

การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดสรรทรัพยากรบุคคล

นางสาวธิดา พงศ์สุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

SUPPORT SYSTEM FOR THE ROUTING
OF RECYCLED WASTE COLLECTION VEHICLE

Miss Tida Pongsutam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ รับขยะรีไซเคิล
โดย	นางสาวธิดา พงศ์สุวรรณ
สาขาวิชา	การจัดการด้านโลจิสติกส์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. กมลชนก สุทธิวาทนฤพุมิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. ผนกร อินทร์พยุง)

ธิดา พงศ์สุวรรณ : การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล.

(SUPPORT SYSTEM FOR THE ROUTING OF RECYCLED WASTE COLLECTION VEHICLE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.มานิช โลหเตปานนท์, 105 หน้า.

การวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาของธุรกิจรับซื้อขยะรีไซเคิล พบว่าการตอบรับและวางแผนจัดรถรับขยะจากผู้เสนอขายขยะใช้วิธีการอนุญาตของผู้ตัดสินใจเป็นหลัก ภายใต้ความหลากหลายด้านประเภทของขยะรีไซเคิล ปริมาณรถมีจำกัด ซีดความสามารถในการบรรทุกและบรรจุแต่ละคันไม่เท่ากัน และบางจุดรับมีข้อจำกัดด้านเวลารับ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนช่วยในการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิลด้วยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke & Wright และเทคนิคกวาด (Sweep Approach) เพื่อให้ได้ระยะทางและน้ำหนักบรรทุก ปริมาตรบรรจุที่เหมาะสม ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการจัดเส้นทางรับหลัก (Master Route) เพื่อให้เป็นตารางรับขยะประจำสัปดาห์สำหรับจุดรับที่มีความถี่เสนอขายเป็นประจำหรือเรียกว่าผู้เสนอขายหลักโดยวิธีหาค่าประหยัดและค่าน้ำหนักจำกัดลูกค้าเป็นสำคัญ จากนั้นทำการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถโดยใช้แนวคิดวิธีวิวิธวิธีตามเทคนิคหาค่าประหยัด และเทคนิค Sweep

ผู้วิจัยทดสอบที่ออกแบบขึ้น ด้วยระบบที่เขียนโดยภาษา JAVA เชื่อมโยงฐานข้อมูลกับ Microsoft Excel 2003ระบบคำนวณหาเส้นทางหลังจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลผู้เสนอขาย ผลลัพธ์การจัดเส้นทางจะนำมาวางแผนจัดรถรับขยะ ผลการออกแบบระบบเมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนแบบเดิม พบว่า ระบบสนับสนุนให้ระยะทางรวมสั้นกว่าร้อยละ 10.5 น้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 และปริมาตรบรรจุเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7

สาขาวิชา การจัดการโลจิสติกส์ลายมือชื่อนิติ.....
ปีการศึกษา 2554.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

5287171620 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT

KEYWORDS :THE VEHICLE ROUTING PROBLEM /HEURISTICS /SAVING ALGORITHM /
SUPPORT SYSTEM /SWEEP APPROACH

TIDA PONGSUTAM : SUPPORT SYSTEM FOR THE ROUTING OF RECYCLED
WASTE COLLECTION VEHICLE .THESIS ADVISOR : ASST.PROF. MANOJ
LOHATAPANONT, Ph.D.,105 pp.

From a case study of the problems in the recycled waste collection business, we found that the decision making in the routing of recycled waste collection vehicle depends on a person who is in charge of this task. However, this process involve many conditions , such as the varieties of the recycled waste, the fleet size and mix the capacity of vehicle , and the picked up time constraint, which cannot be fully optimized by only a person decision. The objective of this study is system designing to support to plan the routing of recycled waste collection vehicle by applying Saving Algorithm and Sweep Approach for optimal distance and truck utilization. From the problem mentioned, the research solution consist of 1) create the master route by applying Saving Method with the picked up time constraint and 2) design a support system to calculate optimal result by applying 2 heuristics method ; Saving Algorithm that is by Clarke and Wright (1964) and Sweep Approach that is by Gillett and Miller (1974) .The support system is written in JAVA and linked with database in Microsoft Excel 2003 .

The system will show the feasible routes which is maximize saving with optimal truck utilization. We found that result can support to plan the routing of recycled waste collection vehicle better than using a simple decision making from a person which decrease 10.5% distance , increase weight truck utilization to 5% and , increase volume truck utilization to 7%

Field of Study : Logistic Management Student's Signature.....

Academic Year: 2011..... Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางในการศึกษาวิจัย ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง และขอกราบ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. กมลชนก สุทธิวาทนฤพุมิ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุ่ง ที่ได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์

นอกจากนี้ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณผู้ประกอบกรับซื้อขยะรีไซเคิล วงษ์พาณิชย์ สาขาติวานนท์ ที่กรุณาใช้เวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูล หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือขาดพียงบุคคล หน่วยงานใด ผู้วิจัยต้องขออภัย ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายสุด ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นกำลังใจสำคัญที่สุด ให้ผู้วิจัยมีความพยายาม มุ่งมั่น ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จ และคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ความรู้แก่ผู้วิจัยทุกท่าน และขอบคุณเพื่อนๆทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.5 ข้อยกเว้นของการศึกษา.....	2
1.6 นิยามศัพท์.....	2
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
2 ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ.....	4
2.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.....	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
3 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทและขั้นตอนวิธีการวิจัย.....	25
3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทตัวอย่าง.....	25
3.2 กระบวนการดำเนินงานของบริษัท.....	28
3.3 สภาพปัญหาของการตัดสินใจรับซื้อขยะ.....	29
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	30
4 การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับซื้อขยะรีไซเคิล.....	39
4.1 การประยุกต์เทคนิคการวางแผนจัดรถ.....	39
4.2 โครงสร้างและกระบวนการของระบบ.....	45

5 ผลการวิจัย.....	50
5.1 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ.....	50
5.2 ผลลัพธ์จากการวางแผนจัดกรับขยะรีไซเคิลโดยวิธีเดิม.....	63
5.3 ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดกรับขยะรีไซเคิล.....	72
5.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางจากระบบกับพนักงาน.....	80
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	83
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	83
6.1 ข้อเสนอแนะงานวิจัย.....	83
รายการอ้างอิง.....	85
ภาคผนวก.....	86
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน.....	3
3.1	ส่งขยะเข้าสู่โรงงานย่อย.....	28
3.2	รายชื่อลูกค้าและพิกัดกราฟที่ตั้ง.....	31
3.3	ข้อมูลรถบรรทุก.....	35
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาตรของขยะแต่ละประเภท.....	35
4.1	ลูกค้าหลักสำหรับจัดเส้นทาง Master Route	40
4.2	ค่า Saving ของลูกค้าหลัก.....	41
5.1	ความถี่เสนอขายขยะของลูกค้า ช่วงเวลาวิจัย.....	50
5.2	รถบรรทุกที่ให้บริการในช่วงเวลาเก็บข้อมูลวิจัย.....	52
5.3	ข้อเสนอขายชุดที่ 1 ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555.....	53
5.4	ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 1.....	54
5.5	ข้อเสนอขายชุดที่ 2 ระหว่างวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2555.....	55
5.6	ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 2.....	56
5.7	ข้อเสนอขายชุดที่ 3 ระหว่างวันที่ 10 – 16 มีนาคม 2555.....	57
5.8	ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 3.....	58
5.9	ข้อเสนอขายชุดที่ 4 ระหว่างวันที่ 17 – 23 มีนาคม 2555.....	59
5.10	ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 4.....	60
5.11	ข้อเสนอขายชุดที่ 5 ระหว่างวันที่ 24 – 30 มีนาคม 2555	60
5.12	ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 5.....	62
5.13	ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1.....	65
5.14	ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 2.....	71
5.15	สรุปผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม จากชุดข้อมูล 5 ชุด.....	72
5.16	ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 1.....	74
5.17	สรุปผลจากการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน จากชุดข้อมูล 5 ชุด.....	80
5.18	ผลการเปรียบเทียบข้อมูลนำเข้า จากชุดข้อมูล 5 ชุด.....	81
5.19	ผลการเปรียบเทียบค่าประหยัดและระยะทางรวม จากชุดข้อมูล 5 ชุด.....	81
5.20	ผลการเปรียบเทียบการนำน้ำหนักบรรทุกและปริมาตรบรรจุ จากชุดข้อมูล 5 ชุด..	82

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วิธี Saving Method.....	7
2.2	ขั้นตอนแก้ปัญหาด้วยวิธีเทคนิค Sweep.....	8
2.3	สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสดำเนินการ.....	12
2.4	ตัวอย่าง Context Diagram.....	15
2.5	ตัวอย่าง DFD Level 0	16
2.6	ตัวอย่าง DFD Level ของกระบวนการที่ 1.....	17
3.1	แสดงสัดส่วนลูกค้าของบริษัท.....	25
3.2	การกระจายตัวของลูกค้าของบริษัท.....	27
3.3	ขั้นตอนการรับข้อเสนอขายขยะ.....	29
3.4	เมตริกซ์ระยะทางระหว่างลูกค้า.....	33
3.5	กราฟแผนที่ที่ตั้งลูกค้าและบริษัท.....	34
3.6	ขั้นตอนการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ.....	36
3.7	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	38
4.1	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลนำเข้า ส่วนข้อมูลลูกค้า.....	46
4.2	ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลนำเข้า ส่วนข้อมูลรถบรรทุก.....	46
4.3	ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....	47
4.4	หน้าจอระบบ.....	48
4.5	ตัวอย่างส่วนรายงานผลการจัดเส้นทาง.....	49
5.1	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1.....	64
5.2	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 2.....	66
5.3	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 3.....	67
5.4	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 4.....	68
5.5	เส้นทางรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 4.....	69
5.6	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 5.....	70
5.7	ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 1.....	73
5.8	ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 2.....	75
5.9	ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 3.....	76
5.10	ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 4.....	77

5.11	เส้นทางรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 4.....	78
5.12	ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 5.....	79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การรีไซเคิล เป็นการนำสิ่งที่ไม่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการกลับมาเป็นทรัพยากรนำกลับมาเป็นปัจจัยการผลิตอีกครั้ง ทำให้ธุรกิจลดการใช้ทรัพยากรใหม่ เกิดผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง แต่เนื่องจากปริมาณขยะที่เข้าสู่อุตสาหกรรมรีไซเคิลนั้นมีปริมาณไม่แน่นอน ธุรกิจที่ทำหน้าที่รวบรวมขยะรีไซเคิลจึงประสบปัญหาการตัดสินใจภายใต้สภาวะที่ไม่แน่นอน ผู้บริหารธุรกิจจึงอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาและวิสัยทัศน์ของตนเองเป็นหลักในการตัดสินใจรับซื้อ

เมื่อมีลูกค้าโทรศัพท์เข้ามาเสนอขายขยะ ผู้บริหารจะรับข้อเสนอขายได้ แต่ไม่สามารถยืนยันวันเวลาขยะที่แน่นอนได้ เนื่องจากบริษัทมีรถบรรทุกจำนวนจำกัด จึงต้องบริหารจัดการให้คุ้มค่าที่สุด ผู้บริหารจึงรอการเสนอขายจากลูกค้ารายอื่น เมื่อรวบรวมข้อเสนอขายขยะได้ปริมาณหนึ่งแล้ว ผู้บริหารจะจัดรถรับขยะพร้อมโทรศัพท์ยืนยันวันและช่วงเวลาไปที่ลูกค้า

การศึกษาครั้งนี้สรุปปัญหาของบริษัทตัวอย่างได้ ดังนี้

1. การวางแผนจัดรถรับขยะอาศัยประสบการณ์ ไม่มีระบบสนับสนุน
2. ปริมาณและความถี่ของการเสนอขายขยะมีไม่แน่นอน ส่งผลให้ตัดสินใจผิดพลาด ไม่สอดคล้องกับทรัพยากรที่มี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิลด้วยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิคกวาด (Sweep Approach) เพื่อให้ได้ค่าระยะทาง น้ำหนักบรรทุก และปริมาตรบรรจุที่เหมาะสม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. มีระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล

2. สามารถวางแผนการรับขยะรีไซเคิลให้มีได้ค่าระยะทาง น้ำหนักบรรทุกและ ปริมาตรบรรจุที่เหมาะสม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาในครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะกรณีการรับขยะรีไซเคิลของบริษัท จากลูกค้าที่มีการเสนอขายเป็นประจำ (Regular Customer) เท่านั้น
2. การศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาในส่วนของค่าแรงงานของพนักงานและระยะเวลาในการรับขยะ

1.5 ข้อยกเว้นของการศึกษา

การศึกษานี้ อาศัยข้อมูลจากบริษัทตัวอย่าง ซึ่งมีข้อมูลของลูกค้าและโรงงานย่อยซึ่งถือเป็นข้อมูลส่วนสำคัญของบริษัท จึงขอแทนนามบริษัทว่า “บริษัท”

1.6 นิยามศัพท์

การศึกษานี้ เป็นการศึกษารับซื้อและคัดแยกขยะรีไซเคิล ซึ่งเป็นหนึ่งในโซ่ อุปทานย้อนกลับ (Reverse Supply Chain) ดังนั้น ศัพท์ที่ใช้ในการศึกษานี้ จะมีนิยามที่ อาจจะแตกต่างกันไป ดังนี้

ลูกค้า หมายถึง ผู้ที่เสนอขายขยะให้บริษัทกรณีศึกษา

ลูกค้าประจำ (Regular Customer) หมายถึงลูกค้าที่มีการเสนอขายขยะเป็นประจำ ความถี่โดยประมาณ 1-5 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเป็นลูกค้าในงานวิจัยที่ศึกษา

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษานี้ ผู้วิจัยได้จัดทำตารางดำเนินงาน ดังตารางที่ 1.1

การดำเนินงาน	เดือน									
	ต.ค.-54	พ.ย.-54	ธ.ค.-54	ม.ค.-55	ก.พ.-55	มี.ค.-55	เม.ย.-55	พ.ค.-55	มิ.ย.-55	ก.ค.-55
ศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพการดำเนินงานของบริษัท กรณีศึกษา										
ระบุปัญหาของบริษัท กรณีศึกษา										
รวบรวมงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง										
จัดทำข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย										
ออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ										
ทดสอบระบบ ตรวจสอบและแก้ไขระบบ										
สรุปผลการดำเนินงาน										
จัดทำวิทยานิพนธ์										

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทาง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทาง (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาสำคัญด้านโลจิสติกส์ อย่างหนึ่ง บริษัทต้องหาวิธีขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ในงานวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางในรูปแบบและข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป อีกทั้งวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลเฉลยก็แตกต่างกันออกไปด้วย

2.1.1 รูปแบบปัญหาเส้นทางเดินทาง

งานวิจัยนี้เป็นการจัดเส้นทางของรถจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ๓ แห่ง ตักษิณณาจารย์ (2543 : 9-11) กล่าวว่า รูปแบบปัญหานี้ มี 3 รูปแบบ เรียงลำดับจากปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปมาก ดังนี้

2.1.1.1 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางเพียง 1 เส้นทาง (Travelling Salesman Problem ;TSP) เป็นปัญหาระดับง่ายที่สุด เนื่องจากการจัดลำดับการส่งสินค้าที่ใช้เส้นทางเดียวให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ไม่มีข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถ ผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่านลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียว

2.1.1.2 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางแบบหลายเส้นทาง (Multiple travelling Salesman Problem ;MTSP) เป็นปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ

2.1.1.3 ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Classical Vehicle Routing Problem ปัญหาระดับนี้จะเป็นการหาจำนวนเส้นทางและลำดับในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆโดยออก

จากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยทราบปริมาณสินค้าของแต่ละลูกค้า ภายใต้ข้อจำกัดของรถซึ่งบรรทุกสินค้าได้ไม่เกินความจุที่กำหนดไว้

2.1.2 การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

จิรภัทร วัฒนเวคิน (2552 : 14-16) กล่าวถึง การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ จำแนกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

2.1.2.1 วิธีหาผลเฉลยที่ดีที่สุด (Exact Method) เป็นแนวทางการแก้ปัญหาแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้ผลเฉลยที่มีคุณภาพสูงที่สุด อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัตินั้นยังมีข้อจำกัดที่สำคัญคือปัญหาในความเป็นจริงซับซ้อนและมีปัจจัยซึ่งมีผลกระทบจำนวนมาก ต้องใช้ศักยภาพในการวิเคราะห์ที่สูงและใช้เวลานานมาก จึงไม่สามารถแก้ปัญหาซึ่งมีความซับซ้อนในเวลาจำกัด วิธีหาผลเฉลยที่ดีที่สุดที่ได้รับความนิยมนั้นมีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีซิมเพล็กซ์ วิธีแตกกิ่ง และวิธีกำเนิดสดมภ์ เป็นต้น

2.1.2.2 วิธีฮิวริสติก (Heuristic Method) เป็นแนวทางที่พยายามลดความซับซ้อนของปัญหาด้วยหลักการคิดของผู้ที่พัฒนาวิธีเพื่อประมาณค่าผลเฉลยที่มีคุณภาพในระดับที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นวิธีฮิวริสติกจึงมีรูปแบบในการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างยืดหยุ่นเป็นอย่างมาก โดยทั่วไป วิธีฮิวริสติกถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาคำตอบของแต่ละปัญหาเท่านั้น ดังนั้นวิธีฮิวริสติกที่สามารถหาคำตอบสำหรับปัญหาหนึ่งจึงไม่สามารถนำไปใช้ในการหาคำตอบของอีกปัญหาหนึ่งได้ แม้ว่าวิธีฮิวริสติกจะได้ผลเฉลยที่ไม่ใช่ผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่วิธีนี้มีจุดเด่นอยู่ที่ความรวดเร็วในการคำนวณผลเฉลย การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติก มี 4 ประเภทตามการจำแนกในงานวิจัยของ Cordeau และคณะ (2005 อ้างถึงใน จิรภัทร วัฒนเวคิน, 2552) คือ

- วิธี Constructive Heuristics ซึ่งได้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาเพียงรอบเดียว ใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อย คุณภาพของผลเฉลยไม่ดีเท่าไร
- วิธี Improvement Heuristics วิธีนี้จะนำผลเฉลยเบื้องต้นมาทำการพัฒนาคุณภาพของผลเฉลย ซึ่งจะได้มาจากวิธี Constructive Heuristics

- วิธี Population Mechanism วิธีนี้จะทำการวนรอบเพื่อหาผลเฉลยที่ดีขึ้นเรื่อยๆ โดยพัฒนาจากผลเฉลยเดิมก่อนหน้า
- วิธี Learning Mechanism จะมีวิธีคล้ายกับ Population Mechanism ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาเบื้องต้น จากนั้นทำการวนรอบแก้ปัญหาใหม่ทั้งหมด โดยเรียนรู้จากการแก้ปัญหาในรอบก่อนหน้าเพื่อหาผลเฉลยที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิมในทุกๆรอบ และหยุดการวนรอบเมื่อได้ผลเฉลยที่ต้องการ

ในการศึกษาครั้งนี้ จะเน้นการแก้ปัญหาโดยวิธี Constructive Heuristics เนื่องจากใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อย สะดวกในการที่บริษัทนำไปใช้งาน วิธีฮิวริสติกที่จัดอยู่ในกลุ่ม Constructive Heuristics ที่จะกล่าวถึง ยกตัวอย่างวิธี Saving Algorithm และ Sweep Approach

- เทคนิค Saving Algorithm มีรายละเอียด ดังนี้

ณกร อินทร์พุง (2548 : 98-99) อธิบายไว้ว่า The Saving Algorithm หรือเรียกว่าวิธีประหยัด วิธีนี้ถูกเสนอโดย Clarke และ Wright ในปี ค.ศ. 1964 เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทางปฏิบัติ เพราะเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน

- เริ่มต้นจากกำหนดให้เส้นทางหนึ่งเส้นทางมีลูกค้าเพียงจำนวน 1 คนเท่านั้น ดังนั้นจะได้จำนวนเส้นทางเท่ากับจำนวนลูกค้าทั้งหมด

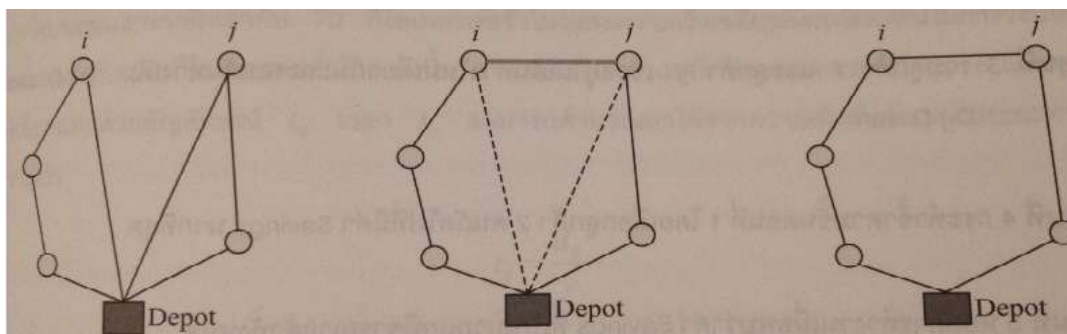
- คำนวณค่าประหยัด (Savings) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 คน นั่นคือลูกค้า i และลูกค้า j

$$S_{ij} = C_{D_i} + C_{D_j} - C_{ij}$$

โดย C_{ij} เป็นค่าใช้จ่าย ,เวลา หรือระยะทางระหว่างลูกค้า i และลูกค้า j

D แทนสัญลักษณ์ของศูนย์กระจายสินค้า เช่น C_{D_i} หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้า และลูกค้า i

- จากนั้นจัดลำดับค่าความประหยัด จากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด ถ้าค่าประหยัดมีค่าเป็นบวก จะทำการรวมลูกค้า i และลูกค้า j ให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน นั่นคือ เราจะได้เส้นทางในการขนส่งสินค้า $D-i-j-D$ ดังรูป

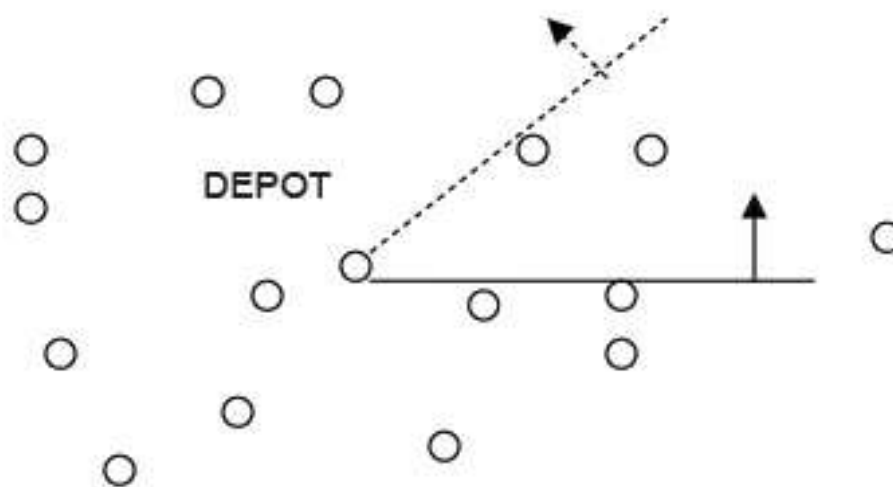


รูปที่ 2.1 วิธี Saving Method (ณกร อินทร์พยุง, 2548 : 99)

จากรูปที่ 2.1 ในรูป (Initial) แสดงเส้นทางในระยะต้น นั่นคือ ลูกค้า i และ j อยู่คนละเส้นทาง จากนั้นในรูป Intermediate แสดงวิธี Saving โดยทดลองรวมลูกค้า i และ j อยู่ในเส้นทางเดียวกัน ในขั้นตอนสุดท้าย Final เมื่อคำนวณค่าประหยัด จากการรวมให้ลูกค้า i และ j อยู่ในเส้นทางเดียวกันมีเครื่องหมายเป็นบวก จึงกำหนดให้ลูกค้า i และ j อยู่ในเส้นทางเดียวกัน จากรูป Final จะเห็นว่ารถบรรทุกทุกเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้า รับสินค้าที่ลูกค้า i และ j หลังจากนั้นเดินทางกลับเข้ามาที่ศูนย์กระจายสินค้า

- เทคนิคกวาด (Sweep Approach) มีรายละเอียด ดังนี้

เทคนิค Sweep Approach ถูกเสนอโดย Gillett & Miller (1974) วิศวกร (2543 : 20) กล่าวว่า เป็นวิธีการหาจำนวนเส้นทางและลำดับการส่งสินค้าโดยการแบ่งเส้นทางเป็นพื้นที่รับผิดชอบด้วยการหมุนเส้นสมมติในทิศทางวนเข็มหรือตามเข็มนาฬิกา และรวมปริมาณสินค้าที่เส้นดังกล่าวผ่านร้านต่างๆจนกระทั่งผลรวมของปริมาณสินค้าใกล้เคียงความจุของรถบรรทุกจึงเปลี่ยนรถใหม่เข้ามาเพิ่มจนกระทั่งหมุนเส้นครบรอบ หลังจากนั้นจึงใช้เทคนิคการแก้ปัญหา Travelling Salesman Problem :TSP สำหรับรถแต่ละคัน แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้อาจมีข้อบกพร่อง คือ ถ้าศูนย์กระจายสินค้าไม่ได้อยู่ ณ ศูนย์กลางของพื้นที่ให้บริการ จะทำให้รูปร่างของเส้นทางเดินทางมีขนาดไม่สมดุล และทำให้ระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันมากกว่าวิธีการอื่นๆ นอกจากนี้แล้ว วิธีการแบบนี้ ไม่ได้คำนึงถึงลักษณะการวางแนวถนน ทำให้ร้านค้าที่อยู่แนวถนนเดียวกัน อาจจะมีอยู่คนละเส้นทางก็ได้ ซึ่งไม่ถูกต้องกับหลักความเป็นจริง



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนแก้ปัญหาด้วยวิธีเทคนิค Sweep (ธนเศ ,2543 : 21)

2.2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.2.1 ความหมายของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ชวลิต ประภวานนท์ (2541 อ้างถึงใน สุภีจรรย์ ฟู่นธานี , 2552 : 8-10) อธิบายว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หมายถึง ระบบที่สนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมักถูกสร้างเพื่องานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะ ส่วนประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจมี 3 ส่วน ดังนี้

1. ระบบฐานข้อมูล (Data subsystem) ใช้รวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยจัดให้เป็นระเบียบ สามารถแก้ไขเพิ่มเติม เรียกใช้ได้ง่าย มักจะมีการใช้ซอฟต์แวร์ในการบริหารฐานข้อมูลโดยจะเรียกว่า Database Management System ซึ่งฐานข้อมูลอาจเป็นฐานข้อมูลเฉพาะสำหรับงานหรือฐานข้อมูลขนาดใหญ่ทั้งองค์กร
2. ระบบแบบจำลอง (Model subsystem) ระบบประกอบด้วยแบบจำลองการตัดสินใจช่วยในการให้ความคิด หาผลลัพธ์และหาทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลและฐานความรู้ที่ถูกสร้างขึ้น

แบบจำลองการตัดสินใจมีหลายชนิดขึ้นกับ จุดประสงค์ ความน่าจะเป็นและการทำงาน แบบจำลองที่บ่งตามจุดประสงค์ส่วนใหญ่มี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ

Optimization model เป็นแบบจำลองที่ใช้หาจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุด และ Descriptive model เป็นแบบจำลองที่อธิบายพฤติกรรมของระบบ โดยแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่เหมือนจริงและมีเหตุผล แต่ไม่สามารถแนะนำกิจกรรมหรือการกระทำที่ดีที่สุดได้

แบบจำลองที่แบ่งตามลักษณะความน่าจะเป็น แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองสำหรับระบบที่ไม่แน่นอน หรือที่เรียกว่า Probabilistic model เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยคำนึงถึงลักษณะความน่าจะเป็นของระบบ โดยการนำเข้าข้อมูลในรูปของความน่าจะเป็นและสร้างผลลัพธ์ที่เป็นความน่าจะเป็นด้วย ส่วนแบบจำลองสำหรับระบบที่แน่นอนหรือเรียกว่า Deterministic model ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแบบจำลองคณิตศาสตร์ แบบจำลองแต่ละชนิดประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้

