

35

การจัดเส้นทางเดินที่เหมาะสมของรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อด้วย
ไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก



นางสาวเกศรัฎษา กลั่นกรอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974 - 633 - 093 - 4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ROUTE OPTIMIZATION FOR INFECTIOUS WASTE COLLECTION
BY MICROCOMPUTER : A CASE STUDY OF EAST BMA

Miss. Katerachada Klankrong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974 - 633 - 093 - 4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดเส้นทางเดินที่เหมาะสมของรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อด้วย
ไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก
โดย นางสาวเกศรัฎฐา กลั่นกรอง
ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สมิ ฐะ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ธงชัย

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

ธเรศ

.....กรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์)

สมิ

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

ประแสง มงคลศิริ

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประแสง มงคลศิริ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

เกศรัษฎา กลั่นกรอง : การจัดเส้นทางเดินที่เหมาะสมของรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อด้วย

ไมโครคอมพิวเตอร์ : กรณีศึกษากรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก (ROUTE OPTIMIZATION FOR INFECTIOUS WASTE COLLECTION BY MICROCOMPUTER : A CASE STUDY OF EAST BMA)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์, 379 หน้า. ISBN 974-633-093-4



ในการศึกษานงานวิจัยนี้ เป็นการนำความรู้ทางด้านวิชาการของการวิจัยดำเนินงานเข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมของรถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ซึ่งได้แบ่งเป็นงานเก็บขนมูลฝอย 1 และงานเก็บขนมูลฝอย 2 และนอกจากนี้ยังได้มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในงานวิจัยเพื่อที่จะให้มีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาดังสภาพในปัจจุบันของการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ จากนั้นจึงใช้หลักการที่เลือกไว้สำหรับการจัดเส้นทางที่เหมาะสมโดยหลักการจะเริ่มจาก การจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคัน ซึ่งก็คือการแบ่งขอบเขตความรับผิดชอบของรถเก็บขน และเมื่อได้สถานพยาบาลที่อยู่ในความรับผิดชอบแล้ว จึงนำมาหาสถานพยาบาลที่รถเก็บขนแต่ละคันจะต้องไปทำการเก็บขนในแต่ละวัน โดยผลที่ได้จะนำไปสู่การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนมูลฝอยที่เหมาะสม

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับเส้นทางเดินรถเก็บขนที่มีอยู่เดิม โดยจะเป็นการเปรียบเทียบของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดของรถเก็บขนรวมทุกคันที่ใช้ใน 1 สัปดาห์ ซึ่งผลที่ได้พบว่าเส้นทางเดินรถใหม่จะมีระยะเวลาในการเดินทางน้อยกว่าเส้นทางเดิมในเดือนเมษายน 2538 ประมาณ 31% สำหรับงานเก็บขนมูลฝอย 1 และประมาณ 21% สำหรับงานเก็บขนมูลฝอย 2 ส่วนในเดือนมิถุนายน 2538 เส้นทางเดินรถเก็บขนใหม่จะมีระยะเวลาในการเดินทางน้อยกว่าเส้นทางเดิมประมาณ 29% สำหรับงานเก็บขนมูลฝอย 1 และประมาณ 30% สำหรับงานเก็บขนมูลฝอย 2

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิติต เกศรัษฎา กลั่นกรอง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ธีระสถิตย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

##C617464 : MAJOR SANITARY ENGINEERING
KEY WORD: INFECTIOUS WASTE/ COLLECTION ROUTE/ ROUTE OPTIMIZATION

KATERACHADA KLANKRONG : ROUTE OPTIMIZATION FOR INFECTIOUS WASTE
COLLECTION BY MICROCOMPUTER : A CASE STUDY OF EAST BMA. THESIS
ADVISOR : ASST. PROF. THARES SRISATIT, Ph.D. 379 pp.
ISBN 974-633-093-4

This research employed an operation research approach to establish the route optimization for BMA waste collection system which divided into two zones. A microcomputer was also used for data analysis. This research explored the current situation of infectious waste collection. After that the responsibility zone for each truck collecting waste each day was assigned by selected approach. This resulted in the design for route optimization.

