ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ — **สาขา**

วิศวกรรมอุตสาหการ — **ภาควิชา**

เรื่อง การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร (กรณีศึกษา : เขตดอนเมือง)

Municipal Solid Waste Management in Bangkok (Case Study : Don Muang District)

นามผู้วิจัย นางสาวสุทธิชา ทับดารา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์เสรี เศวตเศรนี, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ชัชพันธ์ ขำญาติ, วศ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร (กรณีศึกษา : เขตดอนเมือง)

Municipal Solid Waste Management in Bangkok (Case Study : Don Muang District)

โดย

นางสาวสุทธิชา ทับดารา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุทธิชา ทับดารา 2553: การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร (กรณีศึกษา : เขตดอนเมือง) ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เสรี เศวตเศรนี, D.Eng. 165 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร แบบจำลองที่ใช้มาจากการประยุกต์ทฤษฎี Vehicle Routing Problem (VRP) โดยใช้วิธี Cluster-First Route-Second Method กรุงเทพมหานครแบ่งเขตออกเป็น 50 เขต ซึ่งแต่เขตมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเก็บขยะที่เกิดขึ้นภายในเขต ในการวางแผนระบบการจัดเก็บขยะของรถเก็บขยะแต่ละคัน ทำการจัดกลุ่มจุดเก็บขนขยะให้กับรถเก็บขยะแต่ละคันก่อน จากนั้นก็จัดเส้นทางเดินของรถขยะแต่ละคัน เริ่มต้นรถเก็บขยะออกจากสถานีจอดรถ และเมื่อวิ่งผ่านจุดเก็บขยะทุกจุดแล้วจากนั้นรถเก็บขยะจะวิ่งไปยังสถานีขนถ่ายขยะเป็นจุดสุดท้าย การจัดการขยะมูลฝอยใช้โปรแกรม Delphi 7 ในการพัฒนาโปรแกรม และใช้โปรแกรม SQL Server Express 2005 เป็นโปรแกรมจัดทำฐานข้อมูล

_____ _____ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sutticha Tabdara 2010: Municipal Solid Waste Management in Bangkok (Case Study : Don Muang District). Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Saeree Svetasreni, D.Eng. 165 pages.

The objective of this research was to design and create a program for planning the routing of refuse collection community in Bangkok. The developed model was applied from the theory of Vehicle Routing Problem (VRP) using Cluster-First Route-Second Method. Bangkok were divided into 50 zones. Each zone was responsible for collecting all generated wastes in the zone. In planning the waste collection system each truck was assigned a cluster group of waste collection point. The route of the truck, which started form the parking station and went through all the assigned waste collection points and then went to the waste transfer station, was generated. The waste management was developed by using Delphi 7 and SQL Server Express 2005 was used as on Database Management System.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เสรี เศวตเศรนี ประธานกรรมการที่ปรึกษา และอาจารย์ ดร. ชัชพันธ์ ขำญาติ กรรมการที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือ และสนับสนุนให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการทำงานวิจัย แนวทางการแก้ไขปัญหา และข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพียงใจ พาณิชกุล ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่า กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมอันจะนำมาซึ่งความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณอรอนงค์ สงวนสิน ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม สำนักงานเขตดอนเมือง ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบเก็บขน และขนส่งขยะมูลฝอยในพื้นที่เขตดอนเมือง และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครที่เอื้อข้อมูลให้เป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา รวมทั้งญาติผู้ใหญ่ที่เคารพ ที่ให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู และเป็นกำลังใจให้เสมอมา และเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในหลายๆ ด้าน และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี

สุทธิชา ทับดารา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	35
อุปกรณ์	35
วิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	90
สรุปและข้อเสนอแนะ	121
สรุป	121
ข้อเสนอแนะ	121
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	122
ภาคผนวก	125
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	165

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ของกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี 2535-2550	3
2	การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี 2550-2562	3
3	สถิติประชากร พื้นที่ ความหนาแน่น และจำนวนครัวเรือน เขตดอนเมือง	4
4	ประเภทและจำนวนแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง	37
5	หมายเลขรถเก็บขนขยะมูลฝอย ขนาด และประเภทรถเก็บขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง	38
6	ตารางแสดงระยะทาง	43
7	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถคันที่ 1	43
8	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อกำหนดจุดเริ่มต้น	44
9	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 2	44
10	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 3	45
11	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 4	45
12	ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 5	46
13	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด	47
14	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดจากจากตัวอย่างการหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด โดยวิธี Branch and Bound	50
15	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละแถวจากขั้นตอนที่ 1	51
16	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักจากขั้นตอนที่ 1	51
17	งค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 1 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 1	52
18	งค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัดแถวที่ 1 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 1	53
19	งค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 1 จากขั้นตอนที่ 2	54
20	งค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 1 จากขั้นตอนที่ 2	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 5 และหลักที่ 6 จากขั้นตอนที่ 3	55
22	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 5 และหลักที่ 6 จากขั้นตอนที่ 3	56
23	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 3 และหลักที่ 5 จากขั้นตอนที่ 4	57
24	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 3 และหลักที่ 5 จากขั้นตอนที่ 4	57
25	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 4 และหลักที่ 3 จากขั้นตอนที่ 5	58
26	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดที่ $(\overline{1,4})$ จากขั้นตอนที่ 6	59
27	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากขั้นตอนที่ 6	59
28	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัด แถวที่ 6 และหลักที่ 3 จากขั้นตอนที่ 6	60
29	ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัด แถวที่ 2 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 7	61
30	แสดงข้อมูลตารางทั้งหมดที่มีอยู่ในโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร	64
31	โครงสร้างตารางข้อมูลเขต	65
32	โครงสร้างตารางข้อมูลจุดเก็บขยะมูลฝอย	65
33	โครงสร้างตารางข้อมูลรถเก็บขนขยะมูลฝอย	66
34	โครงสร้างตารางข้อมูลประเภทรถเก็บขนขยะมูลฝอย	66
35	โครงสร้างตารางข้อมูลตารางรถเก็บขนขยะมูลฝอย	67
36	โครงสร้างตารางข้อมูลระยะทางระหว่างจุดเก็บขยะ	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
37	โครงสร้างตารางข้อมูลการคำนวณเส้นทางเดินรถขยะ	68
38	โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ถูกกำหนด	68
39	โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ไม่ถูกกำหนด	69
40	โครงสร้างตารางข้อมูลระยะทางของรถเก็บขนขยะ	69
41	โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ	70
42	ผลการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ	90
43	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001	91
44	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-002	92
45	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-003	92
46	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004	93
47	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005	93
48	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006	94
49	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-007	94
50	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008	95
51	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009	96
52	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010	96
53	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-011	97
54	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012	97
55	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013	98
56	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-014	98
57	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015	99
58	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-016	99
59	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-017	100
60	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018	101
61	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-019	101
62	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020	102

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
63	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021	102
64	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022	103
65	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-023	104
66	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024	104
67	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025	105
68	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-026	105
69	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-027	106
70	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028	106
71	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-029	107
72	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-030	107
73	ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-031	108
74	ผลการปรับปรุงการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ	109
75	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001	110
76	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004	111
77	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005	111
78	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006	112
79	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008	112
80	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009	113
81	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010	114
82	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012	114
83	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013	115
84	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015	115
85	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018	116
86	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020	117
87	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021	117
88	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022	118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

89	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024	118
90	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025	119
91	ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028	119

ตารางผนวกที่

1	ปริมาณขยะแต่ละจุดรวบรวมขยะและเวลาที่ใช้เก็บขนขยะ	126
2	ตัวอย่างรายละเอียดระยะทาง และเวลาที่ใช้เดินทางของรถเก็บขนขยะ	137
3	ตัวอย่างรายละเอียดระยะทาง และเวลาที่ใช้เดินทางของรถเก็บขนขยะ	156

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)	13
2	การจัดเส้นทางแบบ Vehicle Routing Problem (VRP)	16
3	องค์ประกอบของสารสนเทศ	29
4	แนวเขตการปกครองของเขตดอนเมือง	36
5	ภาพแสดงจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง	40
6	ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (1-4)	52
7	ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (2-1)	53
8	ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (5-6)	55
9	ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (3-5)	56
10	ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (4-3) และ(6,2)	58
11	ภาพแสดงผลลัพธ์ของการแตกกิ่ง	61
12	แฟ้มข้อมูลต่างๆในฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร	63
13	แบบจำลองฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร	71
14	โครงสร้างแสดงส่วนประกอบของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร	72
15	แสดงหน้าจอไอคอนก่อนเข้าสู่โปรแกรม	77
16	แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรม	78
17	แสดงหน้าจอรายละเอียดเขต	79
18	แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะ	79
19	แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะในส่วนการกำหนดเขต	80
20	แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะในส่วนการกำหนดประเภทรถเก็บขยะ	81
21	แสดงแสดงหน้าจอรายละเอียดจุดเก็บขยะ	81
22	แสดงหน้าจอระยะทาง	82
23	แสดงหน้าจอเข้าสู่การจัดเส้นทางเดินรถขยะ	83
24	แสดงหน้าจอผลการคำนวณการจัดกลุ่มรถเก็บขยะ	83
25	แสดงหน้าจอการคำนวณการค้นหาเส้นทาง	84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	แสดงหน้าจอการผลคำนวณการค้นหาเส้นทาง	85
27	แสดงหน้าจอการกำหนดจุดเก็บขนขยะให้กับรถเก็บขนขยะ	86
28	รายงานจุดรวบรวมขยะประจำเขต	87
29	รายงานรถเก็บขนขยะประจำเขต	87
30	รายงานเส้นทางที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องทำการเก็บขน	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร (กรณีศึกษา : เขตดอนเมือง)

Municipal Solid Waste Management in Bangkok (Case Study : Don Muang District)

คำนำ

ปัจจุบันนี้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกประสบกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็น น้ำ อากาศ ดิน และทัศนียภาพ ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากความเจริญเติบโตทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และการพัฒนาประเทศ ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชากรซึ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นควบคู่กัน นั่นก็คือปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลกระทบมากที่สุดปัญหาหนึ่ง ปัญหาขยะมูลฝอยที่นับวันจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามจำนวนของประชากร ถ้าหากไม่มีการวางแผน รวบรวม จัดเก็บ และกำจัดขยะมูลฝอยให้ถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ปัญหาความสกปรก กลิ่น และเชื้อโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากขยะมูลฝอย จะต้องเกิดขึ้น และก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ตามมาอย่างแน่นอน

การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทยนับเป็นปัญหาที่สำคัญ และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในประเทศ รวมทั้งการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลให้มีการผลิตสินค้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นทั้งในด้านปริมาณ และความหลากหลายของประเภทมูลฝอย (สำนักสิ่งแวดล้อม, 2548)

กระบวนการจัดการขยะมูลฝอยมีหลักสำคัญอยู่ 4 ขั้นตอนหลักด้วยกัน คือ

1. การเก็บกักขยะมูลฝอย (Storage) ซึ่งมีแหล่งที่มาสำคัญจากชุมชนเมือง ทั้งขยะจากแหล่งพักอาศัยย่านการค้า บริการ ย่านอุตสาหกรรม ย่านโรงเรียน และสถานที่ราชการ ย่านท่องเที่ยว เป็นต้น

2. การเก็บขนขยะมูลฝอย (Collection) ขั้นตอนนี้เป็นหัวใจสำคัญของการจัดการทั้งระบบ เนื่องจากการเก็บขนจะมีวิธีการที่ต้องนำขยะออกไปจากชุมชนด้วยวิธีการที่รวดเร็ว ประหยัด และไม่เกิดผลกระทบต่อชุมชน เช่น ปัญหาจราจร กลิ่นเหม็น และการทำขยะหกเรี่ยราด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การขนส่งขยะมูลฝอย (Transportation) เป็นการนำขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ลำเลียงด้วยยานพาหนะออกไปจากชุมชน เพื่อนำไปยังแหล่งรองรับ หรือแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยต่อไป

4. การกำจัดขยะมูลฝอย (Disposal) โดยนำขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกประเภทแล้วไปกำจัดในขั้นตอนสุดท้ายต่อไป เพื่อไม่ให้ขยะนั้นสร้างปัญหาให้ชุมชนอีกต่อไป (สำราญ, 2540)

ดังนั้น หลักการพื้นฐานของการจัดการขยะมูลฝอย จึงประกอบด้วยการนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งที่เกิดไปทำการคัดแยก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนที่กักเก็บอยู่ในภาชนะก็มีการรวบรวมขนใส่พาหนะที่เหมาะสม แล้วจึงส่งขยะมูลฝอยเหล่านั้นไปยังแหล่งกำจัด หรือสถานที่ทิ้งที่เหมาะสมต่อไป

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย มีพื้นที่ 1,568.737 ตารางกิโลเมตร แบ่งการปกครองออกเป็น 50 เขต ซึ่งต่างก็มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น เพราะเป็นศูนย์กลางกิจกรรมต่างๆ และเป็นตลาดแรงงานที่สำคัญที่สุด จึงทำให้ประชากรจากท้องถิ่นอื่นหลั่งไหลเข้ามาประกอบอาชีพและพักอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครเป็นจำนวนมาก การเพิ่มขึ้นของประชากรนี้ทำให้เกิดชุมชนต่างๆ เพิ่มมากขึ้นอีก ทั้งพฤติกรรมการบริโภคที่ดูเหมือนว่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสบริโภคนิยม มีการใช้สอยกันอย่างฟุ่มเฟือย ส่งผลให้มีปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามความหนาแน่นของชุมชนและประชากร ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 1 ซึ่งแสดงปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บได้ในกรุงเทพมหานคร ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงปีพ.ศ. 2535-2540 ในอัตราโดยเฉลี่ยต่อปีสูงถึงร้อยละ 10 หลังจากนั้นปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บได้ค่อนข้างทรงตัวโดยอยู่ที่ระดับเดียวกันกับปีพ.ศ. 2540 คือ ประมาณ 8,500 ตัน/วัน จนถึงปีพ.ศ. 2550 จากตารางที่ 2 เป็นการคาดการณ์ว่าในอนาคตปริมาณขยะมูลฝอยจะเพิ่มขึ้นทุกปี จากปี 2550 ที่คาดการณ์ไว้ว่าจะมีขยะมูลฝอยประมาณ 11,138 ตัน/วัน จนถึงปี 2562 หรือในอีก 14 ปีข้างหน้า จะมีขยะมูลฝอยประมาณ 15,607 ตัน/วัน เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ3.09 ซึ่งเป็นไปตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ของกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี 2535-2550

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ (ตัน/วัน)	ปี (พ.ศ.)	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ (ตัน/วัน)
2535	5,372.17	2543	8,988.19
2536	6,015.65	2544	9,162.32
2537	6,798.28	2545	9,460.40
2538	6,633.71	2546	9,349.97
2539	7,961.12	2547	9,356.69
2540	8,694.79	2548	8,495.97
2541	8,583.49	2549	8,376.95
2542	8,772.49	2550	8,718.78

ที่มา: กองนโยบายและแผนงาน สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 2 การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี 2550-2562

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ตัน/วัน)[1]	ปี (พ.ศ.)	ปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดการณ์ (ตัน/วัน)[1]
2550	11,138	2557	13,425
2551	11,386	2558	13,835
2552	11,643	2559	14,263
2553	11,900	2560	14,702
2554	12,263	2561	15,150
2555	12,644	2562	15,607
2556	13,025		

หมายเหตุ [1] กรณีไม่มีการลดปริมาณขยะมูลฝอย

ที่มา: ธนาคารเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JBIC) (ปี 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตดอนเมืองเป็น 1 ใน 50 เขตปกครองของกรุงเทพมหานคร อยู่ในกลุ่มเขตกรุงเทพเหนือ โดยมีแหล่งสถาบันราชการอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ สำนักงานเขตดอนเมืองจัดตั้งโดยประกาศกระทรวงมหาดไทย เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2532 โดยแบ่งพื้นที่ออกจากเขตบางเขนเดิม จำนวน 3 แขวง ประกอบด้วย แขวงทุ่งสองห้อง แขวงสีกัน และแขวงตลาดบางเขน มีพื้นที่รวมกันประมาณ 59.56 ตารางกิโลเมตร ต่อมาเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2540 มีประกาศกระทรวงมหาดไทยเปลี่ยนแปลงพื้นที่เขตดอนเมืองและจัดตั้งเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครมีผลทำให้เขตดอนเมืองถูกแบ่งเป็น 2 เขตปกครองใช้แนวคลองไผ่เขียว (คลองตาอูฐ) มาบรรจบคลองเปรมประชากรและคลองวัดหลักสี่เป็นเส้นแบ่งเขต โดยแบ่งแขวงสีกัน ซึ่งอยู่ตอนเหนือรวมกับแขวงตลาดบางเขนตอนบน ซึ่งถูกยุบรวบกับแขวงสีกัน ตั้งเป็นเขตดอนเมืองพื้นที่ 36.803 ตารางกิโลเมตร มีประชากร 163,080 คน แบ่งเป็นชาย 81,230 คน หญิง 81,850 คน และจำนวนครัวเรือน60,154 หลังคาเรือน คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 4,431 คน/ตารางกิโลเมตร (ที่มา : สำนักทะเบียนกลางกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย ปี 2550) แสดงให้เห็นว่า ขตดอนเมือง เป็นเขตมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น นอกจากนี้ยังมีสนามบิน ตลาด สถานประกอบการต่างๆ และสถานที่ราชการ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอย

ตารางที่ 3 สถิติประชากร พื้นที่ ความหนาแน่น และจำนวนครัวเรือน เขตดอนเมือง

ปี	ประชากร (คน)			พื้นที่	ความหนาแน่น	จำนวน
(พ.ศ.)	ชาย	หญิง	รวม	(ตร.กม.)	(คน/ตร.กม.)	ครัวเรือน
2545	77,060	77,772	154,832	36.803	4,207	54,305
2546	78,503	79,140	157,643	36.803	4,283	55,616
2547	78,559	79,430	157,989	36.803	4,293	56,681
2548	79,150	80,356	159,506	36.803	4,334	57,673
2549	80,324	81,276	161,600	36.803	4,391	59,704
2550	81,230	81,850	163,080	36.803	4,431	60,154

ที่มา: 1. สำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

2. ฝ่ายแผนที่ กองสำรวจ และแผนที่สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าจำนวนประชากรในเขตดอนเมือง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545–2550 มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี การที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจะเป็นสาเหตุให้ปริมาณขยะมูลฝอยสูงขึ้น เนื่องจากมีการบริโภคทรัพยากรต่างๆ มากขึ้น ดังนั้นเขตดอนเมืองควรวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย ขณะเดียวกันก็ต้องสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายในการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนในการเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ และการเก็บขนขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้น องค์ประกอบต่างๆ ตั้งแต่รถเก็บขนขยะมูลฝอย พนักงานเก็บขน วิธีการเก็บขน เวลา และระยะทางที่ใช้ในการเก็บขนไปจนถึงสถานที่กำจัด การจัดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยทำให้การเก็บขนขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศที่พัฒนาแล้วหลายแห่งได้นำเทคนิคในการจัดเส้นทางการเก็บขนขยะมาใช้ เพราะนอกจากจะไม่ทำให้เกิดปัญหามูลฝอยตกค้างแล้ว ยังช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายได้มาก อีกทั้งยังสามารถขยายขอบเขตของการปฏิบัติงานครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ เพื่อที่จะลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม โดยการออกแบบและสร้างโปรแกรมการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมไปวางแผนเพื่อการจัดการขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยให้แก่เขตอื่นๆ ในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดต่างๆ ในประเทศต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลในการจัดเก็บขยะมูลฝอยชุมชนในพื้นที่เขตของกรุงเทพมหานคร

2. จัดทำแผนการเก็บขนขยะมูลฝอยชุมชนในพื้นที่เขตของกรุงเทพมหานคร

3. ออกแบบและสร้างโปรแกรมจัดการการจัดเก็บขยะชุมชนในพื้นที่เขตของกรุงเทพมหานคร ให้มีความสะดวกและรวดเร็วในการจัดเก็บข้อมูล การค้นหาข้อมูล และการนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยของในเขตพื้นที่

ขอบเขตงานวิจัย

สร้างโปรแกรมจัดการการจัดเก็บขยะชุมชนในพื้นที่เขตของกรุงเทพมหานคร โดยจะใช้เขตดอนเมืองเป็นพื้นที่เขตทดสอบการใช้งานของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมสามารถจัดทำแผนการเก็บขนขยะมูลฝอยของจุดรวบรวมขยะมูลฝอย โดยจะกำหนดตามการเก็บขยะมูลฝอยของรถขยะแต่ละคัน และออกรายงานการเก็บขนขยะมูลฝอยของแต่ละพื้นที่ได้ กำหนดให้จุดรวบรวมขยะไม่เกิน 1,000 จุด และรถเก็บขนขยะพิจารณาเฉพาะ รถเก็บขยะแบบเปิดข้างเทข้าง รถเก็บขยะแบบมีเครื่องอัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร โดยวิธีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และลดเวลาในการวางแผนการจัดการขยะชุมชนลง จึงจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดอย่างกว้างขวาง เพื่อใช้ประกอบการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การจัดการขยะมูลฝอย

การเก็บกักมูลฝอย

พัฒนา (2541) กล่าวว่า การเก็บกักขยะมูลฝอยไว้ ณ แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยมีความสำคัญมากจำเป็นจะต้องคำนึงถึงประเภทของภาชนะ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บกักที่มีความเหมาะสมต่อประเภทของขยะมูลฝอยที่ต้องการเก็บกัก และขนาดต้องพอเพียงที่จะใช้ในการเก็บกักจนกว่าจะถูกรวบรวม และขนย้ายไปยังสถานที่ที่จะทำการกำจัด

1. ประเภทของภาชนะ หรืออุปกรณ์เก็บกักขยะมูลฝอยจะต้องทำด้วยวัสดุที่ป้องกันการรั่วซึมของของเหลวที่อาจอยู่ในขยะมูลฝอย ไม่เป็นสนิม มีความมิดชิดในการเก็บกัก เพื่อไม่ให้เกิดความไม่น่าดู และเกิดเป็นที่อยู่อาศัยของพวกแมลง และสัตว์นำโรคเข้าไปอยู่อาศัย เคลื่อนย้ายได้สะดวกเมื่อต้องการขนถ่าย ภาชนะ หรืออุปกรณ์ที่นิยมนำมาใช้ในการเก็บกักขยะมูลฝอย ได้แก่ ถังโลหะ หรือถังพลาสติก ถุงพลาสติก หรือถุงกระดาษ ถังเก็บมูลฝอยรวม หรือเถังคอนเทนเนอร์ เป็นต้น

2. ระบบการเก็บกักขยะมูลฝอย ระบบการกักเก็บขยะมูลฝอยอาจแบ่งอย่างกว้างเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเก็บกักขยะมูลฝอยรวม และระบบเก็บกักขยะมูลฝอยแยก โดยมีวัตถุประสงค์ของการเก็บกักที่แตกต่างกันไป เช่น ต้องการแยกเพื่อหมุนเวียนนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ หรือนำไปขายเพื่อเพิ่มพูนรายได้ จะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยให้น้อยลงได้ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยอยู่ระหว่างดำเนินการรณรงค์ให้มีการแยกมูลฝอยเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวโดยหน่วยงานรัฐ และองค์กรเอกชนต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บขนขยะมูลฝอย

กษมา (2543) ได้อธิบายการเก็บขนขยะมูลฝอยไว้ว่า การเก็บขนขยะมูลฝอยในเมืองเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการขยะมูลฝอย โดยเฉพาะในเมือง หลักการเก็บขนขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพจะทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะของการเก็บขนขยะมูลฝอยจากแหล่งต่างๆ เช่น ย่านการค้า ที่อยู่อาศัยแบบต่างๆ และอุตสาหกรรม เป็นต้น ประกอบกับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณมาก และการเก็บขนก็อาจทำได้ยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อม และการจราจร ดังนั้น การเก็บขนขยะมูลฝอยจึงเป็นปัจจัยหลักของการจัดการขยะมูลฝอย และใช้งบประมาณมากที่สุดของการจัดการขยะมูลฝอย การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการมูลฝอยเพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนขยะมูลฝอยน้อยลงอย่างมาก การบริการเก็บขนขยะมูลฝอย สามารถแบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1. Curb คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากจุดพักรวบรวมขยะมูลฝอยที่สร้างไว้อย่างถาวร

2. Alley คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากภาชนะรองรับขยะมูลฝอยขนาดใหญ่ที่จัดเตรียมไว้สำหรับรองรับขยะมูลฝอยจากชุมชนที่อยู่ในตรอก ซอยแคบๆ

3. Set out Set back คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอย โดยประชาชนเป็นผู้นำภาชนะรองรับมูลฝอยออกจากบ้านเรือน เมื่อรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาให้บริการ พนักงานถ่ายเทขยะมูลฝอยใส่รถแล้วประชาชนจะนำภาชนะกลับเข้าบ้านตนเอง

4. Set out คือ ประชาชนจะนำภาชนะรองรับขยะมูลฝอยมาตั้งไว้หน้าบ้าน เมื่อรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยมาถึงจะถ่ายเทขยะมูลฝอยใส่ในรถแล้วจะนำกลับไปตั้งไว้ที่เดิม

5. Backyard carry คือ การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยจากภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่ตั้งไว้ด้านหลังบ้านเรือนประชาชนแต่ละหลัง เมื่อพนักงานถ่ายขยะมูลฝอยเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำภาชนะกลับไปตั้งไว้ที่เดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย

ระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบหลัก ๆ คือ

1. ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (hauled container system) เป็นระบบเก็บขนขยะมูลฝอยโดยถังขยะมูลฝอยจะถูกนำมาจากสถานที่ตั้งแล้วขนส่งไปยังสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และเมื่อถ่ายเทขยะมูลฝอยออกจากถังแล้ว ก็จะนำเอาถังนั้นกลับไปตั้งไว้ยังสถานที่เดิม หรือสถานที่แห่งใหม่ ระบบถังขยะมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่นี้จะมีวิธีการเก็บขนอยู่ 2 แบบ คือ

1.1 การเก็บขนแบบธรรมดา โดยรถยกถังขยะมูลฝอยจะวิ่งรถเปล่าจากสถานีเก็บรถไปยังสถานที่ตั้งถังขยะมูลฝอย ที่มีขยะมูลฝอยเต็มถัง และจะยกเอาถังขยะมูลฝอยไปทำการถ่ายเทขยะมูลฝอยที่สถานที่กำจัดมูลฝอยและนำเอาถังมูลฝอยนั้นกลับมาไว้สถานที่ตั้งเดิม

1.2 การเก็บขนแบบแลกเปลี่ยนถัง โดยรถยกถังขยะมูลฝอยจะออกจากสถานีเก็บรถพร้อมถังเปล่า ไปวางที่สถานที่ตั้ง เพื่อแลกเปลี่ยนถังเปล่ากับถังที่เต็ม จากนั้นก็นำเอาถังขยะมูลฝอยเต็มไปถ่ายยังสถานที่ที่กำจัด

2. ระบบเก็บขนแบบถังคงที่ (stationary container system) เป็นระบบเก็บขนขยะมูลฝอยโดยตั้งถังไว้รองรับขยะมูลฝอยอยู่คงที่แล้ว ใช้รถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทขยะมูลฝอยออกจากถัง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ

2.1 ระบบเก็บขนแบบถ่ายขยะมูลฝอยอัตโนมัติ จะใช้รถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยที่มีอุปกรณ์ที่สามารถยกถังขยะมูลฝอยแล้วถ่ายเทขยะมูลฝอยลงในถังบรรจุขยะมูลฝอยของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

2.2 ระบบเก็บขนแบบธรรมดา โดยให้พนักงานเก็บขนขยะมูลฝอยประจำรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอยเป็นผู้รวบรวมขยะมูลฝอย จากถังรองรับขยะมูลฝอยเข้าไว้ในตัวถังบรรจุขยะมูลฝอยของรถยนต์เก็บขนขยะมูลฝอย

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531) ได้ศึกษาไว้ว่า อุปกรณ์เก็บขนขยะมูลฝอยนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการเก็บขนขยะมูลฝอย ปริมาณขยะมูลฝอย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประชากร และบ้านเรือนที่ได้รับบริการ ตลอดจนเวลา และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บ จึงควรจะต้องมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่นโดย สามารถแบ่งประเภทของรถเก็บขนขยะมูลฝอยออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ประเภทธรรมดาเปิดข้าง (Non Compaction Side Loading Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอยที่ไม่มีเครื่องจักรกลใดๆ ช่วยในการอัดขยะมูลฝอยให้แน่น และด้านข้างตัวถังมีช่องสำหรับ เปิด-ปิด เมื่อต้องการนำขยะมูลฝอยมาเทลงในตัวถังรถ และเมื่อนำขยะมูลฝอยไปกำจัดก็สามารถเทขยะมูลฝอยจากด้านท้ายของตัวถังรถ โดยทั่วไปขนาดความจุตัวถังที่นิยมใช้มีตั้งแต่ 7.5-12 ลูกบาศก์เมตร

2. ประเภทมีเครื่องอัดขยะมูลฝอย (Compaction Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกขยะมูลฝอยที่มีเครื่องอัดขยะมูลฝอยช่วยในการอัดให้ขยะมูลฝอยมีความหนาแน่นมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้สามารถบรรจุขยะมูลฝอยได้มากขึ้น ขนาดความจุตัวถังที่นิยมใช้มีตั้งแต่ 5-8 ลูกบาศก์เมตร

3. ประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์ (Container Hauling Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้สำหรับยกเคลื่อนย้ายถังคอนเทนเนอร์บรรจุขยะมูลฝอย ซึ่งนำไปตั้งรองรับขยะมูลฝอยตามจุดต่างๆ ตามแหล่งชุมชนที่มีการจราจรหนาแน่น และถนนคับแคบ โดยให้ประชาชนนำขยะมูลฝอยมาทิ้งในคอนเทนเนอร์ที่เตรียมไว้ การเก็บจึงเป็นแบบ (Collection Point)

4. ประเภทกระบะเหล็ก (Pick-Up) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่นำรถกระบะบรรทุกขนาดเล็กหรือรถบรรทุกที่ใช้ในการเกษตร มาปรับปรุงต่อเติมกระบะให้เป็นตัวถังประเภทธรรมดาเปิดข้างเพื่อใช้บรรทุกขยะมูลฝอย

5. ประเภทดัดแปลงจากรถสามล้อเครื่อง (Motor Tricycle Truck) เป็นรถสามล้อเครื่องที่มีส่วนหลังต่อเป็นตัวถังสำหรับบรรจุขยะมูลฝอย มีขนาดความจุไม่มาก

6. ประเภทบรรทุกเทท้าย (Dumping Truck) เป็นรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีกระบะบรรทุกเปิดโล่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ เศษไม้ วัสดุก่อสร้าง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การขนส่งขยะมูลฝอย

สำราญ (2540) กล่าวไว้ว่าหลังจากที่รถเก็บขนได้บรรทุกขยะมูลฝอย หรือปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละเที่ยวแล้ว การลำเลียงขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้นั้นไปยังพื้นที่รองรับ หรือกำจัดก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญในกระบวนการจัดการขยะมูลฝอย ด้วยเหตุนี้เองการจัดระบบการขนส่งขยะมูลฝอยไปยังพื้นที่รองรับจึงเป็นการลดค่าใช้จ่าย และเวลาลงได้ โดยทั่วไปมีระบบการลำเลียงขนส่งขยะมูลฝอยอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. การขนส่งโดยตรง (Direct Transportation) เป็นการขนส่งโดยพาหนะที่ใช้เก็บขนไปยังพื้นที่รองรับโดยตรง โดยปกติจะเป็นรถขนาดใหญ่ เพราะสามารถบรรจุขยะมูลฝอยได้มาก ทำให้ประหยัดในการเดินรถหลายเที่ยวมากกว่ารถเล็ก โดยเฉพาะระยะทางระหว่างพื้นที่เก็บขนไปยังพื้นที่รองรับอยู่ห่างไกลกันมาก

2. การขนส่งแบบเปลี่ยนถ่าย (Transfer Transportation) โดยจะต้องมีสถานีเปลี่ยนถ่ายหรือสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย โดยใช้รถเก็บขนขยะขนาดเล็กมาถ่ายลงรถที่มีขนาดใหญ่กว่า แล้วจึงขนขยะมูลฝอยไปถ่ายลงพื้นที่รองรับ นิยมใช้ระบบนี้ในกรณีที่ระยะทางจากพื้นที่เก็บขนถึงสถานีเปลี่ยนถ่ายเป็นเส้นทางคับแคบ และการจราจรติดขัด ไม่เหมาะกับรถขนาดใหญ่ จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า และประหยัดเวลาในการวิ่งไปยังพื้นที่ทิ้งขยะลงได้มาก โดยนำเวลาที่ได้นั้นไปใช้ในการเก็บขนที่ได้จำนวนเที่ยวมากขึ้น ทั้งยังลดการสึกหรอของรถเก็บขนขนาดเล็กที่ไม่ต้องวิ่งในระยะทางไกลๆ

การกำจัดขยะมูลฝอย

สำราญ (2540) วิธีการที่นิยมใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยทั้งใน และต่างประเทศที่สำคัญมีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่

1. การนำขยะเปียกจำพวกเศษอาหารไปใช้เลี้ยงสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น เป็ด สุกร เป็นวิธีการที่ประเทศอเมริกานำมาใช้ทำให้เกิดความประหยัดจากการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรที่ไม่ใช้แล้ว ทำให้ลดปัญหาการตกค้าง และบูดเน่าเสียของขยะเปียกลงได้มาก ซึ่งวิธีการนี้จะเหมาะกับพื้นที่ที่มีร้านอาหารเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีเศษอาหารปริมาณมาก ตรงกันข้ามกับพื้นที่ที่เป็นแหล่งบ้านเรือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือที่พักอาศัย จะมีปริมาณเศษอาหารที่น้อยกว่าจึงไม่เหมาะกับวิธีการนี้ เพราะต้องใช้เวลาในการรวบรวมเศษอาหารให้ได้ปริมาณมาก อาจส่งผลให้เศษอาหารเกิดการเน่าเสียไม่สามาถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้

2. การกองกลางแจ้ง (Open Dumping) เป็นการรวบรวมขยะมูลฝอยจากชุมชนไปทิ้งรวมกันในพื้นที่ทิ้งนอกชุมชน แม้ว่าจะเป็นวิธีการกำจัดขยะที่ง่าย สะดวก และค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ก่อปัญหาตามมาอย่างมาก ทั้งปัญหากลิ่นเหม็น การฟุ้งกระจาย การเป็นแหล่งอาศัยและเพาะพันธ์เชื้อโรค รวมทั้งการปนเปื้อนแหล่งน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินจากน้ำชะขยะ

3. การเผาด้วยเตาที่อุณหภูมิสูง (Incineration) เป็นการแก้ปัญหาเรื่องที่ดินที่มีราคาแพงมาก แต่ก็สามารถใช้วิธีนี้ได้ในกรณีที่ขยะมูลฝอยมีส่วนประกอบที่เป็นวัสดุติดไฟที่มากพอจะคุ้มค่าต่อการลงทุน และพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ยังนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น ผลิตกระแสไฟฟ้า แต่วิธีนี้ต้องใช้เทคโนโลยีและเงินลงทุนที่สูงมากเมื่อเทียบกับการกำจัดแบบฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยประมาณ 3-4 เท่าตัว

4. การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัย (Sanitary Landfills) เป็นการรวบรวมขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดมูลฝอย ลำเลียงขนส่งมาทิ้งในพื้นที่นอกชุมชน โดยมีระบบการจัดการที่ดีเพื่อไม่ให้มีปัญหาหาต่อสภาพแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน และเมื่อใช้เต็มพื้นที่แล้วยังสามารถนำมาสร้างเป็นสวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น สนามกอล์ฟ และการปลูกสร้างอาคารขนาดเล็กได้

5. การหมักทำปุ๋ย (Composting) คือ การทำปฏิกิริยาของแบคทีเรียในการย่อยสลายขยะมูลฝอย เพื่อใช้เป็นอาหาร ขยะที่เป็นอาหารของแบคทีเรียจะเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยอินทรีย์สารเท่านั้น พวกขยะที่เป็นอินทรีย์สารจึงไม่เปื่อยสลายไปด้วย การนำขยะมูลฝอยมาหมักทำปุ๋ย ทำได้โดยการนำขยะมูลฝอยมากองไว้แล้วเลือกขยะที่ไม่เน่าเปื่อยออก เช่น ยางรถยนต์ เศษไม้ เศษแก้ว แล้วนำขยะมาบดให้ละเอียด และควบคุมความชื้นให้พอเหมาะ โดยอยู่ระหว่าง 40-60% จากนั้นจึงนำขยะมาหมัก 2-4 สัปดาห์ก็สามารถนำมาใช้ทำปุ๋ยได้