1) Strategic model เป็นแบบจำลองสำหรับผู้บริหารระดับสูง เพื่อช่วยในการหาจุดประสงค์ขององค์กร แบบจำลองนี้มีระยะเวลาเป็นปี ทั้งนี้ขึ้นกับความรับผิดชอบในการวางแผนกลยุทธ์สำหรับผู้บริหารแต่ละคน

2) Tactical Model เป็นแบบจำลองสำหรับผู้บริหารระดับกลาง เพื่อช่วยในการกำหนดและควบคุมการใช้ทรัพยากรขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ แบบจำลองประเภทนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะ Deterministic model ซึ่งผลลัพธ์ในลักษณะการหาค่าที่ดีที่สุด

3) Operation model เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับการตัดสินใจในระยะสั้นๆ ส่วนใหญ่มีลักษณะแบบ Deterministic model ซึ่งให้ผลลัพธ์ในการหาค่าที่ดีที่สุด

4) Model building and subroutines เป็นขั้นตอนย่อยที่ช่วยคำนวณหรือวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้ามาประยุกต์ช่วย อาทิเช่น การโปรแกรมเชิงเส้นตรง การวิเคราะห์เชิงถดถอย เป็นต้น

3. ระบบประสานกับผู้ใช้ (User system interface) ส่วนที่ผู้ใช้งานงานติดต่อกับระบบ การตัดสินใจ เช่นการนำเข้าข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การแสดงผลในลักษณะต่างๆ เป็นต้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย ดังนี้

1) The action language เป็นส่วนที่ระบุวิธีการที่ผู้ใช้งานหรือติดต่อกับระบบ ประกอบด้วยหลายวิธี เช่น การใช้แป้นพิมพ์ปกติ การใช้แป้นควบคุม การใช้คำสั่งโดยเสียง เป็นต้น

2) The display or presentation language เป็นส่วนแสดงผลการทำงานของระบบ ประกอบด้วยหลายลักษณะ เช่น การแสดงผลทางจอภาพในรูปแบบตัวเลข ข้อความ ตารางหรือกราฟ การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ การแสดงผลโดยใช้เสียง เป็นต้น

3) The knowledge base เป็นส่วนที่ผู้ใช้ควรทราบ ทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนนี้จะอยู่ในรูปลักษณะคู่มือการใช้ หรือการเรียกคำสั่งช่วยเหลือในระหว่างการติดต่อกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.2.2 วิธีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล (2551 อ้างถึงใน สุภีจรรย์ หนุ่ธานี ,2552 : 10-20) ได้ระบุขั้นตอนวิเคราะห์และออกแบบระบบอยู่ 7 ส่วน ดังนี้

1. การกำหนดความต้องการของระบบ (System Requirements Deterministic)

การกำหนดความต้องการของระบบ คือ การวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิมเพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นจริง นำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหา ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงของระบบเดิม จากผู้ใช้ระบบนั้นภายในองค์กร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สิ่งที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลคือแบบฟอร์ม รายงาน รายละเอียดในการทำงาน และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่รวบรวมอาจมีรายละเอียดค่อนข้างมาก ซับซ้อน จึงต้องมีการจำลองข้อมูลด้วยแผนภาพ เพื่อให้เข้าใจภาพรวมของการทำงานของระบบได้ชัดเจนและรวดเร็วยิ่งขึ้น การเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงที่ต้องการทั้งหมดของระบบสามารถใช้วิธีการต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) ตัวอย่างเอกสาร แบบฟอร์ม และฐานข้อมูลที่ใช้งานในปัจจุบัน

การเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงจากเอกสารที่มีอยู่ อาจทำได้ 2 วิธี คือ 1. การรวบรวมข้อเท็จจริงจากเอกสารที่มีอยู่ เอกสารต่างๆที่ควรศึกษา แบบฟอร์มต่างๆ ที่มีการกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เป็นต้น 2. การสุ่มตัวอย่าง คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลโดยการเลือกตัวอย่างเอกสาร แบบฟอร์ม หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆเพียงบางส่วนจากทั้งหมดที่มีในองค์กร ซึ่งควรมีขนาดหรือจำนวนของตัวอย่างมากพอที่จะทำให้ทราบถึงขั้นตอนและเงื่อนไขในการดำเนินงานได้

2) การค้นคว้าข้อมูล

ผู้วิเคราะห์สามารถค้นคว้าข้อมูลจากองค์กรอื่นที่ประสบปัญหาในลักษณะเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบกับปัญหาหรือความต้องการขององค์กรว่าสามารถประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ เช่น หาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต นิตยสาร หนังสือพิมพ์ธุรกิจต่างๆ เป็นต้น

3) การสังเกตการณ์

ผู้วิเคราะห์สามารถหาข้อมูลได้โดยการสังเกตการณ์เจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการหรือกิจกรรมต่างๆระบบ การหาข้อมูลด้วยวิธีนี้มักใช้เมื่อข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ระบบรวบรวมมาได้ยังไม่ละเอียดเพียงพอ ในสังเกตการณ์นั้น ผู้วิเคราะห์ระบบควรใช้วิธีการของ Work Sampling กล่าวคือในการหาข้อมูลการดำเนินงาน ควรจะมีการสุ่มตัวอย่างการดำเนินการนี้จะทำให้เจ้าหน้าที่ไม่รู้สึกรบกวนขณะทำงาน เนื่องจากไม่ถูกจับตามองตลอดเวลา

4) การจัดทำแบบสอบถาม

แบบสอบถามคือ เอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงจากผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทของแบบสอบถาม แบ่งได้ดังนี้ 1. Free Format เป็นแบบสอบถามอิสระในการตอบ โดยผู้ตอบแบบสอบถาม เขียนคำตอบเอง 2. Fixed Format คำถามในแบบสอบถามประเภทนี้ต้องการคำตอบที่เจาะจงไป โดยจะมีคำตอบให้ผู้ตอบเลือก แบบสอบถามประเภทนี้ประมวลผลง่าย แต่ไม่สามารถเสนอข้อมูลหรือข้อคิดเห็นใดเพิ่มเติมได้ นอกเหนือจากคำตอบที่เตรียมไว้

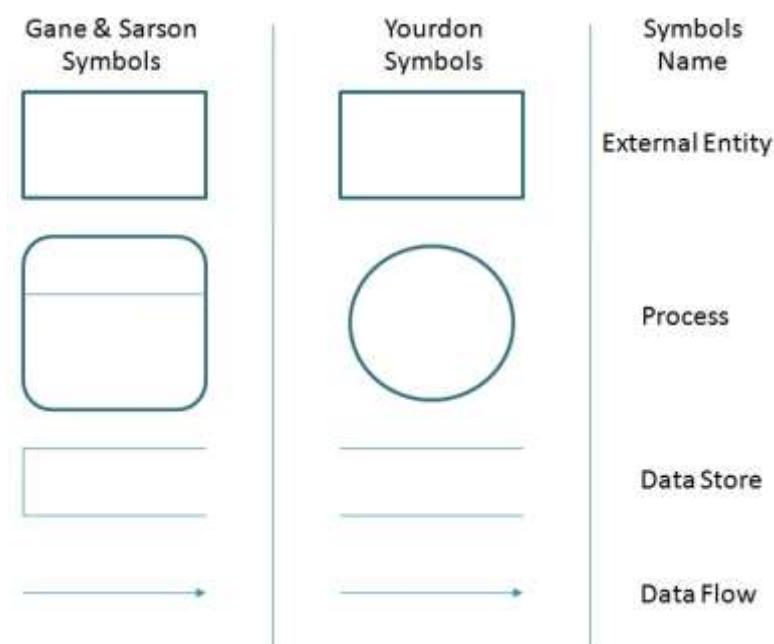
5) การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ เป็นการรวบรวมข้อมูลจากบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องของมนการดำเนินงานของระบบแบบตัวต่อตัว

2. แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Modeling)

เมื่อเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงและสารสนเทศที่จำเป็นต่อความต้องการของระบบแล้ว สิ่งที่ได้คือข้อเท็จจริงและสารสนเทศของระบบเดิม และความต้องการของระบบใหม่ ซึ่งข้อมูลของระบบใหม่มักมีจำนวนมาก ดังนั้นการจำลองข้อเท็จจริงให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โดยการใช้แผนภาพชนิดต่างๆในการจำลอง ในที่นี่จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram : DFD) แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ ข้อมูลที่เข้าและออกจากระบบ รวมถึงข้อมูลที่ไหลอยู่ภายในระบบจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอน

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล พัฒนาโดย Gene and Sarson (1979) โดยมีสัญลักษณ์ดังรูป



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล

ก) ปัจจัยภายนอก (External entity) คือ สิ่งต่างๆ เช่น คน องค์การ ระบบ เป็นต้น ที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีความเกี่ยวข้องกับระบบในฐานะที่ เป็นผู้ส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบหรือเป็นผู้รับข้อมูลจากระบบ

ข) กระบวนการ (Process) คือ กิจกรรมในการเปลี่ยนรูปแบบของ ข้อมูลจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง นั่นคือข้อมูลจะไหลเข้าสู่กระบวนการ จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้นออกมาเป็นข้อมูลลักษณะใด ลักษณะหนึ่ง ในการตั้งชื่อกระบวนการจะต้องสอดคล้องกับกิจกรรมที่ทำ และต้องตั้งชื่อในลักษณะของคำกริยา เช่น คำนวนกรวดเฉลี่ย คำนวนภา เป็นต้น

ค) แหล่งเก็บข้อมูล (Data Store) คือ ที่ซึ่งจะเก็บข้อมูลที่ได้จากการ ประมวลผลแล้ว ไว้ใช้สำหรับในการผลิตสารสนเทศต่อไป

ง) กระแสข้อมูล (Data Flow) คือ เส้นทางที่แสดงการเคลื่อนที่ของ ข้อมูลจากแหล่งภายนอกไปสู่ส่วนประกอบของระบบ หรือจะเคลื่อนจาก ส่วนประกอบของระบบไปแหล่งภายนอก หรือระหว่างส่วนประกอบของ ระบบด้วยกัน

2. แนวคิดของแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ การสร้าง แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) มีแนวคิดต่างๆ ดังนี้

ก) ขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process) เป็นขั้นตอนที่ ดำเนินการตอบสนองข้อมูลที่รับเข้า หรือดำเนินการตอบสนองต่อเงื่อนไข สภาวะใดๆที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะขั้นตอนการดำเนินงานนั้นจะทำโดยบุคคล หน่วยงาน หน่วยงาน เครื่องจักร หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ตาม จะสังเกตเห็นว่า ขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนแปลง หรือ ประมวลผลข้อมูลที่เข้าสู่ระบบให้กลายเป็นสารสนเทศที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการตอบสนองต่อการดำเนินงานที่มีเงื่อนไขและเหตุการณ์ต่างๆเกิดขึ้น มากมาย หรือเรียกว่าเป็นการตอบสนองต่อการดำเนินงานนั่นเอง

กฎของขั้นตอนการทำงานของระบบ มีดังนี้ 1. ต้องไม่มีข้อมูลรับเข้าเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการส่งข้อมูลออกจากขั้นตอนการทำงาน 2. ต้องไม่มีข้อมูลออกเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีข้อมูลเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานเลย 3. ข้อมูลรับเข้าจะต้องเพียงพอกับการสร้างข้อมูลส่งออก อาจเกิดจากการรวบรวมข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ครบ หรือใช้ชื่อข้อมูลรับเข้าหรือข้อมูลส่งออกผิด 4. การตั้งชื่อขั้นตอนทำงานต้องใช้คำกริยา

ข) เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flow) กฎของเส้นทางการไหลของข้อมูลมีดังนี้ 1. ชื่อของเส้นทางการไหลของข้อมูลควรเป็นชื่อของข้อมูลที่ส่ง 2. เส้นทางการไหลของข้อมูลต้องมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ขั้นตอน เพราะเส้นทางการไหลของข้อมูล คือ ข้อมูลนำเข้า (Input) และข้อมูลส่งออก (Output) จากขั้นตอนการทำงานของระบบ 3. เส้นทางการไหลของข้อมูลจะเดินทางระหว่างตัวแทนข้อมูลกับตัวแทนข้อมูลไม่ได้ 4. เส้นทางการไหลของข้อมูลจะเดินทางจากแหล่งจัดเก็บข้อมูลไปตัวแทนข้อมูลไม่ได้ 5. เส้นทางการไหลของข้อมูล จะเดินทางจากตัวแทนของข้อมูล ไปเส้นทางการไหลของข้อมูลไม่ได้ 6. เส้นทางการไหลของข้อมูลจะเดินทางจากแหล่งจัดเก็บข้อมูลไปแหล่งจัดเก็บข้อมูลไม่ได้ 7. การตั้งชื่อของเส้นทางการไหลของข้อมูลจะต้องใช้คำนาม

ค) ตัวแทนข้อมูล (External Agent) หมายถึงบุคคล หน่วยงานในองค์กรอื่นๆหรือระบบงานอื่นๆที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ แต่มีความสัมพันธ์กับระบบ โดยมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินงาน และรับข้อมูลที่ผ่านการดำเนินงานเรียบร้อยแล้วจากระบบ

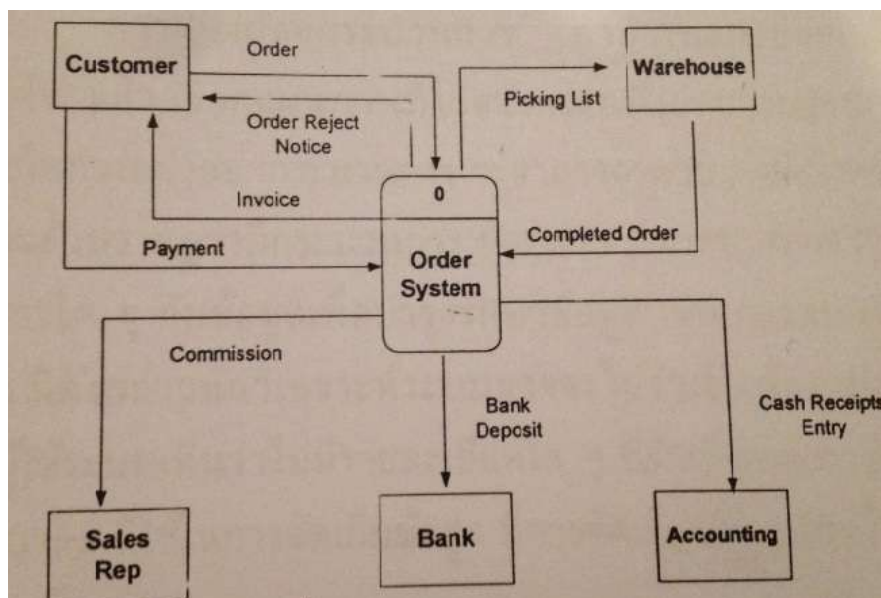
กฎของตัวแทนข้อมูลมีดังนี้ 1. ข้อมูลจากตัวแทนข้อมูลจะวิ่งไปสู่อีกตัวแทนข้อมูลไม่ได้ จะต้องผ่านขั้นตอนการทำงานก่อน เพื่อประมวลผลข้อมูลนั้น จึงจะได้ข้อมูลออกไปสู่อีกตัวแทนข้อมูลและอยู่ภายนอกขอบเขตระบบ เป็นต้น 2. การตั้งชื่อ ตัวแทนข้อมูลต้องใช้คำนาม

ง) แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) แหล่งเก็บบันทึกข้อมูล เปรียบเหมือนคลังข้อมูล โดยอธิบายรายละเอียดและคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่ต้องการเก็บหรือบันทึก

กฎของแหล่งจัดเก็บข้อมูล 1. ข้อมูลแหล่งจัดเก็บข้อมูลหนึ่งจะวิ่งไปสู่อีกแหล่งจัดเก็บข้อมูลไม่ได้ จะต้องผ่านการประมวลผลจากขั้นตอนการทำงานของระบบก่อน 2. ข้อมูลจากตัวแทนข้อมูล จะวิ่งเข้าสู่ตัวแทนข้อมูลโดยตรงไม่ได้ 3. การตั้งชื่อแหล่งจัดเก็บข้อมูลจะต้องใช้คำนาม

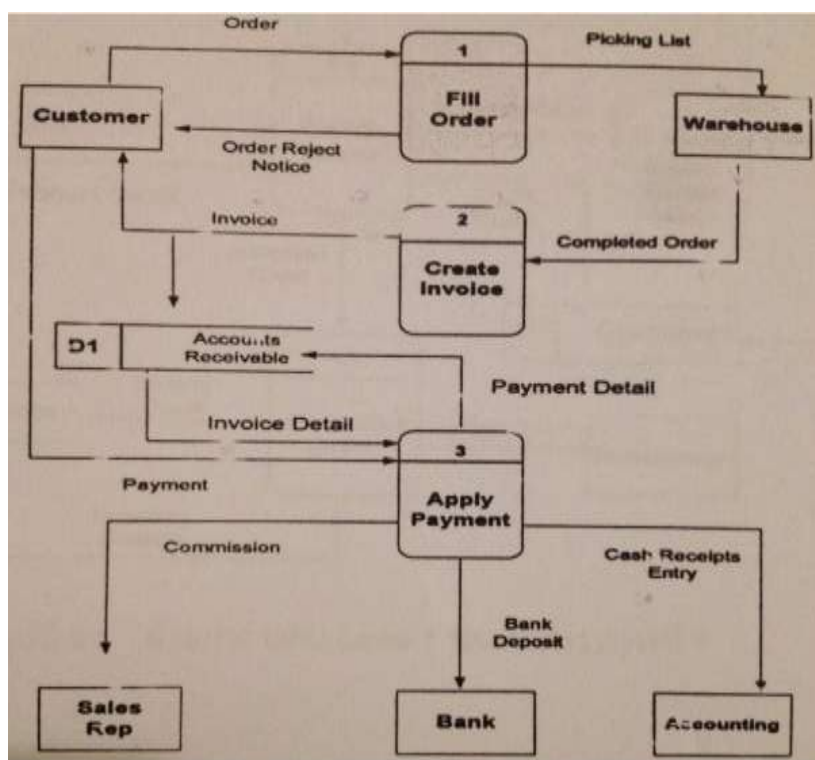
3. วิธีการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย Data Flow Diagram สามารถทำตามขั้นตอนได้ ดังนี้

ก) สร้างแผนภาพของบริบท (Context Diagram) คือแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ทั้งยังแสดงให้เห็นถึงขอบเขต และเส้นแบ่งขอบเขตของระบบที่ศึกษาและพัฒนา ซึ่งการสร้างแผนภาพของบริบทนี้จะช่วยให้เข้าใจภาพรวมของระบบได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Context Diagram

ข) สร้างแผนภาพระดับ 0 (Level-0 Diagram) คือ แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ ที่มีอยู่ในภาพรวมของระบบ (Context Diagram) แสดงทิศทางการไหลของ Data Flow และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)



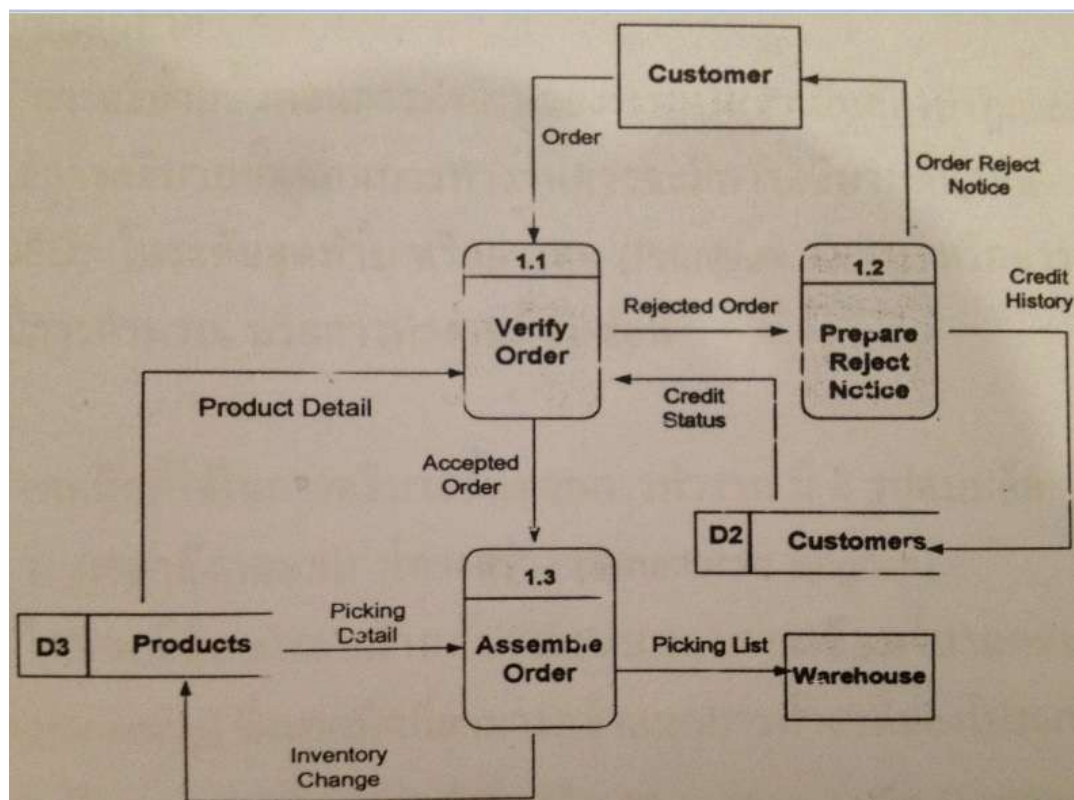
รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง DFD Level 0

ค) แบ่งย่อยแผนภาพ (Decomposition of DFD) ถ้าระบบใดมีความซับซ้อนมากไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานทั้งหมดภายในขั้นตอนเดียวใน Context Diagram การวิเคราะห์ระบบจึงสามารถจำแนกระบบใหญ่หนึ่งระบบ ออกเป็นระบบย่อยๆ ได้หลายระบบโดยแบ่งเป็นระบบย่อยเล็กลงเรื่อยๆ จนสามารถอธิบายการทำงานทั้งหมด เรียกว่า Decomposition

การแบ่งย่อยกระบวนการ สามารถบางย่อยลงไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีกแล้ว เรียกแผนภาพที่ไม่สามารถแบ่งย่อยกระบวนการได้อีกแล้วว่า Primitive DFD โดยในการบางย่อยกระบวนการ จะสามารถ

ทราบว่า เมื่อไรควรหยุดการแบ่งย่อยคือ 1) เมื่อแบ่งย่อยแล้วปรากฏว่ามีกระบวนการน้อยกว่า 2 กระบวนการ 2) เมื่อมีกระบวนการที่เป็นการดำเนินการใด ๆ กับข้อมูลเพื่อบำรุงรักษาข้อมูล เช่น การลบ เพิ่ม แก้ไข ปรับปรุงข้อมูล ผู้วิเคราะห์อาจไม่จำเป็นต้องแบ่งย่อยแผนภาพอีกที่ 3) เมื่อผู้ใช้ระบบเห็นว่าไม่มีรายละเอียดใด ๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบแล้ว 4) เมื่อแต่ละ Data Store ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล มีการจัดเก็บเพียงไฟล์เดียว

แม้ว่าแผนภาพจะมีกี่ระดับก็ตาม แต่ละระดับควรอยู่ในหน้ากระดาษเดียวกัน และไม่ควรมีมากกว่า 7 กระบวนการ เพราะจะทำให้ขั้นตอนการทำงานดูซับซ้อนและยากแก่การทำความเข้าใจ



รูปที่ 2.6 ตัวอย่าง DFD Level 1 ของกระบวนการที่ 1

ง) ตรวจสอบความสมดุลของ DFD (Balancing DFD)

สมดุลของแผนภาพกระแสข้อมูลที่จะต้องมีการมี input Data Flow ที่เข้าสู่ระบบและ Output Data Flow ที่ออกจากระบบใน DFD ระดับล่างครบทุก Input Data Flow และ Output Data Flow ที่ปรากฏอยู่ในระดับบน แต่ในระดับล่างอาจจะมีมากกว่าได้ โดยมีเงื่อนไขว่า input Data Flow และ Output Data Flow จะต้องเกิดจากขั้นตอนในระดับล่างเท่านั้น และจะนำไปใช้ในการตรวจความสมดุลของแผนภาพอีกระดับ หากมีการแบ่งย่อยแผนภาพในระดับล่างลงไปอีก

3. อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ (Logic of Process/Logic modeling)

เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้าง หน้าที่ และการทำงานของ process ปรากฏในแผนภาพกระแสข้อมูล (DFD) แม้ว่าแผนภาพกระแสข้อมูลจะอธิบายขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ รวมถึงยังแสดงข้อมูลที่วิ่งอยู่ภายในระบบด้วย Data Flow ทั้งทำให้ทราบถึงแหล่งที่จัดเก็บข้อมูล แต่ถึงกระนั้น DFD ยังไม่สามารถอธิบายการทำงานของขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล และวิธีการตรวจสอบข้อมูลที่รับเข้ามา จึงมีเทคนิคในการจำลองวิธีการทำงานและประมวลผลของขั้นตอนให้ผู้พัฒนาระบบทราบได้ว่าแต่ละระบบมีขั้นตอนการทำงานเช่นไร ประโยชน์ของคำอธิบายขั้นตอนการทำงานคือ สามารถช่วยในการสื่อสารกับนักออกแบบระบบและโปรแกรมเมอร์ได้ดียิ่งขึ้น สามารถใช้ดูประกอบกับแผนภาพชนิดต่างๆที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ เช่น แผนภาพกระแสข้อมูล DFD เพื่อนำไปออกแบบระบบง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการกำหนดตัวแปรต่างๆที่จะใช้ในโปรแกรมได้ง่ายขึ้นด้วย

การอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบไม่จำเป็นต้องทำทุกระดับของแผนภาพกระแสข้อมูล แต่การอธิบายขั้นตอนการทำงานควรมีการอธิบายขั้นตอนอยู่บนแผนภาพกระแสข้อมูล DFD ในระดับสุดท้าย หรือล่างสุด (Primitive DFD) หรือควรมีอธิบายไว้ในขั้นตอนที่คาดว่าจะมีการคำนวณหรือการทำงานที่ซับซ้อน

เทคนิคที่ใช้ในการอธิบายขั้นตอนการทำงานมี 3 รูปแบบ คือ

1. ภาษาอังกฤษแบบโครงสร้าง (Structured English) มีลักษณะคล้ายของการเขียนรูปแบบโปรแกรมโครงสร้าง (Structured Programming) ซึ่งเทคนิคนี้สามารถจำแนกการทำงานของโปรแกรมได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ แบบตามลำดับ (Sequence) แบบมีเงื่อนไข (Conditional หรือ Decision Structure) และแบบการทำซ้ำ (Iteration หรือ Repetition)
2. ตารางการตัดสินใจ (Decision table) แผนภาพที่ใช้การอธิบายการทำงานของขั้นตอนที่มีเงื่อนไขการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยแสดงเงื่อนไข (Condition) การกระทำ (Action) และกิจกรรมที่เป็นไปได้ตามกฎเกณฑ์ (Rules) ของเงื่อนไขนั้นให้อยู่ในรูปตารางซึ่งการอธิบายโดยเทคนิคการอธิบายโดยภาษาอังกฤษแบบโครงสร้าง อาจทำให้ดูซับซ้อนและยากเกินไป
3. การตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Tree) คือ แผนภาพที่ใช้การอธิบายการทำงานของขั้นตอนที่มีเงื่อนไขการตัดสินใจในรูปแบบของโหนด (Node) แล้วเชื่อมต่อกับเงื่อนไขการตัดสินใจด้วยเส้นตรง โดยเส้นทางการตัดสินใจในแต่ละเงื่อนไขสิ้นสุดลงที่กิจกรรมซึ่งแสดงในรูปวงรี
4. การออกแบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design)

