

## บทที่ 2

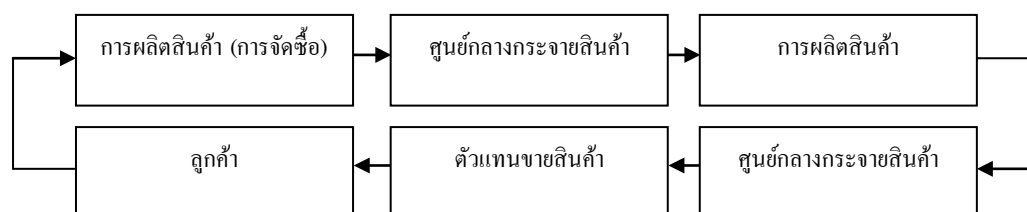
### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้รวบรวมทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย โดยเริ่มจากศึกษาเอกสารงานวิจัย ผลงานวิจัย และงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ โลจิสติกส์ และบทบาทของโลจิสติกส์กับผู้ประสบภัยพิบัติทางน้ำ และการพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีกรอบเวลาที่ไม่แน่นอน สำหรับจัดภัยพิบัติทางน้ำเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem; VRP) โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและฮิวริสติกส์ และเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพอัลกอริทึมฮิวริสติก มีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วยการปรับปรุงพารามิเตอร์จีเนติกอัลกอริทึม ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไว้ดังต่อไปนี้

- 2.1 องค์ประกอบของโลจิสติกส์
- 2.2 แนวคิดหลักในระบบโลจิสติกส์
- 2.3 ต้นทุนของโลจิสติกส์
- 2.4 หลักการพื้นฐานในการบริหารจัดการจัดส่ง (Logistics Management)
- 2.5 ระบบผู้กระจายสินค้า (Thrid Party Logistics)
- 2.6 การจัดการโลจิสติกส์เพื่อบรรเทาทุกข์ (Relief Logistics) ในกรณีภัยพิบัติต้นทุนของลอจิสติกส์ และ การคืนสภาพ (Resilience)
- 2.7 เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining)
- 2.8 เทคนิคเส้นกรอบล้อมข้อมูล (DEA)
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.10 การประเมินความสามารถศูนย์รับบริจาค
- 2.11 สรุป

## 2.1 องค์ประกอบของระบบโลจิสติกส์

โลจิสติกส์ หมายถึงการเคลื่อนไหวของสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์ในการส่งมอบสินค้าให้ทันตามความต้องการ โดยยังรักษาคุณภาพของสินค้าให้ได้มาตรฐานดังเช่นก่อนที่จะทำการส่งสินค้าซึ่งจะต้องมีการบริหารทางด้านเวลา จำนวนของสินค้าวิธีการจัดส่ง อันก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดจำกัดความขัดแย้ง ระบบโลจิสติกส์จึงเป็นระบบ (One Stop Service) ที่รวมการดำเนินงานทั้งการขนส่งการกระจายสินค้า และด้านข้อมูลข่าวสารเข้าด้วยกัน เช่น การขนส่งวัตถุดิบไปโรงงานจากโรงงานขนส่งสินค้าสำเร็จรูปเป็นต่อไป การเก็บสินค้าที่คลังสินค้า การบรรจุหีบห่อ การบริการการขนส่งขั้นสุดท้ายให้สินค้าที่ผลิตสำเร็จรูปไปถึงมือผู้บริโภคโดยทุกขั้นตอนจะมีการดำเนินงานด้านเอกสารและข้อมูลไปพร้อมกับตัวของวัตถุดิบหรือสินค้าในขั้นตอนการผลิตจนกลายเป็นสินค้าไปยังผู้บริโภค การเคลื่อนย้าย หรือการไหล (Flow) ของวัตถุดิบ ข้อมูลตั้งแต่เป็นวัตถุดิบจนเป็นสินค้าสำเร็จรูปจากต้นทางจนถึงปลายทางผู้บริโภค โดยมีการประสานแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 2.1 ระบบโลจิสติกส์ (The Logistics System)

จากรูปที่ 2.1 จะพบว่าระบบโลจิสติกส์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

### 1. การจัดการ/การบริหารวัตถุดิบ (Material Management)

- 1.1 การบริการผู้จัดส่ง (Supplier Management)
- 1.2 การจัดหา การจัดเก็บวัตถุดิบของผู้ผลิต (Procurement)
- 1.3 การผลิตสินค้า (Production)

## 2. การจัดการกระจายสินค้า (Physical Distribution Management)

### 2.1 การจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป (After –Production)

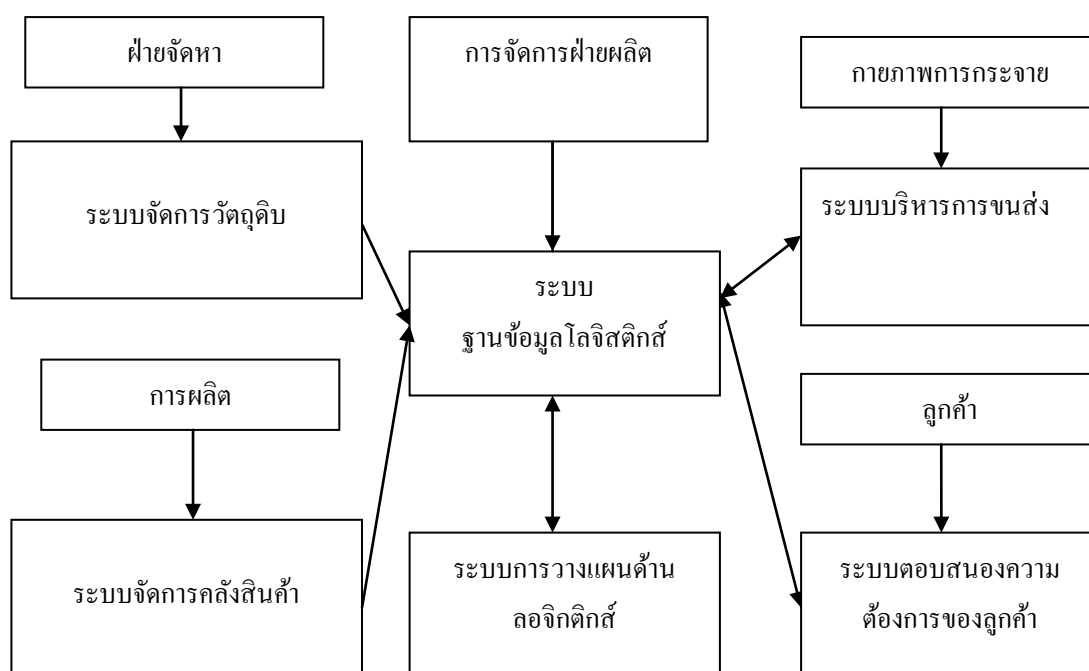
### 2.2 การกระจายสินค้า (Physical distribution)

### 2.3 การนำสินค้าไปถึงมือผู้บริโภค (Customer)

## 2.2 แนวคิดหลักในระบบโลจิสติกส์ [8], [9], [10], [11]

แนวคิดหลักในระบบโลจิสติกส์ คือ การลดต้นทุนในการบริหารสินค้าคงเหลือและต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าให้ต่ำที่สุด โดยไม่มีผลกระทบต่อการนำสินค้าไปถึงมือผู้บริโภคให้ทันต่อเวลา ซึ่งจะต้องมีการบริการระยะเวลาในการสั่งซื้อวัตถุดิบ ปริมาณการผลิตปริมาณสินค้าคงเหลือ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า และการบริหารข้อมูลสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพ

การแยกระบบโลจิสติกส์ของผู้ผลิตออกมาต่างหาก (Outsourcing) โดยให้ผู้ชำนาญการเฉพาะด้าน เป็นผู้บริหารจัดการจะช่วยให้ผู้ผลิตที่สามารถบริหารงานหลักในด้านการตลาด การผลิต การวิจัย และการบริหารทรัพยากรมนุษย์ ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อันเป็นการช่วยในความสามารถในการแข่งขันในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมระบบโลจิสติกส์ (Logistics System Architecture)

ระบบการวางแผนทางด้านโลจิสติกส์ (Logistics Planning System) ที่จะต้องมีการบริหารฐานข้อมูลด้านโลจิสติกส์ ได้แก่ระบบการบริหารของผู้ขาย (Supplier Management System) ระบบจัดการวัตถุดิบ (Material Management System) ระบบการจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System) ระบบการบริหารการขนส่ง (Transportation Management System) และระบบการตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Customer Response System) เพื่อก่อให้เกิดการประสานงานของแต่ละฝ่ายในบริษัทผู้ผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แทนที่จะให้แต่ละฝ่ายบริหารโดยลำพังและการประสานระหว่างผู้ผลิตและผู้ดำเนินการทางด้านโลจิสติกส์ที่เป็นไปอย่างราบรื่น

## 2.3 ต้นทุนของระบบโลจิสติกส์

หลักการบริหารทรัพยากรโดยทั่วไปคือการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีต้นทุนต่ำที่สุด การบริหารโลจิสติกส์ก็ใช้หลักการเช่นเดียวกันคือ บริหารสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีต้นทุนต่ำที่สุด ทั้งยังต้องการให้สินค้าไปถึงมือลูกค้าภายในระยะเวลาที่กำหนดจากระบบดังกล่าวในรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าต้นทุนในด้านโลจิสติกส์สามารถแบ่งออก เป็น 4 ประเภทที่ต้องได้รับการบริการเพื่อให้ต้นทุนรวม ให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

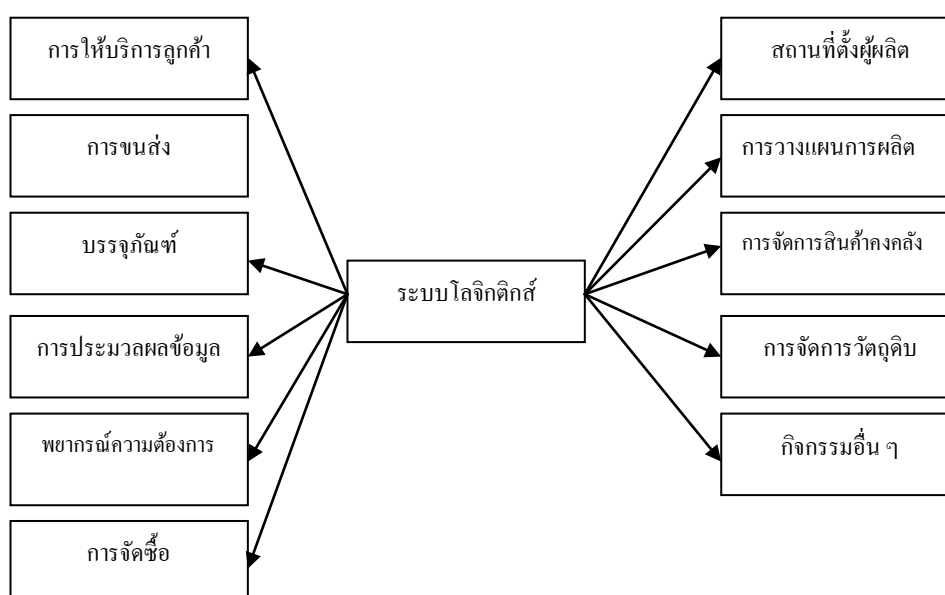


รูปที่ 2.3 โลจิสติกส์ทางด้านธุรกิจ (Business Logistics)

1. ต้นทุนการจัดการด้านวัตถุดิบ (Inbound Logistics)
2. ต้นทุนสินค้าคงคลังและต้นทุนการเก็บรักษา (Material Management)
3. ต้นทุนระบบจัดส่งสินค้าไปยังผู้บริโภค
4. ต้นทุนของระบบ (Business Logistics System) เช่นต้นทุนด้านคอมพิวเตอร์ ในการบริหารโลจิสติกส์และกระบวนการสั่งซื้อ

## 2.4 หลักการพื้นฐานในการบริหารการจัดส่ง (Logistics Management)

การบริหารการจัดส่ง (Logistics Management) [21], [22], [23], [24] คือกระบวนการวางแผน การนำมาใช้ และการควบคุมการไหลและการเก็บรักษาวัตถุดิบสินค้าระหว่างทำสินค้าที่ผลิตเสร็จรวมทั้งข้อมูลข่าวสาร ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่แหล่งผลิต จนถึงแหล่งบริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นกิจกรรมการจัดส่งที่สอดคล้องกับคำนิยามเบื้องต้นจึงประกอบด้วย การให้บริการลูกค้า การประมวลผลคำสั่งซื้อ การติดต่อสื่อสาร การควบคุมสินค้าคงคลัง การพยากรณ์ความต้องการ การจัดการจราจรและการขนส่ง การเก็บรักษาของไว้ในโรงพักสินค้า การเลือกที่ตั้งโรงงานและโรงพักสินค้า การขนย้ายขนถ่ายวัตถุดิบ จัดซื้อ จัดหาบริการ อะไหล่และบริการเสริม การบรรจุหีบห่อ การยวบและตัดจำหน่ายอุปกรณ์ การขนส่งสินค้ารับคืน [91], [93], [94]



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของการบริหารการจัดส่ง

จากรูปที่ 2.4 กิจกรรมในการบริหารการจัดส่ง (Logistics Activity) องค์ประกอบของกิจกรรมการจัดส่งในรูป 2.4 ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญต่อการดำเนินงานของกิจการทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม การผลิตสินค้า ร้านค้าปลีก ร้านค้าส่งและกิจการให้บริการอื่นๆ เนื่องจากการบริหารกระแสการไหลของสินค้าบริการตั้งแต่จุดเริ่มผลิตไปจนถึงมือผู้บริโภค นั้นต้องการวางแผนการนำ แผนไปปฏิบัติและการควบคุมเป็นอย่างดีดังนั้น การจัดส่งจึงเริ่มต้นให้ความสนใจตั้งแต่วัตถุดิบ (Raw Material) สินค้าระหว่างทำ (In-Process Inventory) และ สินค้าที่ผลิตเสร็จ (Finished Goods) เพื่อส่งให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจสูงสุด

กิจกรรมที่รวมอยู่ในการบริการการจัดส่งนั้นนับเริ่มจากกระแสไหลของสินค้าจากแหล่งกำเนิด (Point-of-Origin) ไปยังแหล่งผู้บริโภค (Point-of-Consumption) ซึ่งกระบวนการต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมากมายและอาจต้องใช้ความรู้ทางด้านเทคนิคเข้ามาช่วยในการบริหารกระบวนการเหล่านี้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นมากกว่า ระบบบริหารลอจิสติกส์ในปัจจุบันที่ยังมิได้ให้ความสำคัญเทคนิคเหล่านี้มากนัก อาทิเช่นการพยากรณ์ความต้องการสินค้าการจัดการจราจรและการขนส่งเป็นต้นกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งได้เป็น 14 ประเภทดังนี้

#### 2.4.1 การให้บริการลูกค้า (Customer Service)

1. การประมวลผลคำสั่ง (Order Processing)
2. การติดต่อสื่อสาร (Distribution Communications)
3. การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control)
4. การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting)
5. การจัดการจราจรและขนส่ง (Traffic and Transportation)
6. การเก็บรักษาของโรงเก็บรักษาสินค้า (Warehousing and Storage)
7. การเลือกที่ตั้งตั้งโรงงานและโรงเก็บรักษาสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection)
8. การขนย้ายขนถ่ายวัสดุ (Material Handling)
9. การจัดซื้อหา (Procurement)
10. การบริหารอะไหล่และบริหารเสริม (Parts and Service)
11. การบรรจุหีบห่อ (Packaging)