นอกจากนี้ยังมีวิธีการกำจัดแบบอื่นๆ อีก เช่น การคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยเพื่อนำกลับไปใช้หมุนเวียนด้วยวิธีการต่างๆ ตามหลัก 4R คือ การแปรรูป (Recycle) การใช้ซ้ำ (Re-Use) การซ่อมแซม (Repair) ลดการใช้ลง (Reduce) และยังมีการกำจัดโดยการนำไปถมทะเล การกองกลางแจ้ง การเผากลางแจ้ง การนำไปทิ้งทะเล

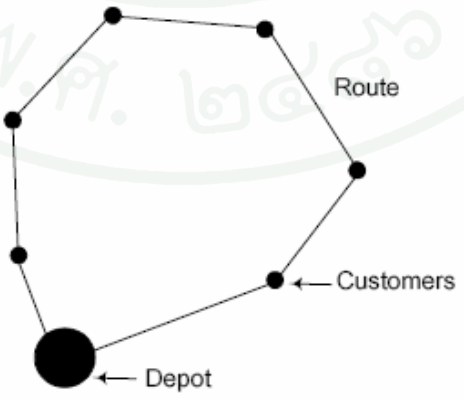
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problems: TSP) ปัญหาชนิดนี้มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการหาเส้นทางที่ทำให้การเดินทางไปยังลูกค้าทุกคนเกิดขึ้นด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด โดยที่ลูกค้าแต่ละรายจะได้รับการบริการจากพนักงานขายเพียงครั้งเดียวในแต่ละรอบของการเดินทาง ถ้าหากค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดสองจุดใดๆ คงที่ คือไม่ขึ้นกับเส้นทาง ปัญหาจะเป็นแบบสมมาตร (Symmetric TSP) แต่หากค่าใช้จ่ายขึ้นกับเส้นทาง ปัญหาจะเป็นแบบอสมมาตร (Asymmetric TSP) หรือเรียกว่าปัญหา TSP แบบโดยตรง (Directed TSP) TSP เป็นปัญหาประเภท NP-complete (ศักดา, 2548) ซึ่งในปีค.ศ. 1950 มีการตีพิมพ์วารสารเกี่ยวกับ TSP จำนวนมากมาย และได้กล่าวถึงงานวิจัยที่สำคัญต่างๆ ในยุคนั้น โดยในช่วงเวลา 20 ปีที่ผ่านมานี้ ได้มีวิวัฒนาการอย่างมากในการจัดการกับปัญหา TSP และได้กำหนดเป้าหมายในการวิจัยโดยใช้จำนวนเมืองที่สามารถจัดเส้นทางได้ เช่น 48-City Problem, 318-City Problem, 666-City Problem และ 2392-City Problem (Gen and Cheng , 1997)

การจัดเส้นทางเดินรถแบบ TSP เป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทางในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ไม่มีข้อจำกัดของเวลา และความจุของรถ โดยผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่านลูกค้าแต่ละรายในครั้งเดียว ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมมติให้โครงข่ายการขนส่ง (Network) G = [N, A, C] โดยที่ N แทนเซตของจุดส่ง (Node) ต่างๆ A แทนเซตของเส้นทางต่างๆ (Arcs) และ C = [c_{ij}] แทนเมตริกซ์ของ c_{ij} ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากตำแหน่ง i ไปยังตำแหน่ง j โดยสมมติให้ค่าใช้จ่ายมีลักษณะแบบสมมาตรคือ $c_{ij} = c_{ji}$ ยกเว้น $c_{ii} = \infty$ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots n$ และให้เส้นทางต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า (แทนด้วยจุดส่งที่ 1 (Node 1) ซึ่งสามารถจำลองปัญหา (Model Formulation) ได้ดังนี้

กำหนดให้

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ามีการเดินทางจากเมือง } i \text{ ไปยังเมือง } j \\ 0 & \text{ถ้าไม่มีการเดินทางจากเมือง } i \text{ ไปยังเมือง } j \end{cases}$$

การหาค่าต่ำสุดของ

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \quad \ldots\ldots (1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \quad (j = 1,\ldots n) \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \quad (i = 1,\ldots n) \quad \ldots\ldots (3)$$

$$x_{ij} \in S \quad \ldots\ldots (4)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \quad (i,j = 1,\ldots n) \quad \ldots\ldots (5)$$

สมการที่ (1) แสดงวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำที่สุด สมการที่ (2) แสดงว่าพนักงานขายจะต้องเดินทางเข้าไปในแต่ละเมืองเพียง 1 ครั้ง สมการที่ (3) แสดงว่าพนักงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขายจะต้องเดินทางออกจากแต่ละเมืองเพียง 1 ครั้ง สมการที่ (4) ข้อจำกัดป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย โดย S เป็นเซตที่ใช้ในการขจัดการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour) ซึ่งไม่ใช่ผลลัพธ์ของเส้นทางเดินรถที่ต้องการ เนื่องจากเส้นทางย่อยที่ได้เป็นเส้นทางที่ไม่ได้เริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเริ่มต้น แต่อาจสอดคล้องกับ สมการที่ (2) (3) และ (5) เป็นเงื่อนไขการขจัดการเกิดเส้นทางย่อยดังกล่าว เรียกว่า Subtour-Breaking Constraint โดย S ที่เป็นไปได้ มีดังนี้

1. $S = \left\{ (x_{ij}) : \sum_{i \in Q} \sum_{j \in Q} x_{ij} \geq 1 \right\}$ ทุกสับเซตของ $Q \in N$ แทนการขจัดการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour) อยู่ภายในเส้นทางเดินรถ

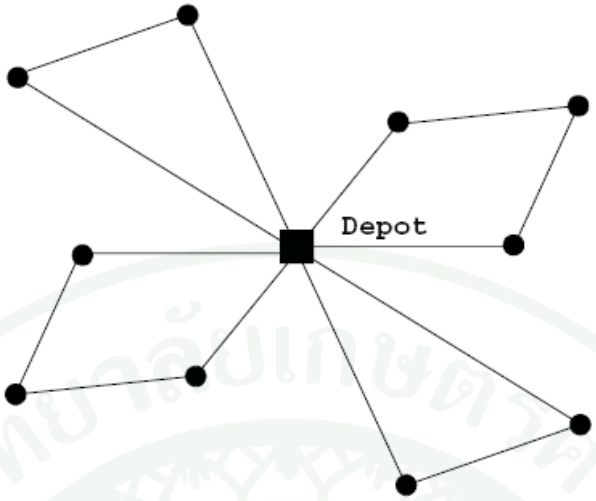
2. $S = \left\{ (x_{ij}) : \sum_{i \in R} \sum_{j \in R} x_{ij} \leq |R| - 1 \right\}$ สำหรับ $R \in \{2,3,...n\}$ แทนเส้นทางที่เลือกจะต้องไม่มีเส้นทางที่เป็นวงซ้อนอยู่

3. $S = \left\{ (x_{ij}) : y_i - y_j + n x_{ij} \leq n - 1 \right\}$ สำหรับ $2 \leq i \neq j \leq n$ แทนเส้นทางที่เลือกต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า และไม่เกิดเส้นทางมากกว่าหนึ่งเส้นทาง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ Vehicle Routing Problem (VRP) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางไปยังจุดขนส่งสินค้าหลายๆ จุด ที่เริ่มจากท่ารถไปยังจุดรับในที่ต่างๆ โดยจุดรับแต่จะจุดสามารถไปพบได้เพียงครั้งเดียวด้วยรถคันเดียว และปริมาณความต้องการสินค้าของจุดรับในแต่ละเส้นทางจะต้องไม่เกินความจุของรถหรือยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางรวมน้อยที่สุด ดังภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 การจัดเส้นทางแบบ Vehicle Routing Problem (VRP)

การจำลองปัญหาแบบ VRP สามารถทำได้ด้วยการสร้างสมการเชิงคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหา เสนอสมการทางคณิตศาสตร์ของ Fisher & Jaikumar (1978,1981) มีดังนี้

หาค่าต่ำสุดของ

$$\sum_{i,j} c_{ij} \sum_{k} x_{ijk} \quad \text{..... (6)}$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{k} y_{ik} = \begin{cases} 1 & i = 2,...,n, \\ m & i = 1, \end{cases} \quad \text{..... (7)}$$

$$\sum_{i} q_i y_{ik} \le Q_k \qquad k = 1,\ldots,m, \quad \text{..... (8)}$$

$$\sum_{i} x_{ijk} = \sum_{j} x_{jik} = y_{ik} \qquad i = 1,\ldots,n, \quad k = 1,\ldots,m, \quad \text{..... (9)}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\sum_{i,j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \qquad \text{for all } S \subseteq \{2,...,n,\},\ k = 1,\ldots,m, \quad \text{..... (10)}$$

$$y_{ik} \in \{0,1\}, \qquad i = 1,\ldots,n, \quad k = 1,\ldots,m, \quad \text{..... (11)}$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \qquad i = 1,\ldots,n, \quad k = 1,\ldots,m. \quad \text{..... (12)}$$

โดยที่

c_{ij} = ระยะทางจากจุด i ไป j

q_i = น้ำหนักบรรทุกที่จุด i

Q_k = น้ำหนักบรรทุกได้ของรถ k

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ารถ } k \text{ เดินทางจากจุด } i \text{ ไป } j \\ 0 & \text{ถ้าเป็นกรณีอื่น} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ารถ } k \text{ เดินทางไปยังจุด } i \\ 0 & \text{ถ้าเป็นกรณีอื่น} \end{cases}$$

สมการที่ (6) แสดงวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำที่สุด สมการที่ (7) แสดงว่ามีการจัดสรรรถ k ไปยังจุด i สมการที่ (8) เป็นสมการข้อจำกัดด้านน้ำหนักบรรทุกของรถ สมการที่ (9) แสดงว่ารถ k ผ่านจุดที่เข้าเช่นเดียวกับจุดที่ออกในทุกๆ จุด เท่ากับรถคันที่ k เดินทาง สมการที่ (10) แสดงว่า S เป็นเซตที่ใช้ในการขจัดการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour) เช่นเดียวกับที่ใช้ในปัญหา TSP

วิธีในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

การหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถสามารถแยกออกเป็น 2 แนวทางคือ การหาคำตอบแบบ Exact Optimization และ Heuristic Optimization มีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Optimization)

การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming: LP) เป็นการประยุกต์ใช้วิธีการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งหมด เพื่อทำการกำหนดเส้นทางเดินรถ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้ได้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายที่ดีที่สุด

วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (The Branch-and-Bound Algorithm) เป็นวิธีที่ใช้หลักการของการตัดทอนการแจงนับ วิธีการนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การแตกกิ่ง (Branching) คือกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย 2 ปัญหา หรือมากกว่า ส่วนการจำกัดขอบเขต (Bounding) คือกระบวนการหาค่าขอบเขตล่าง (Lower Bound) ของคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาย่อยที่กำหนดให้ ในระหว่างขั้นตอนของการแตกกิ่ง จะมีการแทนที่ปัญหาเริ่มต้นด้วยเซตของปัญหาใหม่ที่มีลักษณะดังนี้ อย่างแรกปัญหาดั้งเดิมจะถูกแตกออกเป็นหลายปัญหาย่อยที่ไม่เกิดขึ้นร่วมกัน และมีการแจงกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ อย่างที่สองปัญหาย่อยเหล่านี้จะเป็นกรณีหนึ่งของปัญหาเดิมที่หาคำตอบได้แล้วบางส่วน สุดท้ายปัญหาย่อยเหล่านี้จะมีขนาดเล็กกว่าปัญหาเดิม (กฤศณภัทร, 2549)

การโปรแกรมแบบไดนามิก (Dynamic Programming) เป็นวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดโดยแบ่งกลุ่มของจุดเชื่อมที่พิจารณาจัดเส้นทางออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดเส้นทางไปแล้วและกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดเส้นทาง จากนั้นพิจารณาเส้นทางที่ดีที่สุดทุกครั้งที่เลือกเชื่อมจุดเชื่อมหนึ่งจุดใดๆ เข้ากับกลุ่มของจุดเชื่อมที่จัดเส้นทางไปแล้ว

2. การหาคำตอบด้วยวิธีการแบบฮิวริสติก (Heuristic Optimization)

2.1 Saving (Clarke and Wright,1964) พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายแห่ง ยานพาหนะมีความจุหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียว ซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้ คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งของยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.1 เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งจุดให้เป็นจุดลำดับที่หนึ่ง

2.1.2 คำนวณค่าของระยะเวลา ระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost) $S_{ij} = C_{i1} + C_{1j} - C_{ij}$ สำหรับ $i, j = 2, 3, \ldots, n$

2.1.3 เรียงลำดับค่า *Sij* จากมากไปหาน้อย

2.1.4 สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมจุด *i* และ *j* ที่มีค่า *Sij* มากที่สุด

2.1.5 ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทาง แต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

2.2 Nearest Neighbor Procedure (Rosenkrantz, Stearns and Lewis, 1977) วิธีการนี้จะมีกฎเกณฑ์ในการค้นหาจุดส่ง โดยการหาจุดส่งที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งไปยังจุดถัดไป (C_{ij}) น้อยที่สุด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.2.1 กำหนดจุดส่ง (node) ที่เป็นจุดเริ่มต้นของเส้นทาง

2.2.2 หาจุดส่งที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจุดส่งที่ถูกจัดให้อยู่ในเส้นทางแล้วไปยังจุดส่งข้างเคียงที่น้อยที่สุด และนำจุดส่งที่เลือกเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทาง

2.2.3 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนสามารถผ่านจุดส่งทุกจุด แล้วจึงบรรจบจุดส่งสุดท้ายเข้ากับจุดส่งที่เริ่มต้น

ข้อสังเกต การคำนวณแต่ละครั้งจะมีจำนวนครั้งในการคำนวณเท่ากับ n^2 ครั้ง โดย *n* แทนจำนวนจุดส่ง (node) แต่การคำนวณอาจต้องกระทำซ้ำเป็นจำนวน *n* ครั้ง เนื่องจากจะต้องเลือกจุดส่งเพื่อเป็นค่าเริ่มต้นใหม่เป็นจำนวน *n* ครั้ง เพื่อหาเส้นทางที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 The Sweep Algorithm (Gillett and Miller,1974) เป็นเทคนิคฮิวริสติกส์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมีโครงสร้างในการหาคำตอบ 2 ลำดับ คือ ลำดับแรกจะจัดจุดให้กับยานพาหนะ จากนั้นจะให้ลำดับการส่งของจุดต่างๆ แก่ยานพาหนะ มีวิธีการดังต่อไปนี้

2.3.1 ทำการสุ่มจุดเริ่มต้นให้เป็นจุด A

2.3.2 หมุนเส้นตรง AB ทวนเข็มนาฬิกาจนได้ปริมาณสินค้าครบความจุของยานพาหนะ

2.3.3 ใช้วิธีการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน (Traveling Salesman Problem) เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

2.3.4 คำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ถ้าระยะเวลาที่ได้มีค่ามากกว่าข้อจำกัดให้หมุนเส้นตรง AB กลับ ลดจำนวนปุ่มลงแล้วแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดใหม่ แล้วคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

2.3.5 ทำซ้ำจนกระทั่งจัดเส้นทางยานพาหนะได้ครบ

3. วิธีการปรับปรุงเส้นทาง (Tour Improvement Procedure)

วิธีการนี้นิยมใช้ในการแก้ปัญหา TSP ที่มีความซับซ้อน เพื่อลดระยะเวลาการวิเคราะห์ปัญหา โดยแลกเปลี่ยนเส้นทาง เพื่อให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุด จากเส้นทางเดินรถที่มีอยู่แล้ว เช่น การเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง (2-opt) หรือ การแลกเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 3 เส้นทาง (3-opt) หรือ k เส้นทาง (k-opt) ในกรณีที่ $k \geq 3$ โดยขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังนี้

หาเส้นทางเดินรถเบื้องต้น โดยอาจสมมติเส้นทางตามประสบการณ์ของผู้จัดเส้นทางเดินรถ เพื่อหาเส้นทางที่เป็นไปได้

ปรับปรุงเส้นทางด้วยการสลับลำดับการส่งใหม่ โดยสามารถดำเนินการได้ด้วยการลบเส้นทางเดิมที่มีอยู่ k เส้นทาง หลังจากนั้นจึงแทนที่เส้นทางใหม่ k เส้นทางที่ทำให้เส้นทางผ่านทุก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุดส่ง หลังจากนั้นจึงตรวจสอบเส้นทางใหม่ที่ปรับปรุงว่ามีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำกว่าเส้นทางเดิมหรือไม่ ถ้าเส้นทางที่ได้มีค่าต่ำกว่าเดิม แสดงว่า เส้นทางใหม่ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีกว่า

ปรับปรุงเส้นทางใหม่อีกครั้งด้วยวิธีการในขั้นที่ 2 จนไม่สามารถปรับปรุงเส้นทางได้อีก ซึ่งปกติมักพบว่าวิธีการแบบ 3-opt จะมีประสิทธิภาพดีกว่า 2- opt

3.1 Cluster-First Route-Second Method วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทาง โดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อนจากนั้นทำการค้นหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น Seed Point จะเลือกจุดใดเป็น Seed Point นั้นเลือกจากหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

3.1.1 เป็นจุดที่อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากที่สุด (Farthest from Depot)

3.1.2 เป็นจุดที่มีสิทธิพิเศษสูงที่สุด (Highest Priority)

เมื่อได้ Seed Point แล้วทำการเพิ่มจุดลูกค้าอื่นๆเข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้ ครบตามความจุของรถขนส่ง ลูกค้าที่ถูกเพิ่มเข้ากลุ่มจะถูกพิจารณาจาก

ความใกล้ (Nearest Neighbor or Nearest Insertion)
ความประหยัด (Saving)
ค่ามุมที่ตั้งของลูกค้า (Minimum Angle)

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแล้วขั้นต่อไปคือทำการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่ม ลูกค้าย่อยที่แบ่งไว้ในขั้นแรกโดยใช้วิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาเส้นทางเดินรถที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดใน Cluster นั้นๆ

3.2 Route-First Cluster-Second Method วิธีการนี้จะหาเส้นทางเดินรถก่อน แล้วจึงแบ่งเขต โดยขั้นแรกจะเป็นการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุด สำหรับรถคันเดียวที่สามารถผ่านได้ทุกจุดในโครงข่าย เส้นทางเดินรถเดี่ยวๆ นี้เรียกว่า Giant Tour แต่เนื่องจากรถเพียงคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดใน Giant tour ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ได้ ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปจึงต้องแบ่ง Giant Tour ออกเป็นเส้นทางการขนส่งย่อยๆ ซึ่งแต่ละเส้นทางย่อยจะใช้รถหนึ่งคัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล เป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานต่างๆ ร่วมกันได้ โดยที่ไม่ความซ้ำซ้อนของข้อมูล และยังสามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลด้วย สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไข ควบคุม ดูแลรักษาให้สะดวกต่อการเรียกใช้ และสามารถปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่เสมอเพื่อให้เกิดการใช้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการจัดการ

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง โครงสร้างทางสารสนเทศ ที่ประกอบด้วยรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันที่จะนำมาใช้ในระบบต่างๆ ร่วมกัน ระบบฐานข้อมูลจึงนับว่าเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถจัดการกับข้อมูลได้ในลักษณะต่างๆ ทั้งการเพิ่ม การแก้ไข การลบ ตลอดจนการเรียกดูข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์นำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการฐานข้อมูล

นิยามและคำศัพท์พื้นฐานในระบบฐานข้อมูล

1. บิท (Bit) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่สุด

2. ไบท์ (Byte) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำบิทมารวมกันเป็นตัวอักขระ (Character)

3. เขตข้อมูล (Field) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่ประกอบขึ้นจากตัวอักขระตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปมารวมกัน แล้วได้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชื่อ ที่อยู่ เป็นต้น

4. ระเบียน (Record) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำเอาเขตข้อมูลหลายๆ เขตข้อมูลมารวมกัน เกิดเป็นข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ข้อมูลของนักศึกษา 1 ระเบียน (1 คน) จะประกอบด้วย รหัสประจำตัวนักศึกษา 1 เขตข้อมูล ชื่อนักศึกษา 1 เขตข้อมูล ที่อยู่ 1 เขตข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. แฟ้มข้อมูล (File) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำข้อมูลหลายๆ ระเบียนที่เป็นเรื่องเดียวกันมารวมกัน เช่น แฟ้มข้อมูลนักศึกษา แฟ้มข้อมูลลูกค้า แฟ้มข้อมูลพนักงาน

6. เอนทิตี้ (Entity) หมายถึง ชื่อของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ได้แก่ คน สถานที่ หรือสิ่งของการกระทำซึ่งต้องการจัดเก็บข้อมูลไว้ เช่น เอนทิตี้ลูกค้า เอนทิตี้พนักงาน เป็นต้น

7. แอททริบิวต์ (Attribute) หมายถึง รายละเอียดข้อมูลที่แสดงลักษณะและคุณสมบัติของเอนทิตี้หนึ่งๆ เช่น เอนทิตี้นักศึกษา ประกอบด้วย แอทริบิวต์รหัสนักศึกษา แอททริบิวต์ชื่อนักศึกษา แอททริบิวต์ที่อยู่นักศึกษา เป็นต้น

8. ความสัมพันธ์ (Relationships) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้นักศึกษา และเอนทิตี้คณะวิชาเป็นลักษณะว่านักศึกษาแต่ละคนเรียนอยู่คณะวิชาใดคณะวิชาหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้ แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

1. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Relationships) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในเอนทิตี้หนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลในอีกเอนทิตี้หนึ่ง ในลักษณะหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1)

2. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One-to-Many Relationships) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในเอนทิตี้หนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลหลายๆ ข้อมูลในอีกเอนทิตี้หนึ่งในลักษณะ (1:m)

3. ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many-to-Many Relationships) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลสองเอนทิตี้ในลักษณะกลุ่มต่อกลุ่ม (m:n) เอนทิตี้ใบสั่งซื้อแต่ละใบจะสามารถสั่งสินค้าได้มากกว่าหนึ่งชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสำคัญของการประมวลผลแบบระบบฐานข้อมูล

1. สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล การเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลายๆ ที่ ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน (Redundancy) ดังนั้นการนำข้อมูลมารวมเก็บไว้ในฐานข้อมูล จะช่วยลดปัญหาการเกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ โดยระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) จะช่วยควบคุมความซ้ำซ้อนได้ เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลจะทราบได้ตลอดเวลาว่ามีข้อมูลซ้ำซ้อนกันอยู่ที่ใดบ้าง

2. หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูล หากมีการเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลายๆ ที่และมีการปรับปรุงข้อมูลเดียวกันนี้ แต่ปรับปรุงไม่ครบทุกที่ที่มีข้อมูลเก็บอยู่ จะทำให้เกิดปัญหาข้อมูลชนิดเดียวกันอาจมีค่าไม่เหมือนกันในแต่ละที่ที่เก็บข้อมูลอยู่ จึงก่อให้เกิดความขัดแย้งของข้อมูลขึ้น (Inconsistency)

3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน ฐานข้อมูลจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลรวมไว้ด้วยกัน ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลที่มาจากแฟ้มข้อมูลต่างๆ ก็จะทำได้โดยง่าย

4. สามารถรักษาความถูกต้องเชื่อถือได้ของข้อมูล บางครั้งพบว่าการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น จากการที่ผู้ป้อนข้อมูลป้อนข้อมูลผิดพลาด เช่น ป้อนจากตัวเลขหนึ่งไปเป็นอีกตัวเลขหนึ่ง โดยเฉพาะกรณีมีผู้ใช้หลายคนต้องใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกัน หากผู้ใช้คนใดคนหนึ่งแก้ไขข้อมูลผิดพลาดก็ทำให้ผู้อื่นได้รับผลกระทบตามไปด้วย ในระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเช่นนี้ได้

5. สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันของข้อมูลได้ การเก็บข้อมูลรวมกันไว้ในฐานข้อมูล จะทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลได้ รวมทั้งมาตรฐานต่างๆ ในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นไปในลักษณะเดียวกันได้ เช่น การกำหนดรูปแบบการเขียนวันที่ในลักษณะ วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้จะมีผู้ที่คอยบริหารฐานข้อมูลที่เราเรียกว่าผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator: DBA) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่างๆ ขึ้น

6. สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้ ระบบความปลอดภัยของระบบเป็นการป้องกันไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่มีสิทธิ์มาใช้ หรือมาเห็นข้อมูลบางอย่างในระบบ ผู้บริหารฐานข้อมูลจะสามารถกำหนดระดับการเรียกใช้ข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนได้ตามความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล ในระบบฐานข้อมูลจะมีตัวจัดการฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงฐานข้อมูลกับโปรแกรมต่างๆ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างข้อมูลทุกครั้ง ดังนั้นการแก้ไขข้อมูล บางครั้งจึงอาจกระทำเฉพาะกับโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนโปรแกรมที่ไม่ได้เรียกใช้ข้อมูลดังกล่าวก็จะเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลง

ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

โปรแกรมสำเร็จรูปซอฟต์แวร์ ระบบที่สำคัญที่สุดสำหรับคอมพิวเตอร์ คือระบบปฏิบัติการ ซึ่งเป็นระบบบูรณาการของโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ทรัพยากรการนำเข้า/แสดงผล (Input/Output) หน่วยจัดเก็บ (Storage) กิจกรรมอื่นๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ และบริการสนับสนุนต่างๆ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามโปรแกรมประยุกต์ของผู้ใช้ได้

วัตถุประสงค์หลักของระบบปฏิบัติการคือการทำให้เกิดผลผลิตสูงสุดแก่ระบบคอมพิวเตอร์ด้วยการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ระบบปฏิบัติการจะลดจำนวนความต้องการในการแทรกแซงของมนุษย์ (Human Intervention) ระหว่างการประมวลผลให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งช่วยให้โปรแกรมประยุกต์ทำงานทั่วไปได้ เช่น การเข้าถึงเครือข่าย การป้อนข้อมูลการบันทึกและดึงแฟ้ม และการพิมพ์หรือการแสดงข้อมูลออก ระบบปฏิบัติการจึงเป็นส่วนประกอบที่ขาดไม่ได้มากที่สุดของซอฟต์แวร์ ที่ต่อประสานระหว่างผู้ใช้และฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์

1. หน้าที่ของระบบปฏิบัติการ (Operating Systems Functions)

1.1 ต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ ที่อนุญาตให้ผู้ใช้ติดต่อกับระบบปฏิบัติการเพื่อให้สามารถบรรจุโปรแกรม เพื่อเข้าถึงแฟ้มและทำงานอื่นๆ ให้สำเร็จได้ ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สามประเภทหลักๆ คือ ส่วนทำงานด้วยคำสั่ง (Command Driven)ส่วนทำงานด้วยเมนู (Menu Driven) และส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interfaces) โดยการใช้ สัญลักษณ์รูป (Icon) แท่ง (Bar) ปุ่ม (Button) กล่อง (Box) และภาพลักษณ์ (Image) อื่นๆ เช่น เมาส์อิเล็กทรอนิกส์ หรือลูกกลมควบคุม (Trackball) ที่ใช้ในการเลือกเพื่อช่วยให้ได้สิ่งที่ต้องการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การจัดการทรัพยากร (Resource Management) ระบบปฏิบัติการใช้โปรแกรมการจัดการทรัพยากรต่างๆ เพื่อจัดการทรัพยากรฮาร์ดแวร์และเครือข่ายของระบบคอมพิวเตอร์ รวมทั้งหน่วยประมวลผลกลางหน่วยความจำ อุปกรณ์หน่วยเก็บรอง (Secondary Storage Devices) หน่วยประมวลผลโทรคมนาคม (Telecommunications Processors) และอุปกรณ์รอบข้างรับเข้า/ส่งออก (Input/Output Peripherals)

1.3 การจัดการแฟ้ม (File Management) ระบบปฏิบัติการประกอบด้วยโปรแกรมจัดการแฟ้มซึ่งควบคุมการสร้าง ลบ และการเข้าถึงแฟ้มของข้อมูลและโปรแกรม การจัดการแฟ้มเกี่ยวข้องกับการติดตามตำแหน่งกายภาพของแฟ้มจานแม่เหล็กและอุปกรณ์หน่วยเก็บสำรอง ดังนั้นระบบปฏิบัติการจะรักษาสารบัญของสารสนเทศเกี่ยวกับตำแหน่งและคุณลักษณะของแฟ้มที่จัดเก็บบนระบบ

1.4 การจัดการงาน (Task Management) เกี่ยวข้องกับความสามารถของการทำงานหลายภารกิจ (Multitasking) คือ งานคอมพิวเตอร์หลายๆ งาน สามารถเกิดขึ้นได้ในเวลาเดียวกัน การทำงานหลายภารกิจอาจมาจากการทำงานหลายโปรแกรม (Multiprogramming) ซึ่ง CPU สามารถประมวลผลงานของหลายๆโปรแกรมในเวลาเดียวกัน หรือการแบ่งการใช้เวลา (Time Sharing) ซึ่งงานคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หลายๆ ราย สามารถถูกประมวลผลในเวลาเดียวกัน ประสิทธิภาพของการดำเนินงานแบบหลายภารกิจนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถนะในการประมวลผลของ CPU และหน่วยความจำเสมือน และความสามารถในการทำหลายภารกิจของระบบปฏิบัติการ

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management Systems)

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database management system : DBMS) ได้รับการพิจารณาว่าเป็นซอฟต์แวร์ระบบสำเร็จรูปที่สำคัญ ซึ่งควบคุมการพัฒนา การใช้งาน และการบำรุงรักษาฐานข้อมูลขององค์กรที่ใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรม DBMS ช่วยองค์กรในการบูรณาการระเบียนข้อมูลและแฟ้มที่ได้รวบรวมไว้ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อฐานข้อมูล ฐานข้อมูลนี้อนุญาตให้โปรแกรมประยุกต์ของผู้ใช้ขั้นปลายที่แตกต่างกัน สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลเดียวกันได้โดยง่าย เช่น DBMS ทำให้โปรแกรมเงินเดือน โปรแกรมผลประโยชน์ของพนักงาน และโปรแกรมทรัพยากรบุคคลอื่นๆ เข้าถึงฐานข้อมูลพนักงานง่าย DBMS ทำให้การประมวลผลการเข้าถึงสารสนเทศจากฐานข้อมูลการแสดงผลและรายงานเป็นไปได้ง่าย (วีราพัชร์, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ปัจจุบันผู้จัดการตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับกลาง และหัวหน้าพนักงานระดับปฏิบัติงานต่างมีความต้องการสารสนเทศทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมในระดับการใช้งานที่แตกต่างกัน ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นระบบหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เหล่านี้สามารถเข้าถึงข้อมูล เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจ วางแผนควบคุม และตรวจสอบการดำเนินงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาและแก้ปัญหาหรือสิ่งปกติที่เกิดขึ้นในการดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่มีการแข่งขันสูงเช่นในปัจจุบัน ข้อมูลและสารสนเทศจึงเป็นพื้นฐานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการและเป็สิ่งจำเป็นที่ทุกองค์กรจะต้องให้ความสำคัญ เพราะสามารถสร้างประโยชน์ และช่วยผู้บริหารตัดสินใจบริหารจัดการได้ (รัตนชาติ, 2549)

ข้อมูลและสารสนเทศ

วีระ (2539) นิยามข้อมูลไว้ว่า เป็นข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ใช้แทนด้วยตัวเลข ภาษา หรือสัญลักษณ์ที่ยังไม่มีการปรุงแต่งหรือประมวลผลใดๆ อาจแบ่งข้อมูลได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) ข้อเท็จจริงที่เป็นจำนวน ปริมาณ ระยะทาง 2) ข้อเท็จจริงที่ไม่เป็นตัวเลข เช่น ชื่อ ที่อยู่ ประวัติการศึกษา และ 3) ข่าวสารที่ยังไม่ได้ประเมิน เช่น รายงาน บันทึก คำสั่ง ระเบียบ กฎหมาย และเหตุการณ์ หรือสภาพการณ์ต่างๆ

ทิพวรรณ (2545) กล่าวไว้ว่า ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือข้อมูลดิบที่ยังไม่ผ่านการประมวลผล ยังไม่มีความหมายในการนำไปใช้งาน ข้อมูลอาจเป็นตัวเลข ตัวอักษร สัญลักษณ์ รูปภาพ เสียงหรือภาพเคลื่อนไหว

Stair and Raynolds (2001) กล่าวไว้ว่า ข้อมูล ประกอบด้วยข้อเท็จจริงได้แก่ ชื่อลูกค้า ตัวเลขเกี่ยวกับจำนวนชั่วโมงการทำงานในแต่ละสัปดาห์ ตัวเลขเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง หรือรายการสั่งของ

Turban *et al*. (2002) นิยามไว้ว่า ข้อมูล คือ คำอธิบายพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งของ เหตุการณ์ กิจกรรม และธุรกรรมต่างๆ ซึ่งได้รับการบันทึก จำแนก และจัดเก็บไว้ แต่ยังไม่ได้มีการจัดให้เป็นระบบ หรือแปลความหมายอย่างแน่ชัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงต่างๆ อาจอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวอักษร สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือเสียงก็ได้ ตัวอย่างข้อมูล เช่น จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษา ที่อยู่ปัจจุบันของนักศึกษา ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

นิภาภรณ์ (2545) กล่าวว่า สารสนเทศ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลดิบ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เป็นตัวอักษร ตัวเลข เสียง และภาพ ที่นำไปใช้สนับสนุนการบริหารและการตัดสินใจของผู้บริหาร

ณัฏฐพันธ์ และ ไพบูลย์ (2545) สรุปไว้ว่า สารสนเทศ คือ ผลลัพธ์ที่เกิดจากการประมวลผลข้อมูลดิบที่ถูกจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบที่สามารถนำไปประกอบการทำงาน หรือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร ทำให้ผู้บริหารสามารถแก้ไขปัญหา หรือมีทางเลือกในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ

McLeod *et al*. (2001) นิยามไว้ว่า สารสนเทศ คือ ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผล หรือข้อมูลที่มีความหมาย

Gordon (1999) ให้ความหมายไว้ว่า สารสนเทศ คือ การประมวลผลข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะถูกจัดการ แปลความ จัดรูปแบบ วิเคราะห์ และสรุปผล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สารสนเทศ หมายถึง สิ่งที่ได้จากการประมวลผลข้อมูล และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน การตัดสินใจ และการคาดการณ์ในอนาคตได้ สารสนเทศอาจแสดงในรูปข้อความ ตาราง แผนภูมิ หรือรูปภาพ

ข้อมูลจัดได้ว่าเป็นทรัพยากรที่สำคัญขององค์กร ในอันที่จะทำให้องค์กรนั้นๆ ประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน นอกจากนั้นข้อมูลยังถูกนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญที่จะทำให้องค์กรบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพราะข้อมูลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในอันที่จะนำมาซึ่งระบบสารสนเทศ

ในอดีตข้อมูลที่จัดเก็บไว้จะอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอิสระ (Conventional File) ซึ่งระบบงานแต่ละระบบก็จะสร้างแฟ้มข้อมูลของตนขึ้นมา โดยไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน เช่น ระบบบัญชีที่

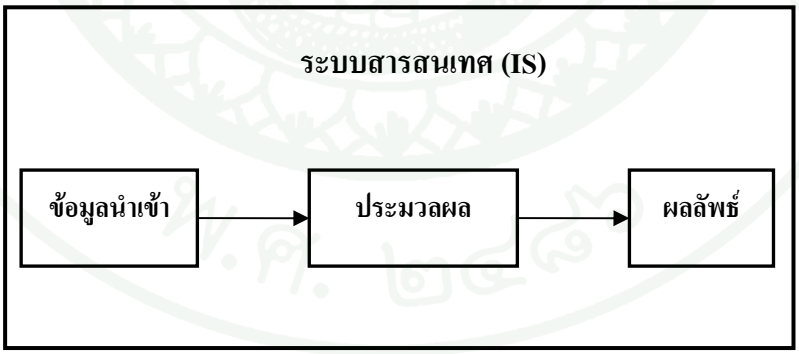
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สร้างแฟ้มข้อมูลของตนเอง ระบบพัสดุคงคลัง ระบบการจ่ายเงินเดือน ระบบออกบิล และระบบอื่นๆ ต่างก็มีแฟ้มข้อมูลเป็นของตนเอง หากมีการปรับปรุงแก้ไขก็จะทำเฉพาะส่วน จึงทำให้ข้อมูลขององค์กรบางครั้งเกิดความสับสน เนื่องจากข้อมูลขัดแย้งกัน นอกจากนี้ลักษณะของแฟ้มข้อมูลที่สร้างมักไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ จึงทำให้องค์กรเกิดการสูญเสียในเรื่องของทรัพยากรข้อมูล จากปัญหาต่างๆ ข้างต้น จึงทำให้เกิดการสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลขึ้นใหม่ ให้มีความสามารถที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว และระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบใหม่นี้เรียกว่า ฐานข้อมูล (Database)

