บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและพัฒนางานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อดำเนินการวิเคราะห์และพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีกรอบเวลาที่ไม่แน่นอนสำหรับการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ อันถูกออกแบบภายใต้วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยคือ เพื่อพัฒนาเทคนิคการผสมวิเคราะห์เส้นกรอบล้อมข้อมูลเพื่อเลือกบริเวณ ศูนย์พักพิงที่ประสบภัยพิบัติทางน้ำและจัดเส้นทางด้วยจีเนติกอัลกอริทึม เพื่อเลือกเส้นทางในการขนส่งถุงยังชีพ รวมถึงวัตถุประสงค์รองของงานวิจัย (1) เพื่อศึกษาลักษณะและแนวทางการขนส่งภายใต้ภัยพิบัติทางน้ำแบบมีหลายคลังสินค้า และมีกรอบเวลาเดินทางที่ไม่แน่นอนสำหรับจัดการภัยพิบัติทางน้ำ (2) เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาแบบหลาคลังสินค้า (Multi Depot) และมีกรอบเวลาเดินทางที่ไม่แน่นอนสำหรับการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี และงานวัจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการวิจัยจัยเกี่ยวกับกระบวนการขนส่งโลจิกติกส์ ในรูปแบบมี คลังสินค้าเดี่ยวและและหลายคลังสินค้ารวมทั้งในเรื่องทางด้านกรอบเวลาที่ไม่แน่นอน อัลกอริทึมที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา และ ปัญหาภัยพิบัติที่เกิดขึ้น และศึกษาวรรณกรรม เทคนิคฮิวริสติกส์ที่ใช้แก้ไขปัญหา จากเอกสารงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

3.1.2 เพื่อศึกษาลักษณะและแนวทางการขนส่งภายใต้ภัยพิบัติทางน้ำแบบมีหลายคลังสินค้า และมีกรอบเวลาเดินทางที่ไม่แน่นอนสำหรับจัดการภัยพิบัติทางน้ำ

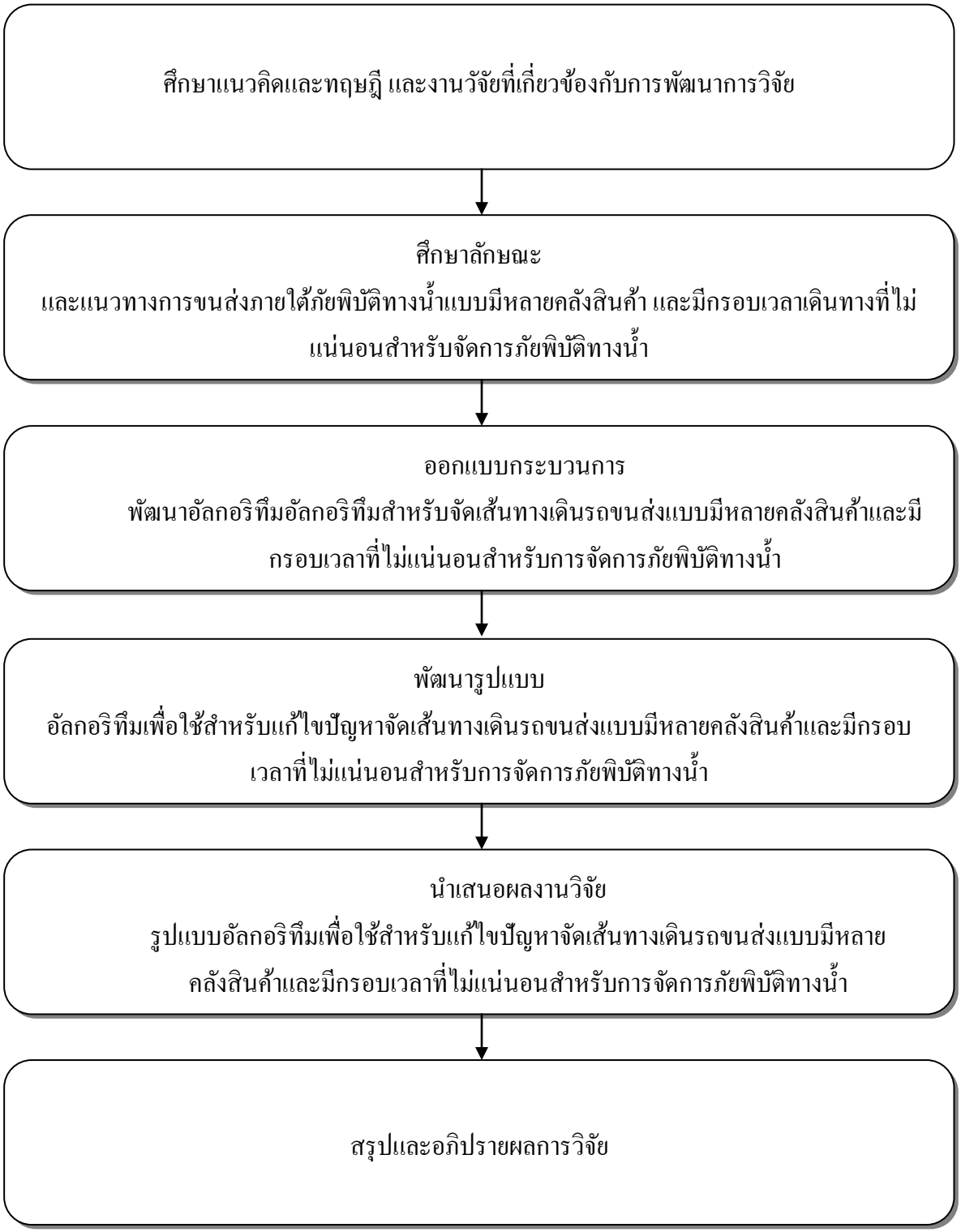
3.1.3 ออกแบบกระบวนการพัฒนาอัลกอริทึมอัลกอริทึมสำหรับจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีกรอบเวลาที่ไม่แน่นอนสำหรับการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ

3.1.4 พัฒนารูปแบบอัลกอริทึมเพื่อใช้สำหรับแก้ไขปัญหาจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีกรอบเวลาที่ไม่แน่นอนสำหรับการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ โดยใช้ เทคนิคฮิวริสติกส์ ในการแก้ไขปัญหาจัดการเส้นทางการขนส่ง และใช้เทคนิค การวิคราะห์เส้นกรอบล้อม

ข้อมูล (DEA) เพื่อใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการขนส่งให้กระบวนการขนส่งถุงยังชีพไปยังผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำมีประสิทธิภาพในการขนส่งและมีการวิคราะห์ ประสทธิภาพในการส่งถุงยังชีพไปยังปลายทาง

3.1.5 นำเสนอผลงานวิจัยพัฒนารูปแบบอัลกอริทึมเพื่อใช้สำหรับแก้ไขปัญหาจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีกรอบเวลาที่ไม่แน่นอนสำหรับการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ

3.1.6 สรุปและอภิปรายผลการวิจัยสามารถแสดงขั้นตอนและลำดับการดำเนินการได้ดังภาพประกอบที่



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.2.1.1 คอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง

3.2.1.2 ซีพียู Intel Core 2 Duo

3.2.1.3 ฮาร์ดดิสก์ความจุ 320 GB

3.2.1.4 หน่วยความจำ 2 GB

3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.2.2.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7

3.2.2.2 MATLAB R2009b แบบ x86 for Windows

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะและแนวทางการขนส่งและกระบวนการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด 2 ประการ คือ หาจำนวนรถขนส่งที่น้อยที่สุดที่สามารถสนองตอบต่อความต้องการของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย ได้ และหาระยะทางขนส่งที่สั้นที่สุดภายใต้กรอบเวลาที่กำหนด เนื่องจากเป็นปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objectives) วิธีการแก้ปัญหาในงานวิจัยจึงมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 สร้างตัวแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model Formulation) เนื่องจากปัญหาในงานวิจัยเป็นปัญหาในรูปแบบผสมผสานระหว่างเงื่อนไขแบบแน่นอน (Deterministic Constraint) และเงื่อนไขแบบไม่แน่นอน (Probability Constraint) ปัญหานี้จึงถูกสร้างขึ้นในลักษณะสโทแคสติคโปรแกรมมิง (Stochastic Programming) โดยมีเงื่อนไขบางส่วนแสดงอยู่ในรูปของโอกาสหรือความน่าจะเป็น เรียกว่า “Probabilistic Constraint” หรือ “Chance Constraint” ซึ่งลักษณะของ MDSVRP สามารถนิยามเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้การใช้สัญลักษณ์แทนปัญหา (MDSVRPTW Representation)

