



## บทที่ 1

### บทนำ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (The Vehicle Routing Problem, VRP) จัดเป็นปัญหาสำคัญในการจัดการระบบการกระจายสินค้า (Distribution Management) และโลจิสติกส์ (Logistics) ที่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง สำหรับปัญหาการรับและส่งสินค้า (The Pickup and Delivery Problem, PDP) จัดเป็นปัญหารูปแบบหนึ่งของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยที่รูปแบบของการขนส่งสินค้าของปัญหานี้ คือสินค้าจะต้องถูกรับจากสถานที่หนึ่งเพื่อนำไปส่งให้อีกสถานที่หนึ่ง

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการรับและส่งเกิดขึ้นกับปัญหาหลายปัญหา โดยที่ปัญหาแต่ละปัญหานั้นมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาแตกต่างกันไป ตัวอย่างของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรับและส่งได้แก่ ปัญหาการจัดตารางการเดินทางของสายการบิน ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำทาง ทั้ง 2 ปัญหานี้เป็นการรับและส่งผู้โดยสารจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่ง นอกจากนี้ปัญหาการรับและส่งยังเกิดขึ้นกับการขนส่งเอกสาร อย่างเช่นปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับขนส่งจดหมายและสิ่งของทางไปรษณีย์ เป็นต้น สำหรับปัญหาการรับและส่งที่เป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้คือปัญหาการรับและส่งเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยนอกภายในโรงพยาบาล

ในแต่ละวันมีผู้ป่วยนอกที่เข้ารับการรักษาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประเภทที่หนึ่งคือผู้ป่วยที่มีใบนัดและมาตรงตามนัด ส่วนประเภทที่สองคือผู้ป่วยที่ไม่มีใบนัดหรือมาผิดนัด โดยที่เวชระเบียนของผู้ป่วยทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ห้องเก็บเวชระเบียน

ในกรณีที่ผู้ป่วยมีใบนัดและมาตรงตามนัด เจ้าหน้าที่หน่วยเวชระเบียนจะทำการเตรียมเวชระเบียนของผู้ป่วยและส่งไปยังหน่วยตรวจโรคที่ได้นัดไว้ล่วงหน้าก่อนวันนัดหนึ่งวัน โดยหน่วยตรวจโรคจะเปิดรับเวชระเบียนในช่วงบ่ายของวัน ตัวอย่างเช่นถ้าหากผู้ป่วยมีนัดในวันพุธ เวชระเบียนของผู้ป่วยจะถูกเตรียมไว้และส่งไปยังหน่วยตรวจโรคในวันอังคาร

ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีใบนัดหรือมาผิดนัด ผู้ป่วยจะต้องทำการติดต่อที่หน่วยเวชระเบียนซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่จัดการเวชระเบียนของผู้ป่วยทั้งหมดเสียก่อน สำหรับผู้ป่วยใหม่ให้ทำ

การขอแบบฟอร์มเขียนประวัติและยื่นให้หน่วยเวชระเบียนพร้อมทั้งแจ้งอาการป่วย จากนั้นผู้ป่วย รอเรียกชื่อเพื่อรับเอกสารและใบแนะนำหน่วยตรวจโรค ซึ่งเป็นใบที่แจ้งให้ผู้ป่วยไปรอรับบริการที่ หน้าหน่วยตรวจโรคที่สอดคล้องกับอาการของผู้ป่วย เช่นหน่วยตรวจโรคจักษุ หน่วยตรวจโรคหู คอ จมูก หน่วยตรวจโรคผิวหนัง หน่วยตรวจโรคอายุรศาสตร์ เป็นต้น สำหรับผู้ป่วยเก่าซึ่งมาผิ ดนัด ให้แจ้งชื่อและหน่วยตรวจโรคที่ต้องการตรวจเพื่อให้เจ้าหน้าที่ค้นประวัติ จากนั้นจึงไปรอที่ หน้าหน่วยตรวจโรคเพื่อรอเข้าพบแพทย์ ในกรณีนี้เวชระเบียนของผู้ป่วยควรจะถูกนำไปส่งยัง หน่วยตรวจโรคเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดเวลารอคอยของผู้ป่วย และเพื่อเป็นการสร้าง ความพึงพอใจให้กับผู้ป่วย จึงควรทำการกำหนดเวลารอคอยที่มากที่สุดไว้เพื่อรับประกันว่าเวช ระเบียนจะถูกส่งถึงหน่วยตรวจโรคของผู้ป่วยไม่เกินระยะเวลานี้ ตัวอย่างเช่นถ้าหากกำหนดให้ ระยะเวลาที่ให้ผู้ป่วยคอยเวชระเบียนสูงสุดคือ 30 นาที สำหรับผู้ป่วยที่มาผิ ดนัดและแจ้งเข้าขอ ตรวจ ณ เวลา 9 โมงตรง เวชระเบียนของผู้ป่วยควรจะถูกส่งถึงหน่วยตรวจโรคภายในเวลา 9 โมง ครึ่ง

