครั้ง จำนวน 1 คน(ร้อยละ 0.45) แต่ผู้สูงอายุที่ตอบแบบสอบถามมักจะตอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ต่อครั้งอาจจะรวมถึงค่าอาหารบ้างสำหรับบางคน และอีกหนึ่งประเด็นคือคนที่พาผู้สูงอายุมานั้นเป็นลูก หลานหรือญาต เมื่อถามคำถามเกี่ยวกับเวลาที่สูญเสียในการทำงาน หลายคนตอบว่า”เป็นหน้าที่” หรือ”ถ้าเราไม่มพามาก็ไม่มีใครแล้ว”ผู้สำรวจจึงสรุปว่าไม่สามารถประเมินค่าได้ในส่วนนี้

ตารางที่ 4.21 แสดงจำนวน (ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการเดินทางต่อครั้ง	ความถี่	ร้อยละ
น้อยกว่า 10 นาที	25	11.21
20 นาที	103	46.19
มากกว่า 30 นาที	93	41.70
มากกว่า 1 ชม.	2	0.90

จากตารางที่ 4.21 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการเดินทางน้อยกว่า 10 นาที จำนวน 25 คน (ร้อยละ 11.21) 20 นาทีจำนวน 103 คน (ร้อยละ 46.19) มากกว่า 30 นาที ชม.จำนวน 93 คน (ร้อยละ 41.70) มากกว่า 1 ชม. จำนวน 2 คน (ร้อยละ 0.90)

4.2.2 ผลการศึกษาทัศนคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุ

ในการศึกษาทัศนะคติที่มีต่อระบบขนส่งสาธารณะของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามด้วยแบบสอบถามและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยความถี่ ร้อยละดังนี้

ตารางที่ 4.22 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความต้องการใช้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ

หากมีรถบริการสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเดินทางมายังโรงพยาบาลท่านจะใช้หรือไม่	ความถี่	ร้อยละ
ใช้	187	83.86
ไม่ใช้	36	16.14

จากตารางที่ 4.22 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สนใจที่จะใช้บริการรถบริการสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเดินทางมายังโรงพยาบาลหากมี จำนวน 187 คน (ร้อยละ 83.86) และไม่สนใจที่จะใช้จำนวน 36 คน (ร้อยละ 16.14)

ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความต้องการใช้บริการขนส่งแบบประตูถึงประตู

ลักษณะการให้บริการรถขนส่งควรเป็นบริการแบบประตูถึงประตู	ความถี่	ร้อยละ
ใช่	223	100.00
ไม่ใช่	0	0.00

จากตารางที่ 4.23 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเห็นควรว่ารถที่ให้บริการควรจะเป็นแบบประตูถึงประตู

ตารางที่ 4.24 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสาเหตุที่ใช้บริการขนส่งสาธารณะ

หากท่านใช้บริการรถสาธารณะเป็นประจำเป็นเพราะเหตุใด (ตอบได้หลายข้อ)	ความถี่	ร้อยละ
สะดวก ปลอดภัย	48	11.57
ลดการใช้พลังงาน	90	21.69
ไม่มีรถส่วนตัว	14	3.37
หาที่จอดรถส่วนตัวไม่ได้	59	14.22
ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	204	49.16
อื่นๆ	0	0.00

จากตารางที่ 4.24 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้เหตุผลทางด้านเศรษฐกิจเพื่อจะใช้บริการคือประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จำนวน 204 (ร้อยละ49.16) รองลงมาคือเรื่องประหยักพลังงานจำนวน 90 คน(ร้อยละ21.69)หาที่จอดรถส่วนตัวไม่ได้จำนวน 59 คน (ร้อยละ 14.22)สะดวก ปลอดภัย จำนวน 48 คน (ร้อยละ11.57)ไม่มีรถส่วนตัวจำนวน 14 คน (ร้อยละ3.37)

ตารางที่ 4.25 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระยะทางจากบ้านถึงจุดรอรถบริการที่เหมาะสม

หากท่านต้องออกมารอรถสาธารณะที่ป้ายรถ ระยะทางที่เหมาะสมที่ท่านสามารถเดินทางมารอรถควรจะเป็นเท่าใด	ความถี่	ร้อยละ
1 กม.	160	71.75
2 กม.	50	22.42
3 กม.	13	5.83
4 กม.	0	0.00
5 กม.	0	0.00

จากตารางที่ 4.25 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าต้องการเดินทางไม่เกิน 1 กม.เพื่อออกไปรอรถสาธารณะจำนวน 160 คน (ร้อยละ71.75) มี 2 กม.จำนวน 50 คน (ร้อยละ 22.42) และ 3 กม.จำนวน 13 คน (ร้อยละ5.83)

ตารางที่ 4.26 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามค่าใช้จ่ายที่พร้อมจ่ายสำหรับบริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ

ค่าตั๋วโดยสารที่เหมาะสมจากที่อยู่ของท่าน (ไป-กลับ)	ความถี่	ร้อยละ
50 บาท	143	64.12
70 บาท	0	0.00
100 บาท	23	10.31
อื่นๆ ระบุฟรี	60	26.91

จากตารางที่ 4.26 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกราคาที่ถูกที่สุดเพื่อที่จะจ่ายสำหรับบริการขนส่งจำนวนถึง 163 คน (ร้อยละ73.09) และส่วนที่เหลือขอใช้บริการฟรี

ตารางที่ 4.27 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความต้องตารางเดินรถที่แน่นอนในการใช้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ

มีตารางเวลาเดินรถและตรงต่อเวลา	ความถี่	ร้อยละ
ต้องการ	223	100.00
ไม่ต้องการ	0	0.00

จากตารางที่ 4.27 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดต้องการการบริการที่มีตารางเวลาที่แน่นอน

ตารางที่ 4.28 แสดงจำนวน(ความถี่) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามช่วงเวลาที่มารับบริการที่โรงพยาบาล

เวลาที่ท่านนัดที่โรงพยาบาล	ความถี่	ร้อยละ
เช้า	223	100.00
บ่าย	0	0.00

จากตารางที่ 4.28 พบว่าในอำเภอหาดใหญ่กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเลือกที่จะมาโรงพยาบาลช่วงเช้า

จากผลผลการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยการสุ่มตัวอย่างจากผู้สูงอายุที่มารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่ ยังมีความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม ตัวอย่างเช่น เนื่องจากการมารับบริการแต่ละครั้ง

ต้องอาศัยลูกหรือมากับรถส่วนตัวแต่ต้องหาคนขับให้เนื่องจากขับเองไม่ไหวทำให้ลำบาก หากมีรถไปรับและส่งเห็นด้วยอย่างยิ่ง และบางรายเห็นว่าควรมีระบบการจองการเดินทางเพื่อให้สะดวกในการเข้าถึงการบริการเนื่องจากปัจจุบันคนส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อยู่แล้วโดยจองผ่านโทรศัพท์ และความเห็นอื่นๆเช่น เนื่องจากการบริการไม่ใช่การบริการรวมไม่ใช่การบริการส่วนตัว จึงต้องมีการรอผู้รับบริการรายอื่นจนเต็มคันรถก่อนจึงเกิดคำถามว่าต้องรอนานแค่ไหนกว่าจะได้กลับบ้าน

4.3 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation)

จากการนำเข้าข้อมูลผู้สูงอายุที่มารับบริการที่โรงพยาบาลหาดใหญ่และ ตำแหน่งของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในตารางที่ 3.1 พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในเทศบาลนครหาดใหญ่และตามตำบลอื่นๆจำนวนไม่มากดังแสดงในภาพที่ 4.3 ภาพที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของศูนย์บริการ จากการวิเคราะห์การหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมที่สามารถครอบคลุมประชากรผู้สูงอายุได้มากที่สุดในรัศมีครอบคลุม (Impedance cutoff) ที่กำหนดตามเงื่อนไขในตารางที่ 4.29 และแสดงผลดังภาพที่ 4.7 และขยายเฉพาะเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ในภาพที่ 4.6

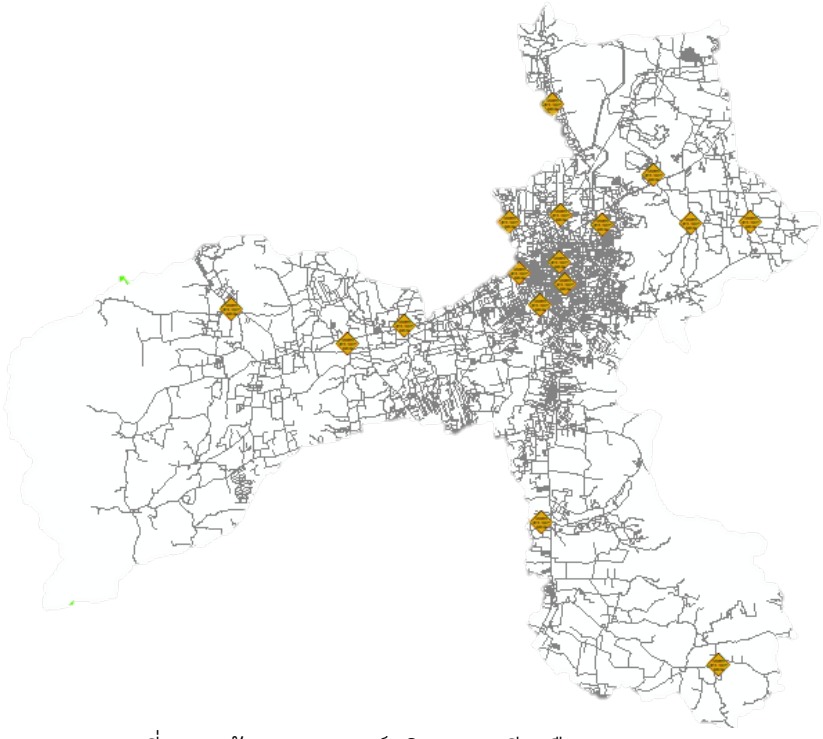
ตารางที่ 4.29 แสดงรายละเอียดของการตั้งค่ารัศมีการครอบคลุม (impedance cutoff) และผลจากการประมวลผล

รัศมีการครอบคลุม (impedance cutoff) (กิโลเมตร)	จำนวนที่ครอบคลุม (ราย)	จำนวนความต้องการทั้งหมด (ราย)	ร้อยละการครอบคลุม
1	2,278	15,371	14.82
2	7,521	15,371	47.81
3	11,964	15,371	77.83
4	12,916	15,371	84.03
5	14,050	15,371	91.41
6	14,366	15,371	93.46

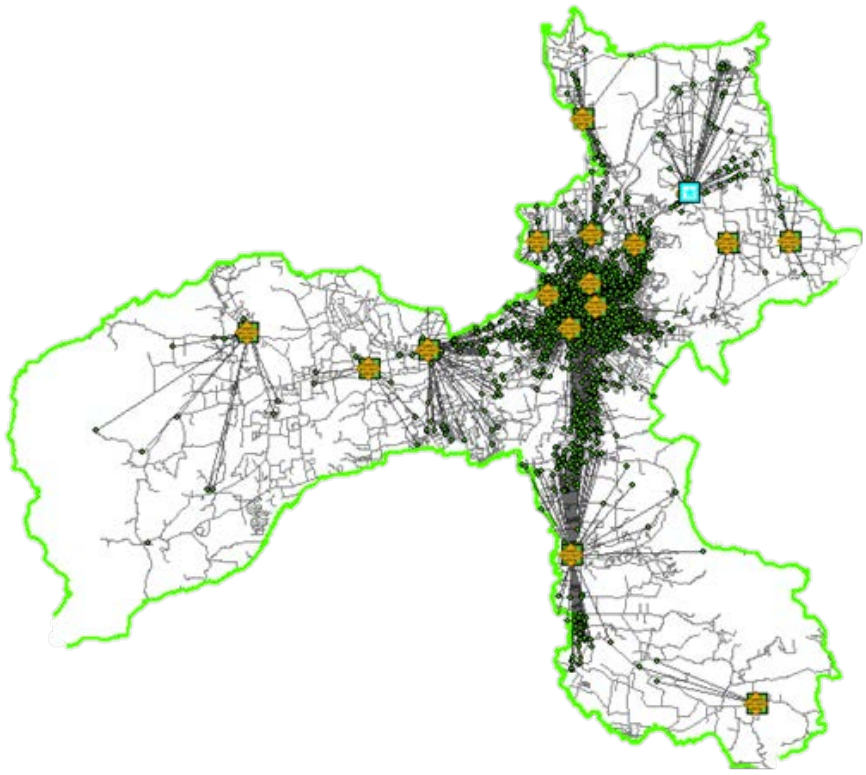
จากตารางที่ 4.29 สรุปได้ว่า ถ้ากำหนด รัศมีการครอบคลุม (impedance cutoff) ที่ 1 กิโลเมตร จะครอบคลุมประชากรทั้งหมด 2,278 รายจากประชากรทั้งหมด 15,371 ที่ 2 กิโลเมตร จะครอบคลุมประชากรทั้งหมด 7,521 รายจากประชากรทั้งหมด 15,371 ที่ 3 กิโลเมตร จะครอบคลุมประชากรทั้งหมด 11,964 รายจากประชากรทั้งหมด 15,371 ราย คิดเป็นร้อยละ 77.83 และร้อยละการครอบคลุมจะเพิ่มขึ้นตามค่ารัศมีการครอบคลุมแต่อย่างไรก็ตามหากรัศมีการครอบคลุมยิ่งสูงนั้น

หมายถึงต้นทุนการขนส่งที่ต้องจ่ายสูงขึ้นด้วย จากกรณีศึกษาทั้ง 13 ตำบลในอำเภอหาดใหญ่ ขอยกตัวอย่างดังภาพที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นว่า เส้นสีเขียวเป็นขอบเขตการปกครองของอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งในเทศบาลนครหาดใหญ่มีศูนย์บริการรถรับส่งที่ตั้งไว้ 4 จุด (สัญลักษณ์ จุดสีเหลือง) ดังนั้นแต่ละจุดในพื้นที่ที่กำหนดจะต้องไปรับและส่งผู้รับบริการ (จุดสีเขียว) ที่ศูนย์ของตัวเองเท่านั้น และภายในตำบลอื่นๆก็ดำเนินการในลักษณะเดียวกัน

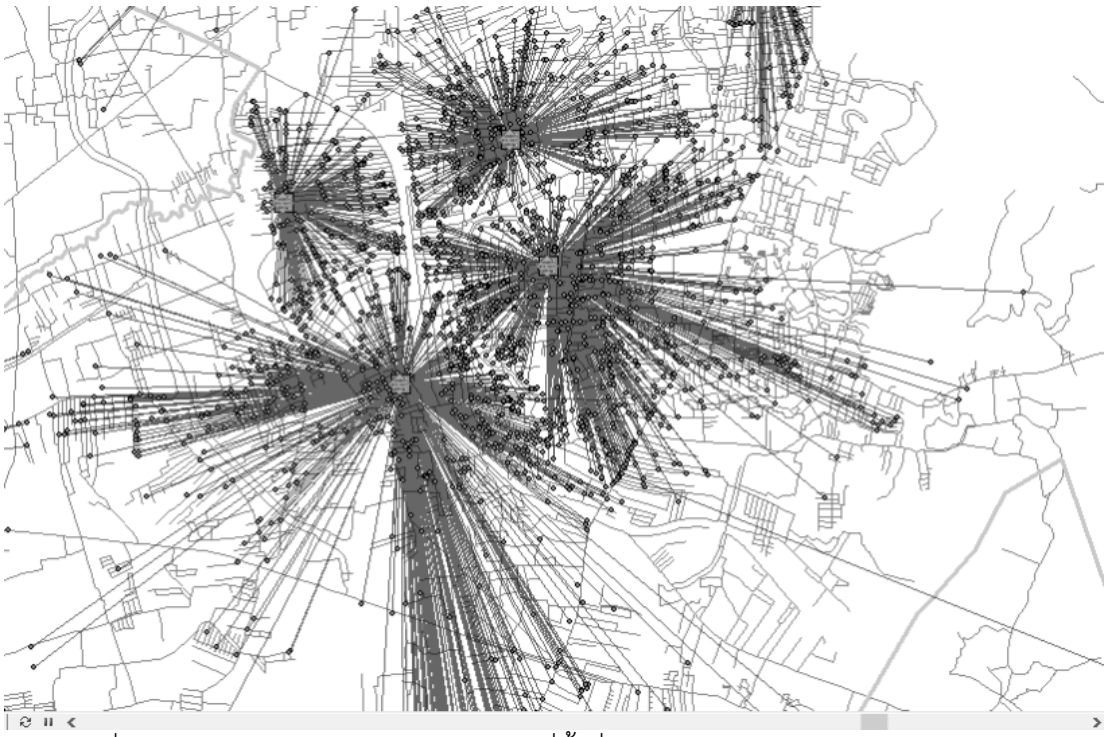
ภาพที่ 4.3 ข้อมูลของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ (Demand Points)ปีพ.ศ. 2559



ภาพที่ 4.4 ข้อมูลของศูนย์บริการ(จุดสีเหลือง) (Facilities)



ภาพที่ 4.5 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) ของพื้นที่การให้บริการของศูนย์ตามระยะทางที่กำหนดในอำเภอหาดใหญ่



ภาพที่ 4.6 ผลคำตอบของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) ของพื้นที่การให้บริการของศูนย์เฉพาะในเทศบาลนครหาดใหญ่

4.4 ผลการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา *(VRP with Time window)*

ผลการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.2 ดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการป้อนข้อมูลพื้นฐาน (Data Attributes Input)

เป็นขั้นตอนแรกที่มีความจำเป็นต่อการประมวลผล โดยการกรอกข้อมูลพื้นฐานตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการประมวลผลทั้งระบบโดยข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

(1) ข้อมูลของผู้รับบริการ (Attributes for Order)

โดยข้อมูลประชากรผู้สูงอายุที่รับบริการเป็นรายวัน ยกตัวอย่างบางรายของ วันที่ 4 เดือนเมษายนพ.ศ. 2559 มีผู้สูงอายุที่มารับบริการที่โรงพยาบาล ทั้งหมด 232 ราย (ข้อมูลจากโรงพยาบาลหาดใหญ่) ดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ข้อมูลนำเข้า (Data Attributes Input) ประชากรผู้สูงอายุที่รับบริการเป็นรายวัน

ลำดับ	ที่อยู่	ตำบล	ปริมาณความต้องการ	เวลาในการให้บริการ (นาที)	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด
37	1 ม.3	คลองอู่ตะเภา	1	3	7.051447	100.450273	6:00:00	8:30:00
41	1 ม.6	ควนลัง	2	3	6.959533	100.422896	6:00:00	8:30:00
87	110/119 ม.5	คอหงส์	3	3	6.975082	100.473525	6:00:00	8:30:00
128	1/4 ม.8	คูเต่า	1	3	7.083494	100.480848	6:00:00	8:30:00
143	33/4 ม.5	ฉลุง	1	3	6.990873	100.37553	6:00:00	8:30:00
150	112/1 ม.5	ท่าข้าม	1	3	7.0635145	100.5671485	6:00:00	8:30:00
162	128 ม.3	ทุ่งตำเสา	1	3	6.980998	100.338657	6:00:00	8:30:00
176	12 ม.4	ทุ่งใหญ่	1	3	6.996148	100.509571	6:00:00	8:30:00
187	16 ม.9	น้ำน้อย	1	3	7.083494	100.480848	6:00:00	8:30:00
215	60/1 ถ.ชุมแสง	บ้านพรุ	2	3	6.955088	100.474199	6:00:00	8:30:00
222	15 ถ.กาญจนวนิช ม.8	พะตง	1	3	6.835462	100.45289	6:00:00	8:30:00

จากตารางที่ 4.30 อธิบายได้ว่า ผู้รับบริการลำดับที่ 222 บ้านเลขที่ 60/1 ถ.ชุมแสง ตำบลบ้านพรุ ต้องการไปโรงพยาบาล 1 คน เวลาเฉลี่ยที่ใช้ขึ้นรถ 3 นาที ตำแหน่ง ละติจูด 6.835462 ลองจิจูด 100.45289 มารับในช่วงเวลา 6:00:00-8:30:00 น.