G = (V, A, d) แทนลักษณะกราฟแสดงทิศทางการเดินรถขนส่งจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

$V = \{\upsilon_0, \upsilon_1, \upsilon_2, ..., \upsilon_n\}$ แทนเซตของปม โดยที่ υ_0 แทนคลังสินค้า และ υอื่นๆ แทนตำแหน่งของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย

$A = \{(\upsilon_i, \upsilon_j) : i \neq j\}$ แทนเซตของกิ่ง โดยในแต่ละกิ่งจะมีค่าน้ำหนัก d_{ij} และไม่เป็นค่าติดลบ

ในงานวิจัยนี้สนใจ ระยะทางระหว่างปม υ_i และ υ_j คือ (d_{ij}) และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางคือ t_{ij} โดยที่ t_{ij} มีที่มีค่าไม่แน่นอนกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ $t_{ij(p)}$

q_i แทน ความต้องการของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย

กำหนดให้ $q_0 = 0$ และ q_i สำหรับ υ_i ทั้งหมดต้องไม่เป็นค่าติดลบ

n แทน จำนวนกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย

m แทน จำนวนรถขนส่ง

Q แทน ความสามารถของรถขนส่งในการบรรทุกสินค้า

T_i แทน กรอบเวลาที่ผู้ประสบภัยพิบัติต้องการสินค้า

U_i แทน เวคเตอร์ของค่าจำนวนเต็มบวก ซึ่งเกิดจากเซตของเส้นทางย่อย (Subtour) ที่ต้องกำจัดทิ้ง

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{ถ้าเลือกเส้นทาง } i, j \text{ สำหรับเส้นทาง } k \\ 0, & \text{กรณีอื่นๆ} \end{cases}$$

สมการเงื่อนไข (Constraints Function) มีรายละเอียดดังนี้

- รถขนส่ง 1 คัน สามารถให้บริการกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย ได้เพียง 1 จุด

$$\sum_{i=1}^{n+m}\sum_{k=1}^{m} X_{ijk} = 1, \qquad j = 1,\ldots,n+m \qquad \ldots(3.1)$$

$$\sum_{i=1}^{n+m}\sum_{k=1}^{m} X_{ijk} = 1, \qquad i = 1,\ldots,n+m \qquad \ldots (3.2)$$

- รถขนส่งทุกคันต้องเริ่มต้น และกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าเดิม

$$\sum_{i=1}^{n+m} X_{ihk} - \sum_{j=1}^{n+m} X_{hjk} = 0,\ h = 1,\ldots,n+m,\ k = 1,\ldots,m \qquad \ldots (3.3)$$

- รถขนส่งทุกคันมีความสามารถในการบรรทุกได้ไม่เกิน Q น้ำหนักที่ระบุไว้

$$\sum_{i=1}^{n+m}\sum_{j=1}^{n+m} q_i X_{ijk} \le Q \qquad \ldots (3.4)$$

- รถขนส่งทุกคันต้องเดินทางส่งของภายในระยะเวลาที่ผู้ประสบภัยพิบัติที่ถูกกำหนด T_i

$$\sum_{i=1}^{n+m}\sum_{j=1}^{n+m} t_{ij(p)} X_{ijk} \le T_i \qquad \ldots (3.5)$$

โดยที่อาจกำหนดเป็นช่วงความเชื่อมั่นใดๆสามารถเขียนสมการเงื่อนไขความน่าจะเป็น (Chance Constraint)ได้ดังนี้

$$\Pr\left\{\sum_{i=1}^{n+m}\sum_{j=1}^{n+m} t_{ij(p)} X_{ijk} \le T_i\right\} \ge 1-\alpha \qquad \ldots (3.6)$$

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

- หาจำนวนรถขนส่งต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำ และราย ได้

$$Z_1 = Minimize\ M \qquad \ldots(3.7)$$

หาระยะทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งสินค้าภายใต้กรอบเวลาที่กำหนด

$$Z_2 = Minimize \sum_{i=1}^{n+m}\sum_{j=1}^{n+m} d_{ij} X_{ijk}, \quad k = 1,...,m \qquad \ldots (3.8)$$

3.3.2 ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจ่ายงาน (Assignment Algorithm)