นอกจากลักษณะของการขนส่งเวชระเบียนดังที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น เวชระเบียนของผู้ป่วย อาจยังต้องถูกขนส่งระหว่างหน่วยตรวจโรคด้วยในกรณีที่ผู้ป่วยแต่ละรายต้องได้รับการตรวจโรค มากกว่าหนึ่งหน่วย สำหรับการขนส่งเวชระเบียนไปยังหน่วยตรวจโรคต่าง ๆ นั้น จะทำการ ขนส่งโดยใช้รถเข็นในกรณีที่เวชระเบียนที่ต้องทำการขนส่งนั้นมีจำนวนมาก หรืออาจทำการขนส่ง โดยให้เจ้าหน้าที่ถือไปส่งให้ที่หน่วยตรวจโรคในกรณีที่เวชระเบียนที่ต้องทำการขนส่งนั้นมีจำนวน น้อย หลังจากตรวจผู้ป่วยเสร็จเรียบร้อยแล้วเวชระเบียนจะถูกขนส่งกลับมาเก็บยังห้องเก็บเวช ระเบียน

จากปัญหาการรับและส่งเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยนอกภายในโรงพยาบาล จัดได้ว่าเป็น ปัญหาการรับและส่งสินค้ารูปแบบหนึ่ง โดยที่หน่วยเวชระเบียนและหน่วยตรวจโรคแต่ละหน่วย นั้นเปรียบเสมือนเป็นโหนดรับ-ส่งสินค้าโหนดหนึ่ง ซึ่งเป็นโหนดที่มีทั้งการรับสินค้าจากโหนด อื่นและส่งสินค้าไปยังโหนดอื่นเช่นกัน เวชระเบียนเปรียบเสมือนเป็นสินค้าแต่ละชิ้น โดยที่ สินค้าแต่ละชิ้นจะต้องได้รับการขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง โหนดแต่ละโหนดมีสินค้า จำนวนมากที่ต้องทำการขนส่งไปยังปลายทาง โดยเวลาที่สินค้าแต่ละชิ้นพร้อมได้รับการขนส่งจะ แตกต่างกัน

สำหรับงานวิจัยนี้จะศึกษาปัญหาการขนส่งเวชระเบียนเมื่อผู้ป่วยไม่มีใบนัดหรือมาผิ ดนัด รวมถึงการขนส่งเวชระเบียนระหว่างหน่วยตรวจโรค ซึ่งเวชระเบียนจะต้องถูกส่งถึงปลายทาง

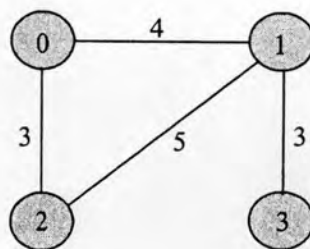
ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยนำเสนอวิธีการจัดเส้นทางไปยังหน่วยต่าง ๆ เพื่อไปรับหรือส่งเวชระเบียนแต่ละชั้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้จำนวนพาหนะที่ใช้ในการขนส่งน้อยที่สุด และวัตถุประสงค์รองคือระยะทางในการเดินทางรวมน้อยที่สุด ซึ่งเส้นทางขนส่งเวชระเบียนนั้น จะระบุถึงลำดับของหน่วยตรวจโรคที่พาหนะที่ต้องเดินทางไป รวมถึงลำดับการรับและส่งสินค้าที่เกิดขึ้น ณ แต่ละหน่วย เวลาเริ่มต้นการขนส่งของพาหนะ เวลาที่พาหนะเดินทางถึงแต่ละหน่วย เวลาที่พาหนะเริ่มให้บริการรับหรือส่งเวชระเบียนแต่ละชั้น รวมถึงเวลาเสร็จสิ้นการขนส่งของพาหนะ

