บทที่ 4

การเลือกวิธีการที่ใช้และขั้นตอนในการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม

ข้อกำหนดในการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขน

ข้อกำหนดในการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนที่จะต้องใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกวิธีการที่จะนำมาใช้หาเส้นทาง ประกอบด้วย

1. จำนวนรถเก็บขนที่จะใช้ในการเก็บขนทั้งหมดจะถูกกำหนดไว้แต่แรก และทุกคันจะออกวิ่งเพียงวันละ 1 เที่ยวเท่านั้น

2. สถานที่เก็บรถและสถานที่กำจัดจะอยู่ที่เดียวกันและมีแห่งเดียว

3. ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บมาในแต่ละเที่ยวจะต้องมีปริมาณไม่เกินความจุสูงสุดของรถเก็บขน (ความจุที่ 100 %)

ความจุของรถเก็บขนในที่นี้จะทำการใช้ความจุเป็นน้ำหนักแทนการใช้ความจุเป็นปริมาตร โดยการเลือกความจุเป็นน้ำหนักก็เนื่องจากว่า

ก. ในทางปฏิบัติจะนิยมการชั่งมูลฝอยติดเชื้อเป็นน้ำหนักมากกว่าการที่จะวัดเป็นปริมาตร เนื่องจากว่าจะมีความสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการวัดของพนักงานเก็บขน

ข. การที่จะหาปริมาตรของมูลฝอยติดเชื้อนั้น สามารถที่จะหาได้โดยการนำความหนาแน่นของมูลฝอยมาคูณกับน้ำหนักของมูลฝอยที่ชั่งได้ แต่ค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าไม่แน่นอน เนื่องจากว่ามูลฝอยติดเชื้อนั้นมีได้หลายประเภท เช่น ชิ้นเนื้อ สำลี เลือด เข็มฉีดยา ซึ่งมีความหนาแน่นที่ต่างกัน โดยจะเป็นผลทำให้ความหนาแน่นภายในรถเก็บขนมีค่าที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงไม่นิยมการวัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยปริมาตร

4. ความถี่ในการเก็บขนเมื่อรวมตลอดแผนงานแล้ว (แผนงานในการเก็บขนนี้จะกำหนดให้มีระยะเวลาเท่ากับ 7 วัน จึงจะครบรอบการทำงาน) จะต้องไปทำการเก็บขนครบตามความต้องการของสถานพยาบาล

การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการนำมาหาเส้นทาง

จากข้อกำหนดที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าเป็นปัญหาแบบ Multiroute ประเภท node - covering problem เนื่องจากว่าสถานพยาบาลตั้งอยู่อย่างกระจัดกระจายตามถนนต่าง ๆ จึงไม่จำเป็นที่

จะต้องเดินทางไปทุกถนนเหมือนปัญหาแบบ edge - covering problem สำหรับวิธีการที่จะใช้แก้ปัญหาได้มีการเสนอแนะไว้ 3 แบบ ในบทที่3 แต่เมื่อพิจารณาวิธีการทั้ง 3 แบบ แล้วจะเห็นว่าไม่มีแบบใดที่เหมาะกับข้อกำหนดข้างต้นทุกข้อกล่าวคือ

ก. แบบ m - TSP Problem มีข้อจำกัดในเรื่องไม่มีการนำปริมาณมูลฝอยและความถี่ในการเก็บขนมาคิด

ข. แบบ Single - depot VRP Problem มีข้อจำกัดในเรื่องไม่มีการกำหนดจำนวนรถที่แน่นอนลงไปในตอนก่อนเริ่มหาเส้นทาง จะมาได้จำนวนรถที่จะต้องใช้ในการเก็บขนภายหลังจากหาเส้นทางได้แล้วรวมทั้งไม่มีการนำความถี่ในการเก็บขนมาคิด

ค. แบบ Multidepot VRP Problem มีข้อจำกัดเหมือนข้อ ข.

ดังนั้น เมื่อไม่มีวิธีการใดเหมาะสมจึงได้ทำการพิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Fisher และ Jaikumar (1981) และของ Ball (1988) ซึ่งจะพบว่าสามารถที่จะนำมาแก้ปัญหาในการหาเส้นทางที่เหมาะสมได้ แต่จำเป็นที่จะต้องนำมาพัฒนาปรับปรุงเพื่อที่จะให้เหมาะกับข้อจำกัดข้างต้นทั้งหมด

1. <u>การพัฒนาแบบจำลองของ Fisher และ Jaikumar</u>

การพัฒนาแบบจำลองนี้ก็เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขน โดยจะเป็นการจัดสรรสถานพยาบาลให้รถเก็บขนแต่ละคันทำการรับผิดชอบ การพัฒนาแบบจำลองใหม่ที่แตกต่างจากแบบจำลองเดิม ประกอบด้วย