#### 2.4.2 การยวบและตัดจำหน่ายอุปกรณ์ (Salvage and Scrap Disposal)

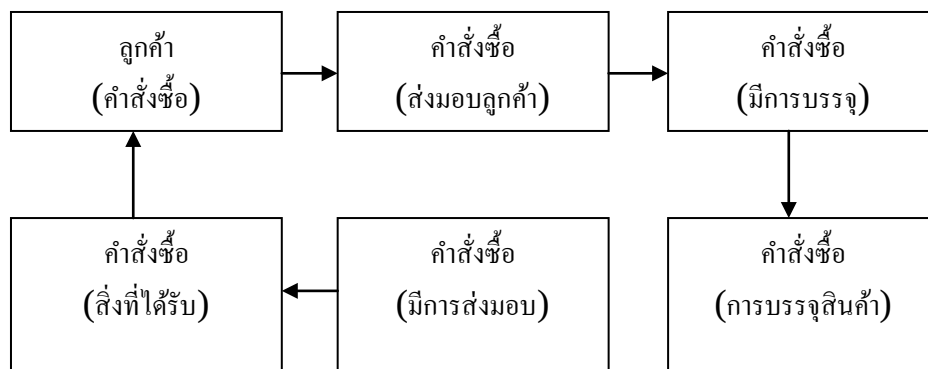
เป็นการบริการเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายของเสียจากกระบวนการผลิตของใช้แล้วจากภาคอุตสาหกรรม นำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ กระดาษ แก้ว กระจก อลูมิเนียม และพลาสติก การนำมาใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการผลิตหรือปรับปรุงนั้น วัสดุที่แตกต่างชนิดกัน เมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตแล้วของเสียที่ใช้แล้วเหล่านี้จะกลายมาอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ใหม่

#### 2.4.3 การขนย้ายสินค้ารับคืน (Return Goods Handling)

การให้บริการลูกค้าการให้บริการลูกค้าถือเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกระบวนการจัดส่ง ในขณะที่เดียวกันเป็นตัววัดประสิทธิผลและอรรถประโยชน์ ด้านเวลาและสถานที่ (Time and Place Utility) จากการใช้ระบบการจัดส่งดังนั้นการให้บริการมิได้เป็นเพียงตัวกำหนดระดับความสามารถ ในการรักษาลูกค้าเดิม (Retention Rate) แต่ยังเป็นสิ่งดึงดูดผู้ที่กำลังอยู่ระหว่างการตัดสินใจซื้อ หรือกลุ่มลูกค้าใหม่ หันมาเป็นลูกค้าของกิจการ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับส่วนแบ่งทางการตลาด ต้นทุนการจัดส่งทั้งหมดและผลกำไร ทั้งนี้ Lalonde และคณะ [31] ได้แบ่งองค์ประกอบของการให้บริการออกเป็น 8 กลุ่มคือ

1. การให้บริการก่อนการขาย (Pre transaction Elements) ลักษณะเป็นนโยบายหรือเป็นกิจกรรมไม่ประจำ (Non Routine) การกำหนดนโยบายด้านการให้บริการที่เป็นลายลักษณ์อักษร (Statement of Policy) ให้ข้อมูลนโยบายด้านการบริการลูกค้า (Customer Receives Policy Statement) โครงสร้างองค์กร (Organization Structure) ที่มีลักษณะเอื้ออำนวยต่อการติดต่อสื่อสาร และการประสานงานระหว่างผู้รับผิดชอบด้านการให้บริการระบบการทำงานที่มีความยืดหยุ่น (System Flexibility) การพัฒนาความสามารถในการให้บริการ (Management Service) การอบรม การสัมมนา และคู่มือปฏิบัติงานสำหรับเจ้าหน้าที่
2. การให้บริการขณะขาย (Transaction Elements) ระดับความเพียงพอของสินค้า (Stock out level) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับสินค้าขาดมือหรือวัดความเพียงพอของสินค้าข้อมูลด้านการสั่งซื้อ (Order Information) โดยจะต้องให้ข้อมูลแก่ลูกค้าอย่างทันเวลาและถูกต้องวงจรการสั่งซื้อ ลูกค้ามักให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับวงจรการสั่งซื้อเนื่องจากกระบวนการสั่งซื้อที่มีประสิทธิภาพนั้นสามารถทำให้ลูกค้าแข่งขันให้ความพอใจกับลูกค้าได้มากขึ้น
3. การให้บริการหลังการขาย (Post Transaction Elements) ลูกค้ามักให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับวงจรการสั่งซื้อ เนื่องจากกระบวนการสั่งซื้อที่มีประสิทธิภาพนั้นสามารถทำ

ให้ลูกค้าแข่งขันให้ความสนใจกับลูกค้าได้มากขึ้น ดังนั้นธุรกิจจึงต้องพยายามตรวจสอบและบริหารขั้นตอนในวงจรสั่งซื้อมิให้เกิดการเบี่ยงเบนจากเกณฑ์มาตรฐานมากเกินไป วงจรการสั่งซื้อเป็นระยะเวลาตั้งแต่เริ่มติดต่อสั่งซื้อสินค้าจนกระทั่งธุรกิจสามารถส่งมอบสินค้าไปถึงมือลูกค้า ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ อันได้แก่การติดต่อทำการค้า การลงละเอียดในใบสั่งซื้อ การประมวลผลคำสั่งซื้อ การบรรจุหีบห่อ และการส่งมอบสินค้าในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรการสั่งซื้อ (Order Cycle)

4. ระดับความพร้อมและรวดเร็วในการกระจายสินค้า (Expedite Level) สินค้าที่ลูกค้าจำเป็นต้องใช้อย่างเร่งด่วนควรได้รับการปฏิบัติแตกต่างจากสินค้าธรรมดา ทั้งนี้เพื่อลดเวลาปกติใช้ในวงจรการสั่งซื้อถึงแม้ว่า จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มก็ตามเพื่อรักษาลูกค้าไว้

5. การถ่ายเทสินค้า (Transshipment) เป็นการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างโรงพักสินค้าเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาสินค้าขาดมือ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งโดยปกติมักใช้ตัวเลขประมาณยอดขายในแต่ละพื้นที่เป็นแนวทางพิจารณา

6. ความถูกต้องของระบบ (System Accuracy) ความผิดพลาดอันเกิดจากระบบ เช่น ปริมาณการสั่งซื้อ ประเภทสินค้า การเรียกชำระเงินนั้น ควรจะถูกบันทึก และรายงานเป็นตัวเลขสัดส่วนเปรียบเทียบกับคำสั่งที่เข้ามาในระบบ เพื่อนำมาปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานต่อไป

7. ความสะดวกในการสั่งซื้อ (Order Convenience)

8. การหาสินค้าทดแทนให้ลูกค้า (Product Substitution)

#### 2.4.4 การประมวลคำสั่งซื้อ (Order Processing)

ระบบการประมวลผลคำสั่งซื้อเปรียบเสมือนศูนย์กลางระบบข้อมูลการจัดส่ง ซึ่งทำหน้าที่คอยกำกับแนวทางการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังลูกค้ารวมถึงการเคลื่อนย้ายจากลูกค้ากลับสู่กิจการองค์ประกอบของกิจกรรมประมวลผลคำสั่งซื้ออาจแบ่งได้เป็น 3 หมวดคือ

1. กิจกรรมปฏิบัติการ (Operational Element) เช่น การลงบันทึกและตรวจสอบคำสั่งซื้อการจัดตารางเวลาการเดินทาง การจัดตารางเวลาการเดินทาง การจัดเตรียมสินค้าเพื่อส่งมอบ และการใบกำกับสินค้า
2. กิจกรรมการติดต่อสื่อสาร (Communication Element) เช่นการเปลี่ยนแปลงคำสั่งซื้อ การสอบถามสถานะของคำสั่งซื้อ การแก้ไขข้อผิดพลาดในคำสั่งซื้อ
3. กิจกรรมการเรียกชำระเงิน (Collection Element) ได้แก่การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและการเรียกเก็บเงินจากลูกค้า

#### 2.4.5 การติดต่อสื่อสาร (Distribution Communication)

การติดต่อสื่อสารเป็นกิจกรรมที่ควบคู่กับการประมวลผลคำสั่งซื้อ เนื่องจากการมีระบบประมวลผลคำสั่งซื้อที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยปรับปรุงการติดต่อกับลูกค้าลดเวลาที่ใช้ในการรับคำสั่งรับซื้อลดปริมาณสินค้าคงคลัง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ข้อมูลข่าวสารจึงมีความสำคัญต่อการประกอบธุรกิจจัดส่งเป็นอย่างมากธุรกิจควรจัดให้มีการเชื่อมโยงติดต่อสื่อสารใน 4 ระดับได้แก่

1. ระหว่างบริษัทกับลูกค้าและคู่ค้า
2. ระหว่างหน่วยงานหลักของธุรกิจเช่นฝ่ายการตลาด ฝ่ายผลิต ฝ่ายการเงิน และฝ่ายจัดส่ง (Logistics Department) เป็นต้น
3. ระหว่างและภายในแผนกงานต่างๆที่ดำเนิน กิจกรรมการจัดส่ง อาทิ การให้บริการลูกค้า และการจัดการขนส่ง การเก็บรักษา สินค้า การรับและประมวลผลคำสั่ง การควบคุมสินค้าคงคลัง
4. ระหว่างและภายในหน่วยงานย่อยที่สังกัดแผนกต่างๆ อาจแบ่งออกเป็นหน่วยสินค้าคงคลังภายในโรงงาน หน่วยสินค้าคงคลังที่อยู่ในระหว่างเดินทาง และหน่วยสินค้าคงคลังที่อยู่ ณ โรงเก็บสินค้า เป็นต้น

ดังนั้นการทำงานให้ประสานสอดคล้องกัน ในกิจกรรมการจัดส่งจำเป็นต้องอาศัยการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และเชื่อมต่อกันได้ทั้งกิจกรรมการจัดส่งจำเป็นต้อง

อาศัยการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และเชื่อมต่อกันได้ทั้งกิจกรรมภายในองค์กรและระหว่างองค์กรกับหน่วยงานภายนอก ปัจจุบันนี้หลายธุรกิจในประเทศพัฒนาแล้วมีการพัฒนาระบบสารสนเทศทางการบริหารการจัดส่งโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการติดต่อสื่อสารและประมวลผลข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนและตัดสินใจ เช่นตัวอย่างของบริษัท American Telephone and Telegraph (AT&T) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ทำให้ผู้บริหารสามารถรับทราบข้อมูลของอุตสาหกรรม ตลาดใหม่ๆ อีกทั้งใช้ข้อมูลเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกประเภทผู้ขนส่ง ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ประเภทโรงพักสินค้าเพื่อใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม

#### 2.4.6 การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control)

ในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอาจประมาณได้ว่าร้อยละ 35 ของสินทรัพย์ทั้งหมดเป็นสินค้าคงคลังซึ่งการถือสินค้าและวัตถุดิบคงคลังนั้นเท่ากับว่า กิจกรรมต้องเสียเนื้อที่บางส่วนและเงินทุนบางส่วนจะต้องจมไปกับการสต็อกของดังกล่าว ดังนั้นการควบคุมสินค้าคงคลังอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องสามารถกำหนดระดับของสินค้าและวัตถุดิบคงคลังที่จำเป็นต้องใช้เพื่อสนองความต้องการของลูกค้าและความต้องการใช้วัตถุดิบในขณะที่พยายามรักษาค้นทุนในกระบวนการจัดส่งให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้

#### 2.4.7 การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting)

การพยากรณ์ความต้องการเป็นเรื่องเกี่ยวกับการกำหนดปริมาณและประเภทของสินค้าหรือบริการที่ลูกค้าต้องการในอนาคต การพยากรณ์ความต้องการจึงเป็นเรื่องที่สำคัญเพราะกิจกรรมต้องนำผลการพยากรณ์มาใช้ในการวางแผนการตลาด การผลิตการจัดส่ง และอื่นๆ อาทิ ฝ่ายการตลาดต้องการทราบผลการพยากรณ์เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ส่งเสริมการขาย กลยุทธ์ราคา การแบ่งจำนวนพนักงานขาย และการทำวิจัยตลาด ส่วนฝ่ายการผลิตก็ต้องนำผลการพยากรณ์ความต้องการมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ การจัดซื้อวัตถุดิบและการบริหารสินค้าคงคลังภายในโรงงานเป็นต้น ส่วนการบริหารการจัดส่งนั้นจะนำผลการพยากรณ์ความต้องการมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์การนำส่งแต่ละประเภทที่ผลิตได้ไปยังลูกค้าในสถานที่ต่างๆ อีกทั้งใช้ในการกำหนดศูนย์กระจายสินค้าหรือโรงเก็บสินค้าตามจุดต่างๆซึ่งมีส่วนสำคัญให้กิจการสามารถจัดสรรทรัพยากรและงบประมาณไปยังกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง การตัดสินใจอย่างเร่งด่วนโดยมิได้เตรียมการวางแผนไว้ล่วงหน้ามักจะทำให้กิจการต้องใช้ทรัพยากรมากเกินความจำเป็น ในปัจจุบันมีเทคนิคการพยากรณ์ทั้งที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในคอมพิวเตอร์ อาทิ เทคนิคการประมาณความต้องการ

สินค้าเชิงคุณภาพเช่น การพยากรณ์จากพนักงานขาย, เทคนิคเดลฟาย, เป็นการระดมความคิดของผู้บริหารระดับสูงและ เทคนิคการพยากรณ์ ที่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผล อาทิ การวิจัยตลาดตัวกรองแบบปรับตัวได้, Box Jenkins เทคนิคความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ถดถอย และ เทคนิคการจำลองปัญหาเป็นต้น

#### 2.4.8 การจัดการจราจรและการขนส่ง (Traffic and Transportation)

ต้นทุนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการจัดส่งก็คือต้นทุนค่าขนส่งซึ่งเป็นต้นทุนที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายจากสินค้าแหล่งกำเนิดไปจนถึงมือผู้บริโภคหรือหากมีสินค้ารับคืน ก็อาจต้องรวมเอาต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้าที่เยวกลับ (Reverse Transportation Cost) เหล่านั้นด้วย ดังนั้นหน้าที่ของผู้บริหารงานด้านการจัดการจราจรและขนส่งจึงเกี่ยวข้องกับการบริหารการเคลื่อนย้ายสินค้าอันประกอบด้วยกิจกรรมสำคัญต่างๆ อาทิ กำหนดกลยุทธ์การขนส่ง บริหารอัตราค่าระวาง เลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมเลือกผู้ประกอบการทั้งแบบรายเดี่ยวหรือแบบขนส่งร่วม จัดเส้นทาง การขนส่งบริหารงานเอกสารและการชำระเงินขนส่ง ตรวจสอบใบตราส่ง ดูแลการเรียกร้องค่าเสียหายจากการขนส่ง เปรียบเทียบองค์การผู้ขนส่ง

#### 2.4.9 การเก็บรักษาสินค้า (Warehousing and Storage)

ในส่วนของการบริหารงานเก็บรักษานั้น จะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจลงทุนเช่า หรือ เช่าซื้อ โรงเก็บรักษาสินค้า การกำหนดขนาดและปริมาณของโรงเก็บรักษาสินค้า การออกแบบและวางโครงสร้าง ของโรงเก็บรักษาสินค้า กำหนดแนวทางวิธีการจัดเก็บ การควบคุมดูแลด้านความปลอดภัย การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยดำเนินงาน และการวัดประสิทธิภาพ การทำงานของโรงเก็บรักษาสินค้า หน้าที่ สำคัญของโรงเก็บรักษาสินค้า หน้าที่ สำคัญของโรงเก็บสินค้านี้มี 4 ประการคือ

ใช้เป็นสถานที่จัดเก็บวางวัตถุดิบ ก่อนนำมาผลิตและจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเพื่อการขาย อีกทั้งยังช่วย ในการปรับวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปที่ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลอำนวยความสะดวกต่อการจัดซื้อวัตถุดิบและการผลิตที่ได้รับการประหยัดจากขนาด ใช้เป็นสถานที่ เก็บของเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นกับสินค้า อำนวยประโยชน์ต่อการให้บริการลูกค้า แสดงสินค้าแก่ลูกค้า