## 1.2 รูปแบบปัญหาของงานวิจัย

ปัญหาการรับและส่งสินค้าให้ส่งทันภายในระยะเวลาที่กำหนดนี้ สามารถแทนปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของกราฟ (Graph) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่

- 1) โหนด (Node) ใช้แทนที่จุดรถ และจุดรับ-ส่งสินค้า
- 2) ด้าน (Edge) ใช้แทนเส้นทางเชื่อมระหว่างโหนด 2 โหนดใด ๆ
- 3) น้ำหนักบนด้าน (Weight) ใช้แทนระยะทางระหว่างโหนด 2 โหนดใด ๆ

จากกราฟเราต้องการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเริ่มจากโหนด 0 แล้วเดินทางไปยังโหนดต่าง ๆ เพื่อรับหรือส่งสินค้า โดยที่โหนดแต่ละโหนดสามารถถูกเยี่ยมชมก็ครั้งก็ได้ หลังจากทำการขนส่งเสร็จแล้วจึงกลับมายังโหนด 0 ตัวอย่างกราฟที่ใช้แทนปัญหาการรับและส่งสินค้าในงานวิจัยนี้ เป็นดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างกราฟแทนปัญหาการรับและส่งสินค้าของงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดของสินค้า

| รหัสสินค้า | เวลาพร้อมในการ<br>ขนส่ง | โหลด | โหนดต้นทาง | โหนดปลายทาง |
|------------|-------------------------|------|------------|-------------|
| 01         | 5                       | 10   | 2          | 1           |
| 02         | 10                      | 15   | 2          | 1           |
| 03         | 5                       | 20   | 1          | 3           |
| 04         | 15                      | 15   | 2          | 3           |
| 05         | 5                       | 10   | 3          | 2           |

\* ความจุของรถ 150 หน่วย

จากรูปที่ 1.1 และตารางที่ 1.1 สามารถอธิบายการรับและส่งสินค้าได้ดังนี้ โหนด 0 คือที่จอดรถ รถแต่ละคันมีความจุ 150 หน่วย สินค้าที่ต้องทำการขนส่งมีทั้งสิ้น 5 รายการ สินค้ารหัส 01 มีโหลด 10 หน่วย ออกจากต้นทางที่โหนด 2 ณ เวลาวันที่ 5 ต้องถูกนำไปส่งยังปลายทางที่โหนด 1 สินค้ารหัส 02 มีโหลด 15 หน่วย ออกจากต้นทางที่โหนด 2 ณ เวลาวันที่ 10 ต้องถูกนำไปส่งยังปลายทางที่โหนด 1 สินค้ารหัส 03 มีโหลด 20 หน่วย ออกจากต้นทางที่โหนด 1 ณ เวลาวันที่ 5 ต้องถูกนำไปส่งยังปลายทางที่โหนด 3 สินค้ารหัส 04 ซึ่งมีโหลด 15 หน่วย ออกจากต้นทางที่โหนด 2 ณ เวลาวันที่ 15 ต้องถูกนำไปส่งยังปลายทางที่โหนด 3 และสินค้ารหัส 05 ซึ่งมีโหลด 10 หน่วย ออกจากต้นทางที่โหนด 3 ณ เวลาวันที่ 5 ต้องถูกนำไปส่งยังปลายทางที่โหนด 2

นำหนักบนด้านแต่ละด้าน หมายถึงระยะทางระหว่างโหนดสองโหนดที่ถูกเชื่อมโดยด้านนั้น สินค้าทั้ง 5 รายการต้องถูกส่งถึงปลายทางภายในระยะเวลาที่กำหนด นั่นหมายความว่าถ้าหากกำหนดให้ระยะเวลาที่กำหนดคือ 30 นาที สินค้ารหัส 01 ต้องถูกส่งถึงปลายทางภายในเวลาที่ 35 สินค้ารหัส 02 ต้องถูกส่งถึงปลายทางภายในเวลาที่ 40 สินค้ารหัส 03 ต้องถูกส่งถึงปลายทางภายในเวลาที่ 35 เป็นต้น