4.4.2 ข้อมูลของผู้ให้บริการ (Attributes for Depot)

โรงพยาบาลหาดใหญ่ซึ่งเป็นโรงพยาบาลในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข เป็นโรงพยาบาลศูนย์ขนาด 700 เตียง (เปิดดำเนินการ 640 เตียง) ที่ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานสากล ISO 9002 เป็นโรงพยาบาลที่มีผู้ประกันตนเลือกเป็นสถานพยาบาลหลักมาเป็นอันดับหนึ่งในจังหวัดสงขลา (ไม่จำกัดจำนวนผู้ประกันตน) และเป็นโรงพยาบาลที่รับส่ง

ผู้ป่วยประกันสังคมของโรงพยาบาลของรัฐบาลและเอกชนในเขตภาคใต้ตอนล่าง ตั้งอยู่เลขที่ 182 ถนนรัถการ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90110 กำหนดให้เป็น Depot

ตารางที่ 4.31 ข้อมูลของผู้ให้บริการ (Attributes for Depot)

ลำดับ	ชื่อ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด
1	Hadyai Hospital	182 Rattakarn Road Hatyai	7.0168275	100.4674387	6:00:00	16:00:00

จากตารางที่ 4.31 อธิบายได้ว่าผู้ให้บริการนั้นคือโรงพยาบาลหมายเลย 1 ที่อยู่ 182 Rattakarn Road Hatyai ตำบลหาดใหญ่ เปิดบริการตั้งแต่ช่วงเวลา 6:00:00-16:00:00 น. ที่ตำแหน่งละติจูด 7.0168275 ลองจิจูด 100.4674387

4.4.3 ข้อมูลรถให้บริการ (Routes)

รถบริการในแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้ออกแบบนั้นผู้วิจัยตั้งค่าจำนวนรถเป็นไม่จำกัดจากนั้นทำให้ซอร์ฟแวร์ทำการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยประกอบด้วย

(1) ความจุของรถแต่ละคัน (Capacity) =13 ที่นั่ง

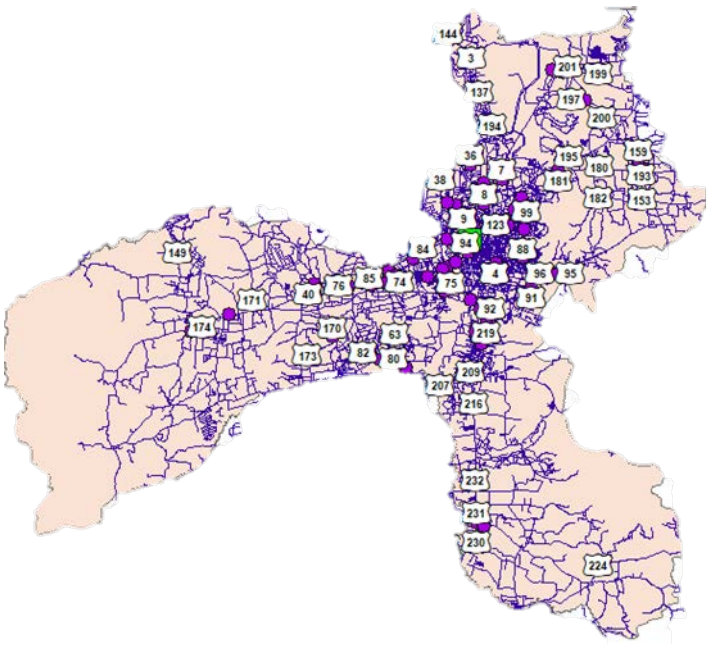
(2) จุดที่เริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการวิ่งรถ (Start-End Depot) คือโรงพยาบาลหาดใหญ่

(3) กรอบเวลาในการเริ่มและสิ้นสุดของการให้บริการ (Time start -Time End Service Time) คือ 08.00 -16.00 น

(4) เวลาที่รถสามารถออกก่อนเวลาหรือออกช้ากว่าเวลาที่กำหนดได้ (Earliest-Latest start) 06.00-06.00 น และเงื่อนไขอื่นๆตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3.2 และภาพที่ 3.7

4.4.4 ข้อมูลเครือข่ายถนน (Road Network)

เป็นข้อมูลเส้นทางทั้งหมดที่มีในตำบลประกอบด้วยเส้นสีน้ำเงินคือข้อมูลเส้นทางหลวง ทางหลวงชนบท ทางชุมชน และเส้นทางอื่นๆบนแผนที่และ ป้ายสีขาวระบุตัวเลขคือจุดที่ผู้รับบริการแต่ละที่อยู่ หลังจากทำการใส่ข้อมูลดังกล่าวหน้าในต่างของฐานข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะทำการแสดงจุดของแต่ละจุดของผู้รับบริการในจอแสดงผลดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาล (Demand Points) และข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network)

4.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analysis)

ทำการรวมเลเยอร์ของข้อมูลของประชากร (Demand Points) และข้อมูลของศูนย์บริการ (Depot) จากนั้นตั้งค่าการทำงานของซอร์ฟแวร์ตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนไว้ โดยใช้เกณฑ์ของลักษณะยานพาหนะโดยมี 1 โรงพยาบาล 232 ผู้ที่ต้องการมาโรงพยาบาล กำหนดรถบริการ ไม่กำหนดจำนวนเพื่อให้โปรแกรมหาค่าที่เหมาะสมที่สุด แต่ละคันโดยสารได้จำนวน 13 ที่นั่งไม่รวมคนขับ โดยต้นทุนการเดินทาง 2.37 บาทต่อกิโลเมตร และต้นทุนแรงงาน 200 บาทต่อเที่ยว โดยรถต้องออกไปให้บริการจากโรงพยาบาลเวลา 06:00:00 น.ดังนี้

Number of depots: 1, Number of customers: 232

Number of vehicles: - not set (NGV fuel vehicles)

Vehicle capacity: 13 seats/vehicles

Distance cost 2.37 bath/km (C_g+C_m)

Fixed cost 200 bath/Round, (C_l)

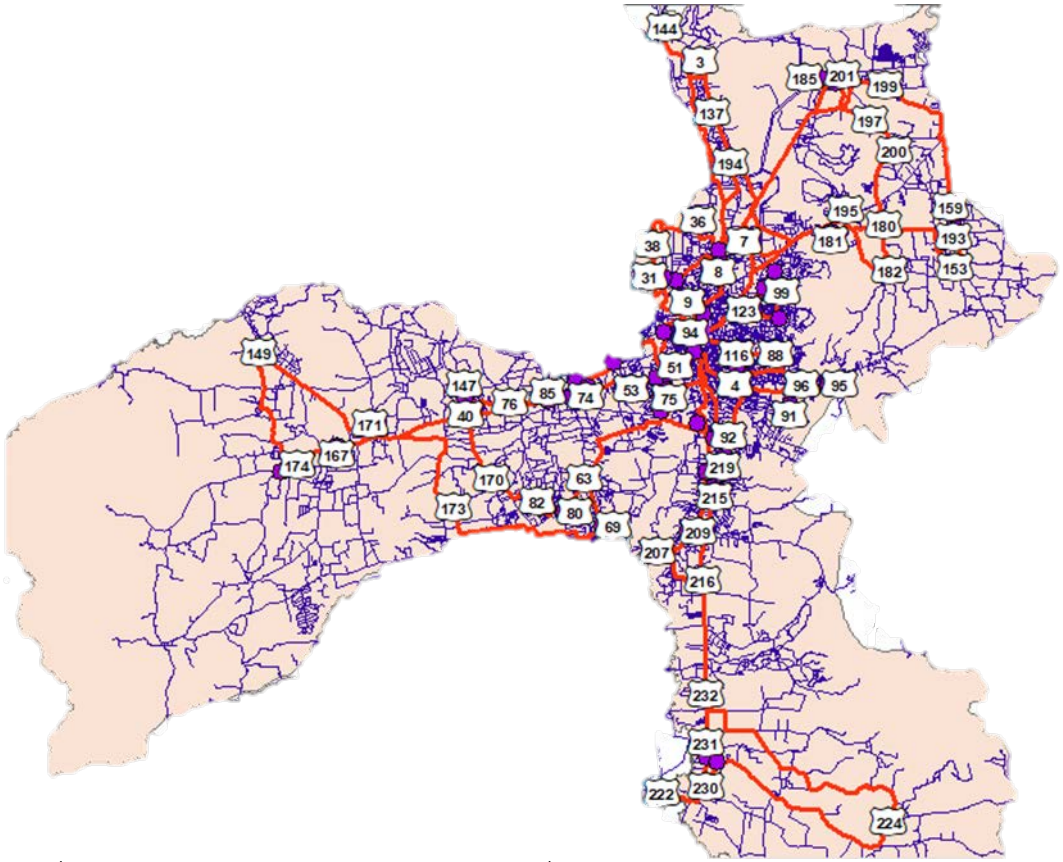
Earliest start 6 a.m., Latest start 6 a.m.

4.4.6 ผลลัพธ์จากการประมวลผล

โดยผลจะประกอบด้วย 3 รูปแบบที่นำเสนอคือ

(1) ใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือโรงพยาบาลหาดใหญ่

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า รถทั้งหมด 18 คันรับผู้รับบริการครบทั้ง 232 คนมาส่งที่โรงพยาบาลเส้นทางและตำแหน่งดังภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.32 สามารถอธิบายได้ว่า รถคันที่ 17 ออกจากโรงพยาบาล (H) แล้วไปรับผู้รับบริการที่ตำแหน่ง 228 223 231 221 226 227 222 230 225 229 224 232-220 ตามลำดับและกลับมายังโรงพยาบาล (H) เป็นระยะทาง 66.783 กิโลเมตร ต้นทุนทั้งหมด 358.28บาท จำนวนผู้โดยสาร 12 คน



ภาพที่ 4.8 เส้นทางของรถบริการแต่ละคันในการวิ่งรับผู้รับบริการของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาลวันที่ 4 เดือนเมษายน พ.ศ.2559

ตารางที่ 4.32 เส้นทางของรถบริการแต่ละคันในการวิ่งรับผู้รับบริการของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาลวันที่ 4 เดือนเมษายนพ.ศ. 2559 ตามลำดับ

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
1	H-94-65-52-33-25-18-12-10-9-2-5-H	5.965	214.14	12
2	H-77-46-45-44-43-42-67-55-58-208-51-H	10.684	225.32	11
3	H-123-103-101-113-99-115-111-98-98-122-112-120-118-H	14.819	235.12	13
4	H-27-23-13-140-139-21-6-34-1-17-16-11-8-H	12.331	229.22	13
5	H-116-106-175-96-93-125-119-114-108-10-5102-88-86-H	13.634	232.31	13
6	H-22-20-19-15-14-7-36-38-37-31-30-29-28-H	21.857	251.80	13
7	H-92-89-107-90-87-83-77-66-100-64-49-48-47-H	15.152	235.91	13
8	H-71-84-81-78-72-57-50-62-56-74-61-60-53-H	19.1	245.27	13
9	H-214-215-213-219-212-2218-217-210-206-202-127-121-110-H	17.213	240.79	13
10	H-188-187-186-184-141-138-136-134-177-35-32-26-24-H	26.856	263.65	13
11	H-211-205-204-207-203-216-209-126-91-95-124-176- 4-H	39.298	293.14	13
12	H-144-130-129-3-196-135-133-137-132-131-194-192-128-H	34.17	280.98	13

ตารางที่ 4.32 เส้นทางของรถบริการแต่ละคันในการวิ่งรับผู้รับบริการของประชากรผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่มารับบริการที่โรงพยาบาลวันที่ 4 เดือนเมษายนพ.ศ. 2559 ตามลำดับ(ต่อ)

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
13	H-181-178-189-190-195-179-180-200-197-198-201-183-185-H	41.906	299.32	13
14	H-80-39-82-170-143-147-54-76-73-85-79-70-68-H	34.364	281.44	13
15	H-169-163-167-171-162-161-173-172-168-69-63-41-H	53.172	326.02	12
16	H-153-152-151-193-191-158-159-157-156-155-154-150-199-H	42.299	300.25	13
17	H-228-223-231-221-226-227-222-230-225-229-224-232-220-H	66.783	358.28	13
18	H-117-59-40-149-148-146-145-142-166-164-160-174-104-H	53.013	325.64	13
รวม		522.62	4838.60	

ผลการคำนวณต้นทุนของภาพที่นำเสนอจากสมการต่อไปนี้

$$Transportation\,Cost = \left[\left(C_g + C_m\right)\times d\right] + \left(C_l \times R\right) \qquad (26)$$

โดย C_g=ค่าน้ำเชื้อเพลิง (บาทต่อกิโลเมตร)

C_m=ค่าบำรุงรักษา (บาทต่อกิโลเมตร)

C_l=ค่าแรงพนักงานขับรถ (บาทต่อรอบ)

d=ระยางทาง (กิโลเมตร)

R=จำนวนเที่ยว (รอบ)

สมการที่ 26 แสดงการคำนวณโดยมีรายละเอียดต่างๆดังนี้ ค่าเชื้อเพลิง NGV (C_g) คำนวณที่อัตรา 1.86 บาทต่อกิโลเมตร ค่าบำรุงรักษา (C_m) ประกอบด้วยค่าสารหล่อลื่นราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตรและ ค่ายาง

รถยนต์ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้น ทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าแรงงาน (C_l) 200 บาทต่อรอบ ซึ่งแบบที่ 1 ได้ระยะทางต่อปี 657,000 กิโลเมตร นำมาคำนวณต้นทุนการเดินทางได้ดังนี้

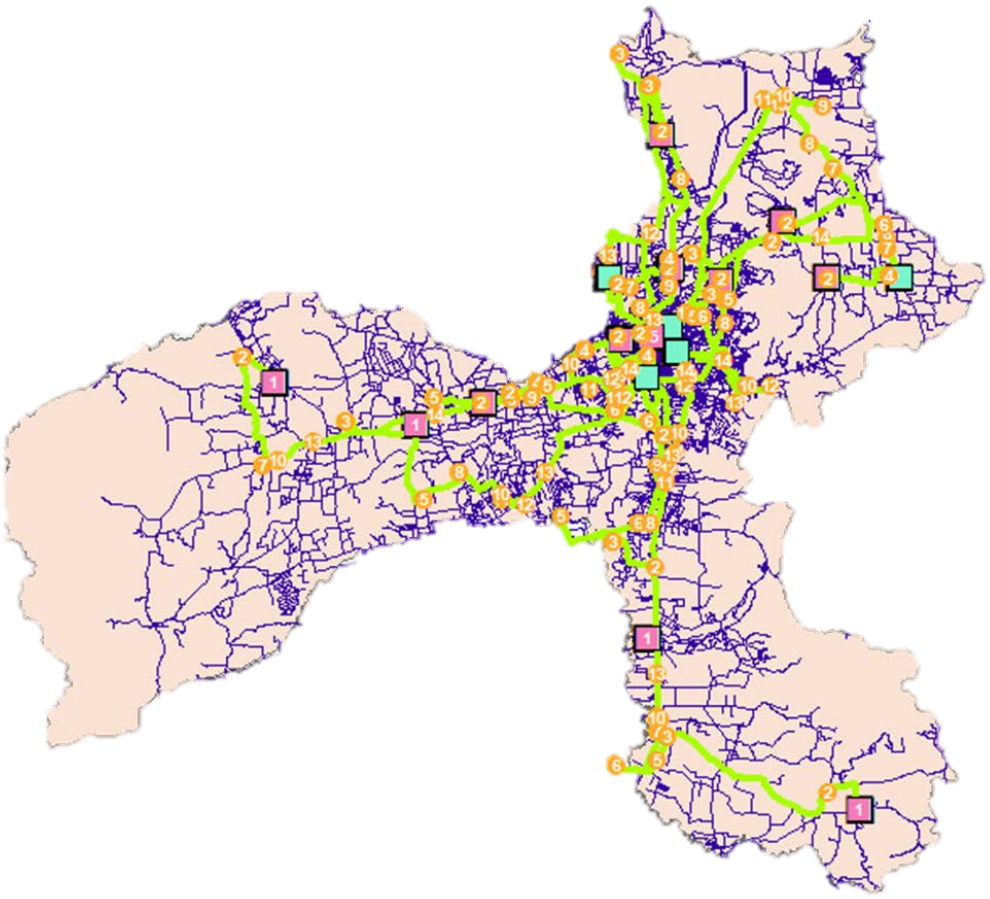
$$Transportation\,Cost = \left[\left(1.86 + 0.19 + 0.32\right) \times 657,000\right] + \left(200 \times 36 \times 365\right)$$

$$Transportation\,Cost = 4,185,090 \quad \text{บาทต่อปี}$$

หากคิดเป็นค่าโดยสารเฉลี่ยเป็นรายคนไป-กลับโดยการนำต้นทุนการขนส่งหารด้วยความถี่ต่อปี 155,911ครั้งต่อปี (ที่มา โรงพยาบาลหาดใหญ่) แล้วจะเท่ากับ 26 บาทต่อคนต่อรอบ และเทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางของสภาพปัจจุบัน เฉลี่ยตามอัตราค่าโดยสารรถขนส่งสาธารณะและค่าน้ำมันรถส่วนตัวสำหรับผู้ที่ขับรถมาโรงพยาบาลเองโดยเฉลี่ยค่าใช้จ่ายขาไปและขากลับโดยการนำต้นทุนการขนส่งหารด้วยความถี่ต่อปี 155,911ครั้งต่อปี (ที่มา โรงพยาบาลหาดใหญ่) แล้วเท่ากับประมาณคนละ 78 บาทต่อคนต่อรอบ หรือต้นทุนทั้งหมด 35,566,556.82 บาทต่อปี แนวทางการจัดการขนส่งแบบนี้สามารถประหยัดต้นทุนการขนส่งโดยรวมลดลงเหลือ 4,185,090 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 88.23 โดยในงานวิจัยนี้ผู้จัยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของจำนวนผู้มารับบริการในรอบหนึ่งปีแล้วนำมาคิดแบบรายวันเพื่อทำการวางแผนการขนส่งนี้ซึ่งจำนวนเฉลี่ยของผู้รับบริการต่อวันประมาณ 200-600 คน