#### 2.4.10 การเลือกที่ตั้งโรงงานและโรงเก็บสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection)

นอกเหนือจากการบริหารการจัดเก็บสินค้าแล้ว การเลือกที่ตั้งโรงงานและโรงพักสินค้า [33], [34], [35], [36] ก็มีความสำคัญเช่นเนื่องจากทำเลที่ตั้งอันเหมาะสมจะเป็นการสร้าง ความพึงพอใจลูกค้า ช่วยลดต้นทุนค่าขนส่ง ลดเวลาการเดินทาง อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการ เคลื่อนย้ายสินค้าจากโรงงานไปยังโรงเก็บสินค้า จากโรงงานหนึ่งไปยังโรงงานหนึ่ง หรือขนย้าย สินค้าจากโรงพักสินค้าไปยังลูกค้า ซึ่งข้อพิจารณาสำคัญในโครงการเลือกตั้งที่ตั้งนี้ ได้แก่ แหล่ง ที่ตั้งของกลุ่มลูกค้า แหล่งที่มาของวัตถุดิบ อัตราค่าแรง ความสะดวกด้านการขนส่ง ความสามารถ ในการขยายขนาดในอนาคต การเรียกเก็บค่าภาษีท้องถิ่น ต้นทุนค่าก่อสร้างที่ดิน และให้การ ส่งเสริมการลงทุน สภาพความปลอดภัย ทัศนคติของกลุ่มสังคมรอบโรงงาน และความพร้อมของ สาธารณูปโภค เป็นต้น

#### 2.4.11 การขนย้ายขนถ่ายวัสดุ (Material Handling)

การบริหารการขนถ่ายวัสดุนั้น เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบสินค้าระหว่าง ทำและสินค้าที่ผลิตเสร็จภายในโรงงานหรือโรงเก็บสินค้า ธุรกิจจะมีต้นทุนเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการ ขนย้าย การขนย้ายมิได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้สินค้า ดังนั้นธุรกิจจึงควรทำการขนถ่ายขนย้ายวัสดุให้ น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้ามูลค่าต่ำที่จะได้รับผลกระทบจากต้นทุนปรับตัว เพิ่มมากกว่าสินค้ามูลค่าสูง นอกจากนี้ ธุรกิจควรให้ความสำคัญกับกิจกรรมการขนถ่ายขนย้าย เนื่องจากการดำเนินการขนถ่ายอย่างไร้ประสิทธิภาพ อาจก่อให้เกิดปัญหาการขนย้ายสินค้าโดยไม่ จำเป็นปัญหาสินค้าสูญหายเสียหาย ปัญหาความพอใจของลูกค้าลดลง ปัญหาความล่าช้าในการผลิต ปัญหาคนงานและเครื่องจักรถูกปล่อยทิ้งไว้เฉยๆ โดยไม่ได้ทำงาน

#### 2.4.12 การจัดซื้อจัดหา (Procurement)

กิจการส่วนใหญ่ไม่สามารถผลิตสินค้าหรือวัตถุดิบเพื่อใช้ได้เอง ดังนั้นจึงต้อง พึ่งพาสินค้า หรือวัตถุดิบจากหน่วยงานภายนอก ในประเทศสหรัฐอเมริกาประมาณว่าร้อยละ 40 ถึง 60 ของรายรับเป็นค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุหรือบริการจากแหล่งภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน ปัจจุบันที่สภาพเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านราคาและความหลากหลายของ วัสดุที่ใช้ในการผลิต โดยทั่วไปหน้าที่ของการจัดซื้อจัดหาจะประกอบไปด้วยการคัดเลือกแหล่งที่มา ของพัสดุ การกำหนดรูปแบบของวัสดุที่ใช้ เวลาและราคาในการจัดซื้อ การควบคุมคุณภาพ ซึ่ง สำคัญต่อความมีประสิทธิภาพของกระบวนการจัดส่ง

#### 2.4.13 การบริหารอะไหล่และบริการเสริม (Part and Service Support)

นอกเหนือจากการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ สินค้าระหว่างทำ และสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว การจัดตั้งยังครอบคลุมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมและการให้บริการหลังการขายด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าหน้าที่ของการจัดส่งมิได้จบอยู่ ณ จุดสินค้าถูกส่งถึงมือผู้บริโภคแต่ยังรวมถึงการให้บริการหลังการขาย และการหาอะไหล่เปลี่ยนเมื่อสินค้าที่ซื้อไปเสื่อมหรือด้อยคุณภาพลง ยกตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมรถยนต์จะต้องมีหน่วยงานที่สามารถให้บริการในการซ่อมอย่าง ทันท่วงทีและต้องแน่ใจว่ามีอะไหล่เพียงพอ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของการจัดส่งที่จะสร้างหลักประกันว่ามีอะไหล่ที่มีคุณภาพพอเพียง ที่จะให้บริการแก่ลูกค้าได้ในสถานที่และเวลาที่ ต้องการ

#### 2.4.14 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

หีบห่อทำหน้าที่ 2 ประการ คือ หน้าที่ทางการตลาด (Marketing Function) และ หน้าที่ทางการจัดส่ง (Logistics Functions) โดยหน้าที่ทางการตลาดนั้น หีบห่อจะเป็นสิ่งที่ใช้ ส่งเสริมการจำหน่ายหรือโฆษณา ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบขนาด น้ำหนัก สีสรร และข้อความที่ ปรากฏอยู่บนหีบห่อนั้น จะต้องมีความน่าสนใจ ดึงดูดลูกค้า และสามารถสื่อให้ลูกค้าทราบถึง ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ทำการจัดส่งนั้น ถือว่าการบรรจุหีบห่อ จะทำหน้าที่อยู่ 2 ประการคือ ป้องกันสินค้าเสียหาย จากการบรรทุกเคลื่อนย้ายและการบรรจุหีบห่อช่วยให้เกิดความ สะดวกต่อการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้ายทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการเคลื่อนย้าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในยุคนี้เป็นยุคที่ทางการตลาดระหว่างประเทศขยายตัวอย่างมาก ส่งผลให้การบรรจุหีบห่อทวี ความสำคัญเพิ่มขึ้นเพราะสินค้าจะต้องถูกบรรจุทุกไประยะทางไกลๆและต้องถูกขนย้ายหลายทอด

##### 1. การตัดจำหน่ายวัสดุเหลือเศษหรือใช้แล้ว (Salvage and Scrap Disposal)

สิ่งหนึ่งที่เป็นผลพลอยได้ของขบวนการผลิตและจัดส่ง คือวัสดุใช้แล้วหรือ กากที่ไม่สามารถนำไปใช้ผลิตภัณฑ์สินค้าประเภทอื่นได้ต่อ ซึ่งก็เป็นหน้าที่ด้านการจัดส่งอีกเช่นกัน กันที่ต้องกำจัดกาก และวัสดุใช้แล้วเหล่านี้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านการเก็บ การขนถ่าย และ การขนส่ง รวมทั้งการหาวิธีการนำสิ่งเหล่านี้มาใช้ได้อีก (Recycle)

##### 2. การขนย้ายสินค้ารับคืน (Return Goods Handling)

การขนย้ายสินค้ารับคืนเป็นส่วนประกอบสุดท้ายของกิจกรรมบริหารการจัดส่ง เนื่องจากบางครั้งผู้ซื้ออาจขอคืนสินค้าที่มีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่ระบุสินค้าผิดรายการด้อย คุณภาพ ดังนั้นธุรกิจจึงต้องมีการวางแผนด้านการขนย้ายสินค้ารับคืนเหล่านี้ด้วย เนื่องจากธุรกิจ ส่วนใหญ่ มักคำนึงถึงการจัดส่งทางเดียว (One way Logistics) จึงมิได้เตรียมการเรื่องรองรับของคืน

ในบางอุตสาหกรรม คงนิยมใช้การรับประกันการซ่อม การเปลี่ยนสินค้าให้ฟรีนั้น ต้นทุนของการรับประกันสินค้าจะสูงมาก ซึ่งบางครั้งสูงถึง 9 เท่าของการเคลื่อนย้ายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค และบ่อยครั้งมักพบกับปัญหาว่า ไม่สามารถหาบริการขนส่ง การเก็บรักษา และการขนย้ายสินค้าเหล่านั้นได้โดยง่าย ซึ่งส่งผลให้กิจการยังมีต้นทุนสูงขึ้น ยิ่งในปัจจุบันเป็นสมัยที่นโยบายการรับประกันสินค้า และการนำสินค้าใช้แล้วกลับมาผลิตใหม่ (Recycling) เป็นสิ่งที่นิยมใช้กันมาก ดังนั้นการขนย้ายสินค้ารับประกันจึงเป็นสิ่งที่กิจการไม่ควรละเลย

## 2.5 ระบบผู้กระจายสินค้า (Third Party Logistics : TPL)

กิจกรรมเกี่ยวกับโลจิสติกส์ดังที่ได้กล่าวมา มีขอบเขตกว้างขวางและละเอียดลึกซึ้งซึ่งเป็นบริการที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ได้มากและการทำให้เกิดระบบโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ ต้องอาศัยการลงทุนมากทั้งในด้านของการดำเนินงาน ระบบการจัดการฐานข้อมูล และการขนส่ง ตลอดจนต้องมีบุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน ด้วยการลงทุนที่สูงและการดำเนินงานที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญนี้เป็นการยากที่กิจการขนาดเล็ก หรือกิจการที่ไม่มีความชำนาญจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนั้นกิจการขนาดเล็กหรือกิจการที่ไม่มีความชำนาญ จึงสามารถใช้บริการจากภายนอก (Outsourcing) ในการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ได้ ดังนั้นในประเทศที่มีความก้าวหน้าและได้เปรียบในการแข่งขันตลาดโลกจะมีระบบผู้บริการกระจายสินค้าทำหน้าที่ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ ในรูปแบบต่างๆ ตามความต้องการของลูกค้าต่างๆ ทำให้ธุรกิจไม่ต้องดำเนินการกระจายสินค้าด้วยบริษัทตนเอง สามารถใช้บริการจากบริษัทภายนอกในการกระจายสินค้า โดยใช้บริษัทที่บริหารจัดการกระจายสินค้า จะเป็นบริษัทที่เชี่ยวชาญ มีวิธีการที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำและมีบริการที่ให้บริการลูกค้าได้หลายประเภท ดังนี้

### 2.5.1 ประเภทที่ให้บริการลูกค้า

1. การเป็นผู้ชำนาญการรับบริการให้กับลูกค้าหลายราย ทำให้บริษัทใช้ประโยชน์จากช่องทางการกระจายสินค้าร่วมกันมีผลทำให้ต้นทุนลดลง
2. TPL สามารถให้บริการแก่ลูกค้าตามวัตถุประสงค์ที่ตกลงกับลูกค้าเช่น ส่งให้ได้ตามจำนวน และในเวลาที่ต้องการ
3. การใช้บริการจาก TPL อาจทำได้ในลักษณะใช้บริการชั่วคราว หรือเป็นสัญญาระยะยาวบริการชั่วคราว ซึ่งจะทำให้ต้นทุนคงที่ของบริษัทผู้ผลิตกลายเป็นต้นทุนผันแปรที่ทำให้ง่ายต่อการคำนวณค่าใช้จ่ายและบริหารงาน เช่น บริษัทมีโครงการพิเศษที่มีการขนส่งมาก

ดำเนินการเองจะมีค่าใช้จ่ายสูงก็สามารถใช้บริการของ TPL สำหรับกิจการที่ต้องใช้บริการ TPL อยู่เป็นประจำอย่างต่อเนื่องอาจพิจารณาใช้บริการโดยการทำสัญญาระยะยาว

4. การใช้บริการจาก TPL อาจทำสัญญาเฉพาะรับจัดการขนส่งอย่างเดียวไม่รวมถึงการเก็บรักษาสินค้าและบริการอื่นๆ ทางโลจิสติกส์ก็ได้เพื่อประโยชน์ในการกระจายสินค้าให้ลูกค้าอย่างรวดเร็ว

### 2.5.2 ศูนย์การกระจายสินค้าและศูนย์กลางสินค้า (Distribution Center and Warehousing Center)

1. ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Centers) มีลักษณะคล้ายคลังสินค้า เพราะสินค้าที่เก็บไว้ในคลัง คือระบบการกระจายสินค้าของผู้ผลิตในช่องทางการกระจายสินค้า คลังสินค้าจะทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการจัดเก็บสินค้านี้ระหว่างผู้ผลิตและร้านค้าปลีก ส่วนศูนย์กระจายสินค้าก็คือคลังสินค้าที่เน้นการขนส่งสินค้าอย่างรวดเร็ว ศูนย์กระจายสินค้าต้องมีการจัดประเภทสินค้าเพื่อกระจายไปในขั้นต่อไป หน้าที่ในการจัดประเภทสินค้านี้มี 4 ขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ได้แก่

- 1.1 การแยกประเภทสินค้าที่แตกต่างกันไว้ในประเภทเดียวกัน
- 1.2 นำสินค้าที่ได้แยกไว้นั้นมารวมเข้าด้วยกัน
- 1.3 แบ่งสินค้าที่ได้รวมไว้ออกเป็นกลุ่มย่อยๆ
- 1.4 สร้างความหลากหลายแก่สินค้าในกลุ่มย่อยๆเพื่อลำเลียงไปยังร้านค้าปลีก

เนื่องจากกระบวนการผลิตและการบริโภคไม่ตรงกัน ดังนั้นคลังสินค้าจึงเป็นสิ่งจำเป็น และในบางครั้งเป็นเพราะว่าการซื้อสินค้าเป็นปริมาณมากเพื่อถักตุนไว้ในยามขาดแคลน

2. คลังสินค้า (Warehouses) มีหน้าที่ในการเก็บสินค้า ในแต่ละช่วงของระยะเวลาที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่ทำการผลิตไปยังช่องทางการค้าปลีกหรือค้าส่ง การวิเคราะห์สินค้าคงเหลือสามารถช่วยให้ผู้ค้าปลีกแต่ละรายกำหนดได้ว่าควรเก็บสินค้าไว้ในคลังหรือไม่ นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าคลังสินค้า (Warehouse) หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อุปทาน ในฐานะที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและลูกค้า โดยคลังสินค้าทำให้เกิดความคล่องตัวของสินค้าที่มีอยู่ในปริมาณที่ลูกค้าต้องการ ทั้งนี้คลังสินค้านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับสินค้าคงคลัง (Inventory) อีกด้วย เนื่องจากปริมาณสินค้าคงคลังเป็น

การสะท้อนถึงต้นทุนและการให้บริการลูกค้า คลังสินค้าต้องรับผิดชอบต่อการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเพื่อความพร้อมในการกระจายสินค้าให้ลูกค้าตามความต้องการอย่างถูกต้องและแม่นยำ ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อคลังสินค้ามีหลายปัจจัย ได้แก่สถานภาพของคลังสินค้า ไม่ว่าจะเป็นของภาครัฐ เอกชน บริษัทเช่าซื้อ หรือเช่า ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโซ่อุปทาน ในกรณีที่เป็นคลังสินค้าบริษัทก็จะรับผิดชอบเฉพาะของบริษัทเท่านั้น เพื่อให้แน่ใจว่าบริษัทสามารถรักษาดัชนีต้นทุนในการสูญเสียต่ำที่สุดแต่ยังคงการให้บริการที่เป็นเลิศ โดยต้องมีการติดตามสถานภาพของคลังสินค้าที่จะสะท้อนต้นทุน อาทิ คลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse) เป็นประโยชน์ในประเด็นที่ต้นทุนของคลังสินค้าแน่นอน ความเสี่ยงก็น้อย ในขณะที่คลังสินค้าที่มีทำสัญญา (Contract Warehouse) ซึ่งอาจเป็นทั้งของภาครัฐ หรือเอกชน ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