ก. วัตถุประสงค์ในการจัดสรรจะเปลี่ยนจากการใช้ระยะทางในการเดินทางที่น้อยที่สุดมาเป็นการใช้ระยะเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดแทน

ข. กำหนดให้แผนงานใหม่มีระยะเวลาเท่ากับ 7 วัน (1 สัปดาห์) จึงจะครบรอบการทำงานแทนแผนงานเดิมที่มีระยะเวลาเพียง 1 วัน เนื่องจากจะมีการนำความถี่ในการเก็บขนเข้ามาคิดด้วย เพราะสถานพยาบาลบางแห่งจะไม่ได้ทำการเก็บขนทุกวันตลอดในแผนงานใหม่

ค. การนำความถี่ในการเก็บขนตลอดแผนงานใหม่เข้ามาคิดด้วยในสมการวัตถุประสงค์โดยการคูณกับค่า b_{ik}

ง. ปริมาณมูลฝอยที่จะใช้ในแบบจำลองจะใช้เป็นปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งสัปดาห์ เนื่องจากมีการนำความถี่ในการเก็บขนเข้ามาคิดและปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนในบางสถานพยาบาลจะเป็นปริมาณมูลฝอยที่ถูกสะสมมา ไม่ได้เป็นปริมาณมูลฝอยที่คิดเพียง 1 วันเหมือนในแบบจำลองเดิม

จ. ในการคิดปริมาณมูลฝอยจะเป็นปริมาณที่เกิดขึ้นทั้งสัปดาห์ ซึ่งจะทำให้ความจุของรถเก็บขนจะต้องใช้เป็นความจุของรถเก็บขนรวม ซึ่งหาได้จากการนำจำนวนวันทั้งหมดในแผนงานใหม่คูณกับความจุรถ แต่เนื่องจากปริมาณมูลฝอยที่รถแต่ละคันจะต้องรับภาระควรที่จะมีภาระบรรทุก

ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงจะต้องใช้ความจุของรถเก็บขนเป็นช่วงโดยการกำหนดขีดจำกัดล่างของความจุรถรวมเพื่อที่จะไม่ให้รถแต่ละคันบรรทุกภาระน้อยกว่านี้ และกำหนดขีดจำกัดบนของความจุรถรวมเพื่อที่จะไม่ให้รถแต่ละคันบรรทุกภาระเกินขีดความสามารถของรถ

1.1 <u>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีพัฒนาแล้ว</u> มีดังนี้

Objective $\quad \text{Min} \sum_{i \in S} \sum_{k=1}^{K} (f_{iw} * b_{ik}) y_{ik}$ .....(4.1)

Subject To $\quad \sum_{k \in Q_i} y_{ik} = 1 \quad$, ทุก $i \in S$ .....(4.2)

$\sum_{i \in S} d_{iw} y_{ik} \geq q_{kwl} \quad$, $k = 1,2,.....,K$ .....(4.3)

$\sum_{i \in S} d_{iw} y_{ik} \leq q_{kwu} \quad$, $k = 1,2,.....,K$ .....(4.4)

$y_{ik} \in \{0,1\} \quad$, ทุก i และ k .....(4.5)

โดยที่

f_{iw} = ความถี่ในการเก็บขนใน 1 สัปดาห์ , ครั้งต่อสัปดาห์

b_{ik} = ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดสรรสถานพยาบาล i ต่อรถเก็บขน k (เป็นเวลาในการเดินทาง 1 ครั้ง), นาที/ครั้ง

y_{ik} = $\begin{cases} 1 & \text{ถ้ารถเก็บขน } k \text{ ไปที่สถานพยาบาล } i \\ 0 & \text{อื่น ๆ} \end{cases}$

d_{iw} = ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นทั้งหมดใน 1 สัปดาห์, กิโลกรัม

q_{kwl} = ขีดจำกัดล่างของความจุรถเก็บขนรวมใน 1 สัปดาห์, กิโลกรัม

q_{kwu} = ขีดจำกัดบนของความจุรถเก็บขนรวมใน 1 สัปดาห์, กิโลกรัม

K = จำนวนรถเก็บขนทั้งหมด , คัน

S = เซ็ตของสถานพยาบาลทั้งหมด

Q_i = เซ็ตของรถเก็บขนที่สามารถเก็บขนที่สถานพยาบาล i ได้

1.2 ความหมายของสมการและอสมการมีดังนี้

สมการที่ 4.1 หมายถึง ผลรวมของระยะเวลาทั้งหมดของรถเก็บขนทุกคันที่มีค่าน้อยที่สุดที่ใช้ใน 1 สัปดาห์ โดยที่ได้มาจากการจัดสรรสถานพยาบาลแต่ละแห่งให้กับรถเก็บขนแต่ละคัน