The results obtained would be compared of the existing routes in terms of the amount of time per week the trucks spent for the whole trip. It is found that in April, 1995 the new routes shortened the time spent by 31% for the waste collection zone 1 and by 21% for the zone 2. In June, 1995 the new ones did so by 29% for the zone 1 and by 30% for the zone 2.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต เกตวีร์ภา กค์นครอง
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ฐาเวศ อภิบาล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร. ครรชิต ผิวนวล ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่ง ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขและให้ข้อคิดเห็นแก่ผู้วิจัยโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประแส มงคลศิริ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในกองบริการรักษาความสะอาด สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในด้านการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคุณ สุรัชย์ ศรีเลณวัตติ บริษัท TTPD จำกัด ที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิทยาการต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัย และขอสำนึกในพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษาคุณความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นสิ่งตอบแทนต่อผู้ที่มีพระคุณต่อผู้วิจัยทุกท่าน

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญเรื่อง.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
- วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานวิจัย.....	2
- ขอบเขตการดำเนินงานวิจัย.....	2
- ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	3
- ประโยชน์ของงานวิจัย.....	5
2. การทบทวนวรรณกรรมและผลงานที่ผ่านมาของมูลฝอยติดเชื้อ.....	6
- มูลฝอยติดเชื้อ.....	6
- แนวทางในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ.....	9
- การสำรวจและรวบรวมข้อมูลมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลทั่วประเทศ.....	10
- ปัจจัยที่มีผลต่อเส้นทางการเก็บขน.....	14
- พฤติกรรมในการเก็บขน.....	15
- ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บขน.....	15
3. การทบทวนวรรณกรรมและผลงานที่ผ่านมาของการวิจัยดำเนินงาน.....	17
- การวิจัยดำเนินงาน.....	17
- Singleroute Problems.....	18
- Multiroute Problems.....	31
- ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม.....	39
4. การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม.....	49
- ข้อกำหนดในการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขน.....	49
- การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาหาเส้นทาง.....	49
- ขั้นตอนการหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการที่พัฒนา.....	56

	หน้า
5. ขั้นตอนในการหาเส้นทางที่เหมาะสม.....	64
- การกำหนดและศึกษาถึงสภาพปัจจุบันในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของพื้นที่ที่ทำการวิจัย.....	64
- การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	80
- การหา Shortest Time Paths ระหว่างสถานพยาบาลแต่ละคู่และระหว่างสถานพยาบาลกับ depot.....	113
- การจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคัน.....	114
- การจัดสถานพยาบาลที่จะต้องเก็บขนในแต่ละวันของรถเก็บขนแต่ละคัน.....	134
- การจัดเส้นทางที่ใช้เดินทางในการเก็บขนแต่ละวัน.....	146
6. การเปรียบเทียบเส้นทางเก็บขนใหม่กับเส้นทางเก็บขนเดิม.....	151
- ระยะเวลาในการเดินทางของเส้นทางใหม่ในช่วงทำการเก็บขน.....	151
- การเปรียบเทียบเส้นทางเก็บขนใหม่กับเส้นทางเก็บขนเดิม.....	155
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	173
- สรุปผลการวิจัย.....	173
- วิเคราะห์วิจารณ์.....	184
- ข้อเสนอแนะ.....	184
รายการอ้างอิง.....	185
ภาคผนวก.....	187
ภาคผนวก ก. ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนได้เฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ (พ.ย. 36 - มี.ค 38) และข้อมูลมูลฝอยติดเชื้อที่ทำการเก็บข้อมูลในเดือน เม.ย. 38 และ มิ.ย. 38.....	188
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการหา Shortest Time Paths.....	310
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างผลลัพธ์ของการหาระยะเวลาและเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุด (Shortest Time Paths).....	316
ภาคผนวก ง. การคำนวณหาค่า b_k	326
ภาคผนวก จ. สมการของการจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคัน.....	331
ภาคผนวก ฉ. สมการของการจัดสรรสถานพยาบาลที่จะต้องทำการเก็บขนในแต่ละวันของรถแต่ละคัน.....	357
ภาคผนวก ช. ตัวอย่างตารางเมตริกซ์และผลของการหาเส้นทางในแต่ละวันด้วยวิธี TSP.....	375
ประวัติผู้วิจัย.....	379