การให้บริการของคลังสินค้า โดยทั่วไปแล้ว คลังสินค้ามีหน้าที่รับสินค้า เตรียมบรรจุภัณฑ์ใหม่ การจัดเตรียมพื้นที่สำหรับสินค้าที่พร้อมส่ง การทำบรรจุภัณฑ์และราคา การจัดเรียงสินค้ารวมไปถึงการขนส่ง อย่างไรก็ตามก็มีบางคลังสินค้าที่อาจจะมีบริการพิเศษ นอกเหนือจากนี้สิ่งที่เน้นสำคัญที่สุดของคลังสินค้าคือ การรักษาระดับสินค้าคงคลังให้น้อยที่สุด และปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน โดยที่ยังคงการบริการลูกค้าได้เป็นอย่างดีในต้นทุนที่ต่ำที่สุดด้วย

พื้นฐานสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการรักษาระดับสินค้าคงคลัง เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนโซ่อุปทาน ไม่ว่าจะเป็นจำนวนสถานที่เพื่อเก็บรักษาสินค้า สถานที่ตั้งคลังสินค้าการขนส่ง และจำนวนสินค้าคงคลัง ทั้งนี้เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ดังนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือการรักษาระดับสินค้าคงคลังให้เหมาะสม (Safety Stock) ซึ่งนำไปสู่ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการลดต้นทุนสามารถทำได้โดยการลดระดับสินค้าคงคลัง ซึ่งมี 7 วิธีด้วยกัน ได้แก่

1. การปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูล ต้องพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบข้อมูลสินค้าคงคลังได้อย่างถูกต้องตลอดเวลา
2. การลดเวลาการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ต้องพัฒนาระบบการพยากรณ์เพื่อประมาณการสินค้าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อลดการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ที่จะนำไปสู่ต้นทุนที่ไม่จำเป็น รวมไปถึงกระบวนการผลิต การขนส่งด้วย
3. การทำงานให้เร็วขึ้น โดยเฉพาะในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสินค้าคงคลัง อาทิ การสามารถจัดหาสินค้ามาทดแทนได้ภายใน 1 วัน เป็นต้น

4. การลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น อาทิ การสั่งสินค้ามากเกินไป โดยคำนึงการสั่งสินค้าเป็นจำนวนมากจะทำให้ต้นทุนการซื้อสินค้าต่ำ แต่ไม่คำนึงถึงการเพิ่มภาระของการจัดเก็บรักษาสินค้าคงคลังโดยไม่จำเป็น

5. การลดจำนวนสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวช้า ด้วยวิธีการที่สามารถได้เป็นเงินสดกลับมาใช้หมุนเวียนให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้

6. การลดข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะมีผลต่อต้นทุน เช่น ปัญหาความผิดพลาดจากผู้ขายเช่น บริษัทส่งสินค้าล่วงหน้า หรือการสั่งสินค้ามากกว่าที่ต้องการ กำลังการผลิตในโรงงานที่ไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า และคุณภาพสินค้าไม่เป็นตามที่ต้องการ เป็นต้น

7. การเพิ่มให้สินค้าเพียงพอกับความต้องการของตลาด ด้วยการพยากรณ์อย่างแม่นยำ จึงต้องมีการเก็บรวบรวมความต้องการของลูกค้า เพื่อติดตามความต้องการอย่างใกล้ชิด ซึ่งการนำระบบสารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็น ERP หรือ IT หรือเทคนิคต่างๆ มาช่วยได้ ทำให้ทำงานได้ง่ายขึ้น

คลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้ามีบทบาทสำคัญในโซ่อุปทานขององค์กร โดยเฉพาะการกระจายสินค้า การรับ-จ่ายสินค้าเข้าคลังสินค้า การวิเคราะห์ข้อมูลสินค้าคงคลัง รวมไปถึงการเชื่อมโยงกับระบบอื่นในระบบสินค้าคงคลัง ปัจจัยที่สำคัญที่ต้องพิจารณาก็คือ การรักษาต้นทุนให้ต่ำที่สุด ส่วนรูปแบบของคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าอาจจะเป็นการเช่าซื้อ เช่า จากภาครัฐเอกชน หรือเป็นเจ้าของเอง ก็เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่นเดียวกัน สำหรับหน้าที่ขั้นพื้นฐานของคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า ได้แก่ การมีสินค้าให้ลูกค้าตามความต้องการของลูกค้าได้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้นบริการต่างๆ ของคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า เช่น Stock Piling, Product Mixing, Consolidation and Distribution ก็เป็นสิ่งที่ช่วยให้ลูกค้าพึงพอใจ อย่างไรก็ตามก็ยังต้องคำนึงถึงการรักษาดัชนีต้นทุนให้ต่ำที่สุด และการปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทานให้มีประสิทธิภาพนอกจากนั้นยังต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกภายในคลังสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้า เพื่อรองรับการรักษาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม การเพิ่มระดับสินค้าคงคลังก็อาจนำไปสู่การเพิ่มพื้นที่จัดเก็บเพื่อคงสภาพ Safety Stock นั้นเอง ดังนั้นต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Cost) จึงเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าและในภาพรวมของโซ่อุปทานทั้งหมด ส่วนต้นทุนพื้นฐานอื่นๆ อีกก็ได้แก่ ต้นทุนด้านการจัดซื้อ จัดหา การรักษาระดับสินค้าคงคลัง การจัดเก็บสินค้า

## 2.6 การจัดการโลจิสติกส์เพื่อบรรเทาทุกข์ (Relief Logistics) ในกรณีภัยพิบัติ [2]

หนึ่งในศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเผชิญหน้ากับมหาอุทกภัยที่เพิ่งเกิดขึ้นกับประเทศไทย คือการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ซึ่งมีบทบาทอย่างชัดเจนเมื่อไม่สามารถป้องกันการไหลหลากของปริมาณน้ำเข้าสู่พื้นที่ได้แล้ว กิจกรรมโลจิสติกส์อย่างเช่น การพยากรณ์อุปสงค์ การบริหารสินค้าคงคลัง การบรรจุภัณฑ์ การขนถ่ายลำเลียง การขนส่งและการกระจายสินค้า การอพยพผู้ประสบภัยไปจนถึงกิจกรรมพื้นฐานอย่าง การสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการปฏิบัติการเพื่อประสิทธิภาพของระบบการกระจายสินค้าที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในนำส่งสิ่งของบริจาคให้แก่ผู้ประสบภัย ในสภาวะการณ์ที่มีความต้องการความช่วยเหลือเป็นจำนวนมาก สถานที่รับสิ่งของบริจาคควรใช้งานในลักษณะของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า (Distribution Center) ที่มุ่งเน้นการลดระยะเวลาการถือครองสินค้าให้สั้นที่สุดมากกว่าที่จะใช้เป็นเสมือนคลังสินค้า โดยภายในศูนย์ฯ ควรใช้ระบบการจัดการแบบ Cross-docking ที่ทำการคัดแยกบรรจุหีบห่อ และจัดส่งสินค้าออกทันทีเพื่อความเร็วในการกระจายยังชีพให้แก่ผู้ประสบภัย และให้มีการถือครองของบริจาคภายในศูนย์ไว้ให้น้อยที่สุด เนื่องจากมีความต้องการสิ่งของบริจาคต่อวันเป็นจำนวนมากนอกจากนี้การเพิ่มจำนวนศูนย์รวบรวมและกระจายสิ่งของบริจาคในลักษณะดังกล่าวให้มากขึ้นและกระจายตัวไปหลายๆ จุด โดยมีการประสานงานกับศูนย์ฯ ของเอกชนในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและทำการแบ่งพื้นที่การให้ความช่วยเหลืออย่างชัดเจน จะช่วยลดความซ้ำซ้อนในการทำงานและสามารถกระจายสิ่งของไปยังศูนย์พักพิงและแหล่งชุมชนที่ประสบภัยอย่างทั่วถึงและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นในส่วนของการขนส่ง (Transportation) จำนวนยานพาหนะสำหรับใช้ขนส่งสินค้าและประชาชนที่มีอยู่จำกัดซึ่งพึงพึงได้แค่กองยานพาหนะของทหาร ได้กลายเป็นปัญหาต่อระบบโลจิสติกส์

ซึ่งแนวทางการบรรเทาปัญหานอกเหนือไปจากการระดมยานพาหนะจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆเพิ่มเติม ยังต้องอาศัยการบริหารกองยานพาหนะ (Fleet Management) และการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing) ให้มีความเหมาะสมกับระดับความลึกของน้ำ โดยนำเรือและรถยกสูงไปวิ่งเฉพาะเส้นทางที่มีระดับน้ำสูงและใช้รถขนาดเล็กลงมาวิ่งเชื่อมโยงในเส้นทางย่อยที่ยังสามารถผ่านได้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากกองยานพาหนะทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการจะทำเช่นนี้ได้ สำคัญคือการมีระบบฐานข้อมูลที่มีความแม่นยำและทันสมัยประกอบวางแผนปัจจัยที่ดูเหมือนจะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานในภาวะวิกฤติมากที่สุด คือความสามารถในการสื่อสารและจัดการกับข้อมูล สำหรับการจัดการโลจิสติกส์แล้ว ข้อมูลถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในยุคที่ข้อมูลข่าวสารมีมากจนเกินไป (Information

Overload) ความยุ่งยากจึงเป็นเรื่องของการจัดการกับข้อมูลที่มีอยู่มากมายเหล่านั้นอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งต้องอาศัยการส่งผ่านข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำไปยังหน่วยงานอื่นๆ ในโซ่อุปทานเพื่อนำมาใช้วางแผนการทำงานให้เป็นทิศทางเดียวกันและยังเป็นการสร้างความไว้วางใจระหว่างหน่วยงานอีกด้วย แสดงในประเภทโลจิสติกส์ในสถานะเกิดภัยพิบัติขึ้นกับประเภทสินค้าตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทโลจิสติกส์ในสถานะเกิดภัยพิบัติ [2]

|                              | ภาคธุรกิจ                            | กรณีภัยพิบัติ              |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| ประเภท                       | วัตถุดิบ สินค้า                      | สิ่งของบริจาค คน           |
| จำนวน SKU                    | น้อย                                 | มาก                        |
| ขนาดของสินค้าและบรรจุภัณฑ์   | ขนาดมาตรฐาน                          | ขนาดหลากหลายแตกต่างกัน     |
| วัตถุประสงค์การจัดการ        | สร้างผลกำไร                          | บรรเทาทุกข์และลดการสูญเสีย |
| ระดับความไม่แน่นอนของอุปสงค์ | ปานกลาง-สูง<br>(ขึ้นกับประเภทสินค้า) | สูง                        |
| ตำแหน่งของอุปสงค์ (ลูกค้า)   | ค่อนข้างแน่นอน                       | ไม่แน่นอน                  |
| กลยุทธ์ที่เหมาะสม            | Lean/Agile                           | Agile                      |

จะเห็นได้ว่าการจัดการโลจิสติกส์ในกรณีภัยพิบัติจะมีความยุ่งยากและท้าทายมากกว่าในกรณีทั่วไปเนื่องจากมีความหลากหลายของประเภท และขนาดของสินค้าความไม่แน่นอนในปริมาณและ ตำแหน่งที่มีความต้องการความช่วยเหลือ รวมถึงความยากในการคาดเดาพฤติกรรมของมนุษย์โดยวัตถุประสงค์ของการจัดการโลจิสติกส์สำหรับภัยพิบัติจะมีความแตกต่างจากในภาคธุรกิจทั่วไปที่เป็นการจัดการวัตถุดิบและสินค้าในโซ่อุปทานเพื่อหวังผลกำไรทางธุรกิจมาเป็นการจัดการกับสิ่งของบริจาคและคนเพื่อการบรรเทาทุกข์และลดการสูญเสียชีวิตให้ได้มากที่สุด ดังนั้นกลยุทธ์ที่เหมาะสมจึงมุ่งเน้นการสร้างความสามารถในการตอบสนองความต้องการของผู้ประสบภัย (Agile) เป็นเป้าหมายสำคัญบทเรียนจากวิกฤติมหาอุทกภัยที่ผ่านมาสะท้อนถึงการขาดการเตรียมแผนการปฏิบัติการของทุกภาคส่วนในการรับมือกับสถานการณ์อย่างเป็นระบบในลักษณะ “what-if-scenario” โดยพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดรวมถึงมาตรการรองรับที่เหมาะสมจึงทำให้เกิดลักษณะของการแก้ปัญหาแบบเฉพาะหน้า รวมถึงการไม่

สามารถนำองค์ความรู้ด้านโลจิสติกส์มาประยุกต์ใช้ในการรับมือกับสถานการณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.6.1 การคืนสภาพ (Resilience)

ความสามารถในการคืนสภาพตัวเอง, ความยืดหยุ่น (Resilience) และมีความแข็งแกร่ง, ความทนทาน (Robust) คุณสมบัติในเชิงความสามารถในการคืนสภาพตัวเอง (Resilience) และมีความแข็งแกร่ง (Robust) ห่วงโซ่อุปทานที่มีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองเป็นห่วงโซ่อุปทานที่จะต้องจัดการกับขอบเขตของห่วงโซ่อุปทานและสถานการณ์แวดล้อมที่เกิดขึ้น แต่ก็ยังคงมีกรอบการดำเนินงานเหมือนโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานแบบดั้งเดิมซึ่งมีแบบจำลองที่เป็นฟังก์ชันและแนวการทำงานในเชิงวิเคราะห์ ส่วนห่วงโซ่อุปทานที่มีความแข็งแกร่งจะเป็นห่วงโซ่อุปทานที่มีพฤติกรรมของระบบที่ซับซ้อน (Complex System) และระบบที่ถูกกระจายออกจากศูนย์กลาง (Distributed System) ห่วงโซ่อุปทานที่แข็งแกร่งจะจัดการกับกระบวนการที่ไม่ได้ถูกกำหนดขึ้นมา (Non Deterministic) อย่างเช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาวะฉุกเฉินต่างๆ เฉพาะแนวทางนี้เท่านั้นที่เราสามารถที่จะสร้างแบบจำลอง (Modeling) และจำลองสถานการณ์ (Simulating) ของกระบวนการที่จัดองค์กรได้ด้วยตัวเอง (Self-Organisation) ทำให้เกิดเป็นฟังก์ชันการของการอุบัติขึ้น (Emergent functionalities) ทำให้ไม่ต้องเกิดการรอคอยหรือการตั้งรับอย่างมีความคาดหวังว่าทุกอย่างจะเป็นไปตามแผนที่วางไว้

เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของเครือข่ายโลจิสติกส์ในการตัดสินใจต่อไปนี้

- วิธีการวัดหรือประเมินความยืดหยุ่นของโหนดและเครือข่ายโลจิสติกส์ทั้งหมด
- วิธีการออกแบบโครงสร้างของเครือข่ายโลจิสติกส์ ได้แก่ สถานที่ตั้งของคลังสินค้า

ศูนย์บริการ และการขนส่งเชื่อมโยงเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบหรือไม่

- วิธีการตรวจสอบการทำงานประจำวันและคาดการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในเครือข่ายโลจิสติกส์โดยใช้ระบบไอทีสำหรับการเชิงรุกเพื่อตอบสนองต่อความล้มเหลวเป็นไปได้และการโจมตี

### 2.6.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความยืดหยุ่นและทนทาน (The Factors Affecting Resilience)

ความยืดหยุ่นและทนทานเป็นชนิดของความสามารถที่แท้จริงเพื่อนำกลับไปยังระบบปฏิบัติการ ที่มีเสถียรภาพหรือปกติต่อไปการก่อกวนที่แข็งแกร่งหรือปิดเนื่องจากความล้มเหลวอย่างร้ายแรงหรือการโจมตีจากภายนอก สำหรับเครือข่ายโลจิสติกส์ฟังก์ชันพื้นฐานของมันคือการตอบสนองความต้องการของทุกโหนดที่ต้องการในการทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีการกู้กลับมาเมื่อบางส่วน of เครือข่ายที่มีปัญหา ลักษณะดังต่อไปนี้