สมการที่ 4.2 หมายถึง สถานพยาบาล i แต่ละแห่งจะถูกจัดสรรให้กับรถเก็บขนเพียงคันเดียวเท่านั้น

อสมการที่ 4.3 หมายถึง ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาล i ที่รถเก็บขน k รับผิดชอบอยู่รวมกันทั้งหมดจะต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่าขีดจำกัดล่างของความจุรถเก็บขนรวม

อสมการที่ 4.4 หมายถึง ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาล i ที่รถเก็บขน k รับผิดชอบอยู่รวมกันทั้งหมดจะต้องมีปริมาณไม่เกินขีดจำกัดบนของความจุรถเก็บขนรวม

อสมการที่ 4.5 หมายถึง ตัวแปร y_{ik} จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เท่านั้น

1.3 การหาค่า b_{ik} จะหาได้จากสมการที่ 4.6

$$b_{ik} = \text{Min}\{T_{D,i} + T_{i,ik} + T_{ik,D},\ T_{D,ik} + T_{ik,i} + T_{i,D}\} + T_{pi} - \{T_{D,ik} + T_{ik,D}\} \quad \text{..... (4.6)}$$

โดยที่ $T_{D,i}$ คือ ระยะเวลาจาก depot ไปที่สถานพยาบาล i

$T_{i,ik}$ คือ ระยะเวลาจาก สถานพยาบาล I ไปที่ Seed ของรถเก็บขน k

$T_{ik,D}$ คือ ระยะเวลาจาก Seed ของรถเก็บขน k ไปที่ depot

$T_{D,ik}$ คือ ระยะเวลาจาก depot ไปที่ Seed ของรถเก็บขน k

$T_{ik,i}$ คือ ระยะเวลาจาก Seed ของรถเก็บขน k ไปที่สถานพยาบาล i

$T_{i,D}$ คือ ระยะเวลาจาก สถานพยาบาล i ไปที่ depot

T_{pi} คือ ระยะเวลาในการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ยที่สถานพยาบาล i

1.4 การหา Seed

ในการหา Seed สำหรับรถเก็บขนแต่ละคันจะใช้ขั้นตอน ในการหาเหมือนกับการหา Seed ในบทที่ 3 แต่จะมีข้อแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ

1.4.1 การเปลี่ยนมาใช้ระยะเวลาแทนการใช้ระยะทาง

1.4.2. ในการรวมปริมาณมูลฝอยติดเชื้อในแต่ละสถานพยาบาล i เพื่อที่จะสร้างกรวยให้กับรถแต่ละคันจะต้องใช้ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นทั้งอาทิตย์แทนการใช้ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นเพียง 1 วัน

1.5 ข้อสังเกต

ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดใด จะมีค่าของระยะเวลาในการเดินทางไปและกลับไม่เท่ากัน เนื่องจากว่าเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางกลับอาจจะมีสภาพการจราจรที่หนาแน่นหรือว่าเบาบางกว่าตอนขาไป ซึ่งจะเป็นเหตุทำให้ระยะเวลาในการเดินทางไม่เท่ากัน และอีกเหตุผลหนึ่งก็คือ เส้นทางที่ใช้เดินทางในตอนขาไปและขากลับอาจจะเป็นอาจจะเป็นคนละเส้นทางกันเพื่อที่จะทำให้ระยะเวลาเดินทางรวมมีค่าน้อยที่สุด

2. การพัฒนาแบบจำลองของ Ball

การพัฒนาแบบจำลองนี้ก็เพื่อที่จะนำมาใช้ในการจำแนกสถานพยาบาลที่รถเก็บขนจะต้องไปทำการเก็บขนในแต่ละวัน โดยจะอาศัยแบบจำลองของ Ball ที่ใช้ในการเลือกรูปแบบในการเก็บขนของแต่ละสถานพยาบาล ที่รถเก็บขนแต่ละคันรับผิดชอบอยู่ ซึ่งเมื่อได้รูปแบบออกมาแล้วก็จะทำให้ทราบถึงสถานพยาบาลที่จะต้องไปทำการเก็บขนในแต่ละสถานพยาบาลนั้น สำหรับการพัฒนาแบบจำลองใหม่นี้จะแตกต่างไปจากแบบจำลองเดิม (สำหรับรถเก็บขนทีละ 1 คัน) คือ

ก. วัตถุประสงค์ในการเลือกรูปแบบจะเปลี่ยนจากการใช้ระยะทางในการเดินทางที่น้อยที่สุดมาเป็นการใช้ระยะเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดแทน

ข. ค่า f_{ph} ในแบบจำลองเดิม คือ อัตราส่วนความต้องการในวัน h ของรูปแบบ p แต่สำหรับในแบบจำลองใหม่จะใช้เป็นจำนวนวันที่ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อถูกสะสมหลังจากการเก็บขนครั้งก่อนจนถึงในวัน h ของรูปแบบ p

ค. ค่า d'_i ในแบบจำลองเดิม คือ ปริมาณความต้องการทั้งหมดของสถานพยาบาล i ตลอดทั้งแผนงาน แต่สำหรับในแบบจำลองใหม่จะใช้เป็นอัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อ (กิโลกรัม/วัน) ของสถานพยาบาล i

แผนงานถูกกำหนดให้มีระยะเวลาเท่ากับ 7 วัน (1 สัปดาห์) จึงจะครบรอบการทำงาน

2.1 <u>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้ว</u> (สำหรับรถเก็บขนทีละ 1 คัน) มีดังนี้

Objective $\quad \text{Min} \sum_{i \in M} \sum_{h=1}^{n} b_{ih} y_{ih}$ ..... (4.7)

Subject to $\quad \sum_{p \in P} Z_{ip} = 1$,ทุก $i \in M$ ..... (4.8)

$d_{ih} = \sum_{p \in P} (f_{ph} * d'_i) Z_{ip}$,$h = 1,2,...,n$ และ $i \in M$ ..... (4.9)

$y_{ih} = \sum_{p \in P} e_{ph} Z_{ip}$,$h = 1,2,...n$ และ $i \in M$ ..... (4.10)

$\sum_{i \in M} d_{ih} \leq q$ $h = 1,2,...n$ ..... (4.11)

$y_{ih} . Z_{ip} \quad \in \{0,1\}$ ทุก i,h และp ..... (4.12)

$d_{ih} \geq 0$ ทุก i และh ..... (4.13)

โดยที่

b_{ih} = ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่าง Center กับสถานพยาบาล i ในวัน h, นาที

y_{ih} = $\begin{cases} 1 & \text{ถ้าสถานพยาบาล i ถูกเก็บขนในวัน h} \\ 0 & \text{อื่น ๆ} \end{cases}$

Z_{ip} = $\begin{cases} 1 & \text{ถ้ารูปแบบ p ถูกจัดให้กับสถานพยาบาล i} \\ 0 & \text{อื่น ๆ} \end{cases}$

d_{ih} = ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่รถเก็บขนจะต้องเก็บที่สถานพยาบาล i ในวัน h , กิโลกรัม

f_{ph} = จำนวนวันที่ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อถูกสะสมหลังจากการเก็บขนครั้งก่อนจนถึงวันในวัน h ของรูปแบบ p , วัน

d'_i = อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาล i , กิโลกรัมต่อวัน

e_{ph} = $\begin{cases} 1 \text{ ถ้า } f_{ph} > 0 \\ 0 \text{ อื่น ๆ} \end{cases}$

q = ความจุของรถเก็บขน, กิโลกรัม

P = เซ็ตของรูปแบบ

M = เซ็ตของสถานพยาบาล i ทั้งหมดที่รถเก็บขนรับผิดชอบอยู่

n = จำนวนวันทั้งหมดในแผนงาน, วัน

2.2 <u>ความหมายของสมการและอสมการ</u> มีดังนี้

สมการที่ 4.7 หมายถึง ผลรวมของระยะเวลาทั้งหมดตลอดแผนงานที่มีค่าน้อยที่สุดที่ใช้ในการเดินทางระหว่าง Center กับสถานพยาบาลแต่ละแห่ง

สมการที่ 4.8 หมายถึง สถานพยาบาล i แต่ละแห่ง จะมีรูปแบบได้เพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น

สมการที่ 4.9 หมายถึง ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่รถเก็บขนจะต้องเก็บที่สถานพยาบาล i ในวัน h จะมาจากรูปแบบที่ถูกเลือก

สมการที่ 4.10 หมายถึง รถเก็บขนจะต้องไปเก็บขนที่สถานพยาบาล i ในวัน h ถ้าสถานพยาบาล i ถูกจัดให้เก็บขนในวัน h

อสมการที่ 4.11 หมายถึง ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่รถเก็บขนจะต้องเก็บที่สถานพยาบาล i ที่ถูกจัดให้เก็บขนในวัน h รวมกันทั้งหมด จะต้องมีปริมาณไม่เกินความจุของรถเก็บขน

สมการที่ 4.12 หมายถึง ตัวแปร y_{ih} และ Z_{ip} จะต้องมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เท่านั้น

อสมการที่ 4.13 หมายถึง ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่จะต้องเก็บขนที่สถานพยาบาล i ในวัน h จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