ในปัจจุบันข้อมูลและสารสนเทศมีความสำคัญต่อการนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจ ดังนั้นการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์ จึงเป็นหัวใจสำคัญของการประกอบธุรกิจ และการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน

ระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศ (Information System) เป็นการนำองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันของระบบมาใช้ในการรวม บันทึก ประมวลผล และแจกจ่ายสารสนเทศเพื่อใช้ในการวางแผน ควบคุม จัดการ และสนับสนุนการตัดสินใจ องค์ประกอบของระบบสารสนเทศดังรูปภาพที่ 5 (McLeod and Schell, 2001)



ภาพที่ 3 องค์ประกอบของสารสนเทศ

ในกระบวนการทำงานของระบบสารสนเทศจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ (Input) ผ่านการประมวลผล (Processing) และได้ผลลัพธ์ (Output) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ เป็นกิจกรรมการรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อการประมวลผล เช่น ในการจัดพิมพ์เช็คเพื่อจ่ายเงินเดือนพนักงานนั้น จำนวนชั่วโมงการทำงานของพนักงานจะต้องถูกรวบรวมก่อนที่จะมีการประมวลผลค่าแรง และจัดพิมพ์เช็ค หรือในกรณีระบบการคำนวณเกรดเฉลี่ยของนักศึกษา เกรดแต่ละรายวิชาของนักศึกษาจะต้องได้มาจากผู้สอนก่อนเพื่อนำไปคำนวณเกรดเฉลี่ย เป็นต้น

การประมวลผล เป็นการนำทรัพยากรที่ได้นำเข้าสู่ระบบมาปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่มีความหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ วางแผน ควบคุม และดำเนินงานด้านต่างๆ ในการประมวลผลสามารถกระทำด้วยมือ (Manual) หรือจะใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ตัวอย่างการประมวลผล เช่น การคำนวณดอกเบี้ยเงินฝาก ซึ่งจะต้องมีการนำเงินต้นมาคูณอัตราดอกเบี้ย เป็นต้น

ผลลัพธ์ เป็นผลผลิตที่ได้จากการประมวลผล โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของเอกสาร หรือรายงานสารสนเทศ ตัวอย่างผลลัพธ์ เช่น เช็คเงินเดือน รายงานยอดขาย และสารสนเทศที่จัดทำสำหรับธนาคาร หน่วยงานรัฐบาล เป็นต้น

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS) คือระบบที่รวบรวม ประมวลผล เก็บรักษา และเผยแพร่สารสนเทศ เพื่อใช้ในการวางแผน การตัดสินใจ ประสานงาน และควบคุมการดำเนินการ ประโยชน์ของระบบสารสนเทศ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ประสิทธิผลในการตัดสินใจ ความได้เปรียบในการแข่งขัน และคุณภาพชีวิตการทำงานที่ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547)

1. ส่วนประกอบของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานทั้งระดับองค์กรและอุตสาหกรรม ธุรกิจต้องการระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการดำรงอยู่และเจริญเติบโตขององค์กร โดยที่เทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนช่วยให้ธุรกิจประสบผลสำเร็จ และสามารถแข่งขันกับธุรกิจอื่นในระดับสากล เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องทำความเข้าใจถึงวิธีใช้งาน และโครงสร้างของระบบสารสนเทศ สามารถสรุปส่วนประกอบของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ได้ 3 ส่วน คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 เครื่องมือในการสร้างระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หมายถึง ส่วนประกอบหรือโครงสร้างพื้นฐานที่รวมกันเข้าเป็น MIS และช่วยให้ระบบสารสนเทศดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจำแนกเครื่องมือในการสร้างระบบสารสนเทศไว้ 2 ส่วน คือ

1.1.1 ฐานข้อมูล (Database) จัดเป็นหัวใจสำคัญของระบบ MIS เพราะว่าสารสนเทศที่มีคุณภาพจะมาจากข้อมูลที่ดี เชื่อถือได้ ทันสมัย และถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นฐานข้อมูลจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ช่วยให้ระบบสารสนเทศมีความสมบูรณ์ และสามารถนำมาใช้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.2 เครื่องมือ (Tools) เป็นเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ปกติระบบสารสนเทศจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็น อุปกรณ์หลักในการจัดการข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนสำคัญต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์ (Hardware) คือ ตัวเครื่องหรือส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้การประมวลผล และการจัดการข้อมูลมีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง

ข. ชุดคำสั่ง (Software) คือ ชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่รวบรวม การจัดการ และเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารงาน หรือการตัดสินใจ

1.2 วิธีการหรือขั้นตอนการประมวลผล ปัจจุบันธุรกิจต้องสามารถสังเคราะห์สารสนเทศที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยจัดลำดับ และวิธีการของการประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ

1.3 การแสดงผลลัพธ์ ปกติผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบสารสนเทศอยู่ในรูปของรายงานต่างๆ ที่สามารถเรียกมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว และชัดเจน

2. ผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คือ กลุ่มของรายงานซึ่งจะถูกส่งไปให้กับผู้บริหารรายงาน เหล่านี้ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 รายงานตามตารางเวลา (Schedules Reports) เป็นรายงานที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลา หรือตามตารางเวลา เช่นรายวัน รายสัปดาห์หรือรายเดือน

2.2 รายงานแสดงส่วนประกอบสำคัญ (Key Indicator Reports) สรุปการปฏิบัติงานที่วิกฤตของแต่ละวันทำงาน

2.3 รายงานตามคำขอ (Demand Reports) ให้ข้อมูลตามที่ผู้บริหารร้องขอ

2.4 รายงานกรณียกเว้น (Exception Reports) เป็นรายงานที่ถูกผลิตออกมาอย่างอัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ที่ไม่ปกติเกิดขึ้นหรือเมื่อต้องการใช้ในการดำเนินการบริหาร

2.5 รายงานแบบเจาะลึกรายละเอียด (Drill Down Reports) ให้รายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ

3. ประโยชน์ของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้รับความสนใจนำมาใช้งานในหลายลักษณะและเกือบทุกธุรกิจโดยที่พัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศได้ส่งผลกระทบในวงกว้างไปยังทุกวงการทั้งภาคเอกชน และราชการ เนื่องจาก MIS ช่วยสร้างประโยชน์ต่อการดำเนินงานขององค์การได้ดังนี้

3.1 ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บและบริหารเป็นระบบ ทำให้ผู้บริหารสามารถจะเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบที่เหมาะสม และสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้ทันต่อความต้องการ

3.2 ช่วยในการกำหนดเป้าหมายกลยุทธ์และการวางแผนปฏิบัติการ โดยผู้บริหารจะสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบ สารสนเทศมาช่วยในการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน เนื่องจากสารสนเทศถูกเก็บรวบรวม และจัดการอย่างเหมาะสม ทำให้มีประวัติของข้อมูลอย่างต่อเนื่อง จึงเห็นแนวโน้มของการดำเนินงานได้ว่าน่าจะเป็นไปในลักษณะใด

3.3 ช่วยในการตรวจสอบประเมินผลการดำเนินงาน เมื่อแผนงานถูกนำไปปฏิบัติในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบผลการดำเนินงานโดยนำข้อมูลบางส่วนมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมวลผลประกอบการประเมิน สารสนเทศที่ได้จะแสดงให้เห็นผลการดำเนินงานว่าสอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการเพียงไร

3.4 ช่วยให้การศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้บริหารสามารถใช้ระบบสารสนเทศประกอบการศึกษาและการค้นหาสาเหตุ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน ถ้าการดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางเอาไว้ อาจจะเรียกข้อมูลเพิ่มเติมออกมาจากระบบ เพื่อให้ทราบว่าข้อผิดพลาดในการทำงานเกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด หรือจัดรูปแบบสารสนเทศในการวิเคราะห์ปัญหาใหม่

3.5 ช่วยวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีควบคุม ปรับปรุงและแก้ไขปัญหา สารสนเทศที่ได้จากการประมวลผลจะช่วยให้ผู้บริหาร วิเคราะห์ว่าการดำเนินงานในแต่ละทางเลือกจะช่วยแก้ไข หรือควบคุมปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร ธุรกิจต้องทำอย่างไรเพื่อปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนงานหรือเป้าหมาย

3.6 ช่วยลดค่าใช้จ่าย ระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ธุรกิจลดเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการทำงานลง เนื่องจากระบบสารสนเทศสามารถรับภาระงานที่ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ตลอดจนช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน ส่งผลให้ธุรกิจสามารถลดจำนวนคนและระยะเวลาในการประสานงานให้น้อยลง โดยผลงานที่ออกมาอาจเท่าหรือดีกว่าเดิม ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ และศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจ

4. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการและกระบวนการทางธุรกิจ

ระบบสารสนเทศสามารถนำเข้ามาใช้ในการดำเนินงานทางธุรกิจด้านต่างๆ เพื่อสนับสนุนให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีระบบ โดยถูกออกแบบ และพัฒนาให้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ทางธุรกิจ ตลอดจนช่วยส่งเสริมให้ทั้งองค์กรสามารถประสานงานและใช้ข้อมูลร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับปฏิบัติงานและระดับบริหาร โดยสามารถจำแนกระบบสารสนเทศตามหน้าที่ทางธุรกิจ ดังต่อไปนี้

4.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการเงิน ทำหน้าที่ในการจัดการสารสนเทศด้านการเงินให้แก่ผู้บริหารและกลุ่มบุคคลซึ่งต้องการทำการตัดสินใจได้ดีขึ้น และช่วยในการหาโอกาสและปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการผลิต การนำระบบการวางแผนทรัพยากรขององค์กรมาใช้ร่วมในระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการผลิต จะช่วยให้การทำงานมีความยืดหยุ่นและมีการจัดหาทรัพยากรที่ต้องการใช้ได้ทันต่อความต้องการ โดยจุดประสงค์ของกระบวนการผลิตก็คือ สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามความพอใจหรือความต้องการของลูกค้า

4.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการตลาด สนับสนุนการทำงานด้านการบริหารการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การจำแนกแจกจ่ายผลิตภัณฑ์ การตัดสินใจเรื่องราคา การโฆษณาผลิตภัณฑ์และการทำนายยอดขายได้อย่างมีประสิทธิผล

4.4 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านทรัพยากรมนุษย์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ระบบสารสนเทศด้านบุคลากร ได้แก่ ระบบงานที่เกี่ยวข้องกับพนักงานขององค์กร ควรจะมีคุณสมบัติในการวิเคราะห์และวางแผนภาระงาน การจ้างบุคลากร การฝึกอบรมพนักงาน การกำหนดงานให้กับพนักงาน และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคลากร

4.5 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการบัญชี จะสนับสนุนการทำบัญชีให้กับองค์กร โดยในระบบนี้ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญมากมาย เช่น ทำการรวมกลุ่มสารสนเทศในบัญชีรายจ่าย บัญชีรายรับ บัญชีเงินเดือน ฯลฯ

4.6 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการระดับกลุ่มงาน หมายถึง ระบบที่ถูกจัดการของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกัน เพื่อให้ระบบนั้นปฏิบัติงานบางอย่าง โดยมีกลุ่มบทบาทมาตรฐานของความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่มและมีกลุ่ม ของค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดการปฏิบัติงานของกลุ่มนั้นและสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

1. ระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional Service Pack 2
2. หน่วยประมวลผลกลาง Intel Centrino(Duo) 1.8 GHz
3. Hard Disk ขนาด 120 GB
4. RAM 1 GB

โปรแกรม

1. โปรแกรมเดลไฟ (Borland Delphi 7)
2. โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล SQL Server Management Studio Express 2005
3. Microsoft Office ใช้ในการจัดทำเอกสาร
4. Microsoft Visio Professional 2003ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูล

วิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้ จะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ คือ ศึกษารวบรวมข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร จากนั้นเลือกแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาออกแบบฐานข้อมูล และสร้างโปรแกรม ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีรายระเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพทั่วไปของเขตดอนเมือง

1. อาณาเขต

พื้นที่ของเขตดอนเมือง มีพื้นที่รวม 36.803 ตารางกิโลเมตร มี 3 แขวง คือ แขวงสีกัน แขวงดอนเมือง และแขวงสนามบิน มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่อื่น ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอเมืองและอำเภอลำลูกกาจังหวัดปทุมธานี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ เขตบางเขนและเขตสายไหม
ทิศใต้ ติดต่อกับ เขตหลักสี่
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ภาพที่ 4 แนวเขตการปกครองของเขตดอนเมือง

2. ประชากร (กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2550)

2.1 ประชากรประมาณ 163,080 คน

2.2 ชาย 81,230 คน

2.3 หญิง 81,850 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 จำนวนบ้าน 60,154 หลังคาเรือน

2.5 ความหนาแน่นเฉลี่ย 4,431 คนต่อตารางกิโลเมตร

3. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

แหล่งกำเนิดมูลฝอยสามารถจำแนกได้เบื้องต้น ดังนี้

ตารางที่ 4 ประเภทและจำนวนแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง

ประเภทแหล่งกำเนิดมูลฝอย	จำนวน (แห่ง)
โรงเรียน	12
วิทยาลัย	1
ศูนย์บริการสาธารณสุข	7
ชุมชน	1
หมู่บ้าน	13
โรงงานอุตสาหกรรม	42
ตลาด	10
แฟลตการเคหะ	3
หอพัก อพาร์ทเมนต์	1
อาคารขนาดใหญ่อื่น	32
สถานที่ราชการ, รัฐวิสาหกิจ	1
โรงแรม	2

ที่มา: อรอนงค์ (2546)

4. รถเก็บขนมูลฝอย

ในเขตดอนเมืองมีรถเก็บขนขยะมูลฝอย ซึ่งสามารถแยกประเภทรถเก็บขน โดยจำแนกได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 หมายเลขรถเก็บขนขยะมูลฝอย ขนาด และประเภทรถเก็บขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง

ลำดับที่	หมายเลขรถเก็บขน	ขนาด (ตัน)	ประเภทรถ
1	2881	1.5	แบบเปิดข้างเทข้าง
2	Y77	1.5	แบบเปิดข้างเทข้าง
3	2543	2	แบบมีเครื่องอัด
4	2675	2	แบบมีเครื่องอัด
5	2615	2	แบบมีเครื่องอัด
6	1681	5	แบบมีเครื่องอัด
7	1682	5	แบบมีเครื่องอัด
8	1683	5	แบบมีเครื่องอัด
9	1516	5	แบบมีเครื่องอัด
10	1609	5	แบบมีเครื่องอัด
11	1495	5	แบบมีเครื่องอัด
12	1761	5	แบบมีเครื่องอัด
13	2023	5	แบบมีเครื่องอัด
14	2043	5	แบบมีเครื่องอัด
15	2363	5	แบบมีเครื่องอัด
16	2271	5	แบบมีเครื่องอัด
17	2310	5	แบบมีเครื่องอัด
18	2162	5	แบบมีเครื่องอัด
19	1849	5	แบบมีเครื่องอัด
20	2416	5	แบบมีเครื่องอัด
21	2710	5	แบบมีเครื่องอัด
22	2809	5	แบบมีเครื่องอัด
23	3017	5	แบบมีเครื่องอัด
24	137	5	แบบมีเครื่องอัด
25	182	5	แบบมีเครื่องอัด
26	306	8	แบบมีเครื่องอัด
27	321	8	แบบมีเครื่องอัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขรถเก็บขน	ขนาด (ตัน)	ประเภทรถ
28	2496	10	แบบมีเครื่องอัด
29	473	2	แบบมีเครื่องอัด
30	474	2	แบบมีเครื่องอัด
31	475	2	แบบมีเครื่องอัด

ที่มา: อรอนงค์ (2546)

5. สถานีจอดรถ และสถานีขนถ่ายมูลฝอย

5.1 สถานที่จอดรถเก็บขยะมูลฝอย ในเขตดอนเมือง สำนักงานเขตดอนเมืองได้ใช้พื้นที่บริเวณสำนักงานเขตดอนเมือง เป็นสถานที่จอดรถเก็บขยะมูลฝอย โดยรถเก็บขนขยะมูลฝอยทุกคันจะออกไปปฏิบัติงาน โดยเริ่มจากจุดนี้ และจะกลับมาจอด ณ สถานที่จอดนี้เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน

5.2 สถานีขนถ่ายขนถ่ายขยะมูลฝอย ขยะมูลฝอยที่ถูกเก็บได้ในเขตดอนเมือง ลำเลียงไปยังสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยท่าแร้ง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตสายไหม และสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยท่าแร้งจะขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดต่อไป

6. วิธีการเก็บขนขยะมูลฝอย

การเก็บขยะมูลฝอยจากถังตามหน้าบ้าน และริมถนนที่มีประชาชนนำมาทิ้งใส่ไว้ พนักงานเก็บขนมูลฝอยจะนำมูลฝอยจากถังเหล่านั้นมาเทใส่รถเก็บขนขยะมูลฝอยอีกครั้ง และจะเก็บในจุดต่อๆ ไปจนเต็มความจุของรถ จากนั้นจึงนำไปถ่ายเท ณ สถานีขนถ่ายมูลฝอยท่าแร้งต่อไป

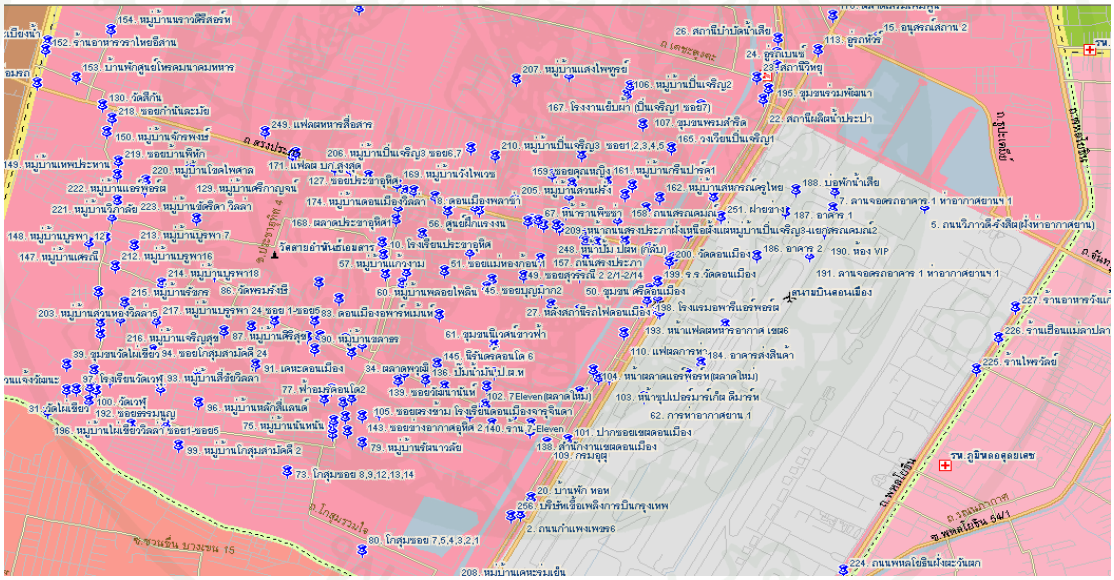
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ปริมาณขยะมูลฝอยและจุดเก็บขนขยะมูลฝอย

การเก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอย จะพิจารณาจุดเก็บขนที่มีปริมาณขยะมูลฝอยค่อนข้างมาก (มากกว่า 50 กก.) ส่วนในหมู่บ้าน กำหนดให้เป็น 1 จุดเก็บขน เนื่องจากถ้าสำรวจทุกจุดเก็บขนต้องใช้เวลา และบุคลากรมาก สำหรับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ จำนวนจุดรวบรวมขยะทั้งหมด 257 จุด เวลาในการเก็บขนขยะและปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละจุดนั้นแสดงไว้ในภาคผนวก

8. ระยะทางที่ใช้ในการเก็บขนขยะมูลฝอย

กำหนดจุดรวบรวมขยะลงในแผนที่ และใช้โปรแกรม Google Map เพื่อวัดระยะทาง ซึ่งแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1



ภาพที่ 5 ภาพแสดงจุดเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตดอนเมือง

ที่มา: แผนที่ Map Magic 2008

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. เวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดเก็บขนขยะ

คำนวณเวลาในการเดินทางของรถเก็บขนขยะจากการคำนวณระยะทางระหว่างจุดเก็บขนขยะกับความเร็วของรถเก็บขนขยะ โดยกำหนดให้รถเก็บขนขยะวิ่งด้วยความเร็ว 30 Km/hr ซึ่งแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2

แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย

การหาคำตอบในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะมูลฝอยใช้ วิธีฮิวริสติก แบบ Cluster-First Route-Second Method โดยจัดกลุ่มเก็บขยะมูลฝอยก่อนจากนั้นทำการค้นหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดเก็บขนขยะ 1 จุดให้เป็นจุดเริ่มต้นจะเลือกจุดใดเป็นเริ่มต้นนั้น ให้เลือกจุดที่อยู่ใกล้สถานีจอดรถเก็บขนขยะมูลฝอยมากที่สุด เมื่อได้จุดเริ่มต้นแล้วทำการเพิ่มจุดเก็บขนขยะมูลฝอยอื่นๆ โดยพิจารณาจากระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดรวบรวมขยะมูลฝอยก่อนหน้า ทำการเลือกจุดรวบรวมขยะมูลฝอยเข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้เต็มตามความจุของรถขนขยะมูลฝอย เมื่อได้กลุ่มเก็บขนขยะมูลฝอยแล้วขั้นต่อไปคือ ทำการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่มจุดรวบรวมขยะย่อยที่แบ่งไว้ในขั้นแรกโดยใช้วิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดรวบรวมขยะทั้งหมดใน Cluster นั้นๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจัดกลุ่มเก็บขนขยะมูลฝอย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างกลุ่มเก็บขนขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพียงพอกับความสามารถในการบรรทุกของรถขยะมูลฝอยแต่ละคัน การสร้างกลุ่มเก็บขนขยะมูลฝอย (Cluster) จะพิจารณาความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะมูลฝอย และความใกล้ (Nearest Neighbor) เมื่อเลือกจุดเก็บขนขยะมูลฝอยที่อยู่ใกล้สถานีจอดรถมากที่สุด แล้วขั้นต่อไปเป็นเพิ่มจุดเก็บขนขยะมูลฝอยใหม่เข้าสู่กลุ่มเก็บขนขยะมูลฝอย (Cluster) โดยการพิจารณาตำแหน่งของจุดเก็บขนขยะมูลฝอย ว่าจุดเก็บขนขยะมูลฝอยว่าจุดใดอยู่ใกล้จุดเก็บขนขยะครั้งก่อนมากที่สุด หรืออยู่ใกล้จุดเก็บขนขยะมูลฝอยจุดก่อนหน้านั้น โดยที่น้ำหนักบรรทุกต้องไม่เกินขีดความสามารถในการบรรทุกของรถของรถขยะแต่ละคัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดให้ N = เซตของจุดเชื่อมทั้งหมดของโครงข่าย

= [1, 2, 3,…, n]

C = เซตของจุดเชื่อมที่ได้เชื่อมต่อกันเรียบร้อยแล้ว

$\overline{C}$ = เซตของจุดเชื่อมที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ

k = จำนวนรถบรรทุก

= [1, 2, 3,…, m]

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นกำหนดให้สมาชิกในเซต $C = \varnothing$ และ $\overline{C}$ = N

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดเชื่อมใดๆ อันหนึ่งในเซต $\overline{C}$ มาใส่ในเซต C

ขั้นตอนที่ 3 เลือกเส้นเชื่อม (i, j) ที่มีระยะทางสั้นที่สุดและเชื่อมต่อระหว่างจุดเชื่อม i ที่อยู่ในเซต C กับจุดเชื่อม j ในเซต $\overline{C}$

ขั้นตอนที่ 4 นำจุดเชื่อม j ออกจากเซต $\overline{C}$ ไปไว้ในเซต C

ขั้นตอนที่ 5 เช็คน้ำหนักในการบรรทุกว่าเกินขีดความสามารถในการบรรทุกของรถหรือไม่ ถ้าไม่เกินให้กลับไปคำนวณซ้ำในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป แต่ถ้าเกินให้หยุดคำนวณแล้วเปลี่ยนรถคันใหม่ แล้วกลับไปคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ซ้ำใหม่ ถ้าเซตของจุดเชื่อมที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อเป็นเซตว่าง ($\overline{C} = \varnothing$) ให้หยุดการคำนวณ แต่ถ้านอกเหนือจากนั้น ให้คำนวณต่อไป

ตัวอย่าง จากตารางระยะทางกำหนดให้มีจุดทั้ง 6 จุด โดยที่จุดที่ 1 น้ำหนัก 120 กิโลกรัม จุดที่ 2 น้ำหนัก 300 กิโลกรัม จุดที่ 3 น้ำหนัก 250 กิโลกรัม จุดที่ 4 น้ำหนัก 175 กิโลกรัม จุดที่ 5 น้ำหนัก 250 กิโลกรัม จุดที่ 6 น้ำหนัก 200 กิโลกรัม และมีรถสำหรับบรรทุก 1 คัน น้ำหนักที่สามารถบรรทุกได้ 1,500 กิโลกรัม ระยะทางแสดงที่ตารางที่ 6 และกำหนดให้จุดเริ่มต้นห่างจากจุดที่ 1 ระยะทางสั้นที่สุด (หน่วย : กิโลเมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ตารางแสดงระยะทาง

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6
1	∞	27	43	16	30	26
2	7	∞	16	1	30	25
3	20	13	∞	35	5	0
4	21	16	25	∞	18	18
5	12	46	27	48	∞	5
6	23	5	5	9	5	∞

ตารางที่ 7 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถคันที่ 1

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	27	43	16	30	26	120	16
2	7	∞	16	1	30	25	300	1
3	20	13	∞	35	5	0	250	0
4	21	16	25	∞	18	18	175	16
5	12	46	27	48	∞	5	250	5
6	23	5	5	9	5	∞	200	5

จากตารางที่ 7 การกำหนดเส้นทางให้รถ เริ่มต้นเซต $C = \varnothing$ และเซต $\overline{C} = [1, 2, 3, 4, 5, 6]$ จากนั้น เลือกจุดเชื่อมจาก $\overline{C}$ มา 1 จุดในที่นี้เลือกจุดที่ 1 เพราะระยะทางระหว่างจากจุดเริ่มต้นกับจุดที่ 1 สั้นที่สุด จะเขียนสมาชิกของเซต C และ เซต $\overline{C}$ ได้ดังนี้ $C = [1]$, $\overline{C} = [2, 3, 4, 5, 6]$ น้ำหนักจุดที่ 1 เท่ากับ 120 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักบรรทุกของรถเท่ากับ 1,380 กิโลกรัม ทำการคำนวณต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อกำหนดจุดเริ่มต้น

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	27	43	16	30	26	120	16
2	∞	∞	16	1	30	25	300	1
3	∞	13	∞	35	5	0	250	0
4	∞	16	25	∞	18	18	175	16
5	∞	46	27	48	∞	5	250	5
6	∞	5	5	9	5	∞	200	5

จากตารางที่ 8 กำหนดให้จุดที่ผ่านจุดที่ 1 เท่ากับ ∞ ทุกตัว จากนั้นเลือกจุดเชื่อมใหม่จะได้จุดที่ 1 ไป จุดที่ 4 มีระยะทางสั้นที่สุด เท่ากับ 16 กิโลเมตร และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 295 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักบรรทุกของรถเท่ากับ 1,205 กิโลกรัม ดังนั้น เซต $C = [1, 4]$, $\overline{C} = [2, 3, 5, 6]$ ทำการคำนวณต่อไป

ตารางที่ 9 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 2

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	27	43	∞	30	26	120	26
2	∞	∞	16	∞	30	25	300	16
3	∞	13	∞	∞	5	0	250	0
4	∞	16	25	∞	18	18	175	16
5	∞	46	27	∞	∞	5	250	5
6	∞	5	5	∞	5	∞	200	5

จากตารางที่ 9 กำหนดให้ระยะทางจากจุดที่ 1 ไป จุดที่ 4 และจุดที่ผ่านจุดที่ 4 เท่ากับ ∞ ทุกตัว จากนั้นเลือกจุดเชื่อมใหม่จะได้จุดที่ 4 ไป จุดที่ 2 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 16 กิโลเมตร และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 595 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักบรรทุกของรถเท่ากับ 950 กิโลกรัม ดังนั้น เซต $C = [1, 4, 2]$, $\overline{C} = [3, 5, 6]$ ทำการคำนวณต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 3

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	∞	43	∞	30	26	120	26
2	∞	∞	16	∞	30	25	300	16
3	∞	∞	∞	∞	5	0	250	0
4	∞	∞	25	∞	18	18	175	18
5	∞	∞	27	∞	∞	5	250	5
6	∞	∞	5	∞	5	∞	200	5

จากตารางที่ 10 กำหนดให้ระยะทางจากจุดที่ 4 ไป จุดที่ 2 และจุดที่ผ่านจุดที่ 2 เท่ากับ ∞ ทุกตัว จากนั้นเลือกจุดเชื่อมใหม่จะได้จุดที่ 2 ไป จุดที่ 3 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 16 กิโลเมตร และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 845 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักบรรทุกของรถเท่ากับ 655 กิโลกรัม ดังนั้น เซต $C = [1, 4, 2, 3]$, $\overline{C} = [5, 6]$ ทำการคำนวณต่อไป

ตารางที่ 11 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 4

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	∞	∞	∞	30	26	120	26
2	∞	∞	∞	∞	30	25	300	25
3	∞	∞	∞	∞	5	0	250	0
4	∞	∞	∞	∞	18	18	175	18
5	∞	∞	∞	∞	∞	5	250	5
6	∞	∞	∞	∞	5	∞	200	5

จากตารางที่ 11 กำหนดให้ระยะทางจากจุดที่ 2 ไป จุดที่ 3 และจุดที่ผ่านจุดที่ 3 เท่ากับ ∞ ทุกตัว จากนั้นเลือกจุดเชื่อมใหม่จะได้จุดที่ 3 ไป จุดที่ 6 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 0 กิโลเมตร และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 1045 กิโลกรัม เหลือน้ำหนักบรรทุกของรถเท่ากับ 455 กิโลกรัม ดังนั้น เซต $C = [1, 4, 2, 3, 6]$, $\overline{C} = [5]$ ทำการคำนวณต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ตารางแสดงระยะทางและน้ำหนักบรรทุกของรถเมื่อเลือกจุดเชื่อมครั้งที่ 5

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	น้ำหนัก	Min
1	∞	∞	∞	∞	30	∞	120	26
2	∞	∞	∞	∞	30	∞	300	25
3	∞	∞	∞	∞	5	∞	250	0
4	∞	∞	∞	∞	18	∞	175	18
5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	250	5
6	∞	∞	∞	∞	5	∞	200	5

จากตารางที่ 12 กำหนดให้ระยะทางจากจุดที่ 3 ไป จุดที่ 6 และจุดที่ผ่านจุดที่ 6 เท่ากับ ∞ ทุกตัว จากนั้นเลือกจุดเชื่อมใหม่จะได้จุดที่ 6 ไป จุดที่ 5 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 5 กิโลเมตร และมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 1,295 กิโลกรัม ซึ่งยังไม่เกินน้ำหนักบรรทุกของรถ ดังนั้น เซต C = [1, 4, 2, 3, 6, 5], $\overline{C} = \varnothing$ หยุดการคำนวณ

2. การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะมูลฝอย

หลังจากที่ทำการแบ่งกลุ่มเก็บขยะให้กับรถเก็บขนขยะมูลฝอยแต่ละคันแล้ว ขั้นต่อไป คือการหาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดเก็บขนขยะมูลฝอย ทั้งหมดโดยวิธีการแตกกิ่ง (Branch and Bound Algorithm) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

หลักการพื้นฐานของวิธีนี้คือ จะทำการแตกเส้นทางเดินทางของพนักงาน (Set ของ tour) ออกเป็นเส้นทางย่อย (Subset ของ tour) และคำนวณหาค่าขอบเขตล่าง (Lower bound) ของแต่ละเส้นทางย่อยนั้น โดยพิจารณาที่ค่าใช้จ่าย (หรือระยะทาง) ของเส้นทาง ถ้าเส้นทางใดมีค่าใช่จ่าย (หรือระยะทาง) น้อยที่สุด จะถือว่าเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดด้วย จะทำการแตกเส้นทางย่อยไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเหลือเส้นทางที่ดีที่สุด Optimal Solution (เพียงเส้นทางเดียว) โดยเส้นทางนี้จะเป็นเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าขอบล่างของทุกๆ เส้นทางย่อย

ในการแสดงเส้นทางย่อยจะใช้จุดเชื่อม (node) ของต้นไม้ (tree) เป็นจุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของการเดินทางและกระบวนการที่กล่าวมานั้นคล้ายกับการแตกกิ่ง (branching) ของต้นไม้ ดังนั้น จึงเรียกวิธีเล่านี้ว่า Branch and Bound Algorithm ซึ่งข้อกำหนดของวิธีนี้มีดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดให้มีจุดการเดินทางทั้งหมด n จุด

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด i ไป j เท่ากับ c(i,j) โดยที่ i = จุดเริ่มต้น (i = 1,…,n) และ j = จุดปลายทาง (j = 1,…, n) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ค่าใช้จ่าย (cost matrix) ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด

	1	2	.	.	n
1	∞	C_{12}	.	.	C_{1n}
2	C_{21}	∞	.	.	C_{2n}
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
n	C_{n1}	C_{n2}	.	.	∞

ในการเดินทางจะให้ข้อกำหนดไว้ว่าจะเดินทางผ่านแต่ละจุดได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น และสุดท้ายจะกลับมาที่จุดเริ่มต้น

โดยกำหนดให้ t = เซตของคู่ลำดับในเส้นทางเดิน

$= [(i_1,i_2),(i_2,i_3),\ldots,(i_{n-1},i_n),(i_n,i_1)]$

(i, j) = เส้นทางเดิน (arc) ระหว่าง จุด i ไป จุด j

2.1 การคำนวณหาค่าขอบเขตล่าง (Lower bound)

วิธีในการคำนวณหาค่าขอบเขตล่างจะใช้วิธี “การลดรูป (Reduction)” วิธีการนี้จะหาค่าที่น้อยที่สุดในแต่ละแถวออกมาแล้วนำค่านี้ไปลบ ออกจากค่าแต่ละตัวในแถวนั้น จากนั้นเลือกค่าที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก แล้วนำค่านี้มาหักออกจากค่าอื่นๆ ในแต่ละหลัก โดยที่ วิธี Branch and Bound มีข้อกำหนดดังนี้ h เท่ากับ ผลรวมค่าใช้จ่ายในเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในแต่ละแถวและแต่ละหลัก หรือผลรวมของค่าใช้จ่ายในการลดรูป (ลดแถวและลดหลัก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้น ในตอนเริ่มต้นนี้ค่าใช้จ่ายของเส้นทางใหม่ จะมีค่าน้อยกว่าเส้นทางเดิมเท่ากับ h แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายของทุกเส้นทางก็ยังคงเหมือนเดิม เส้นทางที่เคยเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด (ใช้ค่าใช้จ่ายเดิม) ก็ยังคงเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดที่ค่าใช้จ่ายใหม่ด้วย ดังนั้นจะใช้กระบวนการลดค่าคงที่ในการหาค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดของเส้นทางเดิน หรือค่าขอบเขตล่างนั้นเอง ในเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายนั้นจะต้องไม่มีค่าติดลบ โดยจะต้องมีค่าเท่ากับ 0 อย่างน้อย 1 ตัว ในแต่ละแถวหรือแต่ละหลัก เมตริกซ์ที่ถูกลดรูปแล้ว จะเรียกว่า “Reduction Matrix” จากนั้นจะหาเส้นทางเดิน (tour, t) โดยกำหนดให้