- เครือข่ายที่มีแหล่งข้อมูลที่ซ้ำซ้อนดังนั้นเมื่อแหล่งข้อมูลมีการสูญหายไปบางส่วนแหล่งข้อมูลอื่น ๆ จะยังคงพร้อมที่จะให้ฟังก์ชันการทำงานสามารถดำเนินการต่อไปได้
- ในส่วนของห่วงโซ่อุปทานคือมีมาจากหลายแหล่ง หมายความว่าแหล่งห่วงโซ่อุปทานอยู่ในสภาวะการกระจายสินค้าซึ่งอำนาจในการกระจายสินค้าได้, เครือข่ายห่วงโซ่อุปทานมีความยืดหยุ่น, ดังนั้นเมื่อแหล่งหนึ่งจะถูกปิด, อื่น ๆ ยังคงทำงานในการกระจายสินค้าได้
- มีมากกว่าหนึ่งสายการส่งมอบ หรือเส้นทางที่มีความยืดหยุ่นซึ่งสามารถรับประกันจากห่วงโซ่อุปทานที่มีทั้งหมดที่กล่าวตัวความเป็นไปได้ของการทำงานปกติของห่วงโซ่อุปทานเมื่อเกิดปัญหา เมื่อมีสภาวะเหตุการณ์ไม่ปกติ ดังนั้นความน่าเชื่อถือจะแตกต่างจากความน่าเชื่อถือทางด้านวิศวกรรมทั่วไปข้างต้นจะมีสามลักษณะรู้สึกจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความยืดหยุ่นของเครือข่าย

## 2.7 เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) [4], [7]

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือกระบวนการค้นหาสารสนเทศหรือข้อความรู้ที่อยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจสารสนเทศที่ได้สามารถนำมาสร้างการพยากรณ์หรือพัฒนาตัวแบบสำหรับการจำแนกหน่วยหรือกลุ่มหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่างๆ หรือให้ข้อสรุปของสาระในฐานข้อมูล การทำเหมืองข้อมูลประกอบขึ้นด้วยการนำกระบวนการทางสถิติและการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาตัวแบบ กฎเกณฑ์ รูปแบบ การพยากรณ์และข้อความรู้ จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยการทำเหมืองข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินงานหลายขั้นตอนซึ่งต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการรวมกลุ่ม (Cluster Analysis) การค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) การพยากรณ์ (Prediction) เป็นต้น

### 2.8.1 ขั้นตอนหลักในการทำเหมืองข้อมูล

ทั้งนี้ขั้นตอนหลักในการทำเหมืองข้อมูลมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของธุรกิจ โดยการวิเคราะห์ความต้องการธุรกิจจะช่วยให้เข้าใจถึงประเด็นที่ผู้บริหารต้องตัดสินใจ ซึ่งเกี่ยวกับการสร้างความสำเร็จของธุรกิจ การวิเคราะห์ความต้องการของธุรกิจจะทำให้เกิดความเข้าใจถึงสถานะในปัจจุบันของธุรกิจ และทำให้ผู้บริหารสามารถกำหนดเรื่องที่ต้องตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์ความต้องการข้อมูล เนื่องจากคลังข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่นั้น มีข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งมีทั้งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเหมืองข้อมูลกับข้อมูลอื่นซึ่งไม่เป็นที่ต้องการในขณะนี้ จึงต้องมีขั้นตอนการกำหนดรายการและประเภทของข้อมูลที่จะนำมาใช้ โดยมีการตรวจสอบในด้านของคุณภาพของข้อมูล จำนวน ปริมาณเนื้อหาและการเข้าถึงข้อมูล เพื่อกำหนดเป็นข้อมูลที่ต้องการในการทำเหมืองในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมาก อาจใช้การเลือกตัวอย่างข้อมูลมาทำเหมืองก่อนได้เพื่อลดค่าใช้จ่าย

3. การแปลงข้อมูล เมื่อกำหนดข้อมูลที่จะใช้ในการทำเหมืองได้แล้ว อาจต้องทำการแปลงหรือปรับเปลี่ยนข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับวิธีการที่จะใช้ในการทำเหมืองข้อมูลซึ่งโดยปกติแล้วการแปลงข้อมูลจะถูกกำหนดโดยเงื่อนไขของการปฏิบัติงานและวิธีการทำเหมืองข้อมูล

4. การดำเนินการทำเหมืองข้อมูล เป็นขั้นตอนที่นำเอาวิธีการหรือเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลตั้งแต่หนึ่งวิธีขึ้นไป มาทำการสกัดสาระสำคัญออกจากฐานข้อมูลที่มี เช่นการตอบคำถามว่าลูกค้าจะซื้อสินค้าต่อไปหรือไม่ อาจต้องทำการวิเคราะห์ตั้งแต่การรวมกลุ่มของลูกค้าและการจำแนกหน่วยหรือลูกค้าแต่ละคนว่าจะซื้อหรือไม่ซื้อสินค้าต่อไป ทั้งนี้ ในขณะที่ทำเหมืองข้อมูลอาจมีความจำเป็นต้องเข้าถึงข้อมูลอื่นในคลังข้อมูล รวมทั้งต้องแปลงข้อมูลรายการอื่นด้วยก็ได้

5. การแปลผล หรือการประยุกต์ใช้กับธุรกิจ เป็นขั้นตอนที่นำเอาสารสนเทศที่ทำเหมืองได้มาวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามที่ผู้ตัดสินใจมีอยู่ ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะครอบคลุมการกรองสารสนเทศที่เหมาะสมกับการส่งให้ผู้ใช้ และการแปลผล เช่น ถ้าวัตถุประสงค์ของการทำเหมืองข้อมูลคือการพัฒนาตัวแบบการจำแนกหน่วย ในขั้นตอนการแปลผล ก็จะต้องพิจารณาความเชื่อถือได้ของตัวแบบที่ได้ด้วยวิธีเช่น Cross-Validation เป็นต้น ถ้าผลที่ได้ไม่เป็นที่พอใจ ก็จะต้องทำขั้นตอนนี้ซ้ำอีก รวมทั้งขั้นตอนก่อนหน้าด้วย การแปลผลนี้อาจมองได้เป็นการประยุกต์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีในการทำเหมืองข้อมูล ให้เป็นผลทางธุรกิจ ทำให้สามารถทำการประเมินผลที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล

## 2.8.2 การปฏิบัติการในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining Operations)

กิจกรรมหลักของการทำเหมืองข้อมูลคือ การสกัดข้อความรู้หรือรูปแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ การทำเหมืองข้อมูลโดยทั่วไปจะมีการปฏิบัติการ 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่

1. การพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์และการจำแนก เป็นการปฏิบัติการที่ใช้สาระที่มีอยู่ในฐานข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้ว มาพัฒนาตัวแบบเพื่อทำนายสิ่งที่จะเกิดในอนาคต

วิธีการพัฒนาตัวแบบจะใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติเป็นพื้นฐานและเสริมด้วยวิธีปฏิบัติของการทำเหมืองข้อมูลเพื่อให้ตัวแบบที่หาได้ง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น ด้วยการใช้วิธีการเสนอตัวแบบในลักษณะการให้ทางเลือก การพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์และการจำแนกนี้อาจใช้วิธีการจัดหน่วยเข้ากลุ่ม (Classification) ซึ่งเป็นวิธีการจำแนกหน่วยว่าเป็นสมาชิกของกลุ่มใดโดยมีการกำหนดกลุ่มไว้ล่วงหน้าแล้ว หรือการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression) ซึ่งเป็นวิธีการหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรืออธิบายตัวแปรที่สนใจ หรือการพยากรณ์ (Prediction) ซึ่งเป็นการกำหนดค่าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของตัวแปรที่สนใจโดยอาศัยรูปแบบที่ได้จากข้อมูลที่มีอยู่เดิม

2. การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ เป็นการปฏิบัติการเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่าง ๆ ในฐานข้อมูล เช่น ผู้จัดการฝ่ายผลิตภัณฑ์ต้องการทราบว่าควรจัดสินค้าใดคู่กับสินค้าใดเพื่อการสั่งซื้อสินค้าเข้าร้าน เป็นต้น

3. การแบ่งส่วนฐานข้อมูล เมื่อฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้นๆ และมีความหลากหลายมากขึ้น จะมีความจำเป็นต้องแบ่งฐานข้อมูลออกเป็นส่วนๆ โดยข้อมูลในแต่ละส่วนมีความเกี่ยวพันกันอย่างเหมาะสม ก่อนที่จะใช้วิธีปฏิบัติการอื่นต่อไป ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการทำเหมืองข้อมูลรวมทั้งทำให้การสรุปสาระในแต่ละส่วนมีความหมายและใช้ประโยชน์ได้ตรงกับความต้องการของการแบ่งส่วนนี้อาจใช้การรวมกลุ่ม (Clustering) ซึ่งเป็นวิธีการกำหนดกลุ่มหรือประเภทที่มีความแตกต่างกันจำนวนหนึ่ง

4. การค้นพบหน่วยผิดปกติเป็นการปฏิบัติการเพื่อค้นพบว่ามีหน่วยที่แตกต่างจากหน่วยอื่นๆ ในฐานข้อมูลเป็นอย่างมาก หรือมีหน่วยผิดปกติหรือไม่ และสาเหตุของการเกิดหน่วยเช่นนั้นมาจากความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล หรือความผิดพลาดอื่นหรือเป็นลักษณะผิดปกติจริงการค้นพบหน่วยผิดปกติและจัดการกับหน่วยดังกล่าวอย่างเหมาะสมในการทำเหมืองข้อมูลจะทำให้ข้อความรู้ที่ได้มีคุณค่ามากขึ้น และการใช้ประโยชน์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### 2.8.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูลโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาตัวแบบ การประเมินความเหมาะสมของตัวแบบ และวิธีการค้นหาสาระในฐานข้อมูล ตัวแบบต้องแสดงถึงข้อสมมติฐานได้อย่างชัดเจนเพื่อให้สามารถค้นพบรูปแบบที่มีอยู่ได้ ตัวแบบควรต้องมีความเหมาะสมในการพยากรณ์และตรวจสอบความเหมาะสมได้ และกระบวนการค้นหาควร

ทำให้เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของตัวแบบมีความถูกต้องมากที่สุด เครื่องมือในการทำเหมืองข้อมูล มักจะเป็นโปรแกรมอัจฉริยะที่เป็นระบบอัตโนมัติ โดยรวมปัญญาประดิษฐ์ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โปรแกรมเหล่านี้จะค้นพบรูปแบบที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าและเตือนให้ผู้ใช้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง

ทั้งนี้ เครื่องมือที่นำมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูลมีหลายประเภท เทคนิคที่ใช้มากที่สุดในการทำเหมืองข้อมูลได้แก่

1. โครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (Artificial Neural Networks) เป็นตัวแบบในการทำนายแบบไม่ใช้เชิงเส้นตรง ซึ่งหาได้จากการพัฒนาตัวแบบและลอกเลียนโครงข่ายประสาทเชิงชีวภาพ

2. การใช้รูปแบบการตัดสินใจแบบต้นไม้ (Decision Trees) ซึ่งจะแสดงทางเลือกในการตัดสินใจ ในรูปแบบของต้นไม้ ซึ่งทางเลือกเหล่านี้จะกำหนดกฎเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล ตัวอย่างของวิธีการคือ Classification and Regression Trees (CART) และ Chi-Square Automatic Interaction Detection (CHAID)

3. กระบวนการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) เป็นวิธีที่ใช้กระบวนการเช่น การรวมการกลายพันธุ์ และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ในขั้นตอนการออกแบบที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิวัฒนาการ

4. วิธีรวมกลุ่มสมาชิกใกล้กัน (Nearest Neighbor) เป็นเทคนิคที่จำแนกข้อมูลแต่ละหน่วยในชุดข้อมูล โดยการรวมหน่วยที่คล้ายกันมากที่สุดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งบางครั้งเรียกเทคนิคนี้ว่า K-Nearest Neighbor

5. วิธีการจำแนกหน่วยในฐานข้อมูล (Rule Induction) เป็นกระบวนการที่ทำการพัฒนาตัวแบบจำแนกหน่วยในฐานข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ โดยตัวแบบที่ได้จะมีรูปแบบที่มีประโยชน์ในการแยกกลุ่มซึ่งอาจใช้วิธีการ Neural Induction หรือ Symbolic เช่น Decision Trees หรือใช้กฎของ If-Then ในการแบ่งส่วนฐานข้อมูลออกเป็นกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ที่มีนัยสำคัญเชิงสถิติ

6. การสร้างภาพข้อมูล (Data Visualization) เป็นการสรุปผลเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของข้อมูลออกมาเป็นภาพ ซึ่งในหลายกรณีจะแสดงสาระสำคัญในฐานข้อมูลได้ดีกว่าการพิจารณาข้อมูลเป็นตารางตัวเลข โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาลักษณะที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลเพียงส่วนเล็กๆ ส่วนหนึ่งเท่านั้น ซึ่งหากใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติกับข้อมูลทั้งหมดจะไม่สามารถทำ

ให้สังเกตรูปแบบของข้อมูลในส่วนนี้ได้ เนื่องจากปริมาณของข้อมูลนั่นเอง ข้อดีอีกประการหนึ่งของการสร้างภาพในการทำเหมืองข้อมูลก็คือ ผู้วิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องทราบลักษณะหรือประเภทของเหตุการณ์ที่ต้องการค้นหาเพื่อที่จะพบสิ่งที่แปลกแยกออกไป

## 2.8.4 เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ รูปแบบการค้นหาเทคนิคในการค้นหา รูปแบบที่ผิดปกติ (Regularities) ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ มีเทคนิคต่าง ๆ ในการทำเหมืองข้อมูล เช่น การสรุปความถี่ข้อมูลด้วยสถิติ การแสดงภาพประกอบในการนำเสนอข้อสรุปแบบกราฟิกของข้อมูล การค้นพบกฎความสัมพันธ์เพื่อกำหนดกิจกรรมปกติ และการค้นพบของความผิดปกติ (Anomalies) และการทำนายประเภท ดังนั้นการทำเหมืองข้อมูลจึงเป็นการช่วยในการแยกข้อมูลที่มีความหมายและความรู้จากข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง

### 2.8.4.1 เทคนิคการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) โดยการพัฒนาตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล การเรียนรู้แบบนี้แตกต่างจากการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) คือ จะไม่มีการระบุผลที่ต้องการหรือประเภทไว้ก่อน การเรียนรู้แบบนี้จะพิจารณาวัตถุเป็นเซตของตัวแปรสุ่ม แล้วจึงพัฒนาตัวแบบความหนาแน่นร่วมของชุดข้อมูลเช่น เทคนิคการรวมกลุ่ม (Cluster Analysis)

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนสามารถนำไปใช้ร่วมกับการอนุมานแบบเบย์ เพื่อหาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของตัวแปรสุ่มโดยกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการบีบอัดข้อมูล ซึ่งโดยพื้นฐานแล้ว ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลจะขึ้นอยู่กับการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลไม่อย่างชัดเจน

#### 1. เทคนิคการรวมกลุ่ม (Clustering Analysis)

เทคนิคการรวมกลุ่ม (Clustering Analysis) เป็นเทคนิคทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ รวมถึงการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์สำหรับตรวจจับการบุกรุกของเครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่เป็นอันตราย เงื่อนไขของการจัดประเภทของวัตถุที่คล้ายคลึงกันเป็นกลุ่มต่าง ๆ โดยพิจารณาระหว่างวัดความเหมือน (Similarity Measure) และวัดระยะทาง (Distance Measure)