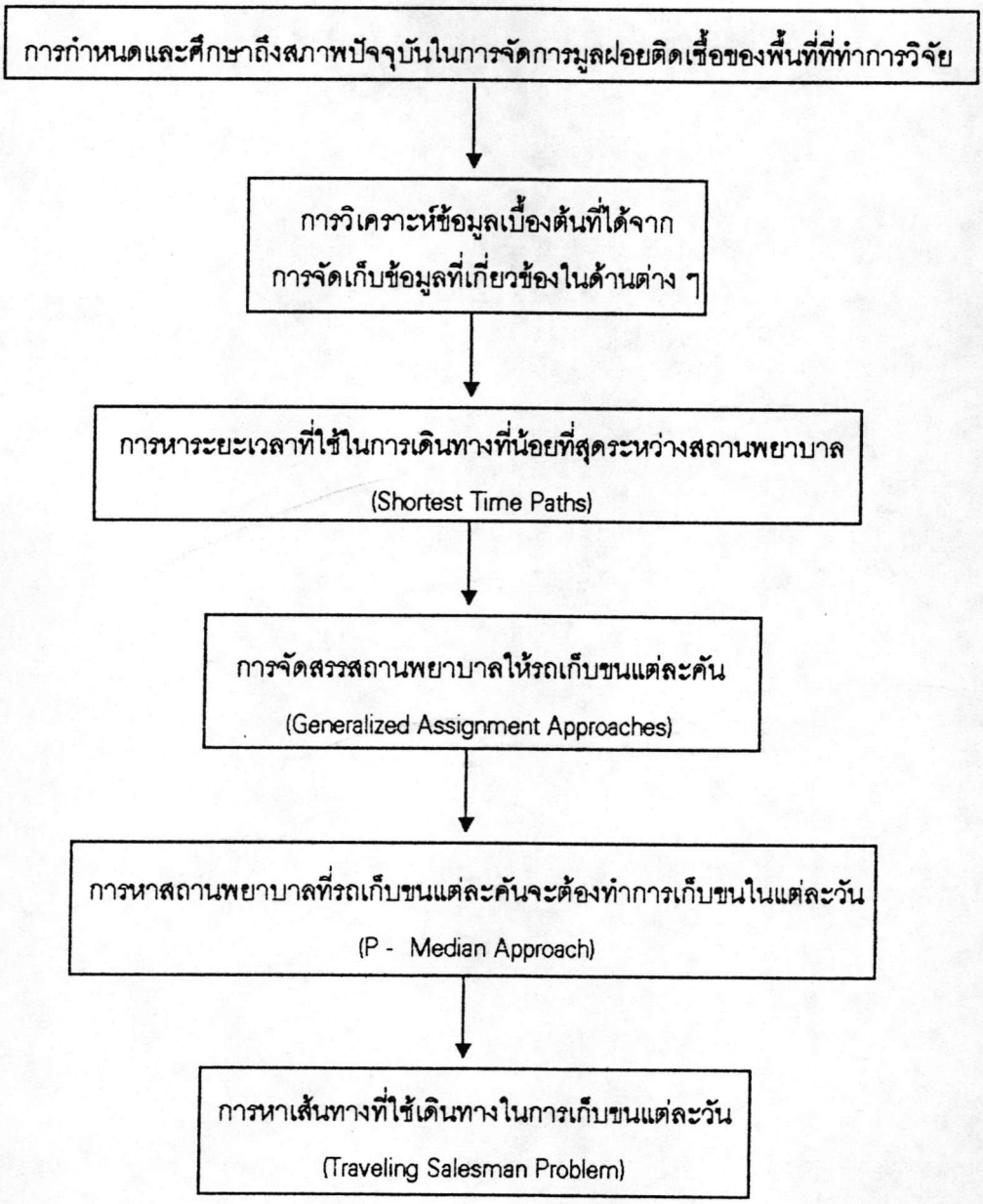
2.3 <u>การหา Center</u>

ในการหา Centers จะใช้ขั้นตอนในการหาเหมือนกับการหา Center ในบทที่ 3 โดยค่า b_{ih} จะได้มาจากการเลือกค่าที่น้อยกว่าระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจาก Center ไปสถานพยาบาล i กับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานพยาบาล i ไป Center เนื่องจากระยะเวลาทั้งสองนี้จะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งไม่เหมือนกับข้อกำหนดของ Ball โดยที่จะใช้ค่าของระยะทางเป็นค่าของ b_{ih} และกำหนดให้ระยะทางจาก Center ไป i มีค่าเท่ากับระยะทางจาก i ไป Center