$x, y, \bar{y}$ = จุดบนต้นไม้

$w(x)$ = ค่าขอบเขตล่างของค่าใช้จ่ายในเส้นทาง x

z_0 = ค่าใช้จ่ายของเส้นทางที่ดีที่สุดที่พบ

= ค่าใช้จ่ายของเส้นทางเดินที่ถูกเลือกสำหรับการแตกกิ่ง

2.2 การแตกกิ่ง (Branching)

กำหนดให้ C = เมตริกซ์ค่าใช้จ่าย = [c(i,j)]

c = ค่าใช้จ่ายของเส้นทางที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด (มีค่าเริ่มต้น = ∞)

จุดประสงค์คือ จะแตกเส้นทาง x ออกเป็นเส้นทางย่อย y และ $\bar{y}$ โดยที่เส้นทาง y จะถือว่าเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดคือ มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ในการแตกกิ่งจะหาค่า Secondary penalty คือ การพิจารณาทุกจุดบน C ที่มี c(i,j) เท่ากับ 0 โดยในแต่ละจุดทำการหาผลรวมของค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแถวที่ i ยกเว้นหลักที่ j และค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในหลักที่ j ยกเว้นแถวที่ i โดยที่ค่า Penalty ของแต่ละจุดนี้มีค่าเท่ากับ $\theta(i, j)$ จะทำการแตกกิ่ง (k, l) ต่อไปโดยที่ $\theta(k,l) = \text{Max}\,\theta(k,l)$ และทำการแตกกิ่งที่ไม่ใช่ (k,l) ด้วยซึ่งคือ $(\overline{k,l})$ โดยที่ $w(\bar{y}) = w(x) + \theta(k,l)$

ในการแตกเส้นทาง y จะลบแถว k และหลัก l ออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายถ้ากำหนดให้ p = จุดเริ่มต้น = k และm = จุดสิ้นสุด = l การเดินทางจาก m มา p ไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากจะทำให้เกิดเส้นทางย่อยอื่นๆ ขึ้น (Sub tour) ดังนั้นจึงกำหนดให้ $c(m, p) = \infty$ จากนั้นจะทำการลดรูป C ต่อไป โดยที่ h คือผลรวมของการลดรูป ดังนั้นขอบเขตล่างของ y จะแสดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังต่อไปนี้ $w(y) = w(x) + h$ ให้หาค่า z_0 ซึ่งคือ ค่าขอบเขตล่างของเส้นทางทั้งหมดที่น้อยที่สุด โดยเลือกค่าที่น้อยที่สุดระหว่าง $w(y) = w(\bar{y})$

ทำการแตกกิ่งต่อไปโดยวิธีการดังกล่าวมาแล้วอีกครั้ง ในการแตกกิ่งทุกครั้งให้เลือกแตกที่จุดที่มีขอบเขตล่างน้อยที่สุดก่อน จนกว่าเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายจะเป็นเมตริกซ์ 2×2 ก็จะเหลือการแตกอีกเพียงครั้งเดียวให้ทำการหยุด ถ้าสมมติขอบเขตล่างน้อยที่สุดคือ $w(x_1)$ ที่จุด x_1 โดยที่เมตริกซ์ค่าใช้จ่าย C_1 แล้วแตกต่อไปที่จุด x_2 ซึ่งมีขอบเขตล่างเท่ากับ $w(x_2)$ โดยมีเมตริกซ์ค่าใช้จ่าย (x_2 เป็นสาขาของ x_1) การแปลงจาก C_1 แล้วแตกต่อไปที่จุด x_2 ซึ่งมีขอบเขตล่างเท่ากับ $w(x_2)$ โดยมีเมตริกซ์ค่าใช้จ่าย C_1 แล้วแตกต่อไปที่จุด x_2 ซึ่งมีขอบเขตล่างเท่ากับ $w(x_2)$ โดยมีเมตริกซ์ค่าใช้จ่าย (x_2 เป็นสาขาของ x_1) การแปลงจาก C_1 มาเป็น C_2 นั้นรูปแบบของขอบเขตล่าง คือ

$$w(x_2) = w(x_1) + \sum C_1(i, j) + h$$

ถ้ากำหนดให้

$z_1(t_1)$ เป็นค่าใช้จ่ายของเส้นทางใน x_1 ภายใต้ C_1
$z_2(t_2)$ เป็นค่าใช้จ่ายของเส้นทางใน x_2 ภายใต้ C_2

แล้ว

$$z_1(t_1) = \sum C_1(i, j) + h + z_2(t_2)$$
$$z(t_1) = w(x_1) + \sum C_1(i, j) + h + z_2(t_2) = w(x_2) + z_2(t_2)$$

2.3 การปรับปรุงวิธีการแตกกิ่งในโปรแกรม

เป็นการปรับปรุงขั้นตอนการแตกกิ่งของ Little และคณะ โดยเปลี่ยนแปลงการเลือก z_0 ซึ่งทำให้ผลการคำนวณเร็วขึ้น เนื่องจากมีการใช้เมตริกซ์ค่าใช้จ่ายสำหรับการคำนวณอย่างต่อเนื่อง ลดการหาค่าเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายใหม่ และทำให้พบเส้นทางที่เป็นคำตอบเริ่มต้นได้เร็วที่สุด โดยมีการปรับปรุงดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การหาค่า z_0 เปลี่ยนจากการหาค่าขอบเขตล่างของเส้นทางทั้งหมดที่น้อยที่สุด เป็นการเลือกค่า $w(y)$ เป็นค่า z_0 เพื่อทำการแตกกิ่งต่อไป และการแตกกิ่งจะทำการแตกกิ่งไปจนครบทุกเส้นทางย่อย หรือเมื่อ $z_0 > c$ หลังจากนั้นให้ทำการเลือกค่าขอบเขตล่างที่มีค่าน้อยที่สุดมาพิจารณา ถ้าค่าขอบเขตล่างนั้นมีค่าน้อยกว่า c ให้ทำการใช้ค่า z_0 = ค่าขอบเขตล่างนั้น และทำการแตกกิ่งที่จุดนั้น จนกระทั่งพบว่าค่าขอบเขตล่างที่เลือกมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ c แสดงว่า c เป็นคำตอบที่ดีที่สุดทำให้ได้เส้นทางที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด

ตัวอย่างการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) โดยวิธี Branch and Bound

ตัวอย่าง จงหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ถ้ามีจุดที่ต้องแวะทั้งหมด 6 จุด ซึ่งเมตริกซ์ค่าใช้จ่าย แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดจากจากตัวอย่างการหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด โดยวิธี Branch and Bound

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6
1	∞	27	43	16	30	26
2	7	∞	16	1	30	25
3	20	13	∞	35	5	0
4	21	16	25	∞	18	18
5	12	46	27	48	∞	5
6	23	5	5	9	5	∞

ขั้นตอนที่ 1 เลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละแถวก่อน แล้วลบค่านี้ออกจากแต่ละแถว แสดงในตารางที่ 15 จากนั้นเลือกค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในแต่ละหลักแล้วลบค่านี้ออกจากแต่ละหลัก แสดงในตารางที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละแถว จากขั้นตอนที่ 1

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	ค่าน้อยสุดในแถว
1	∞	11	27	0	14	10	16
2	6	∞	15	0	29	24	1
3	20	13	∞	35	5	0	0
4	5	0	9	∞	2	2	16
5	7	41	22	43	∞	0	5
6	18	0	0	4	0	∞	5
ค่าน้อยสุดในหลัก							รวม = 43

ตารางที่ 16 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก จากขั้นตอนที่ 1

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	ค่าน้อยสุดในแถว
1	∞	11	27	0	14	10	0
2	1	∞	15	0	29	24	0
3	15	13	∞	35	5	0	0
4	0	0	9	∞	2	2	0
5	2	41	22	43	∞	0	0
6	13	0	0	4	0	∞	0
ค่าน้อยสุดในหลัก	5	0	0	0	0	0	รวม = 5

ดังนั้น ค่า h = 43 + 5 = $w(x)$ จากนั้นคำนวณหาค่า Secondary Penalty ดังตัวอย่างต่อไปนี้ ที่ (1, 4) มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0 โดยที่แถวที่ 1 มีค่าใช้จ่ายจัดไปคือ 10, หลักที่ 4 มีค่าใช้จ่ายถัดไปคือ 0 ดังนั้นค่า Penalty = 10 + 0 = 10 สรุปค่า Penalty ของเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายมีดังนี้คือ

ที่ (1, 4) ค่า Penalty เท่ากับ 10

ที่ (2, 4) ค่า Penalty เท่ากับ 1

ที่ (3, 6) ค่า Penalty เท่ากับ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ (4, 1) ค่า Penalty เท่ากับ 1

ที่ (4, 2) ค่า Penalty เท่ากับ 0

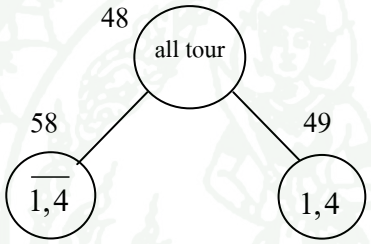
ที่ (5, 6) ค่า Penalty เท่ากับ 2

ที่ (6, 2) ค่า Penalty เท่ากับ 0

ที่ (6, 3) ค่า Penalty เท่ากับ 9

ที่ (6, 5) ค่า Penalty เท่ากับ 2

จะเห็นว่าที่ (1, 4) มีค่า Penalty มากสุดคือ 10 ดังนั้น (1, 4) จะเป็นเส้นทางแรกที่ถูกแตกกิ่ง ค่าใช้จ่ายของ (4, 1) จึงเท่ากับ ∞ (เพื่อไม่ให้เกิด Sub tour) โดยการแตกกิ่ง แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (1-4)

สามารถคำนวณหาค่า $w(\overline{1,4})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{1,4}) = w(x) + \theta(1,4) = 48 + 10 = 58$ จากนั้นลบแถวที่ 1 หลักที่ 4 ออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายเดิม โดยสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตาราง ที่ 17

ตารางที่ 17 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 1 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 1

จาก\ถึง	1	2	3	5	6
2	1	∞	15	29	24
3	15	13	∞	5	0
4	∞	0	9	2	2
5	2	41	22	∞	0
6	13	0	0	0	∞

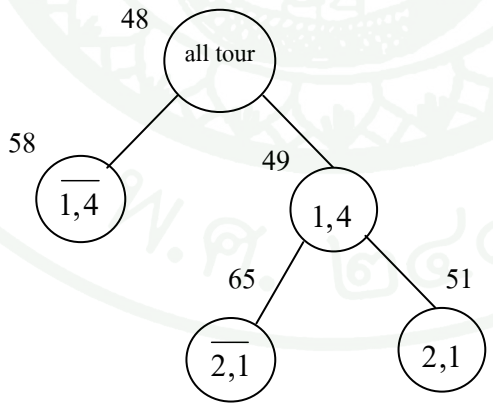
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแถวและหลัก เพื่อหักออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในตารางที่ 17 เพื่อสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัดแถวที่ 1 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 1

จาก\ถึง	1	2	3	5	6	ค่าน้อยที่สุดในแถว
2	0	∞	14	28	23	1
3	15	13	∞	5	0	0
4	∞	0	9	2	2	0
5	2	41	22	∞	0	0
6	13	0	0	0	∞	0
ค่าน้อยที่สุดในหลัก	0	0	0	0	0	รวม = 1

ดังนั้น h = 1, $w(y) = 48 + 1 = 49$ ค่า $z_0 = 49$ ขั้นตอนที่ 2 จากตารางที่ 18 ทำการหาค่า Secondary Penalty ที่ตำแหน่งที่มีค่าใช้จ่ายเท่ากับศูนย์ มีค่าเท่ากับ 16 ที่ (2,1) ดังนั้น (2,1) และ $\overline{2,1}$ จะเป็นเส้นทางที่แตกสาขามาจาก (1,4) ต่อไป แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (2-1)

คำนวณหาค่า $w(\overline{2,1})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{2,1}) = w(x) + \theta(2,1) = 49 + 16 = 65$ เนื่องจากในตอนต้นการเดินทางจากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 4 ในขั้นตอนที่ 1 พอมาถึงขั้นตอนที่ 2 เดินทางจากจุดที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาจุดที่ 1 ดังนั้นเส้นทางขณะนี้คือ 2-1-4 ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิด Sub tour จึงกำหนดให้ c(4,2) จึงมีค่าเท่ากับ ∞ จากนั้นจะหา $w(2,1)$ โดยตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 1 ออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายเดิม โดยสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 1 จากขั้นตอนที่ 2

จาก\ถึง	2	3	5	6
3	13	∞	5	0
4	∞	9	2	2
5	41	22	∞	0
6	0	0	0	∞

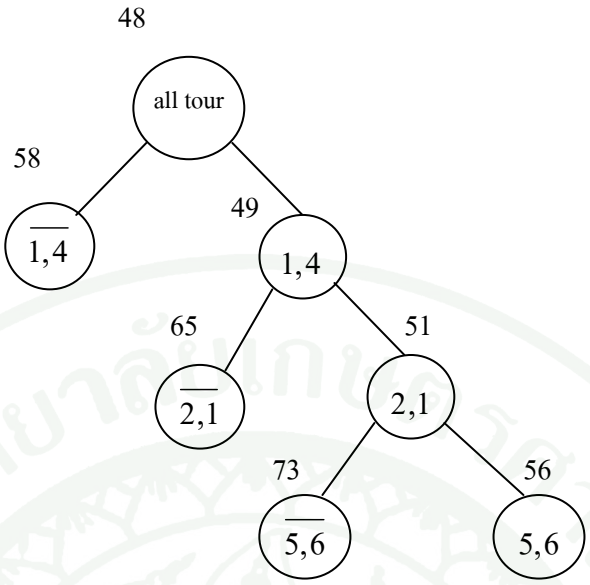
ทำการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแถวและหลัก เพื่อหักออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในตารางที่ 19 เพื่อสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 1 จากขั้นตอนที่ 2

จาก\ถึง	2	3	5	6	ค่าน้อยที่สุดในแถว
3	13	∞	5	0	0
4	∞	7	0	0	2
5	41	22	∞	0	0
6	0	0	0	∞	0
ค่าน้อยที่สุดในหลัก	0	0	0	0	รวม = 2

ดังนั้น h = 2, $w(y) = 49 + 2 = 51$ ขั้นตอนที่ 3 จากตารางที่ 20 ทำการหาค่า Secondary Penalty ที่ตำแหน่งที่มีค่าใช้จ่ายเท่ากับศูนย์ มีค่าเท่ากับ 22 ที่ (5,6) ดังนั้น (5,6) และ $\overline{5,6}$ จะเป็นเส้นทางที่แตกสาขามาจาก (2,1) ต่อไป แสดงดังภาพที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (5-6)

คำนวณหาค่า $w(\overline{5,6})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{5,6}) = w(x) + \theta(5,6) = 51 + 22 = 73$ เพื่อไม่ให้เกิด Sub tour จึงกำหนดให้ c(6,5) จึงมีค่าเท่ากับ ∞ จากนั้นจะหา $w(5,6)$ โดยตัดแถวที่ 5 และหลักที่ 6 ออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายเดิม โดยสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 5 และหลักที่ 6 จากขั้นตอนที่ 3

จาก\ถึง	2	3	5
3	13	∞	5
4	∞	7	0
6	0	0	∞

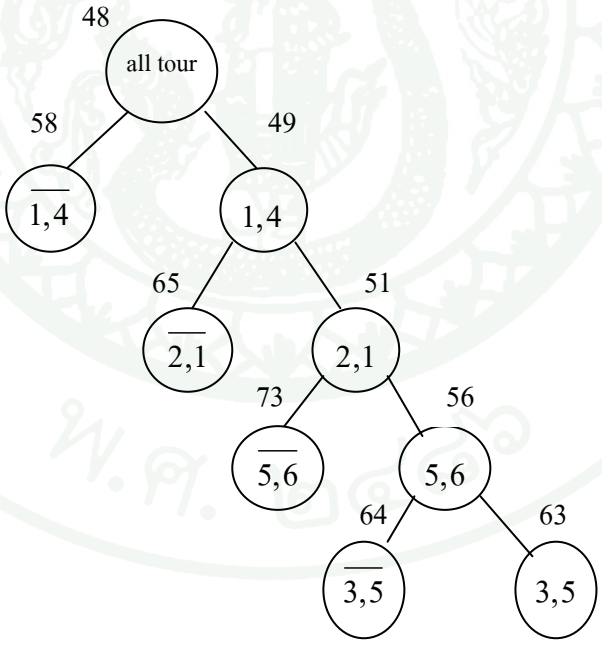
ทำการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแถวและหลัก เพื่อหักออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในตารางที่ 21เพื่อสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 5 และหลักที่ 6 จากขั้นตอนที่ 3

จาก\ถึง	2	3	5	ค่าน้อยที่สุดในแถว
3	8	∞	0	5
4	∞	7	0	0
6	0	0	∞	0
ค่าน้อยที่สุดในหลัก	0	0	0	รวม = 5

ดังนั้น h = 5, $w(y)$ = 51 + 5 = 56 ขั้นตอนที่ 4 จากภาพที่ 7 พบว่าค่าขอบเขตล่างน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 56 ที่ (5,6) ดังนั้นจะแตกสาขาที่ (5,6) ต่อไป จากตารางที่ 22 ที่ (3,5) และ(6,5) มีค่า Penalty เท่ากับ 8 เหมือนกัน ดังนั้น สามารถแตกได้ 2 แบบแต่ในที่นี้เลือกแตกที่ (3,5) และ($\overline{3,5}$) ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (3-5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนวณหาค่า $w(\overline{3,5})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{3,5}) = w(x) + \theta(3,5) = 56 + 8 = 64$ เพื่อไม่ให้เกิด Sub tour จึงกำหนดให้ c(6,3) จึงมีค่าเท่ากับ ∞ จากนั้นจะหา $w(3,5)$ โดยตัดแถวที่ 3 และหลักที่ 5 ออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายเดิม โดยสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ตัดแถวที่ 3 และหลักที่ 5 จากขั้นตอนที่ 4

จาก\ถึง	2	3
4	∞	7
6	0	∞

ทำการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแถวและหลัก เพื่อหักออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในตารางที่ 23 เพื่อสร้างเมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังตัดแถวที่ 3 และหลักที่ 5 จากขั้นตอนที่ 4

จาก\ถึง	2	3	ค่าน้อยที่สุดในแถว
4	∞	0	7
6	0	∞	0
ค่าน้อยที่สุดในหลัก	0	0	รวม = 7

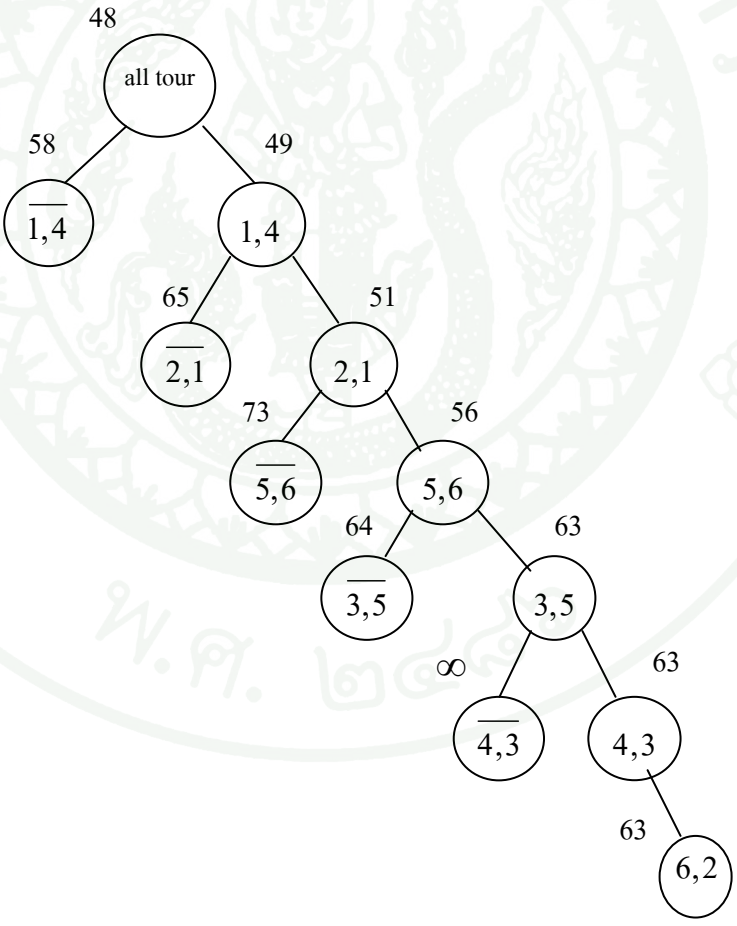
ดังนั้น h = 7, $w(y) = 56 + 7 = 63$ ขั้นตอนที่ 5 จากภาพที่ 9 พบว่าค่าขอบเขตล่างน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 63 ที่ (3,5) ดังนั้นจะแตกสาขาที่ (3,5) ต่อไป จากตารางที่ 24 ที่ (4,3) และ (6,2) มีค่า Penalty เท่ากับ ∞ เหมือนกัน ดังนั้น สามารถแตกได้ 2 แบบแต่ในที่นี้เลือกแตกที่ (4,3) และ$(\overline{4,3})$ ดังภาพที่ 10 จากนั้นทำการตัดแถวที่ 4 และหลักที่ 3 และทำการลดรูป แสดงในตารางที่ 25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลัก หลังตัดแถวที่ 4 และหลักที่ 3 จากขั้นตอนที่ 5

จาก\ถึง	2	ค่าน้อยที่สุดในแถว
6	0	0
ค่าน้อยที่สุดในหลัก	0	รวม = 0

คำนวณหาค่า $w(\overline{4,3})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{4,3}) = 63 + \infty = \infty$ และ $w(4,3) = 63 + 0 = 63$ สุดท้ายจะเหลือ (6,2) จึงทำการแตกต่อไปจนครบ ดังภาพที่ 10 ดังนั้น ค่า c = ค่าใช้จ่ายของเส้นทางที่ดีที่สุด = 63



ภาพที่ 10 ภาพแสดงการแตกกิ่งจากเส้นทางย่อย (4-3) และ(6,2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 ทำการแตกสาขาที่เหลือต่อ จากภาพที่ 10 พบว่าค่าขอบเขตล่างที่น้อยที่มีค่าเท่ากับ 58 ที่ $(\overline{1,4})$ ซึ่งค่าใช้จ่ายยังน้อยกว่า 63 ดังนั้นจะแตกสาขาที่ $(\overline{1,4})$ ต่อไป โดยให้ c(1,4) = ∞ ในตารางที่ 14 จะได้เมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุดที่ $(\overline{1,4})$ จากขั้นตอนที่ 6

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6
1	∞	11	27	∞	14	10
2	1	∞	15	0	29	24
3	15	13	∞	35	5	0
4	0	0	9	∞	2	2
5	2	41	22	43	∞	0
6	13	0	0	4	0	∞

จากนั้น ทำการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละแถวและหลัก เพื่อหักออกจากเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายในตารางที่ 26 เพื่อให้ได้เมตริกซ์ใหม่ แสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากขั้นตอนที่ 6

จาก\ถึง	1	2	3	4	5	6	ค่าน้อยสุดในแถว
1	∞	1	17	∞	4	0	10
2	1	∞	15	0	29	24	0
3	15	13	∞	35	5	0	0
4	0	0	9	∞	2	2	0
5	2	41	22	43	∞	0	0
6	13	0	0	4	0	∞	0
ค่าน้อยสุดในหลัก	0	0	0	0	0	0	รวม = 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 27 หาค่า Secondary Penalty ได้ที่ (6,3) มีค่า Penalty เท่ากับ 9 ดังนั้นแตกเส้นทางออกจาก $(\overline{1,4})$ เป็นเส้นทางย่อยที่ (6,3) และ $(\overline{6,3})$ ดังภาพที่ 11 จากนั้นคำนวณหาค่า $w(\overline{6,3})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{6,3}) = w(x) + \theta(6,3) = 58 + 9 = 67$ ตอนนี้เส้นทางคือ 6-3 ดังนั้น c(3,6) =∞ จะหาค่า w(6,3) และทำการตัดแถวที่ 6 และหลักที่ 3 ออกจากตารางที่ 27 และทำการลดรูป แสดงในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัด แถวที่ 6 และหลักที่ 3 จากขั้นตอนที่ 6

จาก\ถึง	1	2	4	5	6	ค่าน้อยสุดในแถว
1	∞	1	∞	4	0	0
2	1	∞	0	29	24	0
3	10	8	30	0	∞	5
4	0	0	∞	2	2	0
5	2	41	43	∞	0	0
ค่าน้อยสุดในหลัก	0	0	0	0	0	รวม = 5

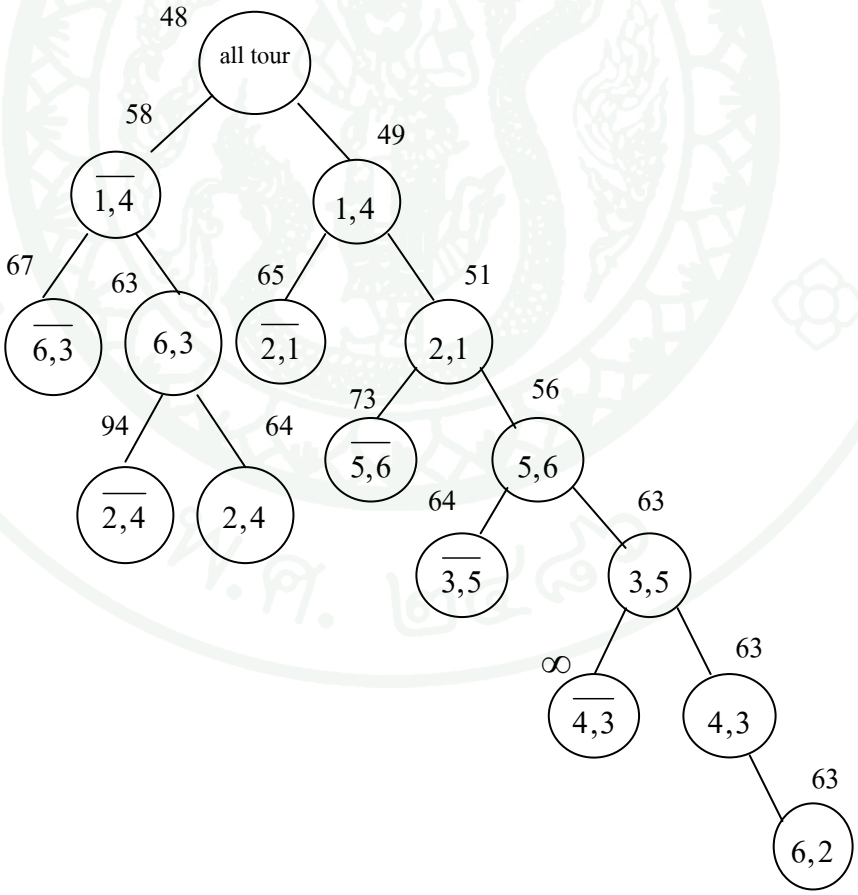
ดังนั้น $h = 5, w(y) = 58 + 5 = 63$ ขั้นตอนที่ 7 จากตารางที่ 28 ทำการหาค่า Secondary Penalty ที่ตำแหน่งที่มีค่าใช้จ่ายเท่ากับศูนย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 31 ที่ (2,4) ดังนั้น $(2,4)$ และ $(\overline{2,4})$ จะเป็นเส้นทางที่แตกสาขามาจาก (6,3) ต่อไป จากนั้นคำนวณหาค่า $w(\overline{2,4})$ ได้ดังนี้ $w(\overline{2,4}) = w(x) + \theta(2,4) = 63 + 31 = 94$ ตอนนี้เส้นทางคือ 2-4 ดังนั้น c(4,2) = ∞ จะหาค่า w(2,4) และทำการตัดแถวที่ 2 และหลักที่ 4 ออกจากตารางที่ 28 และทำการลดรูป แสดงในตารางที่ 29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างจุด ที่ลบค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักหลังจากตัด แถวที่ 2 และหลักที่ 4 จากขั้นตอนที่ 7

จาก\ถึง	1	2	5	6	ค่าน้อยสุดในแถว
1	∞	0	4	0	0
3	10	7	0	∞	0
4	0	∞	2	2	0
5	2	40	∞	0	0
ค่าน้อยสุดในหลัก	0	1	0	0	รวม = 1

ดังนั้น $h = 1, w(y) = 63 + 1 = 64$



ภาพที่ 11 ภาพแสดงผลลัพธ์ของการแตกกิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาเส้นทางที่แตกสาขามาจาก (6,3) มีค่าขอบเขตล่างเกิน 63 จึงหยุดการหาเส้นทาง ดังนั้นค่าขอบเขตล่างต่ำสุดที่มีคือ 63 ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 63 ที่มีเส้นย่อยคือ (1,4) (2,1) (5,6) (3,5) (4,3) (6,2) สรุปเส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุดคือ 1 – 4 – 3 – 5 – 6 – 2 – 1 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากับ 63 หน่วย

โครงสร้างและกระบวนการทำงานของโปรแกรม

ในงานขั้นต่อไปเป็นการออกแบบโปรแกรมสำหรับการจัดเส้นทางให้สอดคล้องกับแนวคิดในการวิเคราะห์เส้นทางที่ได้นำเสนอ โดยการพัฒนาโปรแกรม Delphi 7 ซึ่งการศึกษานี้ได้แบ่งการออกแบบโปรแกรมเป็นส่วนๆ ดังนี้

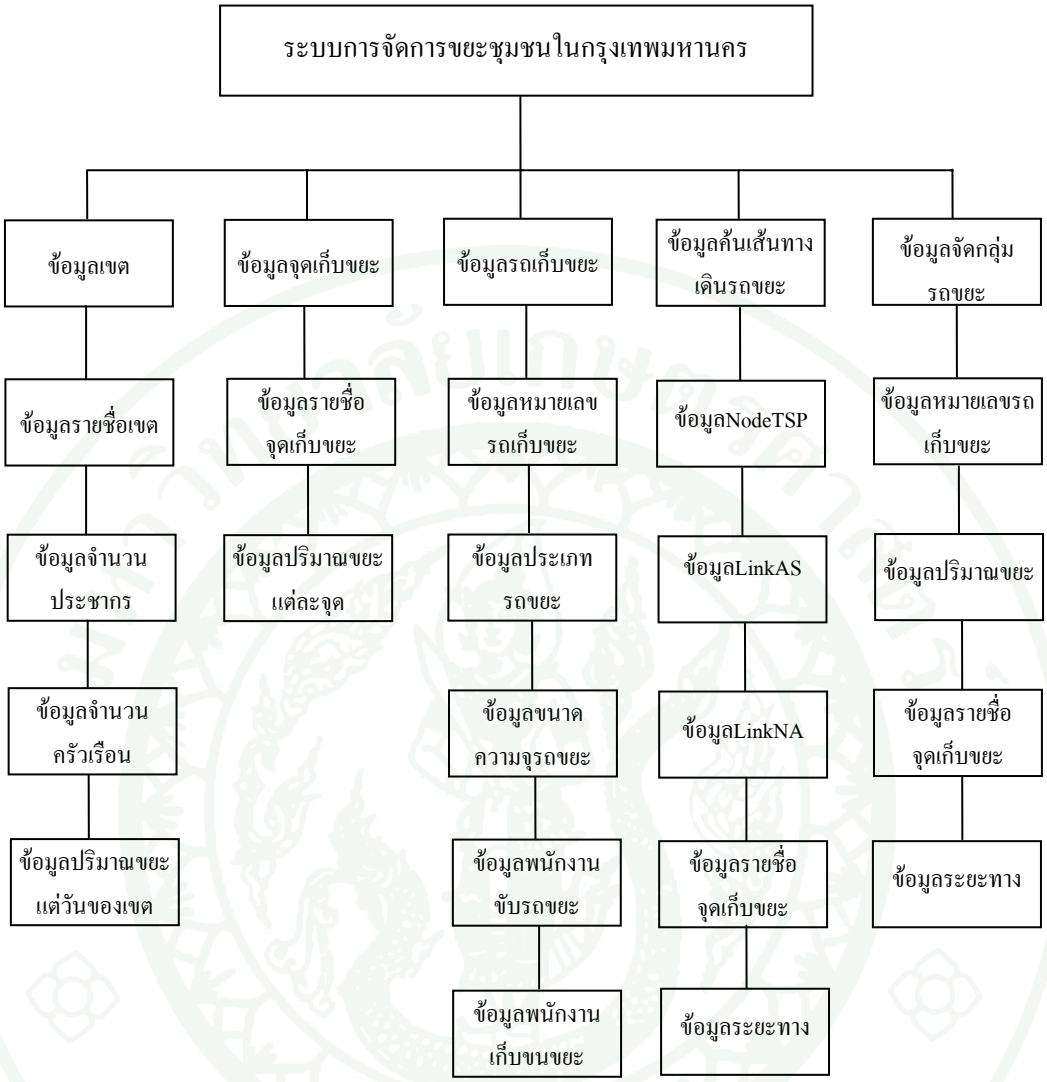
1. โครงสร้างฐานข้อมูล

ในโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยข้อมูลของงานมากมาย ดังนั้นการจัดโครงสร้างฐานข้อมูลของงานให้เหมาะสมจะทำให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด ฐานข้อมูลต้องออกแบบให้สามารถเก็บข้อมูลที่สำคัญของงานได้ทั้งหมดและจัดให้มีการเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ง่ายต่อการแก้ไขปรับปรุงและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การจัดโครงสร้างของข้อมูลภายในฐานข้อมูลโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย ข้อมูลเขต ข้อมูลจุดรวบรวมขยะ ข้อมูลรถเก็บขยะ ข้อมูลจัดกลุ่มรถขยะ และข้อมูลค้นหาเส้นทาง ดังแสดงในภาพที่ 14

โครงสร้างฐานข้อมูลดังภาพที่ 14 ประกอบด้วยข้อมูลของส่วนนำเข้าและผลลัพธ์ของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ดังนั้นเพื่อความเข้าใจถึงส่วนต่างๆของข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ที่มีความสัมพันธ์กัน จึงใช้ Entity Relationship Model (ER Model) แสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้างข้อมูล ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการออกแบบฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 15

ในงานวิจัยนี้ ข้อมูลต่างๆ ที่ออกแบบใน ER Diagram ถูกสร้างเป็นตารางฐานข้อมูลที่เอาไว้สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2005 Express Edition เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ซึ่งแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 แฟ้มข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 แสดงข้อมูลตารางทั้งหมดที่มีอยู่ในโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

ลำดับที่	ชื่อแฟ้มข้อมูล	รายละเอียด
1	Zone	เก็บข้อมูลรายละเอียดของเขต
2	WCollect	เก็บข้อมูลจุดเก็บขนขยะ
3	Truck	เก็บข้อมูลรถเก็บขนขยะ
4	TypeTK	เก็บข้อมูลประเภทรถเก็บขนขยะ
5	TruckSC	เก็บข้อมูลตารางจัดการเดินทางของรถเก็บขยะ
6	DtstMatrix	เก็บข้อมูลระยะทางระหว่างจุดเก็บขนขยะ
7	NodeTSP	เก็บข้อมูลการคำนวณเส้นทางเดินรถขยะ
8	LinkAS	เก็บข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ถูกกำหนด
9	LinkNA	เก็บข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ไม่กำหนด
10	DistMatrixT	เก็บข้อมูลระยะทางของรถเก็บขนขยะ
11	TruckRoute	เก็บข้อมูลเส้นทางของรถเก็บขนขยะ

โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 โครงสร้างตารางข้อมูลเขต

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	ZoneNo	Char	5	*	รหัสเขต
2	ZoneName	Char	50		ชื่อเขต
3	Family	Int			จำนวนครัวเรือน
4	Population	Int			จำนวนประชากร
5	QtyWaste	Smallint			ปริมาณขยะที่เก็บได้
6	QtyTruck	Smallint			ปริมาณขยะที่รถเก็บได้
7	Capacity	Real			ปริมาณบรรทุกของรถขยะ
8	PCUsed	Real			%การบรรทุกของรถขยะ
9	TourDistance	Int			ระยะทางที่รถเก็บขยะวิ่ง

ตารางที่ 32 โครงสร้างตารางข้อมูลจุดเก็บขยะมูลฝอย

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	WCCode	Char	5	*	รหัสจุดเก็บขยะ
2	WCName	Char	70		ชื่อจุดเก็บขยะ
3	WCRef	Char	3		รหัสจุดอ้างอิง
4	ZoneNo	Char	5		รหัสเขต
5	TruckNo	Char	6		รหัสรถเก็บขยะ
6	QtyWaste	Real			ปริมาณขยะแต่ละจุดเก็บขยะ
7	Distance	Int			ระยะทางระหว่างจุดเก็บขยะ
8	TimeCL2	Smallint			เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 โครงสร้างตารางข้อมูลรถเก็บขนขยะมูลฝอย