แบบฟอร์มและรายงานถือเป็นแหล่งเอกสารที่สำคัญ เป็นข้อมูลที่พิมพ์ออกมาเพื่อให้ผู้บริหารได้เห็นข้อมูลและทำการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง การนำเสนอต้องในรูปแบบที่ใช้งานง่ายและเวลาในการทำงานรวดเร็ว

5. การออกแบบ User Interface

การออกแบบ User Interface หมายถึง การออกแบบส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การออกแบบจอภาพ (Screen Design) รายละเอียดของขั้นตอนการออกแบบ มีดังนี้

1. การออกแบบผังหน้าจอ (Layouts)

การออกแบบ Layouts ของแบบฟอร์มและรายงานสำหรับการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การออกแบบหน้าจอของแบบฟอร์มและรายงาน ซึ่งจะต้องมีการจัดวางด้วยรูปแบบเดียวกันกับที่ปรากฏอยู่บนเอกสารใช้งานจริง เพื่อให้ผู้ใช้เรียนรู้ระบบงานใหม่ได้รวดเร็ว ง่ายต่อการป้อนข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์

2. โครงสร้างของการป้อนข้อมูล (Structure Data Entry)

การออกแบบโครงสร้างการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการออกแบบเพื่อกำหนดรูปแบบ หรือลักษณะของช่องที่จะใช้ในการป้อนข้อมูล เช่น ควรออกแบบช่องป้อนข้อมูลในลักษณะใดให้เหมาะสมกับชนิดของข้อมูล รวมทั้งเป็นการกำหนดลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับช่องป้อนข้อมูล เพื่อเตรียมความสะดวกแก่ผู้ใช้

3. การควบคุมความถูกต้องในระหว่างป้อนข้อมูล (Controlling data Input)

ขั้นตอนนี้เป็นจุดสำคัญอย่างหนึ่งของการออกแบบการติดต่อกับผู้ใช้งาน เป็นการลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นระหว่างผู้ใช้งานป้อนข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบนั้น ต้องผ่านการประมวลผลให้เป็นข้อมูลที่จะต้องนำมาใช้ในการบริหารงานของระบบ

4. การตอบสนองของระบบ (Providing Feedback)

การตอบสนองของระบบ มี 3 ชนิดดังนี้ 1) แจ้งสถานะการทำงาน (status information) เป็นการออกแบบการตอบสนองของระบบที่มีต่อผู้ใช้ด้วยการแจ้งสถานะการทำงานของระบบให้ผู้ใช้ทราบความเป็นไป 2) แสดงความพร้อมในการรับคำสั่ง (Prompting Cues) เป็นการออกแบบเพื่อแจ้งสถานะในความพร้อมในการรับคำสั่ง และหากเลือกใช้ Prompt ในการแจ้งสถานะ ระบบสามารถบอกสิ่งที่ต้องการรับคำสั่งได้ในเวลาเดียวกันกับการแสดง Prompt 3) ข้อความแจ้งหรือเตือนเมื่อข้อผิดพลาด (Error/Warning Messages) เป็นการแสดงข้อความเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้เมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

5. ออกแบบการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้

การออกแบบในส่วนนี้เป็นการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลหรือการเข้าถึงแบบฟอร์มซึ่งเป็นแหล่งเอกสารของสารสนเทศที่เกิดจากการประมวลผลของระบบ จากผู้ใช้งานที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ข้อมูลเหล่านั้น เนื่องจากผู้ใช้งานบางคนอาจต้องการนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในทางที่ผิดได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ มีผู้ศึกษาไว้มากมาย ในวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไปสรุปได้ ดังนี้

Clark, G. และ Wright, J. (1964) ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีรถบรรทุกหลายขนาด ซึ่งส่งสินค้าออกจากศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว โดยใช้วิธีฮิวริสติก เพื่อการจัดเรียง ลำดับของค่าประหยัด (Saving) จากมากไปน้อย และเชื่อมเส้นทางทุกคู่จุดส่งใดๆเข้าด้วยกัน ไม่เกินข้อจำกัดบรรทุก ทำให้ทราบจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้และปริมาณสินค้าของรถแต่ละคัน

Golden, Magnani and Nguyen (1977) ได้นำเสนอโครงสร้างของข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการทำงานจริง ด้วยเทคนิค Saving Algorithm การปรับปรุงและขยายการใช้งานของ Saving Algorithm ถูกนำมาใช้กับการแก้ปัญหาที่มีลูกค้าตั้งแต่ 100 รายขึ้นไป ภายในเวลาไม่กี่นาที ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหาที่มีลูกค้าจำนวน 600 ราย ใช้เวลาเพียง 20 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM370/168 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการของ Saving Algorithm กับวิธีการของ Sweep และ Tyagi's Algorithm ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Multiple-Depot โดยยกตัวอย่างของปัญหาที่มีลูกค้าจำนวน 600 รายกับคลังสินค้าจำนวน 2 คลังซึ่งเป็นอิสระแก่กัน ก็สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลา 55 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเดียวกัน

อุบลวรรณ (2534) ศึกษาแนวทางการกำหนดเส้นทางการเก็บขยะมูลฝอยของรถเก็บขยะแต่ละคันของเขตบางเขน การวิจัยนี้เลือกใช้หลักการของวิธี School Bus Routing Approach โดยเริ่มจากหา Giant tour โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินพนักงานขายของ Little โดยวิธี Branch and Bound จากนั้นแบ่งพื้นที่เก็บขยะมูลฝอยออกเป็นเขตสำหรับรถแต่ละคันโดยใช้ Giant tour และจัดใหม่ให้เหมาะสมตามหลักฮิวริสติก

สุธี ศรีเพชรदानนท์ (2536) สร้างแบบจำลองใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติกตามวิธีของ Clarke and Wright บนระบบคอมพิวเตอร์เพื่อจัดเส้นทางที่ดีที่สุดในการขนส่งสินค้าประเภทผงซักฟอกและสินค้าที่ใช้ในห้องน้ำไปยังลูกค้าจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียวไปยังจุดส่งสินค้าจำนวนมาก โดยใช้รถขนส่งมากกว่า 1 คัน ผลจากการใช้เส้นทางที่ได้จากแบบจำลองมีการทำงานที่ดีกว่าการจัดเส้นทางแบบเดิม

อรวรรณ ตันติศิริเจริญกุล (2540) ได้เสนอวิธีการจัดการเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยในเขตจังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติก (Heuristics) เนื่องจากสภาพปัญหาเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีจุดจัดเก็บจำนวนมากทำให้การใช้เทคนิคพื้นฐานโดยตรงวิธีเดียวมาแก้ปัญหาโดยตรงไม่สามารถทำได้ จึงใช้หลักทฤษฎีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติกหลายวิธีร่วมกันในการแก้ปัญหาเส้นทาง เช่น วิธีกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Method) และการแก้ปัญหาเส้นทางแบบพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem) ผลที่ได้ให้เส้นทางที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลากว่าเดิมซึ่งทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

ธเนศ ทักษิณวรารจารย์ (2543) ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า เพื่อพัฒนาแบบจำลองและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้เกิดการประหยัดต้นทุนในการขนส่งและเพิ่มความรวดเร็วในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า การวิจัยนี้ใช้วิธี Saving Method ในการกำหนดเส้นทางเบื้องต้น จากนั้นจึงทำการปรับปรุงเส้นทางโดยวิธี 2-OPT Algorithm แล้วจึงทำการปรับลำดับการส่งโดยพนักงานจากการทำงานของโปรแกรม ALDO โดยผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างและบันทึกฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาจาก Microsoft Access 97 ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถให้ผลลัพธ์ในการจัดเส้นทางใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่ผ่านมาแต่วิธีการจัดเส้นทางของแบบจำลองจะด้อยลงถ้ามีจำนวนจุดส่งมากขึ้น และให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน

พงศ์พัฒน์ ไตตระกูล (2546) ศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล ให้ถึงหอผู้ป่วยภายในระยะเวลาที่กำหนด และใช้ระยะเวลาในการขนส่งที่เหมาะสม สำหรับจำนวนรอบการขนส่งที่เหมาะสม การวิจัยนี้ได้ใช้วิธีฮิวริสติกมาหาคำตอบของปัญหา โดยประยุกต์วิธี Saving Algorithm ในการหาระยะทางรวมขั้นต้น จากนั้นจึงทำการปรับปรุงเส้นทางเพื่อให้ได้ค่าคำตอบที่ดียิ่งขึ้นโดยใช้วิธี 2-OPT Algorithm และวิธี Anti-

Intersection Algorithm พบว่าประสิทธิภาพในการหาคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนออยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และยังสามารถจัดเส้นทางขนส่งเวชภัณฑ์โดยทำให้เกิดจำนวนรอบขนส่งที่เหมาะสมอีกด้วย

ธนุส ผอบแสง (2549) ศึกษาประโยชน์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกทม.และปริมณฑล ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ชื่อ Network Analysis Extension ซึ่งเป็นคุณสมบัติเสริมของโปรแกรม Arcmap หาเส้นทางขนส่งระหว่างจุดที่สั้นที่สุด แล้วสร้างแบบจำลองภายใต้โปรแกรมสำเร็จรูป Transportation Modeler การวิจัยพบว่าการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดส่ง สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งลงได้ 17 -27% มีการใช้ปริมาณรถขนส่งและระยะเวลาการจัดเส้นทางลดลง

ต้นติกร พิชญ์พิบูล (2550) ได้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการขนส่งสินค้า พบว่า มีรูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่างๆที่มี ความต้องการแน่นอน (The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับก่อนหลังในการขนส่งสินค้าไปยังตำแหน่งจุดส่งสินค้าต่างๆ โดยยานพาหนะตั้งอยู่ที่คลังสินค้าแห่งเดียว ผู้วิจัยได้อาศัยวิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติก ของ Clark & Wright เป็นการรวบรวมจุดส่งต่างๆเข้าไว้ในเส้นทางหลัก ลดการจัดสินค้าแบบไป-กลับ คลังสินค้าและทุกจุดส่งสินค้า นำผลลัพธ์ที่ได้เปรียบเทียบกับวิธี Nearest Neighbor ซึ่งเป็นการค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดส่งสินค้าจุดสุดท้าย โดยที่ไม่เกินความจุของรถส่งสินค้า เมื่อนำผลของทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบ พบว่าวิธี Clark & Wright สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมได้มากกว่าวิธี Nearest Neighbor 12.06% และในการประมวลผลของวิธี Clarke-Wright ใช้เวลาเพียง 250 วินาทีต่อการประมวลผล 120 ตัวอย่าง

จิรภัทร วัฒนเวคิน (2552) ศึกษาการสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมัน ซึ่งมีการส่งสินค้ามากกว่าหนึ่งจุด และมีศูนย์กระจายสินค้ามากกว่าหนึ่งแห่งประยุกต์ใช้แบบจำลองการแบ่งเซต (Set Partition) ในการประเมินทางเลือกเส้นทางในการเดินรถภายใต้ข้อจำกัดต่างๆเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด แต่ประสบปัญหาจำนวนตัวแปรที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำการลดตัวแปรโดยนำข้อจำกัดของบริษัทมาแปลงเป็นเงื่อนไข ถ้าตัวแปรใดไม่ผ่านเงื่อนไขจะทำการกำจัดตัวแปร ให้เหลือตัวแปรที่มีประสิทธิภาพ จากนั้นใช้ภาษา C++ ร่วมกับซอฟต์แวร์ QT SDK

ของบริษัท Nokia สร้างแบบจำลองการแบ่งเซต แล้วนำแบบจำลองที่ได้มาหาผลเฉลยโดยใช้ฟังก์ชันจากซอฟต์แวร์ Solving Constraint Integer Program version 1.2-CLP1.10.1ผ่านทางซอฟต์แวร์ Terminal พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและเวลาในการประมวลผล

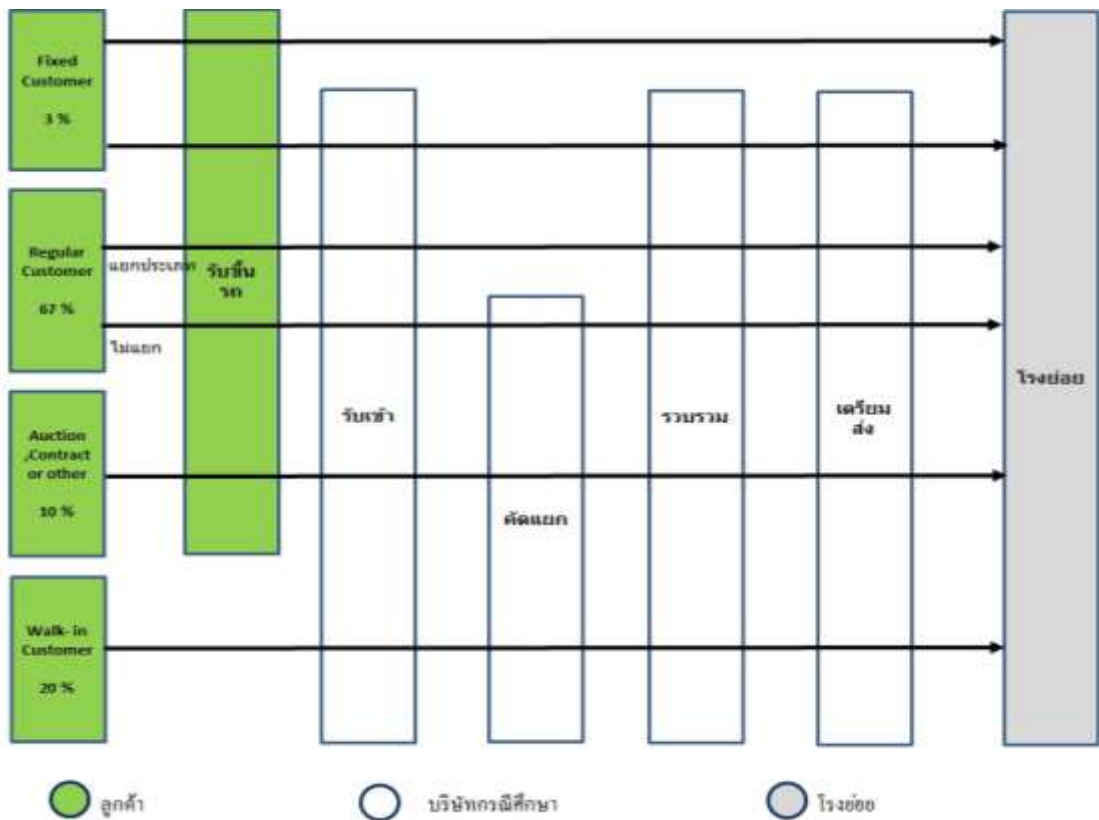
ณัฐกาญจน์ โพธิ์สัมฤทธิ์ (2553) ศึกษาเพื่อเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาเส้นทางจัดรถเพื่อไปรับชิ้นส่วนของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนหลายรายด้วยรถขนส่งคันเดียวกัน ที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งและการจัดเก็บชิ้นส่วนน้อยที่สุด การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเส้นทางรถขนส่งโดยคำนึงถึงปริมาณชิ้นส่วนคงคลังที่จะจัดเก็บจำนวนที่ขนส่งและคำนึงถึงเรื่องเวลาที่ขนส่งด้วย ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม CPLEX แก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ พบว่าต้นทุนการจัดเก็บชิ้นส่วนลดลง 8.7% แต่เมื่อบริษัทผู้ขนส่งชิ้นส่วนเพิ่มขึ้นจาก 6 บริษัทเป็น 10 บริษัท ทำให้ใช้เวลาในการหาคำตอบเพิ่มมากขึ้นถึง 368.42%

บทที่ 3
ข้อมูลทั่วไปของบริษัทและขั้นตอนวิธีการวิจัย

บทนี้กล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีตัวอย่างและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทตัวอย่าง

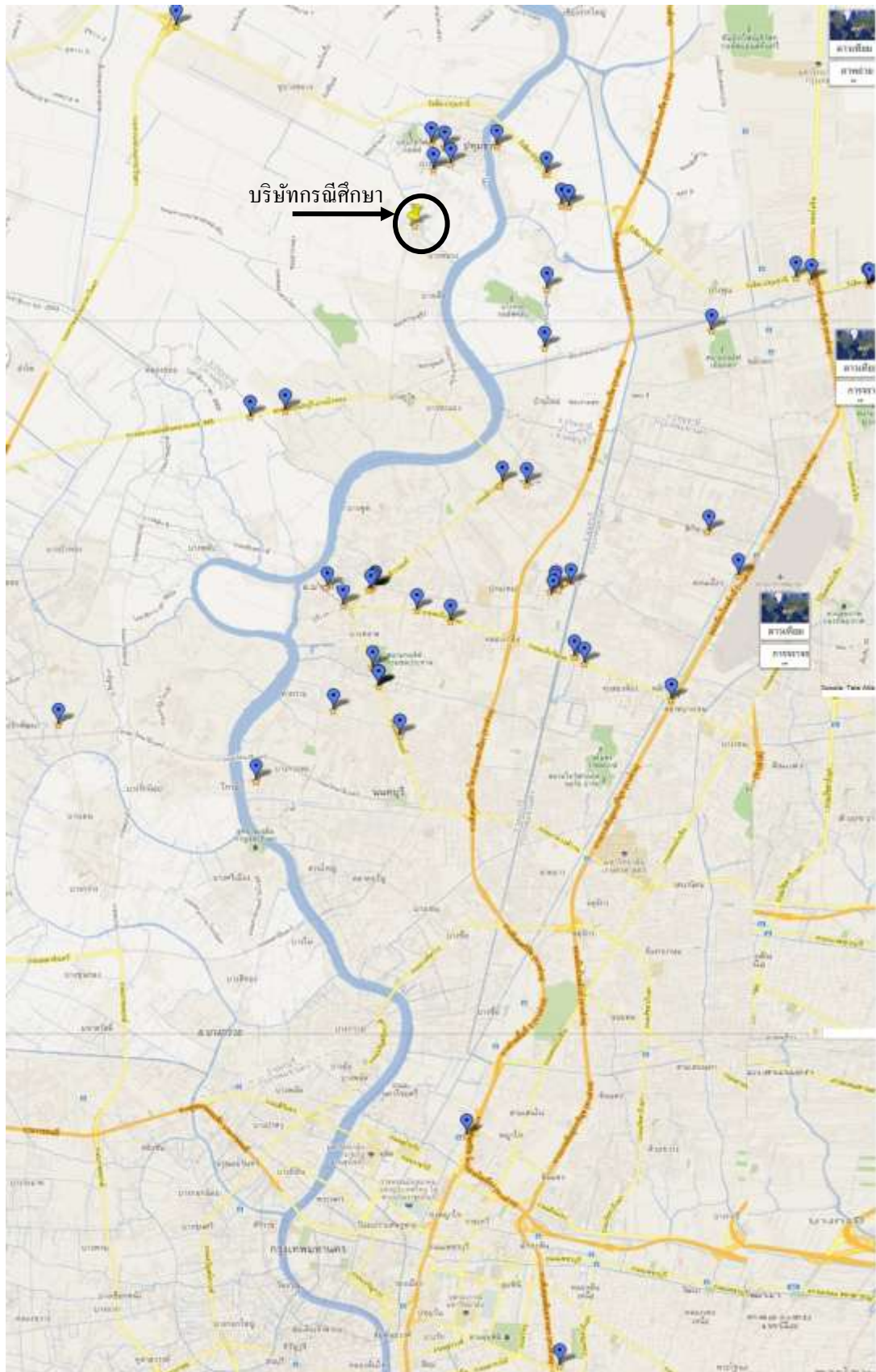
บริษัทตัวอย่างเป็นบริษัทในธุรกิจรับซื้อและคัดแยกขยะรีไซเคิล ตั้งอยู่ที่ อ.เมือง จ.ปทุมธานี โดยจะรับซื้อขยะจากห้างร้าน องค์กรต่างๆ นำมารวบรวม คัดแยก จนกระทั่งได้ปริมาณจำนวนเพียงพอที่จะส่งโรงงานย่อยหรือโรงงานรีไซเคิลเพื่อทำการย่อยและผ่านกระบวนการเพื่อรีไซเคิลต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงสัดส่วนลูกค้าของบริษัท

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าลูกค้าของบริษัท แบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ลูกค้าที่มีตารางการรับซื้อขยะที่แน่นอน (Fixed Customer) มีจำนวน 1 ราย คิดเป็น 3 % จากกลุ่มลูกค้าของบริษัท บริษัทจะทำการรับซื้อขยะในทุกวันศุกร์ โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งวัน หลังจากซึ่งก็ไปตามประเภทขยะเรียบร้อยแล้ว คนงานจะขนขึ้นรถบรรทุกของบริษัทที่เตรียมมา นำขยะไปส่งที่จุดรับ ตามเงื่อนไข ดังนี้
 - 1.1 โรงงานย่อยขยะ ในกรณีที่มีปริมาณขยะที่รับเต็มคันรถบรรทุกทุกโดยขยะต้องเป็นประเภทเดียวกัน ไปส่งโรงงานย่อยเดียวกัน
 - 1.2 โกดังของบริษัท กรณีที่ขยะมีหลายประเภท แต่ละประเภทไม่เต็มคันรถ ทำให้ไม่คุ้มที่จะไปส่งโรงงานย่อยในทันที จำเป็นต้องรวบรวมรวมกับปริมาณขยะในโกดังของบริษัท จึงจะไปส่งโรงงานย่อยได้
2. ลูกค้าที่มีการเสนอขายเป็นประจำ แต่ไม่มีตารางการรับซื้อที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า (Regular Customer) มีจำนวน 42 ราย โดยกระจายตัวในเขตกรุงเทพมหานคร ปทุมธานี และ นนทบุรี ลักษณะการกระจายตัวของลูกค้า ดังรูป 3.2 การเสนอขายขยะของลูกค้า แบ่งตามลักษณะการคัดแยกขยะ มี 2 ลักษณะ คือ
 - 2.1 ขยะที่เสนอขายถูกคัดแยกเป็นประเภทย่อย เมื่อคนงานขนขยะขึ้นรถ รถก็จะนำขยะมาเก็บรวบรวมในโกดังบริษัทพร้อมกับขยะที่ถูกคัดแยกแล้ว เพื่อรอส่งโรงงานย่อย
 - 2.2 ขยะที่เสนอขายไม่ถูกคัดแยกเป็นประเภทย่อย หลังจากขยะถูกขนมาเก็บที่โกดังบริษัท คนงานต้องคัดแยกตามประเภทย่อยตามที่โรงงานย่อยรับซื้อ
3. ลูกค้าที่เข้ามาเสนอขายขยะที่โกดังของธุรกิจด้วยตนเอง (Walk-in Customer) ขยะที่เข้ามาเสนอขายโดยส่วนใหญ่จะไม่คัดแยกขยะเป็นประเภทย่อย บริษัทก็จะคัดแยก เพื่อรวบรวมส่งโรงงานย่อยต่อไป
4. ลูกค้าที่ได้จากการประมูล เช่น หลังการจัดโปรโมชันชิงโชครางวัลจากฉลากผลิตภัณฑ์ หรือการรับทำลายเอกสาร เป็นต้น



รูปที่ 3.2 การกระจายตัวของลูกค้าของบริษัท

3.2 กระบวนการดำเนินงานของบริษัท

กระบวนการทำงานของบริษัท มี 3 กระบวนการหลักด้วยกัน คือ

3.2.1 การรับซื้อขยะ

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่บริษัทรับซื้อขยะตามที่มีผู้เสนอขายเข้ามา เสมือนเป็นการรวบรวมขยะหลากหลายประเภท มาเก็บไว้ที่โกดังบริษัท

3.2.2 การคัดแยกขยะ

หลังจากขยะที่รับซื้อมาถึงโกดัง พนักงานจำนวนหนึ่งก็จะทำการคัดแยกขยะเหล่านี้ออกเป็นประเภทย่อย เช่น ฝาขวดน้ำแยกจากขวดน้ำ เพราะการรีไซเคิลพลาสติกต่างประเภทกัน หรือคัดแยกเพื่อเอาสิ่งแปลกปลอมออก เช่น สันกาว

3.2.3 การขนส่งขยะสู่โรงงานย่อย

เมื่อรวบรวมขยะที่คัดแยกเป็นประเภทย่อยตามความต้องการของโรงงานย่อย ขยะเป็นปริมาณเต็มคันรถบรรทุกแล้ว บริษัทกรณีศึกษาก็จะนำขยะส่งโรงงานย่อยขยะ ซึ่งมีข้อกำหนดว่า ในคันหนึ่งๆต้องมีขยะประเภทย่อยประเภทเดียวกันนั้น ตัวอย่างเช่น หากเป็นขยะประเภทแก้ว ก็ต้องเป็นแก้วใสแบบเดียวกันทั้งคันรถ ยกเว้นประเภทกระดาษ หากโรงงานย่อยขยะดำเนินธุรกิจรับย่อยขยะประเภทกระดาษหลายประเภท ก็สามารถรวมขยะกระดาษได้ไม่เกิน 3 ประเภทย่อยในหนึ่งคันรถ

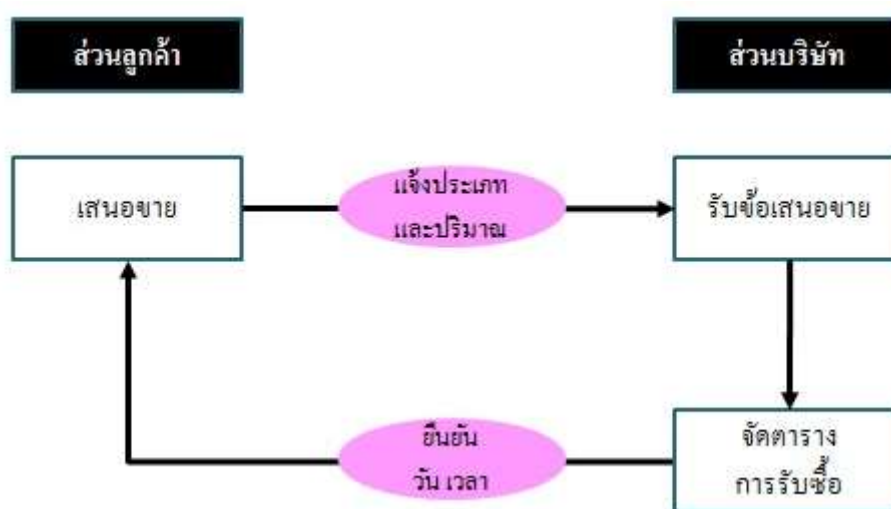
การขนส่งขยะเข้าสู่โรงงานย่อย บริษัทจะใช้ผู้รถเดียวกันกับที่ใช้รับซื้อขยะ เฉลี่ย การขนส่งขยะสู่โรงงานแยกประเภท

ตารางที่ 3.1 ส่งขยะเข้าสู่โรงงานย่อย

ประเภทขยะ	จำนวนประเภทขยะย่อย	จำนวนโรงย่อย	ส่งขยะ/โรงย่อย/เดือน
กระดาษ	7	3	2
ขวดแก้ว	24	2	1-2
อะลูมิเนียม	26	1	1
ลังเป็ยร์	1	1	1
พลาสติก	21	3	2

3.3 สภาพปัญหาของการตัดสินใจรับซื้อขยะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ให้ความสนใจไปที่การวางแผนจัดรถรับขยะไร้ไซเคิลของลูกค้าที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ลูกค้าแบบ Regular เนื่องจากปริมาณ ความถี่ในการเสนอขายมีไม่แน่นอน ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าลูกค้ารายใดจะเสนอขายขยะในวันใดบ้าง และเนื่องจากรถขนส่งขยะของบริษัทมีจำกัด บริษัทจึงไม่สามารถยืนยันรับซื้อขยะได้ในทันทีที่ลูกค้าเสนอเข้ามา



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการรับซื้อเสนอขายขยะ

จากรูปที่ 3.3 เมื่อบริษัทรับซื้อเสนอขายของลูกค้า ซึ่งลูกค้าจะแจ้งรายละเอียดประเภทขยะ และปริมาณเป็นน้ำหนักอย่างคร่าวๆ แต่บริษัทไม่สามารถยืนยันวันและเวลาการรับซื้อขยะได้ทันที โดยส่วนใหญ่บริษัทใช้เวลาในการจัดตารางรถรับขยะประมาณ 2-3 วัน หลังจากได้รับข้อมูลเสนอขาย จากนั้นจึงทำการโทรยืนยันวันที่บริษัทจะเข้าไปรับซื้อขยะ ช่วงระยะเวลารับข้อมูลจากลูกค้า จนกระทั่งรถไปรับขยะ ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์