(2) ผลจากการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อนำตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุดจากนั้นใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของศูนย์บริการรับ-ส่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) โดยใช้ผลของรัศมีครอบคลุม 3 กิโลเมตรเนื่องจากมีร้อยละของรัศมีคลอบคลุม 77.83 ถือว่าเหมาะสมเพราะรถบริการขับภายในรัศมีแค่ 3 กิโลเมตร ไม่ไกลมากสำหรับการไปรับคนในพื้นที่ 3 กิโลเมตร จึงเป็นเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือก

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า รถทั้ง 18 คันรับผู้รับบริการครบทั้ง 232 คนมาส่งที่โรงพยาบาล เส้นทางและตำแหน่งดังภาพที่ 4.9 และตารางที่ 4.33 สามารถอธิบายได้ว่า รถคันที่ 10 ออกจากจุดจอดตำแหน่ง รพ.สต.คูเต่า (Ku tao)แล้วไปรับผู้รับบริการที่ตำแหน่ง 137 144 130 129 2 9 65 52 33 25 18 12 และ10 ตามลำดับและมาส่งที่งโรงพยาบาล (H) เป็นระยะทาง 21.88 กิโลเมตร ต้นทุนทั้งหมด 251.86 บาท จำนวนผู้โดยสาร 13 คน และผลของเส้นทางอื่นๆดังตารางที่ 4.33



ภาพที่ 4.9 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP)

ตารางที่ 4.33 เส้นทางและต้นทุนของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งศูนย์บริการรถรับ-ส่ง จากผล LAP

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
1	Khu tao -3-196-135-133-132-131-194-192-188-187-186-184-141-H	16.76	239.719	13
2	H4-104-71-84-78-72-57-50-62-53-59-58-208-H	13.89	232.922	13
3	Kho hong-115-35-32-26-24-22-20-19-15-14-7-120-118-H	8.53	220.216	13

ตารางที่ 4.33 เส้นทางและต้นทุนของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งศูนย์บริการรถรับ-ส่ง จากผล LAP (ต่อ)

4	patong-224-229-225-230-222-227-226-221-231-223-228-232-220-H	39.87	294.494	13
5	Ban pru-216-207-203-69-205-204-209-211-214-215-213-219-212-H	29.52	269.955	13
6	Nam noi-195-190-189-150-159-200-197-199-201-185-183-198-112-H	35.89	285.052	13
7	Tung yai-182-179-153-152-151-193-191-158-157-156-155-154-180-H	22.21	252.628	13
8	Tung tam sao-161-171-162-173-172-168-170-165-82-39-80-63-41-H	31.63	274.965	13
9	Cha lung-149-148-146-145-142-166-164-1660-174-169-163-167-40-H	29.87	270.794	13
10	Ku tao-137-144-130-129-2-9-65-52-33-25-18-12-10-H	21.88	251.858	13
11	Nam noi-181-178-177-113-99-101-103-114-108-105-102-88-86-H	15.12	235.827	13
12	Klong hae-34-1-140-139-21-6-138-136-134-128-36-38-37-H	18.97	244.959	13
13	Kuan lang-76-54-143-147-79-70-68-74-61-67-75-119-125-H	23.27	255.14	13
14	H-31-30-29-28-27-23-13-17-16-11-8-5-H	11.22	226.584	12
15	H-109-94-117-55-64-49-48-47-46-45-44-43-42-H	12.26	229.063	13
16	H-218-127-121-110-107-90-87-83-77-66-217-51-H	12.28	229.094	12

ตารางที่ 4.33 เส้นทางและต้นทุนของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งศูนย์บริการรถรับ-ส่ง จากผล LAP (ต่อ)

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
17	kuanlang-85-73-56-60-100-206-202-92-89-4-106-116-H	19.72	246.727	13
18	Kho hong-97-111-98-122-123-96-175-93-176-124-95-126-91-H	21.15	250.121	13
รวม		384.017	4,510.12	

จากตารางที่ 4.33 ผลจากการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อนำตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุดจากนั้นใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของศูนย์บริการรับ-ส่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) ได้ระยะทางของข้อมูลวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2559 รวมระยะทาง 384.017 และต้นทุนทั้งหมด 4,510.12 บาทซึ่งผลจากการคำนวณของข้อมูลทั้งปีได้ระยะทางรวม 512,331.65 กิโลเมตร

จากสมการที่ 26 สามารถคำนวณโดยมีรายละเอียดต่างๆดังนี้ ค่าเชื้อเพลิง NGV (C_g) คำนวณที่อัตรา 1.86 บาทต่อกิโลเมตร ค่าบำรุงรักษา (C_m) ประกอบด้วยค่าสารหล่อลื่นราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตรและค่ายางรถยนต์ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้น ทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าแรงงาน (C_l) 200 บาทต่อรอบได้ดังนี้

$$Transportation\,Cost = \left[\left(1.86 + 0.19 + 0.32\right) \times 512{,}331.65\right] + \left(200 \times 36 \times 365\right)$$

$$Transportation\,Cost = 3{,}842{,}226 \quad \text{บาทต่อปี}$$

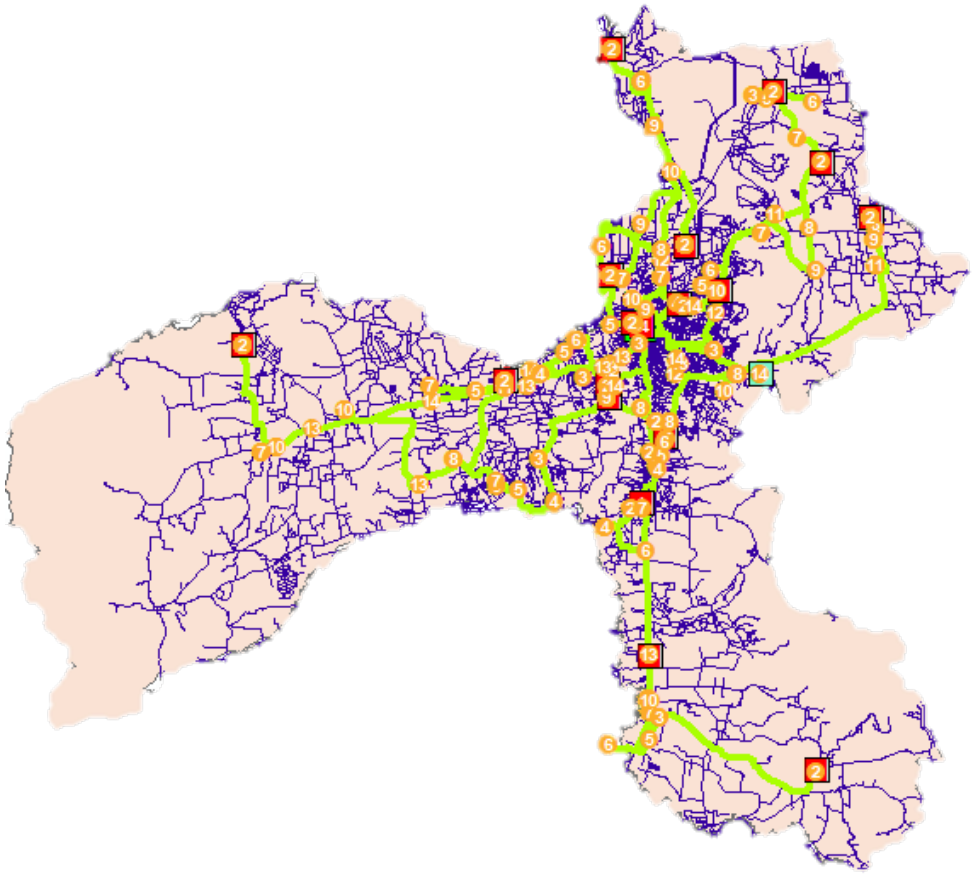
(3) ใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก

ตารางที่ 4.34 เส้นทางของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
1	149-148-146-145-142-166-160-174-169-163-167-40-H	27.68	265.60	13
2	144-130-129-3-196-135-133-137-132-131-136-134-128-H	18.45	243.73	13
3	201-185-183-198-199-197-180-182-179-195-190-189-123-H	31.37	274.35	13
4	224-229-225-230-222-227-226-221-231-223-228-232-220-H	37.09	287.90	13
5	218-217-210-175-96-93-176-124-126-91-4-106-116-H	27.65	265.53	13
6	205-204-207-203-216-209-45-44-43-42-55-208-51-H	20.89	249.51	13
7	206-202-127-121-110-107-100-64-49-48-47-46-75-H	13.91	232.97	13
8	109-117-94-104-38-37-140-139-21-6-34-1-H	18.38	243.56	12
9	35-32-26-24-22-20-19-15-14-7-184-141-1358-H	13.44	231.85	13
10	67-53-60-62-84-81-78-72-57-50-71-59-58-H	14.22	233.70	13
11	200-125-119-114-108-105-102-5-65-52-33-25-H	34.34	281.39	12
12	85-73-54-76-143-147-161-162-171-168-172-173-68-H	31.32	274.23	13

ตารางที่ 4.34 เส้นทางของการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลาโดยกำหนดจุดเริ่มต้น คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก(ต่อ)

เส้นทางที่	ลำดับการรับผู้ใช้บริการ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผู้โดยสาร
13	41-63-69-80-39-82-170-165-70-79-61-74-56-H	7.29	217.28	13
14	122-112-120-118-8-17-16-11-18-12-10-9-2-H	16.92	240.10	13
15	31-30-29-28-27-23-13-39-194-188-187-186-H	12.31	229.17	13
16	211-214-215-213-212-92-89-90-87-83-77-66-H	19.2	245.50	13
17	101-97-98-111-115-181-178-177-113-99-103-88-86-H	20.64	248.92	13
18	159-157-156-155-154-150-158-193-191-153-152-151-95-H	20.16	247.78	13
รวม		385.26	4,513.07	



ภาพที่ 4.10 การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น เป็นตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก

ผลจากการวิเคราะห์จากภาพที่ 4.34 สามารถอธิบายได้ว่า รถทั้ง 18 คันรับผู้รับบริการครบทั้ง 232 คน มาส่งที่โรงพยาบาลตามเส้นทางและตำแหน่งในตารางที่ 4.9 ยกตัวอย่างเช่น รถคันที่ 18 ออกจากจุดจอดไปรับผู้รับบริการที่ตำแหน่ง 159 157 156 155 154 150 158 193 191 153 152 151 และ 95 ตามลำดับแล้วมาส่งที่โรงพยาบาล (H) เป็นระยะทาง 20.16 กิโลเมตร ต้นทุนทั้งหมด 247.78 บาท จำนวนผู้โดยสาร 13 คน และเส้นทางอื่นๆดังตารางที่ 4.7

ผลจากใช้การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก ของข้อมูลวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2559 รวมระยะทาง 385.26 และต้นทุนทั้งหมด 4,513.07บาทซึ่งผลจากการคำนวณของข้อมูลทั้งปี ได้ระยะทางทั้งปี 513,989.98 กิโลเมตร

จากสมการที่ 26 สามารถคำนวณโดยมีรายละเอียดต่างๆดังนี้ ค่าเชื้อเพลิง NGV (C_g) คำนวณที่อัตรา 1.86 บาทต่อกิโลเมตร ค่าบำรุงรักษา (C_m) ประกอบด้วยค่าสารหล่อลื่นราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตรและค่ายางรถยนต์ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้น ทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าแรงงาน (C_l) 200 บาทต่อรอบได้ดังนี้

$$Transportation\,Cost = \left[\left(1.86 + 0.19 + 0.32\right) \times 513{,}989.98\right] + \left(200 \times 36 \times 365\right)$$

$$Transportation\,Cost = 3{,}846{,}156.25 \quad \text{บาทต่อปี}$$

จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 รูปแบบคือ

(1) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือ โรงพยาบาล

(2) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อนำตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุด โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของศูนย์บริการรับ-ส่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP)

(3) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรกสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.35 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.35 สรุปผลจากการวิเคราะระยะทางและต้นทุน

แบบที่	ระยะทาง ไป-กลับ (กิโลเมตรต่อปี)	ต้นทุน ไป-กลับ (บาทต่อปี)
สภาพปัจจุบัน	2,619,334.80	35,566,556.82
1	657,000.00	4,185,090
2	512,331.65	3,842,226
3	513,989.98	3,846,156.25

จากตารางที่ 4.35 สรุปได้ว่า สภาพปัจจุบันระยะทางไปกลับ 2,619,334.80 กิโลเมตรต่อปี และต้นทุนการขนส่ง 35,566,556.82 บาทต่อปี ส่วนรูปแบบที่นำเสนอ แบบที่ 1 สามารถลดระยะทางไปกลับเหลือ 657,000.00 กิโลเมตรต่อปี และต้นทุนการขนส่ง 4,185,090 บาทต่อปี แบบที่ 2 สามารถลดระยะทางไปกลับเหลือ 512,331.65 กิโลเมตรต่อปี และต้นทุนการขนส่ง 3,842,226 บาทต่อปี แบบที่ 3 สามารถลดระยะทางไปกลับเหลือ 513,989.98 กิโลเมตรต่อปี และต้นทุนการขนส่ง 3,846,156.25 บาทต่อปี

4.5 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและการลงทุน

จากผลการทดลองการวางแผนการขนส่งโดยใช้ VRTPW พบว่า ต้องใช้รถจำนวนวันละ 18 คันเพื่อรองรับความต้องการของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอแผนการลงทุนทั้งหมด 2 แบบ คือ การที่ซื้อรถเพื่อมาให้บริการ กับการใช้รถจากภายนอก (Outsource Vehicles)

4.5.1 การประเมินต้นทุน

แบบที่ 1 ต้นทุนการขนส่งประกอบด้วย

(1) ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน ราคา 21,744,000 บาท (ที่มา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด) ดูภาพที่ ข.1 ประกอบในภาคผนวก ข

(2) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงประกอบด้วย

(1) ค่ายางรถยนต์ YOKOHAMA Decible E70 ราคา 3,200 บาทต่อเส้นมีอายุการใช้งาน 40,000 กิโลเมตรต่อ 4 เส้นต้นทุนรวม 0.32 บาทต่อกิโลเมตร (ที่มา http://www.yokohamathailand.com/Yokohama-ADVANdB.html)

(2) ค่าสารหล่อลื่น TOYOTA 5w-40 SN 4Lราคา 1,902 บาทต่อ 4 ลิตร ทำการเปลี่ยนครั้งละ 4 ลิตรทุกๆ10,000 กิโลเมตรคิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

(3) ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร

คำนวณจากราคาเชื้อเพลิง NGV 13 บาทต่อลิตร และอัตราสิ้นเปลือง NGVข องรถยนต์ Commuter FIRST CLASS ดีเซล 3.0 M/T เท่ากับ7 กม./ลิตร (ที่มา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด)

โดยเกณฑ์การคิดราคาโดยสารจะคิดตาม อ้างอิงตามประกาศกรมการขนส่งทางบกเรื่อง อัตราค่าโดยสาร รถโดยสารประจำทาง หมวด 1 รถตู้ กทม หมวด2 และ หมวด3 เริ่มใช้ 10 ก.พ.58 ในงานวิจัยนี้ใช้รถประเภท ม.2 (จ)(รถตู้) โดยเกณฑ์การคิดบนพื้นฐานประกาศที่กล่าวมาข้างต้น โดยแบ่งราคาเป็นช่วงระยะทาง 3 ช่วงเช่นตำบลฉลุง พะตงและทุ่งตำเสาราคาไป-กลับ 90 ตำบลบ้านพรุน้ำน้อย ราคาไป-กลับ 70 และตำบลอื่นๆตามตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 การคิดราคาโดยสารและรายรับต่อปี

ลำดับ	ตำบล	ไป กลับ (กิโลเมตร)	ราคาไป-กลับ (บาท)	ความถี่ (ครั้งต่อปี)	รายได้ต่อปี (บาท)
1	คลองอู่ตะเภา	13.2	50	1,432	71,600
2	ควนลัง	24	50	13,150	657,500
3	คอหงส์	14	50	13,276	663,800
4	คูเต่า	39	70	4,273	299,110
5	ฉลุง	59.4	90	2,236	201,240
6	ท่าข้าม	35.2	70	2,710	189,700
7	ทุ่งตำเสา	62.4	90	4,762	428,580
8	ทุ่งใหญ่	30.2	70	2,047	143,290
9	น้ำน้อย	40.4	70	5,612	392,840
10	บ้านพรุ	36.8	70	6,608	462,560
11	พะตง	68.2	90	3,522	316,980
12	หาดใหญ่	6	50	83,250	4,162,500
13	คลองแห	10.4	50	13,033	651,650
รวม			155,911	8,641,350	