เมื่อได้รูปแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์แล้ว ขั้นตอนต่อมา คือ การแก้ปัญหาด้วยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการจ่ายงาน สำหรับแบ่งส่วนการกระจายสินค้าในแต่ละคลังสินค้า ซึ่งพิจารณาให้เป็นปัญหาขนส่ง (Transportation Problem) โดยยังไม่คำนึงถึงกรอบเวลา และระยะเวลาขนส่งที่ไม่คงที่ ในขั้นตอนนี้สนใจเฉพาะการส่งสินค้าให้พอดีกับความต้องการของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำ q_i แต่ละราย และไม่เกินความสามารถในการบรรทุกสินค้า (Q) ในขั้นตอนนี้จะใช้หาจำนวนรถขนส่งต่ำสุด ที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำแต่ละราย โดยจะนำคำตอบที่ได้ไปใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป

3.3.3 พัฒนาเทคนิคเมตาฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) แนวใหม่ในการจัดเส้นทางขนส่ง เนื่องจากปัญหา MDSVRPTW เป็นปัญหาขนาดใหญ่และซับซ้อน หรือจัดเป็นปัญหาเชิงการจัดที่ยาก (Hard Combinatorial Problem) เทคนิคการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบัน คือ เทคนิคฮิวริสติกส์ (Heuristic Algorithm) และ เทคนิคแม่นตรง (Exact Algorithm) ดังที่ได้ตรวจเอกสารไว้แล้ว ซึ่งมาในระยะหลังงานวิจัยจำนวนมากได้นำเสนอเทคนิคเมตาฮิวริสติกส์ ที่มีการพัฒนามาจากเทคนิคฮิวริสติกส์ดั้งเดิม เพื่อใช้ในการ

ค้นหาคำตอบสำหรับปัญหา VRP ที่มีการขยายขอบเขตของปัญหาให้เสมือนจริง และมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเอาเทคนิคเมตาฮิวริสติกส์ต่างๆ มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดเทคนิคใหม่โดยยึดตามแนวของหลักการเดิมดังต่อไปนี้

3.3.4 โครงข่ายนิวรอนฮอปฟิล์วอัลกอริทึม (Hopfield Neural Nets Algorithm)

เริ่มแรกนักวิจัยใช้โครงข่ายนิวรอนฮอปฟิล์วอัลกอริทึม (Ansari และ Hou, 1997) สำหรับการแก้ปัญหา TSP และต่อมาใช้ประโยชน์จากตัวช่วยจำในการเก็บข้อมูลและการกู้ข้อมูลกลับคืน สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเชิงการจัดได้ โดยเป็นไปตามประเภทของโครงข่ายนิวรอนแบบเกิดซ้ำ คือ เอาท์พุตของโครงข่ายนิวรอน กลับมาเป็นอินพุตสำหรับโครงข่ายถัดไป การนำโครงข่ายนิวรอนฮอปฟิล์วอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้มีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ต้องทำการแปลงต้นทุนและเงื่อนไขของปัญหาให้เป็นฟังก์ชั่นเดียว หรือที่รู้จักกันในชื่อของ “ฟังก์ชันพลังงานฮอปฟิล์ว (Hopfield Energy Function)”
- ต้องมีการคำนวณค่าพารามิเตอร์ลากรานจ์

จากเงื่อนไขดังกล่าว เป็นเหตุผลที่ทำให้นักวิจัยมีความยุ่งยากในการจำลองผลลัพธ์ของฮอปฟิล์ว สำหรับการแก้ปัญหา TSP การจับ TSP เข้าสู่โครงร่างของฮอปฟิล์วนั้น เพื่อแสดงให้เห็นว่าในสถานะสุดท้ายของโครงข่ายมีลักษณะเหมือนกับรายการของทัวร์ โดย Hopfield และ Tank (Ansari และ Hou, 1997) ได้แสดงให้เห็นลำดับของเมืองที่อยู่ในรายการทัวร์ ด้วยรหัสในสถานะสุดท้ายของเซตนิวรอน ตัวอย่างเช่น สำหรับปัญหาจำนวนเมือง n โครงข่ายที่ต้องการคือ n^2 โดยที่ 1 นิวรอน คือ ความน่าจะเป็นของตำแหน่งทัวร์ในแต่ละเมือง เมื่อมี n เมือง จะมี n ทัวร์ที่เป็นไปได้หรือมีขนาดเท่ากับ $n \times n$ นิวรอน