ในการตัดสินใจรับซื้อขยะของลูกค้าแต่ละรายนั้น นอกจากต้องคำนึงถึงระยะทางรับระหว่างลูกค้าแล้ว บริษัทต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านการขนส่งอื่นๆ โดยข้อจำกัดการรับซื้อขยะไร้ไซเคิลมี 2 ข้อ คือ

1. ข้อจำกัดด้านพาหนะบรรทุก เนื่องจากขยะมีหลากหลายประเภท มีขนาดและน้ำหนักไม่เท่ากัน ดังนั้น นอกเสียจากจะคำนึงถึงความสามารถในการบรรทุก (คำนึงถึงน้ำหนัก) แล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการบรรจุอีกด้วย (คำนึงถึงปริมาตร)

2. ข้อจำกัดด้านเวลาในการรับ ลูกค้าบางรายเป็นหน่วยงานราชการ จึงสามารถไปรับชยะได้เฉพาะในเวลาราชการเท่านั้น หรือลูกค้าบางรายกำหนดให้รับได้เฉพาะช่วงก่อน 10.00 เป็นต้น แต่ลูกค้าบางรายก็สามารถเข้ารับชยะได้ตลอดทั้งวัน เป็นต้น

ดังนั้นความสำคัญของปัญหาในการศึกษาครั้งนี้คือ

1. การวางแผนจัดรถรับชยะอาศัยประสบการณ์ ไม่มีระบบสนับสนุน
2. ปริมาณและความถี่ของการเสนอขายชยะมีไม่แน่นอน ส่งผลให้ตัดสินใจผิดพลาด ไม่สอดคล้องกับทรัพยากรที่มี

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากปัญหาที่กล่าวในหัวข้อ 3.3 ข้างต้น แนวทางแก้ไขคือทำการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับชยะรีไซเคิล โดยคำนึงถึงค่าประหยัด (Saving) ภายใต้ข้อจำกัดของความสามารถในการบรรทุกและบรรจุของรถบรรทุก และเงื่อนไขอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารวางแผนจัดรถรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูลของระบบการทำงาน
ข้อมูลที่รวบรวม มี 2 ประเภท คือ
 - ข้อมูลปฐมภูมิ ข้อมูลประเภทนี้ได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารบริษัทและพนักงาน
 - ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลประเภทนี้ได้จากการรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น ราคารับซื้อ เป็นต้น
2. ค้นคว้าเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ปัญหาในการศึกษานี้เป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจรับชยะ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิค Sweep Approach
3. รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย
 - รายชื่อลูกค้า และเงื่อนไขการรับ

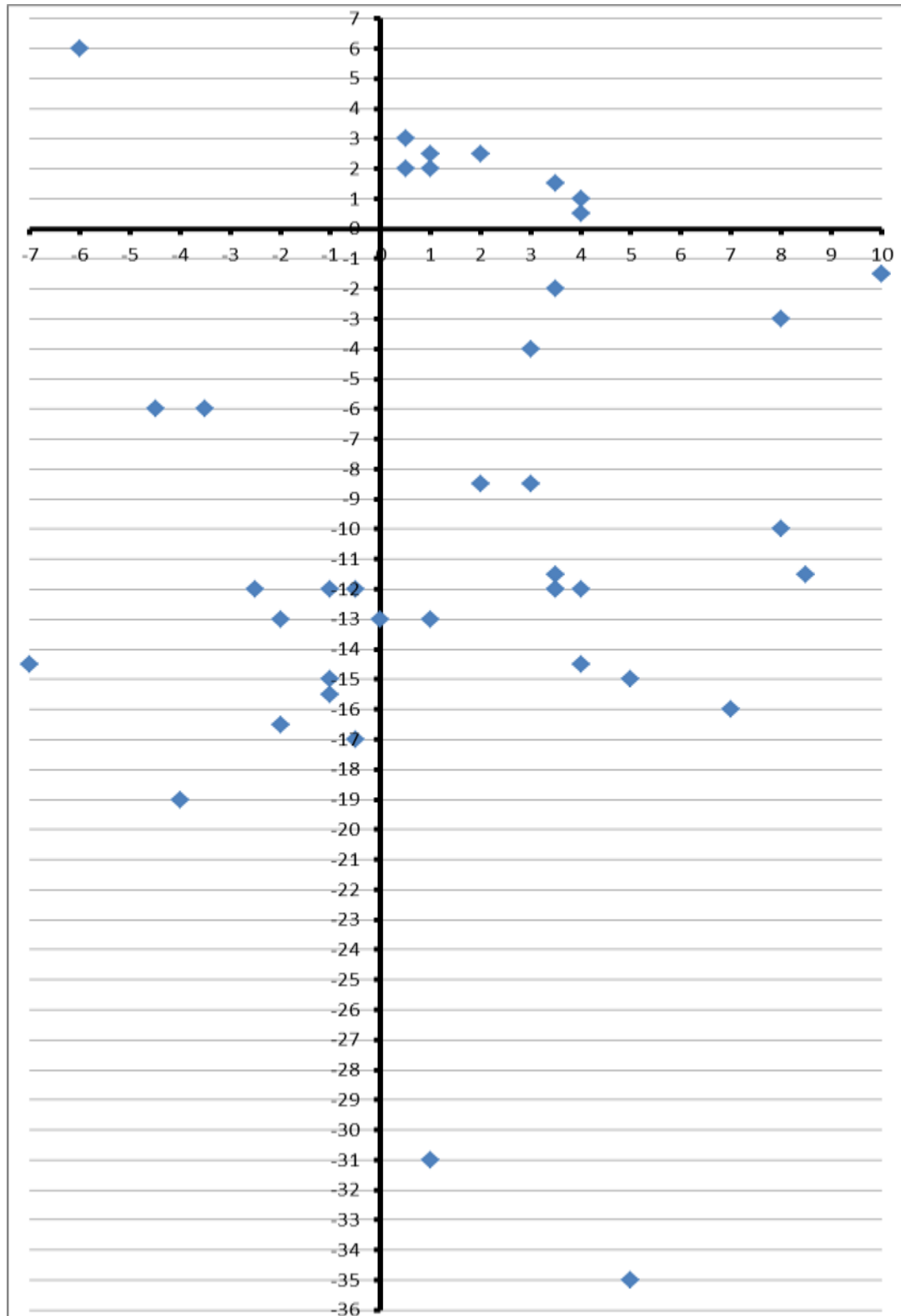
ตารางที่ 3.2 รายชื่อลูกค้าและพิกัดกราฟที่ตั้ง

ลำดับ	ลูกค้า	ความถี่รับขยะ (ครั้ง) /เดือน	เวลาการ รับขยะ	พิกัด กราฟที่ตั้ง
P ₁	7-11 เมืองทองวร	4	-	(3.5,-11.5)
P ₂	7-11 ตลาดปทุม	4	-	(1,2)
P ₃	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	4	-	(2,-8.5)
P ₄	7-11 เมืองทองแยก	4	-	(3.5,-12)
P ₅	7-11 รพ.กรุงสยาม	4	-	(4,1)
P ₆	7-11 แถวบางกระดี	4	-	(3.5,-2)
P ₇	เมเจอร์ ฮอลล์วิฑู	4	ก่อน 10.00	(-2,-13)
P ₈	ท็อป สรวงประภา	4	ก่อน 10.00	(8,-10)
P ₉	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	4		(8.5,-11.5)
P ₁₀	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	4	ก่อน 10.00	(1,-13)
P ₁₁	รร.คณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี	2	ก่อน 18.00	(2,2.5)
P ₁₂	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	4	ก่อน 16.00	(4,-12)
P ₁₃	ร้านคสอ.เมืองทอง	2	-	(3.5,-12)
P ₁₄	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	1-2	ก่อน 18.00	(3,-4)
P ₁₅	ม.เศรษฐสิริ	4	-	(-4,-19)
P ₁₆	รร.หอวัง นนทบุรี	1-2	ก่อน 16.00	(3,-8.5)
P ₁₇	รพ.พระนั่งเกล้า	1	ก่อน 18.00	(-2,-16.5)
P ₁₈	หจก.ภิญโญ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	2	-	(-6,6)
P ₁₉	รพ.ปทุมธานี	1	ก่อน 18.00	(0.5,3)
P ₂₀	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	1-2	ก่อน 16.00	(3.5,1.5)
P ₂₁	รพ.โรงงานยาสูบ	1-2	ก่อน 16.00	(5,-35)
P ₂₂	รร.อนุบาลปารีชาติ	1	ก่อน 16.00	(-3.5,-6)
P ₂₃	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	2	ก่อน 16.00	(8,-3)
P ₂₄	รร.สอนภาษาเทวี นนทบุรี	1	-	(0,-13)
P ₂₅	รพ.ปากเกร็ด	1	-	(-2.5,-12)

ลำดับ	ลูกค้า	ความถี่รับขยะ (ครั้ง) /เดือน	เวลาการ รับขยะ	พิกัด กราฟที่ตั้ง
P ₂₆	ร้านคสอ.Big C แจ้หวงวัฒนะ	1	-	(5,-15)
P ₂₇	รพ.สัตว์ปทุมธานี	1	-	(0.5,2)
P ₂₈	รพ.วิชัยยุทธ	1	ก่อน 15.00	(1,-31)
P ₂₉	ร.ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	1	ก่อน 16.00	(-1,-12)
P ₃₀	บางบัวทอง เพ็ทชอป	1	-	(-7,-14.5)
P ₃₁	IT-Square	2	-	(7,-16)
P ₃₂	บ.ชานมิเกล	1	-	(4,0.5)
P ₃₃	ร.ร.ปทุมวิไล	2	-	(1,2.5)
P ₃₄	รพ.ปทุมเวช	2	-	(10,-1.5)
P ₃₅	รพ.กรุงเทพ	1	-	(-0.5,-12)
P ₃₆	รามารังสิตคลินิกเวชกรรม	1	-	(10,-1.5)
P ₃₇	รพ.ชลประทาน	2	-	(-1,-15)
P ₃₈	บ้านยาเอื้ออาทร	2	-	(13,-1.5)
P ₃₉	ม.พฤษ์ลดา ติวานนท์-ราชพฤษ์	2	-	(-4.5,-6)
P ₄₀	ดอนเจดีย์ แมนชั่น	2	-	(-0.5,-17)
P ₄₁	ทรายทองเอนัส	1	-	(-1,-15.5)
P ₄₂	อเวนิว แจ้หวงวัฒนะ	2	-	(4,-14.5)

- เมตริกซ์ระยะทาง คำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างลูกค้าทั้ง 42 ราย โดยใช้โปรแกรม Google Earth ดังรูปที่ 3.4

- กราฟตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า พิกัด (0,0) แสดงตำแหน่งของบริษัท ค่าพิกัดตามกราฟที่ตั้งของแต่ละลูกค้า แสดงดังตาราง 3.2



รูปที่ 3.5 กราฟแผนที่ที่ตั้งลูกค้าและบริษัท

- ชนิดของรถบรรทุก ความสามารถในการบรรทุกและบรรจุของรถและจำนวนรถบรรทุกที่รับขยะของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีรถบรรทุกจำนวน 2 คัน พิกัดบรรทุกไม่เท่ากัน โดยแต่ละคัน มีเที่ยววิ่ง 2 เที่ยวในแต่ละวัน

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลรถบรรทุก

รหัสรถ	ประเภทรถ	พิกัดบรรทุก	พิกัดบรรจุ
T-01	4 ล้อ เล็ก	1,500 กก.	6.3 ลบ.ม.
T-02	4 ล้อ ใหญ่	3,000 กก.	13.7 ลบ.ม.

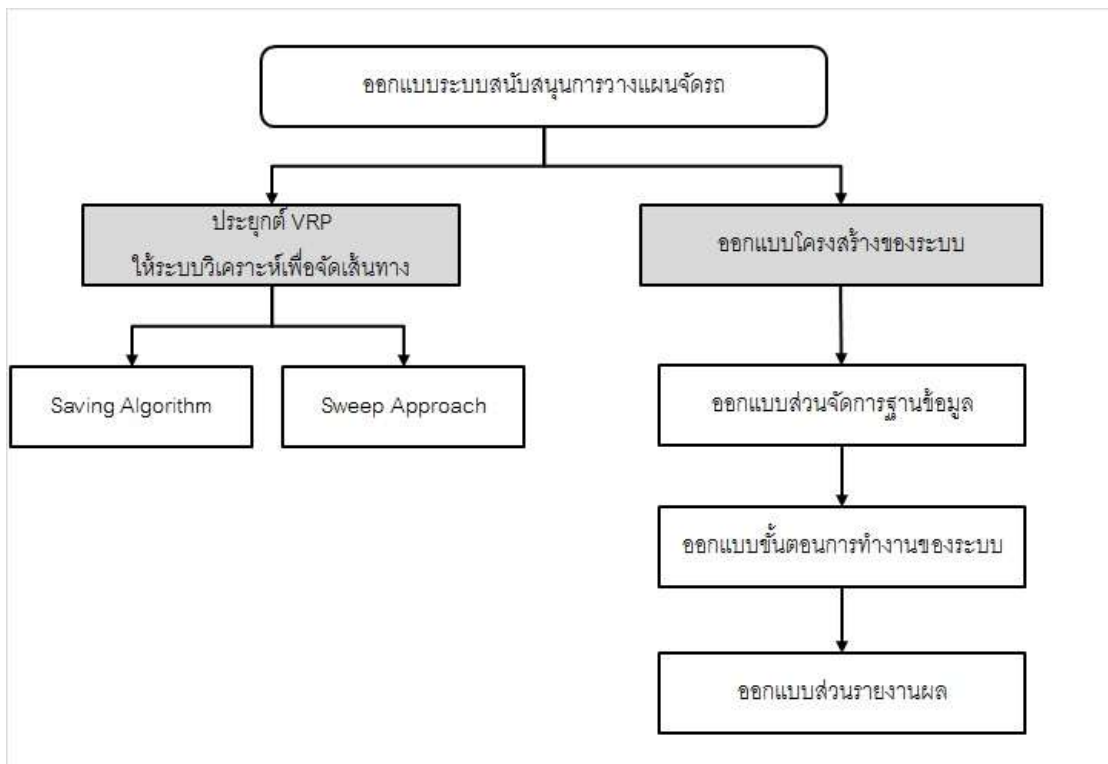
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและน้ำหนักของขยะแต่ละประเภท

ตารางที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาตรของขยะแต่ละประเภท

ประเภท	ปริมาตรต่อ 1 กิโลกรัม
-A4 กระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษย่อย	0.0022
กระดาษแข็ง กล่องน้ำตาล	0.0118
หนังสือพิมพ์	0.0086
นิตยสาร หนังสือเล่ม	0.0010
ขวดน้ำ (PET)	0.0125
ขวดน้ำชุ่น ขวดน้ำเกลือ	0.0050
ขวดน้ำดื่ม 20 ลิตร	0.0420
CD/DVD	0.0017
หลอดฉีดยา	0.0083
สายยาง	0.0060
ขวดเบียร์ใหญ่ ต่อ 1 ลิ้ง	0.0044
ขวดเบียร์เล็ก ซอสเล็ก	0.0029
ขวดเหล้ากลม ขวดซอสใหญ่	0.0024
ขวดเหล้าแบน	0.0018
อลูมิเนียมกระป๋องโค้ก	0.0067

4. ออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ

จากปัญหาจึงออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล โดยมีระยะทาง ปริมาตรบรรจุและน้ำหนักบรรทุกที่เหมาะสม



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ

จากรูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการออกแบบระบบมีขั้นตอนหลัก 2 ข้อ คือ ข้อแรก จะประยุกต์ทฤษฎีการจัดเส้นทางรถ (Vehicle Routing Problem) ซึ่งเป็นส่วนที่ระบบนำมาใช้วิเคราะห์หาเส้นทางจัดรถ และข้อที่สอง จะทำการออกแบบโครงสร้างระบบ

4.1 ประยุกต์ทฤษฎี VRP เพื่อเป็นแนวทางให้ระบบวิเคราะห์หาเส้นทางจัดรถ ขั้นตอนนี้มีกาวใช้ 2 เทคนิค คือ

- เทคนิค Saving Algorithm
- เทคนิค Sweep Approach

4.2 ทำการออกแบบโครงสร้างระบบ

โครงสร้างของระบบสนับสนุนการวางแผน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

- การออกแบบส่วนการจัดการฐานข้อมูล

การออกแบบส่วนการจัดการฐานข้อมูล ออกแบบเพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลให้เป็นระเบียบและง่ายต่อการเรียกใช้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ การบันทึกข้อมูลตั้งต้น และการกำหนดข้อมูลเพื่อการพิจารณา

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Excel มาเป็นจัดการฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นโปรแกรมฟรี ใช้งานง่าย ใช้หน่วยความจำไม่มาก

- การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ

การออกแบบส่วนของการทำงานของระบบ ซึ่งระบบมีการทำงานโดยใช้เทคนิคการหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิค Sweep วิเคราะห์จัดเส้นทาง การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ ควรง่ายต่อการใช้งาน

- การออกแบบส่วนรายงานผล

การออกแบบระบบหน้าจอสําหรับผู้ใช้งาน เน้นการออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน ประกอบด้วยส่วนการรายงานผลที่แสดงผลลัพธ์จากการจัดเส้นทาง โดยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิค Sweep ประกอบไปด้วย ผลการจัดเส้นทาง ระยะทางรวมแต่ละเส้นทาง น้ำหนักบรรทุกและปริมาตรบรรทุก และค่าประหยัด (Saving) การรายงานผลจะอยู่ในรูปไฟล์เอกสาร Microsoft Excel

5. ทดสอบระบบ

การทดสอบระบบ คือการตรวจสอบการทำงานของระบบ ตามแนวคิดหลักที่ได้ออกแบบ และตรวจสอบความเหมาะสมและปรับแก้ให้ตรงกับการใช้งาน

6. การทดสอบสมมติฐานและวิเคราะห์ผลที่ได้จากระบบ

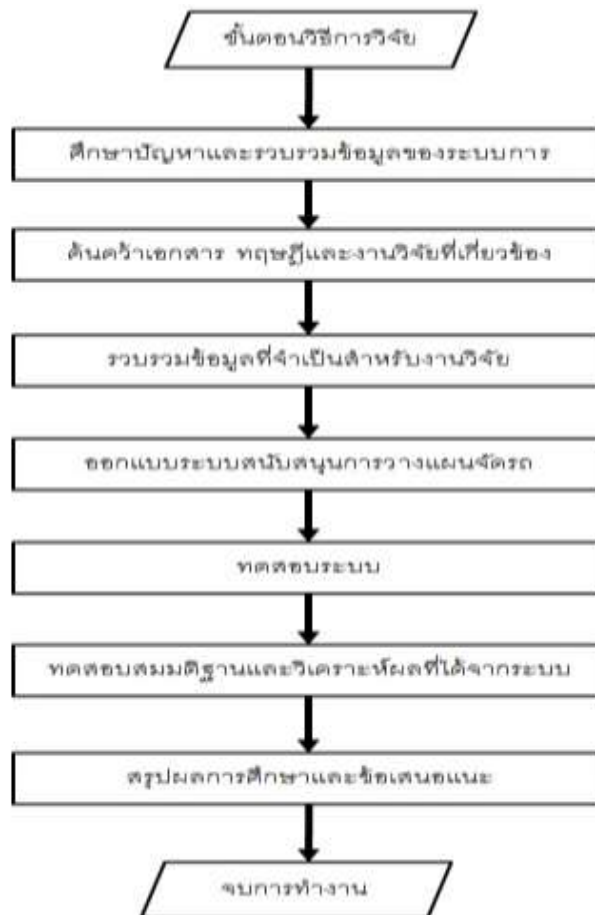
การทดสอบสมมติฐานจะเป็นการยืนยันวัตถุประสงค์ของงานวิจัยว่าเป็นความจริงตามที่ได้คาดการณ์หรือไม่ หลังจากได้ระบบสนับสนุนที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบสมมติฐานของงานวิจัยเพื่อยืนยันผลการจัดรถรับขยะรีไซเคิลโดยการใช้ภาษาทางคอมพิวเตอร์ คือภาษา Java เขียนบนซอฟต์แวร์ Microsoft Excel ว่า มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดรถรับขยะโดยพนักงาน ตัวชี้วัด คือ ระยะทางรวม น้ำหนักบรรทุกและปริมาตรบรรทุก วิธีการที่ให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าถือว่ามีประสิทธิภาพ

$$\text{ระยะทางรวมที่เปลี่ยนแปลง} = \frac{\text{ระยะทางรวมโดยวิธีเดิม} - \text{ระยะทางรวมโดยระบบ}}{\text{ระยะทางรวมโดยวิธีเดิม}}$$

$$\text{ปริมาตรบรรจุที่เปลี่ยนแปลง} = \text{ปริมาตรบรรจุรวมโดยระบบ} - \text{ปริมาตรบรรจุรวมโดยวิธีเดิม}$$

$$\text{ปริมาตรบรรจุที่เปลี่ยนแปลง} = \text{ปริมาตรบรรจุรวมโดยระบบ} - \text{ปริมาตรบรรจุรวมโดยวิธีเดิม}$$

7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4

การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับซื้อขยะรีไซเคิล

งานวิจัยบทนี้ กล่าวถึง การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับซื้อขยะรีไซเคิล ซึ่งแบ่งเป็น 2 หัวข้อหลัก คือ

1. การประยุกต์เทคนิคการวางแผนจัดรถ
2. โครงสร้างและกระบวนการของระบบ

4.1 การประยุกต์เทคนิคการวางแผนจัดรถ

การออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคนิค Nearest Neighborhood มาสร้างเส้นทางหลักรับขยะ (Master Route) จากนั้นนำเทคนิคการหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิค Sweep Approach มาสร้างเส้นทางรับขยะหลังรับข้อเสนอขายขยะจากลูกค้าประจำรายอื่น และสุดท้ายจัดลำดับการขนส่งในเส้นทาง ด้วยเทคนิค Saving Algorithm อีกครั้ง การออกแบบระบบมีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 สร้างเส้นทางหลักรับขยะ (Master Route)

การสร้างเส้นทางหลักในการรับขยะ เพื่อนำเป็นแผนงานรับขยะแต่ละสัปดาห์ สำหรับลูกค้ากลุ่มที่มีความถี่ในการเสนอขายขยะเป็นประจำ เฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง มีด้วยกัน 12 ราย จากลูกค้ารวม 42 ราย ดังตารางที่ 4.1

หลักเกณฑ์พิจารณาจัดเส้นทางหลัก มีดังนี้

- 1) ลูกค้าที่มีข้อจำกัดเวลาในรับก่อน 10.00 จะถูกจัดเป็นจุดรับแรกของรถรอบแรก
- 2) ลูกค้าที่เป็นหน่วยงานราชการ จะรับขยะในวันเปิดดำเนินการ
- 3) ทุกวันศุกร์ จะไม่มีการจัดเส้นทาง เพราะรถบรรทุกต้องไปรับขยะที่บริษัทไทยน้ำทิพย์ทุกคัน
- 4) ทุกวันเสาร์ จะมียอดอย่างน้อย 1 เทียว ส่งขยะที่คัดแยกแล้วไปยังโรงย่อย
- 5) พิจารณาค่า Saving จากตาราง 4.2 เป็นสำคัญ

ตารางที่ 4.1 ลูกค้ำหลักสำหรับจัดเส้นทาง Master Route

ลูกค้ำ	ความถี่รับขยะ (ครั้ง) /เดือน	เวลาการรับขยะ
7-11 เมืองทอง รร.	4	-
7-11 ตลาดปทุม	4	-
7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	4	-
7-11 เมืองทองแยก	4	-
7-11 รพ.กรุงสยาม	4	-
7-11 แถวบางกระดี	4	-
เมเจอร์ ฮอลล์วิฑูต	4	ก่อน 10.00
ทีอพ สรงประภา	4	ก่อน 10.00
ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	4	-
เซ็นทรัล แจ็งวัฒนะ	4	ก่อน 10.00
รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	4	-
ม.เศรษฐสิริ	4	-

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณศึกษา,สัมภาษณ์,20 กุมภาพันธ์ 2555

ขั้นตอนการจัดเส้นทาง Master Route ดังนี้

1. จัดลูกค้ำที่ต้องไปรับเป็นรายแรกของวัน ประกอบด้วย เมเจอร์ฮอลล์วิฑูต ทีอพ สรงประภา และเซ็นทรัลแจ็งวัฒนะ กระจายตัวในแต่ละวัน
2. หาค้ำของแต่ละลูกค้ำในข้อ 1 ที่มีค่า Saving มากที่สุด จากตาราง 4.2
3. ลูกค้ำที่เหลือจากข้อ 2 ให้ดูว่าค้ำใดมีค่า Saving มากก็ให้จัดเป็นเส้นทาง

ตารางที่ 4.2 ค่า Saving ของลูกค้าหลัก

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P12	P15
P1												
P2	2.7											
P3	19.0	-0.2										
P4	27.4	-0.2	16.9									
P5	7.7	5.8	7.7	7.6								
P6	14.5	4.6	14.5	14.4	16.0							
P7	20.0	-2.2	15.3	20.3	8.3	11.4						
P8	21.7	1.1	18.1	21.6	9.8	13.0	18.0					
P9	22.7	0.6	19.1	22.6	12.0	14.0	19.9	30.0				
P10	22.5	-4.1	14.2	22.9	7.3	10.4	25.2	14.9	20.4			
P12	27.2	1.3	18.3	27.2	10.0	12.6	21.3	22.6	23.3	22.5		
P15	21.2	-1.8	16.5	21.5	9.5	12.7	28.8	15.2	20.7	22.7	22.4	

*แถบสี แสดงลูกค้าหลักเพื่อจัด Master Route

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าประหยัด (Saving) ของลูกค้าที่จะจัดใน Master Route เมื่อพิจารณาจากหลักเกณฑ์การรับรายแรกแล้ว คู่ลูกค้าของรายแรก คือ ท็อป สรวงประภา – ร้านคสอ. ตลาดใหม่ดอนเมือง มีค่าประหยัดมากที่สุด คือ 30.0 คู่ลำดับถัดมา คือ เมเจอร์ฮอลลิวูด-ม.เศรษฐสิริ มีค่าประหยัด 28.8 ซึ่งคู่ลำดับนี้ เป็นเส้นทางเดียวกับคู่แรกไม่ได้เนื่องจากข้อจำกัดการเป็นรายแรก คู่ลำดับถัดมาคือ 7-11 แยกเมืองทอง - 7-11 เมืองทอง มีค่าประหยัด 27.4 โดยสร้างคู่ลำดับคู่นี้เป็นเส้นทางใหม่ คู่ลำดับถัดไปคือ รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง-7-11 แยกเมืองทอง มีค่าประหยัด 27.2 ซึ่งคู่ลำดับนี้สามารถรวมเป็นเส้นทางเดียวกับคู่ลำดับก่อนหน้า จะได้เส้นทาง 7-11 แยกเมืองทอง - 7-11 เมืองทอง - รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง เมื่อพิจารณาค่าประหยัดของคู่ลูกค้าในลำดับต่อมาที่ไม่ขัดข้อจำกัด ได้แก่ คู่ลูกค้า เซ็นทรัลแจ้งวัฒนะ – 7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46 คู่ลูกค้า 7-11บางกระดี - 7-11 รพ.กรุงสยามฯ และคู่ลูกค้า 7-11 ตลาดปทุม -7-11 รพ.กรุงสยามฯ

ผลลัพธ์ของการจัดแผนงานรับขยะ (Master Route) แสดงได้ดังนี้

- วันอังคาร : เซ็นทรัลแจ้งวัฒนะ – 7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46
- วันพุธ : เมเจอร์ฮอลล์วิฑู-ม.เศรษฐสิริ
- วันพฤหัสบดี : 7-11 แยกเมืองทอง - 7-11 เมืองทอง - รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง
- วันเสาร์ : 7-11 บางกระดี่ - 7-11 รพ.กรุงสยามฯ - 7-11 ตลาดปทุม
- วันอาทิตย์ : ท็อป สรวงประภา – ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง

4.1.2 ประยุกต์ทฤษฎีคำนวณเส้นทางรับขยะ

เส้นทางรับขยะจะถูกคำนวณหลังจากที่ลูกค้าเสนอขายขยะเข้ามา การคำนวณเส้นทางจะคำนวณด้วยกัน 2 เทคนิค เพื่อนำผลการจัดเส้นทางแต่ละเทคนิคมาเปรียบเทียบ การเลือกใช้รถบรรทุก ในกรณีที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน ธเนศ ทักษิณาจาร (2543) กล่าวไว้ว่า การใช้รถขนาดใหญ่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากกว่ารถขนาดเล็ก ในจำนวนเที่ยวที่เท่ากัน ถึงแม้ว่ารถขนาดเล็กจะเกิดการใช้ประโยชน์มากที่สุด (Truck Utilization) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งใช้วิธีการฮิวริสติกผลลัพธ์ที่ออกมาจำเป็นต้องแสดงผลในหลายรูปแบบ เพราะผลลัพธ์แต่ละรูปแบบอาจมีความเหมาะสมในสถานการณ์ต่างกัน (มานิช โลหะเตพานนท์, สัมภาษณ์, 22 พฤษภาคม 2555) เทคนิคที่ใช้มีขั้นตอน ดังนี้

- การประยุกต์เทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke & Wright มีหลักการพื้นฐาน ดังนี้

1. เรียงลำดับค่าประหยัด

คำนวณค่าประหยัด และเรียงลำดับค่าประหยัดจากค่าประหยัดมาก ไปค่าประหยัดน้อย ดังสมการ

$$S_{ij} = C_{Di} + C_{Dj} - C_{ij}$$

โดย C_{ij} เป็นระยะทางระหว่างลูกค้า i และลูกค้า j

D แทนสัญลักษณ์ของบริษัทกรณีศึกษา

2. การจัดจุดรับขยะของจุดรับชุดแรกลงเส้นทาง

ระบบจะตรวจสอบหาจุดรับขยะที่ยังไม่ได้ถูกจัดรถรับและมีค่าประหยัดมากที่สุด เพื่อตรวจสอบน้ำหนักและปริมาตรของขยะเทียบกับพิกัดบรรทุกและบรรจุของรถ หากจุดรับไม่ทำให้เกิดเกินพิกัดของรถบรรทุกให้นำจุดรับทั้งสองเข้าอยู่ในรถ แต่หากจุดรับเกินพิกัดของรถบรรทุกให้ปฏิเสธจุดทั้งสอง การเลือกใช้รถ ระบบจะสุ่มใช้รถที่สามารถบรรทุกได้

3. การจัดจุดรับลำดับถัดไป

- a. ระบบจะหาค่าประหยัดที่มีค่ามากที่สุดตรงลงมา โดยจุดรับนั้นต้องมีจุดรับใดจุดรับหนึ่งเป็นปลายของเส้นทางที่ได้จัดไว้ก่อนแล้ว โดยที่ปลายอีกข้างหนึ่งเป็นจุดรับใหม่ที่ยังไม่ถูกจัดลงเส้นทาง
- b. ตรวจสอบจุดรับที่จะนำเข้ามาในเรื่องข้อจำกัดของพิกัดบรรทุกหรือบรรจุของรถ หากจุดรับไม่ทำให้เกิดเกินพิกัดบรรทุกหรือบรรจุ ก็เพิ่มจุดรับนั้นเข้ายังเส้นทาง
- c. ทำตามขั้นตอนนี้ต่อไปจนกระทั่งถึงขีดจำกัดในการรับ จึงเปลี่ยนรถคันใหม่เข้าแทน

4. ระบบจะทดสอบประมวลผลตามขั้นตอน 1-4 จำนวน 50 ครั้ง และรายงานผล 5 ครั้งที่ทำให้ค่าประหยัดรวมสูงสุด

- การประยุกต์เทคนิคกวาด (Sweep Method) มีหลักการพื้นฐาน ดังนี้

1. จุดศูนย์กลางการหมุนกวาดเริ่มจากบริษัทกรณีศึกษา
2. กวาดข้อเสนอที่ระบุเป็นจุดรับแรกใน Master Route

จากนั้นจึงหมุนกวาดผ่านพื้นที่ที่ตั้งลูกค้า ที่ถูกระบุเป็นจุดรับแรกของ Master Route ระบบจะตรวจสอบความสามารถในการกวาดทิศทางทวนเข็มและทิศทางย้อนเข็ม การเลือกใช้รถ จะสุ่มใช้รถที่ระบุให้บริการได้ในวันที่ตรงกับ Master Route วันนั้นๆ โดยไม่เกินพิกัดบรรทุกของรถ

3. กวาดข้อเสนอใน Master Route

ตรวจสอบจุดรับที่อยู่ใน Master Route ที่ยังไม่ถูกกวาด ระบบจะสุ่มกวาดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งก่อน หากกวาดในทิศทางใดแล้วยังไม่เต็มคันรถ ระบบก็จะกวาดย้อนกลับ แต่หากเกินพิกัดรถหรือพบว่าไปกวาดเจอจุดรับที่เป็น Master Route ในวันอื่นก็จะหยุดการกวาด การเลือกใช้รถ ระบบจะสุ่มใช้รถที่ระบุให้บริการได้ในวันที่ตรงกับ Master Route วันนั้นๆ โดยไม่เกินพิกัดบรรทุกของรถ

4. หลังจากการกวาดเสร็จสิ้น ระบบจะจัดลำดับการรับขยะในเส้นทาง โดยใช้เทคนิคหาค่าประหยัด

5. ระบบจะทดสอบประมวลผลเทคนิคกวาดตามขั้นตอน 1-4 จำนวน 50 ครั้ง และรายงานผล 5 ครั้งที่ทำให้ค่าประหยัดรวมสูงสุด

4.1.3 การวางแผนจัดรถรับขยะ

การนำชุดข้อมูลทดลองคำนวณด้วยระบบสนับสนุนการวางแผนที่ได้ออกแบบขึ้น การรายงานผลจะแสดงผลการจัดเส้นทางโดยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิคกวาด (Sweep) พบว่าเมื่อผู้วิจัยนำชุดข้อมูลทั้งหมด ผลการประมวลผลลัพธ์โดยเทคนิคหาค่าประหยัด จะไม่คำนึงถึง Master Route ถือเป็นจุดอ่อนของวิธีนี้ แต่ผลจากเทคนิค Sweep ซึ่งจะรายงานผลโดยคำนึงถึง Master Route ดังนั้น ขั้นตอนการวางแผนจัดรถรับขยะโดยระบบสนับสนุนการวางแผน มีขั้นตอนดังนี้

1. นำเข้าสู่ชุดข้อมูลข้อเสนอขายขยะและรถบรรทุกที่สามารถให้บริการได้ทั้งหมดชุดข้อมูลประมวลผลการจัดเส้นทางด้วยระบบที่ออกแบบ
2. เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางแต่ละเทคนิค พิจารณาเส้นทางที่ให้ค่าประหยัดมาก และไม่ขัดต่อข้อจำกัดด้าน Master Route จากผลการจัดเส้นทางทั้ง 2 เทคนิค
3. พิจารณาผลของการจัดเส้นทางโดยระบบสำหรับข้อเสนอที่ยังไม่ถูกนำมาวางแผน แล้วพบว่าระบบน่าจะสามารถจัดเส้นทางใหม่ได้ พิจารณาจากค่าประหยัด ระยะทาง และค่าการใช้ประโยชน์จากพิกัดบรรจุ ผู้ใช้งานจะทำการนำเข้าข้อมูลใหม่ โดยลบข้อมูลนำเข้าของข้อเสนอที่ได้ทำการวางแผนเส้นทางไว้แล้ว ซึ่งประกอบด้วยปริมาณขยะและรถบรรทุกที่ให้บริการในวันนั้นๆ

4. ทำซ้ำข้อ 3 จนกระทั่งระบบไม่สามารถจัดเส้นทางได้อีกแล้ว หากมีข้อเสนอขายคงค้าง ให้ยกไปคำนวณรวมกับชุดข้อมูลถัดไป

4.2 โครงสร้างและกระบวนการของระบบ

โครงสร้างและกระบวนการของระบบสนับสนุนการวางแผนแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ การออกแบบส่วนการจัดการฐานข้อมูล การออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

4.2.1 การออกแบบส่วนการจัดการฐานข้อมูล

การออกแบบส่วนการจัดการฐานข้อมูล ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ การบันทึกข้อมูลตั้งต้น และการกำหนดข้อมูลเพื่อการพิจารณา มีรายละเอียดแต่ละส่วนงาน ดังนี้

4.2.1.1 การบันทึกข้อมูลตั้งต้น

ข้อมูลตั้งต้น ถือเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลูกค้า เป็นข้อมูลที่แสดง ชื่อลูกค้า สถานที่ตั้ง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเส้นทางหลัก (Master Route) เป็นข้อมูลของลูกค้าที่ถูกจัดในแผนงานเส้นทางหลักรับขยะแต่ละสัปดาห์ และลำดับการรับของลูกค้า บางรายที่ถูกระบุ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างลูกค้า ระยะทางระหว่างจุดในงานวิจัยนี้อ้างอิงจากโปรแกรม Google Earth

ส่วนที่ 4 ข้อมูลประเภทขยะ เป็นข้อมูลประเภทขยะที่รับซื้อ อัตราส่วนความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาตรของขยะแต่ละประเภท

4.2.1.2 การกำหนดข้อมูลนำเข้าเพื่อการพิจารณา

การกำหนดข้อมูลเพื่อการพิจารณา เป็นขั้นตอนที่สรุปข้อมูลทั้งหมดในการใช้พิจารณาการเส้นทางรถรับขยะ ในรอบการพิจารณานั้นๆ ขั้นตอนมีดังนี้

1. ข้อมูลลูกค้าแต่ละรายที่เสนอขายขยะแต่ละประเภท เป็นข้อมูลปริมาณน้ำหนักของขยะของแต่ละประเภทขยะ ระบบจะทำการบันทึกและแปลงค่าน้ำหนักเป็นปริมาตร

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Name	node id	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
2	7-11 เติมของ	P1	50	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7-11 ล้างถัง	P2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
4	7-11 ส. ล้างของ-ผ้า	P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	7-11 ส. ล้างของ	P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	7-11 ส. ล้างของ	P5	2	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
7	7-11 ล้างรถ	P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	รถของ ส. ล้างรถ	P7	0	20	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
9	รถ ล้างรถ	P8	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	ล้างรถ, ล้างรถ	P9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	รถ ล้างรถ	P10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	รถ ล้างรถ	P11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	รถ ล้างรถ	P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	รถ ล้างรถ	P13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	รถ ล้างรถ	P14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	รถ ล้างรถ	P15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	รถ ล้างรถ	P16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	รถ ล้างรถ	P17	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	รถ ล้างรถ	P18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	รถ ล้างรถ	P19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	รถ ล้างรถ	P20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	รถ ล้างรถ	P21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	รถ ล้างรถ	P22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	รถ ล้างรถ	P23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	รถ ล้างรถ	P24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	รถ ล้างรถ	P25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	รถ ล้างรถ	P26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	รถ ล้างรถ	P27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	รถ ล้างรถ	P28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	รถ ล้างรถ	P29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	รถ ล้างรถ	P30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	IT Square	P31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลนำเข้า ส่วนข้อมูลลูกค้า

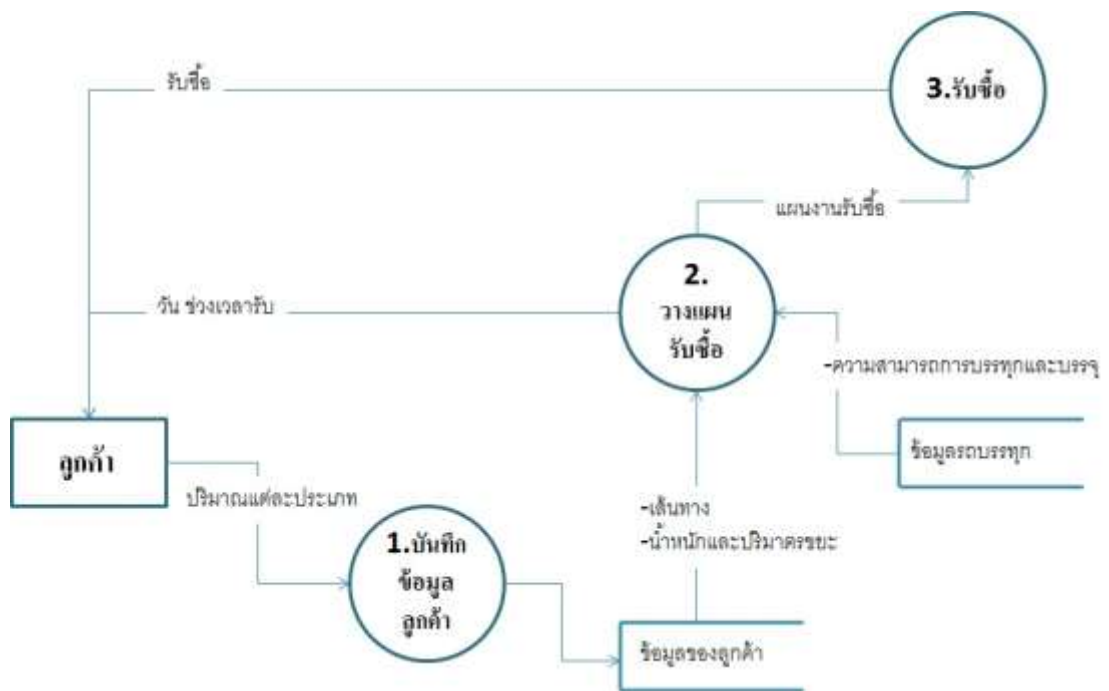
- รถบรรทุกที่สามารถให้บริการ ระบบแสดงจำนวนรถที่สามารถให้บริการได้ทั้งหมด และผู้ใช้สามารถเลือกใช้รถที่ต้องการ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Day	Name	ID	Capacity Weight	Capacity Volume												
2	1	truck1	T1	1000	6.7												
3	1	truck2	T2	2000	13.7												
4	1	truck3	T3	1500	6.7												
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลนำเข้า ส่วนข้อมูลรถบรรทุก

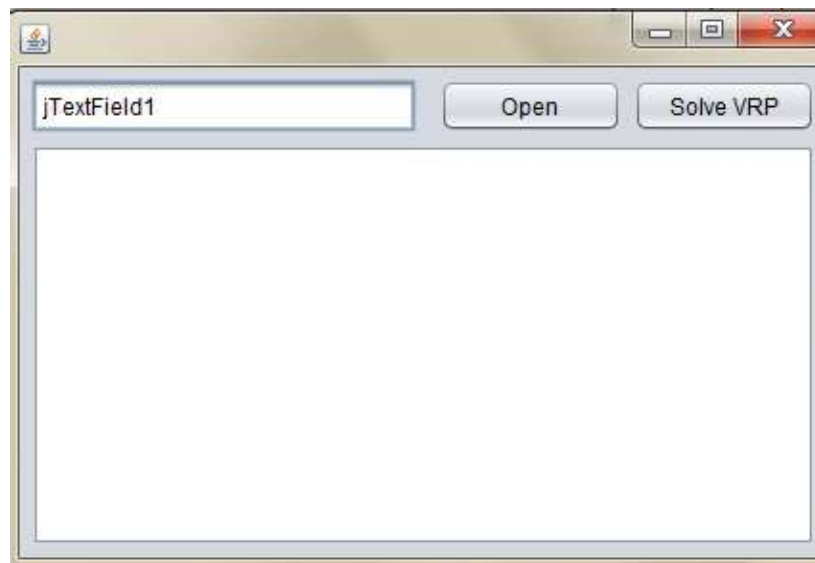
4.2.2 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้เพียงอัปโหลดไฟล์เอกสารข้อมูลนำเข้า จากนั้นกดคำนวณ



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ หลังจากได้รับข้อเสนอของลูกค้า ประกอบด้วยน้ำหนักของขยะแต่ละประเภท ผู้ใช้จะบันทึกข้อมูลนำเข้า แล้วอัปโหลดไฟล์เอกสารข้อมูลนำเข้า ระบบจะทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลระยะทาง อัตราความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและน้ำหนักของขยะ เพื่อประมวลผลการจัดเส้นทาง



รูปที่ 4.4 หน้าจอระบบ

4.2.3 การออกแบบส่วนรายงานผล

ส่วนรายงานผล เป็นส่วนที่ระบบนำเสนอผลลัพธ์จากการคำนวณ โดยประยุกต์เทคนิค 2 เทคนิค คือเทคนิคหาค่าประหยัด และเทคนิค Sweep ระบบจะรายงานผลการจัดเส้นทาง 5 เส้นทางแรกในแต่ละเทคนิคที่ให้ค่าประหยัดมากที่สุด แต่ละรายงานผลประกอบด้วยข้อมูลเส้นทางและรถรับ ระยะทางรวม ค่าประหยัด น้ำหนักบรรทุก ปริมาตรบรรจุ และลูกค้าที่ยังไม่ถูกจัดเส้นทาง

SimpleSA	Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance	Unselected Node	Node ID	Node name	Weight	Volume
	1	1	T1	P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	850	5.03	27.5	364.75	1010	0.67	6.30	0.94	28.9		P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1470	13.64
				P13	ร้านคสอ. เมืองทอง	160	1.27									P35	รพ.กรุงเทพ	1380	8.71
	1	2	T1	P8	ท็อป สรรพประภา	250	2.46	52.6		650	0.43	6.35	0.95	40.6					
				P9	ร้านคสอ. ตลาดใหม่ตอนเมือง	220	1.77												
				P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12												
	2	3	T2	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	35.1		2165	0.72	13.53	0.99	75.5					
				P28	รพ.วิชัยยุทธ	2045	12.12												
	2	4	T2	P21	รพ.โรงพยาบาลสุบ	1550	10.18	44.5		1970	0.66	12.69	0.93	91.1					
				P40	คอนเจคต์ แมนชั่น	420	2.50												
	3	5	T2	P23	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	760	3.06	58.5		2270	0.76	13.12	0.96	41.5					
				P34	รพ.ปทุมเวช	1360	8.42												
				P38	บ้านยาเอื้ออาทร	150	1.64												
	3	6	T2	P17	รพ.พระนั่งเกล้า	1880	10.69	34.6		2085	0.70	12.76	0.93	47.2					
				P41	ทรายทองเกสซิ่ง	205	2.06												
	3	7	T1	P6	7-11บางกระดี่	100	1.18	19.6		870	0.58	5.44	0.81	25.4					
				P14	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	770	4.27												
	3	8	T1	P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76	5.6		580	0.39	4.31	0.64	7.6					
				P33	รร.ปทุมวิไล	430	2.55												
	4	9	T2	P15	ม.เศรษฐสิริ	710	4.16	49.5		2040	0.68	12.46	0.91	39.3					
				P37	รพ.ชลประทาน	1230	7.12												
				P3	7-11 ซ. ดิวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18												
	4	10	T2	P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภิญญ์ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	540	3.67	22.45		1760	0.59	12.84	0.94	31.55					
				P5	7-11 รพ.กรุงสยาม	120	1.41												
				P32	บ.ชานมิเกล	1100	7.77												
	6	11	T1					0		0	0.00	0.00	0.00	0					
	6	12	T1					0		0	0.00	0.00	0.00	0					
	7	13	t2	P7	เมเจอร์ สออลส์วิวด	800	6.25	14.8		2090	0.70	12.96	0.95	36.4					
				P39	ม.พฤษ์ลดา ดิวานนท์-ราชพฤกษ์	1290	6.71												
	7	14	t2	P19	รพ.ปทุมธานี	1870	11.72	0		1870	0.62	11.72	0.86	3.2					

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างส่วนรายงานผลการจัดเส้นทาง

บทที่ 5 ผลการวิจัย

ระบบที่ได้ออกแบบขึ้นในงานวิจัยนี้ ได้ถูกนำมาทดสอบโดยใช้ข้อมูลการเสนอขายขยะจริงของบริษัท การทดสอบใช้คอมพิวเตอร์ยี่ห้อ Toshiba รุ่น Satellite Pro C40 ที่มีหน่วยประมวลผล Intel® Core™ i3-2310M CPU@2.10GHz หน่วยความจำ 2 GB และใช้ซอฟต์แวร์ Java บน Microsoft Excel ในการสร้างระบบ และหาผลเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุด

5.1 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเป็นข้อมูลจริง ที่ลูกค้ามีการเสนอขายขยะเข้ามาเป็นระยะเวลา 30 วัน ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 30 มีนาคม 2555 มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ความถี่เสนอขายขยะของลูกค้า ช่วงเวลาวิจัย

ลำดับ	ลูกค้า	ความถี่เสนอขายขยะ(ครั้ง)
P ₁	7-11 เมืองทองรว	5
P ₂	7-11 ตลาดปทุม	5
P ₃	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	5
P ₄	7-11 เมืองทองแยก	5
P ₅	7-11 รพ.กรุงสยาม	5
P ₆	7-11 แถวบางกระดี	5
P ₇	เมเจอร์ ฮอลล์วิฑู	5
P ₈	ท็อป สรวงประภา	5
P ₉	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	5
P ₁₀	เซ็นทรัล แจ็งวัฒนะ	5
P ₁₁	รร.คณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี	2
P ₁₂	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	5
P ₁₃	ร้านคสอ.เมืองทอง	4

ลำดับ	ลูกค้า	ความถี่เสนอขายขยะ(ครั้ง)
P ₁₄	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	4
P ₁₅	ม.เศรษฐสิริ	5
P ₁₆	รร.หอวัง นนทบุรี	2
P ₁₇	รพ.พระนั่งเกล้า	2
P ₁₈	หจก.ภิญโญ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	3
P ₁₉	รพ.ปทุมธานี	2
P ₂₀	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	2
P ₂₁	รพ.โรงงานยาสูบ	3
P ₂₂	รร.อนุบาลปารีสชาติ	1
P ₂₃	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	2
P ₂₄	รร.สอนภาษาเทวี นนทบุรี	1
P ₂₅	รพ.ปากเกร็ด	1
P ₂₆	ร้านคสอ.Big C แจ้งวัฒนะ	2
P ₂₇	รพ.สัตว์ปทุมธานี	2
P ₂₈	รพ.วิชัยยุทธ	2
P ₂₉	รร.สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	1
P ₃₀	บางบัวทอง เพ็ทชอป	2
P ₃₁	IT-Square	2
P ₃₂	บ.ชานมิเกล	1
P ₃₃	รร.ปทุมวิไล	3
P ₃₄	รพ.ปทุมเวช	3
P ₃₅	รพ.กรุงเทพ	1
P ₃₆	รามารังสิตคลินิกเวชกรรม	2
P ₃₇	รพ.ชลประทาน	3
P ₃₈	บ้านยาเอื้ออาทร	3
P ₃₉	ม.พฤกษ์ลดดา ติวานนท์-ราชพฤษ์	3
P ₄₀	ดอนเจดีย์ แมนชั่น	4

ลำดับ	ลูกค้า	ความถี่เสนอขายขยะ(ครั้ง)
P ₄₁	ทรายทองเอนส์ซ	3
P ₄₂	อเวนิว แจ็งวัฒนะ	2

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.1 แสดงความถี่เสนอขายขยะของลูกค้า ในช่วงเวลา ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 30 มีนาคม 2555 ความถี่รวม 128 ครั้ง ข้อเสนอขายขยะในช่วงระยะเวลาดังกล่าว นำไปจัดการวางแผนการรับขยะในช่วงระยะเวลา 6 มีนาคม – 9 เมษายน 2555 โดยมีรถบรรทุกให้บริการ จำนวนเที่ยว ดังตาราง 5.2

ตารางที่ 5.2 รถบรรทุกที่ให้บริการในช่วงเวลาเก็บข้อมูลวิจัย

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	15	30
T-02	4 ล้อ ใหญ่	22	44

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.2 แสดงจำนวนวันและจำนวนเที่ยวของรถบรรทุกที่ให้บริการในช่วงเวลา เก็บข้อมูลวิจัย พบว่าจำนวนเที่ยวให้บริการรวม 72 เที่ยว

ข้อมูลข้อเสนอขายขยะในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล ผู้วิจัยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชุด เพื่อความเหมาะสมของการวางแผนจัดรถรับขยะ จะมีการนำข้อมูลมาจัดการวางแผนจัดรถทุกวันศุกร์ เนื่องจากเป็นวันที่ปริมาณงานของบริษัทน้อยกว่าวันอื่นๆ (ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,สัมภาษณ์, 20 กุมภาพันธ์ 2555) แต่ละชุดของมุลมีรายละเอียดผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 รายละเอียดชุดข้อมูลที่ 1 เป็นข้อเสนอขายขยะในช่วงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555

ตารางที่ 5.3 ข้อเสนอขายชุดที่ 1 ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41
P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76
P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18
P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12
P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41
P6	7-11 บางกระดี่	100	1.18
P7	เมเจอร์ ฮอลล์วิฑู	800	6.25
P8	ท็อป สรวงประภา	250	2.46
P9	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	220	1.77
P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1,470	13.64
P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	850	5.03
P13	ร้านคสอ.เมืองทอง	160	1.27
P14	ม.เคื้ออาหาร ปทุมธานี	770	4.33
P15	ม.เศรษฐสิริ	710	4.16
P17	รพ.พระนั่งเกล้า	1,880	11.89
P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภิญญ์ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	540	3.67
P19	รพ.ปทุมธานี	1,870	12.91
P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,550	10.93
P23	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	760	3.27
P28	รพ.วิชัยยุทธ	2,045	13.62
P32	บ.ซานมิเกล	1,100	7.77
P33	รร.ปทุมวิไล	430	2.55
P34	รพ.ปทุมเวช	1,360	9.32

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P35	รพ.กรุงเทพ	1,380	9.46
P37	รพ.ชลประทาน	1,230	7.93
P38	บ้านยาเอื้ออาทร	150	1.64
P39	ม.พฤษ์ลดา ติวานนท์-ราชพฤษ์	1,290	6.71
P40	ดอนเจดีย์ แมนชั่น	420	2.50
P41	ทรายทองเภาสัซ	205	2.06
รวม		22,210	154.20

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทธรณีศึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.3 แสดงบันทึกขอเสนอขายขยะช่วงระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555 มีการเสนอขายขยะรวม 29 ครั้ง จากลูกค้า 29 ราย ปริมาณขยะรวม 22,210 กิโลกรัม มีปริมาตรรวม 154.20 ลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอขายขยะชุดข้อมูลที่ 1 จะนำไปวางแผนจัดรถรับขยะในช่วงวันที่ 6 - 12 มีนาคม 2555 ในช่วงวันที่ดังกล่าว มีรถบรรทุกให้บริการ ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 1

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	3	6
T-02	4 ล้อ ใหญ่	4	8

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทธรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.4 แสดงบันทึกข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 6 - 12 มีนาคม 2555 สำหรับรับข้อเสนอขายขยะที่มีการเสนอเข้ามาระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555 พบว่ามีรถบรรทุกให้บริการรวม 14 เที่ยว ปริมาตรบรรทุกรวม 149.8 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักบรรทุกรวม 33,000 กิโลกรัม

5.1.2 รายละเอียดชุดข้อมูลที่ 2 เป็นข้อเสนอขายระยะในช่วงวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2555

ตารางที่ 5.5 ข้อเสนอขายชุดที่ 2 ระหว่างวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2555

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P1	7-11 เมืองทอง	100	1.18
P2	7-11 ตลาดปทุม	170	2.00
P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	150	1.76
P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76
P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	140	1.65
P6	7-11 บางกระดี่	120	1.41
P7	เมเจอร์ ฮอลล์ ๖	1,100	9.02
P8	ท็อป สรวงประภา	250	2.46
P9	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	230	1.88
P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1,350	12.53
P11	รร.คณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี	510	3.09
P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	590	4.25
P13	ร้านคสอ.เมืองทอง	230	1.88
P15	ม.เศรษฐสิริ	880	5.35
P16	รร.หอวัง นนทบุรี	640	3.86
P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	600	4.03
P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,610	10.85
P22	รร.อนุบาลปารีส	260	2.23
P24	รร.สอนภาษาเทวี นนทบุรี	270	2.14
P26	ร้านคสอ. Big C แจ้งวัฒนะ	300	2.37
P27	รพ.สัตว์ปทุมธานี	470	3.82