4.5.2 การวิเคราะห์ด้านการเงินและการประมาณการเงินลงทุนโครงการ

แบบที่ 1.1 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 155,911 คน (ร้อยละ 100) ระยะทางรวม 657,000 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

รายจ่าย

ปีที่ 0.ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T

ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน มูลค่ารวม 21,744,000 บาท

ปีที่ 1-10

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.1902 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x657,000= 335,201.40 บาท

.ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร

1.86 x657,000= 1,222,020 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (36 รอบต่อวัน) 200x36x365= 2,628,000 บาท

รายจ่ายรวม 4,185,221.40 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 100 % ได้จำนวน 8,641,350 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 รายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 และการคำนวณ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
0	21,744,000.00		-21,744,000.00	-21,744,000.00	-21,744,000.00	-21,744,000.00
1	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	4,051,026.00	-17,287,871.40	-17,692,974.00
2	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	3,682,750.91	-12,831,742.80	-14,010,223.09
3	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	3,347,955.37	-8,375,614.20	-10,662,267.72
4	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	3,043,595.79	-3,919,485.60	-7,618,671.93
5	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	2,766,905.27	536,643.00	-4,851,766.66
6	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	2,515,368.42	4,992,771.60	-2,336,398.24
7	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	2,286,698.57	9,448,900.20	-49,699.67
8	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	2,078,816.88	13,905,028.80	2,029,117.21
9	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	1,889,833.53	18,361,157.40	3,918,950.74
10	4,185,221.40	8,641,350	4,456,128.60	1,718,030.48	22,817,286.00	5,636,981.21
IRR			15.74%			6.93 ปี (year)
NPV			5,636,981.21			
PB		4.76	ปี (year)			

จากตารางที่ 4.37 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 100 % ได้ IRR 16.42% NPV 6,328,031.55 บาท และระยะเวลาการคืนทุน 4.76 ปี (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 1.2 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 80 % ระยะทางรวม 525,600 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 0.ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T

ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน มูลค่ารวม 21,744,000 บาท

ปีที่ 1-10

รายจ่ายประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.1902 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x525,600 = 268,161.12 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x525,600 = 977,616 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (29 รอบต่อวัน) รวม 200x29x365= 2,102,400 บาทรายจ่ายรวม 3,348,177.12 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 80 % ได้จำนวน 6,913,080 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 และการคำนวณระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
0	21,744,000		-21,744,000	-21,744,000.00	-21,744,000	-21,744,000.00
1	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	3,240,820.80	-18,179,097.12	-18,503,179.20
2	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	2,946,200.73	-14,614,194.24	-15,556,978.47
3	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	2,678,364.30	-11,049,291.36	-12,878,614.18
4	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	2,434,876.63	-7,484,388.48	-10,443,737.54
5	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	2,213,524.21	-3,919,485.60	-8,230,213.33
6	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	2,012,294.74	-354,582.72	-6,217,918.59
7	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	1,829,358.85	3,210,320.16	-4,388,559.74
8	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	1,663,053.50	6,775,223.04	-2,725,506.23
9	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	1,511,866.82	10,340,125.92	-1,213,639.41
10	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88	1,374,424.38	13,905,028.80	160,784.97
IRR			10.17%			9.80 ปี(year)
NPV			160,784.97			
PB		6.10	years			
i=10%						

จากตารางที่ 4.38 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 80 % ได้ IRR 10.17% NPV 160,784.97 บาท และระยะเวลาการคืนทุน 6.10 ปี (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 1.3 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % ระยะทางรวม 459,900 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

รายจ่าย

ปีที่ 0.ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T

ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน มูลค่ารวม 21,744,000 บาท

ปีที่ 1-10

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.1902 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x459,900 = 234,640 บาท

.ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x459,900= 855,414 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (26 รอบต่อวัน) 200x26x365

รวม 1,839,600 บาท รายจ่ายรวม 2,929,654.98 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % ได้จำนวน 6,048,945 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 70 และระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
0	21,744,000		-21,744,000	-21,744,000.00	-21,744,000	-21,744,000.00
1	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	2,835,718.20	-18,624,709.98	-18,908,281.80
2	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	2,577,925.64	-15,505,419.96	-16,330,356.16
3	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	2,343,568.76	-12,386,129.94	-13,986,787.40
4	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	2,130,517.05	-9,266,839.92	-11,856,270.35
5	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,936,833.69	-6,147,549.90	-9,919,436.66
6	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,760,757.90	-3,028,259.88	-8,158,678.77

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
7	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,600,689.00	91,030.14	-6,557,989.77
8	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,455,171.82	3,210,320.16	-5,102,817.95
9	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,322,883.47	6,329,610.18	-3,779,934.48
10	2,929,654.98	6,048,945	3,119,290.02	1,202,621.33	9,448,900.20	-2,577,313.15
IRR			7.16%			11.86 ปี(year)
NPV			-2,577,313.15			
PB		6.97	years			
i=10%						

จากตารางที่ 4.39 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % ได้ IRR 7.16% NPV -2,577,313.15 บาท และระยะเวลาการคืนทุน 6.97ปี (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 1.4 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % ระยะทางรวม 394,200 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

รายจ่าย

ปีที่ 0.ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T

ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน มูลค่ารวม 21,744,000 บาท

ปีที่ 1-10

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x394,200= 201,120 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x394,200 = 733,212 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (22 รอบต่อวัน) 200x22x365 รวม 1,576,800 บาท รายจ่ายรวม 2,511,132.84 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % ได้จำนวน 5,184,810 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 60 และระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
0	21,744,000		-21,744,000	-21,744,000.00	-21,744,000	-21,744,000.00
1	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	2,430,615.60	-19,070,322.84	-19,313,384.40
2	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	2,209,650.55	-16,396,645.68	-17,103,733.85
3	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	2,008,773.22	-13,722,968.52	-15,094,960.63
4	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,826,157.48	-11,049,291.36	-13,268,803.16
5	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,660,143.16	-8,375,614.20	-11,608,660.00
6	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,509,221.05	-5,701,937.04	-10,099,438.94
7	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,372,019.14	-3,028,259.88	-8,727,419.80
8	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,247,290.13	-354,582.72	-7,480,129.67
9	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,133,900.12	2,319,094.44	-6,346,229.56
10	2,511,132.84	5,184,810	2,673,677.16	1,030,818.29	4,992,771.60	-5,315,411.27
IRR			3.95%			14.60 ปี(year)
NPV			-5,315,411.27			
PB		8.13	years			
i=10%						

จากตารางที่ 4.40 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % ได้ IRR 3.95% NPV -5,315,411.27 บาท และระยะเวลาการคืนทุน 8.13 ปี (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 1.5 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % ระยะทางรวม 328,500 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

รายจ่าย

ปีที่ 0.ยานพาหนะ รถยนต์ TOYOTA Commuter FIRST CLASS 3.0 M/T

ราคา 1,208,000 บาทต่อคัน 18 คัน มูลค่ารวม 21,744,000 บาท

ปีที่ 1-10

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.1902) x328,500 = 167,600.70 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x328,500 = 611,010 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (18 รอบต่อวัน) 200x18x365 รวม 1,314,000 บาท รายจ่ายรวม 2,092,610.70 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % ได้จำนวน 2,228,064 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 กระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 1 กรณีมีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 และการคำนวณระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	Balance	DPB
0	21,744,000		-21,744,000	-21,744,000.00	-21,744,000.00	-21,744,000.00
1	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	2,082,313.64	-19,453,455.00	-19,661,686.36
2	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	2,025,513.00	- 19,515,935.70	- 19,718,487.00
3	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,841,375.45	- 17,287,871.40	- 17,877,111.55
4	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,673,977.69	- 15,059,807.10	- 16,203,133.86
5	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,521,797.90	- 12,831,742.80	- 14,681,335.96
6	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,383,452.63	- 10,603,678.50	- 13,297,883.33
7	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,257,684.21	- 8,375,614.20	- 12,040,199.12
8	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,143,349.28	- 6,147,549.90	- 10,896,849.83
9	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	1,039,408.44	- 3,919,485.60	- 9,857,441.40
10	2,092,610.70	4,320,675	2,228,064.30	944,916.76	- 1,691,421.30	- 8,912,524.63
IRR			0.45%			18.43 ปี(year)
NPV			-8,053,509.39			
PB		9.76	ปี(year)			
i=10%						

จากตารางที่ 4.41 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % ได้ IRR 0.45% NPV -8,053,509.39บาท และระยะเวลาการคืนทุน 9.76 ปี (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 2.1 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 155,911 คน (100 %) ระยะทางรวม 657,000 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 1-10

ใช้ยานพาหนะจากภายนอกไม่มีการซื้อ (Outsourcing)

รายจ่ายประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x657,000= 335,201 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x657,000= 1,222,020 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (36 รอบต่อวัน) 200x36x365 รวม 2,628,000 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 100 % ได้จำนวน 8,641,350 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.42

ตารางที่ 4.42 แสดงรายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 ไม่มีการซื้อยานพาหนะ โดยมีผู้รับบริการ ร้อยละ 100

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสดบาท)
1	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
2	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
3	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
4	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
5	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
6	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
7	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
8	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
9	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60
10	4,185,221.40	8,641,350.00	4,456,128.60

จากตารางที่ 4.42 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 100 % จะได้กำไรปีละ 4,456,128.60 บาท (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 2.2 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการ 80 % ระยะทางรวม 525,600 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 1-10

ใช้ยานพาหนะจากภายนอกไม่มีการซื้อ (Outsourcing)

รายจ่ายประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.1902 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x525,600 = 268,161.12 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x525,600 = 977,616 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (29 รอบต่อวัน) รวม 200x29x365= 2,102,400 บาทรายจ่ายรวม 3,348,177.12 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 80 % ได้จำนวน 6,913,080 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 แสดงรายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 ไม่มีการซื้อยานพาหนะ โดยมีผู้รับบริการ ร้อยละ 80

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสด (บาท)
1	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
2	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
3	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
4	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
5	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
6	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
7	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
8	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
9	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88
10	3,348,177.12	6,913,080.00	3,564,902.88

จากตารางที่ 4.43 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 80 % จะได้กำไรปีละ 3,564,902.88 บาท (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 2.3 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % ระยะทางรวม 459,900 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 1-10

ใช้ยานพาหนะจากภายนอกไม่มีการซื้อ (Outsourcing)

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.1902 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x459,900 = 234,640 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x459,900 = 855,414 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (26 รอบต่อวัน) 200x26x365

รวม 1,839,600 บาท รายจ่ายรวม 2,929,654.98 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % ได้จำนวน 6,048,945 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 แสดงรายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการร้อยละ 70 ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสด(บาท)
1	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
2	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
3	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
4	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
5	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
6	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
7	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
8	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
9	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02
10	2,929,654.98	6,048,945.00	3,119,290.02

จากตารางที่ 4.44 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 70 % จะได้กำไรปีละ 3,119,290.02 บาท (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 2.4 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % ระยะทางรวม 394,200 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 1-10

ใช้ยานพาหนะจากภายนอกไม่มีการซื้อ (Outsourcing)

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.19) x394,200= 201,120 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x394,200 = 733,212 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (22 รอบต่อวัน) 200x22x365 รวม 1,576,800 บาท รายจ่ายรวม 2,511,132.84 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % ได้จำนวน 5,184,810 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.45

ตารางที่ 4.45 แสดงรายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการร้อยละ 60 ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสด(บาท)
1	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
2	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
3	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
4	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
5	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
6	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
7	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
8	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
9	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16
10	2,511,132.84	5,184,810.00	2,673,677.16

จากตารางที่ 4.45 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 60 % จะได้กำไรปีละ 2,673,677.16 บาท (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข)

แบบที่ 2.5 ผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % ระยะทางรวม 328,500 กิโลเมตร โดยค่าใช้จ่ายต่างๆประกอบด้วย

ปีที่ 1-10

ใช้ยานพาหนะจากภายนอกไม่มีการซื้อ (Outsourcing)

ประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง ประกอบด้วยค่ายางรถยนต์คิดเป็น 0.32 บาทต่อกิโลเมตร ค่าสารหล่อลื่น คิดเป็น 0.19 บาทต่อกิโลเมตร

รวม (0.32+0.1902) x328,500 = 167,600.70 บาท

ค่าเชื้อเพลิง NGV 1.86 บาทต่อกิโลเมตร 1.86 x328,500 = 611,010 บาท

ค่าจ้างคนขับ 200 บาทต่อรอบ (18 รอบต่อวัน) 200x18x365 รวม 1,314,000 บาท รายจ่ายรวม 2,092,610.70 บาท

รายรับ

รายได้จากการเก็บค่าโดยสาร จากตารางที่ 4.36 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % ได้จำนวน 2,228,064 บาทต่อปี โดยแสดงกระแสเงินสดในตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 แสดงรายละเอียดประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแบบที่ 2 กรณีมีผู้รับบริการร้อยละ 50 ที่อัตราดอกเบี้ย i=10%

ปี	รายจ่าย(บาท)	รายรับ(บาท)	กระแสเงินสด(บาท)
1	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
2	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
3	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
4	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
5	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
6	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
7	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
8	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
9	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30
10	2,092,610.70	4,320,675.00	2,228,064.30

จากตารางที่ 4.46 กรณีผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ใช้บริการจำนวน 50 % จะได้กำไรปีละ 2,290,545 บาท (ดูกราฟกระแสเงินสดได้ที่ภาคผนวก ข) หลังจากได้จัดทำประมาณการกระแสเงินสดของโครงงการเป็นเวลา 10 ปีของทั้งสองแบบที่นำเสนอได้ผลดังตารางที่ 4.37-4.46 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.47 ดังนี้

ตารางที่ 4.47 สรุปผลการวิเคร์ทางการเงิน

แบบที่	รายละเอียด	PB ปี (year)	DPB ปี(year)	NPV (บาท)	IRR
แบบที่ 1.1	ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100	4.88	6.93	5,636,981.21	15.74%
แบบที่ 1.2	ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 80	6.10	9.80	160,784.97	10.17%
แบบที่ 1.3	ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 70	6.97	11.86	-2,577,313.15	7.16%
แบบที่ 1.4	ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 60	8.13	14.60	-5,315,411.27	3.95%
แบบที่ 1.5	ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 50	9.76	18.43	-8,053,509.39	0.45%
แบบที่ 2.1	ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100	จะได้ผลกำไรปีละ 4,456,128.60 บาท			
แบบที่ 2.2	ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 80	จะได้ผลกำไรปีละ 3,119,290.02 บาท			
แบบที่ 2.3	ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 70	จะได้ผลกำไรปีละ 3,564,902.88 บาท			
แบบที่ 2.4	ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 60	จะได้ผลกำไรปีละ 2,673,677.16 บาท			
แบบที่ 2.5	ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 50	จะได้ผลกำไรปีละ 2,228,064.30 บาท			

โดยระยะเวลาคืนทุนจะขึ้นกับปริมาณการใช้บริการของผู้สูงอายุหากปริมาณการใช้บริการมากระยะเวลาการคืนทุนจะเร็วโดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้

เกณฑ์การตัดสินใจของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) สำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบก็ไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน โดยทั้งแบบที่ 1.1 และ 1.2 มีค่าของ NPV เป็น + จึงน่าสนใจที่จะลงทุน และโครงการแบบที่ 2 โครงการจะมีกำไรต่อปี 4,456,128.60 บาท เหมาะที่ทำโครงการอย่างยิ่ง

เกณฑ์การตัดสินใจอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ MARR คืออัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจ (Minimum attractive rate of return, MARR) ซึ่งส่วนมากค่า MARR จะกำหนดจาก อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ MARR=10 % จากผลการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่ากรณีที่มีผู้ใช้บริการร้อยละ 100 80 และ แบบที่ไม่ซื้อรถ เท่านั้นที่เหมาะสมในการลงทุน

4.6 ผลการเปรียบเทียบลักษณะการเดินทางของผู้สูงอายุในสภาพปัจจุบันและรูปแบบที่นำเสนอ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบกับนำเสนอรูปแบบการให้บริการสำหรับผู้สูงอายุโดยจะเรียกว่าการวางแผนการขนส่งจากบ้านไปยังโรงพยาบาลหรือ (HHTP) ให้เห็นได้ชัดขึ้นโดยมีเกณฑ์ต่างๆดังตารางที่ 4.48 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.48 การเปรียบเทียบการขนส่งสาธารณะต่างๆในอำเภอหาดใหญ่และ **HHTP**

	ตุ๊กตุ๊ก	**สองแถว**	**รถตู้**	**แท็กซี่**	**HHTP**
ตารางเวลาเดินรถ	ไม่มี	ไม่แน่นอน	มีแต่ขึ้นกับจำนวนผู้โดยสาร	ไม่มี	มีตารางเวลาที่แน่นอน
การเข้าถึง	เฉพาะในทน.หาดใหญ่	เฉพาะทางสายหลัก	เฉพาะเส้นทางที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด	ง่าย	ง่ายมาก
ราคา	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	สูงมาก	ปานกลาง
Door to Door Service	✘	✘	✘	✓	✓

จากตารางที่ 4.48 อธิบายได้ว่า การขนส่งสาธารณะต่างๆมีข้อจำกัดเช่น ตุ๊กตุ๊ก มีเฉพาะในเทศบาลนครหาดใหญ่เท่านั้น และไม่มีตารางเวลาที่ชัดเจน เช่นเดียวกับรถสองแถวแต่รถสองแถวจะมีบริการเฉพาะถนนสายหลักเท่านั้นเช่นเดียวกับรถตู้ที่บริการเฉพาะเส้นทางที่กรมการขนส่งทางบกกำหนดไม่สามารถออกนอกเส้นทางได้ แต่แท็กซี่มีการเข้าถึงง่ายและสะดวกแต่ค่าโดยสารสูงมากทั้งนี้ผู้วิจัยเลยนำเสนอรูปแบบการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทางโดยนำข้อจำกัดของรูปแบบการขนส่งปัจจุบันมาปรับปรุงให้เหมาะสมจึงได้รูปแบบการขนส่ง HHTP ที่มีตารางเดินรถแน่นอน การเข้าถึงง่าย ราคาที่เหมาะสม และที่สำคัญเป็นบริการแบบประตูถึงประตูตามผลของแบบสอบถามที่วิจัยได้ทำการลงพื้นที่สำรวจที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากผลการศึกษาการวางแผนการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ: กรณีศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สามารถสรุปได้ว่าสภาพการเดินทางในปัจจุบันของผู้สูงอายุจะเดินทางมายังโรงพยาบาลเองหรือกับบุคคลในครอบครัวโดยเฉลี่ย 450 คนต่อวันซึ่งมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 228 บาทต่อคน

สรุปผลของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location-Allocation) ถ้ากำหนด รัศมีการครอบคลุม (impedance cutoff) ที่ 1 กิโลเมตร จะครอบคลุมประชากรทั้งหมด 2,278 รายจากประชากรทั้งหมด 15,371 ที่ 2 กิโลเมตร จะครอบคลุมประชากรทั้งหมด 7,521 รายจากประชากรทั้งหมด 15,371 ที่ 3 กิโลเมตร จะครอบครุมประชากรทั้งหมด 11,964 รายจากประชากรทั้งหมด15,371 ราย คิดเป็นร้อยละ 77.83 และร้อยละการครอบคลุมจะเพิ่มขึ้นตามค่ารัศมีการครอบคลุมอย่างไรก็ตามหากรัศมีการครอบคลุมยิ่งสูงนั้นหมายถึงต้นทุนการให้บริการขนส่งที่ต้องจ่ายสูงขึ้นด้วย

ผลของการจัดเส้นทางเดินรถได้นำเสนอรูปแบบการให้บริการทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ

(1) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือ โรงพยาบาล สามารถลดระยะทางจาก 2,619,334.80 กม./ปี เป็น 657,000 กม./ปี และสามารถลดต้นทุนการขนส่งจาก 35,566,556 บาทต่อปี ลดลงเหลือ 4,185,090 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 88.23

(2) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) เพื่อนำตำแหน่งจุดจอดรถที่ครอบคลุมผู้สูงอายุมากที่สุด โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือตำแหน่งของศูนย์บริการรับ-ส่งจากผลของการใช้ตัวแบบ Location Allocation Problem (LAP) สามารถลดระยะทางจาก 2,619,334.80 กม./ปี เป็น 512,331.65 กม./ปี และสามารถลดต้นทุนการขนส่งจาก 35,566,556 บาทต่อปี ลดลงเหลือ 3,842,226 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 89.20

(3) การจัดเส้นทางเดินรถโดยมีกรอบเวลา (VRPTW) โดยกำหนดจุดเริ่มต้น (Depot) คือ ตำแหน่งของผู้สูงอายุที่รถบริการต้องไปรับคนแรก เพื่อเปรียบเทียบระยะทางและต้นทุนการขนส่งกับสภาพการเดินทางในปัจจุบันโดยมีกรอบเวลา (VRP with Time window) ได้เส้นทาง 513,989.98 กม./ปี สามารถลดต้นทุนการขนส่งจาก 35,566,556 บาทต่อปี ลดลงเหลือ 3,846,156.25 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 89.19 ทั้ง 3 รูปแบบสามารถตอบสนองความต้องการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ทั้งหมด ดังนั้นรูปแบบที่สองสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้มากที่สุด จากนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอรูปแบบการเดินทางแบบใหม่ที่เรียกว่า HHTP ใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ArcGIS 10.2) เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม และผลของการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่า

แบบที่ 1.1 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 ระยะเวลาคืนทุน 4.88 ปี(year) ระยะเวลาคืนทุนภายใน (Discounted Payback Period หรือ DPB) 6.93 ปี(year) NPV 5,636,981.21 บาท IRR 15.74%

แบบที่ 1.2 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 ระยะเวลาคืนทุน 6.10 ปี(year) ระยะเวลาคืนทุนภายใน 9.80 ปี(year) NPV 160,784.97 IRR 10.17%

แบบที่ 1.3 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 70 ระยะเวลาคืนทุน 6.97 ปี (year) ระยะเวลาคืนทุนภายใน 11.86 ปี (year) NPV -2,577,313.15 IRR 7.16%

แบบที่ 1.4 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 60 ระยะเวลาคืนทุน 8.13 ปี (year) ระยะเวลาคืนทุนภายใน 14.60 ปี (year) NPV -5,315,411.27 IRR 3.95%

แบบที่ 1.5 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 ระยะเวลาคืนทุน 9.76ปี (year) ระยะเวลาคืนทุนภายใน 18.43 ปี (year) NPV -8,053,509.39 IRR 0.45%

แบบที่ 2.1 ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 จะได้ผลกำไรปีละ 4,456,128.60 บาท

แบบที่ 2.2 ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 จะได้ผลกำไรปีละ 3,119,290.02 บาท

แบบที่ 2.3 ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 70 จะได้ผลกำไรปีละ 3,564,902.88 บาท

แบบที่ 2.4 ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 60 จะได้ผลกำไรปีละ 2,673,677.16 บาท

แบบที่ 2.5ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 จะได้ผลกำไรปีละ 2,228,064.30 บาท

โดยทั้งแบบที่ 1 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 แบบที่ 1 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 80 และแบบที่ 2 ไม่ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 100 ค่าของ NPV เป็นบวก ส่วน แบบที่ 1 ซื้อรถ และ มีผู้รับบริการ ร้อยละ 50 มีค่า NPV เป็นลบ เป็นต้น

จากผลการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่ากรณีที่มีผู้ใช้บริการร้อยละ 100 80 และ แบบที่ไม่ซื้อรถ เท่านั้นที่เหมาะสมในการลงทุน เนื่องจาก IRR ที่มากกว่าค่า MARR

ส่วนผลการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาได้ผลสรุปดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 60-69 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ประกอบอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว มีที่พักอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับลูกหลาน มีรายได้จากเบี้ยยังชีพผู้สูงอายุและรายได้ของลูกหลานเป็นหลัก

2. ข้อมูลพฤติกรรมการเดินทาง พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มียานพาหนะในครอบครอง คือ รถรถจักรยานยนต์ โดยใช้ร่วมกันในครอบครัว ไม่มีใบอนุญาตขับขี่ รวมถึงในปัจจุบันไม่สามารถขับขี่ได้ มีวัตถุประสงค์ของการเดินทางของผู้สูงอายุนอกจากมาโรงพยาบาล คือ จับจ่ายซื้อของ เดินทางในช่วงเวลาเช้า ความถี่ของการเดินทางส่วนใหญ่คือ ทุกเดือน ในระยะทางที่ใช้เวลาในการเดินทางประมาณครึ่งชั่วโมง เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว รถจักรยานยนต์ส่วนตัว และรถตุ๊กตุ๊กลำดับ และค่าใช้จ่ายต่อครั้ง 100 บาท

3. ข้อมูลด้านทัศนะคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความต้องการใช้บริการรถบริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุแบบประตูถึงประตูหรืออรัศมีของจุกรอรถไม่เกิน1กิโลเมตรหากมีรวมถึงตารางการเดินรถและความตรงต่อเวลาของรถบริการ เพื่อต้องการลดค่าใช้จ่าในการเดินทางและสะดวกโดยไม่ต้องหาที่จอดรถซึ่งปัจจุบันหาที่จอดรถค่อนข้างยากโดยยินดีที่จะจ่ายในราคาเพียง 50 บาทหรือเป็นบริการฟรีจากรัฐ

การเปรียบเทียบลักษณะการเดินทางของผู้สูงอายุในสภาพปัจจุบันและรูปแบบที่นำเสนอ พบว่ารูปแบบที่นำเสนอเป็นบริการประตูถึงประตู (Door to Door Service) ซึ่งเหมาะสมมากที่สุดสำหรับผู้สูงอายุในการเดินทางไปยังโรงพยาบาลและจากการเปรียบเทียบราคาโดยสารพบว่ามีราคาที่ถูกกว่ามากด้วย

การนำเสนอทางเลือกการใช้รถ ซึ่งแบบที่ 1 เป็นการซื้อรถมาให้บริการ หรือมองอีกนัยหนึ่งคือการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานโดยหน่วยงานภาครัฐ เช่น องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นเช่น อบต. อบจ. เป็นต้นส่วนแบบที่ 2 คือไม่ซื้อรถ ผู้วิจัยได้เสนอให้เชิญชวนพนักงานขับรถตู้ ที่ บขส หาดใหญ่ที่ว่างจากการเดินรถ เพื่อมารวมกลุมกันเพื่อนให้บริการ HHTP อีกทั้งยังเป็นการรายได้เสริมอีกด้วย

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันจะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดมากเช่น ระยะทางที่ได้ของ HHTP เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบันลดลงถึงร้อยละ 66.58 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดและต้นทุนที่น้อยที่สุดเนื่องจากรูปแบบการเดินทางเปลี่ยนไปเป็นเดินทางร่วมกันในเส้นทางนั้นๆ ซึ่งแตกต่างจากสภาพการเดินทางมายังโรงพยาบาลแบบต่างคนต่างไปในปัจจุบันอย่างสิ้นเชิง ถือเป็นการนำเสนอรูปแบบใหม่ๆและผลพลอยได้จากบริการดังกล่าวจะสอดคล้องกับนโยบายลดการใช้พลังงานของภาครัฐรวมไปถึงสามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดในบริเวณโรงพยาบาลอีกด้วยและลดต้นทุนการขนส่งรวมไปถึงความสะดวกในการเข้าถึงบริการโดยการไปรับและส่งผู้รับบริการถึงหน้าบ้าน (Door to Door Service) และเมื่อวิเคราะห์ผลการลงทุนพบว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุนมีผลตอบแทนที่ยอมรับได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการจัดเส้นทางโดยใช้อัลกอริทึม VRPTW หากงานวิจัยในอนาคตนำเสนอให้มีการเปรียบเทียบอัลกอริทึมอื่นๆ เช่น Dial-a-Ride Problem หรือ Pickup and Delivery Problem เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีข้างต้น และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอรูปแบบที่เหมาะสมและยังไม่มีการนำไปใช้จริงดังนั้นการคำนวณต้นทุนควรคำนึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆด้วยเพื่อให้การคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน NPV, IRR, PB MARR มีค่าใกล้เคียงกับความจริงเพื่อให้องค์กรภาครัฐหรือเอกชนที่สนใจไปใช้ประโยชน์และศึกษาที่จะลงทุนจากงานวิจัยนี้ และในงานวิจัยหรือการนำไปพัฒนาใช้ในอนาคตควรพัฒนาการให้บริการจองผ่านระบบแอพพลิเคชั่นเพื่อความสะดวกในการใช้งานและเพื่อแสดงตำแหน่งของผู้รับบริการได้แม่นยำในการไปรับและส่งผู้โดยสายมากขึ้นด้วย

บรรณานุกรม

[1] Unitednation World Population Prospects, "Unitednation," 2016. [Online]. Available: https://esa.un.org/unpd/wpp/.

[2] S. Rosenbloom, "Mobility of the Elderly Good News and Bad News," in *Conference on Transportation in Aging Society : A Decade of Experience*, Bethesda, Maryland, 1999.

[3] J. Warahat, "Exccellence center of elderly," Boromarajonani College of Nursing,Songkhla, 8 March 2015. [Online]. Available: http://www.bcnsk.ac.th/elderly/. [Accessed 22 April 2017].

[4] "National Statistical Office," 22 Octorber 2016. [Online]. Available: http://service.nso.go.th/nso/web/survey/survey_pop.html. [Accessed 2017].

[5] S. L. Suen and L. Sen, "Mobility Options for Seniors," in *Transportation in Aging Society: A Decade of Experience*, Bethesda,Maryland, 1999.

[6] รัชพันธุ์, “การศึกษาความต้องการเดินทางและพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร,” ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทวิโรท, กรุงเทพมหานคร, 2549.

[7] S. Rosenbloom, "Meeting Transportation Needs in an Aging-Friendly Community," *Journal of the American Society on Aging,* vol. 33, no. 2, pp. 33-43, 2009.

[8] “สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ),” TDRI, 2 ตุลาคม 2013. [ออนไลน์]. Available: https://tdri.or.th/2013/10/rethinking-public-transport-2/. [%1 ที่เข้าถึง8 มิถุนายน 2018].

[9] M. Whelan, J. Langford, J. Oxley, S. Koppel and J. Charlton, "The elderly and mobility: A review of literature," Monash University Accident Research Centre, Melbourn, 2006.

[10] P. Surames, "Public Transportation," in *Transportation Engineering*, Chonburi, BUU, 2009, pp. 179-215.

[11] H.-L. Chang and S.-C. WU, "Exploring the mode choice in daily travel behavior of the elderly in Taiwan," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies,* vol. 6, pp. 1818-1832, 2005.

[12] C. Sunil and M. Peter, Supply chain management : strategy, planning, and operation, New Jersey: Pearson Education, 2013.

[13] D. J. Bowersox and D. J. Closs, Logistical Management, McGraw-Hill Companies, 2001.

[14] L. Bodin, B. Golden, A. Assad และ M. Ball, “Routing and scheduling of vehicles and crews: The state of the art,” *Computers & Operations Research,* เล่มที่ 10, %12, pp. 69-211, 1983.

[15] P. Vitória, M. Reinaldo and R. Marc, "Vehicle routing with multiple deliverymen: Modeling and heuristic approaches," *European Journal of Operational Research,* vol. 281, p. 636–647, 2011.

[16] O. L. Zeng, K. N. H.L and B. S. Lui, "Two composite methods for soft drink distribution problem. Advances in Engineering Software," vol. 29, p. 438–443, 2008.

[17] P. Toth and D. Vigo, "The Vehicle Routing Problem," in *SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications*, Pheladephia, SIAM, 2002.

[18] G. B. Dantzig and J. H. Ramser, "The Truck Dispatching Problem," *Management Science,* vol. 6, no. 1, pp. 80-91, 1959.

[19] Clarke and Wright, "Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points," *Oppreation Research,* vol. 20, no. 1, pp. 568-581, 1964.

[20] B. Golden, T. Magnanti and H. Nguyen, "Implementing vehicle routing algorithms," *Network,* vol. 7, pp. 113-148, 1977.

[21] P. Belfiore and H. Yoshizaka, "Scatter searce for a real-life heteroggeneous fleet vehicle routing problem with time windows and split deliveries in Brazil," *European Jounal of Operation research,* pp. 750-758, 2009.

[22] P. Sealee, W. Wijitpongsa and H. puangyam, "The Case Study of “Ratsamee 2015 Limited Partnership” : A Vehicle Routing Problem Solved using Linear Programming," *H-tech journal LPRU,* vol. 10, no. 1, pp. 48-59, 2017.

[23] P. Ketsarapong and A. Choo-ngern, "Transportations management of SME food processing," *Kasem Bundit Engineering Journal,* pp. 39-55, 2016.

[24] A. N. Letchford, "Allocation of School Bus Contracts by Integer Programming," *The Journal of the Operational Research Society,* vol. 47, no. 3, pp. 369-372, Mar 1996.

[25] C. Chanasit and S. Yaovasuwanchai, "Development on Vehicle Routing Problem: A Case Study of a Transportation Service Provider," *WMS Journal,* vol. 2, no. 1, pp. 55-69, 2013.

[26] S. Sodsoon, S. Kornvirat and N. Sodsoon, "Simulated annealing (SA) to vehicle routing problems with soft time windows," *KKU Engineering Journal,* vol. 41, no. 4, pp. 449-461, 2014.

[27] K. Supakdee, N. Nanthasamroeng and R. Pitakaso, "Solving a Vehicle Routing Problem for Medical Equipment Maintenance by Saving Algorithms : A Case Study of Ubon Ratchathani Provincial Health Office," *Princess of Naradhiwas University journal,* pp. 23-35, 2015.

[28] N. Klinplub and S. Yaovasuwanchai, "Mathematical Modeling of Vehicle Routes with Unlimited Capacity: A Case Study of a Frozen Food Transporter," *Thai Journal of Operations Research,* pp. 12-25, 2017.

[29] ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, วิธีการเมตาฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์, กรุงเทพมหานคร: สสท, 2554.

[30] C. Singhtaun, "Facility Locations Selection using Exact Algorithms," *Kasetsart Engineering Journal,* vol. 24, no. 78, pp. 107-122, 2011.

[31] จ. สุเพชร, คู่มือเรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.5, ปทุมานี: ศูนย์หนังสือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

[32] V. S. Kranti , Y. Sandul , S. Raja , C. D. Ayesha , U. Ashish and V. M. Dileep , "Options for Optimal Coverage of Free C-Section Services for Poor Mothers in

Indian State of Gujarat: Location Allocation Analysis Using GIS," *PLoS ONE,* vol. 10, no. 9, 2015.

[33] S. S.Syam and M. J.Cote, "A location–allocation model for service providers with application to not-for-profit health care organization," *Omega,* vol. 38, pp. 157-166, 2010.

[34] M. T. Melo, S. Nickel and F. Saldanha-da-Gama, "Facility location and supply chain management – A review," *European Journal of Operational Research,* vol. 196, p. 401–412, 2009.

[35] A. K. and A. D. , "Facility location models for distribution system design," *European Journal of Operational Research,* vol. 162, no. 1, p. 4–29, 2005.

[36] P. Mayachearw, "Solving Location Problem," *PNU journal,* vol. 6, no. 1, pp. 133-144, 2014.

[37] D. K. Smith and S.-u. Rahman, "Use of location-allocation models in health service development planning in developing nations," *European Journal of Operational Research,* vol. 123, no. 1, p. 437–452, 2000.

[38] C. R. and . H. E. , "Location analysis: A synthesis and survey," *European Journal of Operational Research,* vol. 165, no. 1, p. 1–19, 2005.

[39] A. Chaiwichian and R. Pitakaso, "Heuristics for Solving Multi-Level location Allocation Problems under Supplier Evaluation," *Princess of Naradhiwas University Journal,* vol. 7, no. 2, pp. 12-22, 2015.

[40] Tanissara Butsingkorn, "A HEURISTIC METHOD FOR BUS SCHEDULING," *Transportation Engineering,* 2012.

[41] Chermkhunthod C. and Ratanavaraha V., "The Study of Accessibility Level for Public Transportation by Using the Application of GIS: A Case Study in Nakorn Ratchasima Province," in *Proceeding of the 8th Conference of the National Conventional on Transportation Engineering*, Chonburi, Thailand, 2012.

[42] Sudadet S., Ratanavaraha V. and Siridhara S., "Travel Choice Model for Bus and Other Modes in Ubon Ratchathani Municipality and Amphoe Warin Chamrap by

Using Stated Preferences Data," *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies,* vol. 5, no. 2, pp. 1-11, 2014.