3.3.5 เจเนติคอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

กลวิธีนี้ อาศัยหลักการและทฤษฎีจากการทำให้เกิดพันธุกรรมประชากรในการสร้างอัลกอริทึมที่เลียนแบบพฤติกรรมดังกล่าว โดยวิธีการจับคู่และการเกิดใหม่ของยีนส์เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนทั่วไปของเจเนติคอัลกอริทึม มีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 (เริ่มต้น) สร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้นจำนวน n ทางเลือก

ขั้นตอนที่ 2 (ปรับปรุง) ใช้การสืบค้นเฉพาะจุด โดยวิธีแทนประชากรจำนวน n ทางเลือกด้วยค่าที่เหมาะสมเฉพาะจุด N

ขั้นตอนที่ 3 (การรวมกัน) ขยายขนาดจำนวนประชากรโดยเพิ่ม m ทางเลือกของการเกิดใหม่ ซึ่งขนาดของจำนวนประชากรปัจจุบันเท่ากับ $n+m$

ขั้นตอนที่ 4 (ปรับปรุง) ใช้การสืบค้นเฉพาะจุดแทนทางเลือกของการเกิดใหม่ ด้วยค่าที่เหมาะสมเฉพาะจุด M

ขั้นตอนที่ 5 (เลือก) ลดจำนวนประชากรลงสู่ขนาดเดิม โดยเลือก n ทางเลือกจากประชากรปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 6 (การเกิดใหม่) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 จนกระทั่งบรรลุเงื่อนไขของการหยุด

GIDEON โดย Gendreau และคณะผู้วิจัย [11] ได้นำเสนอเจเนติคอัลกอริทึมสำหรับปัญหา VRP แบบมีกรอบเวลา และมีเงื่อนไขของความสามารถในการบรรทุกสินค้า ใช้กลวิธีในการแบ่งกลุ่มก่อนแล้วจึงจัดเส้นทาง (Cluster First-Route Second) เจเนติคอัลกอริทึมจะถูกประยุกต์ใช้ในเฟสของการแบ่งกลุ่ม เรียกว่า “การแบ่งกลุ่มแบบเจเนติค” เป็นการแบ่งส่วนของปมออกเป็นส่วนๆ หรือแบ่งโดยมีศูนย์กลางอยู่ที่คลังสินค้า คล้ายกับ “สวีปอัลกอริทึม (Sweep Algorithm)”

3.3.6 วิธีการสืบค้นเฉพาะจุดแบบรวดเร็ว (Fast Local Search; FLS)

โดยการทำงานของ FLS จะเริ่มจากการแตกทางเลือกข้างเคียงปัจจุบันออกเป็นส่วนย่อยๆ จากนั้นจะดำเนินการในทีส่วนที่แบ่งออก แนวคิดนี้ใช้วิธีพิจารณาในแต่ละทางเลือกข้างเคียงย่อยอย่างต่อเนื่องและเป็นไปตามลำดับ ทำการสืบค้นเฉพาะเซตที่แสดงบิตเป็น 1 ทางเลือกข้างเคียงย่อยนี้จะถูกเรียกว่า “Active Sub-Neighborhoods” ส่วนทางเลือกข้างเคียงย่อยที่แสดงบิตเป็น 0 เรียกว่า “Inactive Sub-Neighborhoods” และเซตนี้จะไม่ถูกสืบค้น กระบวนการสืบค้นข้างเคียงจะไม่เริ่มต้นใหม่เมื่อพบทางเลือกที่ดีกว่า แต่จะทำการสืบค้นไปยังทางเลือกข้างเคียงย่อยต่อไปตามลำดับ ซึ่งลำดับนี้อาจเป็นแบบคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้

ขั้นตอนการสืบค้นดัดแปลงเชิงสุ่มแบบกรีดี (The Greedy Randomized Adaptive Search Procedure; GRASP) เป็นเทคนิคการสืบค้นเฉพาะจุดแบบ 2 เฟส เทคนิคการสุ่มทำให้เกิดทางเลือกที่เป็นไปได้ในทุกๆ การวนซ้ำแต่ละรอบ และผลลัพธ์สุดท้ายจะค้นพบคำตอบที่เหมาะสมที่สุดจากการวนซ้ำทั้งหมด ในแต่ละการวนซ้ำถูกแบ่งเป็น 2 เฟส คือ เฟสโครงสร้าง และขั้นตอนการสืบค้นเฉพาะจุด ในเฟสโครงสร้าง ฟังก์ชั่นของกรีดีเชิงสุ่มจะใช้ในการสร้างทางเลือกเริ่มต้น จากนั้นวิธีการจะถูกปรับปรุงด้วยเฟสของการสืบค้นเฉพาะจุด