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกประเภทและกลุ่มของมูลฝอยที่เกิดในโรงพยาบาล.....	7
2.2 อัตราการเกิดมูลฝอยของสถานพยาบาลทั่วประเทศ.....	12
2.3 การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยจากสถานพยาบาลทั่วประเทศ.....	12
2.4 การสรุปวิธีกำจัดมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาล.....	13
3.1 การคำนวณของ Shortest Time Paths.....	30
3.2 ผลสรุปในการหา Shortest Time Paths.....	30
3.3 ตัวอย่างในการหา single - depot VRP.....	35
4.1 ตัวอย่างข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน.....	60
5.1 จำนวน ความจุ และพนักงานประจำรถของรถเก็บขน ในงานที่ 1 และ 2.....	66
5.2 ขอบเขตความรับผิดชอบของรถเก็บขนแต่ละคันในแต่ละวันสำหรับงานเก็บขน 1.....	70
5.3 ขอบเขตความรับผิดชอบของรถเก็บขนแต่ละคันในแต่ละวันสำหรับงานเก็บขน 2.....	75
5.4 ผลสรุปการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลและการทำลายมูลฝอยติดเชื้อ รวมทั้ง 3 งาน (เดือนพฤศจิกายน 2536 - เดือนมีนาคม 2538).....	79
5.5 อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย, ความถี่ในการเก็บขน และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บขน ของแต่ละสถานพยาบาล ในงานที่ 1.....	81
5.6 อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย, ความถี่ในการเก็บขน และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บขน ของแต่ละสถานพยาบาล ในงานที่ 2.....	84
5.7 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดของงานที่ 1 และ 2.....	101
5.8 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนถ่ายมูลฝอยที่สถานที่กำจัดของงานที่ 1 และ 2.....	102
5.9 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้รวมทั้งหมดของงานที่ 1 และ 2.....	102
5.10 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในวันจันทร์- ศุกร์ของถนนสายหลัก.....	108
5.11 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในวันเสาร์ - อาทิตย์ ของถนนสายหลัก.....	110
5.12 การเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในชั่วโมงเร่งด่วนกับความเร็วเฉลี่ย ในช่วงเวลาที่ รถทำการเก็บขน.....	112
5.13 ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นใน 1 สัปดาห์ ของงานที่ 1 และงานที่ 2.....	115
5.14 ที่ตั้งตำแหน่งของ seed ของรถแต่ละคันในงานที่ 1.....	122
5.15 ที่ตั้งตำแหน่งของ seed ของรถแต่ละคันในงานที่ 2.....	124
5.16 การสรุปผลของการแก้สมการในงานที่ 1 และ 2	129

ตารางที่	หน้า
5.17 ผลการจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคันสำหรับงานที่ 1.....	130
5.18 ผลการจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขนแต่ละคันสำหรับงานที่ 2.....	132
5.19 การจัดเห็ดรูปแบบของแต่ละความถี่.....	134
5.20 เมตริกซ์ของค่า η_k ของรถคันที่ 1 ในงานที่ 1.....	138
5.21 สถานพยาบาลที่เป็น center ประจำในแต่ละวัน.....	138
5.22 ผลของการจัดสถานพยาบาลที่จะต้องเก็บขนในแต่ละวันของงานที่ 1.....	140
5.23 ผลของการจัดสถานพยาบาลที่จะต้องเก็บขนในแต่ละวันของงานที่ 2.....	142
5.24 ผลการทดลองสลับ center ของรถคันที่ 1 ในงานที่ 1 และ 2.....	145
5.25 ผลการจัดเส้นทางที่ใช้เดินทางในการเก็บขนแต่ละวันของงานที่ 1.....	146
5.26 ผลการจัดเส้นทางที่ใช้เดินทางในการเก็บขนแต่ละวันของงานที่ 2.....	148
6.1 การจัดเส้นทางในแต่ละวันใหม่สำหรับรถแต่ละคันและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ในช่วงทำการเก็บขน.....	152
6.2 การเปรียบเทียบผลรวมของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างเส้นทางใหม่กับ เส้นทางเดิมใน 1 สัปดาห์.....	170
6.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของรถเก็บขนแต่ละคันในแต่ละวัน.....	172
7.1 ผลสรุปการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนที่เหมาะสมของงานที่ 1.....	174
7.2 ผลสรุปการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนที่เหมาะสมของงานที่ 2.....	179

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	4
3.1	18
3.2	19
3.3	21
3.4	21
3.5	21
3.6	23
3.7	24
3.8	24
3.9	26
3.10	28
3.11	29
3.12	34
3.13	36
3.14	37
3.15	38
3.16	41
3.17	43
3.18	44
3.19	47
4.1	57
5.1	65
5.2	68
5.3	73
5.4	78
5.5	87
5.6	94
5.7	106
5.8	120

รูปที่		หน้า
5.9	การหา seed แบบที่ 2 ของงานที่ 1.....	121
5.10	ที่ตั้งตำแหน่งของ seed บนแผนที่ของงานที่ 1.....	123
5.11	การหา seed ของงานที่ 2.....	125
5.12	ที่ตั้งตำแหน่งของ seed บนแผนที่ของงานที่ 2.....	126
6.1	เส้นทางใหม่ที่ใช้ในการเดินรถในแต่ละวันของงานที่ 1.....	156
6.2	เส้นทางใหม่ที่ใช้ในการเดินรถในแต่ละวันของงานที่ 2.....	163