ขั้นตอนการหาเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีการที่พัฒนา

ขั้นตอนในการหาเส้นทางที่เหมาะสมนั้น จะใช้ระยะเวลาในการเดินทางเป็นตัวตัดสินแทนการใช้ระยะทางอย่างในแบบจำลองเดิม โดยในขั้นแรกจะต้องกำหนดพื้นที่ที่จะทำการวิจัยและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ต่อจากนั้นจึงหาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุดระหว่างสถานพยาบาลแต่ละคู่และระหว่างสถานพยาบาลกับ depot ก่อน เพื่อที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองทั้งสอง จากนั้นจึงทำการจัดสรรสถานพยาบาลให้แก่รถเก็บขนแต่ละคัน ซึ่งจำนวนรถเก็บขนที่ใช้ทั้งหมดจะถูกกำหนดไว้แล้ว เมื่อรถเก็บขนทราบถึงสถานพยาบาลที่จะต้องรับผิดชอบในการเก็บขนแล้ว จากนั้นก็ทำการหาสถานพยาบาลที่รถแต่ละคันจะต้องไปทำการเก็บขนในแต่ละวันตลอดแผนงานโดยจะหาได้จากการเลือกรูปแบบให้กับสถานพยาบาลแต่ละแห่ง และเมื่อได้สถานพยาบาลที่จะต้องทำการเก็บขนในแต่ละวันแล้วก็จะทำการหาเส้นทางที่รถเก็บขนจะใช้ในการเดินทางในแต่ละวันโดยหาได้จากการใช้ Traveling Salesman Problem (TSP)

สรุปขั้นตอนที่ใช้หาเส้นทางที่เหมาะสมจะเป็นไปตาม Flow Chart ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนในการหาเส้นทางที่เหมาะสม

รายละเอียดของขั้นตอนในการหาเส้นทาง มีดังนี้

1. การกำหนดพื้นที่ที่จะทำการวิจัยและศึกษาถึงสภาพปัจจุบันในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของพื้นที่นั้น

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ ดังนี้

ก) ข้อมูลของมูลฝอยติดเชื้อในแต่ละสถานพยาบาล
- อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อวัน)
- ความถี่ของการเก็บขนใน 1 สัปดาห์
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอยในแต่ละสถานพยาบาล

ข) ข้อมูลของรถเก็บขนแต่ละคัน
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมด
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนถ่ายมูลฝอยที่สถานที่กำจัด
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้รวมทั้งหมด

ค) พฤติกรรมในการเก็บขน
- การเกิดอุบัติเหตุระหว่างการทำงาน
- ความเรียบร้อยในการปฏิบัติงาน
- การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเก็บขน
- การประสานงานกับผู้ใช้บริการ
- การประสานงานระหว่างพนักงาน
- การคัดแยกมูลฝอย
- วิธีการเก็บขน
- เวลาที่เสียเปล่าในระหว่างการเก็บขน

ง) สภาพการจราจรภายในกรุงเทพมหานคร
- สภาพการจราจรในถนนสายหลักที่ใช้เดินทางในการเก็บขน
- ระยะทางในแต่ละถนน
- ความเร็วเฉลี่ยที่รถวิ่งในแต่ละถนน

3. การหาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่น้อยที่สุด (Shortest Time Paths) ระหว่างสถานพยาบาลแต่ละคู่ และระหว่างสถานพยาบาลกับ depot เพื่อที่นำไปใช้ในการหา Seed ค่า b_k และ b_h

ของแบบจำลองทั้งสอง เนื่องจากว่าระยะเวลาที่จะนำไปใช้นี้ควรจะเป็นระยะเวลาที่มีค่าน้อยที่สุดเพื่อที่จะให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าของระยะเวลาที่น้อยที่สุดด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการหา Shortest Time Paths นี้จะใช้ Package ที่ชื่อว่า Chulalongkorn Advance Transportation Package ของภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยขั้นตอนที่ใช้ในการหา Shortest Time Pahts อยู่ในบทที่ 3

ขั้นตอนในการหา Shortest Time Paths โดยการใช้โปรแกรม มีดังนี้

ก. การสร้าง Node และ Link ในพื้นที่ที่จะทำการวิจัย โดยที่

Node แทน ตำแหน่งที่เป็นทางตัดทางเชื่อม และ ตำแหน่งที่ตั้งของสถานพยาบาลและ depot

Link แทน เส้นทางระหว่าง Node

ข. การใส่ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน เพื่อที่จะใช้ในการหา Shortest Time Paths ซึ่งในการใส่ข้อมูลนี้จะต้องใส่ให้ถูกรูปแบบตามที่ข้อกำหนดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ โดยข้อมูลนี้จะประกอบด้วย