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P33	รร.ปทุมวิไล	380	2.21
P34	รพ.ปทุมเวช	1,310	9.34
P37	รพ.ชลประทาน	1,410	9.86
P40	ดอนเจดีย์ แม่น้ำ	530	3.01
P41	ทรายทองเภสัช	230	2.29
P42	อเวนิว แจ็งวัฒนะ	1,110	7.07
รวม		15,090	113

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.5 แสดงบันทึกขอเสนอขายขยะช่วงระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 3 - 9 มีนาคม 2555 มีการเสนอขายขยะรวม 27 ครั้ง จากลูกค้า 27 ราย ปริมาณขยะรวม 15,090 กิโลกรัม มีปริมาตรรวม 113 ลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอขายขยะชุดข้อมูลที่ 2 จะนำไปวางแผนจัดรถรับขยะในช่วงวันที่ 13 - 19 มีนาคม 2555 ในช่วงวันที่ดังกล่าว มีรถบรรทุกให้บริการ

ตารางที่ 5.6 ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 2

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	2	4
T-02	4 ล้อ ใหญ่	6	12

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.6 แสดงบันทึกข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 13 - 19 มีนาคม 2555 สำหรับรับข้อเสนอขายขยะที่มีการเสนอเข้ามาระหว่างวันที่ 3 - 9 มีนาคม 2555 พบว่ามีรถบรรทุกให้บริการรวม 16 เที่ยว ปริมาตรขยะรวม 191.2 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักขยะรวม 42,000 กิโลกรัม

5.1.3 รายละเอียดชุดข้อมูลที่ 3 เป็นข้อเสนอขายระยะช่วงวันที่ 10 – 16 มีนาคม 2555

ตารางที่ 5.7 ข้อเสนอขายชุดที่ 3 ระหว่างวันที่ 10 – 16 มีนาคม 2555

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41
P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76
P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18
P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12
P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41
P6	7-11 บางกระดี่	100	1.18
P7	เมเจอร์ ฮอลล์วิฑู	800	6.25
P8	ท็อป สรวงประภา	250	2.46
P9	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	220	1.77
P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1,470	13.64
P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	850	5.03
P14	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	770	4.33
P15	ม.เศรษฐสิริ	710	4.16
P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภิญญ์ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	540	3.67
P25	รพ.ปากเกร็ด	1,705	11.32
P30	บางบัวทอง เพ็ชชอป	250	2.04
P31	IT-Square	1,070	7.63
P36	รามารังสิตคลินิกเวชกรรม	180	1.58
P38	บ้านยาเอื้ออาทร	150	1.64
P39	ม.พฤษ์ลดดา ติวานนท์-ราชพฤกษ์	1,290	6.71
P40	ดอนเจดีย์ แมนชั่น	420	2.50

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
รวม		11,445	84

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.7 แสดงบันทึกขอเสนอขายขยะช่วงระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 10 – 16 มีนาคม 2555 มีการเสนอขายขยะรวม 21 ครั้ง จากลูกค้า 21 ราย ปริมาณขยะรวม 11,445 กิโลกรัม มีปริมาตรรวม 84 ลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอขายขยะชุดข้อมูลที่ 3 นำไปวางแผนจัดรถรับขยะในช่วงวันที่ 20 – 26 มีนาคม 2555 ในช่วงวันที่ดังกล่าว มีรถบรรทุกให้บริการ

ตารางที่ 5.8 ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 3

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	3	6
T-02	4 ล้อ ใหญ่	3	6

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.8 แสดงบันทึกข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 20 – 26 มีนาคม 2555 สำหรับรับข้อเสนอขายขยะที่มีการเสนอเข้ามาระหว่างวันที่ 10 – 16 มีนาคม 2555 พบว่ามีรถบรรทุกให้บริการรวม 12 เที่ยว ปริมาตรบรรจุรวม 122.4 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 27,000 กิโลกรัม

5.1.4 รายละเอียดชุดข้อมูลที่ 4 เป็นข้อเสนอขายระยะช่วงวันที่ 17 – 23 มีนาคม 2555

ตารางที่ 5.9 ข้อเสนอขายชุดที่ 4 ระหว่างวันที่ 17 – 23 มีนาคม 2555

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41
P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41
P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	120	1.41
P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76
P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	150	1.76
P6	7-11 บางกระดี่	120	1.41
P7	เมเจอร์ ฮอลล์วิฑูต	870	7.50
P8	ท็อป สรวงประภา	180	1.83
P9	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	350	3.57
P10	เซ็นทรัล แจ็งวัฒนะ	1,070	9.26
P11	ร.คณระชาษฏร์บำรุจ ปทุมธานี	530	2.41
P12	ร.เซนตर्फรังค์ เมืองทอง	770	3.49
P13	ร้านคสอ.เมืองทอง	300	2.28
P14	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	1,110	6.11
P15	ม.เศรษฐสิริ	770	4.14
P16	ร.หอวัง นนทบุรี	690	4.06
P27	รพ.สัตว์ปทุมธานี	670	4.78
P29	ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	1,120	6.93
P31	IT-Square	1,140	8.30
P42	อเวนิว แจ็งวัฒนะ	1,280	8.94
	รวม	11,630	83

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.9 แสดงบันทึกขอเสนอขายขยะช่วงระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 17 – 23 มีนาคม 2555 มีการเสนอขายขยะรวม 20 ครั้ง จากลูกค้า 20 ราย ปริมาณขยะรวม 11,630 กิโลกรัม มีปริมาตรรวม 83 ลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอขายขยะชุดข้อมูลที่ 4 นำไปวางแผนจัดรถรับขยะในช่วงวันที่ 27 มีนาคม – 2 เมษายน 2555 ในช่วงวันที่ดังกล่าว มีรถบรรทุกให้บริการ

ตารางที่ 5.10 ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 4

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	4	8
T-02	4 ล้อ ใหญ่	4	8

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทรถนี้ศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.10 แสดงบันทึกข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 27 มีนาคม – 2 เมษายน 2555 สำหรับรับข้อเสนอขายขยะที่มีการเสนอเข้ามาจะระหว่างวันที่ 17 – 23 มีนาคม 2555 พบว่ามีรถบรรทุกให้บริการรวม 16 เที่ยว ปริมาตรบรรจุรวม 163.2 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักบรรทุกรวม 36,000 กิโลกรัม

5.1.5 รายละเอียดชุดข้อมูลที่ 5 เป็นข้อเสนอขายขยะช่วงวันที่ 24 – 30 มีนาคม 2555

ตารางที่ 5.11 ข้อเสนอขายชุดที่ 5 ระหว่างวันที่ 24 – 30 มีนาคม 2555

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P1	7-11 เมืองทอง	120	1.43
P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41
P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18
P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	150	1.76
P6	7-11บางกระบือ	100	1.18
P7	เมเจอร์ ฮอลลิวูด	890	7.56
P8	ท็อป สรวงประภา	320	3.13
P9	ร้านคสอ.ตลาดใหม่ดอนเมือง	340	3.01
P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	950	7.31
P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	420	2.70
P13	ร้านคสอ.เมืองทอง	200	1.50
P14	ม.เอื้ออาทร ปทุมธานี	1,080	6.58
P15	ม.เศรษฐสิริ	780	4.10
P17	รพ.พระนั่งเกล้า	2,020	13.39
P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภิญญ์ เพ็ช ภูมิ มาร์ท	600	4.57
P19	รพ.ปทุมธานี	1,780	12.39
P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	500	3.44
P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,570	11.37
P23	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	500	2.79
P26	ร้านคสอ.Big C แจ้งวัฒนะ	230	2.41
P28	รพ.วิชัยยุทธ	1,990	13.31
P30	บางบัวทอง เพ็ชชอป	280	2.76
P33	รร.ปทุมวิไล	510	2.34
P34	รพ.ปทุมเวช	1,520	10.68
P36	รามารังสิตคลินิกเวชกรรม	330	2.54
P37	รพ.ชลประทาน	1,340	9.13
P38	บ้านยาเอื้ออาทร	230	2.27

ลำดับ	ลูกค้า	ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)	ปริมาตรขยะรวม (ลูกบาศก์เมตร)
P39	ม.พฤษ์ลดดา ติวานนท์-ราชพฤษ์	1,020	5.49
P40	ดอนเจดีย์ แมนชั่น	680	3.73
P41	ทรายทองเอนส์	200	2.23
รวม		21,020	149

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีสึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.11 แสดงบันทึกขอเสนอขายขยะช่วงระหว่างวันที่ระหว่างวันที่ 24 – 30 มีนาคม 2555 มีการเสนอขายขยะรวม 31 ครั้ง จากลูกค้า 31 ราย ปริมาณขยะรวม 21,020 กิโลกรัม มีปริมาตรรวม 149 ลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอขายขยะชุดข้อมูลที่ 5 นำไปวางแผนจัดรถรับขยะในช่วงวันที่ 3 - 9 เมษายน 2555 ในช่วงวันที่ดังกล่าว มีรถบรรทุกให้บริการ

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการชุดที่ 5

รหัสรถ	ประเภทรถ	จำนวนวันให้บริการ	จำนวนเที่ยวให้บริการ
T-01	4 ล้อ เล็ก	3	6
T-02	4 ล้อ ใหญ่	5	10

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีสึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.12 แสดงบันทึกข้อมูลรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 3 - 9 เมษายน 2555 สำหรับรับข้อเสนอขายขยะที่มีการเสนอเข้ามาระหว่างวันที่ 24 – 30 มีนาคม 2555 พบว่ามีรถบรรทุกให้บริการรวม 16 เที่ยว ปริมาตรบรรจุรวม 177.2 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักบรรทุกรวม 39,000 กิโลกรัม

5.2 ผลลัพธ์จากการวางแผนจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม

จากชุดข้อมูลข้างต้น ผลการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์จากบุคคล ซึ่งพนักงานผู้จัดเส้นทางจะประเมินข้อเสนอที่เป็น Master Route ก่อน จากนั้นจึงประเมินจากข้อเสนอที่อยู่ใกล้ Master Route โดยที่พิกัดบรรจุไม่เกิน ซึ่งการประเมินพิกัดบรรจุนั้น พนักงานอาศัยประสบการณ์ในการคะเนจากน้ำหนักขยะ กล่าวคือ พิกัดบรรจุจะเป็นครึ่งหนึ่งของพิกัดบรรจุทุก ตัวอย่างเช่น รถบรรจุทุก T2 พิกัดบรรจุทุก 3,000 กิโลกรัม ในสภาพงานจริงรับขยะที่มีปริมาณโดยประมาณ 1,500 กิโลกรัม ก็เต็มคันรถแล้ว (ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ, 19 เมษายน 2555) ผลลัพธ์ในแต่ละชุดข้อมูลแสดงได้ดังนี้

5.2.1 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1 เป็นข้อเสนอขายขยะ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 6 - 12 มีนาคม 2555 รวม 14 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util	Total Volume	Volume Util	Path Distance
6-Mar	1	T1	P23	รร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	760	3.27	0	760	0.51	3.27	0.49	30.2
6-Mar	2	T1	P41	ทนายทองภัสสร	205	2.06	33	625	0.42	4.57	0.68	36.25
6-Mar			P40	คอนแวนต์ แม่น้ำ	420	2.50	0					0
7-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1470	13.64	0	1470	0.49	13.64	1.00	26.4
7-Mar	4	T2	P13	ร้านคอส เมืองทอง	160	1.27	38.4	1640	0.55	11.91	0.87	34.8
7-Mar			P35	รพ. กรุงเทพ	1,380	9.46	0					0
7-Mar			P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18	0					0
8-Mar	5	T1	P7	เมเจอร์ ฮอลล์วีดี	800	6.25	0	800	0.53	6.25	0.93	29.6
8-Mar	6	T1	P15	ม.เศรษฐสิริ	710	4.16	0	710	0.47	4.16	0.62	38.6
8-Mar	7	T2	P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,550	10.93	0	1550	0.52	10.93	0.80	98.6
8-Mar	8	T2	P37	รพ.ชลประทาน	1,230	7.93	0	1230	0.41	7.93	0.58	31.2
9-Mar	9	T2	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	56.3	1580	0.53	11.10	0.81	24.1
9-Mar			P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12	0					0
9-Mar			P12	รร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	850	5.03	0					0
9-Mar			P33	รร. ปทุมวิไล	430	2.55	0					0
9-Mar	10	T2	P34	รพ. ปทุมแนว	1,360	9.32	30.5	1510	0.50	10.96	0.80	37.4
9-Mar			P36	บ้านยาเชื้ออาหาร	150	1.64	0					0
11-Mar	11	T1					0	0		0.00		0
11-Mar	12	T1	P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76	21.8	370	0.25	4.35	0.65	23.8
11-Mar			P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41	0					0
11-Mar			P6	7-11 นางกระตี่	100	1.175	0					0
12-Mar	13	T2	P8	ท็อป สรประภา	250	2.46	46.5	1240	0.41	8.56	0.62	42.5
12-Mar			P9	ร้านคอส ตลาดใหม่ดอนเมือง	220	1.77	0					0
12-Mar			P14	ม.เชื้ออาหาร ปทุมธานี	770	4.33	0					0
12-Mar	14	T2	P39	ม.พฤษ์ลดดา ติวานนท์-ราชพฤกษ์	1,290	6.71	-6.4	1830	0.61	10.38	0.76	48.4
12-Mar			P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด กัญญา เดช ภูมิ มาร์ท	540	3.67	0					0
รวม							226.50	15,315	0.49	108.01	0.75	501.85

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

รูปที่ 5.1 ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1

จากรูปที่ 5.1 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์ของบุคคลในการวางแผนจัดรถรับขยะ ของข้อเสนอขายชุดที่ 1 ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 29 ราย แต่ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ 25 ราย มีค่าประหยัดรวม 226.5 กิโลเมตร ระยะทางรวม 501.85 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 13 เที่ยว จาก 14 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 49 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 75

ลูกค้าที่ไม่ถูกจัดในเส้นทางรับขยะ มี 4 ราย ดังตาราง

ตารางที่ 5.13 ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1

Node ID	Node name	Weight	Volume
P17	รพ.พระนั่งเกล้า	1,880	10.69
P19	รพ.ปทุมธานี	1,870	12.91
P28	รพ.วิชัยยุทธ	2,045	12.12
P32	บ.ชานมิเกล	1,100	7.77

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีสึกษา,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.13 แสดงข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 1 เนื่องจากข้อเสนอแต่ละรายมีปริมาณขยะที่คาดว่าจะเกินพิกัดบรรจุของรถ พนักงานผู้จัดเส้นทางจึงนำข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางนี้ไปเป็นข้อมูลวางแผนรวมกับข้อเสนอขยะ ชุดถัดไป (ผู้จัดการบริษัทกรณีสึกษา,สัมภาษณ์,19 เมษายน 2555)

5.2.2 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 2 เป็นข้อเสนอขายขยะ 3 - 9 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 13 - 19 มีนาคม 2555 รวม 16 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance
13Mar	1	T2	P26	รพ.วิชัยยุทธ	2,045	12.12	0	2045	0.68	13.62	0.99	83
13Mar	2	T2	P19	รพ.ปทุมธานี	1,870	12.91	0	1870	0.62	12.91	0.94	3.2
14Mar	3	T1	P11	ร. คณะราชภัฏรำไพพรรณี ปทุมธานี	510	3.09	5	890	0.59	5.30	0.79	22.6
14Mar			P33	ร. ปทุมวิไล	380	2.21	0					0
14Mar	4	T1	P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	600	4.03	0	600	0.40	4.03	0.60	18.2
14Mar	5	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1,350	12.53	14.2	1350	0.45	14.29	0.91	31.2
14Mar			P3	7-11 ข. สีวันนท์-ปากเกร็ด 46	150	1.76	0					0
14Mar	6	T2	P17	รพ.พระนั่งเกล้า	1,880	10.69	0	1880	0.63	11.89	0.87	47.6
15Mar	7	T2	P7	แมจestic ฮอเทลวิไล	1,100	9.02	41.3	1590	0.53	13.55	0.99	40.1
15Mar			P41	ทราชทองเกาส์	230	2.29	0					0
15Mar			P22	ร.อนุบาลปทุมธานี	260	2.23	0					0
15Mar	8	T2	P24	ร.สหภาษาเกษร นนทบุรี	270	2.14	62.2	1680	0.56	10.51	0.77	42.8
15Mar			P40	คอนเจ็คซ์ แมนชั่น	530	3.01	0					0
15Mar			P15	ม.เศรษฐสิริ	880	5.35	0					0
16Mar	9	T2	P16	รพ.ทอรัจ นนทบุรี	640	3.86	100.9	1710	0.57	12.93	0.94	31.5
16Mar			P1	7-11 เมืองทอง	100	1.18	0					0
16Mar			P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76	0					0
16Mar			P12	ร. เซนต์ฟรังซิส เมืองทอง	590	4.25	0					0
16Mar			P13	ร้านคสธ เมืองทอง	230	1.88	0					0
16Mar	10	T2	P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,610	10.85	0	1610	0.54	10.85	0.79	98.6
18Mar	11	T2	P2	7-11 ตลาดปทุม	170	2.00	37.7	1740	0.58	14.40	1.05	41.1
18Mar			P5	7-11 รพ. กุญชรยามาศ	140	1.65	0					0
18Mar			P6	7-11 บางกระบือ	120	1.41	0					0
18Mar			P34	รพ. ปทุมเวช	1,310	9.34	0					0
18Mar	12	T2	P37	รพ.ชลประทาน	1,410	9.86	0	1410	0.47	9.86	0.72	31.2
19Mar	13	T1	P8	ท็อป สรวงประชา	250	2.46	30	480	0.32	4.33	0.65	35
19Mar			P9	ร้านคสธ ตลาดใหม่ดอนเมือง	230	1.88	0					0
19Mar	14	T1	P27	รพ. สัตว์ปทุมธานี	470	3.82	0	470	0.31	3.82	0.57	3.2
19Mar	15	T2	P42	ชวรินทร์ แจ้งวัฒนะ	1,110	7.07	34.6	1410	0.47	9.43	0.69	36.25
19Mar			P26	ร้านคสธ Big C แจ้งวัฒนะ	300	2.37	0					0
19Mar	16	T2	P32	บ.ชานฉิมพลี	1,100	7.77	0	1100	0.37	7.77	0.57	16.4
รวม							325.90	21,835	0.52	159.49	0.83	581.95

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

รูปที่ 5.2 ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 2

จากรูปที่ 5.2 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์ของบุคคลในการวางแผนจัดรถรับขยะ ของข้อเสนอขายชุดที่ 2 ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 27 ราย และพนักงานนำข้อเสนอขายขยะที่ไม่ถูกจัดเส้นทางในชุดข้อมูลที่ 1 อีก 4 ราย มาวางแผนจัดรถ ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 31 ราย มีค่าประหยัดรวม 325.9 กิโลเมตร ระยะทางรวม

581.95 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 16 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ การใช้ประโยชน์กักนำหน้ารถบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 52 และปริมาตรบรรจุร้อยละ 83

5.2.3 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 3 เป็นข้อเสนอขายขยะ 10 - 16 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 20 – 26 มีนาคม 2555 รวม 12 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance
21-Mar	1	T1	P14	ม.เขื่อนอาทร ปทุมธานี	770	4.33	0	770	0.51	4.33	0.65	24
21-Mar	2	T1	P30	บางวิทอง เทพชลป	250	2.04	0.6	790	0.53	5.70	0.85	62.2
21-Mar			P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภิญญู เพ็ชรภูมิ มาร์ท	540	3.67	0					0
21-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัล แจ่งวิมลนะ	1,470	13.64	14.2	1570	0.52	14.82	1.08	31.2
21-Mar			P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18	0					0
21-Mar	4	T2	P25	รพ.ปากเกร็ด	1,705	11.32	0	1705	0.57	11.32	0.83	31.8
22-Mar	5	T2	P7	แมจอร์ ออกลีวี๊ด	800	6.25	28.8	1310	0.50	10.41	0.76	39.4
22-Mar			P15	ม.เศรษฐศิริ	710	4.16	0					0
22-Mar	6	T2	P31	IT-Square	1,070	7.63	0	1070	0.36	7.63	0.56	37.6
23-Mar	7	T2	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	54.6	1150	0.38	8.56	0.62	20
23-Mar			P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12	0					0
23-Mar			P12	ร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	850	5.03	0					0
23-Mar	8	T2	P39	ม.พฤษภคชา ติวานนท์-ราชพฤกษ์	1,290	6.71	0	1290	0.43	6.71	0.49	21.6
25-Mar	9	T1	P36	รามารังสิตคณิศรเวชกรรม	180	1.58	69.7	700	0.47	7.57	1.13	43.7
25-Mar			P38	บ้านเขาเขื่อนอาทร	150	1.64	0					0
25-Mar			P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41	0					0
25-Mar			P6	7-11 บางกระบือ	100	1.18	0					0
25-Mar			P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76	0					0
25-Mar	10	T1					0					0
26-Mar	11	T1	P8	ทีโอป พรประภา	250	2.46	51.6	890	0.59	6.73	1.01	50.4
26-Mar			P9	ร้านคสช ตลาดใหม่ดอนเมือง	220	1.77	0					0
26-Mar			P40	ดอนเจดีย์ แม่น้ำขึ้น	420	2.50	0					0
26-Mar	12	T1					0					0
รวม							219.50	11,445	0.48	63.79	0.77	361.90

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทรถนี้ศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

รูปที่ 5.3 ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 3

จากรูปที่ 5.3 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์ของบุคคลในการวางแผนจัดรถรับขยะ ของข้อเสนอขายชุดที่ 3 ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 21 ผลการจัดสามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 21 ราย มีค่าประหยัดรวม 219.5 กิโลเมตร ระยะทางรวม

361.9 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 10 เที่ยว จาก 12 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 48 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 77

5.2.4 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 4 เป็นข้อเสนอขายขยะ 17 - 23 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 27 มีนาคม - 2 เมษายน 2555 รวม 16 เที่ยว

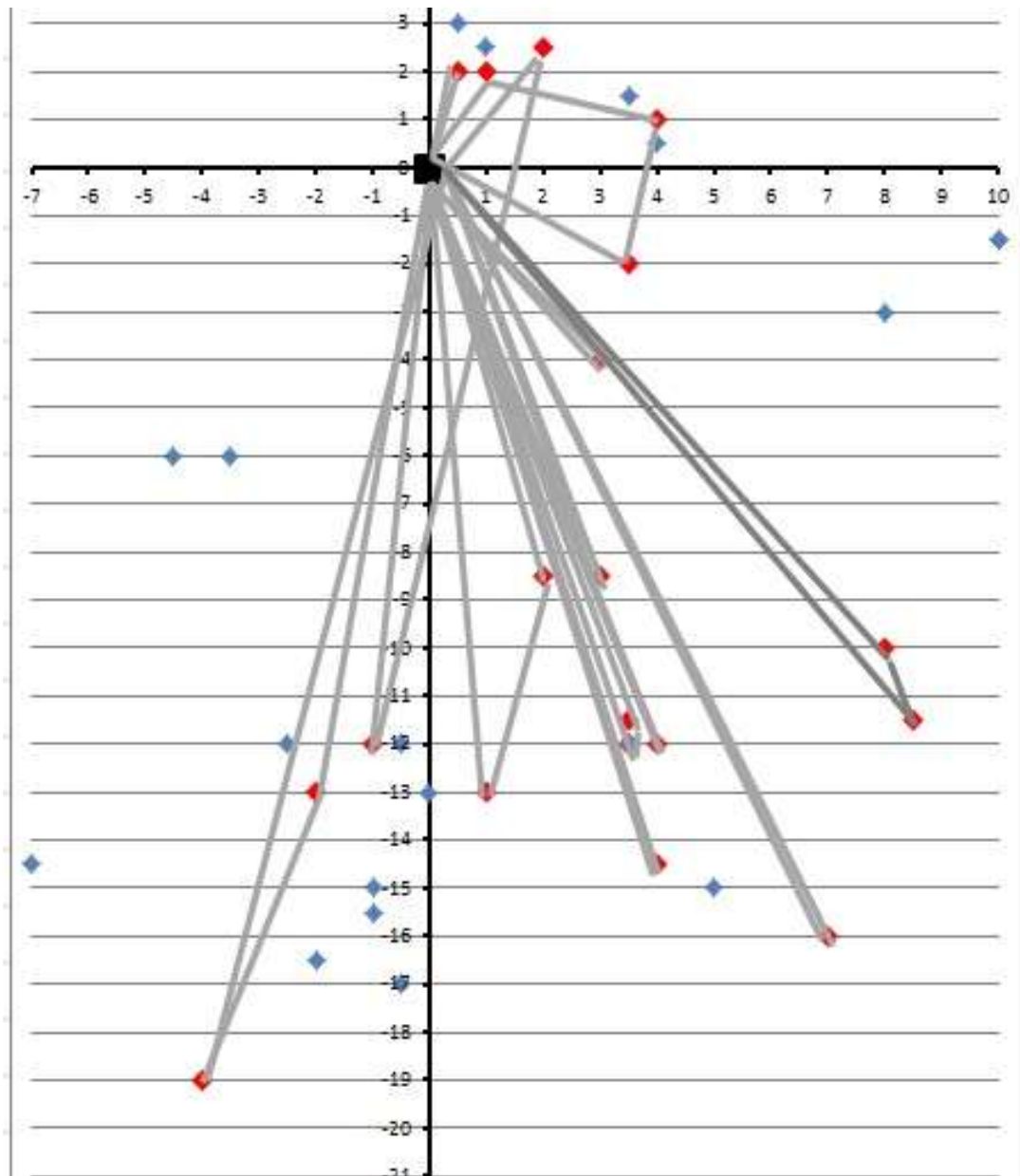
Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance
27-Mar	1	T2	P31	IT-Square	1,140	8.30	0	1140	0.38	8.30	0.61	37.6
27-Mar	2	T2	P14	ม.เขื่อนอหาร ปทุมธานี	1,110	6.11	0	1110	0.37	6.11	0.45	24
28-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1,070	9.26	14.2	1190	0.40	10.67	0.78	31.2
28-Mar			P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	120	1.41	0					0
28-Mar	4	T2	P29	ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	1,120	6.93	7.7	1650	0.55	9.35	0.68	42.1
28-Mar			P11	ร.คณะราษฎรบำรุง ปทุมธานี	530	2.41	0					0
29-Mar	5	T1	P27	รพ.สัตว์ปทุมธานี	670	4.78	0	670	0.45	4.78	0.71	3.2
29-Mar	6	T1	P16	ร.ทอริจ นนทบุรี	690	4.06	0	690	0.46	4.06	0.61	20.2
29-Mar	7	T2	P7	แมจิสต์ สดกสิวิศ	870	7.50	28.8	1640	0.55	11.63	0.85	39.4
29-Mar			P15	ม.เศรษฐสิริ	770	4.14	0					0
29-Mar	8	T2	P42	อ.วินิต แจ้งวัฒนะ	1,280	8.94	0	1280	0.43	8.94	0.65	35.8
30-Mar	9	T1	P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76	55	570	0.38	5.46	0.81	28.4
30-Mar			P13	ร้านคสช.เมืองทอง	300	2.28	0					0
30-Mar			P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	0					0
30-Mar	10	T1	P12	ร.เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	770	3.49	0	770	0.51	3.49	0.52	28.8
1-Apr	11	T1	P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41	21.8	390	0.26	4.38	0.68	23.8
1-Apr			P6	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	150	1.76	0					0
1-Apr			P5	7-11 นางกระดังง์	120	1.41	0					0
1-Apr	12	T1					0					0
2-Apr	13	T1	P8	ท็อป สรรพประภา	180	1.83	30	530	0.35	5.40	0.61	35
2-Apr			P9	ร้านคสช.ตลาดใหม่ตลิ่งชันเมือง	350	3.57	0					0
2-Apr	14	T1					0					0
2-Apr	15	T2										
2-Apr	16	T2										
รวม							157.50	11,630	0.43	82.77	0.68	349.50