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	TruckNo	Char	6	*	รหัสรถเก็บขยะ
2	ZoneNo	Char	5		รหัสเขต
3	TruckLC	Char	10		หมายเลขรถเก็บขยะ
4	TruckType	Char	20		ประเภทรถเก็บขยะ
5	Capacity	Real			ขนาดรถเก็บขยะ
6	QtyAC	Real			ปริมาณที่รถขยะเก็บขยะได้
7	PCUsed	Float			%การบรรทุกของรถเก็บขยะ
8	NumTruck	Smallint			จำนวนรถเก็บขยะ
9	StatusAS	Char			สถานะของรถเก็บขยะ

ตารางที่ 34 โครงสร้างตารางข้อมูลประเภทรถเก็บขนขยะมูลฝอย

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	TKType	Char	2	*	รหัสประเภทรถเก็บขยะ
2	TKName	Char	40		ชื่อประเภทรถเก็บขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 35 โครงสร้างตารางข้อมูลตารางรถเก็บขนขยะมูลฝอย

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	TruckNo	Char	5	*	รหัสรถเก็บขยะ
2	WCCode	Char	6		รหัสจุดเก็บขยะ
3	QtyPL	Smallint			ปริมาณขยะที่วางแผนเก็บ
4	QtyAC	Smallint			ปริมาณขยะที่เก็บได้จริง
5	ZoneNo	Char	5		รหัสเขต
6	WCName	Char	50		ชื่อจุดเก็บขยะ
7	Capcity	Real			ขนาดรถเก็บขยะ

ตารางที่ 36 โครงสร้างตารางข้อมูลระยะทางระหว่างจุดเก็บขยะ

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	WCForm	Char	7	*	จุดเก็บขยะเริ่มต้น
2	WCTo	Char	7	*	จุดเก็บขยะปลายทาง
3	WCRef	Char	3		จุดอ้างอิงจุดเก็บขยะ
4	Distance	Int			ระยะทางระหว่างจุดเก็บขยะ
5	TimeCL1	Smallint			เวลาที่ใช้ในการเดินทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 37 โครงสร้างตารางข้อมูลการคำนวณเส้นทางเดินรถขยะ

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	NodeNo	Char	3	*	รหัสจุดคำนวณ
2	NodeMain	Char	3		รหัสจุดคำนวณหลัก
3	ZL	Int			ค่าขอบเขตล่าง
4	ZU	Int			ค่าขอบเขตบน
5	NodeFR	Smallint			จุดเริ่มต้น
6	NodeTo	Smaillint			จุดปลาย
7	StatusNode	Char	1		สถานะจุดคำนวณ

ตารางที่ 38 โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ถูกกำหนด

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	NodeNo	Char	5	*	รหัสจุดคำนวณ
2	LinkNo	Char	3	*	รหัสจุดเชื่อม
3	ZL	Int			ค่าขอบเขตล่าง
4	ZLMin	Int			ค่าขอบเขตล่างน้อยสุด
5	NodeFR	Smallint			จุดเริ่มต้น
6	NodeTo	Smaillint			จุดปลาย
7	StatusLink	Char	1		สถานะจุดเชื่อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 39 โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเชื่อมที่ไม่ถูกกำหนด

No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	NodeNo	Char	5	*	รหัสจุดคำนวณ
2	LinkNo	Char	3	*	รหัสจุดเชื่อม
3	ZL	Int			ค่าขอบเขตล่าง
4	NodeFR	Smallint			จุดเริ่มต้น
5	NodeTo	Smaillint			จุดปลาย

ตารางที่ 40 โครงสร้างตารางข้อมูลระยะทางของรถเก็บขนขยะ

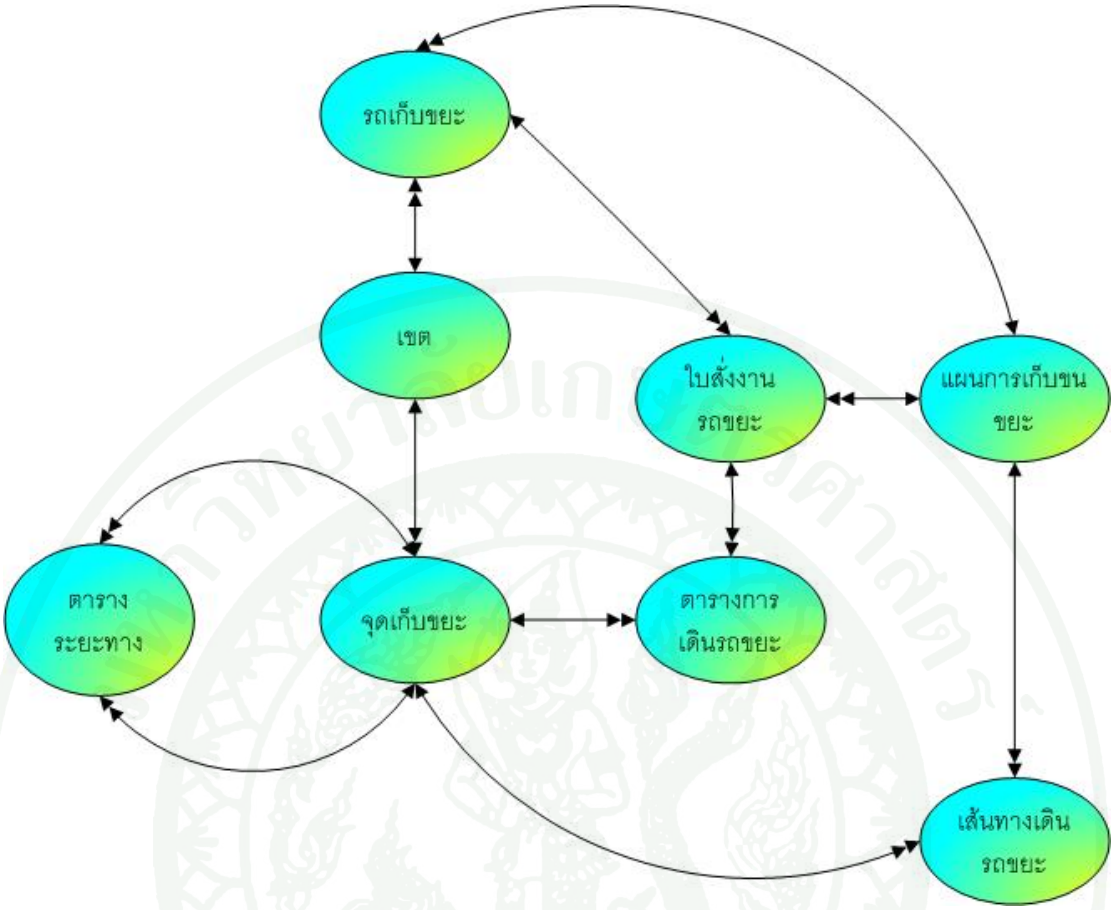
No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	WCFR	Char	2	*	จุดเริ่มต้นของรถเก็บขนขยะ
2	WCTo	Char	2	*	จุดปลายทางของรถเก็บขนขยะ
3	Distance	Int			ระยะทางที่รถเก็บขนขยะวิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 41 โครงสร้างตารางข้อมูลเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ

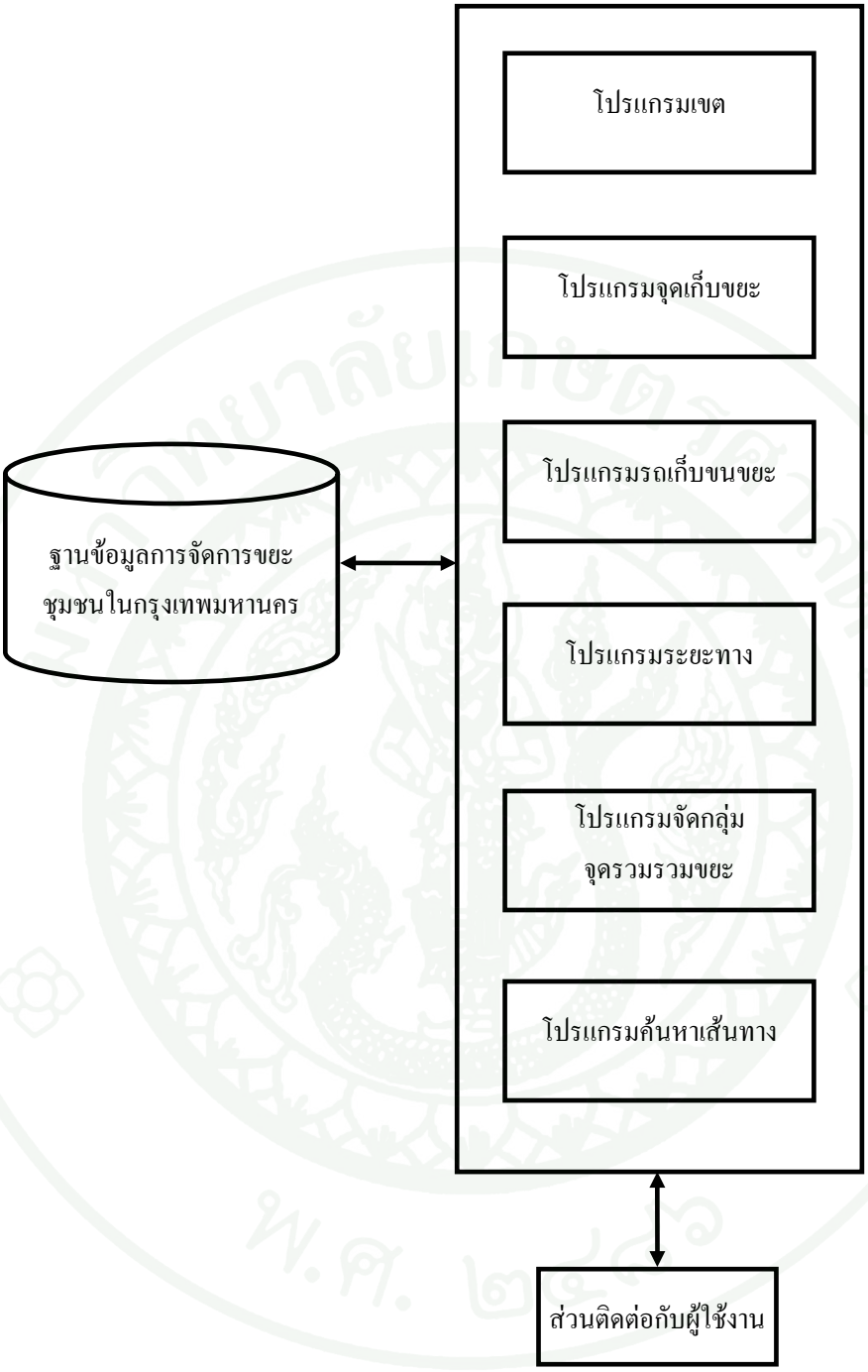
No	Field Name	Data Type	Field Size	Primary Key	Description
1	TruckNo	Char	5	*	รหัสรถเก็บขยะ
2	RunNo	Char	2	*	ลำดับที่
3	WCFR	Char	3		จุดเริ่มต้นของรถเก็บขนขยะ
4	WCTo	Char	3		จุดปลายทางของรถเก็บขนขยะ
5	WCName	Char	70		ชื่อจุดเก็บขยะ
6	Distance	Int			ระยะทางที่รถเก็บขนขยะวิ่ง
7	QtyWaste	Real			ปริมาณขยะแต่ละจุดเก็บขยะ
8	TimeCL	Smallint			เวลารวมที่ใช้ดำเนินการ
9	TimeCL1	Smallint			เวลาที่ใช้ในการเดินทาง
10	TimeCL2	Smallint			เวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 แบบจำลองฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 โครงสร้างแสดงส่วนประกอบของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การทำงานของโปรแกรม

จากการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยสามารถกำหนดโครงสร้างของโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมหลักดังนี้

2.1 โปรแกรมเขต ทำหน้าที่จัดการและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเขต ข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรมเขต มีดังนี้ รหัสเขต รายชื่อเขต จำนวนประชากร จำนวนบ้านเรือน และปริมาณขยะ

2.2 โปรแกรมจุดรวบรวมขยะ ทำหน้าที่จัดการและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจุดรวบรวมขยะ ข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรมจุดรวบรวมขยะ มีดังนี้ รหัสจุดรวบรวมขยะ รายชื่อจุดรวบรวมขยะ รหัสเขต ปริมาณขยะแต่ละจุดรวบรวมขยะ และเวลาในการเก็บขนขยะ

2.3 โปรแกรมรถเก็บขนขยะ ทำหน้าที่จัดการและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรถเก็บขยะ ข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรมรถเก็บขนขยะ มีดังนี้ รหัสรถเก็บขนขยะ หมายเลขทะเบียนรถเก็บขยะ รหัสเขต ความจุของรถเก็บขนขยะ และประเภทรถเก็บขนขยะ

2.4 โปรแกรมระยะทาง ทำหน้าที่จัดการและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระยะทางระหว่างจุดรวบรวมขยะ ข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรมระยะทาง มีดังนี้ รหัสจุดเริ่มต้น รหัสจุดถัดไป รหัสจุดอ้างอิง ระยะทางที่เกิดขึ้น และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถเก็บขนขยะ

2.5 โปรแกรมจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะ ทำหน้าที่คำนวณการจัดกลุ่มจุดรวมรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ ซึ่งเป็นการแบ่งพื้นที่การเก็บขนขยะให้กับรถเก็บขนขยะแต่ละคัน

2.6 โปรแกรมค้นหาเส้นทาง ทำหน้าที่คำนวณลำดับเส้นทางการวิ่งของรถเก็บขนขยะแต่ละคันว่าต้องวิ่งไปยังจุดรวบรวมขยะลำดับใดก่อนหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การทำงานของโปรแกรมหลัก

การทำงานของโปรแกรมหลักมีโปรแกรมย่อยทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

3.1 โปรแกรมข้อมูลเขต มีหน้าที่การทำงานคือ

3.1.1 ส่วนของการบันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูล มีหน้าที่บันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเขตในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของเขตในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย รายชื่อเขต รหัสเขต จำนวนบ้านเรือนของแต่ละเขต จำนวนประชากร และปริมาณขยะที่เก็บได้

3.1.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลเขตในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย การรายงาน รายชื่อเขต รหัสเขต จำนวนบ้านเรือนของแต่ละเขต จำนวนประชากร และปริมาณขยะที่เก็บได้

3.2 โปรแกรมข้อมูลจุดรวบรวมขยะ มีหน้าที่การทำงานคือ

3.2.1 ส่วนของการบันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูล มีหน้าที่บันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับจุดรวบรวมขยะ ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของจุดรวบรวมขยะ ประกอบด้วย รายชื่อจุดรวบรวมขยะ รหัสจุดรวบรวมขยะ รหัสเขต และปริมาณขยะ

3.2.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลจุดรวบรวมขยะ ประกอบด้วยการรายงาน รายชื่อจุดรวบรวมขยะ รหัสจุดรวบรวมขยะ รหัสเขต ปริมาณขยะ และเวลาในการเก็บขนขยะ

3.3 โปรแกรมข้อมูลรถเก็บขยะ มีหน้าที่การทำงานคือ

3.3.1 ส่วนของการบันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูล มีหน้าที่บันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับรถเก็บขยะ ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของรถเก็บขยะ ประกอบด้วย เลขทะเบียนรถ รหัสรถเก็บขยะ ขนาดรถเก็บขยะ และประเภทรถเก็บขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลรถเก็บขยะ ประกอบด้วยการรายงานรหัสรถเก็บขยะ เลขทะเบียนรถ รหัสเขต ความจุของรถเก็บขยะ และประเภทรถเก็บขยะ

3.4 โปรแกรมข้อมูลระยะทาง มีหน้าที่การทำงานคือ

3.4.1 ส่วนของการบันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูล มีหน้าที่บันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของระยะทางระหว่างจุดรวบรวมขยะประกอบด้วย รหัสจุดเริ่มต้น รหัสจุดถัดไป รหัสจุดอ้างอิง ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถเก็บขนขยะ

3.4.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลระยะทาง ประกอบด้วยการรายงานรหัสจุดเริ่มต้น รหัสจุดถัดไป รหัสจุดอ้างอิง ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถเก็บขนขยะ

3.5 โปรแกรมข้อมูลการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะ มีหน้าที่การทำงานคือ

3.5.1 คำนวณการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะ มอบหมายให้รถเก็บขนขยะแต่ละคันต้องไปจุดรวบรวมขยะที่ใดบ้าง และปริมาณขยะที่เก็บขนต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะ

3.5.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลการจัดกลุ่มรถเก็บขยะ ประกอบด้วยการรายงาน รหัสเขต รหัสรถเก็บขยะ เลขทะเบียนรถ ขนาดรถเก็บขยะ ประเภทรถเก็บขยะ ปริมาณขยะที่เก็บได้ และเปอร์เซ็นต์การบรรทุกของรถเก็บขยะ

3.6. โปรแกรมข้อมูลการค้นหาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ มีหน้าที่การทำงานคือ

3.6.1 คำนวณเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะ โดยที่โปรแกรมจะคำนวณระยะทางที่สั้นสุดของจุดรวบรวมขยะที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องเดินทางไปเก็บขนขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6.2 ส่วนของการรายงานผลของระบบข้อมูลการค้นหาเส้นทางเดินรถเก็บขยะ ประกอบด้วยการรายงาน รหัสจุดรวบรวมขยะ รหัสจุดอ้างอิง ชื่อจุดรวบรวบขยะ เวลาที่ทำการเก็บขนขยะ จำนวนปริมาณขยะที่ต้องเก็บขน รหัสจุดหมายถัดไป ระยะทางระหว่างจุดรวบรวมขยะ

4. การติดตั้งโปรแกรม

โปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมเดลไฟล์ ซึ่งมีรายละเอียดของการติดตั้งต้องใช้ส่วนประกอบ คือ

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบประมวลผล 1.8 GHz. RAM 512 MB - 1 GB

4.2 ระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional Service Pack 2

4.3 พื้นที่วางสำหรับใช้งานมากกว่า 100 MB

4.4 โปรแกรม Microsoft SQL Server 2005 Express Edition สำหรับการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

4.5 การ์ดแสดงผลทางจอภาพที่มีความละเอียดมากกว่า 256 สี

4.6 ซีดีรอมไดร์ฟ (CD-ROM Dive)

5. การใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร มีขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้

5.1 การนำเข้าข้อมูล (Input) คือ

5.1.1 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเขต
5.1.2 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับจุดเก็บขยะ
5.1.3 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับรถเก็บขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.4 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณขยะ

5.1.5 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับระยะทางการเก็บขยะ

5.1.6 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเวลาดำเนินการเก็บขนขยะ

5.2 กระบวนการวางแผนงาน (Calculation) คือ

5.2.1 คำนวณการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

5.2.2 คำนวณการค้นหาเส้นทางเดินรถขยะ

5.3 การแสดงผลข้อมูล (Output) คือ

5.3.1 รายงานจุดรวบรวมขยะ

5.3.2 รายงานรถเก็บขนประจำเขต

5.3.3 รายงานเส้นทางเดินรถเก็บขยะแต่ละคัน

6. การทำงานของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

การใช้งานโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร เมื่อผู้ใช้งานต้องการเรียกโปรแกรมขึ้นสามารถทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่ไอคอนโปรแกรมจากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยปรากฏหน้าจอดังภาพที่ 15

ภาพที่ 15 แสดงหน้าจอไอคอนก่อนเข้าสู่โปรแกรม

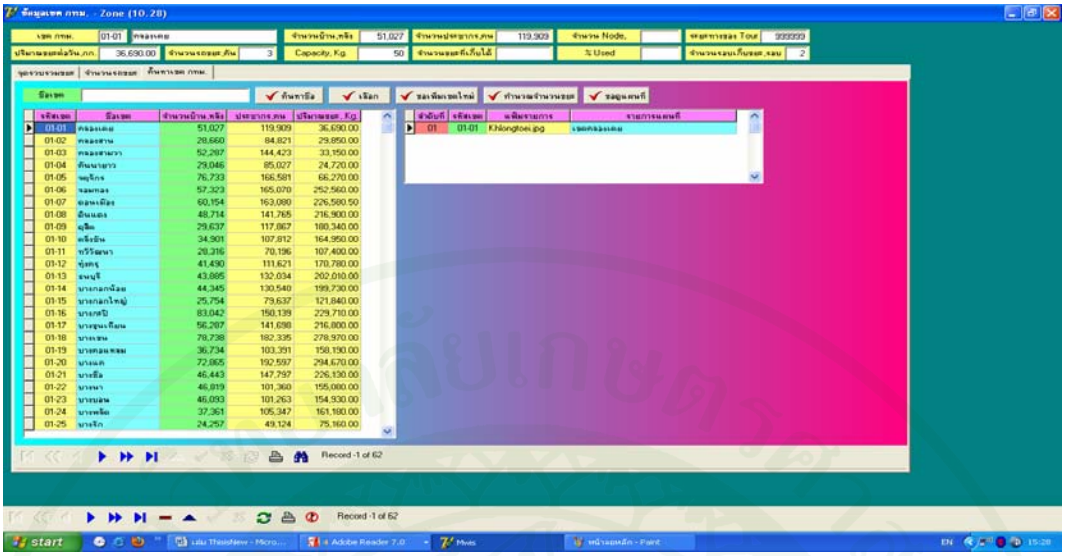
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อผู้ใช้งานเข้ามายังระบบฐานข้อมูลแล้วจะปรากฏหน้าจอโปรแกรมดังภาพที่ 16 หน้าจอหลักแสดงรายละเอียดหัวข้อของระบบใช้งานต่าง ๆของโปรแกรม ดังนี้ หน้าจอเขต หน้าจอรถเก็บขยะ หน้าจอจุดเก็บขยะ

ภาพที่ 16 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรม

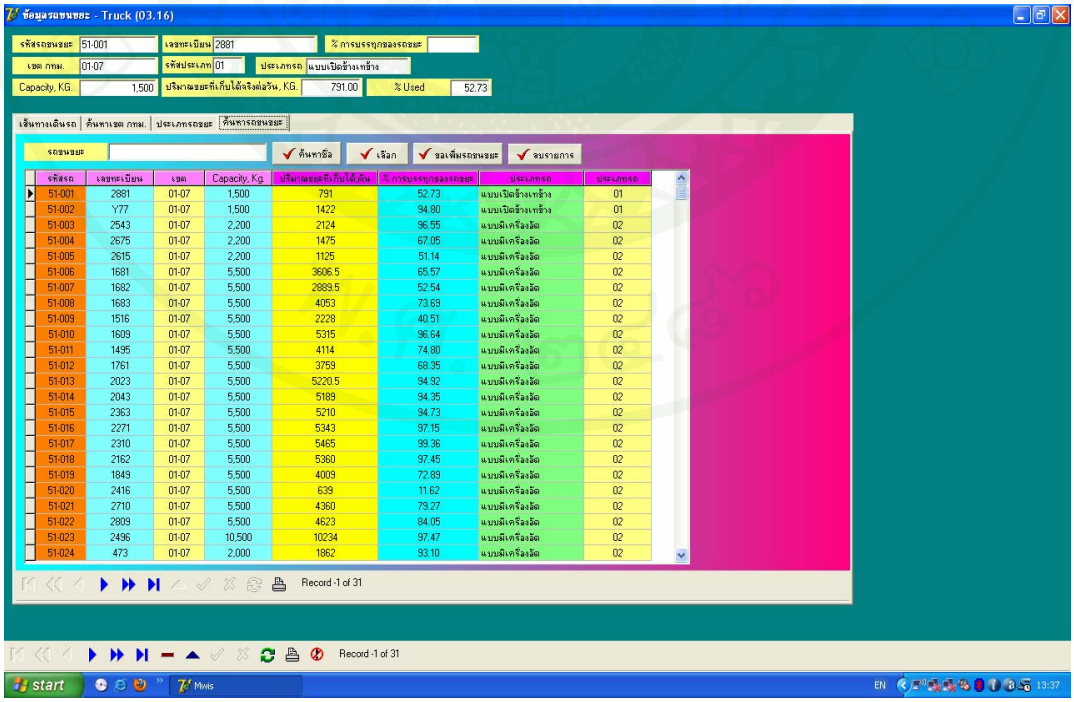
รายละเอียดของหน้าจอเขต คือ รายชื่อเขต จำนวนบ้านเรือน ประชากร ปริมาณขยะ ซึ่งสามารถทำการค้นหา แก้ไข ลบ และขอเพิ่มเขตใหม่ได้ตามการใช้งาน ดังภาพที่ 17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 แสดงหน้าจอรายละเอียดเขต

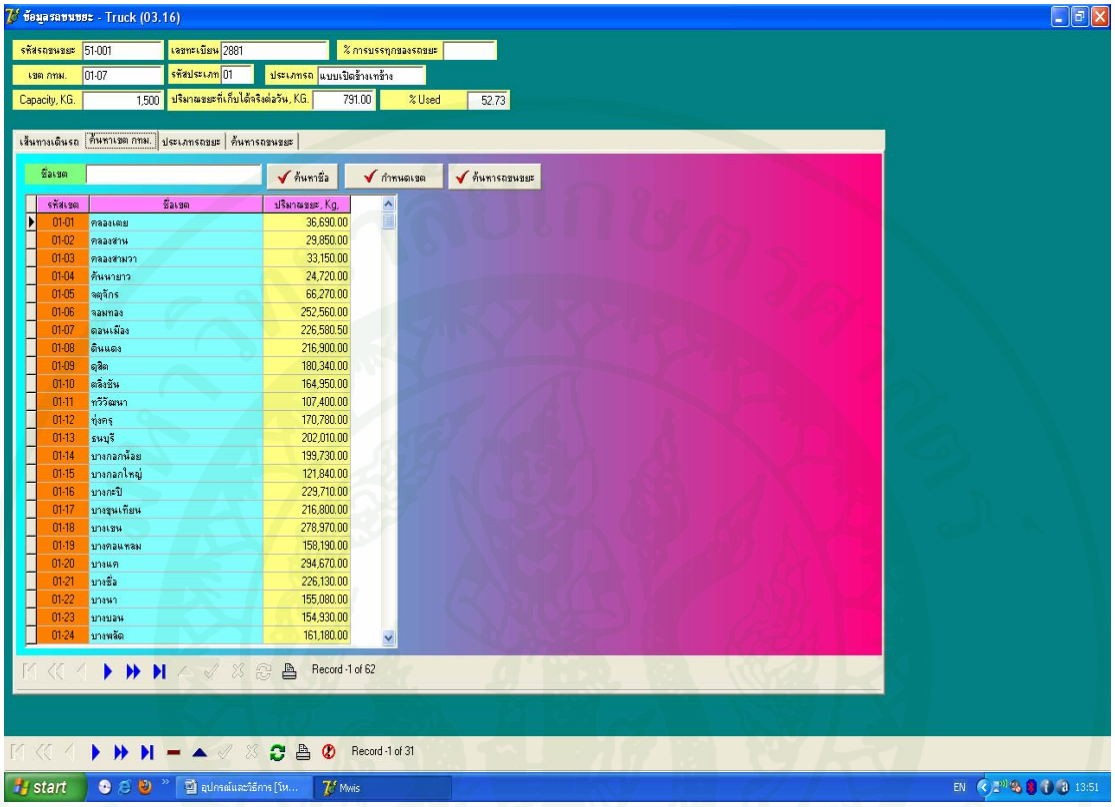
รายละเอียดของหน้าจอรถเก็บขยะ คือ รหัสรถเก็บขนขยะ หมายเลขทะเบียนรถเก็บขยะ ความจุของรถเก็บขยะ ประเภทรถเก็บขยะ ซึ่งสามารถทำการค้นหา แก้ไข ลบ และขอเพิ่มรถเก็บขยะใหม่ได้ตามการใช้งาน ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

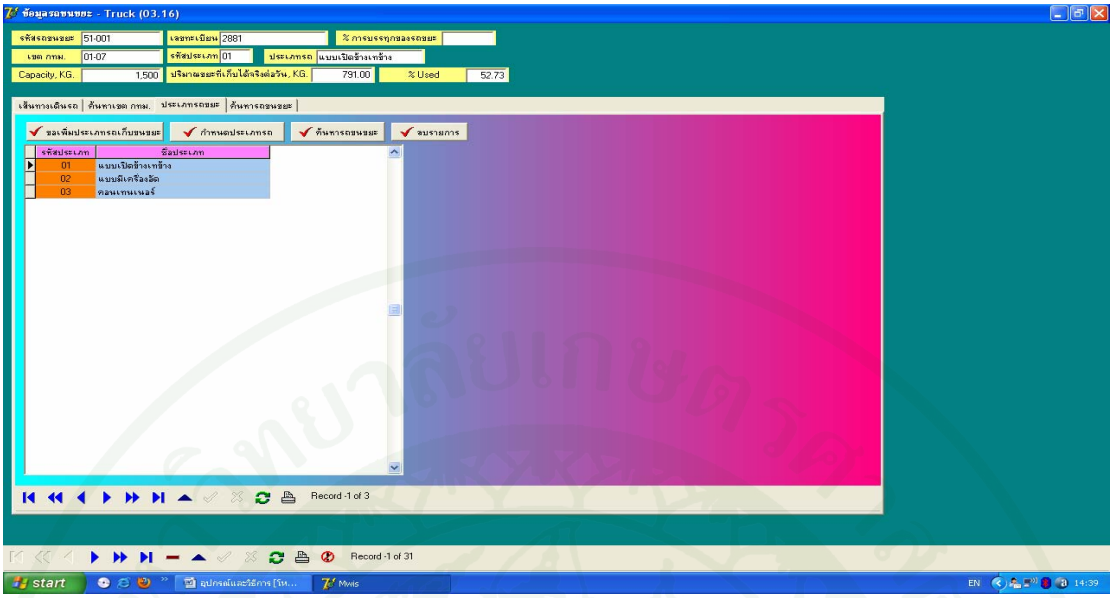
หน้าจอรถเก็บขยะสามารถทำการกำหนดเขตโดยการเลือกจากหน้าจอค้นหาเขตทำการกำหนดเขตได้อัตโนมัติ และสามารถค้นหาแต่ละเขตมีรถกี่คัน ประเภทไหนบ้าง ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะในส่วนการกำหนดเขต

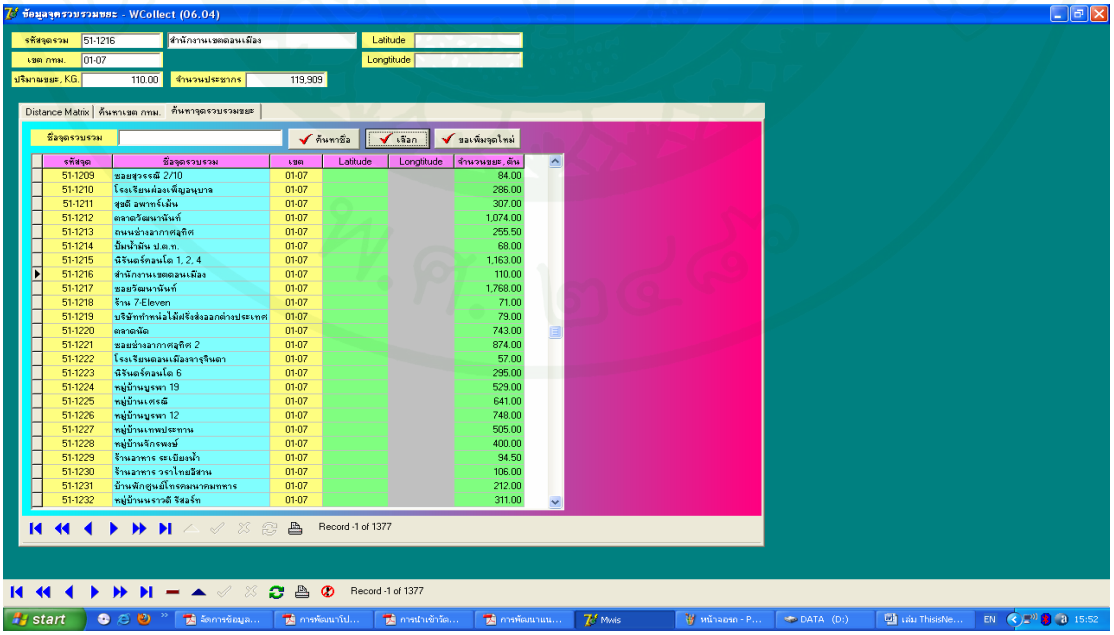
หน้าจอเขตในส่วนประเภทรถเก็บขยะ สามารถเลือกกำหนดประเภทรถเก็บขยะได้อัตโนมัติ เพิ่มหรือลบประเภทรถเก็บขยะ และทำการค้นหาว่ารถแต่ละประเภทมีจำนวนรถกี่คัน ดังภาพที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 แสดงหน้าจอรายละเอียดรถเก็บขยะในส่วนการกำหนดประเภทรถเก็บขยะ

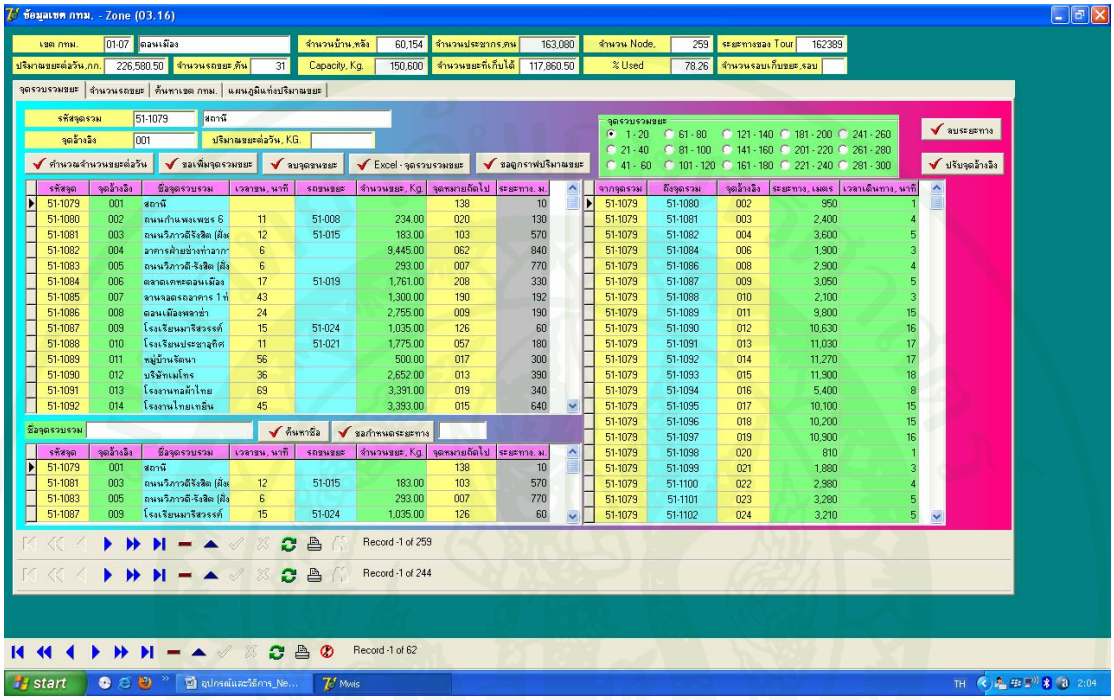
รายละเอียดของหน้าจอจุดรวบรวมขยะ คือ รหัสจุดรวบรวมขยะ รายชื่อจุดรวบรวมขยะ รหัสเขต ปริมาณขยะที่เก็บได้แต่ละจุด และเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะ ซึ่งสามารถทำการค้นหา แก้ไข ลบ และขอเพิ่มจุดเก็บขยะใหม่ได้ตามการใช้งาน ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แสดงหน้าจอรายละเอียดจุดเก็บขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดหน้าจอระยะทาง เป็นส่วนที่ใส่ข้อมูลระยะทางระหว่างจุดรวบรวมขยะต้องใช้ระยะทางในการเดินทาง และเวลาเท่าไหร่ ซึ่งจะมีข้อมูล รหัสจากจุดรวม รหัสถึงจุดรวม จุดอ้างอิง ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเก็บขนขยะ ดังภาพที่ 22