[43] Eiichi Taniguchi, Michihiko Noritake, Tadashi Yamada and Toru Izumitani, "Optimal size and location planning of public logistics terminals," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* vol. 35, no. 3, pp. 207-222, 1999.

[44] Tom Kiptenai Kemboi and Edward Hunja Waithaka, "GIS Location-Allocation Model in Improving Accessibility to Health Care Facilities: A Case Study of Mt. Elgon Sub-County," *International Journal of Science and Research (IJSR),* vol. 6, no. 14, 2013.

[45] S. Arifin, "Location Allocation problem Using GIS A case study base on school in Enschede Holland," 2011.

[46] Monica Pratt, Harry Moore and Tim Craig, "Solving a Public Health Problem Using Location-Allocation," *au Summer 2014 esri.com,* pp. 56-59, 2014.

[47] Eddie W.L, Cheng Heng Li and Ling Yu , "A GIS approach to shopping mall location selection," *Building and Environment,* vol. 42, pp. 884-892, 2007.

[48] F. Samanlioglu, "A multi-objective mathematical model for the industrial hazardous waste location-routing problem," *European Journal of Operational Research,* vol. 226, pp. 332-340, 2013.

[49] S.S. Radiah Shariff , Noor Hasnah Moin and Mohd Omar , "Location allocation modeling for healthcare facility planning in Malaysia," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 62, pp. 1000-1010, 2012.

[50] Tom Kiptenai Kemboi and Edward Hunja Waithaka , "A GIS Location-Allocation Model in Improving Accessibility to Health Care Facilities: A Case Study of Mt. Elgon Sub-County," *International Journal of Science and Research (IJSR),* vol. 4, no. 4, pp. 3360-3310, 2015.

[51] Mohammed Aminul Ahesan and Tarmiji Bin Masron , "A GIS Application to Determine Suitable Sites for Automatic Rice Mills," *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS,* vol. 4, no. 1, pp. 883-894, 2015.

[52] E.-S. A. Nasser, "Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods," *Journal of King Saud University (Science),* vol. 22, p. 123–131, 2010.

[53] I. and D. Glenn, "Sampling The Evidence Of," in *Program Evaluation and Organizational Development, IFAS*, University of Florida, 1992.

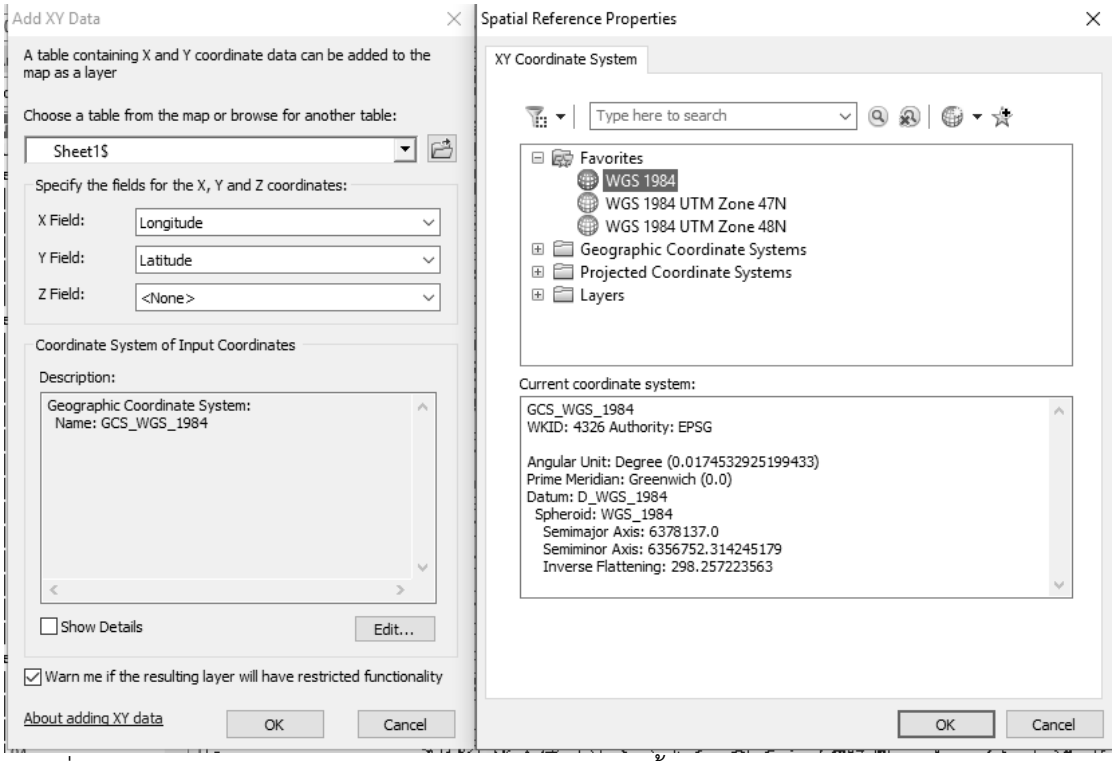
[54] M. M. Solomon, "Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints," *Operations Research,* vol. 35, no. 2, pp. 254-265, 1987.

ภาคผนวก

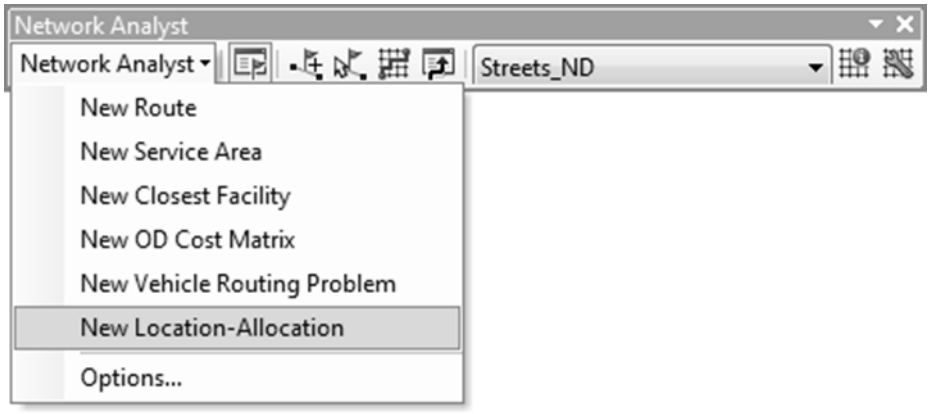
ภาคผนวก ก

รายละเอียดการใช้งาน ArcGis 10.2

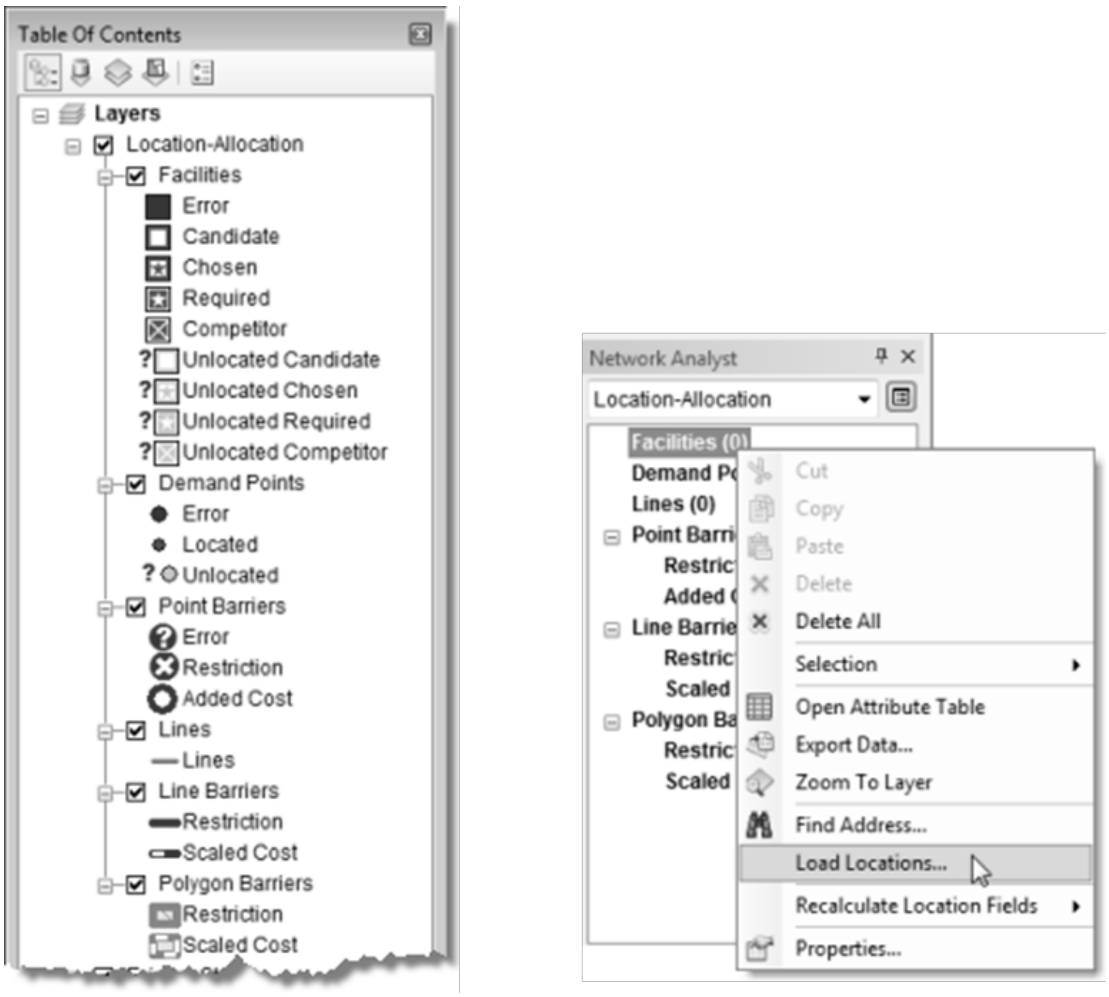
การใช้ข้อมูลละติจูดลองจิจูดที่ได้ นำเข้าโปรแกรม ArcGis เพื่อแสดงข้อมูลที่อยู่ของผู้สูงอายุบนแผนที่ในโปรแกรม ArcGis ดังนี้



ภาพที่ ก.1 แสดงการนำเข้าข้อมูลละติจูดลองติจูด และการตั้งค่าระบบพิกัด ในโปรแกรม ArcGis

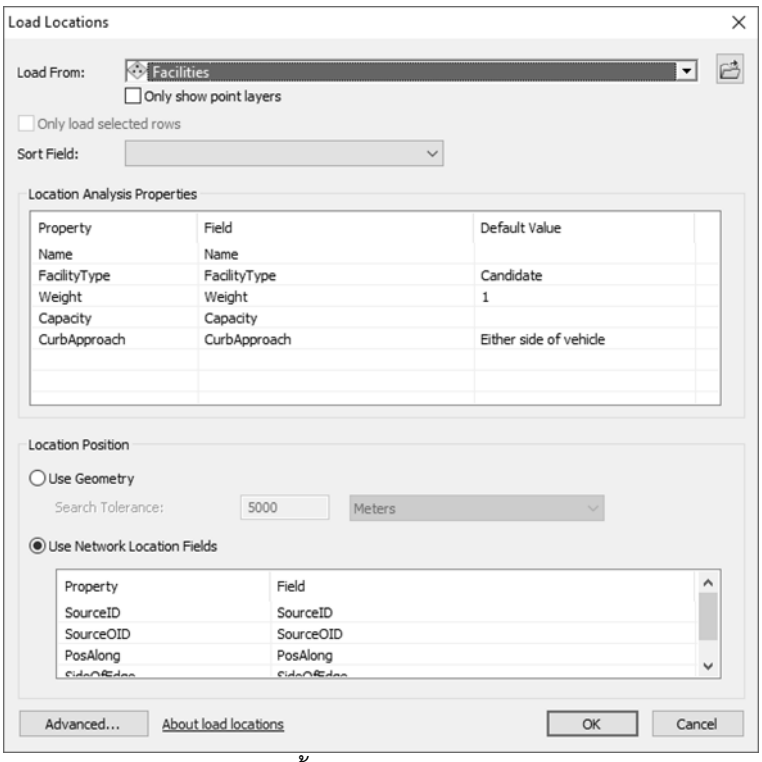


ภาพที่ ก.2 การสร้างเลเยอร์การวิเคราะห์ Location allocation

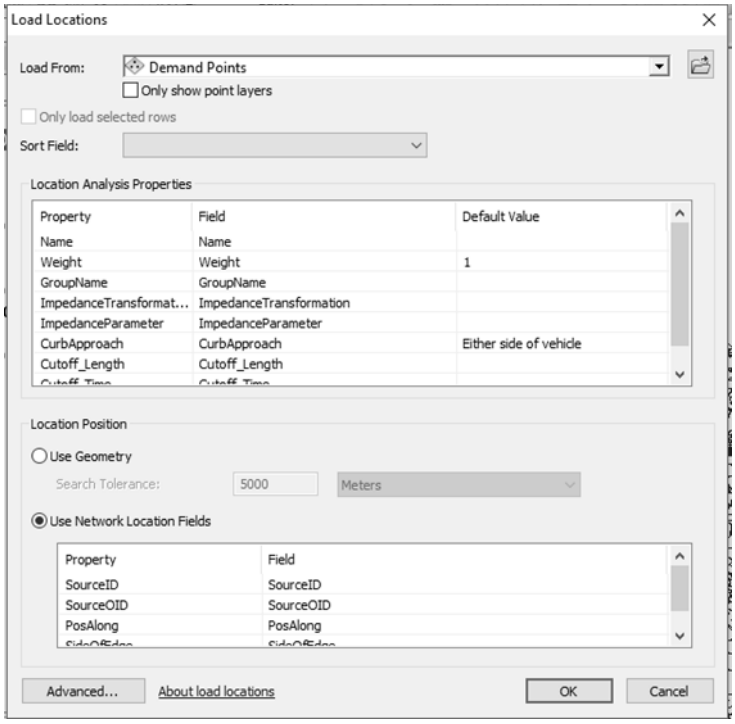


(ก) (ข)

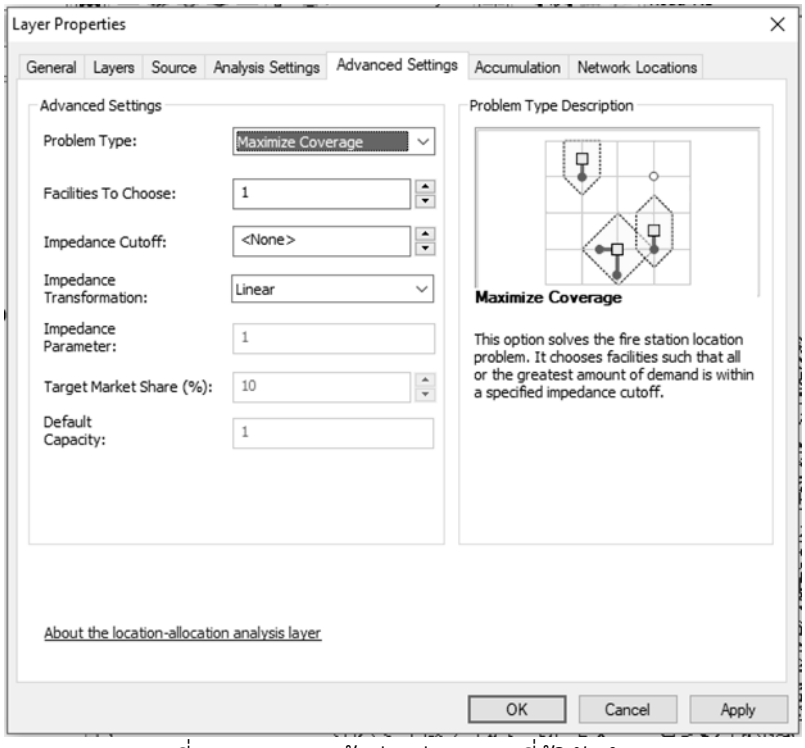
ภาพที่ ก.3 (ก) หน้าต่างของวิเคราะห์ Location allocation (ข) หน้าจอการการเพิ่มเงื่อนไขต่างๆ รวมถึงการนำเข้าข้อมูล (Load Location)



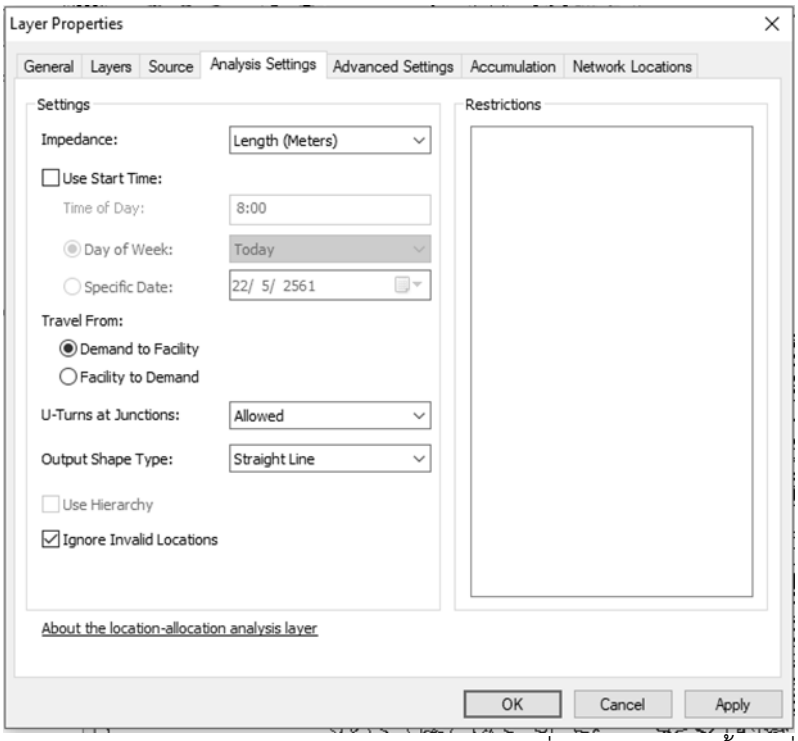
ภาพที่ ก.4 แสดงหน้าต่างการนำเข้าและตั้งค่าต่างๆของข้อมูลของศูนย์บริการ (Facilities)