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

รูปที่ 5.4 ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 4

จากรูปที่ 5.4 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์ของบุคคลในการวางแผนจัดรถรับขยะ ของข้อเสนอขายชุดที่ 4 ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 20 ผลการจัดสามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 20 ราย มีค่าประหยัดรวม 157.5 กิโลเมตร ระยะทางรวม

349.5 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 13 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 43 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 68



รูปที่ 5.5 เส้นทางรับขยะโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 4

5.2.5 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยวิธีเดิมของชุดข้อมูลที่ 5 เป็นข้อเสนอขายขยะ 24 - 30 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงวันที่ 2 - 9 เมษายน 2555 รวม 16 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance
3-Apr	1	T1	P30	บางบัวทอง เพ็ชรชล	260	2.76	0.6	880	0.59	7.33	1.09	62.2
3-Apr			P18	วังหินส่วนจำกัด วิญญู เพ็ชร ภูมิ มารีท	600	4.57	0					0
3-Apr	2	T1	P23	ร.ร.สนธิ์โยเซฟ เมืองเอก	500	2.79	18.6	700	0.47	4.29	0.64	40.2
3-Apr			P13	บ้านคช. เมืองทอง	200	1.50	0					0
4-Apr	3	T1					0					0
4-Apr	4	T1					0					0
4-Apr	5	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	950	7.31	14.2	1050	0.35	8.49	0.62	31.2
4-Apr			P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18	0					0
4-Apr	6	T2	P17	รพ.พระนั่งเกล้า	2,020	13.39	0	2020	0.67	13.39	0.98	47.6
5-Apr	7	T2	P7	เมเจอร์ สดกลีวิฑู	890	7.56	28.8	1670	0.56	11.66	0.85	39.4
5-Apr			P15	ม.เศรษฐศิริ	780	4.10	0					0
5-Apr	8	T2	P19	รพ.ปทุมธานี	1,780	12.39	0	1780	0.59	12.39	0.90	3.2
6-Apr	9	T1	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.43	54.6	690	0.46	5.89	0.88	20
6-Apr			P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76	0					0
6-Apr			P12	ร.ร.สนธิ์ฟรังค์ เมืองทอง	420	2.70	0					0
6-Apr	10	T1	P26	บ้านคช. Big C แจ้งวัฒนะ	230	2.41	8.9	730	0.49	5.86	0.87	44.3
6-Apr			P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	500	3.44	0					0
6-Apr	11	T2	P28	รพ.วิชัยยุทธ	1,990	11.51	0	1,990	0.66	11.51	0.84	41.5
6-Apr	12	T2	P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1,570	11.37	0	1,570	0.52	11.37	0.83	49.3
8-Apr	13	T1	P33	รพ. ปทุมวิไล	510	2.34	27.4	880	0.59	6.69	1.00	24
8-Apr			P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41	0					0
8-Apr			P5	7-11 รพ. กุญชรามหา	150	1.76	0					0
8-Apr			P6	7-11 บางพระดี	100	1.18	0					0
8-Apr	14	T1	P41	ทรายทองมาส์	200	2.23	33	880	0.59	5.96	0.89	36.25
8-Apr			P40	ดอนเจดีย์ แคนชั่น	680	3.73	0					0
9-Apr	15	T2	P8	ชิปปิ้ง สรประภา	320	3.13	39.8	1690	0.56	11.62	0.85	46.8
9-Apr			P9	บ้านคช. ตลาดใหม่ตลิ่งชัน	340	3.01	0					0
9-Apr			P39	ม.พฤษ์รัตนา ติวานนท์-ราชพฤกษ์	1,020	5.49	0					0
9-Apr	16	T2	P14	ม.เสี้อาทร ปทุมธานี	1,080	6.58	48.9	1640	0.55	11.39	0.83	42.9
9-Apr			P38	บ้านยายเสี้อาทร	230	2.27	0					0
9-Apr			P36	รามารังสิตคหิณีภวกรรม	330	2.54	0					0
รวม							274.80	18,160	0.50	127.64	0.78	528.85

ที่มา : ผู้จัดการบริษัทกรณีศึกษา,บันทึกการใช้รถ,19 เมษายน 2555

รูปที่ 5.6 ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 5

จากรูปที่ 5.6 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม คืออาศัยประสบการณ์ของบุคคลในการวางแผนจัดรถรับขยะ ของข้อเสนอขายชุดที่ 5 ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 31 ผลการจัดสามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 29 ราย มีค่าประหยักรวม 274.8 กิโลเมตร ระยะทางรวม 528.85 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 14 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนัก

บรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 50 และปริมาตรบรรจुर้อยละ 78 และมีข้อเสนอขายที่ไม่ถูกจัดในเส้นทางรับ
ขยะ มี 2 ราย ดังตาราง

ตารางที่ 5.14 ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 5

Node ID	Node name	Weight	Volume
P34	รพ.ปทุมเวช	1,520	10.68
P37	รพ.ชลประทาน	1,340	9.13

ที่มา : ผู้จัดการบริษัท,บันทึกลูกค้า,19 เมษายน 2555

จากตารางที่ 5.14 แสดงข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ของชุดข้อมูลที่ 5 เนื่องจาก
ข้อเสนอแต่ละรายมีปริมาณขยะที่คาดว่าจะเกินพิกัดบรรจุของรถ พนักงานผู้จัดเส้นทางจึงนำ
ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางนี้ไปเป็นข้อมูลวางแผนรวมกับข้อเสนอขยะ ชุดถัดไป (ผู้จัดการบริษัท
กรณิศึกษา,สัมภาษณ์,19 เมษายน 2555)

ผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม ซึ่งอาศัยวิจารณ์ญาณของบุคคลเพียงอย่างเดียว จากชุด
ข้อมูลข้อเสนอขาย จำนวน 5 ชุด ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 30 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่
สามารถให้บริการได้ระหว่างวันที่ 6 มีนาคม – 9 เมษายน 2555 พบว่า ข้อเสนอขายรวม 128 ราย
พนักงานสามารถจัดรถรับข้อเสนอได้ 126 ราย คงเหลือ 2 ราย คือ โรงพยาบาลปทุมเวช และ
โรงพยาบาลชลประทาน ซึ่งเป็นข้อเสนอในชุดข้อมูลที่ 5 เสนอระหว่างวันที่ 24 - 30 มีนาคม 2555
และรถบรรทุกจะให้บริการช่วงวันที่ 2 - 9 เมษายน

จำนวนเที่ยวรถบรรทุกให้บริการรวม 66 เที่ยว จาก 74 เที่ยว ค่าประหยักรวม 1,204.2
กิโลเมตรระยะทางรวม 2,324.05 กิโลเมตร มีน้ำหนักบรรทุกรวม ร้อยละ 49 และมีปริมาตรบรรจุ
รวม ร้อยละ 77

ตารางที่ 5.15 สรุปผลการจัดเส้นทางโดยวิธีเดิม จากชุดข้อมูล 5 ชุด

ชุดข้อมูล ชื่อเสนอขาย	ชื่อเสนอขายที่ได้รับการจัด			รถบรรทุกให้บริการรับขยะจริง			ค่าประหยัด (กิโลเมตร)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ร้อยละ น้ำหนัก บรรทุก	ร้อยละ ปริมาตร บรรจุ
	จำนวน (ราย)	ปริมาณ รวม(กก.)	ปริมาตร รวม(ลบ.ม.)	จำนวน (เที่ยว)	พิกัดบรรทุก รวม(กก.)	พิกัดบรรจุ รวม(ลบ.ม.)				
ชุดที่ 1	25	15,315	108.01	13	31,500	143.1	226.5	501.85	0.49	0.75
ชุดที่ 2	31	21,835	159.49	16	42,000	191.2	325.9	581.95	0.52	0.83
ชุดที่ 3	21	11,445	83.79	10	24,000	109	219.5	361.9	0.48	0.77
ชุดที่ 4	20	11,630	82.77	13	27,000	122.4	157.5	349.5	0.43	0.68
ชุดที่ 5	29	18,160	127.84	14	36,000	163.8	274.8	528.85	0.50	0.78
รวม	126	78,385	561.90	66	160,500	729.5	1204.2	2324.05	0.49	0.77

5.3 ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล

การนำชุดข้อมูลทดลองคำนวณด้วยระบบสนับสนุนการวางแผนที่ได้ออกแบบขึ้น การรายงานผลจะแสดงผลการจัดเส้นทางโดยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิคกวาด (Sweep) นำผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละเทคนิคมาช่วยในการวางแผนจัดรถ พิจารณาค่าประหยัดเป็นสำคัญ ผลการจัดเส้นทางที่ได้ มีดังนี้

5.3.1 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 1 เป็นชื่อเสนอขายขยะ 25 กุมภาพันธ์ - 2 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 6 - 12 มีนาคม 2555 รวม 14 เที่ยว

จากรูปที่ 5.7 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูลชื่อเสนอขายชุดที่ 1 จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งมีชื่อเสนอขายของลูกค้ารวม 29 ราย ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 25 ราย มีค่าประหยัดรวม 349.8 กิโลเมตร ระยะทางรวม 440.8 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 11 เที่ยว จาก 14 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 58 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 87

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Ubi.	Total Volume	Volume Ubi.	Path Distance	Technique
6-Mar	1	T1						0	0.00	0.00	0.00		
6-Mar	2	T1						0	0.00	0.00	0.00		
7-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัลแจ้งวัฒนะ	1470	13.64	0	1470	0.49	13.64	1.00	26.4	Sweep-1
7-Mar	4	T2	P3	7-11 ช. สีวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18	26.3	2145	0.72	13.29	0.97	75.7	SA-2
			P28	รพ.วิชัยยุทธ	2045	12.12							
8-Mar	5	T1	P39	ม.พฤกษศาสตร์ ดิوانนท์-ราชพฤกษ์	1290	6.71		1290	0.86	6.71	1.00		
8-Mar	6	T1						0	0.00	0.00	0.00		
8-Mar	7	T2	P7	แมจestic ฮอเทลวิฑู	800	6.25	28.8	1510	0.50	10.41	0.76	39.4	Sweep-1
			P15	ม.เศรษฐศาสตร์	710	4.16							
8-Mar	8	T2	P17	รพ.พระนั่งเกล้า	1880	10.69	34.6	2085	0.70	12.76	0.93	47.2	SA-2
			P41	พลาซ่าทองเกษียร	205	2.06							
9-Mar	9	T2	P12	ร.ร.เซนต์ฟรังซิส เมืองทอง	850	5.03	82.4	1310	0.44	9.83	0.72	29.8	Sweep-1
			P13	ร้านคสส. เมืองทอง	160	1.27							
			P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41							
			P4	7-11 แยกเมืองทอง	160	2.12							
9-Mar	10	T2	P21	รพ.โรงงานยาสูบ	1550	10.93	44.5	1970	0.66	13.43	0.98	91.1	SA-1
			P40	คอนแวนต์ย์ แมนชั่น	420	2.50							
11-Mar	11	T1	P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทีเจริญ เพ็ชร สุมิ มาร์ท	540	3.67	22.6	760	0.51	6.25	0.93	22.6	SA-3
			P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41							
			P6	7-11 บางกะปิ	100	1.18							
11-Mar	12	T1	P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76	5.6	580	0.39	4.31	0.64	5.6	SA-3
			P33	รพ. ปทุมวิไล	430	2.55							
12-Mar	13	T2	P8	ท็อป สรวงประชา	250	2.46	46.5	1240	0.41	8.56	0.62	61.5	Sweep-1
			P9	ร้านคสส. ตลาดใหม่คอนเมือง	220	1.77							
			P14	ม.เชื้ออาหาร ปทุมธานี	770	4.33							
12-Mar	14	T2	P23	ร.ร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	760	3.06	58.5	2270	0.76	13.12	0.96	41.5	SA-1
			P34	รพ. ปทุมเวช	1360	8.42							
			P38	บ้านเขาเชื้ออาหาร	150	1.64							
รวม							349.80	16.630	0.58	112.32	0.87	440.80	

รูปที่ 5.7 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 1

ผลการจัดเส้นทางด้วยระบบที่ได้ออกแบบ มีข้อเสนอขายของข้อมูลชุดที่ 1 ที่ไม่ถูกจัดในเส้นทางรับขยะ มี 4 ราย ดังตาราง

ตารางที่ 5.16 ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 1

Node ID	Node name	Weight	Volume
P19	รพ.ปทุมธานี	1870	11.72
P32	บ.ชานมิเกล	1100	7.77
P35	รพ.กรุงเทพ	1380	8.71
P37	รพ.ชลประทาน	1230	7.12

จากตารางที่ 5.16 แสดงข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางโดยการประมวลผลของระบบที่ได้ ออกแบบ ของชุดข้อมูลที่ 1 เนื่องจากข้อเสนอแต่ละรายมีปริมาณขยะที่เกินพิกัดบรรจุของรถ จึงนำ ข้อเสนอที่ไม่ถูกจัดเส้นทางนี้ไปเป็นข้อมูลวางแผนรวมกับข้อเสนอขยะ ชุดถัดไป

5.3.2 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 2 เป็นข้อเสนอขายขยะ 3 - 9 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 13 – 19 มีนาคม 2555 รวม 16 เที่ยว

จากรูปที่ 5.8 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะวีไฮเคิล ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูลข้อเสนอขายชุดที่ 2 จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้านรวม 31 ราย ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 31 ราย มีค่าประหยัดรวม 370.8 กิโลเมตร ระยะทาง รวม 433.85 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 12 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนัก บรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 55 และปริมาตรพิกัดบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 85

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance	Technique
13-Mar	1	T2	P35	รพ. กุรุโทษ	1380	8.71	27.2	1610	0.54	11.01	0.80	27.2	Sweep-1
			P41	ทรายทองนาสีง	230	2.29							
13-Mar	2	T2	P21	รพ. โรงงานยาสูบ	1610	10.10	44.5	2140	0.71	13.12	0.96	91.1	SA-1
			P40	คอนกรีตยี่ แม่น้ำจีน	530	3.01							
14-Mar	3	T1						0		0.00			
14-Mar	4	T1						0		0.00			
14-Mar	5	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1350	12.53	0	1350	0.45	12.53	0.91	26.4	Sweep-1
14-Mar	6	T2	P32	บ. ชานมiglia	1100	7.77	9	1250	0.42	9.53	0.70	27.85	SA-1
			P3	7-11 ข. สิวานนท์-ปากเกร็ด 46	150	1.76							
15-Mar	7	T2	P27	รพ. สัตว์ปทุมธานี	470	3.52	15.9	1990	0.66	13.32	0.97	49.3	Sweep-2
			P33	รพ. ปทุมวิไล	380	2.21							
			P22	รพ. ชุมบาลปทุมธานี	260	2.23							
			P15	ม. เศรษฐศิริ	880	5.35							
15-Mar	8	T2	P7	แมจอร์ ฮอเทลวิไล	1100	9.02	0	1100	0.37	9.02	0.66	29.6	Sweep-2
16-Mar	9	T2	P1	7-11 เมืองทอง	100	1.18	81.9	1590	0.53	11.88	0.87	37.3	Sweep-1
			P13	ร้านคส. เมืองทอง	230	1.88							
			P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76							
			P42	อ.ฉนวน แจ้งวัฒนะ	1110	7.07							
16-Mar	10	T2	P16	รพ. หอวัง นนทบุรี	640	3.86	46.9	1530	0.51	10.48	0.76	37.1	Sweep-1
			P12	รพ. เซนต์ฟรังค์ เมืองทอง	590	4.25							
			P26	ร้านคส. Big C แจ้งวัฒนะ	300	2.37							
18-Mar	11	T2	P33	รพ. ปทุมวิไล	380	2.21	33.6	1660	0.55	11.33	0.83	19.6	SA-2
			P2	7-11 ตลาดปทุม	170	2.00							
			P11	รพ. คณะราชภัฏปทุมธานี	510	3.09							
			P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	600	4.03							
18-Mar	12	T2	P6	7-11 บางกะปิ	120	1.41	33.1	1570	0.52	11.50	0.84	38.3	SA-2
			P5	7-11 รพ. กุรุสยามฯ	140	1.65							
			P34	รพ. ปทุมเวช	1310	8.44							
19-Mar	13	T1						0		0.00			
19-Mar	14	T1						0		0.00			
19-Mar	15	T2	P8	ท็อป สรรพประภา	250	2.46	78.7	1980	0.66	13.59	0.99	46.9	SA-1
			P9	ร้านคส. ตลาดใหม่ดอนเมือง	230	1.88							
			P24	รพ. สอนภาษาทวี นนทบุรี	270	2.14							
			P37	รพ. ชลประทาน	1230	7.12							
19-Mar	16	T2	P19	รพ. ปทุมธานี	1870	11.72	0	1870	0.62	11.72	0.86	3.2	SA-1
รวม							370.80	19,640	0.55	139.02	0.85	433.85	

รูปที่ 5.8 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 2

5.3.3 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 3 เป็นข้อเสนอขายขยะ 10 - 16 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 20 – 26 มีนาคม 2555 รวม 12 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance	Technique
21-Mar	1	T1						0		0.00			
21-Mar	2	T1						0		0.00			
21-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1470	13.64	0	1470	0.49	13.64	1.00	26.4	Sweep-1
21-Mar	4	T2	P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	100	1.18	17.3	1805	0.60	12.50	0.91	17.3	Sweep-2
			P25	รพ.ปากเกร็ด	1705	11.32							
22-Mar	5	T2	P7	เมเจอร์ ซอจโก้	800	6.25	28.8	1220	0.41	8.75	0.64	37.8	Sweep-1
			P40	คณบดี แมนชั่น	420	2.50							
22-Mar	6	T2	P15	ม.เศรษฐศาสตร์	710	4.16	49.9	2250	0.75	12.91	0.94	52.7	Sweep-1
			P30	บางบัวทอง เพ็ชรชล	250	2.04							
			P39	ม.พณิชยการ สิวานนท์-ราชพฤกษ์	1290	6.71							
23-Mar	7	T2	P12	ร.ชนบทพริงค์ เมืองทอง	850	5.03	27.9	1920	0.64	12.66	0.92	27.9	Sweep-2
			P31	IT-Square	1070	7.63							
23-Mar	8	T2	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	27.4	300	0.10	3.53	0.26	27.4	Sweep-2
			P4	7-11 แยกเมืองทอง	180	2.12							
25-Mar	9	T1	P5	7-11 รพ.กรุงสยามฯ	120	1.41	55.4	600	0.40	6.40	0.95	37	SA-1
			P36	รามารังสิตคณิศรเกษรรม	180	1.58							
			P38	บ้านแยงสีซออาหาร	150	1.64							
			P2	7-11 ตลาดปทุม	150	1.76							
25-Mar	10	T1	P6	7-11 บางกะปิ	100	1.18	6	640	0.43	4.84	0.72	35.4	Sweep-2
			P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิญญู เพ็ชร คู่มือ มาร์ท	540	3.67							
26-Mar	11	T1	P8	ท็อป สรประภา	250	2.46		250	0.17	2.46	0.37	29	Sweep-1
26-Mar	12	T1	P9	ร้านคส.ตลาดใหม่คชนเมือง	220	1.77	16.5	990	0.66	6.10	0.91	43.5	Sweep-2
			P14	ม.เซ็ซอาหาร ปทุมธานี	770	4.33							
รวม							229.20	11,445	0.48	63.79	0.77	334.40	

รูปที่ 5.9 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 3

จากรูปที่ 5.9 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะวีไอเคิล ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูลข้อเสนอขายชุดที่ 3 จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 21 ราย ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 21 ราย มีค่าประหยัดรวม 229.2 กิโลเมตร ระยะทางรวม 334.4 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 10 เที่ยว จาก 12 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 48 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 77

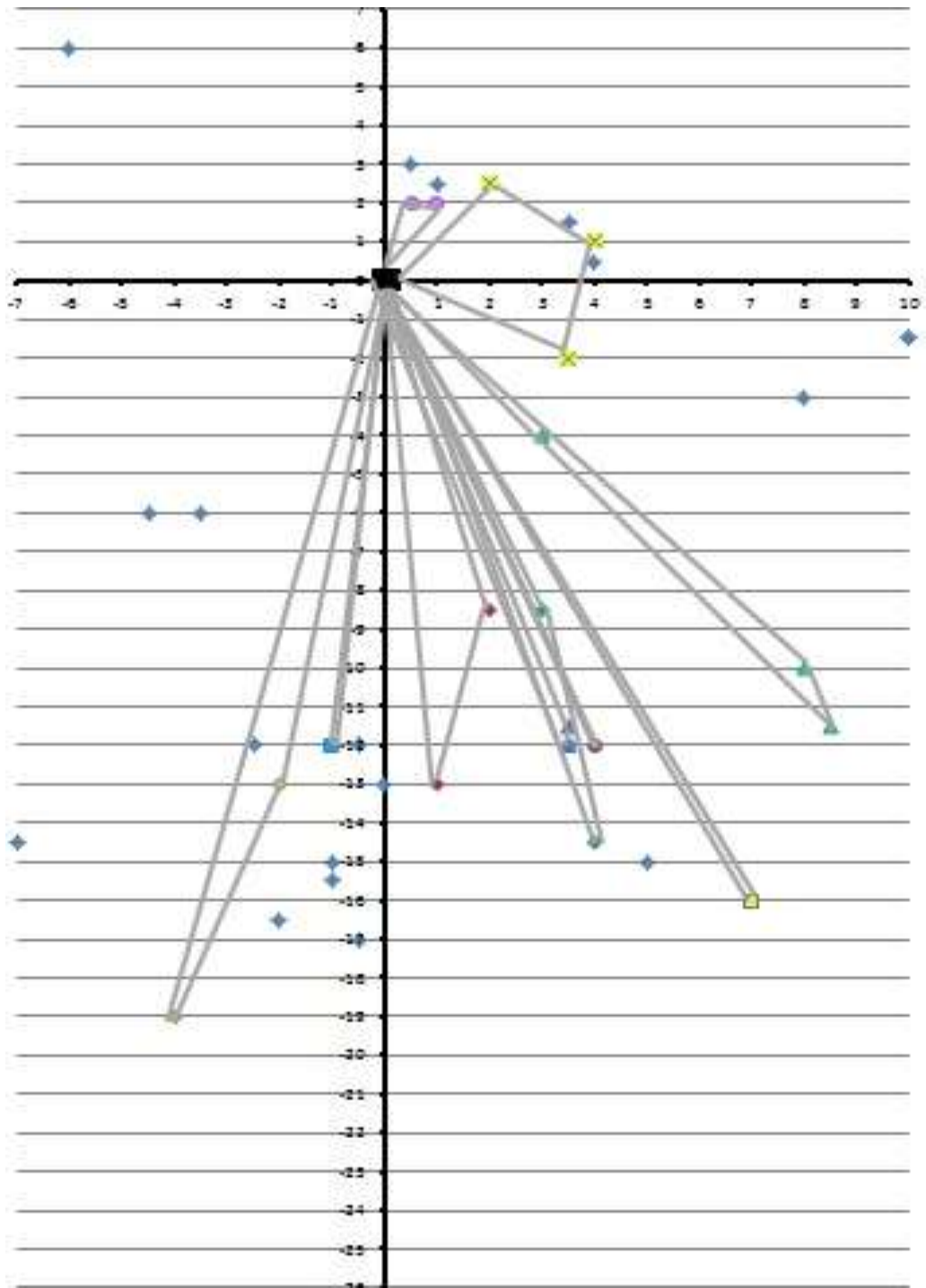
5.3.4 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 4 เป็นข้อเสนอขายขยะ 17 - 23 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการช่วงระหว่างวันที่ 27 มีนาคม - 2 เมษายน 2555 รวม 16 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance	Technique
27-Mar	1	T2	P16	ร. หอวัง นนทบุรี	690	4.06	19.2	1970	0.66	13.00	0.95	36.8	Sweep-2
			P42	อ.เวฬุวนา จังหวัดฉะเชิงเทรา	1280	8.94							
27-Mar	2	T2	P29	ร. สวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี	1120	6.93		1120	0.37	6.93	0.51	28	Sweep-2
28-Mar	3	T2	P10	เซ็นทรัล แจ้งวัฒนะ	1070	9.26	14.2	1190	0.40	10.67	0.78	31.2	Sweep-1
			P3	7-11 ซ.ติวานนท์-ปากเกร็ด 46	120	1.41							
28-Mar	4	T2	P31	IT-Square	1140	8.30		1140	0.38	8.30	0.61	37.6	Sweep-2
29-Mar	5	T1						0		0.00			
29-Mar	6	T1						0		0.00			
29-Mar	7	T2	P7	เมเจอร์ ซอลลิสวีต	870	7.50	28.8	1640	0.55	11.63	0.85	39.4	Sweep-1
			P15	ม.เศรษฐศิริ	770	4.14							
29-Mar	8	T2						0	0.00	0.00	0.00		
30-Mar	9	T1	P12	ร. เชนด์ฟอร์ด เมืองทอง	770	3.49	0	770	0.51	3.49	0.52	28.8	Sweep-1
30-Mar	10	T1	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.41	55	570	0.38	5.46	0.81	28.4	Sweep-1
			P13	ร้านคสอ. เมืองทอง	300	2.28							
			P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76							
1-Apr	11	T1	P11	ร. คณะราชภัฏวิภาวดี ปทุมธานี	530	2.41	31.8	800	0.53	5.59	0.83	28.2	Sweep-2
			P5	7-11 รพ. กุญชรยามา	150	1.76							
			P6	7-11 บางกระเจ้า	120	1.41							
1-Apr	12	T1	P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41	3.1	790	0.53	6.19	0.92	7.5	Sweep-2
			P27	รพ. สัตว์ปทุมธานี	670	4.78							
2-Apr	13	T1						0		0.00			
2-Apr	14	T1						0		0.00			
2-Apr	15	T2	P8	ท็อป สรประภา	180	1.83	46.5	1640	0.55	11.51	0.84	42.5	Sweep-1
			P9	ร้านคสอ. ตลาดใหม่ดอนเมือง	350	3.57							
			P14	ม. เขียวสาร ปทุมธานี	1110	6.11							
2-Apr	16	T2						0		0.00			
รวม							198.60	11.630	0.48	82.77	0.76	308.40	

รูปที่ 5.10 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 4

จากรูปที่ 5.10 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูลข้อเสนอขายชุดที่ 4 จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 20 ราย ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 20 ราย มีค่าประหยัดรวม 198.6 กิโลเมตร

ระยะทางรวม 308.4 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 10 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้
 นำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 48 และปริมาตรบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 76



รูปที่ 5.11 เส้นทางรับขยะที่ได้จากผลของระบบ ของชุดข้อมูลที่ 4

5.3.5 ผลลัพธ์จากการจัดรถรับขยะโดยระบบ ของชุดข้อมูลที่ 5 เป็นข้อเสนอขายขยะ 24 - 30 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่ให้บริการช่วงวันที่ 2 - 9 เมษายน 2555 รวม 16 เที่ยว

Transfer Date	Path No	Truck Id	Node ID	Node name	Weight	Volume	Path saving	Total Weight	Weight Util.	Total Volume	Volume Util.	Path Distance	Technique	
3-Apr	1	T2	P21	รพ.โรงพยาบาลชุม	1570	11.37	42.5	1800	0.60	13.78	1.01	91.1	SA-1	
			P26	ร้านคสอ Big C แจ่งวิมณะ	230	2.41								
3-Apr	2	T2	P23	ร.ร.เซนต์โยเซฟ เมืองเอก	500	2.79	28	2020	0.67	13.47	0.98	36.4	SA-2	
			P34	รพ. ปทุมเวช	1520	10.68								
4-Apr	3	T1						0		0.00				
4-Apr	4	T1						0		0.00				
4-Apr	5	T2	P10	เซ็นทรัล แจ่งวิมณะ	950	7.31	14.2	1050	0.35	8.49	0.62	31.2	Sweep-2	
			P3	7-11 ข. สีวานนท์-ป่าทาสี 46	100	1.18								
4-Apr	6	T2	P33	ร.ร. ปทุมวิไล	510	2.34	0.9	1850	0.62	11.47	0.84	36.1	Sweep-2	
			P27	รพ.ชลประทาน	1340	9.13								
5-Apr	7	T2	P7	แมเจอร์ ฮอเทลวีดี	890	7.56	14.8	1910	0.64	13.05	0.95	36.4	SA-2	
			P39	ม.พญาศรีดา สีวานนท์-ราชพฤกษ์	1020	5.49								
5-Apr	8	T2	P41	พรายทองมาลี	200	2.23	97.1	1940	0.65	12.82	0.94	55.1	SA-1	
			P15	ม.เศรษฐศิริ	780	4.10								
			P40	คอนจักษ์ย์ แมนชั่น	680	3.73								
			P30	นางบัวทอง เกียรติชลป	280	2.76								
6-Apr	9	T1	P12	ร.ร. เซนต์ฟรังซิส เมืองทอง	420	2.70	55	770	0.51	5.97	0.89	55	SA-1	
			P13	ร้านคสอ. เมืองทอง	200	1.50								
			P4	7-11 แยกเมืองทอง	150	1.76								
6-Apr	10	T1	P18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิญญู เพ็ชร์ วิณี มาร์ค	600	4.57	0	600	0.40	4.57	0.68	20.4	Sweep-2	
6-Apr	11	T2	P1	7-11 เมืองทอง	120	1.43	35.1	2110	0.70	12.94	0.94	75.5	SA-2	
			P28	รพ.วิชัยยุทธ	1990	11.51								
6-Apr	12	T2	P17	รพ. พระนั่งเกล้า	2020	13.39	0	2020	0.67	13.39	0.98	47.6	Sweep-2	
8-Apr	13	T1	P5	7-11 รพ. ศูนย์ฯ	150	1.76	49.1	710	0.47	6.58	0.98	35.9	SA-1	
			P36	รวมกิจสังคศิลป์การกรรม	330	2.54								
			P36	บ้านยาเชื้อฮาท	230	2.27								
8-Apr	14	T1	P6	7-11 บางกระบือ	100	1.18	23	720	0.48	6.03	0.90	23.6	SA-2	
			P20	วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี	500	3.44								
			P2	7-11 ตลาดปทุม	120	1.41								
9-Apr	15	T2	P8	ทีเอส ธรรมประภา	320	3.13	46.5	1740	0.58	12.71	0.93	42.5	Sweep-1	
			P9	ร้านคสอ. ตลาดใหม่ดอนเมือง	340	3.01								
			P14	ม.เชื้อฮาท ปทุมธานี	1080	6.58								
9-Apr	16	T2	P19	รพ. ปทุมธานี	1780	12.39	0	1780	0.59	12.39	0.90	0	Sweep-2	
รวม							406.20	21,020	0.58	147.65	0.90	586.80		

รูปที่ 5.12 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน ของชุดข้อมูลที่ 5

จากรูปที่ 5.12 แสดงผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูลข้อเสนอขายชุดที่ 5 จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งมีข้อเสนอขายของลูกค้ารวม 31

ราย ผลการจัด สามารถวางแผนรับขยะได้ทั้งหมด 31 ราย มีค่าประหยัดรวม 406.2 กิโลเมตร ระยะทางรวม 586.8 กิโลเมตร ใช้รถบรรทุกบริการ 14 เที่ยว จาก 16 เที่ยวที่สามารถให้บริการได้ น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยร้อยละ 58 และปริมาตรบรรจุร้อยละ 90

ตารางที่ 5.17 สรุปผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุน จากชุดข้อมูล 5 ชุด

ชุดข้อมูล ข้อเสนอ ขาย	ข้อเสนอขายที่ได้รับการจัด เส้นทาง			รถบรรทุกให้บริการรับขยะจริง			ค่าประหยัด (กิโลเมตร)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ร้อยละ น้ำหนัก บรรทุก	ร้อยละ ปริมาตรบรรจุ
	จำนวน (ราย)	ปริมาณ รวม(กก.)	ปริมาตร รวม(ลบ.)	จำนวน (เที่ยว)	พิกัด บรรทุก	พิกัดบรรจุ รวม(ลบ.)				
ชุดที่ 1	25	16,630	112.32	11	28,500	129.7	349.8	440.8	0.58	0.87
ชุดที่ 2	31	19,640	139.02	12	36,000	164.4	370.8	433.85	0.55	0.85
ชุดที่ 3	21	11,445	83.79	10	24,000	109	229.2	334.4	0.48	0.77
ชุดที่ 4	20	11,630	82.77	10	24,000	109	198.6	308.4	0.48	0.76
ชุดที่ 5	31	21,020	147.65	14	36,000	163.8	406.2	586.8	0.58	0.90
รวม	128	80,365	565.55	57	148,500	675.9	1554.6	2104.25	0.54	0.84

จากตารางที่ 5.17 ผลการจัดเส้นทางโดยระบบสนับสนุนการวางแผนที่ได้ออกแบบขึ้น โดยทดสอบจากชุดข้อมูลข้อเสนอขาย จำนวน 5 ชุด ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 30 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการได้ระหว่างวันที่ 6 มีนาคม – 9 เมษายน 2555 พบว่า ข้อเสนอขายรวม 128 ราย พนักงานสามารถจัดรถรับข้อเสนอได้ 128 ราย ไม่มีข้อเสนอขาย คงเหลือ

จำนวนเที่ยวรถบรรทุกให้บริการรวม 57 เที่ยว จาก 74 เที่ยว ค่าประหยัดรวม 1,554.6 กิโลเมตร ระยะทางรวม 2,104.25 กิโลเมตร มีน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น ร้อยละ 54 และมีปริมาตรบรรจุรวม ร้อยละ 84

5.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการเส้นทางจากระบบกับพนักงาน

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถ โดยใช้เทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) เทคนิค Sweep และการจัดรถรับขยะโดยพนักงาน

ตารางที่ 5.18 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลนำเข้า จากชุดข้อมูล 5 ชุด

ชุดข้อมูล ข้อเสนอขาย	ข้อเสนอที่ได้รับการจัดเส้นทาง (ราย)			รถบรรทุกรับขยะจริง (เที่ยว)		
	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง
ชุดที่ 1	25	25	0	11	13	-2
ชุดที่ 2	31	31	0	12	16	-4
ชุดที่ 3	21	21	0	10	10	0
ชุดที่ 4	20	20	0	10	13	-3
ชุดที่ 5	31	29	2	14	14	0
รวม	128	126	2	57	66	-9

จากตารางที่ 5.18 แสดงผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทาง ระหว่างวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมโดยอาศัยพิจารณาของบุคคล กับระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถที่ได้ออกแบบขึ้นพบว่า ระบบที่ออกแบบขึ้น สามารถจัดรถรับขยะจากข้อเสนอขายขยะได้ทั้งหมด โดยใช้รถบรรทุกลดลง 9 เที่ยว คิดเป็น ร้อยละ 13.64

ตารางที่ 5.19 ผลการเปรียบเทียบค่าประหยัดและระยะทางรวม จากชุดข้อมูล 5 ชุด

ชุดข้อมูล ข้อเสนอขาย	ค่าประหยัด (กิโลเมตร)			ระยะทาง (กิโลเมตร)		
	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง
ชุดที่ 1	349.8	226.5	123.3	440.8	501.85	-61.05
ชุดที่ 2	370.8	325.9	44.9	433.85	581.95	-148.1
ชุดที่ 3	229.2	219.5	9.7	334.4	361.9	-27.5
ชุดที่ 4	198.6	157.5	41.1	308.4	349.5	-41.1
ชุดที่ 5	406.2	274.8	131.4	586.8	528.85	57.95
รวม	1554.6	1204.2	350.4	2104.25	2324.05	-219.8

จากตารางที่ 5.19 แสดงผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทาง ระหว่างวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมโดยอาศัยวิจารณ์ญาณของบุคคล กับระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถที่ได้ออกแบบขึ้นพบว่า ระบบที่ออกแบบขึ้น ช่วยสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะโดยมีค่าประหยัดเพิ่มขึ้น 350.4 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 29 และสามารถลดระยะทางรวมในการรับขยะ ลดลง 219.8 กิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 10.5

ตารางที่ 5.20 ผลการเปรียบเทียบการนำหน้าบรรทุกและปริมาตรบรรจุ จากชุดข้อมูล 5 ชุด

ชุดข้อมูล ข้อเสนอ ขาย	ร้อยละนำหน้าบรรทุก			ร้อยละปริมาตรบรรจุ		
	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง	ระบบ สนับสนุน	วิธีเดิม	อัตราการ เปลี่ยนแปลง
ชุดที่ 1	0.58	0.49	0.10	0.87	0.75	0.11
ชุดที่ 2	0.55	0.52	0.03	0.85	0.83	0.01
ชุดที่ 3	0.48	0.48	0.00	0.77	0.77	0.00
ชุดที่ 4	0.48	0.43	0.05	0.76	0.68	0.08
ชุดที่ 5	0.58	0.50	0.08	0.90	0.78	0.12
รวม	0.54	0.49	0.05	0.84	0.77	0.07

จากตารางที่ 5.20 แสดงผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทาง ระหว่างวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมโดยอาศัยวิจารณ์ญาณของบุคคล กับระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถที่ได้ออกแบบขึ้นพบว่า ระบบที่ออกแบบขึ้น เพิ่มนำหน้าบรรทุก ร้อยละ 5 และเพิ่มปริมาตรบรรจุ ร้อยละ 7

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับซื้อขยะรีไซเคิล ได้ระบุวัตถุประสงค์สำหรับงานวิจัย คือ ออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิลด้วยเทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิคกวาด (Sweep Approach) เพื่อให้ได้ระยะทาง ปริมาตรบรรจุและน้ำหนักบรรทุก ที่เหมาะสม

บริษัทกรณีศึกษาซึ่งอยู่ในธุรกิจรับซื้อขยะรีไซเคิล โดยประยุกต์ใช้เทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และข้อจำกัดบางประการ เช่น เวลารับขยะ ในการจัดเส้นทางหลัก (Master Route) จากนั้นออกแบบระบบจัดเส้นทาง เพื่อสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิล โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) และเทคนิค Sweep Approach ที่จัดลำดับการรับขยะโดยเทคนิคหาค่าประหยัดหลังจากการกวาดเสร็จสิ้นในแต่ละเส้นทาง ผู้ใช้งานระบบสามารถประเมินทางเลือกเส้นทางในรับขยะ โดยพิจารณาจากค่าประหยัด ระยะทาง ปริมาตรบรรจุและน้ำหนักบรรทุก แล้วนำมาวางแผนจัดรถรับขยะได้

ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบที่ออกแบบขึ้น ด้วยข้อมูลข้อเสนอขาย จำนวน 5 ชุด ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 30 มีนาคม 2555 และรถบรรทุกที่สามารถให้บริการได้ระหว่างวันที่ 6 มีนาคม – 9 เมษายน 2555

ผลลัพธ์ของระบบสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะรีไซเคิลที่ได้ออกแบบขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางแบบเดิมซึ่งอาศัยประสบการณ์ และวิจารณญาณของบุคคล พบว่าระบบสามารถสนับสนุนการจัดรถรับขยะด้วยระยะทางที่สั้นกว่า 219.8 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.5 ปริมาตรบรรจุเพิ่มขึ้นร้อยละ 7 และน้ำหนักบรรทุก เพิ่มขึ้นร้อยละ 5

6.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ผลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ อาจไม่ใช่ผลดีที่สุด เป็นเพียงแนวทางช่วยสนับสนุนการวางแผนจัดรถรับขยะให้มีแบบแผนยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้การนำไปใช้จริงยังต้องคำนึงถึงสถานการณ์แวดล้อม เช่น การจราจร อีกด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จิรภัทร วัฒนเวคิน . ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ , สาขาการจัดการด้านโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, 2552.
- ณัฐกาญจน์ โพธิ์สัมฤทธิ์ . แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดเส้นทาง-พัสดุดังคลัง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 30 (ก.ย.-ธ.ค. 2553) : 544-551.
- ณกร อินทร์พยุ่ง. การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและโลจิสติกส์. 1. กรุงเทพมหานคร . ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2548
- ธเนศ ทักษิณวราจารย์ . การจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2543.
- รินฤดี อัครมณี . การพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถของรถไฟฟ้ามหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.
- สุธี ศรีเพ็ชรदानนท์. แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- สุภีจรรย์ นุ่นธานี . การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจ่ายงานให้พนักงานในงานเย็บผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ,2552.

ภาษาอังกฤษ

- Barbarosoglu,G., and Ozgar, D.1999. A tabu search algorithm for the vehicle routing problem. Computers and Operation Research 26: 255-270.
- Bodin,L.and B. Golden.1981. Classification in vehicle routing and scheduling. Network 11:97-108.

- Clarke,G. and J. Wright 1964. Scheduling of Vehicles from a central depot to a number of delivery points. Operation Research 12:568-581.
- Cooper,J.C.1983. The use of straight line distances in solution to the vehicle scheduling problem. Journal of operation research society 34(5) : 419-424.
- Lyo Li. And Z Fu .2002. The School Bus Routing Problem : A Case Study .Operation Research Society 53:552-558.
- Rosenkrantz,R. ,Stearns,R. ,and Lewis,P. 1977. An analysis of several heuristics for the traveling salesman problem. Siam Journal of Computing 6:563-581.
- Solomon, M.1987 .Algorithms for Routing and Scheduling Problems with Time window Constraints. Operation Research 35:254-265.
- Tananpang N. 2004. Information system for solid waste collection management : Case study of Salaya Municipality, Phuttamonthon, Nakhonpathom province. Master's Thesis, Information management on environments and resources ,Faculty of graduate studies ,Mahidol University.
- Tillman,F., and Cochran,H. 1968. A heuristic approach for solving the delivery problem. Journal of Industrial Engineering. 19:354-358
- Yellow, P.1970. A computational modification to savings method of vehicle scheduling. Operational Research Quarterly 21(2) : 281-283.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางค่าประหยัด

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42						
P1																																																
P2	2.7																																															
P3	19.0	-0.2																																														
P4	27.4	-0.2	16.9																																													
P5	7.7	6.8	7.7	7.6																																												
P6	14.5	4.6	14.5	14.4	16.0																																											
P7	20.0	-2.2	15.3	20.3	6.3	11.4																																										
P8	21.7	1.1	18.1	21.6	9.8	13.0	18.0																																									
P9	22.7	0.6	19.1	22.6	12.0	14.0	19.9	30.0																																								
P10	22.5	-4.1	14.2	22.9	7.3	10.4	25.2	14.9	20.4																																							
P11	8.7	10.0	8.6	8.6	15.8	15.2	8.6	6.5	10.5	4.2																																						
P12	27.2	1.3	18.3	27.2	10.0	12.6	21.3	22.6	23.3	22.5	9.4																																					
P13	27.5	1.0	17.0	27.5	9.7	12.8	21.0	21.3	21.9	21.2	9.1	27.5																																				
P14	16.6	5.1	16.5	16.5	18.5	19.6	16.5	11.0	16.5	12.3	15.8	16.8	16.2																																			
P15	21.2	-1.8	16.5	21.5	9.5	12.7	28.8	15.2	20.7	22.7	8.9	22.4	21.1	15.5																																		
P16	18.8	1.7	18.8	18.4	10.4	13.6	18.7	18.2	19.0	14.5	9.8	19.0	18.5	16.4	18.1																																	
P17	22.0	-0.1	16.7	21.9	9.7	12.8	28.9	17.1	22.6	22.9	4.0	23.3	21.7	15.7	38.5	17.4																																
P18	0.9	5.3	0.8	0.8	6.6	6.0	-0.6	0.1	1.3	-8.6	6.0	0.8	0.5	5.3	-4.3	-1.0	1.6																															
P19	0.1	4.1	0.1	-0.7	4.2	3.2	-0.5	-1.2	-1.1	-4.8	3.6	0.1	-0.2	3.8	-1.2	-10.4	-0.5	4.0																														
P20	9.2	7.3	9.2	9.1	16.3	15.7	9.1	7.0	11.0	4.8	18.0	9.4	8.8	15.1	8.4	8.7	9.2	7.8	4.8																													
P21	36.3	6.3	27.5	38.3	17.7	22.1	37.3	38.8	42.2	35.6	17.1	38.7	36.0	24.8	43.8	29.0	48.2	-3.0	9.5	17.1																												
P22	9.9	0.0	9.9	9.8	4.6	7.8	11.9	9.1	9.8	5.5	4.0	10.1	9.5	12.2	10.9	9.4	16.8	-8.7	0.0	4.1	16.8																											
P23	19.0	4.9	16.0	18.9	16.3	15.9	15.9	20.5	23.3	11.6	15.7	16.2	18.6	18.6	15.2	15.5	18.1	5.4	2.1	15.7	25.9	11.9																										
P24	23.4	-0.6	15.1	23.7	8.1	11.3	26.0	17.2	21.6	24.9	7.5	23.3	23.5	14.1	25.3	15.8	27.4	-1.4	-2.4	8.2	35.1	9.4	15.2																									
P25	22.0	1.8	17.3	22.4	10.3	13.5	29.9	17.8	20.3	23.5	9.7	22.0	22.1	16.3	28.8	18.1	29.7	-0.6	-0.2	9.8	37.2	11.6	15.8	27.9																								
P26	26.3	5.7	17.8	26.5	9.5	12.6	24.6	23.3	29.1	25.9	8.9	27.9	26.3	15.5	25.2	17.0	27.2	-7.6	0.0	8.9	42.5	10.7	18.1	26.2	24.6																							
P27	-0.6	3.1	-0.6	1.1	3.8	3.2	-0.7	-0.8	-1.5	-5.8	3.2	-1.4	-1.0	3.1	-4.1	-1.1	-1.4	3.2	3.2	3.2	1.3	-0.6	2.3	-0.7	-0.7	-0.5																						
P28	35.1	33.3	25.3	35.0	18.0	21.1	36.3	31.3	41.0	34.4	17.4	36.4	34.7	23.7	45.7	27.7	51.9	-3.8	2.8	17.4	60.7	14.6	28.2	34.7	36.3	42.0	8.5																					
P29	20.5	-0.4	15.3	20.8	8.3	11.5	27.9	15.8	18.7	22.0	7.7	20.4	20.5	14.3	27.2	16.0	27.4	-1.2	-1.2	7.7	35.6	9.5	12.4	26.4	27.9	24.2	-1.2	30.1																				
P30	14.2	1.0	9.8	13.3	4.6	5.1	21.5	9.3	14.8	15.4	4.0	15.6	13.0	12.1	31.1	9.3	37.6	0.6	-1.8	3.2	37.6	14.2	8.6	19.8	22.9	17.0	-0.8	37.6	17.6																			
P31	27.3	1.0	17.8	27.6	7.1	11.8	24.6	27.0	32.9	25.9	8.4	27.9	27.0	15.5	29.8	19.2	26.8	-3.8	-1.0	7.0	44.3	10.7	21.9	26.4	24.6	33.5	0.0	40.0	21.8	20.6																		
P32	9.0	5.0	9.0	8.9	15.9	11.4	8.9	6.9	11.7	4.8	15.3	9.2	9.0	14.9	8.2	8.5	9.0	5.0	3.0	15.2	15.2	4.5	15.6	7.7	8.9	9.8	1.7	10.7	9.0	3.3	9.1																	
P33	1.8	5.6	1.8	1.7	5.6	-0.3	1.2	0.5	0.4	-3.1	5.0	1.7	2.2	5.5	0.5	1.3	1.2	5.0	4.0	5.1	3.2	2.0	4.2	1.3	1.2	2.1	3.0	1.2	1.8	0.3	1.4	5.1																
P34	14.3	6.3	9.9	14.4	17.1	15.9	14.2	15.8	23.5	13.8	16.5	13.3	15.4	16.9	4.0	13.8	7.4	6.2	4.3	16.6	30.4	10.2	28.0	14.2	14.2	13.3	3.0	25.9	14.3	8.4	15.4	14.2	4.6															
P35	20.0	1.0	18.4	20.3	9.5	12.9	22.6	16.8	17.7	19.2	8.9	20.5	20.0	15.5	23.0	17.2	23.9	0.0	-1.0	6.9	31.4	10.7	14.9	23.6	22.6	21.5	0.0	26.7	22.7	16.3	20.7	9.1	0.9	13.9														
P36	14.3	6.3	14.3	14.2	17.1	12.0	14.2	15.4	20.9	4.3	16.5	13.3	14.4	16.9	3.7	13.8	7.9	6.2	-4.3	16.6	30.0	10.2	28.0	14.2	14.2	12.9	3.0	25.5	14.3	8.4	15.0	14.2	4.6	30.5	11.7													
P37	21.1	1.0	19.3	21.5	9.5	12.9	28.8	16.9	18.0	22.7	8.9	20.3	20.5	15.5	30.2	17.2	31.0	0.0	-1.0	8.9	38.6	9.3	13.8	27.1	26.7	24.9	0.0	35.1	23.6	23.4	24.1	9.1	0.9	13.9	26.8	8.7												
P38	14.1	6.3	14.3	14.2	17.1	15.9	14.2	16.6	21.6	8.3	16.5	14.3	14.6	16.9	7.6	13.8	11.0	6.2	-4.3	15.1	33.1	10.2	28.0	14.2	14.2	16.0	3.0	28.6	14.3	8.4	18.1	14.2	4.6	30.5	11.7	32.0	6.3											
P39	9.8	0.0	9.8	9.7	4.6	4.3	14.8	9.0	9.8	6.3	2.3	9.8	9.9	12.1	13.8	9.3	19.7	-6.4	-1.0	4.0	19.8	15.1	9.4	8.5	16.6	10.7	0.0	19.7	9.4	18.6	10.0	1.0	-0.6	9.8	12.4	11.2	13.6	-3.4										
P40	22.0	1.1	16.5	21.5	9.5	12.9	28.8	15.6	21.6	22.7	8.9	23.4	21.8	15.5	35.1	17.3	35.9	-1.4	-1.0	9.0	44.5	11.3	13.6	27.1	28.8	27.5	0.0	39.7	24.9	28.3	25.2	9.1	0.9	9.1	26.6	11.2	30.6	9.5	2.5									
P41	21.8	1.7	20.4	22.1	10.1	13.5	29.4	17.6	21.4	23.3	9.5	21.4	23.0	16.1	33.7	17.9	34.6	-0.3	-0.4	9.6	40.5	11.9	15.5	23.8	29.4	25.8	0.6	35.7	24.7	26.3	24.6	9.7	-2.4	14.6	27.2	9.6	32.1	6.1	25.3	33.0								
P42	26.7	8.1	18.2	26.9	9.3	12.9	24.6	23.2	28.7	23.8	8.8	27																																				

ภาคผนวก ข
วิธีการใช้งานระบบ

วิธีการใช้งานระบบ

ระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดรถรับซื้อขยะรีไซเคิล เป็นระบบที่ช่วยจัดเส้นทางรถให้เป็นแนวทางแก่ผู้ประกอบการในการวางแผนหลังจากมีข้อเสนอขายขยะจากลูกค้า ขั้นตอนการใช้งานระบบ มีดังต่อไปนี้

1. สร้างโฟลเดอร์ เก็บข้อมูลการคำนวณ

ผู้ใช้สร้างโฟลเดอร์เอกสารชื่อ “ ข้อเสนอเดือน...” ตัวอย่างเช่น ต้องการสร้างโฟลเดอร์เอกสารของข้อเสนอเดือนมีนาคม ให้ตั้งชื่อโฟลเดอร์ว่า “ข้อเสนอเดือนมีนาคม”

2. สร้างไฟล์นำเข้าข้อมูล

2.1 ผู้ใช้ต้องเปลี่ยนชื่อไฟล์ตั้งต้นซึ่งเป็นไฟล์เอกสาร Microsoft Office Excel โดยมีหลักการตั้งชื่อไฟล์ ดังนี้ ตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลข้อเสนอขายเดือนมีนาคม ไฟล์นำเข้าข้อมูล ตั้งชื่อว่า “Order-มีนาคม-1”

“Order – เดือนที่บันทึกข้อเสนอขาย – ครั้งที่บันทึก”

2.2 ผู้ใช้กรอกรายละเอียดข้อเสนอขายขยะ ในไฟล์ข้อมูลนำเข้า “Order-มีนาคม-1” รายละเอียดที่กรอกมี 3 sheet

2.2.1 sheet เอกสารแรก ชื่อ “ Truck” ดังรูปตัวอย่าง ก.1 แต่ละคอลัมน์ มีรายละเอียดดังนี้

- คอลัมน์ “Day” ผู้ใช้ต้องกรอกรายละเอียดวัน
- คอลัมน์ “Name” , “ID” , “Capacity Weight” และ “Capacity Volume” มีรายละเอียด ดังตาราง

ID	Name	Capacity Weight	Capacity Volume
T-01	Truck1	1,500 กก.	6.3 ลบ.ม.
T-02	Truck2	3,000 กก.	13.7 ลบ.ม.

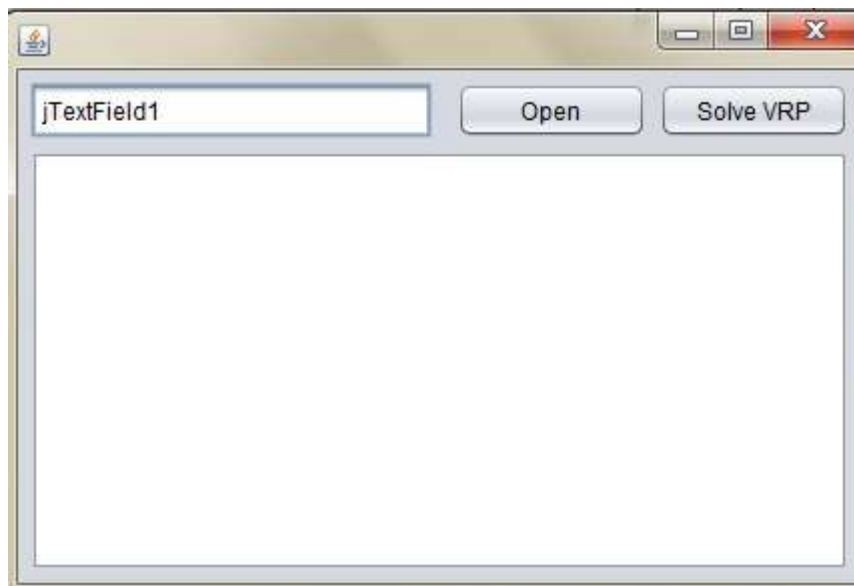
2.2.2 ซีทเอกสารแผ่นที่สองคือ “Active Node” ดังรูปตัวอย่าง ก.2 ซึ่งเป็นซีทเอกสารที่ประกอบด้วย ลูกค้าและปริมาณขยะที่เสนอขาย ผู้ใช้จะกรอกตัวเลขน้ำหนักของขยะในคอลัมภ์ G ซึ่งแต่ละคอลัมภ์แทนประเภทขยะตามซีทเอกสาร “Garbage”

3. ขั้นตอนการคำนวณ

3.1 เปิดการใช้งานระบบจากลิงค์

C:\Users\Toshiba\Downloads\VRPProject\VRPProject

3.2 เปิดไฟล์ชื่อ “VRPProject” จะปรากฏหน้าจอดังรูป



3.3 กด “Open” เพื่ออัปโหลดไฟล์ข้อมูลนำเข้า ตามที่ได้กรอกรายละเอียดในข้อ 2.

3.4 กด “Solve VRP” เพื่อให้ระบบทำการคำนวณจัดเส้นทางรถ

4. รายงานผลการคำนวณ

หลังจากระบบประมวลผลจัดเส้นทางรถเรียบร้อยแล้ว ไฟล์รายงานผลจะถูกสร้างในโฟลเดอร์เดียวกับไฟล์ข้อมูลนำเข้า ตัวอย่าง ดังรูปตัวอย่างที่ ก.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Day	Name	ID	Capacity Weight	Capacity Volume												
2	1	truck1	T1	1500	6.7												
3	1	truck2	T2	3000	13.7												
4	1	truck1	T1	1500	6.7												
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	

รูปตัวอย่าง ก.1

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ นางสาว ธิดา พงศ์สุธรรม เกิดเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2529 ที่ จ. นครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีเศรษฐศาสตรบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2550 ต่อมาเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552