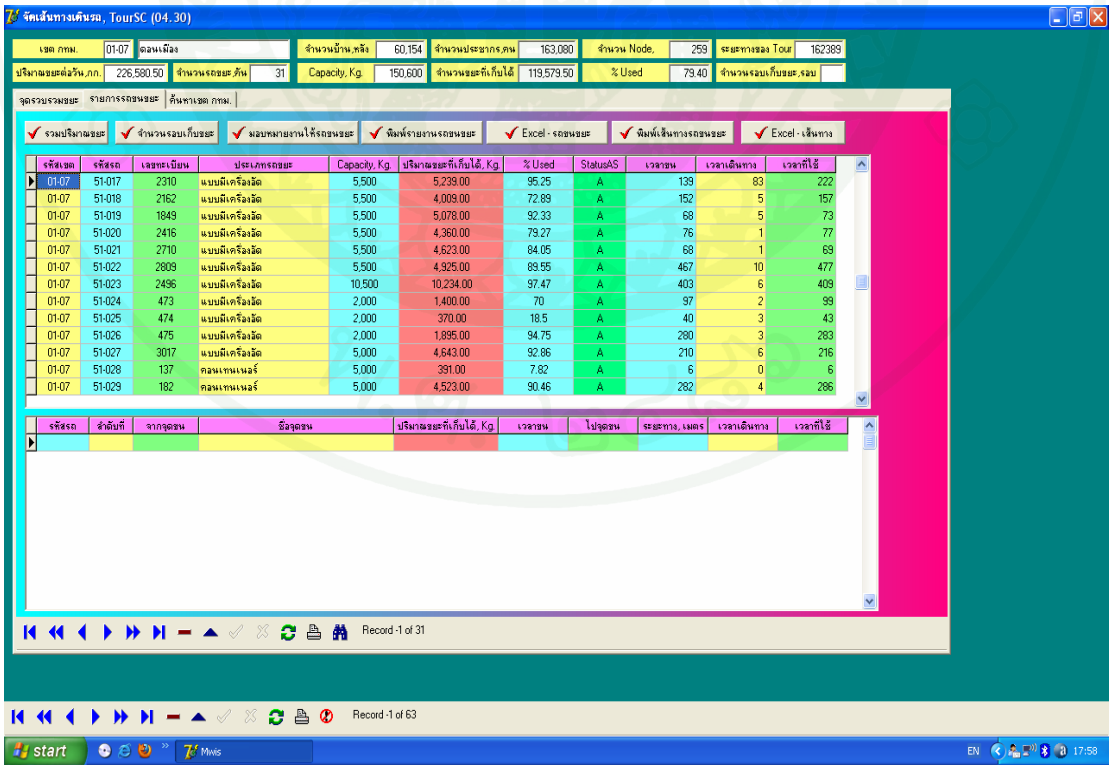


ภาพที่ 22 แสดงหน้าจอระยะทาง

เมื่อนำข้อมูลเข้าในฐานข้อมูลแล้วต่อไปเป็นการคำนวณผล ออกจากหน้าข้อมูลหลักแล้วเลือกตรงกิจกรรม จากนั้นเลือกจัดเส้นทางเดินรถ ดังภาพที่ 23 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การคำนวณการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับถเก็บขนขยะ และการคำนวณการค้นหาเส้นทางเดินรถเก็บขยะ โดยที่หน้าจอการจัดกลุ่มรถจุดรวบรวมขยะจะทำการคำนวณหาว่ารถเก็บขนขยะแต่ละคันต้องวิ่งไปเก็บขนขยะที่จุดรวบรวมขยะใดบ้าง โดยที่ไม่เกินขีดความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขยะ โดยการกดปุ่มมอบหมายงานให้รถขนขยะ โปรแกรมจะทำการคำนวณการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ ซึ่งมีรายละเอียดมีดังต่อไปนี้ รหัสรถ หมายเลขทะเบียนรถเก็บขยะ รหัสเขต ประเภทรถขยะ ปริมาณขยะที่เก็บได้ เปอร์เซ็นต์การบรรทุกของรถขยะ ดังภาพที่ 24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

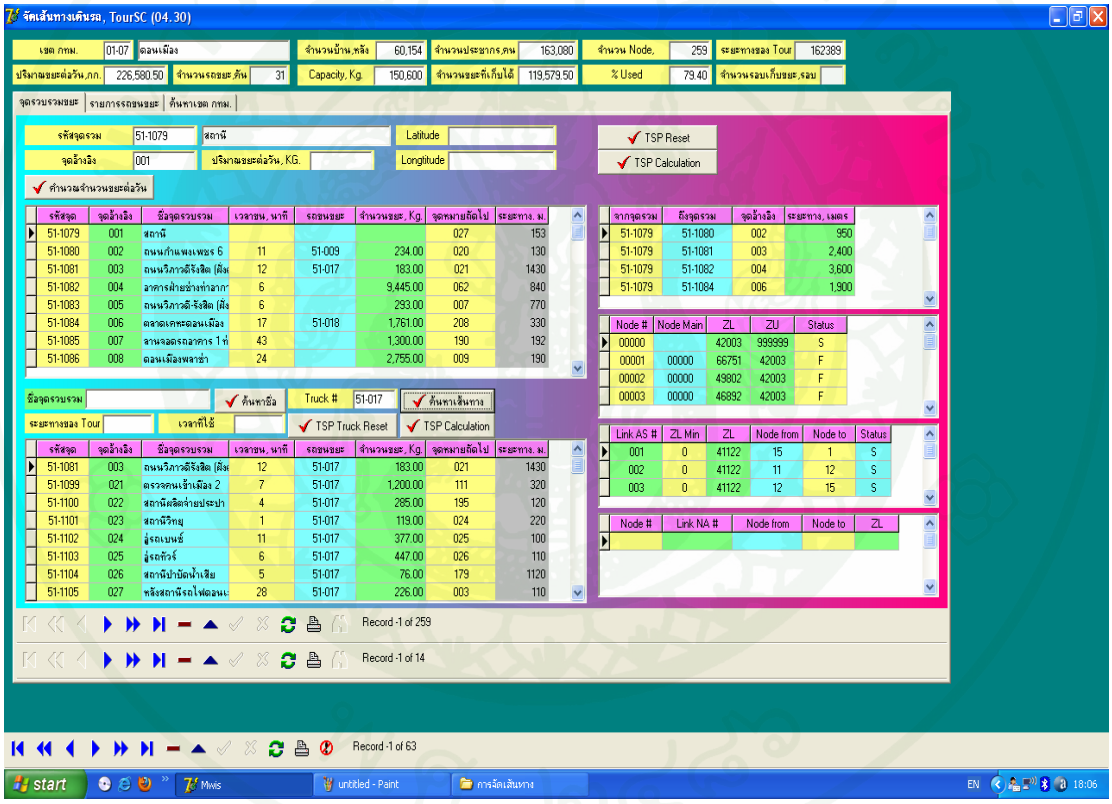
ภาพที่ 23 แสดงหน้าจอเข้าสู่การจัดเส้นทางเดินรถขยะ



ภาพที่ 24 แสดงหน้าจอผลการคำนวณการจัดกลุ่มรถเก็บขยะ

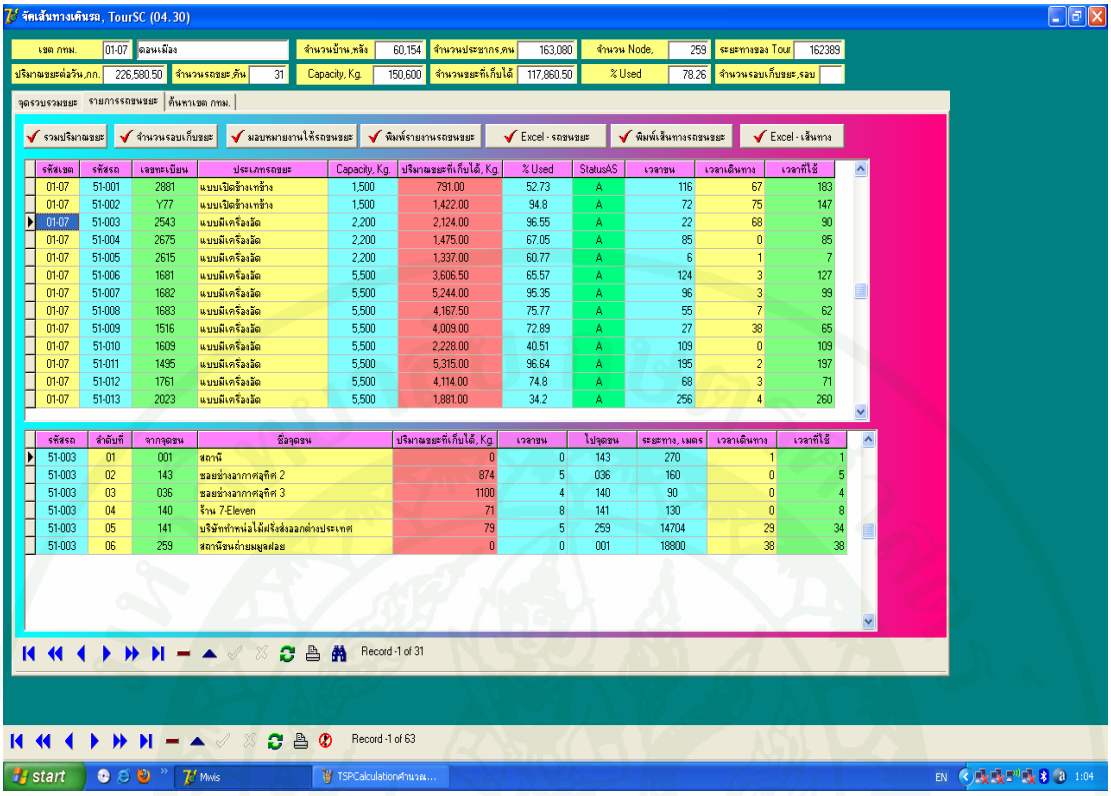
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้าจอการค้นหาเส้นทางรถเก็บขยะ เมื่อทำการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะแล้ว จากนั้นเลือกรถเก็บขนขยะเพื่อจะค้นหาเส้นที่รถเก็บขยะต้องวิ่งลำดับก่อนหลัง โดยที่โปรแกรมจะคำนวณเส้นทางที่รถเก็บขนขยะแต่ละคันที่ต้องเดินทางยังจุดรวบรวมขยะต่างๆ เพื่อเก็บขนขยะ โดยที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุด โดยที่จะกดปุ่มค้นหาเส้นทางก็จะได้จุดรวบรวมขยะที่รถเก็บขยะต้องเดินทางไปเก็บขน หลังจากนั้นกดปุ่ม TSP Truck Reset เพื่อลบการคำนวณครั้งที่แล้วสุด ดังภาพที่ 25 หลังจากที่ลบข้อมูลครั้งที่แล้วเสร็จสิ้นก็กดปุ่ม TSP Calculation โปรแกรมก็จะคำนวณเส้นทางที่รถเก็บขนขยะต้องเดินทางไปยังจุดรวบรวมขยะโดยใช้ระยะทางสั้นที่สุด และแสดงผลของการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะ ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 25 แสดงหน้าจอการคำนวณการค้นหาเส้นทาง

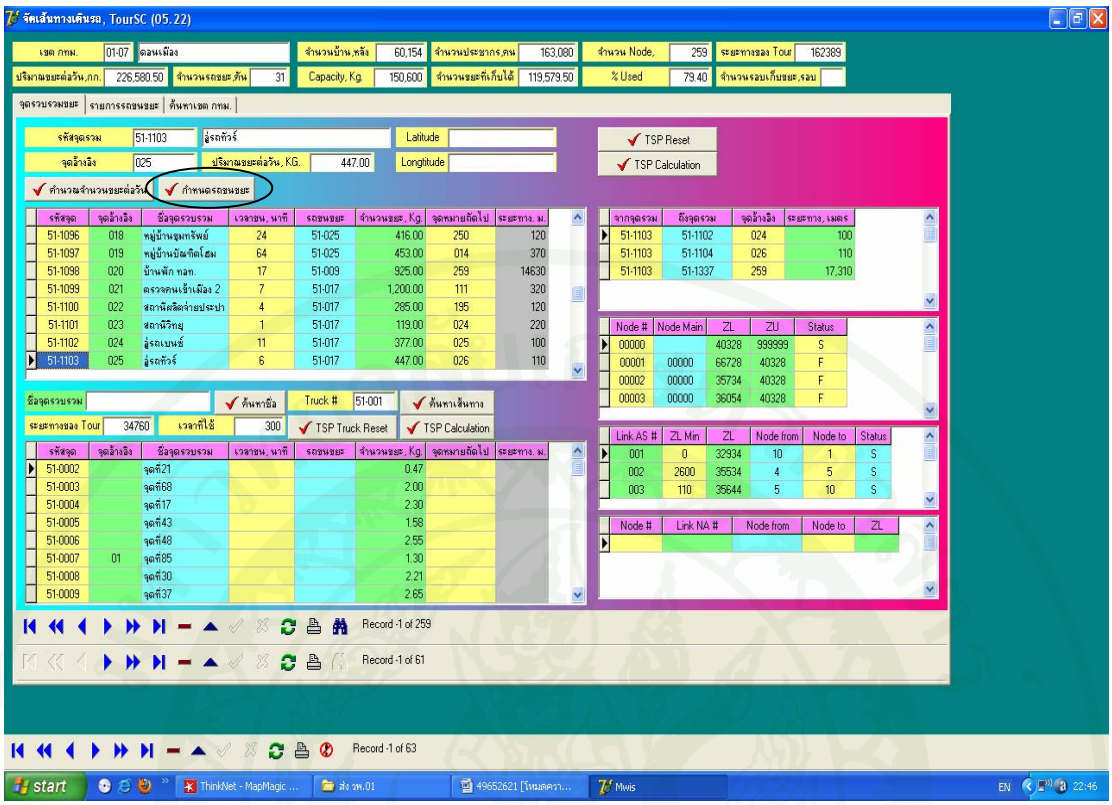
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 แสดงหน้าจอผลการคำนวณการค้นหาเส้นทาง

นอกจากโปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นทางการเก็บขนขยะของรถเก็บขนขยะ โปรแกรมยังสามารถให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้รถเก็บขนขยะวิ่งไปยังจุดเก็บขนขยะได้เองตามการใช้งาน โดยการกดปุ่มกำหนดรถขยะ ดังภาพที่ 27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

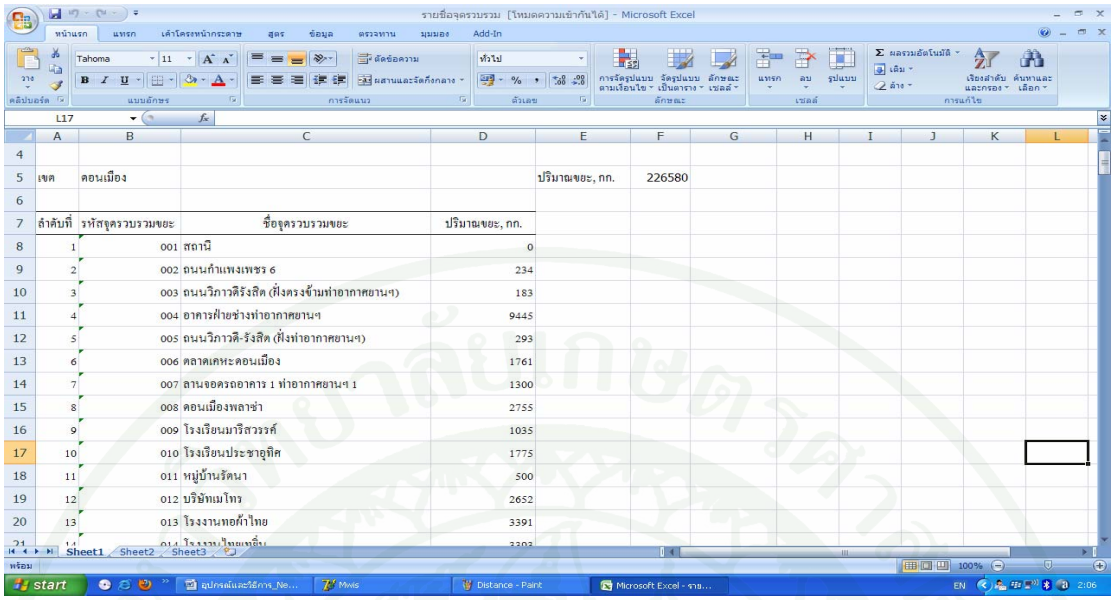


ภาพที่ 27 แสดงหน้าจอการกำหนดจุดเก็บขนขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

การแสดงผลข้อมูล เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จทำให้สามารถออกใบรางานผลเพื่อใช้สำหรับวางแผนเส้นทางเดินรถขยะ ซึ่งมีรายะเอียดดังนี้ รายงานจุดรวบรวมขยะประจำเขต รายงานรถขนขยะประจำเขต รายงานเส้นทางที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องทำการเก็บขน

รายงานจุดรวบรวมขยะประจำเขต จะแสดงรายละเอียดว่าแต่ละเขตมีปริมาณขยะรวมทั้งหมด รายชื่อจุดรวบรวมขยะ และปริมาณขยะแต่จุดรวบรวมขยะ ซึ่งสามารถออกรายงานรูปแบบ Excel ดังภาพที่ 28

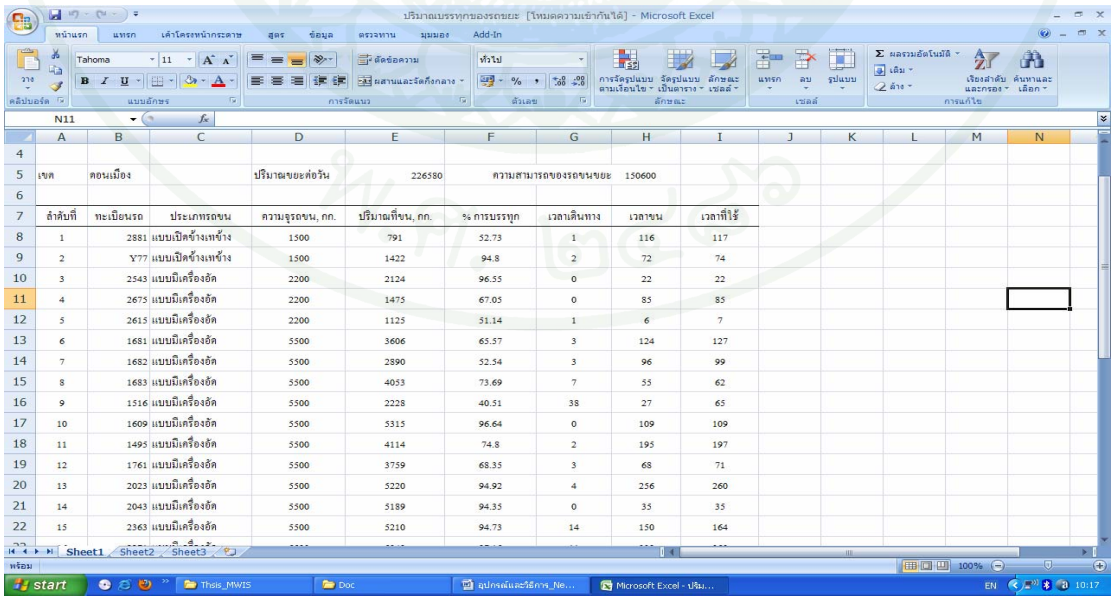
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



	A	B	C	D	E	F
4						
5	เขต	คอนเมือง			ปริมาณขยะ, กก.	226580
6						
7	ลำดับที่	รหัสจุดรวบรวมขยะ	ชื่อจุดรวบรวมขยะ	ปริมาณขยะ, กก.		
8	1	001	สถานี	0		
9	2	002	ถนนกำแพงเพชร 6	234		
10	3	003	ถนนวิภาวดีรังสิต (ทิ้งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	183		
11	4	004	อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	9445		
12	5	005	ถนนวิภาวดี-รังสิต (ทิ้งท่าอากาศยานฯ)	293		
13	6	006	ตลาดเคหะคอนเมือง	1761		
14	7	007	ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	1300		
15	8	008	คอนเมืองพลาซ่า	2755		
16	9	009	โรงเรียนมารีสวรรค์	1035		
17	10	010	โรงเรียนประชาอุทิศ	1775		
18	11	011	หมู่บ้านรัตนา	500		
19	12	012	บริษัทเมโทร	2652		
20	13	013	โรงงานทอผ้าไทย	3391		

ภาพที่ 28 รายงานจุดรวบรวมขยะประจำเขต

รายงานรถขนขยะประจำเขต จะแสดงปริมาณขยะต่อวันของทั้งเขต ความสามารถของการเก็บขนของรถเก็บขยะ ในส่วนของรถเก็บขยะแต่ละคันก็จะแสดง หมายเลขทะเบียนรถเก็บขยะ ประเภทรถเก็บขยะ ความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขยะ ปริมาณที่ทำการเก็บขนขยะ และเปอร์เซ็นต์การบรรทุกของรถเก็บขยะ ซึ่งสามารถออกรายงานรูปแบบ Excel ดังภาพที่ 29

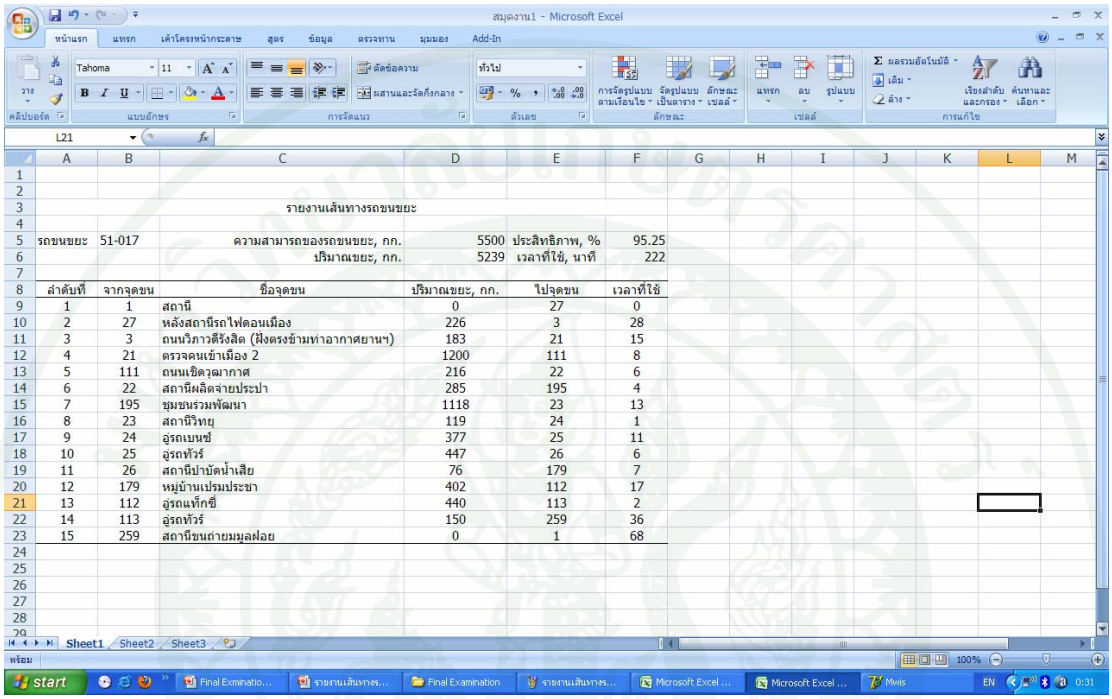


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4									
5	เขต	คอนเมือง		ปริมาณขยะต่อวัน	226580	ความสามารถของรถขนขยะ	150600		
6									
7	ลำดับที่	ทะเบียนรถ	ประเภทรถขน	ความจุรถขน, กก.	ปริมาณที่ขน, กก.	% การบรรทุก	เวลาเดินทาง	เวลาขน	เวลาที่ใช้
8	1	2881	แบบเปิดข้างเทข้าง	1500	791	52.73	1	116	117
9	2	Y77	แบบเปิดข้างเทข้าง	1500	1422	94.8	2	72	74
10	3	2543	แบบมีเครื่องอัด	2200	2124	96.55	0	22	22
11	4	2675	แบบมีเครื่องอัด	2200	1475	67.05	0	85	85
12	5	2615	แบบมีเครื่องอัด	2200	1125	51.14	1	6	7
13	6	1681	แบบมีเครื่องอัด	5500	3606	65.57	3	124	127
14	7	1682	แบบมีเครื่องอัด	5500	2890	52.54	3	96	99
15	8	1683	แบบมีเครื่องอัด	5500	4053	73.69	7	55	62
16	9	1516	แบบมีเครื่องอัด	5500	2228	40.51	38	27	65
17	10	1609	แบบมีเครื่องอัด	5500	5315	96.64	0	109	109
18	11	1495	แบบมีเครื่องอัด	5500	4114	74.8	2	195	197
19	12	1761	แบบมีเครื่องอัด	5500	3759	68.35	3	68	71
20	13	2023	แบบมีเครื่องอัด	5500	5220	94.92	4	256	260
21	14	2043	แบบมีเครื่องอัด	5500	5189	94.35	0	35	35
22	15	2363	แบบมีเครื่องอัด	5500	5210	94.73	14	150	164

ภาพที่ 29 รายงานรถเก็บขนขยะประจำเขต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงานเส้นทางที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องทำการเก็บขน จะแสดงว่ารถเก็บขนขยะแต่ละคันต้องเดินทางไปยังจุดรวบรวมขยะ ระยะทางห่างระหว่างจุดรวบรวมขยะ ปริมาณขยะที่ทำการเก็บขน และเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการดำเนินการเก็บขนขยะ ดังภาพที่ 30



รายงานเส้นทางรถขนขยะ

รถขนขยะ	51-017	ความสามารถของรถขนขยะ, กก.	5500	ประสิทธิภาพ, %	95.25
		ปริมาณขยะ, กก.	5239	เวลาที่ใช้, นาที	222

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	27	0
2	27	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	226	3	28
3	3	ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	183	21	15
4	21	ตรวจคนเข้าเมือง 2	1200	111	8
5	111	ถนนเชิดวุฒากาศ	216	22	6
6	22	สถานีผลิตจ่ายประปา	285	195	4
7	195	ชุมชนร่วมพัฒนา	1118	23	13
8	23	สถานีวิทยุ	119	24	1
9	24	อู่รถเบนซ์	377	25	11
10	25	อู่รถทัวร์	447	26	6
11	26	สถานีบำบัดน้ำเสีย	76	179	7
12	179	หมู่บ้านเปรมประชา	402	112	17
13	112	อู่รถแท็กซี่	440	113	2
14	113	อู่รถทัวร์	150	259	36
15	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ภาพที่ 30 รายงานเส้นทางที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องทำการเก็บขน

การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานตามหน้าที่ต่างๆของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพที่ได้ออกแบบไว้ ได้แก่ การบันทึกและแก้ไขข้อมูล การคำนวณผล ตลอดจนการจัดทำรายงานต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพดังนี้

1. การทำงานของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพในแต่ละหน้า สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความถูกต้องในแบบจำลองได้ใช้โปรแกรมในการคำนวณตามข้อมูลดังบทที่ 3 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมตรงกับการคำนวณมือ และทำการทดสอบกับโปรแกรม Stom ก็ให้คำตอบที่ตรงกันซึ่งทำให้แบบจำลองที่ใช้มีความเชื่อถือได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

จากการพัฒนาโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร กำหนดพื้นที่เขตทดสอบโปรแกรมคือ พื้นที่เขตดอนเมือง ซึ่งมีจุดรวบรวมขยะ 259 จุด และรถเก็บขนขยะ 31 คัน โดยที่โปรแกรมจะทำการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะแต่ละคันก่อน จากนั้นก็จะค้นหาเส้นเดินรถเก็บขยะซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ผลการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

ผลการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะแต่ละคัน ซึ่งจะแสดงปริมาณขยะทั้งหมดที่รถเก็บขยะแต่ละคันต้องเก็บขน และเปอร์เซ็นต์การบรรทุกของรถเก็บขยะ มีรายละเอียดดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ผลการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

ลำดับ	เลข	ประเภทรถขน	ความจุรถขน,	ปริมาณที่ขน, กก.	% การบรรทุก
1	2881	แบบเปิดข้างเทข้าง	1,550	791	51.03
2	Y77	แบบเปิดข้างเทข้าง	1,550	1,422	91.74
3	2543	แบบมีเครื่องอัด	2,200	2,124	96.55
4	2675	แบบมีเครื่องอัด	2,200	1,475	67.05
5	2615	แบบมีเครื่องอัด	2,200	1,337	60.77
6	1681	แบบมีเครื่องอัด	5,500	3,606	65.57
7	1682	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,244	95.35
8	1683	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,168	75.77
9	1516	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,009	72.89
10	1609	แบบมีเครื่องอัด	5,500	2,228	40.51
11	1495	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,315	96.64
12	1761	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,114	74.8
13	2023	แบบมีเครื่องอัด	5,500	1,881	34.2
14	2043	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,220	94.92
15	2363	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,291	78.02
16	2271	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,343	97.15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 42 (ต่อ)

ลำดับที่	เลข	ประเภทรถขนขยะ	ความจุของ	ปริมาณขยะที่เก็บได้	%การบรรทุก
17	2310	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,239	95.25
18	2162	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,009	72.89
19	1849	แบบมีเครื่องอัด	5,500	5,078	92.33
20	2416	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,360	79.27
21	2710	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,623	84.05
22	2809	แบบมีเครื่องอัด	5,500	4,925	89.55
23	2496	แบบมีเครื่องอัด	10,500	10,234	97.47
24	473	แบบมีเครื่องอัด	2,000	1,400	70
25	474	แบบมีเครื่องอัด	2,000	370	18.5
26	475	แบบมีเครื่องอัด	2,000	1,895	94.75
27	3017	แบบมีเครื่องอัด	5,000	4,643	92.86
28	137	แบบมีเครื่องอัด	5,000	391	7.82
29	182	แบบมีเครื่องอัด	5,000	4,523	90.46
30	306	แบบมีเครื่องอัด	8,000	7,586	94.83
31	321	แบบมีเครื่องอัด	8,000	7,735	96.69

2. ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ

ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะแต่ละคัน ซึ่งจะแสดงจุดรวบรวมขยะที่รถแต่ละคันต้องไปเก็บขยะ ปริมาณขยะที่ต้องเก็บขน เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการบรรทุกขยะ และเวลาที่ใช้ดำเนินการทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 43 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	138	0
2	138	สำนักงานเขตดอนเมือง	110	108	1
3	108	ชุมชนสะพานปูน	681	259	28
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001 มีความสามารถในการบรรทุก 1550 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 791 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 51.03% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 213 นาที

ตารางที่ 44 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-002

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	142	0
2	142	ตลาดนัด	743	52	25
3	52	ซอยแม่ทองก้อน 2	285	42	22
4	42	ซอยเสริมปรดี 1	194	43	15
5	43	ซอยเสริมปรดี 2	200	259	47
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-002 มีความสามารถในการบรรทุก 1550 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,422 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 91.74% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 177 นาที

ตารางที่ 45 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-003

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	143	1
2	143	ซอยช่างอากาศอุทิศ 2	874	36	5
3	36	ซอยช่างอากาศอุทิศ 3	1,100	140	4
4	140	ร้าน 7-Eleven	71	141	8
5	141	บริษัททำหน่อไม้ฝรั่งส่งออกต่างประเทศ	79	259	34
6	259	สถานีขนถ่ายมมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-003 มีความสามารถในการบรรทุก 2,200 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 2,124 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 96.55% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 120 นาที

ตารางที่ 46 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	109	1
2	109	กรมอุตุ	1,475	259	114
3	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004 มีความสามารถในการบรรทุก 2,200 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,475 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 67.05% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 183 นาที

ตารางที่ 47 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	101	1
2	101	ปากซอยเขตดอนเมือง	1,125	105	7
3	105	ซอยตรงข้าม โรงเรียนดอนเมืองจารุจิดา	212	259	33
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005 มีความสามารถในการบรรทุก 2,200 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,337 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 60.77% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 109 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 48 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	139	1
2	139	ซอยวัฒนานันท์	1,768	144	19
3	144	โรงเรียนดอนเมืองจารุจินดา	57	145	42
4	145	นิรันดร์คอนโด 6	295	135	41
5	135	ถนนช่างอากาศอุทิศ	256	136	13
6	136	ปั้มน้ำมัน ป.ต.ท.	68	137	2
7	137	นิรันดร์คอนโด 1, 2, 4	1,163	259	39
8	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 3,606 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 65.57% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 225 นาที

ตารางที่ 49 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-007

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	103	2
2	103	หน้าซุปเปอร์มาร์เก็ต ดีมาร์ท	44	110	16
3	110	แฟลตการท่า	1,312	193	70
4	193	หน้าแฟลตทหารอากาศเขต 6	67	194	2
5	194	ธนาคารออมสิน สาขาดอนเมือง	180	198	4
6	198	โรงแรมอพารีแอร์พอร์ต	3,641	259	31
7	259	สถานีขนถ่ายมมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-007 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,244 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95.35% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 193 นาที

ตารางที่ 50 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	102	2
2	102	หน้า 7Eleven (ตลาดใหม่)	62	104	10
3	104	หน้าตลาดแอร์พอร์ท (ตลาดใหม่)	1,056	29	7
4	29	โรงเรียนบริบูรณ์ศิลป์ศึกษา	386	61	30
5	61	ชุมชนนิเวศน์ชาวฟ้า	785	54	22
6	54	หน้าหมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 1	93	58	12
7	58	หมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 2	1562	55	18
8	55	หน้าคลิสตันพลาซ่า	223	259	34
9	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,168 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 75.77% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 203 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 51 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	256	2
2	256	บริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ	2,850	2	12
3	2	ถนนกำแพงเพชร 6	234	20	11
4	20	บ้านพัก ทอท.	925	259	46
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,009 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 72.89% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 139 นาที

ตารางที่ 52 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	34	2
2	34	ตลาดพาวุฒิ	2,228	259	57
3	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 2,228 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 40.51% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 127 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 53 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-011

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	32	2
2	32	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง1)	2,185	33	28
3	33	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง2)	2,300	76	29
4	76	หมู่บ้านเวียงเทพ	830	259	84
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-011 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,315 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 96.64% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 211 นาที

ตารางที่ 54 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	81	3
2	81	เอสเค อพาร์ทเม้นท์	1,000	59	4
3	59	บ้านพักคนงาน บริษัท อิตาเลียนไทย จำกัด	305	82	131
4	82	หน้าหมู่บ้านชลาธร	1,251	90	8
5	90	หมู่บ้านชลาธร	793	89	41
6	89	หมู่บ้านพิณฑุมาธานี	765	259	42
7	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,114 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 74.8% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 297 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 55 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	53	3
2	53	หน้าบ้านพักคนงานอิตาเลียนไทย	600	35	3
3	35	หมู่บ้านร่มเย็น	1,281	259	63
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,881 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 34.2% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 137 นาที

ตารางที่ 56 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-014

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	28	0
2	28	โรงเรียนนานาชาติ	390	74	32
3	74	หมู่บ้านศิรินเฮาร์	796	78	25
4	78	หมู่บ้านกัญจเพชร	797	79	29
5	79	หมู่บ้านรัตนาวลัย	792	75	111
6	75	หมู่บ้านนัทนัน	675	77	27
7	77	ฟ้าอมรคอนโด	601	70	7
8	70	ฟ้าอมรคอนโด	601	71	5
9	71	นิรันคอนโด 5	302	72	10
10	72	นิรันคอนโด	266	259	42
11	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-014 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,220 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 94.91% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 356 นาที

ตารางที่ 57 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	199	3
2	199	ร.ร.วัดดอนเมือง	1,548	200	30
3	200	วัดดอนเมือง	1,145	248	22
4	248	หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	242	157	10
5	157	ถนนสรงประภา	282	134	5
6	134	ตลาดวัฒนานันท์	1,074	259	37
7	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,291 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 78.02% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 175 นาที

ตารางที่ 58 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-016

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	91	4
2	91	เคหะดอนเมือง	510	84	296
3	84	ตลาดเคหะดอนเมือง	2,500	85	21
4	85	ตวงรัตรอพาร์ทเม้นท์	935	83	13
5	83	ดอนเมืองอพาร์ทเม้นท์	1,398	259	41
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-016 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,343 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 97.15% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 443 นาที