เทคนิคการรวมกลุ่ม (Clustering Analysis) ที่นิยมมากมีอยู่ 2 ชนิดคือ การรวมกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Cluster Analysis) และการรวมกลุ่มข้อมูลแบบไม่ใช้ลำดับชั้น (Non Hierarchical Cluster Analysis) โดยวิธีการรวมกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Cluster Analysis) แบ่งย่อยเป็น Agglomerative Method และ Division Method และการรวมกลุ่มข้อมูลแบบไม่ใช้ลำดับชั้น (Non Hierarchical Cluster Analysis) แบ่งย่อยเป็น K-Means Clustering Method

## 2. การวัดระยะทาง (Distance Measure)

เพื่อที่จะอธิบายถึงความคล้ายกันของสองคุณลักษณะเวกเตอร์ การวัดระยะทาง (Distance Measure) ถูกใช้เป็นฟังก์ชันว่าชุดของจุดอยู่ใกล้พอที่จะถือว่าเป็นคลัสเตอร์เดียวกัน เราใช้วัดระยะทาง  $D(x, y)$  ที่บอกระยะห่างแก่จุด  $x$  และ  $y$  ใดๆ โดยระยะห่างระหว่างจุดสองจุดใดๆ

กำหนดให้  $x = [x_1, x_2, \dots, x_k]$

และ  $y = [y_1, y_2, \dots, y_k]$

$$\text{จะได้ว่า } \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2} \quad (2.1)$$

## 3. K-Means Algorithm

K-means Clustering คือ วิธีการวิเคราะห์การรวมกลุ่มซึ่งมุ่งหวังที่จะสังเกต  $n$  พาร์ติชันเป็นคลัสเตอร์  $k$  โดยค่าสังเกตการณ์ของแต่ละเป็นสมาชิกของคลัสเตอร์จะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้ที่สุด และเป็นวิธีหนึ่งของอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) การเรียนรู้ที่ง่ายที่สุดที่แก้ปัญหาออกเป็นจินตภาพรู้จักกันดีคือ K-Means Algorithm

### 2.8.4.2 เทคนิคการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning)

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งสร้างฟังก์ชันจากข้อมูลสอน (Training Data) โดยข้อมูลสอนประกอบด้วยวัตถุเข้า (เวกเตอร์) และผลที่ต้องการ ผลจากการเรียนรู้จะเป็นฟังก์ชันที่อาจให้ค่าต่อเนื่อง (จะเรียกวิธีการว่า การถดถอย หรือ Regression) หรือ ใช้ทำนายประเภทของวัตถุ (เรียกว่า การแบ่งประเภท หรือ Classification) ภารกิจของเครื่องเรียนรู้แบบมีผู้สอนคือการทำนายค่าของฟังก์ชันจากวัตถุเข้าที่ถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างสอนจำนวนน้อย (Training Examples หรือคู่ของ

ข้อมูลเข้าและผลที่เป็นเป้าหมาย) โดยเครื่องเรียนรู้จะต้องวางนัยทั่วไป (Generalize) จากข้อมูลที่มีอยู่ไปยังกรณีที่ไม่เคยพบอย่างมีเหตุผล

เทคนิคในการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) จำแนกได้ดังนี้

#### 1. เทคนิคการจำแนกประเภท (Classification Analysis)

เป็นเทคนิควิธีการทางสถิติในการตรวจสอบกลุ่มย่อยของตัวแปรอิสระแต่ละตัวว่ามีผลอย่างไรต่อตัวแปรตาม และตรวจสอบลักษณะผสม (Combinations) ของตัวแปรอิสระหลายๆ ตัว ว่ามีผลอย่างไรต่อตัวแปรตาม โดยที่ตัวแปรตามเป็นข้อมูลที่อยู่ในมาตราช่วงหรือมาตราอัตราส่วน และตัวแปรอิสระเป็นข้อมูลในมาตรานามบัญญัติหรือมาตราอันดับ

#### 2. เทคนิคการสร้างกฎความสัมพันธ์ (Association Rules)

กฎความสัมพันธ์เป็นที่นิยม และเหมาะสมสำหรับการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยกฎความสัมพันธ์จะต้องเป็นไปตามการสนับสนุนต่ำสุด (User-Specified Minimum Support) ที่ระบุผู้ใช้และการระบุความมั่นใจของผู้ใช้ขั้นต่ำ (User-Specified Minimum Confidence) ในเวลาเดียวกัน ในการสร้างกฎความสัมพันธ์นี้ จะประกอบด้วยกระบวนการที่มีสองขั้นตอน ขั้นแรก นำค่าสนับสนุนต่ำสุด (Minimum Support) ที่กำหนดไว้ไปใช้ในการค้นหา Item Sets ทั้งหมดในฐานข้อมูล ในขั้นตอนที่สอง Item Sets ที่ค้นหาได้เหล่านี้ จะต้องค้นหาความถี่ตามความเชื่อมั่นที่ต่ำสุด (Minimum Confidence) ที่ใช้กับการสร้างกฎความสัมพันธ์ (Association Rules)

มีอัลกอริทึมอยู่หลายอัลกอริทึมสำหรับการสร้างกฎความสัมพันธ์ บางอัลกอริทึมที่รู้จักกันดีคือ Apriori, Eclat และ FP-Growth

กำหนดให้ รายการข้อมูลตั้งค่า  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  ดังนั้นกฎความสัมพันธ์ (Association Rules) ที่สามารถแสดงเป็นรูปแบบของ " $X \rightarrow Y$ " ถ้ากฎ  $X \rightarrow Y$  เป็นจริง แล้วก็มีการสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่น (Support and Confidence Values) สามารถอธิบายได้เป็นดังสมการที่ (2.1) และ (2.2)

$$\text{Support}(X \rightarrow Y) = P(X \cup Y) \quad (2.2)$$

$$\text{Confidence}(X \rightarrow Y) = P(Y/X) \quad (2.3)$$

### 3. อัลกอริทึม Apriori (Apriori Algorithm)

ทั้งนี้ Apriori เป็นอัลกอริทึมที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในเหมืองของกฎความสัมพันธ์ เนื่องจากสามารถนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ต่างๆ ที่ใช้ในการค้นหากฎความสัมพันธ์จากการ mining ความถี่ของ Item Sets โดย Apriori จะใช้การทำซ้ำ มีความใกล้เคียงกับ Level-wise Search ซึ่ง k-item จะใช้สร้าง (k+1) Item ครั้งแรกจะเป็นเซตของความถี่ของ 1 Item set ที่พบ

เซตจะแสดงโดย  $L_1$  และ  $L_1$  จะใช้หา  $L_2$  เป็นเซตของ 2 Item sets และใช้หา  $L_3$  ไปจนกระทั่งไม่มีความถี่ k-item ที่สามารถหาพบได้ ในการหา  $L_k$  แต่ละครั้งจะต้องสแกนทั้งฐานข้อมูล Apriori Property คือจะลด Search Space ลงโดยใช้คุณสมบัติที่เรียกว่า Anti-monotone (ลดการซ้ำกันในความรู้สึก) นั่นคือถ้าเซตที่ไม่ผ่านการทดสอบ ซูเปอร์เซตทั้งหมดก็จะไม่ผ่านด้วยเช่นกัน

ดังนั้น จะได้กระบวนการที่  $L_{k-1}$  ใช้หา  $L_k$  เป็น 2 ขั้นตอน คือ การ Join และการ Prune การสร้างกฎความสัมพันธ์จากความถี่ Item set คือ การผ่านทั้ง Minimum Support และ Minimum Confidence ดังสมการที่ (2.3)

$$\text{Confidence } (A \Rightarrow B) = P(B|A) = \text{Support Count } (A \cup B) / \text{Support Count } (A) \quad (2.4)$$

การแก้ปัญหการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (เช่น การเรียนรู้เพื่อรู้จำลายมือ) มีขั้นตอนที่ต้องพิจารณา ได้แก่

1. กำหนดชนิดของตัวอย่างสอน ก่อนจะเริ่มทำอย่างอื่น จะต้องตัดสินใจว่าข้อมูลชนิดใดที่จะใช้เป็นตัวอย่าง เช่นในกรณีการเรียนรู้จำลายมือ ตัวอย่างอาจจะเป็นตัวอักษรตัวเดียว คำ หรือบรรทัด
2. เก็บตัวอย่าง ชุดตัวอย่างสอนจะต้องมีลักษณะเป็นตามที่ใช้จริง ดังนั้นชุดข้อมูลตัวอย่างและผลที่สอดคล้องจะต้องถูกจัดเก็บจากผู้เชี่ยวชาญหรือจากการวัด
3. กำหนดวิธีการแทนลักษณะ (Feature) ของข้อมูลเข้า ความถูกต้องของฟังก์ชันจะขึ้นอยู่กับการแทนข้อมูลอย่างมาก โดยทั่วไปวัตถุเข้าจะถูกแปลงเป็นเวกเตอร์ของลักษณะ ใช้อธิบายวัตถุที่ต้องการแบ่งประเภท จำนวนลักษณะจะต้องไม่มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดเนื่องจากมิติที่กว้างเกินไปจนทำให้มีพื้นที่ว่างมากเกินไปจนเครื่องเรียนรู้ไม่สามารถวางนัยทั่วไปได้ แต่จำนวนลักษณะก็จะต้องมากพอที่จะทำให้สามารถทำนายผลได้แม่นยำ

4. กำหนดโครงสร้างของฟังก์ชันที่ต้องการ และขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ที่สอดคล้อง เช่น อาจจะต้องเลือกว่าจะใช้เครือข่ายงานประสาทเทียม หรือ ต้นไม้ตัดสินใจ

5. ทำการออกแบบให้สมบูรณ์ แล้วใช้ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้กับตัวอย่างที่เก็บมา อาจะปรับพารามิเตอร์ต่างๆ ของขั้นตอนวิธีให้เหมาะสมที่สุด โดยใช้ชุดย่อยของชุดตัวอย่างเรียกว่า ชุดตรวจสอบ (Validation Set) หรือ ใช้การตรวจสอบไขว้ (Cross-Validation) หลังจากปรับค่าต่างๆ แล้ว อาจะวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีโดยใช้ชุดทดสอบ (Test Set) ซึ่งแตกต่างหากจากชุดสอน

## 2.9 เทคนิคการวิเคราะห์เส้นรอบล้อมข้อมูล (DEA) [27]

เทคนิคการวิเคราะห์เส้นรอบล้อมข้อมูลในการประเมินประเมินความสามารถของซัพพลายเออร์ที่มีความสามารถสูงสุด เทคนิคการวิเคราะห์เส้นรอบล้อมข้อมูล DEA เป็นเทคนิคที่อาศัยการสร้างคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Programming Model) เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพขององค์กร ในโมเดลนี้จะประกอบไปด้วยตัวแปรหลายตัวแปรที่ใช้แทนปัจจัยต่างๆ (Multi – Factor) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพ ของหน่วยงานหรือองค์กรที่มีคุณสมบัติเหมือนกันในแต่ละหน่วยงานที่ถูกวัดนี้จะถูกเรียกว่า DMUs (Decision – Making Units) สำหรับ Data Envelopment Analysis หรือ DEA เป็นวิธีการสำหรับวัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน ซึ่งริเริ่มขึ้นโดย Charnes เมื่อปีค.ศ.1978 โดยเปรียบเทียบระหว่างหน่วยหรือระบบที่เราโดยแบบจำลอง DEA มีรูปแบบดังนี้

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.10.1 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) [13]

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาอัลกอริทึมต่างๆ ในการแก้ปัญหาจราจรทั้งถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งมีทั้งการพัฒนาที่รูปแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา ดังแสดงในงานวิจัยของ Toth และคณะผู้วิจัย [92], [95], [90], [75], [73], [29], [27], [26], [104], [105], [106], [108], [110], [111], [85], [86], [87], [88], [89], [90] ได้แบ่งปัญหา VRP ไว้ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 2.3** ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง

| รูปแบบปัญหา                   | ชื่อย่อ | ความหมาย                           |
|-------------------------------|---------|------------------------------------|
| VRP with Capacity Restriction | CVRP    | VRP แบบมีข้อจำกัด                  |
| VRP with Time Window          | VRPTW   | VRP แบบมีกรอบเวลา                  |
| VRP with Backhaul             | VRPB    | VRP แบบมีการขนส่งกลับมายังคลังเดิม |
| Pickup and Delivery           | VRPPD   | VRP แบบมีการรับและส่งสินค้า        |
| VRPPD with Time Window        | VRPPDTW | VRPPD แบบมีกรอบเวลา                |
| VRP with Multiple Depots      | MDVRP   | VRP แบบมีหลายคลังสินค้า            |
| Periodic VRP                  | PVRP    | VRP แบบมีช่วงเวลา                  |
| Periodic VRPTW                | PVRPTW  | VRP แบบมีช่วงเวลาและกรอบเวลา       |
| Stochastic VRP                | SVRP    | VRP แบบมีความไม่แน่นอน             |

โดยจากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปัญหาที่กำลังศึกษาในงานวิจัยนี้จัดเป็นปัญหา ปัญหา VRP ที่รวมเอาเงื่อนไข 3 ประการไว้ด้วยกัน ประกอบด้วย มีหลายคลังสินค้า มีความไม่แน่นอน และมีกรอบเวลา หรือสามารถนิยามเป็นปัญหา MDSVRPTW ซึ่งย่อมาจาก “Multiple Depots Stochastic Vehicle Routing Problem with Time Window Water Disaster Problem” ฉะนั้น การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ คือ ปัญหา VRP / MDVRP, VRPTW / MDVRPTW และ SVRP

### 2.10.2 สำหรับปัญหาในกลุ่มแรก VRP / MDVRP

มีจำนวนงานวิจัยเกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งพื้นฐานของปัญหา VRP ในกรณีที่มียานขนส่งเพียงคันเดียวสามารถเทียบได้กับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem; TSP) ซึ่งจัดเป็นปัญหาแบบเอ็นพี-ฮาร์ด (NP-Hard) เมื่อจำนวนรถขนส่งเพิ่มมากขึ้นจะกลายเป็นปัญหา VRP และเมื่อประกอบด้วยหลายคลังสินค้าจะเรียกว่าปัญหา MDVRP ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาล้ายคลึงกับ VRP แต่จำนวนตัวแปรและเงื่อนไขข้อจำกัดจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็นเท่าตัวตามจำนวนคลังสินค้า โดยเงื่อนไขทั่วไปจะกำหนดให้รถขนส่งทุกคันต้องออกจากคลังสินค้า และกลับมายังคลังสินค้าเดิมทุกครั้ง รถขนส่งต้องส่งสินค้าให้ครบตามความต้องการของลูกค้า ภายใต้ความสามารถในการบรรทุกสินค้า

### 2.10.3 ปัญหาในกลุ่มที่สอง VRPTW / MDVRPTW

มีจำนวนงานวิจัย ที่เพิ่มจากกลุ่มแรกโดยยังคงมีเงื่อนไขทั่วไปเหมือนในกลุ่มแรก แต่เพิ่มเงื่อนไขเกี่ยวกับการพิจารณากรอบเวลา หรือระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดให้มีการส่งสินค้า ปัญหาหลักขณะนี้ทั่วไปจัดเป็นปัญหาเชิงการจัด (Combinatorial Problem) ปัญหาจะเพิ่มความยุ่งยาก และซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเมื่อคำตอบต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของเวลา งานวิจัยทั่วไปเริ่มใช้อัลกอริทึม อัลกอริทึมในการแทรกลูกค้าเข้าไปในเส้นทางการเดินรถ และลำดับปมใหม่ให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น ในงานวิจัยของ J. H. Ramser และคณะผู้วิจัย [7] ได้มีการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญห VRPTW โดยเริ่มต้นจากทางเลือกของการแก้ปัญหเริ่มต้น (Initial Solution) และใช้อัลกอริทึมเชิงคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า “MILP” ในการแก้ปัญหเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม โดยทำให้มีการสับเปลี่ยนปมบนทัวร์และจัดลำดับปมบนเส้นทางการเดินรถ การปรับปรุงนี้อยู่บนพื้นฐานของโดเมนเวลาต่อเนื่อง (Continuous Time-Domain) และยังคงจัดเป็นลักษณะการมอบหมายงานและจัดลำดับผ่านเซตของตัวแปร ไบนารี ต่างๆ โดยงานวิจัยของ Solomon และคณะผู้วิจัย [8] ได้ออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างของเส้นทางการเดินรถที่มีหลากหลายด้วยการใช้อัลกอริทึมสำหรับปัญหา VRPTW Solomon และคณะผู้วิจัย [8] ยังได้แสดงอัลกอริทึมการแทรกแบบมีการจัดลำดับของช่วงเวลาในการแก้ปัญห VRPTW อีกด้วย