ภาพที่ ก.5 การนำเข้าข้อมูลผู้รับบริการ

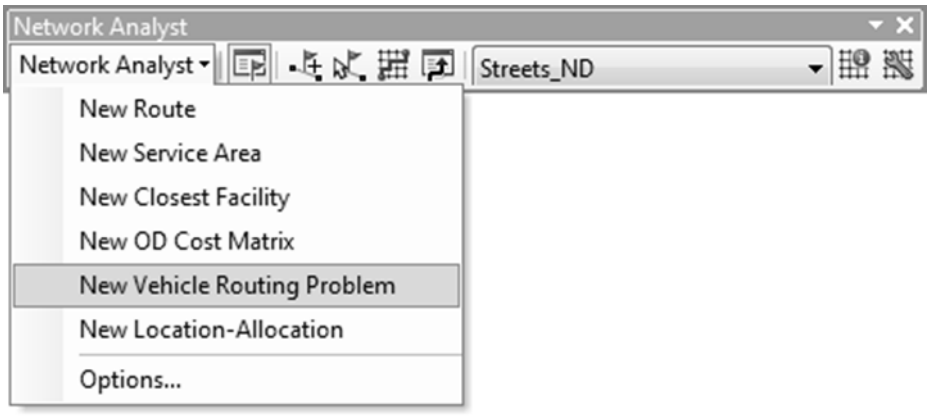


ภาพที่ ก.6 แสดงหน้าต่างต่างๆตามที่ผู้วิจัยกำหนด

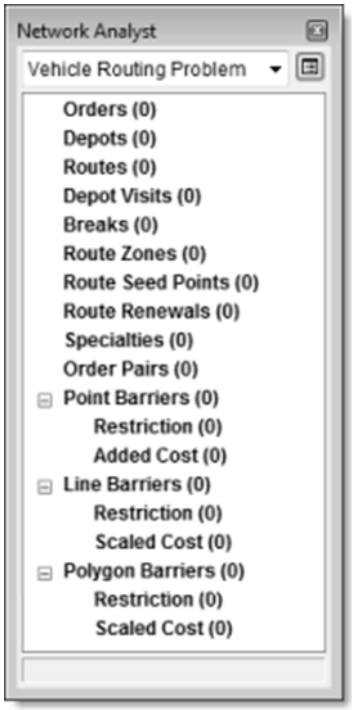


ภาพที่ ก.7 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และตั้งค่าเงื่อนไขต่างๆ

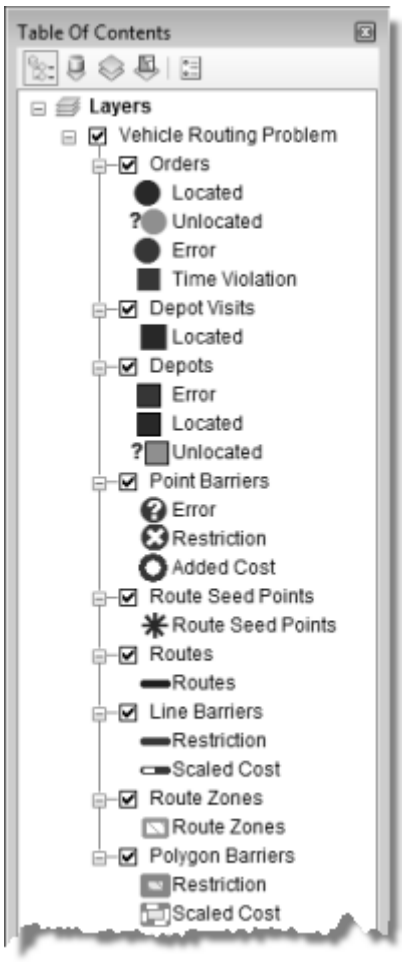
ภาพที่ ก.8 แสดงหน้าต่างใช้งานการวิเคราะห์โครงข่ายและปุ่ม Solve ใน ArcGis



ภาพที่ ก.9 การสร้างเลเยอร์การวิเคราะห์ การจัดเส้นทางเดินรถ (New Vehicle Routing Problem)



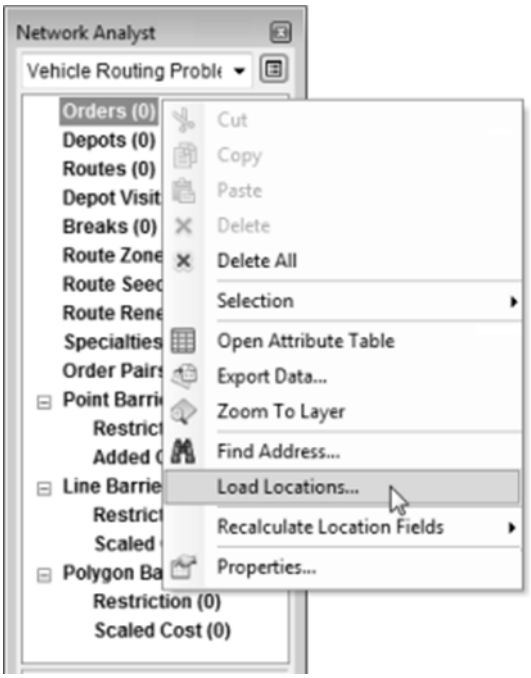
ภาพที่ ก.10 แสดงหน้าต่างการใช้ป้อนข้อมูลต่างๆ



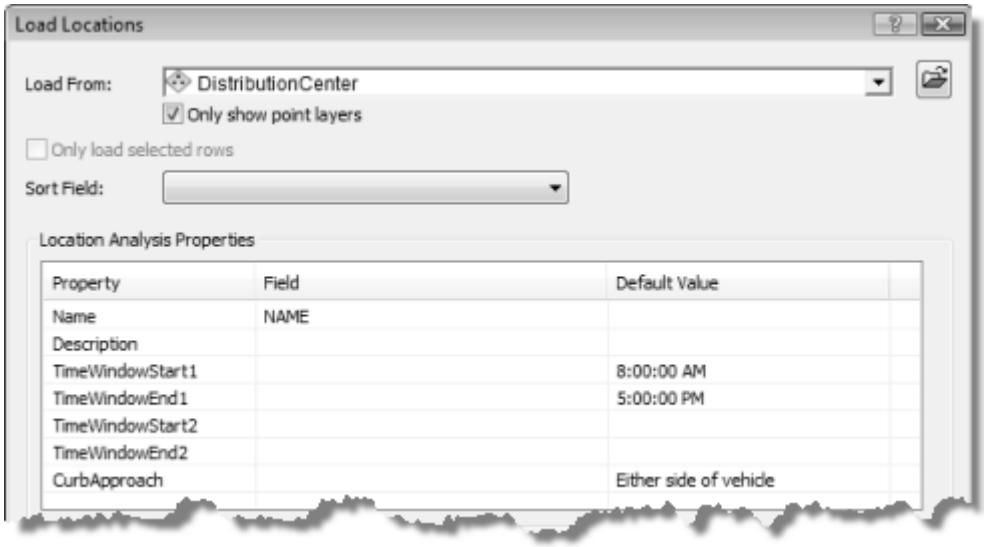
ภาพที่ ก.11 แสดงหน้าต่างการใช้งานฟังค์ชันต่างๆของ VRP รวมถึงการรับผล

ภาพที่ ก.12 แสดงตัวอย่างของข้อมูลผู้รับบริการแต่ละจุดรับบริการ

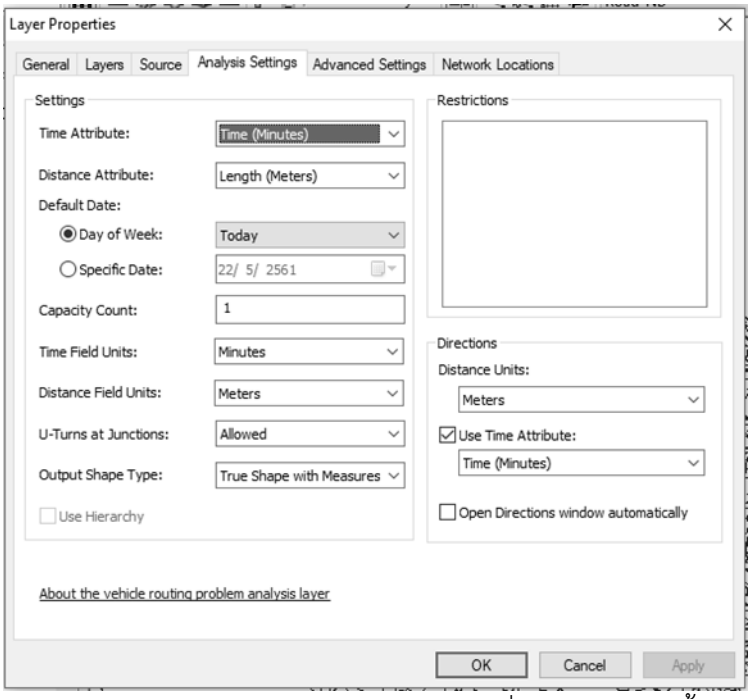
การนำเข้าข้อมูลผู้รับบริการและ Depot



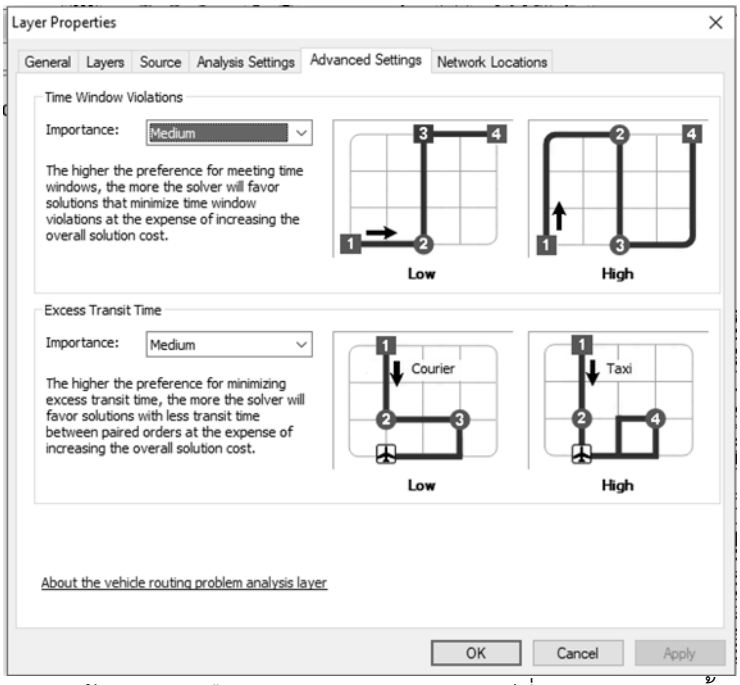
ภาพที่ ก.13 วิธีการนำเข้าข้อมูลผู้รับบริการ(Load Location)



ภาพที่ ก.14 ตัวอย่างแสดงหน้าต่างแสดงการกำหนดค่าต่างๆในการนำเข้า Depot



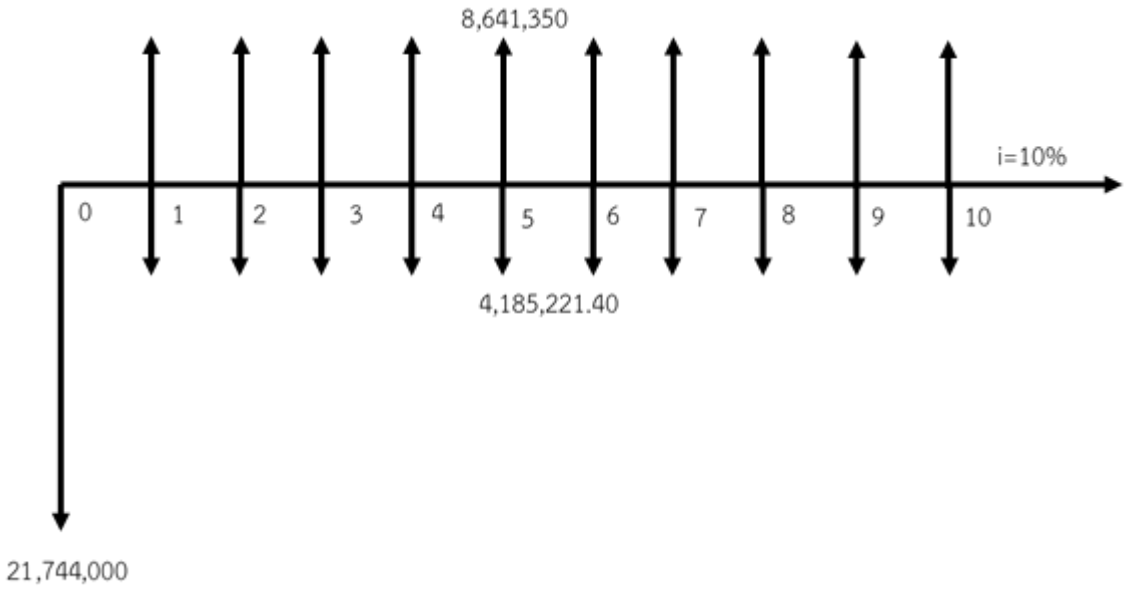
ภาพที่ ก.15 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และตั้งค่าการแสดงผลลัพธ์และเงื่อนไขต่างๆ



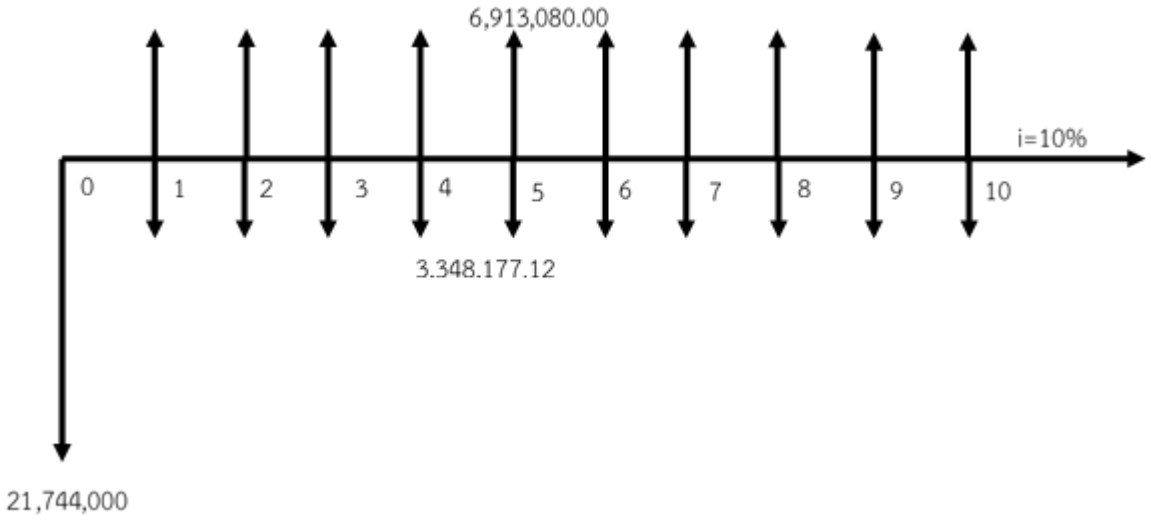
ภาพที่ ก.16 แสดงหน้าต่างการเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และตั้งค่าเงื่อนไขเวลา

ภาคผนวก ข

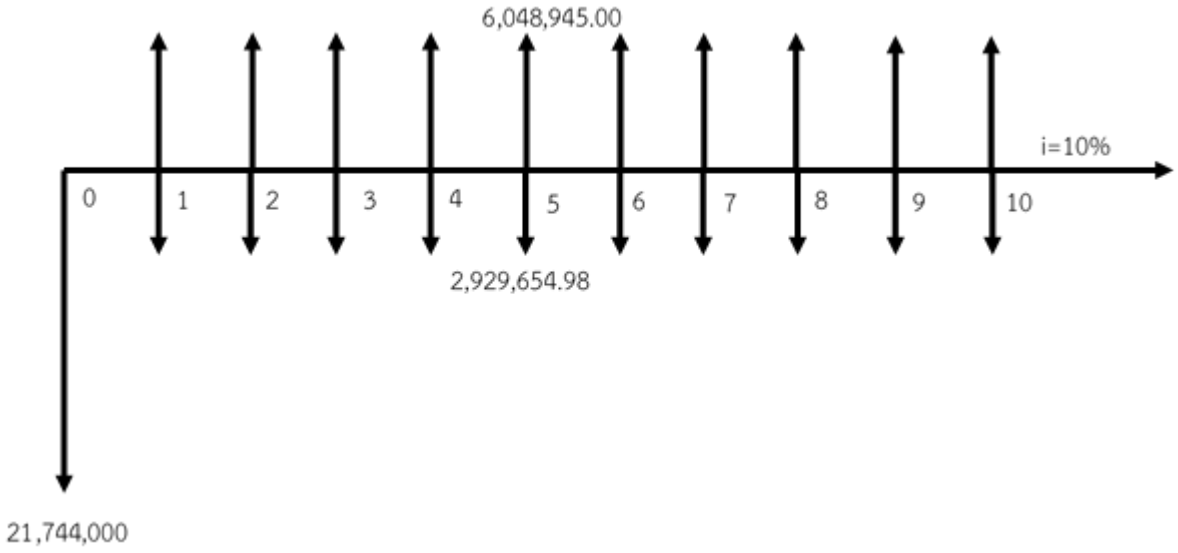
รายละเอียดเพิ่มเติมของการการวิเคราะห์ทางการเงิน