ตารางที่ 59 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-017

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	27	0
2	27	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	226	3	28
3	3	ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	183	21	15
4	21	ตรวจคนเข้าเมือง 2	1,200	111	8
5	111	ถนนเชิดวุฒากาศ	216	22	6
6	22	สถานีผลิตจ่ายประปา	285	195	4
7	195	ชุมชนร่วมพัฒนา	1,118	23	13
8	23	สถานีวิทยุ	119	24	1
9	24	อู่รถเบนซ์	377	25	11
10	25	อู่รถทัวร์	447	26	6
11	26	สถานีบำบัดน้ำเสีย	76	179	7
12	179	หมู่บ้านเปรมประชา	402	112	17
13	112	อู่รถแท็กซี่	440	113	2
14	113	อู่รถทัวร์	150	259	36
15	259	สถานีขนถ่ายมมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-017 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,239 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95.25% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 222 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 60 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	6	4
2	6	ตลาดเคหะดอนเมือง	1,761	208	18
3	208	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	1,022	245	37
4	245	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	1,226	259	46
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,009 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 72.89% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 173 นาที

ตารางที่ 61 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-019

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	88	2
2	88	หมู่บ้านปิ่นทอง	639	47	81
3	47	ชุมชนแม่ไสว	678	46	63
4	46	ซอยไสว 2	372	44	9
5	44	ซอยบุญมาก 1	410	60	22
6	60	หมู่บ้านพลอยไพลิน	1,083	45	31
7	45	ซอยบุญมาก 2	266	50	15
8	50	ชุมชนศรีดอนเมือง	534	49	4
9	49	ซอยสุวรรณี 2 2/1-2/14	372	133	72
10	133	สุขดี อพาทร์เม้น	307	48	10
11	48	ซอยสุวรรณี 1	417	259	31
12	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-019 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,078 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 92.33% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 408 นาที

ตารางที่ 62 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	10	4
2	10	โรงเรียนประชาอุทิศ	1,775	57	11
3	57	หมู่บ้านแก้วงาม	919	173	25
4	173	ตลาดประชาอุทิศ	1,666	259	60
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,360 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 79.27% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 168 นาที

ตารางที่ 63 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	65	4
2	65	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซอย2-4	554	69	161
3	69	หมู่บ้านวัฒนานันท์	1,290	158	171
4	158	ถนนสรณคมม์	301	161	12
5	161	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	1,378	64	82
6	64	คอนเมืองแมนชั่น	1,100	259	66
7	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,623 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 84.05% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 564 นาที

ตารางที่ 64 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	205	2
2	205	หมู่บ้านสวนฝรั่ง	1,235	121	60
3	121	ตลาดทรงประภา	1,985	122	13
4	122	หน้าโรงหนัง	285	123	2
5	123	หน้าโรงเรียนสีกัน	177	124	6
6	124	หน้าหมอมวลชน	104	125	2
7	125	หน้าดอนเมืองพลาซ่า	931	63	3
8	63	หน้าร้านพิซซ่า	104	67	39
9	67	หน้าร้านพิซซ่าB	104	259	67
10	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,925 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 89.55% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 262 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 65 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-023

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	98	6
2	98	7Eleven	122	92	8
3	92	หมู่บ้านโกสุมสามัคคีซอย 1-5	1,242	99	58
4	99	หมู่บ้านโกสุมสามัคคี 2	2,280	73	127
5	73	โกสุมซอย 8, 9, 12, 13, 14	1,185	80	64
6	80	โกสุ่มซอย 7, 5, 4, 3, 2, 1	1,105	257	132
7	257	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	2,105	258	14
8	258	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	2,195	259	40
9	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-023 มีความสามารถในการบรรทุก 10,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 10,234 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 97.47% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 517 นาที

ตารางที่ 66 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	41	4
2	41	ชุมชนตลาดกลาง	1,400	259	48
3	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024 มีความสามารถในการบรรทุก 2,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,400 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 70% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 120 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 67 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	132	4
2	132	โรงเรียนผ่องเพ็ญอนุบาล	286	131	8
3	131	ซอยสุวรรณี 2/10	84	259	44
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025 มีความสามารถในการบรรทุก 2,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 370 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 18.5% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 124 นาที

ตารางที่ 68 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-026

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	214	6
2	214	หมู่บ้านบรูพา 18 ซอย 1 - ซอย 14	598	212	107
3	212	หมู่บ้านบรูพา 16	308	86	82
4	86	วัดพรมรังษี	238	87	14
5	87	หมู่บ้านศิริสุข	751	259	113
6	259	สถานีขนถ่ายมมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-026 มีความสามารถในการบรรทุก 2,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,895 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 94.75% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 390 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 69 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-027

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	56	0
2	56	ศูนย์ฝึกแรงงาน	66	168	7
3	168	ตลาดประชาอุทิศ	1,666	127	35
4	127	ซอยประชาอุทิศ	52	128	6
5	128	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง	115	37	10
6	37	ถนนสรงประภาฝั่งซ้าย (ไปนนทบุรี)	171	40	9
7	40	ถนนสรงประภาฝั่งขวา (ไปดอนเมือง)	308	175	10
8	175	บ้านพักทหารสื่อสาร	865	171	53
9	171	แฟลต บก.สูงสุด	668	170	23
10	170	หมู่บ้านสายทิพย์	411	174	82
11	174	หมู่บ้านดอนเมืองวิลล่า	321	259	191
12	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-027 มีความสามารถในการบรรทุก 5,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,643 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 92.86% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 494 นาที

ตารางที่ 70 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	51	5
2	51	ซอยแม่ทองก้อน 1	391	259	44
3	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028 มีความสามารถในการบรรทุก 5,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 391 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 7.82% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 117 นาที

ตารางที่ 71 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-029

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	68	5
2	68	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซ.1-3	2,200	160	183
3	160	ค่ายลูกเสือพิศลยบุตร	1,145	159	6
4	159	ซอยคุณหญิง	230	162	12
5	162	หมู่บ้านสหกรณ์ครูไทย	948	259	107
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-029 มีความสามารถในการบรรทุก 5,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,523 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 90.46% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 381 นาที

ตารางที่ 72 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-030

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	62	4
2	62	การท่าอากาศยาน 1	7,317	183	103
3	183	โรงสูบน้ำ (ท่าอากาศยานฯ)	269	259	32
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-030 มีความสามารถในการบรรทุก 8,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 7,586 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 94.83% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 207 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 73 ผลการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-031

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	211	1
2	211	บริษัทเกรทเบเปอร์ จำกัด	51	201	3
3	201	หมู่บ้านบูรพา 25	1317	203	20
4	203	หมู่บ้านสวนทอง 5	1654	202	22
5	202	หมู่บ้านณัชนันท์	1288	216	26
6	216	หมู่บ้านเจริญสุข	196	215	32
7	215	หมู่บ้านรัชกร	391	217	25
8	217	หมู่บ้านบรูพา 24 ซอย 1 - ซอย 5	516	94	58
9	94	ซอยโกสุมสามัคคี 24	74	93	41
10	93	หมู่บ้านสี่ชัยวิลล่า	1229	95	183
11	95	ซอยโกสุมสามัคคี ซอย 6-23	1019	259	259
12	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-030 มีความสามารถในการบรรทุก 8,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 7,735 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 96.69% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 738 นาที

จากการทดสอบโปรแกรมการจัดจุดเก็บขนขยะให้กับรถเก็บขนขยะ ผลที่ได้ถ้ารถเก็บขนขยะทำการเก็บขนขยะแล้วพบว่าปริมาณขยะที่จุดเก็บขนมีปริมาณเกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะ รถเก็บขนขยะก็จะหยุดทำการเก็บขนขยะทันที ผลทำให้ปริมาณขยะที่ถูกน้อยกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะมาก ทำให้ประสิทธิภาพในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะต่ำ จึงมีวิธีแก้ปัญหาดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เมื่อรถเก็บขนขยะทำการเก็บขนขยะแล้วพบว่าปริมาณขยะที่จุดเก็บขนมีปริมาณเกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถเก็บขนขยะ ให้รถเก็บขนขยะวิ่งต่อไปโดยทำการเก็บขนขยะในจุดเก็บขนขยะถัดไป ทำการเก็บขนขยะต่อไปจนกว่าจะมีประสิทธิภาพการบรรทุกมากกว่า 90 %

2. จัดทำโปรแกรมให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดให้รถเก็บขนขยะวิ่งไปยังจุดเก็บขนขยะได้เองตามการใช้งาน

3. ผลการปรับปรุงการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

ทำการปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้ประสิทธิภาพการบรรทุกของรถเก็บขนขยะมากกว่า 90% ผลการปรับปรุงจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะแต่ละคัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 75

ตารางที่ 74 ผลการปรับปรุงการจัดกลุ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ

ลำดับที่	เลขทะเบียนรถ	ประเภทรถขน	ความจุรถขน, กก.	ปริมาณที่ขน, กก.	% การบรรทุก
1	2881	แบบเปิดข้างเทข้าง	1550	1525	98.39
2	Y77	แบบเปิดข้างเทข้าง	1550	1422	91.74
3	2543	แบบมีเครื่องอัด	2200	2124	96.55
4	2675	แบบมีเครื่องอัด	2200	2184	99.27
5	2615	แบบมีเครื่องอัด	2200	2113	96.05
6	1681	แบบมีเครื่องอัด	5500	5468	99.41
7	1682	แบบมีเครื่องอัด	5500	5244	95.35
8	1683	แบบมีเครื่องอัด	5500	5170	93.99
9	1516	แบบมีเครื่องอัด	5500	5004	90.98
10	1609	แบบมีเครื่องอัด	5500	5398	98.15
11	1495	แบบมีเครื่องอัด	5500	5315	96.64
12	1761	แบบมีเครื่องอัด	5500	5225	95.00
13	2023	แบบมีเครื่องอัด	5500	5196	94.47
14	2043	แบบมีเครื่องอัด	5500	5220	94.92
15	2363	แบบมีเครื่องอัด	5500	5079	92.35
16	2271	แบบมีเครื่องอัด	5500	5343	97.15
17	2310	แบบมีเครื่องอัด	5500	5239	95.25
18	2162	แบบมีเครื่องอัด	5500	5134	93.35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 74 (ต่อ)

ลำดับที่	เลขทะเบียนรถ	ประเภทรถขน	ความจุรถขน, กก.	ปริมาณที่ขน, กก.	% การบรรทุก
19	1849	แบบมีเครื่องอัด	5500	5078	92.33
20	2416	แบบมีเครื่องอัด	5500	5365	97.55
21	2710	แบบมีเครื่องอัด	5500	5224	94.98
22	2809	แบบมีเครื่องอัด	5500	5226	95.02
23	2496	แบบมีเครื่องอัด	10500	10234	97.47
24	473	แบบมีเครื่องอัด	2000	1911	95.55
25	474	แบบมีเครื่องอัด	2000	1869	93.45
26	475	แบบมีเครื่องอัด	2000	1895	94.75
27	3017	แบบมีเครื่องอัด	5000	4643	92.86
28	137	แบบมีเครื่องอัด	5000	4768	95.35
29	182	แบบมีเครื่องอัด	5000	4523	90.46
30	306	แบบมีเครื่องอัด	8000	7586	94.83
31	321	แบบมีเครื่องอัด	8000	7735	96.69

4. ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ

ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะแต่ละคัน ที่มีประสิทธิภาพการบรรทุกต่ำกว่า 90 % ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มจุดรวบรวมขยะให้กับรถเก็บขนขยะ เพื่อให้ประสิทธิภาพการบรรทุกมากกว่า 90% ซึ่งมีผลรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 75 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	138	0
2	138	สำนักงานเขตดอนเมือง	110	108	1
3	108	ชุมชนสะพานปูน	681	66	121
4	66	หมู่บ้านแหลมทองนิเวศน์	734	259	110
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-001 มีความสามารถในการบรรทุก 1550 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,525 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 98.39% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 300 นาที

ตารางที่ 76 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	109	1
2	109	กรมอุตุ	1,475	116	95
3	116	โรงเรียนพหลโยธิน	158	117	18
5	117	ซอยย่าเหลียง	551	259	62
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-004 มีความสามารถในการบรรทุก 2,200 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 2,184 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 99.27% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 244 นาที

ตารางที่ 77 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	101	1
2	101	ปากซอยเขตดอนเมือง	1,125	105	7
3	105	ซอยตรงข้าม โรงเรียนดอนเมืองจารุจิดา	212	106	11
4	106	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 2	776	259	157
5	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-005 มีความสามารถในการบรรทุก 2,200 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 2,113 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 96.05% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 244 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 78 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	137	1
2	137	นิรันดร์คอนโด 1, 2, 4	1,163	139	10
3	139	ซอยวัฒนานันท์	1,768	145	20
4	145	นิรันดร์คอนโด 6	295	136	40
5	136	ปั้มน้ำมัน ป.ต.ท.	68	135	2
6	135	ถนนช่างอากาศอุทิศ	256	147	18
7	147	หมู่บ้านเศรณี	641	146	10
8	146	หมู่บ้านบูรพา 19	529	148	14
9	148	หมู่บ้านบูรพา 12	748	259	44
10	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-006 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,468 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 99.41% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 227 นาที

ตารางที่ 79 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	102	2
2	102	หน้า 7Eleven (ตลาดใหม่)	62	104	10
3	104	หน้าตลาดแอร์พอร์ท (ตลาดใหม่)	1,056	29	7
4	29	โรงเรียนบริบูรณ์ศิลป์ศึกษา	386	61	30
5	61	ชุมชนนิเวศน์ชาวฟ้า	785	54	22
6	54	หน้าหมู่บ้านประชาอุทิศ ม่วงมณีร่วมใจ 1	93	58	12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 79 (ต่อ)

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
6	54	หน้าหมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 1	93	58	12
7	58	หมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 2	1,562	55	18
8	55	หน้าคลิสตันพลาซ่า	223	38	10
9	38	ร้านอาหารกุ๊กกุ๊ก ครัวกะทะ อู่ซ่อมรถ	1,002	259	50
10	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-008 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,170 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 93.99% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 229 นาที

ตารางที่ 80 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานีบริษัทเชื้อเพลิงการบิน	0	256	2
2	256	กรุงเทพ	2,850	2	12
3	2	ถนนกำแพงเพชร 6	234	20	11
4	20	บ้านพัก ทอท.	925	185	20
5	185	อาคารระหว่างประเทศ	995	259	32
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-009 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,004 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 90.98% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 145 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 81 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	34	2
2	34	ตลาดพาวุฒิ	2,228	96	33
3	96	หมู่บ้านหลักสี่แลนด์	1,350	95	169
4	95	ซอยโกสุมสามัคคีซอย 6-23	1,019	97	227
5	97	ร.ร.วัดเวฬุ	230	192	10
6	192	ซอยธรรมนูญ	115	196	18
7	213	หมู่บ้านบรูพา 7	377	259	118
8	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-010 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,319 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 96.71% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 645 นาที

ตารางที่ 82 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	81	3
2	81	เอสเค อพาร์ทเม้นท์	1000	59	4
3	59	บ้านพักคนงาน บริษัท อิตาเลียนไทย จำกัด	305	82	131
4	82	หน้าหมู่บ้านชลาธร	1,251	90	8
5	90	หมู่บ้านชลาธร	793	89	41
6	89	หมู่บ้านพิณทุมาธานี	765	9	17
7	9	โรงเรียนมารีสวรรค์	1,035	126	15
8	126	หน้าโรงเรียนมารีสวรรค์	76	259	30
9	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-012 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,225 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 317 นาที

ตารางที่ 83 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	53	3
		หน้าบ้านพักคนงานอิตา			
2	53	เลียนไทย	600	35	3
3	35	หมู่บ้านร่มเย็น	1,281	167	41
		โรงงานเย็บผ้า (ปิ่นเจริญ			
4	167	1 ซอย 7)	3,100	165	15
5	165	วงเวียนปิ่นเจริญ 1	215	259	29
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-013 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,196 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 94.47% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 159 นาที

ตารางที่ 84 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	31	6
2	31	วัดไผ่เขียว	342	100	23
3	100	วัดเวฬุ	216	97	14
4	97	ร.ร.วัดเวฬุ	230	199	21
5	199	ร.ร.วัดดอนเมือง	1,548	200	30
6	200	วัดดอนเมือง	1,145	248	22
7	248	หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	242	157	10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 84 (ต่อ)

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
8	157	ถนนสรงประภา	282	134	5
9	134	ตลาดวัฒนานันท์	1,074	259	37
11	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-015 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,079 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 92.34% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 236 นาที

ตารางที่ 85 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	6	4
2	6	ตลาดเคหะดอนเมือง	1,761	208	18
3	208	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	1,022	245	37
4	245	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	1,226	254	23
5	254	เจ้เล้ง	305	252	26
6	252	แขวงการทาง	820	259	41
7	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-018 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,134 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 93.35% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 217 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 86 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	10	4
2	10	โรงเรียนประชาอุทิศ	1,775	57	11
3	57	หมู่บ้านแก้วงาม	919	173	25
4	173	ตลาดประชาอุทิศ	1,666	129	36
5	129	หมู่บ้านศรีกาญจน์	1,005	259	62
6	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-020 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,365 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 97.55% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 206 นาที

ตารางที่ 87 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	65	4
2	65	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซอย2-4	554	69	161
3	69	หมู่บ้านวัฒนานันท์	1,290	161	172
4	161	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	1,378	64	82
5	64	ดอนเมืองแมนชั่น	1,100	107	44
6	107	ชุมชนพรมสำริด	902	259	213
7	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-021 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,224 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 94.98% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 744 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 88 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	121	1
2	121	ตลาดทรงประภา	1,985	122	13
3	122	หน้าโรงหนัง	285	123	2
4	123	หน้าโรงเรียนสีกัน	177	124	6
5	124	หน้าหมอมวลชน	104	125	2
6	125	หน้าดอนเมืองพลาซ่า	931	205	2
7	205	หมู่บ้านสวนฝรั่ง	1,235	63	59
8	63	หน้าร้านพิซซ่า	104	67	39
9	67	หน้าร้านพิซซ่าB	104	158	43
10	158	ถนนสรณคมม์	301	259	36
11	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-022 มีความสามารถในการบรรทุก 5,500 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 5,226 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95.02% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 271 นาที

ตารางที่ 89 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	130	7
2	130	วัดสีกัน	511	41	12
3	41	ชุมชนตลาดกลาง	1400	259	48
4	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-024 มีความสามารถในการบรรทุก 2,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,911 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95.55% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 135 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 90 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	132	4
2	132	โรงเรียนผ่องเพ็ญอนุบาล	286	131	8
3	131	ซอยสุวรรณี 2/10	84	235	26
4	235	หมู่บ้านญาดา	153	17	30
5	17	หมู่บ้านศภุลักษณ์	477	18	61
6	18	หมู่บ้านขุมทรัพย์	416	19	25
7	19	หมู่บ้านบัณฑิตโฮม	453	259	90
8	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-025 มีความสามารถในการบรรทุก 2,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 1,869 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 93.45% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 312 นาที

ตารางที่ 91 ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028

ลำดับที่	จากจุดขน	ชื่อจุดขน	ปริมาณขยะ, กก.	ไปจุดขน	เวลาที่ใช้
1	1	สถานี	0	8	0
2	8	ดอนเมืองพลาซ่า	2,755	51	28
3	51	ซอยแม่ทองก้อน 1 บ้านพักศูนย์โทรคมนาคม	391	153	21
4	153	ทหาร	212	152	23
5	152	ร้านอาหาร วราไทยอีสาน	106	151	2
6	151	ร้านอาหาร ระเบียงน้ำ	94	154	5
7	154	หมู่บ้านนราวดี รีสอร์ท	311	155	73
8	155	หมู่บ้านโนเบิล	369	156	43
9	156	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	529	259	59
10	259	สถานีขนถ่ายมูลฝอย	0	1	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รถเก็บขนขยะหมายเลข 51-028 มีความสามารถในการบรรทุก 5,000 กิโลกรัม ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ 4,768 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการบรรทุกเท่ากับ 95.35% และใช้เวลาในการดำเนินการทั้งหมด 322 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร เริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา รวบรวมกระบวนการ ส่วนประกอบต่างๆของข้อมูล และเลือกแบบจำลองเส้นทางเดินรถ เพื่อนำไปทำการออกแบบโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ระบบฐานข้อมูลการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานคร

2. โปรแกรมสามารถบันทึก แก้ไข ลบ และค้นหาข้อมูลเขต รถเก็บขยะ จุดรวบรวมขยะ และระยะทาง

3. โปรแกรมสามารถวิเคราะห์เส้นทางการเก็บขนขยะ โดยทำการจัดกลุ่มรถขยะก่อน จากนั้นจึงจัดเส้นทางเดินรถขยะ

4. สามาถนำข้อมูลและรายงานสรุปมาช่วยในการตัดสินใจวางแผนการเก็บขนขยะ

ข้อเสนอแนะ

1. ปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมการจัดการขยะชุมชนในกรุงเทพมหานครให้สามารถคำนวณการจัดเส้นทางของรถเก็บขยะให้หลายวิธีมากยิ่งขึ้น

2. ปรับปรุงระบบฐานข้อมูลให้สามารถใช้งานได้บนระบบเครือข่าย เพื่อความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลและการบริหารงาน

3. นำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้สำหรับการขนส่งสินค้า หรือการรับสินค้า ในรูปแบบต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กษมา จิตต์ไทย. 2543. **แนวทางกำหนดจุดขนถ่ายเพื่อการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจษฎาพร ยุทธนวิบูลย์ชัย และ ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล. 2549. **ระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีการจัดการความรู้**. บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์ และ ไพบูลย์ เกียรติโกมล. 2549. **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ**. บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ทิพวรรณ หล่อสุวรรณรัตน์. 2547. **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ**. แซทโฟร์พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ธเนศ ทักษิณวราจาร. 2543. **การจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชา ตระการศิลป์. 2537. **การพัฒนาระบบไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์ Client/Server Systems Development**. ฝ่ายศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศ, กรุงเทพฯ.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2541. **อนามัยสิ่งแวดล้อม**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็น เอส แอล พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ยุทธชาติ บรรพปกรณ์. 2546. **โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางเดินรถที่มีระยะทางสั้นที่สุดโดยใช้แบจำลอง TSP**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีราพัชร์ เพิ่มพูลวงศ์ษา. 2550. **การพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล และ เจษฎาพร ยุทธนวิบูลย์ชัย. 2549. **ระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีการจัดการความรู้**. บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีสมรัก อินทุจันทร์ยง. 2549. **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ**. บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ศักดา พวงจันทร์. 2548. **การประยุกต์ใช้ระบบหาพิกัดบนโลกสำหรับการตัดสินใจโลจิสติกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. 2548. **Bangkok State of The Environment 2005**. สำนักสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร.

สำราญ มีสมจิตร. 2540. **การวางแผนการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนเมืองขนาดเล็กในภาคใต้ กรณีเทศบาลเมืองพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ. 2543. **Delphi 5 ฉบับสมบูรณ์**. อินโฟเพรส, กรุงเทพฯ.

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล. 2534. **การใช้ฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เขตบางเขน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรอนงค์ สงวนสิน. 2546. **การคำนวณเส้นทางการเก็บขนและขนส่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (กรณีศึกษา:เขตดอนเมือง)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

Bodin, L., B. Golden, A. Assad and M. Ball. 1983. Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: The State of Art. **Comput. & Ops Res** 10 (2): 67-211.

Christofides, N., S. Eilon. 1969. An algorithm for the vehicle dispatching problem. **Computers and Operation Research** 20 (3): 309.

Clark, G. and J.W. Wright. 1964. Scheduling of Vehicle from a Central Depot to a Number of Delivery Points. **Operation Res** 12: 568-581.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fisher, M.L. and R. Jaikumar. 1978. A Decomposition Alogorithm for Large-Scale Vehicle Routing. **Department of Decision Sciences**. The Wharton School, University, Philadelphi.

Fisher, M.L. and R. Jaikumar. 1981. A generalized assignment heuristic for vehicle routing. **Network** 11: 109-124.

Fox, R., H.J. Lin and F.Y. Jiang. 1997. **Traveling Salesman Problem by Neural Approaches**. Available Source: http://neural.cs.nthu.cs.nthu.edu.tw/chu/proj/project/11/index.html, May 21, 2009.

Gen, M. and R. Cheng. 1997. **Genetic algorithms and engineering design**. JohnWiley&Sons, United Stated of America.

Gillett, B.E. and L.R. Miller. 1974. A heuristic algorithm for the vehicle dispatching problem. **Operations Research** 35: 254-265.

Lawler, E.L., J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy and D.B. Shmoy. 1987. **The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization**. John Wiley & Sons, Singapore.

McLeod, R. 1990. **Management Information Systems: A Study of Computer – Base Information System**. 5th Edition. McGraw-Hill, New York

Rosenkrantz, R., R. Steam and P. Lewis. 1977. An Analysis of Several of Heuristics for the Traveling Salesman Problem. **SIAM Journal of Computing** 6: 563-581.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณขยะแต่ละจุดรวบรวมขยะ

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
1	สถานี		
2	ถนนกำแพงเพชร6	11	234
3	ถนนวิภาวดีรังสิต(ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยาน)	12	183
4	อาคารฝ่ายช่างอากาศยานฯ	6	9445
5	ถนนวิภาวดี-รังสิต (ฝั่งท่าอากาศยานฯ)	6	293
6	ตลาดเคหะดอนเมือง	17	1761
7	ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	43	1300
8	ดอนเมืองพลาซ่า	24	2755
9	โรงเรียนมารีสวรรค์	15	1035
10	โรงเรียนประชาอุทิศ	11	1775
11	หมู่บ้านรัตนา	56	500
12	บริษัทเมโทร	36	2652
13	โรงงานทอผ้าไทย	69	3391
14	โรงงานไทยเทยิ่น	45	3393
15	อนุสรณ์สถาน 2	82	4591
16	หมู่บ้านพิพรพงษ์	183	2319
17	หมู่บ้านศุภลักษณ์	61	477
18	หมู่บ้านขุมทรัพย์	24	416
19	หมู่บ้านบัณฑิตโฮม	64	453
20	บ้านพัก ทอท.	17	925
21	ตรวจคนเข้าเมือง 2	7	1200
22	สถานีผลิตจ่ายประปา	4	285
23	สถานีวิทยุ	1	119
24	อู่รถเบนซ์	11	377
25	อู่รถทัวร์	6	447

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
26	สถานีบำบัดน้ำเสีย	5	76
27	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	28	226
28	โรงเรียนนานาชาติ	32	390
29	โรงเรียนบริบูรณ์ศิลป์ศึกษา	28	386
30	บ้านพักสตรีสงเคราะห์	30	550
31	วัดไผ่เขียว	23	342
32	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง1)	28	2185
33	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง2)	29	2300
34	ตลาดพวุฒิ	27	2228
35	หมู่บ้านร่มเย็น	32	1281
36	ซอยช่างอากาศอุทิศ 3	4	1100
37	ถนนสรงประภาฝั่งซ้าย (ไปนนทบุรี)	9	171
38	ร้านอาหารกุ๊กกุ๊ก ครัวกะทะ อู่ซ่อมรถ	17	1002
39	ชุมชนวัดไผ่เขียว	23	1605
40	ถนนสรงประภาฝั่งซ้าย (ไปดอนเมือง)	9	308
41	ชุมชนตลาดกลาง	21	1400
42	ซอยเสริมปรดี 1	15	194
43	ซอยเสริมปรดี 2	18	200
44	ซอยบุญมาก 1	21	410
45	ซอยบุญมาก 2	14	266
46	ซอยไสว 2	8	372
47	ชุมชนแม่ไสว	62	678
48	ซอยสุวรรณี	4	417
49	ซอยสุวรรณี 2 2/1 - 2/14	72	372
50	ชุมชน ศรีดอนเมือง	4	534

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
51	ซอยแม่ทองก้อน 1	14	391
52	ซอยแม่ทองก้อน 2	21	285
53	หน้าบ้านพักคนงานอิตาเลียนไทย	2	600
54	หน้าหมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 1	12	93
55	หน้าคลิสตันพลาซ่า	4	223
56	ศูนย์ฝึกแรงงาน	6	66
57	หมู่บ้านแก้วงาม	25	919
58	หมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 2	18	1562
59	บ้านพักคนงาน บริษัท อิตาเลียนไทย จำกัด	130	305
60	หมู่บ้านพลอยไพลิน	30	1083
61	ชุมชนนิเวศน์ชาวฟ้า	20	785
62	การท่าอากาศยาน 1	102	7317
63	หน้าร้านพิซซ่า	39	104
64	ดอนเมืองแมนชั่น	42	1100
65	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซอย2-4	160	554
66	หมู่บ้านแหลมทองนิเวศน์	84	734
67	หน้าร้านพิซซ่า	41	104
68	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซ.1-3	181	2200
69	หมู่บ้านวัฒนานันท์	171	1290
70	ฟ้าอมรคอนโด	5	601
71	นิรันคอนโด 5	10	302.5
72	นิรันคอนโด	11	266
73	โกสุมซอย 8, 9, 12, 13, 14	62	1185
74	หมู่บ้านศิรินเฮาร์	25	796
75	หมู่บ้านนัทนัน	27	675

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
76	หมู่บ้านเวียงเทพ	52	830
77	ฟ้าอมรคอนโด	7	601
78	หมู่บ้านกัญจเพชร	29	797
79	หมู่บ้านรัตนาวลัย	110	792
80	โกสุมซอย 7, 5, 4, 3, 2, 1	128	1105
81	เอสเค อพาร์ทเม้นท์	4	1000
82	หน้าหมู่บ้านชลาธร	8	1251
83	ดอนเมืองอพาร์ทเม้นท์	11	1398
84	ตลาดเคหะดอนเมือง	21	2500
85	ตวงรัตรอพาร์ทเม้นท์	12	935
86	วัดพรมรังษี	13	238
87	หมู่บ้านศิริสุข	81	751
88	หมู่บ้านปิ่นทอง	76	639
89	หมู่บ้านพิณทุมาธานี	12	765
90	หมู่บ้านชลาธร	41	793
91	เคหะดอนเมือง	295	510
92	หมู่บ้านโกสุมสามัคคีซอย 1-5	57	1242
93	หมู่บ้านสี่ชัยวิลล่า	182	1229
94	ซอยโกสุมสามัคคี	40	74
95	หมู่บ้านโกสุมสามัคคีซอย 6-25	225	1019
96	หมู่บ้านหลักสี่แลนด์	168	1345
97	ร.ร. วัดวฬุ	10	230
98	7Eleven	7	122
99	หมู่บ้านโกสุมสามัคคี 2	125	2280
100	วัดเวฬุ	14	216

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
101	ปากซอยเขตดอนเมือง	6	1125
102	หน้า 7Eleven (ตลาดใหม่)	10	62.5
103	หน้าซุปเปอร์มาร์เก็ต ดีมาร์ท	15	44
104	หน้าตลาดแอร์พอร์ท (ตลาดใหม่)	5	1056
105	ซอยตรงข้าม โรงเรียนดอนเมืองจารุจินดา	5	212
106	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 2	135	776
107	ชุมชนพรมสำริด	190	902
108	ชุมชนสะพานปูน	115	681
109	กรมอุตุ	85	1475
110	แฟตลการท่า	70	1312
111	ถนนเชิดวุฒากาศ	4	216
112	อู่รถแท็กซี่	2	440
113	อู่รถทัวร์	3	150
114	หมู่บ้านอยู่เจริญ	62	2614
115	หมู่บ้านยิ่งโอฬาร	28	773
116	โรงเรียนพหลโยธิน	17	158
117	ซอยย่าเหลียง	32	551
118	บริษัท M&T	1	108
119	อู่รถเมล์	3	183
120	หมู่บ้านวังทอง	41	2352
121	ตลาดทรงประภา	13	1985
122	หน้าโรงหนัง	2	285
123	หน้าโรงเรียนสีกัน	6	177
124	หน้าหมอมวลชน	2	104
125	หน้าดอนเมืองพล่าซ่า	2	931

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
126	หน้าโรงเรียนมารีสวรรค์	1	76
127	ซอยประชาอุทิศ	5	51.5
128	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง	9	115
129	หมู่บ้านศรีกาญจน์	30	1005
130	วัดสีกัน	7	511
131	ซอยสุวรรณี 2/10	17	84
132	โรงเรียนผ่องเพ็ญอนุบาล	8	286
133	สุขดี อพาทร์เม้น	10	307
134	ตลาดวัฒนานันท์	12	1074
135	ถนนช่างอากาศอุทิศ	13	255.5
136	ปั้มน้ำมัน ป.ต.ท.	2	68
137	นิรันดร์คอนโด 1, 2, 4	9	1163
138	สำนักงานเขตดอนเมือง	1	110
139	ซอยวัฒนานันท์	19	1768
140	ร้าน 7-Eleven	8	71
141	บริษัททำหน่อไม้ฝรั่งส่งออกต่างประเทศ	5	79
142	ตลาดนัด	18	743
143	ซอยช่างอากาศอุทิศ 2	5	874
144	โรงเรียนดอนเมืองจารุจินดา	41	57
145	นิรันดร์คอนโด 6	40	295
146	หมู่บ้านบูรพา 19	13	529
147	หมู่บ้านเศรณี	10	641
148	หมู่บ้านบูรพา 12	11	748
149	หมูบ้านเทพประทาน	12	505

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
150	หมู่บ้านจักรพงษ์	11	400
151	ร้านอาหารระเบียงน้ำ	4	94.5
152	ร้านอาหาร วราไทยอีสาน	2	106
153	บ้านพักศูนย์โทรคมนาคมทหาร	22	212
154	หมู่บ้านนราวดี รีสอร์ท	71	311
155	หมู่บ้านโนเบิล	40	369
156	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	24	529
157	ถนนสรงประภา	5	282
158	ถนนสรณคมม์	12	301
159	ซอยคุณหญิง	11	230
160	ค่ายลูกเสือพิศลยบุตร	6	1145
161	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	82	1378
162	หมู่บ้านสหกรณ์ครูไทย	83	948
163	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	35	500
164	หมู่บ้านสินวงศ์	64	830
165	วงเวียนปิ่นเจริญ 1	7	215
166	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 1	46	1939
167	โรงงานเย็บผ้า (ปิ่นเจริญ 1 ซอย 7)	13	3100
168	ตลาดประชาอุทิศ	35	1666.5
169	หมู่บ้านวังไพเวช	71	593
170	หมู่บ้านสายทิพย์	82	411
171	แฟลต บก.สูงสุด	22	668
172	โรงเรียนบำรุงระวิวรรณวิทยา	14	267
173	ตลาดประชาอุทิศ	32	1666

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
174	หมู่บ้านดอนเมืองวิลล่า	163	321
175	บ้านพักทหารสื่อสาร	53	865
176	ตลาดเสริมเพิ่มพูน	26	1139
177	ร้านมิคไนท์ไก่ตอน	3	194
178	หมู่บ้านธนินทร ซอย 1-ซอย 10	73	1750
179	หมู่บ้านเปรมประชา	13	402
180	โรงเรียนอนุบาลบ้านพลอยเพลิน	12	500
181	พี.เอ แมนชั่น	7	217
182	หมู่บ้านพิพรพงษ์ ซอย 1-ซอย 5	56	826
183	โรงสูบน้ำ (ท่าอากาศยานฯ)	1	269
184	อาคารส่งสินค้า	2	2201
185	อาคารระหว่างประเทศ	2	995
186	อาคาร 2	2	1067
187	อาคาร 1	1	1777
188	บ่อพักน้ำเสีย	5	153
189	เรือนเพาะชำ	4	64
190	ห้อง VIP	9	64
191	ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	50	200
192	ซอยธรรมนูญ	17	115
193	หน้าแฟตลทหารอากาศ เขต 6	2	67
194	ธนาคารออมสิน สาขา ดอนเมือง	4	180
195	ชุมชนร่วมพัฒนา	13	1118
196	หมู่บ้านไผ่เขียววิลล่า ซอย 1- ซอย 5	61	2603
197	หมู่บ้านสวนแจ้งวัฒนะ	22	1710

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
198	โรงแรมอพารีแอร์พอร์ต	5	3641
199	ร.ร. วัดดอนเมือง	30	1548
200	วัดดอนเมือง	22	1145
201	หมู่บ้านบุรพา 25	19	1317
202	หมู่บ้านณัชนันท์	26	1288
203	หมู่บ้านสวนทอง 5	22	1654
204	ถนนสรงประภาปิ่นเจริญ3- สรณคมณ์1	14	117
205	หมู่บ้านสวนฝรั่ง	58	1235
206	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 ซอย 6,7	47	900
207	หมู่บ้านแสงไพฑูรย์	168	1875
208	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	35	1022
209	ถนนสรงประภาปิ่นเจริญ3-สรณคมณ์2	13	1235
210	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 ซอย 1, 2, 3, 4, 5	225	1620
211	บริษัทเกรทเบเปอร์ จำกัด	2	51
212	หมู่บ้านบูรพา 16	80	308
213	หมู่บ้านบูรพา 7	81	377
214	หมู่บ้านบรูพา 18 ซอย 1 -ซอย 14	106	598
215	หมู่บ้านรัชกร	24	391
216	หมู่บ้านเจริญสุข	32	196
217	หมู่บ้านบรูพา 24 ซอย 1-ซอย5	57	516
218	ซอยกำนันละมัย	11	263
219	ซอยบ้านพิทัก	7	217
220	หมู่บ้านโชคไพศาล	31	170
221	หมู่บ้านวิภาลัย	25	400