Beatrice และคณะผู้วิจัย [9] เสนองานวิจัยเกี่ยวกับปัญหา VRPTW แบบมีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Problem) โดยต้องการหาจำนวนรถขนส่งน้อยที่สุด และผลรวมต้นทุนในการเดินทางขนส่ง หรือระยะทางสั้นที่สุด โดยใช้จินตคณิตอัลกอริทึม และเทคนิคการเรียงลำดับพารेटโต้ (Pareto Ranking) ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ

### 2.10.4 ปัญหาในกลุ่มที่สาม ปัญหา SVRP

สำหรับกลุ่มที่สาม คือ ปัญหา SVRP ปรับปรุงมาจากปัญหา VRP แบบแน่นอน (Deterministic VRP) โดยงานวิจัยของ Titiporn [10] มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ปัญหามีความเหมือนจริงมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันเงื่อนไขต่างๆ มีความไม่แน่นอน เช่น ความต้องการของลูกค้า ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง ระยะเวลาในการให้บริการ เป็นต้น ซึ่งเป็นการผสมผสานคุณลักษณะของสโตแคสติก (Stochastic) และโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) ปัญหา SVRP จัดเป็นปัญหาที่มีการคำนวณที่ค่อนข้างยาก Gendreau และคณะผู้วิจัย [11], [13], [15], [16], [18] การแก้ปัญห SVRP ส่วนใหญ่จึงใช้วิธีการสร้างสมการเชิงคณิตศาสตร์และแก้ปัญหด้วยวิธีการสองขั้นตอน (Two-Stage) โดย Zhihong [103], [51], [52], [63], [60], [64], [65], [67] และในงานวิจัยของ T. Titiporn [10] ที่พิจารณาปัญหา SVRP กรณีที่มีความต้องการไม่แน่นอน โดยทราบค่าการ

แจกแจงเป็นแบบปัวซอง หรือเรียกว่า “CVRPSD” โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงมาจากเซฟวิง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) ซึ่งอัลกอริทึมนี้เริ่มต้นได้เคยถูกเสนอไว้โดย Clarke [13] และคณะผู้วิจัยในปี 1964 นอกจากนี้ในปีต่อๆ มางานวิจัยนี้ยังได้รับการพัฒนาขึ้นไปอีกหลายขั้น ซึ่ง M. Gendreau และคณะผู้วิจัย [11] โดยหลักการที่นิยมใช้กันคือ โปรแกรมเงื่อนไขข้อจำกัดแบบมี โอกาส (Chance Constrained Programming) และโปรแกรมสโตแคสติกแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Stochastic Programming)

ปัญหา SVRP สามารถแบ่งพื้นฐานได้ดังต่อไปนี้ ปัญหาความไม่แน่นอน (Uncertainty in the Problem) ความไม่แน่นอนในปัญหา VRP สามารถแสดงได้ในแง่มุมที่แตกต่าง กัน โดยส่วนใหญ่มักแบ่งเป็นไม่มีความเกี่ยวข้องในกลุ่ม

1. VRP แบบมีลูกค้าไม่แน่นอน (VRP with Stochastic Customer; VRPSC) และ VRP แบบมีความต้องการไม่แน่นอน (VRP with Stochastic Demands; VRPSD) ซึ่งเป็นปัญหาที่มี ลูกค้าและความต้องการไม่แน่นอน มีงานวิจัยเกิดขึ้นในส่วนนี้อย่างกว้างขวาง

2. VRP แบบมีระยะเวลาเดินทางไม่แน่นอน (VRP with Stochastic Travel Time; VRPSTT) และ VRP แบบมีระยะเวลาในการให้บริการไม่แน่นอน (VRP with Stochastic Service Time; VRPSST) ในกรณีนี้เกี่ยวข้องกับเวลาในการขนส่งและเวลาในการให้บริการที่ไม่แน่นอน ซึ่งเมื่อเทียบกับปัญหา VRPSC และ VRPSD แล้ว ค่อนข้างได้รับความสนใจน้อยกว่า อาจ เป็นได้ว่าปัญหาดังกล่าวอธิบายเกี่ยวกับความไม่แน่นอนของสถานะแวดล้อมของเส้นทางเดินรถ

3. วิธีการสร้างรูปแบบของปัญหา SVRP (SVRP Modeling Method) จัดอยู่ใน ประเภทของสโตแคสติกโปรแกรมมิ่ง ซึ่งอาจแบ่งได้เป็นโปรแกรมเงื่อนไขข้อจำกัดแบบมี โอกาส (Chance constrained Program; CCP) และโปรแกรมสโตแคสติกแบบมีรีคอร์ส (Stochastic Program with Recourse; SPR) ส่วนหลักการอื่นๆ ในงานวิจัยปัจจุบันประกอบด้วย กระบวนการ ตัดสินใจแบบมาร์คอฟ (Markov Decision Process) นิวโรไดนามิกโปรแกรมมิ่ง (Neurodynamic Programming) และไดนามิกโปรแกรมมิ่ง

4. เทคนิคการแก้ปัญหา (Solution Techniques) เทคนิคการแก้ปัญหาก็จะแตกต่างกันไปตามวิธีการสร้างรูปแบบของปัญหา และธรรมชาติของรูปแบบ โดยทั่วไปสามารถแบ่ง ออกเป็น 2 วิธีการหลักๆ ได้แก่ วิธีการแม่นยำ (Exact Methods) และวิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristic Methods) โดยวิธีการแม่นยำที่ประยุกต์ใช้กับปัญหา SVRP ประกอบด้วย วิธีการแตกกิ่งและจำกัด

เขต (Branch and Bounded) วิธีการแตกกิ่งและตัดส่วน (Branch and Cut) วิธีการจำนวนเต็มแบบ แอลเซฟ (Integer L-Shape Method) และไดนามิกโปรแกรมมิ่งแบบทั่วไป (Generalized Dynamic Programming) ส่วนวิธีการฮิวริสติกส่วนมากที่นักวิจัยนิยมนำมาใช้แก้ปัญหา SVRP ได้แก่ เซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Savings Algorithm) การค้นหาแบบทาบ (Tabu Search) เป็นต้นในงานวิจัยที่น่าสนใจ ปัญหา VRP แบบมีระยะเวลาขนส่งไม่แน่นอน หรือ VRPSTT ในปี 1978 Kao ซึ่งเป็นนักวิจัยคนแรกที่นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา TSP แบบมีระยะเวลาขนส่งไม่แน่นอน ด้วยวิธีการฮิวริสติกบนพื้นฐานของไดนามิกโปรแกรมมิ่ง ในปี 1989 โดย R.L. Carraway และคณะผู้วิจัย [14] ใช้วิธีไดนามิกโปรแกรมมิ่งแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา TSPSTT เช่นกัน และในปี 1992 Laporte และคณะ ได้เสนองานวิจัยแบบเชิงสมมาตรในปัญหา VRP ที่มีระยะเวลาให้บริการและระยะเวลาการขนส่งเป็นแบบสโตแคสติก โดยคณะผู้วิจัยชุดนี้เสนอวิธีการแก้ปัญหา VRPSSTT ใน 3 รูปแบบ คือ โปรแกรมเงื่อนไขข้อจำกัดแบบมีโอกาส รูปแบบอาศัย 3 ดัชนี (3-Index Recourse Model) และรูปแบบอาศัย 2 ดัชนี (2-Index Recourse Model) โดยใช้อัลกอริทึมการแตกกิ่งและตัดส่วนแบบทั่วไปในการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบ ในงานวิจัยของ S. C. Ray [45] ได้มีการพัฒนาวิธีการประมาณเวลาในการเข้าสู่ปมแบบมีกรอบเวลา และใช้อัลกอริทึมไดนามิกโปรแกรมมิ่งในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

#### 2.10.5 อัลกอริทึมที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหา VRP สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. วิธีการแบ่งส่วนก่อนแล้วจึงจัดเส้นทาง (Cluster-First Rout-Second Procedures) เริ่มต้นจากการแบ่งโดยใช้ความต้องการสินค้าของลูกค้าเป็นตัวกำหนดโซนในการกระจายสินค้า จากนั้นจึงจัดเส้นทางที่เหมาะสมให้กับแต่ละส่วนที่ถูกแบ่งไว้แล้ว วิธีการนี้ได้ถูกนำเสนอไว้โดย B. Gillett and และคณะผู้วิจัย [18]
2. วิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วน (Rout-First Cluster-Second Procedures) การแบ่งส่วนก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางนี้ โดย Goldberg และคณะผู้วิจัย [30] ได้เสนอแนวทางสำหรับแก้ปัญหา VRP ในกรณีมีรถขนส่งหลายขนาด
3. วิธีการเซฟวิ่งหรือการแทรก (Savings or Insertion Procedure) วิธีการนี้เป็นการสร้างทางเลือกการแก้ปัญหาทีละขั้นตอน โดยทางเลือกเริ่มต้นอาจยังมีความเป็นไปได้ แต่จะสร้างทางเลือกในลำดับถัดมาที่ทำให้ฟังก์ชันของการเซฟวิ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้น หรือเลือกแทรกลูกค้า

เข้ามาในเส้นทางเดิมที่มีอยู่ โดยที่ความต้องการรวมต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง การแทรกจะเกิดขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ Clarke G. และคณะผู้วิจัย [13] ได้พัฒนาวิธีการเซฟวิ่งนี้ขึ้น ซึ่งแต่เดิมอัลกอริทึมนี้พัฒนาขึ้นสำหรับปัญหา VRP และสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหา TSP ได้เป็นอย่างดี

4. วิธีการปรับปรุงหรือสับเปลี่ยน (Improvement or Exchange Procedure) เป็นเทคนิคการสับเปลี่ยนกิ่งแบบฮิวริสติกซึ่งให้คำตอบที่เข้าใกล้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ส่วนการปรับปรุงโดยวิธีอื่น ได้นำเสนอไว้โดย Potvin และ Rousseau ในปี 1995 เรียกว่า “การสับเปลี่ยนแบบออร์-ออฟท์ (Or-Opt Exchange) ซึ่งเป็นเทคนิคการสับเปลี่ยนปมขนาด 1, 2 หรือ 3 ปม โดยการแทรกหรือตัดทิ้งไปจากเส้นทางเดิม หรือในเส้นทางอื่นๆ ที่เลือกพิจารณา วิธีการ 2 Opt เป็นการสับเปลี่ยนเพียง 2 ปลายทาง ที่เกิดจาก 2 เส้นทางที่แตกต่างกัน

5. วิธีการสร้างโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming Approaches) เป็นการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางโดยตรง ตัวอย่างของวิธีการนี้พัฒนาขึ้นโดย M.L.Fisher [21] ได้อธิบายการใช้วิธีการผ่อนคลายลากรางจ์เจียน (Lagrangean Relaxation) สำหรับปัญหา VRP

6. วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Optimization) ซึ่งเป็นวิธีการแบบต่างๆ ไป ที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ในกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกนำเสนอไว้โดย Krolak และคณะในปี 1970

7. วิธีการแม่นยำสำหรับแก้ปัญหา VRP (Exact Procedures for Solving VRP) ประกอบด้วยหลักการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound; B&B), ไดนามิกโปรแกรมมิ่ง (Dynamic Programming) ) และอัลกอริทึมการตัดระนาบ (Cutting Plane Algorithm) Agarwal และคณะ (1989) นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนของเซตคำตอบ (A Set Partitioning) บนพื้นฐานของหลักการแม่นยำเพื่อแก้ปัญหา VRP ในขณะที่ Koren และคณะ (1987) ได้อธิบายวิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตสำหรับปัญหา VRP แบบมีกรอบเวลา (VRPTW) ส่วนการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีการอธิบายในรายละเอียดโดย Christofides และคณะ (1985) และ Laporte (1992)

#### 2.10.6 วิธีการฮิวริสติก (Heuristic Approaches)

##### 1. การจำลองสถานการณ์แอนนีลลิ่ง (Simulated Annealing; SA)

SA เป็นเทคนิคในการค้นหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่เริ่มต้นใช้ครั้งแรกโดย Kirkpatrick *et al.* (1983) และนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาคำถามการเดินทางของพนักงานขาย

(Traveling Salesman Problem; TSP) โดย Cerny โดยมีลักษณะเด่นจากการเป็นเทคนิคที่มีอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพ แนวคิดพื้นฐานของวิธีการ SA นี้ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ “Journal of Chemical Physics” โดย Metropolis และคณะผู้วิจัย (1953) ซึ่งใช้อัลกอริทึมนี้จำลองการควบคุม การเย็นตัวของวัตถุในอ่างความร้อน ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่า แอนนีลลิ่ง เมื่อวัตถุถูกให้ความร้อน จนกระทั่งถึงจุดหลอมเหลวก็จะปล่อยให้วัตถุนั้นค่อยๆ เย็นตัวลง และจะทำให้วัตถุมีความแข็ง และ โดยปกติถ้ายังให้วัตถุเย็นตัวลงช้ามากเท่าไร ก็จะทำให้วัตถุมีความแข็งแรงมากขึ้นเท่านั้น โดยการ เย็นตัวลงนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการทำให้วัตถุนั้นเย็นลง (Rate of Cooling) จากจุดเริ่มต้นนี้ Kirkpatrick *et al.* (1983) จึงได้นำมาใช้แก้ปัญหาการตัดสินใจเมื่อต้องการคำตอบเกี่ยวกับค่าต่ำสุดหรือค่าสูงสุด คำตอบที่หาได้ ณ ช่วงเวลาต่างๆ โดยวิธี SA นี้จะค่อยๆ ลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีที่สุดเหมือนในการทำให้ วัตถุเย็นตัวลง อัลกอริทึมนี้ถูกสร้างสำหรับประยุกต์ใช้กับปัญหาทั่วไป และปัญหาที่มีส่วนประกอบ ของความไม่แน่นอน ซึ่งใช้ทฤษฎีการลู่เข้าสู่คำตอบ กระบวนการทำงาน Pseudo-code TS อัลกอริทึมตารางที่ 2.4

#### ตารางที่ 2.4 Pseudo-code S อัลกอริทึม

|                                                                  |                                                          |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <code>s := s0; e := E(s)</code>                                  | <code>//Initial state,energy.</code>                     |
| <code>sb := s; eb := e</code>                                    | <code>//Initial “best” solution</code>                   |
| <code>K := 0</code>                                              | <code>//Energy evaluation count.</code>                  |
| <b>While</b> <code>k &lt; kmax and e &gt; emax</code>            | <code>//while time remains &amp; not good enough:</code> |
| <code>sn := neighbor(s)</code>                                   | <code>//pick some neighbor.</code>                       |
| <code>En := E(sn)</code>                                         | <code>// Compute its energy</code>                       |
| <b>If</b> <code>en &lt; eb then</code>                           | <code>// is this a new best?</code>                      |
| <code>Sb := sn; eb := en</code>                                  | <code>// Yes,save it.</code>                             |
| <b>If</b> <code>P(e,en, temp(k/kmax)) &gt; random () then</code> | <code>//Should we move to it?</code>                     |
| <code>S := sn; e:= en</code>                                     | <code>//Yes,change state.</code>                         |
| <code>k := k+1</code>                                            | <code>// One more evaluation done</code>                 |
| <b>return</b> <code>sb</code>                                    | <code>//Return the best solution found</code>            |