เฟสโครงสร้าง สามารถอธิบายเหมือนวิธีการ “Stepwise” ที่เพิ่มอีก 1 ทางเลือกในช่วงเวลาหนึ่งๆ สำหรับทางเลือกที่ยังไม่สมบูรณ์ ตัวเลือกของทางเลือกถัดไปจะถูกเลือกและคำนวณผลตามลำดับของทางเลือกทั้งหมดที่อยู่ในรายการ ซึ่งเป็นไปตามฟังก์ชั่นของกรีดี มีการดัดแปลงเทคนิคฮิวริสติคเพื่อประโยชน์ในการช่วยปรับปรุงค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละการวนซ้ำของเฟสโครงสร้าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้นำมาสู่การเลือกทางเลือกล่าสุด ส่วนความน่าจะเป็นของ GRASP

ถูกเลือกแบบสุ่มจากหนึ่งในตัวเปรียบเทียบที่ดีที่สุดที่อยู่ในรายการ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในลำดับที่สูงที่สุด อัลกอริทึมของ GRASP มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าตัวอย่างอินพุต

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการตามขั้นตอนนี้จนกระทั่งบรรลุเงื่อนไขของการหยุด

ขั้นตอนที่ 2.1 สร้างเฟสโครงสร้างของ GRASP ตามวิธีการสุ่มแบบกรีดี

ขั้นตอนที่ 2.2 ประยุกต์ใช้เฟสการสืบค้นเฉพาะจุดในการหาคำตอบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2.3 ปรับปรุงทางเลือกเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 กลับไปยังทางเลือกที่ดีที่สุดที่ค้นพบ

ถึงแม้ว่าการประยุกต์ใช้ GRASP สำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมเชิงการจัดได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่มีเพียงการประยุกต์ใช้เพียงงานเดียวสำหรับปัญหา VRP คือ ผลงานวิจัยของ Kontoravdis และ Bard (Bard และคณะ, 2000) (Kontoravdis และ Bard, 1995) ซึ่งได้เสนอปัญหา VRP ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาจำนวนรถขนส่งต่ำสุดในการให้บริการลูกค้าจำนวน N ราย ภายใต้กรอบเวลาและมีเงื่อนไขของความสามารถในการขนส่ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาขีดจำกัดล่าง u บนจำนวนเส้นทางที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 เลือก u ที่จะใช้เป็นเซตของเส้นทางเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณต้นทุนในการแทรกลูกค้าแต่ละรายเข้าสู่เส้นทาง

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่าปรับสำหรับการแทรก

ขั้นตอนที่ 5 สร้างรายการ L สำหรับเก็บค่าปรับขนาดใหญ่ R และจาก L ให้เลือกลูกค้า 1 รายแบบสุ่ม

ขั้นตอนที่ 6 พยายามแทรกลูกค้าเข้าสู่เส้นทาง ถ้าสำเร็จให้ไปขั้นตอนที่ 7 ถ้าการแทรกนำมาซึ่งเวลาหรือความสามารถในการขนส่งที่ไม่ได้ตามเงื่อนไข ให้เริ่มเส้นทางใหม่ระหว่างคลังสินค้าและลูกค้า จากนั้นย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 7 ถ้าลูกค้าทุกรายถูกจัดเข้าเส้นทางเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการหยุด ถ้าไม่ให้ทำการปรับปรุงต้นทุนและย้อนกลับยังขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 8 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 ถึง 7 ตามจำนวน m ของเวลาที่ให้ผลลัพธ์ที่ประหยัดที่สุด ระหว่างการวนซ้ำ n ให้ทำการรันผลที่ทุกๆรอบ n $(n \leq m)$ ครั้ง และเก็บค่าที่ดีที่สุด

3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลาตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ถึงภาคการศึกษาที่ 12 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ภาคการศึกษา											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-ก.ค.
	2553-2554			2554-2554			2555-2556			2556-2557		
1.ศึกษาปัญหา												
2. รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง												
3. ทำการวิจัยและพัฒนาสถาปัตยกรรม												
4. ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ												
5. เรียบเรียงและปรับปรุงงานวิจัย												
6. นำเสนอผลงานและจัดทำเอกสารวิจัย												

3.5 สรุป

ในบทที่ 3 นี้เป็นการนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ที่ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิจัย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ และระยะเวลาในการดำเนินงาน เพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานที่กำหนดไว้