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
222	หมู่บ้านแอร์พอร์ต	32	131
223	หมู่บ้านชัดรีดา วิลล่า	30	276
224	ถนนพหลโยธินฝั่งตะวันตก	28	82
225	ร้านอาหารไพรวัลย์	15	99
226	ร้านเฮือนแม่ลาปลาเผา	12	108
227	ร้านอาหารวังแก้ว	8	167
228	ร้านอาหารไก่ย่างสมหวัง	10	273
229	หน้าหมู่บ้านนาวง	4	710
230	หน้าหมู่บ้านดาวทอง	2	28
231	โรงงานทำรองเท้า	6	170
232	หน้าหมู่บ้านอยู่เจริญ	3	32
233	หมู่บ้านอยู่เจริญใหม่	43	1022
234	หมู่บ้านอยู่เจริญ	192	1020
235	หมู่บ้านญาดา	10	153
236	หมู่บ้านศรีสุข	14	289
237	หมู่บ้านดาวทอง	83	162
238	หมูบ้านธนิวา	22	64
239	หมู่บ้านอมรพันธุ์	23	196
240	สนามบินเล็ก	52	65
241	แฟลต ป.ต.อ. พัน จ.	121	1815
242	แฟลต ท.อ. ทุ่งสีกัน	107	2005
243	บ.ก. สูงสุด	115	202
244	กองพันบริการ	76	572.5
245	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	16	1226

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อจุดรวมขยะ	เวลาเก็บขนขยะ (วินาที)	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)
246	แฟลตบ้านพัก บก. สูงสุด	22	1167
247	แฟลต บ.ก. สูงสุด	21	1385
248	หน้าปั๊ม ปตท. (กสบ)	10	242
249	แฟลตทหารสื่อสาร	18	1207
250	บริษัทพรมไทย	38	2800
251	ฝ่ายช่าง	18	1670
252	แขวงการทาง	12	820
253	บริษัทจากัวร์	21	2345
254	เจ้เล้ง	25	305
255	บริษัทค็อตโต	23	1970
256	บริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ	12	2850
257	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	14	2105
258	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	10	2195
259	สถานีขนถ่ายท่าแร้ง	30	

ที่มา: อรอนงค์ (2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างรายละเอียดระยะทาง และเวลาที่ใช้เดินทางของรถเก็บขนขยะ

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	ถนนกำแพงเพชร 6	950	1
สถานี	ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	2400	4
สถานี	อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	3600	5
สถานี	ตลาดเคหะดอนเมือง	1900	3
สถานี	ดอนเมืองพลาซ่า	2900	4
สถานี	โรงเรียนมารีสวรรค์	3050	5
สถานี	โรงเรียนประชาอุทิศ	2100	3
สถานี	หมู่บ้านรัตนา	9800	15
สถานี	บริษัทเมโทร	10630	16
สถานี	โรงงานทอผ้าไทย	11030	17
สถานี	โรงงานไทยเทยิ่น	11270	17
สถานี	อนุสรณ์สถาน 2	11900	18
สถานี	หมู่บ้านพิพรพงษ์	5400	8
สถานี	หมู่บ้านศภุลักษณ์	10100	15
สถานี	หมู่บ้านขุมทรัพย์	10200	15
สถานี	หมู่บ้านบัณฑิตโฮม	10900	16
สถานี	บ้านพัก ทอท.	810	1
สถานี	ตรวจคนเข้าเมือง 2	1880	3
สถานี	สถานีผลิตจ่ายประปา	2980	4
สถานี	สถานีวิทยุ	3280	5
สถานี	อู่รถเบนซ์	3210	5
สถานี	อู่รถทัวร์	3300	5
สถานี	สถานีบำบัดน้ำเสีย	3410	5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	2900	4
สถานี	โรงเรียนนานาชาติ	1780	3
สถานี	โรงเรียนบริบูรณ์ศิลป์ศึกษา	1550	2
สถานี	บ้านพักสตรีสงเคราะห์	5600	8
สถานี	วัดไผ่เขียว	3700	6
สถานี	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง1)	1280	2
สถานี	โรงงานหน่อไม้ฝรั่ง (ถัง2)	1420	2
สถานี	ตลาดพวุฒิ	1000	2
สถานี	หมู่บ้านร่มเย็น	1900	3
สถานี	ซอยช่างอากาศอุทิศ 3	430	1
สถานี	ถนนสรงประภาฝั่งซ้าย (ไปนนทบุรี)	3300	5
สถานี	ร้านอาหารกุ๊กกุ๊ก ครัวกะทะ อู่ซ่อมรถ	5900	9
สถานี	ชุมชนวัดไผ่เขียว	4000	6
สถานี	ถนนสรงประภาฝั่งขวา (ไปดอนเมือง)	3400	5
สถานี	ชุมชนตลาดกลาง	2200	3
สถานี	ซอยเสริมปรดี 1	3400	5
สถานี	ซอยเสริมปรดี 2	3390	5
สถานี	ซอยบุญมาก 1	3100	5
สถานี	ซอยบุญมาก 2	2975	4
สถานี	ซอยไสว 2	2950	4
สถานี	ชุมชนแม่ไสว	3290	5
สถานี	ซอยสุวรรณี 1	2210	3
สถานี	ซอยสุวรรณี 2 2/1-2/14	2390	4
สถานี	ชุมชนศรีดอนเมือง	2530	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	ซอยแม่ทองก้อน 1	2500	4
สถานี	ซอยแม่ทองก้อน 2	2840	4
สถานี	หน้าบ้านพักคนงานอิตาเลียนไทย	1320	2
สถานี	หน้าหมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 1	2050	3
สถานี	หน้าคลิสตันพลาซ่า	1900	3
สถานี	ศูนย์ฝึกแรงงาน	2600	4
สถานี	หมู่บ้านแก้วงาม	2300	3
สถานี	หมู่บ้านประชาอุทิศม่วงมณีร่วมใจ 2	2030	3
สถานี	บ้านพักคนงาน บริษัท อิตาเลียนไทย จำกัด	1450	2
สถานี	หมู่บ้านพลอยไพลิน	2830	4
สถานี	ชุมชนนิเวศน์ชาวฟ้า	1600	2
สถานี	การท่าอากาศยาน 1	2200	3
สถานี	หน้าร้านพิซซ่า	2850	4
สถานี	ดอนเมืองแมนชั่น	2500	4
สถานี	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซอย2-4	2100	3
สถานี	หมู่บ้านแหลมทองนิเวศน์	3100	5
สถานี	หน้าร้านพิซซ่าB	2920	4
สถานี	หมู่บ้านทวีวัฒน์ ซ.1-3	2600	4
สถานี	หมู่บ้านวัฒนานันท์	2200	3
สถานี	ฟ้าอมรคอนโด	1470	2
สถานี	นิรันคอนโด 5	1650	2
สถานี	นิรันคอนโด	1410	2
สถานี	โกสุมซอย 8, 9, 12, 13, 14	2280	3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	หมู่บ้านศิรินเฮาร์	1700	3
สถานี	หมู่บ้านนัทนัน	1660	2
สถานี	หมู่บ้านเวียงเทพ	1550	2
สถานี	ฟ้าอมรคอนโด	1710	3
สถานี	หมู่บ้านกัญจเพชร	1740	3
สถานี	หมู่บ้านรัตนาวลัย	1880	3
สถานี	โกสุ่มซอย 7, 5, 4, 3, 2, 1	2900	4
สถานี	เอสเค อพาร์ทเม้นท์	1300	2
สถานี	หน้าหมู่บ้านชลาธร	1550	2
สถานี	ดอนเมืองอพาร์ทเม้นท์	1700	3
สถานี	ตลาดเคหะดอนเมือง	1870	3
สถานี	ตวงรัตรอพาร์ทเม้นท์	2080	3
สถานี	วัดพรมรังษี	2480	4
สถานี	หมู่บ้านศิริสุข	2400	4
สถานี	หมู่บ้านปิ่นทอง	2050	3
สถานี	หมู่บ้านพิณทุมาธานี	1655	2
สถานี	หมู่บ้านชลาธร	1660	2
สถานี	เคหะดอนเมือง	2150	3
สถานี	หมู่บ้านโกสุมสามัคคีซอย 1-5	3400	5
สถานี	หมู่บ้านสี่ชัยวิลล่า	3100	5
สถานี	ซอยโกสุมสามัคคี 24	3250	5
สถานี	ซอยโกสุมสามัคคีซอย 6-23	2800	4
สถานี	หมู่บ้านหลักสี่แลนด์	3000	5
สถานี	ร.ร.วัดเวฬุ	3800	6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	7Eleven	3150	5
สถานี	หมู่บ้านโกสุมสามัคคี 2	3100	5
สถานี	วัดเวฬุ	3750	6
สถานี	ปากซอยเขตดอนเมือง	330	1
สถานี	หน้า 7Eleven (ตลาดใหม่)	780	1
สถานี	หน้าซุปเปอร์มาร์เก็ต ดีมาร์ท	770	1
สถานี	ซอยตรงข้าม โรงเรียนดอนเมืองจารุจิดา	580	1
สถานี	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 2	3250	5
สถานี	ชุมชนพรมสำริด	3400	5
สถานี	ชุมชนสะพานปูน	90	1
สถานี	กรมอุตุ	310	1
สถานี	ถนนเชิดวุฒากาศ	2150	3
สถานี	อู่รถแท็กซี่	3400	5
สถานี	อู่รถทัวร์	3540	5
สถานี	หมู่บ้านอยู่เจริญ	5800	9
สถานี	หมู่บ้านยิ่งโอฬาร	6300	9
สถานี	โรงเรียนพหลโยธิน	6200	9
สถานี	ซอยย่าเหลียง	6210	9
สถานี	บริษัท M &T	6300	9
สถานี	อู่รถเมล์	6500	10
สถานี	หมู่บ้านวังทอง	6800	10
สถานี	ตลาดทรงประภา	2100	3
สถานี	หน้าโรงหนัง	2150	3
สถานี	หน้าโรงเรียนสีกัน	2320	3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	หน้าหมอมวลชน	2450	4
สถานี	หน้าดอนเมืองพลาซ่า	2550	4
สถานี	หน้าโรงเรียนมารีสวรรค์	3100	5
สถานี	ซอยประชาอุทิศ	2600	4
สถานี	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง	3000	5
สถานี	หมู่บ้านศรีกาญจน์	5000	8
สถานี	วัดสีกัน	5600	8
สถานี	ซอยสุวรรณี 2/10	2300	3
สถานี	โรงเรียนผ่องเพ็ญอนุบาล	2320	3
สถานี	สุขดี อพาทร์เม้น	2250	3
สถานี	ตลาดวัฒนานันท์	1900	3
สถานี	ถนนช่างอากาศอุทิศ	920	1
สถานี	ปั้มน้ำมัน ป.ต.ท.	775	1
สถานี	นิรันดร์คอนโด 1, 2, 4	660	1
สถานี	สำนักงานเขตดอนเมือง	10	1
สถานี	ซอยวัฒนานันท์	560	1
สถานี	ร้าน 7-Eleven	510	1
สถานี	บริษัททำหน่อไม้ฝรั่งส่งออกต่างประเทศ	360	1
สถานี	ตลาดนัด	160	1
สถานี	ซอยช่างอากาศอุทิศ 2	270	1
สถานี	โรงเรียนดอนเมืองจารุจินดา	630	1
สถานี	นิรันดร์คอนโด 6	930	1
สถานี	หมู่บ้านบูรพา 19	4900	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	หมู่บ้านเศรณี	4960	7
สถานี	หมู่บ้านบูรพา 12	5100	8
สถานี	หมู่บ้านเทพประทาน	5400	8
สถานี	หมู่บ้านจักรพงษ์	5600	8
สถานี	ร้านอาหาร ระเบียงน้ำ	6300	9
สถานี	ร้านอาหาร วราไทยอีสาน	6250	9
สถานี	บ้านพักศูนย์โทรคมนาคมทหาร	5800	9
สถานี	หมู่บ้านนราวดี รีสอร์ท	6100	9
สถานี	หมู่บ้านโนเบิล	6900	10
สถานี	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	7600	11
สถานี	ถนนสรงประภา	1750	3
สถานี	ถนนสรณคมม์	2400	4
สถานี	ซอยคุณหญิง	2750	4
สถานี	ค่ายลูกเสือพิศลยบุตร	2910	4
สถานี	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	2600	4
สถานี	หมู่บ้านสหกรณ์ครูไทย	2670	4
สถานี	หมู่บ้านกรีนปาร์ค	2940	4
สถานี	หมู่บ้านสินวงค์	2930	4
สถานี	วงเวียนปิ่นเจริญ 1	3000	5
สถานี	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 1	3750	6
สถานี	โรงงานเย็บผ้า (ปิ่นเจริญ 1 ซอย 7)	3400	5
สถานี	ตลาดประชาอุทิศ	2400	4
สถานี	หมู่บ้านวังไพเวช	3200	5
สถานี	หมู่บ้านสายทิพย์	2600	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	แฟลต บก.สูงสุด	3100	5
สถานี	โรงเรียนบำรุงระวิวรรณวิทยา	5900	9
สถานี	ตลาดประชาอุทิศ	2300	3
สถานี	หมู่บ้านดอนเมืองวิลล่า	2800	4
สถานี	บ้านพักทหารสื่อสาร	3800	6
สถานี	ตลาดเสริมเพิ่มพูน	3820	6
สถานี	ร้านมิคไนท์ไก่ตอน	5400	8
สถานี	หมู่บ้านธนินทร ซอย 1-ซอย 10	5200	8
สถานี	หมู่บ้านเปรมประชา	4500	7
สถานี	โรงเรียนอนุบาลบ้านพลอยเพลิน	5350	8
สถานี	พี.เอ แมนชั่น	6400	10
สถานี	หมู่บ้านพิพรพงษ์ ซอย 1-ซอย 5	6550	10
สถานี	ซอยธรรมนูญ	3755	6
สถานี	หน้าแฟลตทหารอากาศ เขต 6	1330	2
สถานี	ธนาคารออมสิน สาขา ดอนเมือง	1430	2
สถานี	ชุมชนร่วมพัฒนา	3100	5
สถานี	หมู่บ้านไผ่เขียววิลล่า ซอย 1-ซอย 5	4000	6
สถานี	หมู่บ้านสวนแจ้งวัฒนะ	3880	6
สถานี	โรงแรมอพารีแอร์พอร์ต	1530	2
สถานี	ร.ร.วัดดอนเมือง	1640	2
สถานี	วัดดอนเมือง	1800	3
สถานี	หมู่บ้านบูรพา 25	4200	6
สถานี	หมู่บ้านณัชนันท์	4285	6
สถานี	หมู่บ้านสวนทอง 5	4530	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	ถนนสรงประภาฝั่งเหนือตั้งแต่หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 - แยกถนนสรณคมณ์ 1	3000	5
สถานี	หมู่บ้านสวนฝรั่ง	2800	4
สถานี	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 ซอย 6, 7	3300	5
สถานี	หมู่บ้านแสงไพฑูรย์	3800	6
สถานี	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	2400	4
สถานี	ถนนสรงประภาฝั่งเหนือตั้งแต่หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 - แยกถนนสรณคมณ์ 2	3000	5
สถานี	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 ซอย 1, 2, 3, 4, 5	3400	5
สถานี	บริษัทเกรทเบเปอร์ จำกัด	3950	6
สถานี	หมู่บ้านบรูพา 16	3300	5
สถานี	หมู่บ้านบรูพา 7	3700	6
สถานี	หมู่บ้านบรูพา 18 ซอย 1 - ซอย 14	3050	5
สถานี	หมู่บ้านรัชกร	3300	5
สถานี	หมู่บ้านเจริญสุข	3500	5
สถานี	หมู่บ้านบรูพา 24 ซอย 1 - ซอย 5	3450	5
สถานี	ซอยกำนันละมัย	5500	8
สถานี	ซอยบ้านพิทักษ์	5590	8
สถานี	หมู่บ้านโชคไพศาล	5500	8
สถานี	หมู่บ้านวิภาลัย	5400	8
สถานี	หมู่บ้านแอร์พอร์ต	5230	8
สถานี	หมู่บ้านชัดรีดา วิลล่า	3600	5
สถานี	ถนนพหลโยธินฝั่งตะวันตก	10800	16
สถานี	ร้านอาหารไพรวัลย์	12500	19
สถานี	ร้านเฮือนแม่ลาปลาเผา	12700	19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	ร้านอาหารวังแก้ว	12900	19
สถานี	ร้านอาหารไก่ย่างสมหวัง	7540	11
สถานี	หน้าหมู่บ้านนาวง	7640	11
สถานี	หน้าหมู่บ้านดาวทอง	6300	9
สถานี	โรงงานทำรองเท้า	5600	8
สถานี	หน้าหมู่บ้านอยู่เจริญ	5220	8
สถานี	หมู่บ้านอยู่เจริญใหม่	5200	8
สถานี	หมู่บ้านอยู่เจริญ	5400	8
สถานี	หมู่บ้านญาดา	5580	8
สถานี	หมู่บ้านศรีสุข	6600	10
สถานี	หมู่บ้านดาวทอง	6900	10
สถานี	หมู่บ้านธนิวา	8200	12
สถานี	หมู่บ้านอมรพันธ์	7200	11
สถานี	สนามบินเล็ก	7100	11
สถานี	แฟลต ป.ต.อ. พัน จ.	6900	10
สถานี	แฟลต ท.อ. พัน ทุ่งสีกัน	6800	10
สถานี	บ.ก.สูงสุด	7200	11
สถานี	กองพันบริการ	6700	10
สถานี	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	2100	3
สถานี	แฟลตบ้านพัก บก.สูงสุด	6500	10
สถานี	แฟลต บก. สูงสุด	6850	10
สถานี	หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	1830	3
สถานี	แฟลตทหารสื่อสาร	4500	7
สถานี	บริษัทพรมไทย	10330	15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
สถานี	ฝ่างช่าง	3400	5
สถานี	แขวงการทาง	4600	7
สถานี	บริษัทจากัวร์	4400	7
สถานี	เจ้เล้ง	4300	6
สถานี	บริษัทค็อตโต	4500	7
สถานี	บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	900	1
สถานี	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	2400	4
สถานี	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	2140	3
ถนนกำแพงเพชร 6	ตลาดเคหะดอนเมือง	1320	2
ถนนกำแพงเพชร 6	บ้านพัก ทอท.	130	1
ถนนกำแพงเพชร 6	เจ้เล้ง	3000	5
ถนนกำแพงเพชร 6	บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	80	1
ถนนกำแพงเพชร 6	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	18000	27
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	2600	4
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	หน้า 7Eleven (ตลาดใหม่)	630	1
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	หน้าซุปเปอร์มาร์เก็ต ดีมาร์ท	570	1
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	หน้าตลาดแอร์พอร์ท (ตลาดใหม่)	720	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	ซอยตรงข้าม โรงเรียนดอนเมืองจารุจิดา	850	1
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	แฟลตการท่า	590	1
ถนนวิภาวดีรังสิต (ฝั่งตรงข้ามท่าอากาศยานฯ)	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	18600	28
อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	การท่าอากาศยาน 1	840	1
อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	17600	26
ถนนวิภาวดี-รังสิต (ฝั่งท่าอากาศยานฯ)	ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	770	1
ตลาดเคหะดอนเมือง	ถนนกำแพงเพชร 6	1310	2
ตลาดเคหะดอนเมือง	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	330	1
ตลาดเคหะดอนเมือง	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	580	1
ตลาดเคหะดอนเมือง	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	17200	26
ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	787	1
ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	เรือนเพาะชำ	177	1
ลานจอดรถอาคาร 1 ท่าอากาศยานฯ 1	ห้อง VIP	192	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
ดอนเมืองพลาซ่า	โรงเรียนมารีสวรรค์	190	1
ดอนเมืองพลาซ่า	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	20250	30
โรงเรียนมารีสวรรค์	หน้าโรงเรียนมารีสวรรค์	60	1
โรงเรียนมารีสวรรค์	ซอยประชาอุทิศ	300	1
โรงเรียนมารีสวรรค์	หมู่บ้านสายทิพย์	301	1
โรงเรียนมารีสวรรค์	หมู่บ้านดอนเมืองวิลล่า	120	1
โรงเรียนมารีสวรรค์	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	20100	30
โรงเรียนประชาอุทิศ	หน้าคลิสตันพลาซ่า	170	1
โรงเรียนประชาอุทิศ	หมู่บ้านแก้วงาม	180	1
โรงเรียนประชาอุทิศ	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	20600	31
หมู่บ้านรัตนา	หมู่บ้านศภุลักษณ์	300	1
หมู่บ้านรัตนา	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	14000	21
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
บ.ก.สูงสุด	หมู่บ้านโนเบิล	550	1
บ.ก.สูงสุด	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	1070	2
บ.ก.สูงสุด	สนามบินเล็ก	630	1
บ.ก.สูงสุด	กองพันบริการ	390	1
บ.ก.สูงสุด	แฟลตบ้านพัก บก.สูงสุด	1150	2
บ.ก.สูงสุด	แฟลต บก. สูงสุด	270	1
บ.ก.สูงสุด	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	21800	33
กองพันบริการ	โรงเรียนนานาชาติ	6000	9
กองพันบริการ	ร้านอาหารกุ๊กกุ๊ก ครัวกะทะ อู่ซ่อมรถ	1590	2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
กองพันบริการ	วัดสีกัน	1220	2
กองพันบริการ	ร้านอาหาร ระเบียงน้ำ	1170	2
กองพันบริการ	บ้านพักศูนย์โทรคมนาคมทหาร	1080	2
กองพันบริการ	หมู่บ้านนราวดี รีสอร์ท	570	1
กองพันบริการ	หมู่บ้านโนเบิล	450	1
กองพันบริการ	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	1060	2
กองพันบริการ	หมู่บ้านอยู่เจริญใหม่	3900	6
กองพันบริการ	สนามบินเล็ก	640	1
กองพันบริการ	บ.ก.สูงสุด	390	1
กองพันบริการ	แฟลตบ้านพัก บก.สูงสุด	1130	2
กองพันบริการ	แฟลต บก. สูงสุด	400	1
กองพันบริการ	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	24203	36
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	ถนนกำแพงเพชร 6	1390	2
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	ตลาดเคหะดอนเมือง	580	1
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	โกสุ่มซอย 7, 5, 4, 3, 2, 1	1460	2
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	880	1
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	บริษัทจากัวร์	2200	3
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	เจ้เล้ง	4800	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	บริษัทค็อตโต	2130	3
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	300	1
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	40	1
บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	16670	25
แฟลตบ้านพัก บก. สูงสุด	แฟลต ท.อ. พัน ทุ่งสีกัน	310	1
แฟลตบ้านพัก บก. สูงสุด	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	20600	31
แฟลต บก. สูงสุด	ร้านอาหารกุ๊กกุ๊ก ครัวกะทะ อู่ซ่อมรถ	1800	3
แฟลต บก. สูงสุด	หมู่บ้านโนเบิล	230	1
แฟลต บก. สูงสุด	หมู่บ้านปิ่นเจริญ 4	820	1
แฟลต บก. สูงสุด	หมู่บ้านธนิวา	1390	2
แฟลต บก. สูงสุด	สนามบินเล็ก	370	1
แฟลต บก. สูงสุด	กองพันบริการ	250	1
แฟลต บก. สูงสุด	แฟลตบ้านพัก บก.สูงสุด	870	1
แฟลต บก. สูงสุด	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	21501	32
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ตรวจคนเข้าเมือง 2	200	1
หน้าปั้ม ปตท.(กสบ)	สถานีผลิตจ่ายประปา	1300	2
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	หลังสถานีรถไฟดอนเมือง	1350	2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ชุมชนตลาดกลาง	540	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	หมู่บ้านวัฒนานันท์	590	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ถนนเชิดวุฒากาศ	520	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ซอยสุวรรณี 2/10	560	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ตลาดวัฒนานันท์	360	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	หมู่บ้านจักรพงษ์	1300	2
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ถนนสรงประภา	180	1
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	ฝ่างช่าง	3000	5
หน้าปั้ม ปตท. (กสบ)	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	18280	27
แฟลตทหารสื่อสาร	ถนนสรงประภาฝั่งซ้าย (ไปนนทบุรี)	1400	2
แฟลตทหารสื่อสาร	ถนนสรงประภาฝั่งขวา (ไปดอนเมือง)	600	1
แฟลตทหารสื่อสาร	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง	1100	2
แฟลตทหารสื่อสาร	หมู่บ้านศรีกาญจน์	800	1
แฟลตทหารสื่อสาร	วัดสีกัน	1200	2
แฟลตทหารสื่อสาร	บ้านพักศูนย์โทรคมนาคมทหาร	1500	2
แฟลตทหารสื่อสาร	หมู่บ้านวังไพเวช	1400	2
แฟลตทหารสื่อสาร	แฟลต บก.สูงสุด	1100	2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
แฟลตทหารสื่อสาร	บ้านพักทหารสื่อสาร	700	1
แฟลตทหารสื่อสาร	ซอยกำนันละมัย	1200	2
แฟลตทหารสื่อสาร	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	21510	32
บริษัทพรมไทย	บริษัทเมโทร	280	1
บริษัทพรมไทย	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	13500	20
ฝางช่าง	อาคารฝ่ายช่างท่าอากาศยานฯ	790	1
ฝางช่าง	ตรวจคนเข้าเมือง 2	7300	11
ฝางช่าง	การท่าอากาศยาน 1	1620	2
ฝางช่าง	เจ้เล้ง	3600	5
ฝางช่าง	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	18400	28
แขวงการทาง	ตลาดเคหะดอนเมือง	5600	8
แขวงการทาง	บริษัทจากัวร์	320	1
แขวงการทาง	บริษัทค็อตโต	250	1
แขวงการทาง	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	14750	22
บริษัทจากัวร์	โรงสูบน้ำ (ท่าอากาศยานฯ)	9300	14
บริษัทจากัวร์	ถนนพหลโยธินฝั่งตะวันตก	6380	10
บริษัทจากัวร์	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	4300	6
บริษัทจากัวร์	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	14410	22
เจ้เล้ง	แขวงการทาง	300	1
เจ้เล้ง	บริษัทค็อตโต	440	1
เจ้เล้ง	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	14900	22
บริษัทค็อตโต	บริษัทจากัวร์	120	1
บริษัทค็อตโต	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	14500	22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	ถนนกำแพงเพชร 6	60	1
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	ตลาดเคหะดอนเมือง	1370	2
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	บ้านพัก ทอท.	210	1
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	การท่าอากาศยาน 1	1500	2
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	ปากซอยเขตดอนเมือง	710	1
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	กรมอุตุ	840	1
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	หมู่บ้านเคหะร่มเย็น	1660	2
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	1450	2
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	บริษัทค็อตโต	3600	5
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	1760	3
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	1460	2
บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	18200	27
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	ถนนกำแพงเพชร 6	1680	3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จุดเริ่มต้น	จุดถัดไป	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้เดินทาง (นาที)
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	ตลาดเคหะดอนเมือง	877	1
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	โกสุ่มซอย 7, 5, 4, 3, 2, 1	1760	3
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	บริษัทเชื้องเพลิงการบินกรุงเทพ	1750	3
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	249	1
ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	16370	25
ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	บ.แอร์พอร์ต เคหะ จำกัด	43	1
ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	ท่าเรือแจ้งวัฒนะ	260	1
ศูนย์ลูกเรือบริษัทการบินไทย	สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	16620	25
สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย	สถานี	18800	28

ที่มา: แผนที่ Google Map

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่าง ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม TSP โดยทำการคำนวณทั้งหมด 2000 node มีรายละเอียด ดังตารางผนวกที่ 3

ตารางผนวกที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม TSP ทั้งหมด 2000 node

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
00000	00000	44	108	0	0	176173
00001	00000	31	199	91	91	
00002	00000	27	284	85	176	
00003	00000	34	382	98	274	
00004	00000	33	471	89	363	
00005	00000	3	471	0	363	
00006	00000	21	539	68	431	
00007	00000	4	543	4	435	
00008	00000	30	625	82	517	
00009	00000	33	723	98	615	
00010	00000	40	820	97	712	
00011	00000	20	884	64	776	
00012	00000	30	971	87	863	
00013	00000	22	1039	68	931	
00014	00000	38	1134	95	1026	
00015	00000	13	1177	43	1069	
00016	00000	14	1221	44	1113	
00017	00000	31	1311	90	1203	
00018	00000	34	1400	89	1292	
00019	00000	35	1487	87	1379	
00020	00000	31	1565	78	1457	
00021	00000	38	1650	85	1542	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
00022	00000	41	1733	83	1625	168375
00023	00000	36	1812	79	1704	
00024	00000	11	1844	32	1736	
00025	00000	44	1927	83	1819	165769
00026	00000	13	1970	43	1862	
00027	00000	33	2042	72	1934	
00028	00000	13	2067	25	1959	
00029	00000	30	2147	80	2039	
00030	00000	20	2198	51	2090	
00031	00000	27	2259	61	2151	
00032	00000	32	2317	58	2209	
00033	00000	6	2326	9	2218	
00034	00000	28	2398	72	2290	
00035	00000	26	2461	63	2353	
00036	00000	24	2519	58	2411	
00037	00000	17	2560	41	2452	
00038	00000	28	2605	45	2497	
00039	00000	18	2646	41	2538	
00040	00000	18	2688	42	2580	
00041	00000	25	2746	58	2638	
00042	00000	26	2803	57	2695	
00043	00000	24	2857	54	2749	
00044	00000	40	2919	62	2811	
00045	00000	17	2964	45	2856	
00046	00000	27	3030	66	2922	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
00047	00000	18	3070	40	2962	
00048	00000	17	3110	40	3002	
00049	00000	20	3153	43	3045	
00050	00000	26	3206	53	3098	
00051	00000	26	3257	51	3149	
00052	00000	15	3288	31	3180	
00053	00000	13	3313	25	3205	
00054	00000	19	3346	33	3238	
00055	00000	22	3389	43	3281	
00056	00000	13	3411	22	3303	
00057	00000	25	3456	45	3348	
00058	00000	18	3492	36	3384	
00059	00000	10	3505	13	3397	
00060	00000	9	3521	16	3413	
00061	00000	14	3543	22	3435	
00062	00000	11	3560	17	3452	
00063	00000	10	3577	17	3469	
00064	00000	19	3613	36	3505	
00065	00000	15	3642	29	3534	
00066	00000	10	3658	16	3550	
00067	00000	20	3691	33	3583	
00068	00000	14	3721	30	3613	
00069	00000	11	3738	17	3630	
00070	00000	12	3760	22	3652	
00071	00000	11	3782	22	3674	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
00072	00000	18	3813	31	3705	
00073	00000	13	3835	22	3727	
00074	00000	4	3837	2	3729	
00075	00000	4	3838	1	3730	
00076	00000	8	3850	12	3742	
00077	00000	10	3866	16	3758	
00078	00000	23	3890	24	3782	
00079	00000	16	3913	23	3805	
00080	00000	4	3914	1	3806	
00081	00000	4	3915	1	3807	
00082	00000	4	3919	4	3811	
00083	00000	3	3919	0	3811	
00084	00000	0	3919	0	3811	
00085	00000	10	3934	15	3826	
00086	00000	14	3953	19	3845	
00087	00000	11	3970	17	3862	
00088	00000	13	3987	17	3879	
00089	00000	11	4000	13	3892	
00090	00000	10	4014	14	3906	
00091	00000	10	4026	12	3918	
00092	00000	7	4032	6	3924	
00093	00000	9	4044	12	3936	
00094	00000	8	4053	9	3945	
00095	00000	7	4061	8	3953	
00096	00000	8	4069	8	3961	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
00097	00000	5	4070	1	3962	
00098	00000	4	4071	1	3963	
00099	00000	6	4077	6	3969	
00100	00000	3	4077	0	3969	
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
01900	00025	3	56157	1	56157	
01901	00025	4	56159	2	56159	
01902	00025	14	56182	23	56182	
01903	00025	4	56182	0	56182	
01904	00025	7	56189	7	56189	
01905	00025	18	56209	20	56209	
01906	00025	13	56230	21	56230	
01907	00025	15	56249	19	56249	
01908	00025	11	56267	18	56267	
01909	00025	14	56283	16	56283	
01910	00025	13	56299	16	56299	
01911	00025	13	56313	14	56313	
01912	00025	12	56326	13	56326	
01913	00025	12	56338	12	56338	
01914	00025	11	56348	10	56348	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
01915	00025	11	56358	10	56358	
01916	00025	10	56367	9	56367	
01917	00025	12	56378	11	56378	162389
01918	00025	4	56380	2	56380	
01919	00025	3	56381	1	56381	
01920	00025	4	56383	2	56383	
01921	00025	7	56384	1	56384	
01922	00025	4	56384	0	56384	
01923	00025	3	56384	0	56384	
01924	00025	0	56384	0	56384	
01925	00025	0	56384	0	56384	
01926	00025	0	56384	0	56384	
01927	00026	20	56427	43	56427	
01928	00026	11	56452	25	56452	
01929	00026	22	56495	43	56495	
01930	00026	21	56534	39	56534	
01931	00026	14	56571	37	56571	
01932	00026	17	56609	38	56609	
01933	00026	7	56620	11	56620	
01934	00026	15	56651	31	56651	
01935	00026	14	56682	31	56682	
01936	00026	14	56715	33	56715	
01937	00026	29	56768	53	56768	
01938	00026	16	56800	32	56800	
01939	00026	17	56830	30	56830	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
01940	00026	12	56855	25	56855	
01941	00026	15	56885	30	56885	
01942	00026	13	56910	25	56910	
01943	00026	19	56950	40	56950	
01944	00026	14	56974	24	56974	
01945	00026	12	56996	22	56996	
01946	00026	13	57018	22	57018	
01947	00026	10	57039	21	57039	
01948	00026	13	57058	19	57058	
01949	00026	12	57077	19	57077	
01950	00026	13	57097	20	57097	
01951	00026	12	57115	18	57115	
01952	00026	10	57131	16	57131	
01953	00026	9	57147	16	57147	
01954	00026	8	57158	11	57158	
01955	00026	8	57172	14	57172	
01956	00026	10	57185	13	57185	
01957	00026	7	57197	12	57197	
01958	00026	11	57207	10	57207	
01959	00026	10	57217	10	57217	
01960	00026	6	57226	9	57226	
01961	00026	8	57235	9	57235	
01962	00026	8	57246	11	57246	
01963	00026	6	57252	6	57252	
01964	00026	6	57258	6	57258	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
01965	00026	5	57260	2	57260	
01966	00026	4	57262	2	57262	
01967	00026	4	57264	2	57264	
01968	00026	14	57282	18	57282	
01969	00026	11	57296	14	57296	
01970	00027	27	57358	62	57358	
01971	00027	12	57383	25	57383	
01972	00027	24	57458	75	57458	
01973	00027	27	57509	51	57509	
01974	00027	24	57560	51	57560	
01975	00027	30	57619	59	57619	
01976	00027	7	57628	9	57628	
01977	00027	31	57687	59	57687	
01978	00027	26	57747	60	57747	
01979	00027	26	57802	55	57802	
01980	00027	19	57843	41	57843	
01981	00027	17	57882	39	57882	
01982	00027	18	57923	41	57923	
01983	00027	19	57965	42	57965	
01984	00027	26	58016	51	58016	
01985	00027	25	58067	51	58067	
01986	00027	25	58113	46	58113	
01987	00027	24	58164	51	58164	
01988	00027	19	58208	44	58208	
01989	00027	31	58271	63	58271	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Node	Nodemain	เวลา (วินาที)	จำนวน Node	Node เพิ่ม	รวมNodeเพิ่มขึ้น	tour
01990	00027	21	58311	40	58311	
01991	00027	19	58351	40	58351	
01992	00027	21	58393	42	58393	
01993	00027	29	58437	44	58437	
01994	00027	21	58479	42	58479	
01995	00027	16	58509	30	58509	
01996	00027	14	58534	25	58534	
01997	00027	20	58567	33	58567	
01998	00027	19	58603	36	58603	
01999	00027	17	58625	22	58625	
02000	00027	24	58661	36	58661	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ นางสาวสุทธิชา ทับดารา

เกิดวันที่ 15 มิถุนายน 2527

สถานที่เกิด จังหวัดชลบุรี

ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน Cost Engineer

สถานที่ทำงานปัจจุบัน Davis Langdon & Seah (Thailand) Ltd.

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ —

ทุนการศึกษาที่ได้รับ —

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์