## 2. วิธีการสืบค้นแบบทาบู (Tabu Search;TS)

K. N. Thompson [40] เป็นผู้นำเสนอเทคนิค TS เป็นคนแรกในวารสาร “Journal on Computing” แนวคิดสำคัญของวิธีการหาคำตอบของ TS คือ การเพิ่มความฉลาดโดยใช้ ความทรงจำ ของคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง คอมพิวเตอร์จะทำการเรียนรู้จากทุกรอบในการทำซ้ำ การหาคำตอบครั้งที่ผ่านมา การทำเช่นนี้วิธีการ TS จึงสามารถป้องกันไม่ให้ปัญหาจุดเหมาะสม

ที่สุดเฉพาะแห่ง (Local Optimal Point) เกิดขึ้น กระบวนการทำงาน Pseudo-code TS อัลกอริทึม ตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 Pseudo-code TS อัลกอริทึม

```

k :=1
generate initial solution
WHILE the stopping condition is not met DO
  Identify N(s).(Neighborhood set)
  Identify T(s,k) . (Aspirant set)
  Choose the bests  $N(s,k) = \{N(s) - T(s,k)\} \cup A(s,k)$ .
  Memorize s' if it improves the previous best know solution
  s := s'
  k := k+1.
END WHILE

```

### 3. อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms ;GA)

J. R. Current และคณะผู้วิจัย [41] กล่าวถึงกระบวนการจินตนาการอัลกอริทึม ซึ่งได้อธิบายถึงองค์ประกอบพื้นฐานตลอดจนถึงกลไกของจินตนาการอัลกอริทึม โดยกระบวนการของจินตนาการอัลกอริทึมได้แสดงผังแผนภูมิสายงานในภาพประกอบ และอธิบายเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 สร้างกลุ่มของโครโมโซมซึ่งเป็นประชากร (Population) เริ่มต้นโดยการสุ่ม

3.2 ถอดรหัสโครโมโซมทุกโครโมโซมเพื่อให้ได้ตัวแปรจริงของปัญหา

3.3 นำตัวแปรจริงของปัญหาที่ได้นำมาคำนวณค่าวัตถุประสงค์ของแต่ละโครโมโซมในประชากร

3.4 คำนวณค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ของโครโมโซมวัตถุประสงค์

3.5 สร้างประชากรชุดใหม่จากประชากรชุดเก่าด้วยการคัดเลือก (Selection) โดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสม

3.6 นำประชากรที่ผ่านการคัดเลือกมากระทำด้วยตัวดำเนินการพันธุกรรม (Genetic Operators) อันได้แก่การผสมข้ามสายพันธุ์ (Crossing Over) และการกลายพันธุ์ (Mutation)

3.7 กลับไปทำตามขั้นตอนที่ 3.2 ถึง 3.6 จนกระทั่งเข้าสู่คำตอบของปัญหาที่

ต้องการหรือเท่ากับจำนวนรอบของการทำซ้ำที่กำหนดไว้ซึ่งจำนวนหนึ่งรอบจากตอนที่ 3.2 ถึง 3.6 เรียกว่าหนึ่งรุ่นของการคำนวณ (Generation)

ตัวอย่างในงานวิจัยของอุดม จันทร์จรัสสุข [5] ที่ใช้จินตคณิตออลกอริทึมในการจัดเส้นทาง การขนส่ง โดยมีขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางวิจัยนี้เป็น การศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางรับส่งพนักงานของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางเป็นปัญหาที่มีความสำคัญในระบบการขนส่ง และโลจิสติกส์ ซึ่งถูกจัดอยู่ในปัญหาประเภท NP-complete ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนวิธี เชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางโดยใช้วิธีสลับสายพันธุ์สี่วิธี และวิธีกลายพันธุ์โดยการสลับคู่แบบสุ่มผู้วิจัยงานนี้ได้พัฒนาโปรแกรมการจัดเส้นทางเดินทางขึ้น โดยใช้ภาษา C++ และได้ทำการทดลองกับปัญหากรณีตัวอย่างเพื่อกำหนดขนาดของประชากร และจำนวนรุ่นของประชากรที่เหมาะสม นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเสนอผลการทดลองโดยใช้ชุด ข่ายงานหาหนทางอื่นๆ สามชุดเพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางที่เผชิญอยู่ ได้นำเอาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการแก้ ปัญหาการจัดเส้นทางรับส่งพนักงานของบริษัท กรณีศึกษาโดยได้เปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้วิธี สลับสายพันธุ์ทั้งหมด 4 วิธี ซึ่งผลจากวิธี PBX และวิธี PMX สามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมกว่าเส้นทางที่ใช้อยู่ ในปัจจุบัน โดยมี ค่าใช้จ่าย ลดลงกว่า 17,000 บาทต่อเดือน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเสนอทางเลือกใหม่ 2 ทางเลือกโดยการลด จำนวนรถรับส่งและโดยการเปลี่ยนจากรถบัสเป็นรถตู้แทนซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า 52,000 และ 46,000 บาทต่อเดือนตามลำดับ

ตัวอย่างในงานวิจัย D.Petkovic [66] และคณะ วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ เครื่องจักรกลเป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ที่มีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิตและ เวลา วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพที่ทันสมัยในปัจจุบันซึ่งขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม (GA) ได้รับการใช้ มากในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา บทความนี้ อธิบายถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ เครื่องจักรโดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม ดีที่สุด พารามิเตอร์ของเครื่องจักรกล (ตัดความเร็วและ อาหาร) ได้รับการพิจารณา นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดสำหรับ กระบวนการเปลี่ยน ก็ประสบความสำเร็จ

## 2.11 การประเมินความสามารถศูนย์รับบริจาค

จากการศึกษา งานวิจัยของ Aviv Y. และคณะผู้วิจัย [55], Fendergruen Y. และคณะผู้วิจัย [56], Berry D. และคณะผู้วิจัย [57], Cachon G. และคณะผู้วิจัย [58], Carter D. และคณะผู้วิจัย [59], Centeno M. และคณะผู้วิจัย [60] เราอาจจัดแบ่งผู้ส่งมอบสิ่งของให้ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ผู้ส่งมอบสิ่งของให้แต่ละรายมีความแตกต่างด้านความสามารถเพียงเล็กน้อย
2. ผู้ส่งมอบสิ่งของให้แต่ละรายมีความแตกต่างด้านความสามารถอย่างมากซึ่งจะพบผู้จัดหาสิ่งของให้ รายเดิมที่มีความสามารถสูงสุดไม่ว่าสภาวะแวดล้อมจะเป็นอย่างไร
3. ผู้ส่งมอบสิ่งของให้แต่ละรายมีความแตกต่างด้านความสามารถอย่างมาก แต่ผู้ส่งมอบสิ่งของให้ ที่มีความสามารถสูงสุดในสภาวะแวดล้อมหนึ่งอาจไม่ใช่ผู้ส่งมอบที่มีความสามารถสูงสุดเมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป

เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนของผลลัพธ์จากการตัดสินใจเลือก ศูนย์รับบริจาคที่ไม่มีประสิทธิภาพประสิทธิภาพในที่นี้ คือ เช่นระยะทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรือมีข้อจำกัดไม่สามารถส่งของยังชีพไปยังศูนย์พักพิงได้โดยเฉพาะในเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้นจำเป็นต้องมีกลยุทธ์เชิงรุกสำหรับใช้ในการเสาะหาหรือกำหนดคุณสมบัติ ของ ศูนย์รับบริจาคยังชีพเพื่อใช้ ในการกลั่นกรองคุณสมบัติของศูนย์รับบริจาค (Supplier Qualification Screening) โดยมีเป้าหมายหลักในการลดความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะมี ศูนย์รับบริจาคยังชีพที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือขาดคุณสมบัติที่ต้องการเด็ดขาดเข้ามาสู่กระบวนการประเมิน ส่วนเป้าหมายรองของการกลั่นกรองคุณสมบัติของศูนย์รับบริจาคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยเหลือ การช่วยเหลือในที่นี้คือส่งของยังชีพในการประเมินความสามารถของศูนย์รับบริจackson นั้น ผู้ทำการประเมินจะต้องกำหนดมิติ หรือปัจจัยที่จะใช้ในการประเมินศูนย์รับบริจาคซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายปัจจัย ดังนั้นการประเมินความสามารถของศูนย์รับบริจาคจึงจัดได้ว่าเป็นปัญหาที่มีความหลากหลายของ เกณฑ์ในการตัดสินใจ(Multi-criteria Decision Making Problem) อย่างไรก็ตามมิติ สามอันดับแรกที่ถูกใช้ในการประเมินมากที่สุดคือ ราคาคุณภาพ และความสามารถในการส่งมอบได้ตรงตามเวลาและตามปริมาณที่ต้องการยังชีพ ซึ่งในวิจัยนี้เพิ่มระยะทาง อีก 1 มิติ เมื่อกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการประเมินได้แล้วจะต้องให้คะแนนแต่ละปัจจัยของศูนย์รับบริจาค แต่ละแห่งเพื่อใช้จัดลำดับความสามารถแล้วทำการคัดเลือกศูนย์รับ

บริจาทยังชีพที่มีคะแนนสูงสุดหรือกำหนดปริมาณความต้องการตามสัดส่วนของคะแนนที่ได้ ปัจจุบันเราอาจแบ่งวิธีการประเมินหรือวิธีให้คะแนนความสามารถของศูนย์รับบริจาคออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่

1. วิธีอาศัยประสบการณ์หรือการทดลอง (Empirical Method) เช่นกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นAHP (Analytical Hierarchical Process) โดย Fendergruen Y. และคณะผู้วิจัย [56] ซึ่งเป็นวิธีการประเมินโดยอาศัยการให้น้ำหนักเชิงเปรียบเทียบ (Relative Weight) ตามความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินเพื่อคำนวณหา ศูนย์รับบริจาคที่มีคะแนนสูงสุด อีกวิธีหนึ่งของวิธีอาศัยประสบการณ์เป็นวิธีเชิงสถิติที่ใช้ลำดับขั้นตอนการจัดประเภท (Classification Algorithms) เพื่อรวมกลุ่มศูนย์รับบริจาคโดยใช้คะแนนของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินเป็นตัวจัดกลุ่ม [4], [25], [44] เราเรียกวิธีนี้ว่าการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) วิธีการจัดกลุ่มนี้มีเป้าหมายเพื่อให้ค่าผลต่างของคะแนนของศูนย์รับบริจาคที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีค่าน้อยที่สุดและค่าผลต่างของคะแนนของศูนย์รับบริจาคที่อยู่ต่างกลุ่มมีค่ามากที่สุด และวิธีสุดท้ายที่ขอกกล่าวถึงเป็นรูปแบบการจำลองมอนติคาโล (Monte Carlo Simulation) สำหรับปัจจัยถ่วงน้ำหนัก ทาง Cachon, G และคณะผู้วิจัย [58] ได้นำเสนอวิธีนี้จะสร้างการแจกแจงความถี่ของค่าคะแนนที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักของ ศูนย์รับบริจาคแต่ละพื้นที่เพื่อคัดเลือกศูนย์รับบริจาคที่มีการแจกแจงความถี่ทับซ้อน (Overlap) กับการแจกแจงความถี่ของศูนย์รับบริจาครายอื่นน้อยที่สุด

2. วิธีหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization Method) ยกตัวอย่างเช่น วิธีสร้างโมเดลคณิตศาสตร์เชิงเส้นเพื่อค้นหาทำเลที่ตั้งโรงงานของซัพพลายเออร์ (Plant Location Modeling) [48], [59], [80], [81], [82], [83], [84], [85] โดยจะทำการคัดเลือกซัพพลายเออร์ ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจัดซื้อวัสดุ วิธีถัดมาเป็นการสร้างโมเดลคณิตศาสตร์ไม่เชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Nonlinear Programming Model) โดย Centeno M. และคณะผู้วิจัย [60] วิธีนี้มีฟังก์ชันเป้าหมายที่รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโลจิสติกส์เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานี้จะต้องทำการรันโมเดล  $2n$  ครั้งตามจำนวนซัพพลายเออร์  $n$  ราย ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีซัพพลายเออร์จำนวนมากเท่าไรก็จะทำให้ปัญหานี้ใช้เวลาในการหาคำตอบนานมากยิ่งขึ้น

วิธีสุดท้ายของวิธีหาค่าที่ดีที่สุดที่ขอกกล่าวถึงถูกพัฒนาโดย Chen F. และคณะผู้วิจัย [61] วิธีนี้เป็นการสร้างโมเดลคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชันเป้าหมายซึ่งแสดงค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเข้าครอบครองซัพพลายเออร์ที่เป็นตัวเลือก รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้สารสนเทศของต้นทุนตามกิจกรรมที่เกิดขึ้น (Activity-Based Costing) อย่างไรก็ตามวิธีการประเมินทั้งสองวิธีดังกล่าวข้างต้นมีทั้งข้อดีและข้อเสียตามที่ Chen F. และคณะผู้วิจัยกล่าวไว้ [62]

วิธีการประเมินโดยอาศัยประสบการณ์เป็นวิธีที่ อาศัยความรู้สึก (Subjective-Based) ของผู้ทำการประเมินมากเกินไป ผู้ทำการประเมินแต่ละคนอาจให้น้ำหนัก (Weight) และคะแนนที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละปัจจัยของศูนย์รับบริจาค จึงอาจทำให้ ผลสรุปของการประเมินความสามารถของศูนย์รับบริจาคที่ดีที่สุดแตกต่างกันออกไปด้วย ส่วนวิธีการประเมินโดยอาศัยโมเดลคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดนั้นมีการประยุกต์ใช้อย่างจริงจังในแวดวงอุตสาหกรรมน้อยมากอันอาจเนื่องมาจากความยุ่งยากของการสร้างโมเดลคณิตศาสตร์ ที่สามารถใช้แทนปัญหาและวิธีการหาคำตอบจากโมเดลที่สร้างขึ้นจากข้อเท็จจริงดังได้ กล่าวไว้ ข้างต้นนี้หากเราสามารถนำวิธีการที่อาศัยทั้งประสบการณ์ และโมเดลคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนเข้ามาประยุกต์ใช้กับปัญหานี้ก็จะสามารถช่วยให้การตัดสินใจคัดเลือกศูนย์รับบริจาคง่ายขึ้น เทคนิคการวิเคราะห์เส้นกรอบล้อมข้อมูลเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยผ่อนคลายข้อเสียของทั้งสองวิธีข้างต้นเนื่องจากเทคนิค DEA ไม่ได้อาศัยประสบการณ์หรือข้อมูลในอดีตที่ผ่านมาเพียงอย่างเดียว แต่อาศัยการสร้างโมเดลคณิตศาสตร์เชิงเส้นซึ่งไม่ซับซ้อนและมีวิธีหาคำตอบของโมเดลด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) อยู่แล้วจึงสามารถใช้แก้ปัญหาการประเมินความสามารถของศูนย์รับบริจาคได้ง่าย

## 2.11 สรุป

บทที่ 2 ได้นำเสนอแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อที่จะ ซึ่งงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจากการศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัญหาในการจัดเส้นทางขนส่ง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัญหาในการจัดการภัยพิบัติทางน้ำ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฮิวริสติกส์อัลกอริทึม ในการแก้ไขปัญหาการแก้ไขปัญหาการขนส่ง และ การประเมินความสามารถศูนย์รับบริจาค