- Link หมายถึง ข้อมูลช่วงเส้นทางที่กำกับไว้ด้วยหมายเลขประจำ Node
- ความยาวของ Link หมายถึง ความยาวระหว่าง Node 2 Node ที่ประกอบขึ้นเป็น Link นั้น
- ความเร็วเฉลี่ย (S) หรือ ระยะเวลาเฉลี่ย (T) หมายถึง ความเร็วหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางสำหรับ Link นั้น
- ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร (Speed Flow Curve Relationship Data) ข้อมูลในส่วนนี้กำหนดไว้เป็น Classified 1 และจะไม่นำข้อมูลนี้ไปเกี่ยวข้องในการหา Shortest Time Paths แต่จำเป็นจะต้องใส่เพื่อให้ถูกต้องตามรูปแบบ เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ โดยค่าที่จะต้องใส่ใน Classified 1 นี้จะอยู่ในภาคผนวก ข.
- ประเภทของถนน กำหนดไว้เป็น Classified 2 โดยแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละประเภทไว้ในภาคผนวก ข. และจะไม่ได้นำไปใช้ในการหา Shortest Time Paths แต่จะใส่ให้ถูกต้องตามรูปแบบเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้
- หมายเลขสถานีสำรวจปริมาณการจราจร กำหนดไว้เป็น Classified 3
- ทิศทางการจราจร หมายถึง การกำหนดทิศทางการจราจร โดยที่หมายเลข 1 หมายถึง ทิศทางการจราจรแบบทางเดียวจาก ANODE ไปยัง BNODE และหมายเลข 2 หมายถึง ทิศทางการจราจรแบบ 2 ทาง

ตัวอย่างข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน ดังแสดงอยู่ในตารางที่4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน

ANODE-BNODE	ระยะทาง (m) (X*10)	SPEED OR TIME	SPEED (km/hr)	Classified			One Way OR Two Way
				1	2	3	
210 - 319	25	S	11	10	4		1
210 - 702	25	S	15	48	7		1
210 - 860	110	S	7	21	3		2
211 - 215	200	S	13	5	4		1
211 - 267	60	S	28	7	4		1
211 - 313	80	S	29	6	4		1
212 - 267	40	S	32	7	4		1
212 - 677	70	S	33	11	4		1
212 - 693	180	S	29	7	4		1
213 - 676	100	S	4	5	4	40	1

ในการใส่ข้อมูลลักษณะทางภายภาพของโครงข่ายถนนนี้จะทำการใส่ลงในโปรแกรมที่ใช้ในการพิมพ์งาน เช่น สหวิริยาเวิร์ด, เวิร์ดสตาร์, เวิร์ดราชวิถี เป็นต้น สำหรับในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้สหวิริยาเวิร์ดเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการใส่ข้อมูล

ค. การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน จะเป็นการวิเคราะห์เพื่อจำลองสภาพโครงข่ายถนนที่อยู่ในรูปของ Node - Link ลงในคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม BHNET ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยอยู่ใน Package โปรแกรมนี้จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายถนน เช่น Node - Link ต่าง ๆว่าเชื่อมต่อกันถูกต้องหรือไม่ ลักษณะต่าง ๆ ถูกต้องตามข้อกำหนดของโปรแกรมหรือไม่ เป็นต้น ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นโปรแกรมจะรายงานผลเพื่อให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้องก่อนนำข้อมูลโครงข่ายถนนนี้ ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ง การจำลองแนวเส้นทางการเดินทาง (Trees) สำหรับแต่ละคู่สถานพยาบาลและระหว่างสถานพยาบาลแต่ละแห่งกับ depot โดยโปรแกรม BHTREE ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยใน Package และจะใช้ค่าการเดินทาง (Travel Cost) เป็นตัวแปรในการกำหนดแนวเส้นทางการเดินทางระหว่างคู่สถานพยาบาลและระหว่างสถานพยาบาลแต่ละแห่งกับ depot โดยที่ค่า Link Cost ที่จะใช้ในการหา Travel Cost สามารถที่จะหาได้จากสมการที่ 4.14

$$\text{Link Cost} = a.T + b.D + c.D.V^2 + k.\ CLASS_3 \quad \text{..... (4.14)}$$

โดยที่ Link Cost = ค่าการเดินทางบน Link

T = เวลาการเดินทางบน Link , นาที

D = ระยะทางของ Link , กิโลเมตร

V^2 = ความเร็วการเดินทางบน Link ยกกำลังสอง

CLASS _3 = ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ บน Link เช่น ค่าธรรมเนียมผ่านทาง เป็นต้น

a = สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ขึ้นกับระยะเวลา

b = สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ขึ้นกับระยะทาง

c = สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ขึ้นกับระยะทางและความเร็ว

k = สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยทางด่วน

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ที่จะใช้ในสมการนั้นหน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีการทำการศึกษาวิจัยเอาไว้แล้ว แต่ในการกำหนดสัมประสิทธิ์ของสมการในงานวิจัยนี้ จะกำหนดให้สัมประสิทธิ์ a เท่ากับ 1.00 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ b, c และ k กำหนดให้เท่ากับศูนย์ เนื่องจากว่าผู้วิจัยได้ตั้งสมติฐานให้การเดินทางในการเก็บขนขึ้นอยู่กับค่าของระยะเวลาเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำไปเป็นตัวเปรียบเทียบค่าการเดินทางกับเส้นทางอื่น ๆ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม BHTREE นี้จะได้ทั้งระยะเวลาและเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางของสถานพยาบาลแต่ละคู่และสถานพยาบาลแต่ละแห่งกับ depot

4. การจัดสรรสถานพยาบาลให้รถเก็บขนแต่ละคัน จะใช้วิธีการที่เรียกว่า Generalized Assignment Approaches ซึ่งเป็นของ Fisher และ Jaikumar (1981) แต่ได้มีการนำวิธีการมาพัฒนาเพื่อที่จะให้เหมาะกับปัญหาในการเก็บขนแล้วตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

ขั้นตอนในการจัดสรรสถานพยาบาลให้กับรถเก็บขน มีดังนี้

ก. การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

- ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นใน 1 สัปดาห์ของแต่ละสถานพยาบาล(d_{iw})
- กำหนดขีดจำกัดล่างของความจุรถรวมใน 1 สัปดาห์ของรถเก็บขนแต่ละคัน (q_{kwl})
- กำหนดขีดจำกัดบนของความจุรถรวมใน 1 สัปดาห์ของรถเก็บขนแต่ละคัน (q_{kwu})

ข. การหา Seed สำหรับรถเก็บขนแต่ละคัน (ik) โดยระยะเวลาที่ใช้ในการหาจะต้องใช้ระยะเวลาที่มีค่าน้อยที่สุด

ค. การหาค่า b_k จากสมการที่ 4.6 โดยระยะเวลาที่ใช้ในการหาจะต้องใช้ระยะเวลาที่มีค่าน้อยที่สุด

ง. การแทนค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ลงในสมการที่ 4.1 ถึง 4.5

จ. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหา Linear Programming (LP) ที่สร้างขึ้นจากข้อ ง. โดยโปรแกรมที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรม LINDO Version 5.0 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะทำให้ทราบว่ารถเก็บขนแต่ละคันจะทำต้องรับผิดชอบสถานพยาบาลใดบ้าง

5. การหาสถานพยาบาลที่จะต้องทำการเก็บขนในแต่ละวันตลอดแผนงานของรถเก็บขนแต่ละคันโดยจะใช้วิธีการที่เรียกว่า P - Median Approach ซึ่งเป็นของ Ball (1988) แต่ได้มีการนำวิธีการมาพัฒนาเพื่อที่จะให้เหมาะกับปัญหาในการเก็บขนแล้วตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

ขั้นตอนในการหาสถานพยาบาลที่จะทำการเก็บขนในแต่ละวัน (สำหรับรถเก็บขนทีละ 1 คัน) มีดังนี้

ก. การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

- การเซ็ตรูปแบบที่เป็นไปได้ในแต่ละความถี่ (P)
- การหาจำนวนวันที่ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อถูกสะสมหลังจากการเก็บขนครั้งก่อนจนถึงวันที่เก็บใหม่ของแต่ละรูปแบบ (f_{ph})
- อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย (d'_i)
- กำหนดความจุของรถเก็บขน (q)

ข. การหา Centers สำหรับแต่ละวันใน 1 สัปดาห์ โดยในการหา Centers นี้จะต้องใช้วิธีการของ Assignment Problem เข้ามามีส่วนด้วย ดังนั้นจึงเลือกใช้โปรแกรม Quant Systems (QS) Version 2.0 มาช่วยในการแก้ปัญหา

ค. การหาค่า b_{ih} โดยระยะเวลาที่ใช้ในการหาจะต้องใช้ระยะเวลาที่มีค่าน้อยที่สุด

ง. การแทนค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ลงในสมการที่ 4.7 ถึง 4.13

จ. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหา Linear Programming (LP) ที่สร้างขึ้นจากข้อ ง. โดยโปรแกรมที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ คือ โปรแกรม LINDO Version 5.0 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะทำให้ทราบว่าในแต่ละวัน ใน 1 สัปดาห์ รถเก็บขนจะต้องไปทำการเก็บขนที่สถานพยาบาลใดบ้าง

6. การหาเส้นทางที่ใช้เดินทางในการเก็บขนแต่ละวัน สำหรับรถเก็บขนทุกคัน โดยจะใช้วิธีการที่เรียกว่า Traveling Salesman Problem (TSP) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาโดยโปรแกรมที่เลือกใช้ คือ โปรแกรม Quant Systems (QS) Version 2.0 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะทำให้ทราบถึงเส้นทางที่รถแต่ละคันจะต้องวิ่งเก็บขนในแต่ละวัน