การจัดเส้นทางมารับและส่งสินค้าให้ส่งทันภายในระยะเวลาที่กำหนด สามารถอธิบายรูปแบบของปัญหาได้ ดังนี้

### 1.2.1 จุดประสงค์ของการจัดเส้นทาง

เพื่อสร้างเส้นทางมารับและส่งสินค้าโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือใช้จำนวนพาหนะในการขนส่งน้อยที่สุด และวัตถุประสงค์รองคือระยะทางในการเดินทางรวมน้อยที่สุด

## 1.2.2 ข้อจำกัดของปัญหา

การจัดเส้นทางมารับและส่งสินค้าทำการสร้างเส้นทางที่ขนส่งภายใต้ข้อจำกัด  
ดังนี้

### 1.2.2.1 ข้อจำกัดด้านระยะเวลารับประกัน

ข้อจำกัดด้านระยะเวลารับประกันเป็นเงื่อนไขด้านเวลาในการจัดส่งสินค้า โดยสินค้าทุกรายการจำเป็นต้องได้รับการจัดส่งถึงปลายทางภายในระยะเวลา  
รับประกัน

### 1.2.2.2 ข้อจำกัดด้านความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง

ข้อจำกัดด้านความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งเป็นเงื่อนไขด้าน  
ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของพาหนะ โดยโหลดของสินค้ารวมที่ถูกบรรทุก  
บนพาหนะตลอดเส้นทางขนส่งต้องไม่เกินความจุของพาหนะ

## 1.2.3 ขอบเขตและข้อสมมติ

การจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหานี้เป็นการวิจัยปัญหาโดยพิจารณาจาก  
ลักษณะการรับและส่งเฉพาะบริเวณสำหรับผู้ป่วยนอกภายในโรงพยาบาล โดยมีขอบเขตและ  
ข้อสมมติของงานวิจัย ดังนี้

- 1) ปัญหาการรับและส่งสินค้าที่ทำการวิจัยนี้ ศึกษาภายใต้ระบบที่มีความแน่นอน โดยทราบข้อมูลทั้งหมดก่อนที่จะทำการจัดเส้นทางและข้อมูลเหล่านี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลประกอบด้วย จำนวนสินค้าที่ต้องทำการขนส่ง โหลดของสินค้า เวลาที่สินค้าพร้อมได้รับการขนส่ง ระยะทางระหว่างโหนด 2 โหนดใด ๆ และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างโหนด 2 โหนดใด ๆ
- 2) ไม่พิจารณาปัญหาเรื่องการจราจรที่เกิดขึ้นภายในเส้นทาง ดังนั้นจึงกำหนดให้เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel Time) ระหว่างโหนด 2 โหนดใด ๆ แปรผันตรงกับระยะทาง (Distance) ระหว่างโหนด 2 โหนดนั้น ๆ
- 3) เวลาในการให้บริการ (Service Time) คือเวลาที่ใช้ในการรับหรือส่งสินค้า ณ ที่โหนดรับ-ส่งสินค้าแต่ละโหนด กำหนดให้มีค่าแน่นอนและเท่ากันสำหรับการให้บริการสินค้าทุกรายการ

- 4) ระยะเวลารับประกัน (Guaranteed Time) หมายถึง ระยะเวลาที่กำหนดไว้เพื่อรับประกันว่าสินค้าจะต้องถูกส่งถึงปลายทางภายในระยะเวลาที่แน่นอน นั่นคือช่วงเวลาตั้งแต่สินค้าพร้อมได้รับการขนส่งจนกระทั่งถูกนำมาส่งถึงปลายทาง ต้องไม่เกินระยะเวลาประกัน
- 5) พาหนะที่ใช้ในการขนส่งมีความจุ (Capacity) เท่ากัน และมีจำนวนไม่จำกัด