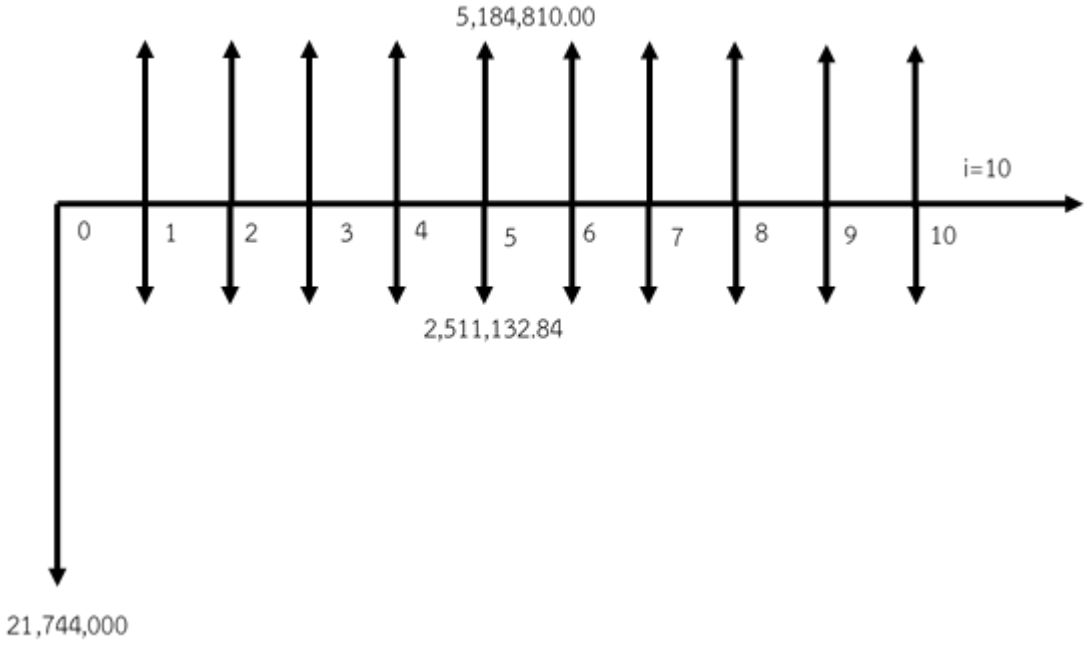
ภาพที่ ข.1 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.1



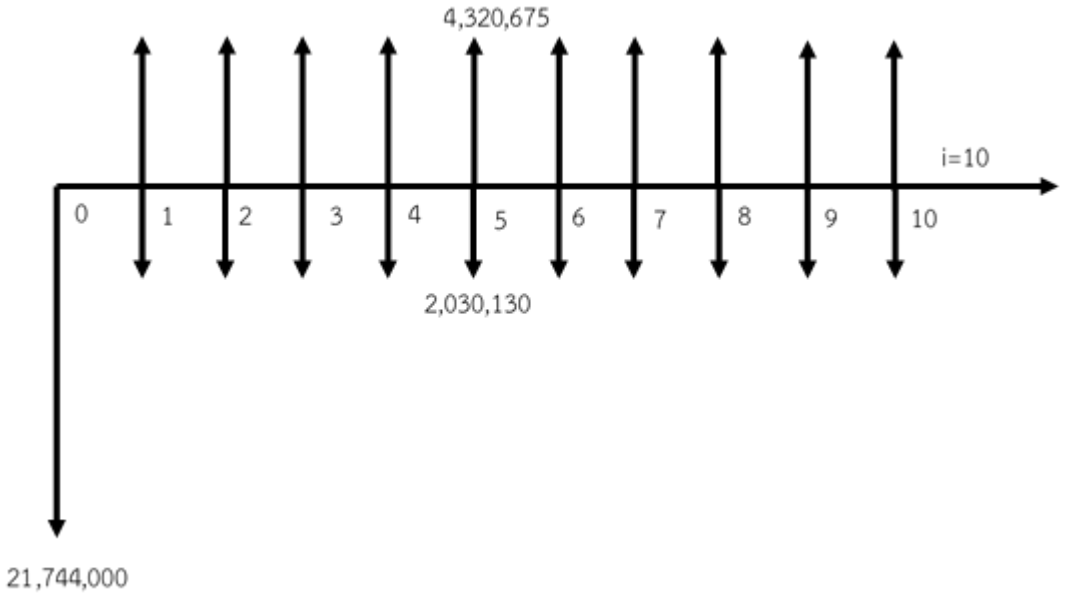
ภาพที่ ข.2 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.2



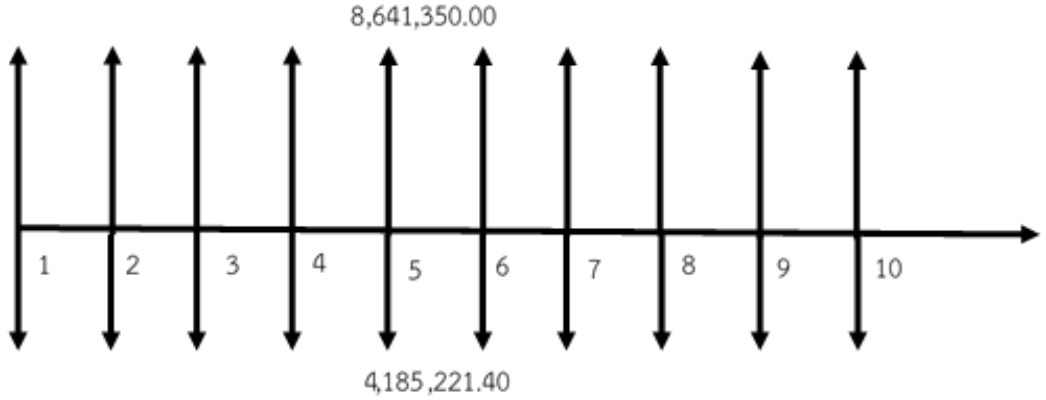
ภาพที่ ช.3 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.3



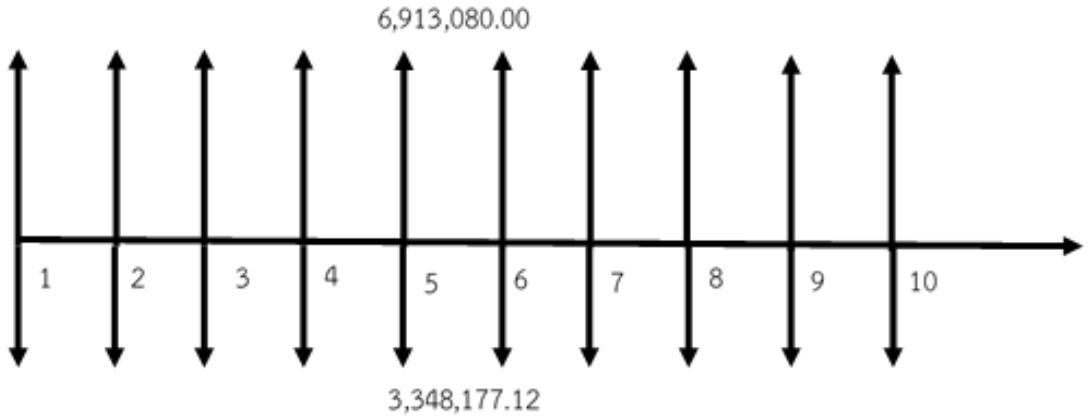
ภาพที่ ข.4 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.4



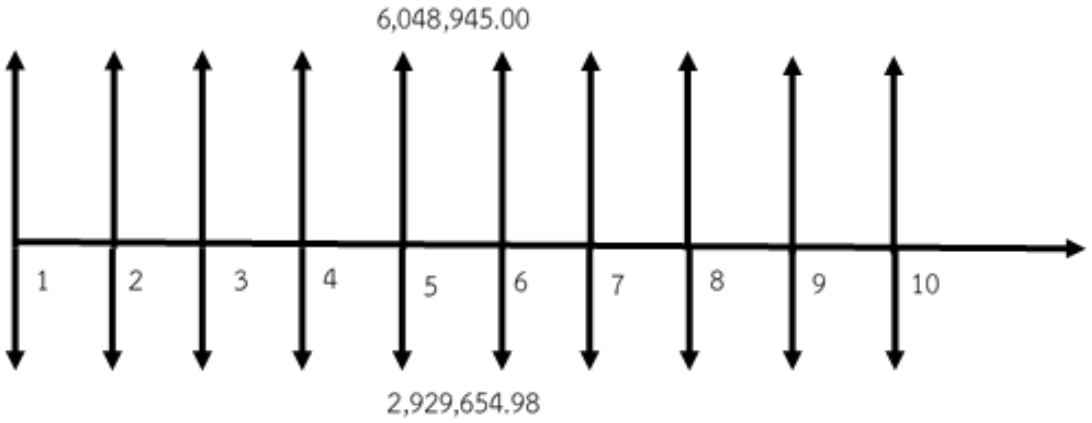
ภาพที่ ข.5 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 1.5



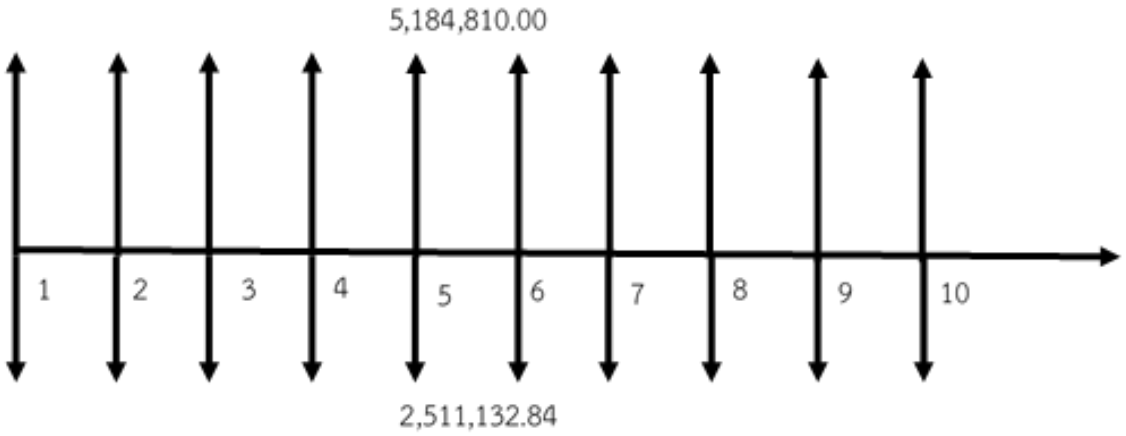
ภาพที่ ข.6 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2.1



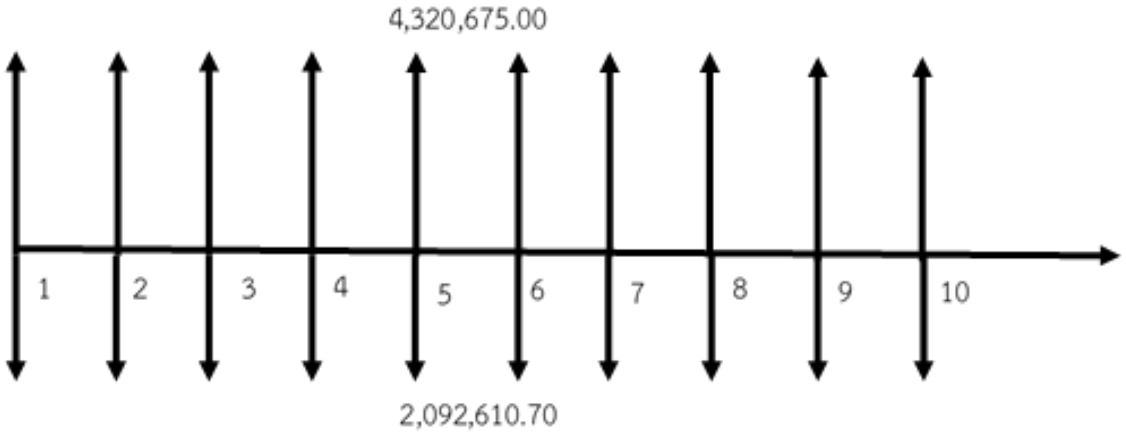
ภาพที่ ข.7 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2.2



ภาพที่ ข.8 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2.3



ภาพที่ ข.8 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2.4



ภาพที่ ข.9 กราฟกระแสเงินสดของแบบที่ 2.5

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

แบบสอบถาม

"การสำรวจพฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา"

จัดทำโดย: อาลาวี ลาเต๊ะ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิสวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คำชี้แจง : ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้ จะนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเรื่องการวางแผนการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุ กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

โปรดตอบคำถามให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ผลประโยชน์ของการตอบคำถามจะนำไปใช้ทางวิชาการเท่านั้น

โปรดทำเครื่องหมาย √ ในช่อง และเติมคำในช่องว่าง

ตอนที่ 1: ข้อมูลส่วนตัว

1.1) เพศ [ ] หญิง [ ] ชาย

1.2) อายุ [ ] 60-69 ปี [ ] 70-79 ปี [ ] 80-89 ปี [ ] 90 ปีขึ้นไป

1.3) อาชีพ [ ] เกษตกร [ ] ข้าราชการบำนาญ [ ] แม่บ้าน [ ] ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว [ ]ไม่ประกอบอาชีพ

1.4) การศึกษา [ ] ประถมศึกษา [ ] มัธยมศึกษาตอนต้น [ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. [ ] ปวส/ปริญญาตรี [ ] ปริญญาโท

1.5) ที่อยู่ปัจจุบัน [ ] ทน.หาดใหญ่ [ ] ทม.คอหงส์ [ ] ทม.ควนลัง [ ] อบต.บ้านพรุ [ ] ทม.คลองแห [ ] ทต.น้ำน้อย [ ] ทม.ทุ่งตำเสา [ ] อบต.พะตง [ ] อบต.ท่าข้าม [ ] ทต.คูเต่า [ ] อบต.ทุ่งใหญ่ [ ] อบต.ฉลุง [ ] อบต.คลองอู่ตะเภา

1.6) ท่านพักอาศัยอยู่กับใคร [ ] อยู่ลำพัง [ ] อยู่กับบุตรหลาน

1.7) ปัจจุบันท่านมีรายได้ หรือไม่

[ ] ไม่มี [ ] มี (โปรดระบุ)

[ ] เบี้ยผู้สูงอายุ

[ ] เงินบำนาญ

[ ] ลูกหลาน

[ ] แหล่งอื่นๆ

1.8) การครอบครองยานพาหนะ [ ] ไม่มี [ ] มี (โปรดระบุ)

[ ] รถยนต์นั่งส่วนบุคคล

[ ] รถจักรยานยนต์

1.9) การใช้ยานพาหนะที่มีในครอบครอง [ ] ใช้ร่วมกันภายในครอบครัว [ ] ใช้แยกกัน

1.10) การครอบครองใบอนุญาตขับขี่ [ ] ไม่มี [ ] มี (โปรดระบุ)

[ ] รถจักรยานยนต์ [ ] รถยนต์

1.11) ปัจจุบันท่านยังสามารถขับขี่รถได้ด้วยตนเอง [ ] ได้ [ ] ไม่ได้

1.12) ท่านสามารถเดินด้วยตัวเองได้หรือไม่ [ ] ได้ [ ] ไม่ได้ (กรณีไม่ได้ [ ] ต้องใช้ไม่ค้ำยัน [ ] ใช้รถเข็น)

1.13) ปัญหาสุขภาพมีผลต่อการเดินทางหรือไม่ [ ] มี [ ] ไม่มี

ตอนที่ 2: พฤติกรรมการเดินทางของผู้สูงอายุ

2.1) นอกจากการมาโรงพยาบาลแล้ววัตถุประสงค์อื่นๆของการเดินทางของท่านคือ

[ ] เยี่ยมญาติ [ ] จับจ่ายซื้อของ [ ] ทำธุระ ติดต่อราชการ

[ ] อื่นๆ

2.2) ความถี่ของการเดินทางมายังโรงพยาบาล

[ ] ทุกวัน [ ] ทุกสัปดาห์

[ ] ทุก 2 สัปดาห์ [ ] ทุกเดือน

[ ] อื่นๆ

2.3) ส่วนใหญ่ท่านใช้รถประเภทใดในการเดินทาง

[ ] รถยนต์ส่วนตัว

[ ] รถจักรยานยนต์

[ ] รถสาธารณะ [ ] รถตู้ [ ] รถสองแถว [ ] รถตุ๊กตุ๊ก [ ] รถเมล์ [ ] รถแท็กซี่

[ ] รถจักรยานยนต์รับจ้าง

2.4) หากท่านใช้บริการรถสาธารณะเป็นประจำเป็นเพราะเหตุใด (ตอบได้หลายข้อ)

[ ] สะดวก ปลอดภัย [ ] ลดการใช้พลังงาน

[ ] ไม่มีรถส่วนตัว [ ] หาที่จอดรถส่วนตัวไม่ได้

[ ] ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง [ ] อื่นๆ

2.5) หากท่านต้องออกมารถรถสาธารณะที่ป้ายรถ ระยะทางที่เหมาะสมที่ท่านสามารถเดินทางมารอรถควรจะเป็นเท่าใด

[ ] 1 กม. [ ] 2 กม. [ ] 3 กม. [ ] 4 กม. [ ] 5 กม.

2.7) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาโรงพยาบาลต่อครั้ง (ประมาณ)

[ ] 50 บาท [ ] 70 บาท [ ] 100 บาท [ ] 200บาท

[ ] 300 บาท [ ] 400 บาท [ ] มากกว่า 500 บาท

2.8) ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการเดินทางต่อครั้ง [ ] น้อยกว่า10 นาที [ ] 20 นาที

[ ] มากกว่า30 นาที [ ] มากกว่า 1 ชม.

ตอนที่ 3: ทัศนะคติต่อระบบขนส่งสาธารณะสำหรับผู้สูงอายุ

3.1) หากมีรถบริการสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเดินทางมายังโรงพยาบาลท่านจะใช้หรือไม่

[ ] ใช้ [ ] ไม่ใช้

3.2) ลักษณะการให้บริการรถขนส่งควรเป็นบริการแบบประตูถึงประตู

[ ] ใช่ [ ] ไม่ใช่

3.3) ค่าตั๋วโดยสารที่เหมาะสมจากที่อยู่ของท่าน (ไป-กลับ)

[ ] 50 บาท [ ] 70 บาท [ ] 100 บาท [ ] อื่นๆ ระบุ.....

3.4) มีตารางเวลาเดินรถและตรงต่อเวลา

[ ] ต้องการ [ ] ไม่ต้องการ

3.5) เวลาที่ท่านนัดที่โรงพยาบาล [ ] เช้า [ ]บ่าย

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณในการให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายอาลาวี ลาเต๊ะ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5910120044

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโลจิสติกส์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2558

ทุนการศึกษา

ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อาลาวี ลาเต๊ะ, เสกสรร สุธรรมานนท์, นิกร ศิริวงศ์ไพศาล. 2560. การกำหนดทำเลที่ตั้งในการให้บริการขนส่งสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเดินทางไปยังโรงพยาบาล กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (ThaiVCML 2017) ครั้งที่ 17. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 19 – 23 ตุลาคม 2560. หน้า 591-597