### 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

นำเสนออิทธิพลสำหรับสร้างเส้นทางการขนส่งเพื่อให้สินค้าทุกรายการถูกส่งถึงปลายทางภายในระยะเวลาประกัน และกำหนดตารางเวลาการขนส่งสินค้าโดยระบุถึงลำดับของโหนดที่พาหนะต้องเดินทางไป รวมถึงลำดับการรับและส่งสินค้าที่เกิดขึ้น ณ แต่ละโหนด เวลาเริ่มต้นการขนส่งของพาหนะ เวลาที่พาหนะเริ่มให้บริการรับหรือส่งสินค้าแต่ละรายการ รวมถึงเวลาเสร็จสิ้นการขนส่งของพาหนะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้จำนวนพาหนะในการขนส่งและระยะทางในการเดินทางรวมที่เหมาะสม

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัยนี้ คือวิธีการหาเส้นทางการรับและส่งสินค้าให้ส่งทันภายในระยะเวลาประกัน รวมถึงระบุตารางเวลาการขนส่งสินค้า ได้แก่ เวลาเริ่มต้นการขนส่งของพาหนะ เวลาที่พาหนะเริ่มให้บริการรับหรือส่งสินค้าแต่ละรายการ รวมถึงเวลาเสร็จสิ้นการขนส่งของพาหนะ โดยเส้นทางที่ได้จะทำให้พาหนะที่ใช้ในการขนส่งและระยะทางในการเดินทางรวมมีค่าเหมาะสม ผลของงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขนส่งเวชระเบียนในโรงพยาบาลหรือขนส่งเอกสารในสำนักงานได้

### 1.5 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

แนวทางการดำเนินงานวิจัยนี้ เริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อรับและส่งสินค้า จากนั้นจะทำการ

พัฒนาวิธีการหาคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาให้อยู่ในรูปของการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Programming, MIP) พร้อมทั้งหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้โปรแกรม CPLEX 8.0 ส่วนที่สองคือการหาคำตอบโดยวิธีฮิวริสติก โดยทำการพัฒนาฮิวริสติกสำหรับใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งเขียนขั้นตอนวิธีฮิวริสติก (Heuristic Algorithm) ที่พัฒนาขึ้นนั้นโดยใช้โปรแกรมภาษา C เพื่อใช้หาคำตอบของปัญหา และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีฮิวริสติกเพื่อปรับปรุงและแก้ไขต่อไป จากนั้นจึงทดสอบฮิวริสติกกับปัญหาทดสอบสำหรับปัญหาการรับและส่งสินค้าภายในกรอบเวลาซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาวิจัย เพื่อเปรียบเทียบคำตอบและปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น

## 1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำความเข้าใจปัญหาการรับและส่งสินค้าที่ต้องการวิจัยโดยละเอียด โดยการศึกษาและวิเคราะห์ความแตกต่างของรูปแบบปัญหาการรับและส่งสินค้าที่จะทำวิจัยกับปัญหาการรับและส่งสินค้าที่ได้รับการวิจัยมาก่อนหน้านี้แล้ว
2. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางรถเดินทาง รวมถึงปัญหาการรับและส่งสินค้า เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับประยุกต์ใช้กับปัญหาที่จะทำวิจัย
3. กำหนดรูปแบบของปัญหาที่จะทำวิจัยขึ้นโดยแทนรูปแบบของปัญหาคำตอบด้วยกราฟ พร้อมทั้งกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน
4. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และพัฒนาฮิวริสติก
5. ทำการทดสอบประสิทธิภาพของฮิวริสติก
  - 5.1 สร้างปัญหาทดสอบที่มีจำนวนแฉะเป็นต้นที่ต้องทำการขนส่งจำนวน 5 ชั้น ถึง 11 ชั้น ทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากฮิวริสติก
  - 5.2 ทำการดัดแปลงมาจากปัญหาทดสอบของปัญหาการรับและส่งสินค้าภายในกรอบเวลาของ Li and Lim (2003) ซึ่งมีขนาด 100 โหนด ให้อยู่ในรูปแบบปัญหางานวิจัย โดยการคลายเงื่อนไขทางด้านเวลา หาคำตอบและเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุด

5.3 สร้างปัญหาทดสอบที่มีเวรระเบียบที่ต้องทำการขนส่งจำนวน 60 ชิ้น ถึง 100 ชิ้น  
อย่างละ 2 ปัญหา เพื่อดูแนวโน้มของเวลาที่ฮิวริสติกใช้ในการค้นหาคำตอบ

6. สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยในอนาคต