

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

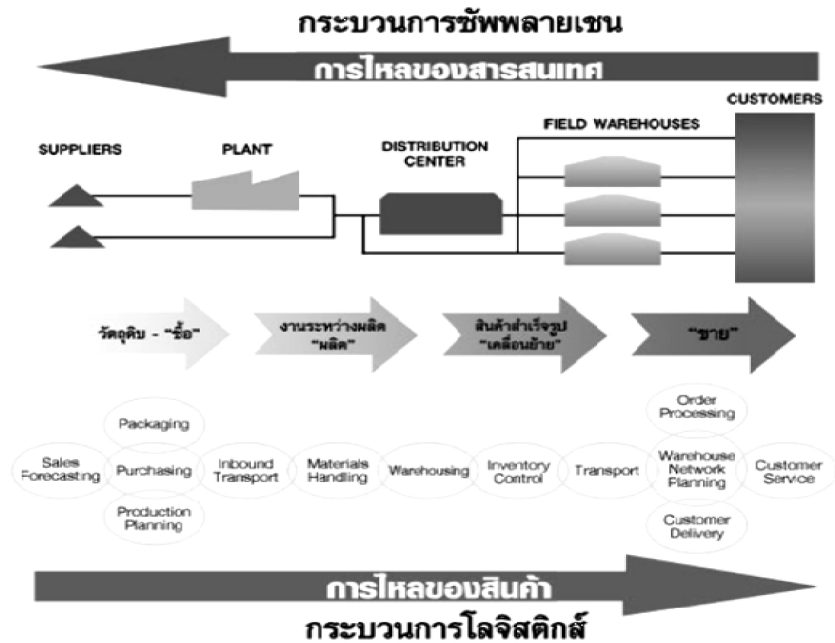
ในการวางแผนระบบโลจิสติกส์สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป จากที่กล่าวในบทที่ 1 ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาในส่วนของการจัดซื้อ การขนส่ง และการจัดเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป ซึ่งในบทนี้ได้นำทฤษฎีต่างๆ เช่น การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ การจัดซื้อ การขนส่ง การจัดเก็บสินค้าคงคลัง การวิจัยและดำเนินงาน การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โปรแกรมเชิงเส้น และระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนระบบโลจิสติกส์สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป และผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

2.1 การจัดการโซ่อุปทาน และโลจิสติกส์ (Supply Chain and Logistics Management)

เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อ จัดหาวัตถุดิบ การผลิต การจัดเก็บสินค้า การจำหน่าย การขนส่งหรือการส่งมอบสินค้าและบริการให้กับลูกค้า โดยเชื่อมโยงกระบวนการทุกขั้นตอนเข้าด้วยกันเป็นห่วงโซ่และเครือข่าย ทั้งภายในและภายนอกองค์กร ตั้งแต่ธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ อาทิ คู่ค้า ผู้จัดการวัตถุดิบ ผู้จัดการจำหน่าย หรือ ร้านค้าปลีก ให้เกิดการประสานงานอย่างต่อเนื่องและไปในแนวทางเดียวกัน ด้วยการนำสินค้าที่ถูกต้อง ไปยังสถานที่ที่ถูกต้อง ในเวลาที่ถูกต้อง โดยมีต้นทุนที่ต่ำลง เพื่อตอบสนองความต้องการของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และเพื่อให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้ ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ทุกองค์กรธุรกิจในประเทศต่างๆ ทั่วโลกต่างให้ความสนใจและต้องการให้เกิดการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด [5],[21]

2.1.1 การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)

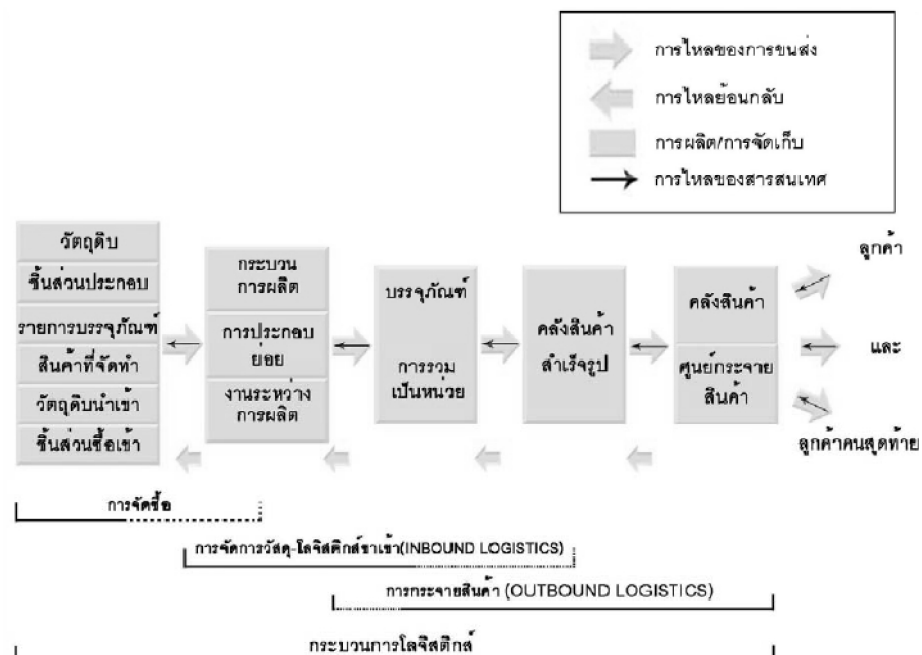
หมายถึง กระบวนการบูรณาการ ประสานงาน และควบคุมการเคลื่อนย้ายสินค้าคงคลังทั้งของวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องในกระบวนการจากผู้ขายวัตถุดิบผ่านบริษัทไปยังผู้บริโภค เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค (Council of Logistics Management) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน โลจิสติกส์จะควบคุมการไหลของวัสดุและสินค้าผ่านกิจกรรมโลจิสติกส์ต่างๆ จากผู้ขายปัจจัยการผลิตไปยังผู้บริโภคคนสุดท้าย ส่วนการจัดการโซ่อุปทานจะเน้นการไหลของสารสนเทศย้อนกลับจากผู้บริโภคคนสุดท้ายมายังผู้ขายปัจจัยการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน [21]

2.1.2 การจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Management)

หมายถึง กระบวนการจัดการเคลื่อนย้าย และจัดเก็บวัตถุดิบและสินค้าจากผู้ขายวัตถุดิบไปยังผู้บริโภค รายสุดท้าย (The Chartered Institute of Logistics and Transport) ซึ่งมีองค์ประกอบด้านโลจิสติกส์ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบด้านโลจิสติกส์ [21]

โลจิสติกส์มีหลายกิจกรรม เช่น การพยากรณ์ การวางแผนการผลิต การจัดซื้อ บรรจุกัมพูชา 6 เคลื่อนย้ายภายในองค์กร การผลิต คลังสินค้า การขนส่ง การกระจายสินค้า การบริการลูกค้า เป็นต้น ทุกกิจกรรมในโลจิสติกส์ต้องทำงานอย่างต่อเนื่อง และเกี่ยวข้องกันแบบเป็นกระบวนการการวัดผล งานการดำเนินงานในกระบวนการของบริษัททั้งหมด หรือทั้งซัพพลายเชน จะเห็นภาพขององค์กรมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องมากกว่าการทำงานของแต่ละฝ่าย

2.2 ระบบโลจิสติกส์ และการบริหารจัดการ [21]

สำหรับการจัดการและการวางแผนระบบโลจิสติกส์นี้สำคัญ เพราะจะต้องมีแบบแผนและข้อกำหนดที่ชัดเจน โดยตั้งกฎให้ผู้ปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ต้องมีการรายงานส่งเป็นลายลักษณ์อักษร และให้หัวหน้างานลงนามกำกับเพื่อตรวจสอบสินค้าอีกครั้ง แล้วจึงลงนามกำกับรับผิดชอบ และต้องมีการเขียนหมายเหตุทุกขั้นตอน การบริหารระบบโลจิสติกส์ คือการบริหารการตัดสินใจ ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบจนถึงการจัดส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 4 กลุ่ม ใหญ่ๆ คือ

1. การตัดสินใจเลือกแหล่งผลิต แหล่งทรัพยากร และแหล่งเก็บคงคลัง ซึ่งต้องพิจารณาถึงขนาด จำนวน และแหล่งที่ตั้ง โดยคำนึงถึงเส้นทางสู่ลูกค้า ต้นทุนการผลิต ภาษี และต้นทุนการขนส่งของแต่ละแหล่งที่ตั้ง
2. การตัดสินใจวางแผนและจัดลำดับการผลิต รวมทั้งสถานที่ผลิตโดยคำนึงถึงแหล่งที่ตั้งของผู้จัดส่งวัตถุดิบ ศูนย์กระจายสินค้า และแหล่งตลาด
3. การตัดสินใจในการวางแผนสินค้าคงคลัง สินค้าคงคลังสามารถรองรับความไม่แน่นอนของความต้องการในโซ่อุปทานได้ หากแต่ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง โดยมากจะเป็นจำนวนสูงถึง 20-40% ของมูลค่าสินค้า ดังนั้นจึงควรจัดการวางแผนควบคุมระดับสินค้าคงคลังให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงความพอใจของลูกค้า และต้นทุนการเก็บสินค้า
4. การตัดสินใจในด้านการขนส่งสินค้า โดยคำนึงถึงต้นทุนการขนส่ง ระยะทางการขนส่ง ความเร็วในการขนส่ง รวมถึงคุณภาพในการขนส่งอีกด้วย

2.3 กระบวนการทางธุรกิจ [5]

กระบวนการทางธุรกิจสำหรับการจัดการโลจิสติกส์ เป็นการศึกษากิจกรรมในการดำเนินการที่เกิดขึ้น กิจกรรมโลจิสติกส์เป็นกิจกรรมสนับสนุนการทำงานภายในโซ่อุปทาน เพื่อให้ทุกหน่วยงานภายในเชื่อมโยงเข้าหากัน รวมถึงเป็นการเชื่อมโยงโดยระหว่างองค์กรทั้งทางด้านการอุปสงค์และอุปทาน โดยกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ (Key Logistics Activities) สามารถแบ่งออกเป็น 13 กิจกรรมดังนี้

1. การติดต่อสื่อสารด้านโลจิสติกส์
2. การบริการลูกค้า

3. การจัดทำคำสั่งซื้อ
4. การพยากรณ์ความต้องการ
5. การจัดซื้อ
6. การบริหารสินค้าคงคลัง
7. กิจกรรมการขนส่ง
8. การบริหารคลังสินค้าและการจัดเก็บ
9. โลจิสติกส์ย้อนกลับ
10. การจัดเตรียมอะไหล่และชิ้นส่วนต่างๆ
11. การเลือกที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า
12. การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและสินค้า
13. การบรรจุและหีบห่อ

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาเฉพาะกิจกรรม การจัดซื้อ การขนส่ง และการบริหารคลังสินค้าและการจัดเก็บ

2.4 การจัดซื้อ (Procurement) [17], [18]

การจัดซื้อจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อการปฏิบัติงานกันระหว่างผู้จัดส่งวัตถุดิบและขั้นตอนการดำเนินงานของระบบการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์กร การจัดซื้อจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับเป้าหมายและกลยุทธ์ในการดำเนินงานโดยรวมขององค์กร นอกจากนี้การจัดซื้อยังเป็นช่องทางที่องค์กรจะได้รับรู้ข้อมูลที่สำคัญต่างๆ เช่น แหล่งวัตถุดิบผู้จัดส่งวัตถุดิบรายใหม่ เทคโนโลยีใหม่ๆ ในอุตสาหกรรมแนวโน้มของตลาดและอุตสาหกรรมที่ดำเนินอยู่ เป็นต้น

การปฏิบัติการจัดส่งจะมุ่งให้ความสนใจต่อการประเมินผลที่อาศัยการพิจารณาในสิ่งต่างๆ ดังนี้ การลดจำนวนผู้จัดส่งวัตถุดิบ การลดระยะเวลา (Lead Time) ของผู้จัดส่งวัตถุดิบ การพัฒนาปรับปรุงคุณภาพการผลิต การเพิ่มขึ้นของอัตราหมุนเวียนสินค้าคงคลัง (Inventory Turnover) การลดลงของมูลค่าของสินค้าคงคลัง

การจัดซื้อจัดหา หรือที่เป็นที่รู้จักในชื่อของการจัดหา (Procurement) เป็นจุดเชื่อมโยงที่สำคัญในโซ่อุปทาน สามารถมีอิทธิพลต่อความสำเร็จโดยรวมขององค์กรได้มาก สิ่งสำคัญของงานจัดซื้อจัดหาก็คือ จะต้องมียุทธศาสตร์ของวัตถุดิบที่พอเพียง ในราคาที่เหมาะสม มีคุณภาพตามที่ต้องการ ในสถานที่ที่ถูกต้อง และในเวลาที่ถูกต้องซึ่งมีความสำคัญต่อโรงงานผลิตใดๆ ก็ตาม กระบวนการนี้มีความสำคัญมากที่ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา หลายๆ องค์กรได้สร้างหน่วยงานและฝ่ายที่มีขนาดใหญ่ เพื่อจัดการกับธุรกรรมกับซัพพลายเออร์

นอกเหนือจากการบริหารจำนวนซัพพลายเออร์แล้ว ยังมีบริษัทอีกจำนวนมากที่พยายามจะเปลี่ยนจากความสัมพันธ์ในอดีตแบบแข่งขันกับซัพพลายเออร์ มาสู่ความสัมพันธ์ที่เหมือนเป็นหุ้นส่วนหรือเป็น

พันธมิตรกันมากขึ้น ความสัมพันธ์รูปแบบนี้มุ่งเน้นผลประโยชน์ร่วมกัน แม้ว่าทั้งสองฝ่ายต้องสร้างผลกำไรเพื่อจะอยู่รอดแต่ก็อาจมีส่วนต่างๆ ที่การร่วมมือกันจะทำให้ลดต้นทุนออกจากโซ่อุปทานได้

- วัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดหา
 1. การจัดซื้อที่ดินนั้นสามารถเพิ่มผลกำไรให้แก่กิจการได้
 2. กิจกรรมที่ต้องดำเนินการในหน้าที่การจัดซื้อ
 3. ผลกระทบของการผลิตที่มีต่อการจัดซื้อ
 4. บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการความสัมพันธ์กับซัพพลายเออร์

พันธกิจของการจัดซื้อจัดหา คือ การให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ และการบริการ ที่ต้องการโดยฝ่ายผลิต ฝ่ายกระจายสินค้า และองค์กรบริการ ณ เวลาที่ถูกต้อง ราคาที่ถูกต้อง สถานที่ที่ถูกต้อง ปริมาณ และคุณภาพที่ต้องการ

- ความคาดหวังขององค์กรที่มีต่อฝ่ายจัดซื้อจัดหา

งานจัดซื้อมักถูกมองว่าเป็นงานแรกของกิจกรรมโลจิสติกส์ (logistics) รับผิดชอบให้บริการให้ตรงความต้องการของหน่วยผลิตหรือหน่วยงานภายในอื่นๆ ฝ่ายจัดซื้อจัดหาจะต้องสามารถค้นหาความต้องการเหล่านั้น การสร้างความสัมพันธ์กับซัพพลายเออร์และวัตถุดิบ หรือแม้กระทั่งการทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้า

- พัฒนาการของการจัดซื้อ

งานจัดซื้อจัดหาเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานธุรกิจ และมีวิวัฒนาการอย่างค่อยเป็นค่อยไป รูปแบบโครงสร้างองค์กรหรือการแบ่งหน้าที่การทำงาน ออกเป็นฝ่ายหรือหน่วยงานต่างๆ ทำให้ภารกิจ และความรับผิดชอบเริ่มเด่นชัดมากขึ้น ความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขามีมากขึ้น ความรู้ความสามารถที่สะสมจากประสบการณ์ทำให้แต่ละงานมีความซับซ้อนและท้าทายเพิ่มขึ้น งานจัดซื้อเป็นงานที่ได้แปรเปลี่ยนตามความสามารถในการผลิตสินค้าขององค์กร ความเชี่ยวชาญในการผลิตที่เพิ่มขึ้นและการมุ่งเน้นการลดต้นทุน ทำให้เกิดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับภายนอกองค์กรหลายๆ กิจกรรม เช่น Outsource และ Subcontract

เทคโนโลยีที่พัฒนามากขึ้นได้ช่วยให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วย (การพัฒนาของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ) สามารถทำให้ลดระยะเวลาปฏิบัติงานที่เป็นกิจวัตรหรือสิ่งที่ต้องทำซ้ำๆ ส่งผลให้พนักงานมีเวลามากขึ้น (เทียบเวลาที่ใช้ต่องาน 1 ชิ้น หรือ 1 Transaction) และบุคลากรสามารถแสดงบทบาทที่สร้างคุณค่าได้มากขึ้น (Value – Added tasks) เช่น สามารถวิเคราะห์งานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมศึกษาดูงานนอกสถานที่ เพิ่มทักษะและประสบการณ์ นอกจากนี้ การจัดหาชิ้นไม่ได้เกี่ยวกับวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว การหาชิ้นยังอาจต้องจัดหาปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น

- สาธารณูปโภค – แก๊ส น้ำประปา ไฟฟ้า และโทรศัพท์

- เชื้อเพลิง – ดีเซล, เบนซิน และน้ำมันเชื้อเพลิง
- สินทรัพย์ – เครื่องจักร พาหนะ และอาคาร
- การเดินทางและโรงแรมที่พักสำหรับองค์กร
- วัสดุ อุปกรณ์ ของใช้ต่างๆ ในโรงงานและสำนักงาน
- บริการที่จัดจ้างออกไปภายนอก – การกระจายสินค้า บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ปรึกษา ฯลฯ
- อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ – ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการบริการสนับสนุน

แต่ละบริษัทจะมีการใช้ต้นทุนที่จุดต่างๆ ตามองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับธุรกิจขององค์กร สำหรับบริษัทขนส่ง เชื้อเพลิงอาจจะใช้ประมาณถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของงบประมาณรวมสำหรับปฏิบัติการ แต่สำหรับโรงงานผลิต ต้นทุนส่วนหลักอาจจะเป็นต้นทุนในการบริหารโรงงาน ต้นทุนเหล่านี้จะต้องถูกจัดการอย่างระมัดระวัง แต่ขั้นตอนแรกคือการพิจารณาเป้าหมายในการจัดซื้อ

- ประเภทของการจัดซื้อ (Purchase Categories)

ประเภทของการจัดซื้อโดยหลักการแล้วอาจจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภทได้แก่

1. ส่วนประกอบ (Component Part)
2. วัตถุดิบ (Raw Material)
3. สินค้าใช้ในการดำเนินงาน (Operating Supplies)
4. อุปกรณ์สนับสนุน (Support Equipment)
5. อุปกรณ์ดำเนินงาน (Process Equipment)
6. บริการ (Service)

2.4.1 ความรับผิดชอบของแผนกจัดซื้อ (Responsibility of Purchasing Section)

เมื่อองค์กรมีความจำเป็นที่จะต้องมีการซื้อ (Purchasing) แผนกจัดซื้อจะต้องพยายามจัดซื้อให้ดีที่สุด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดซื้อ โดยการจัดซื้อที่ดีที่สุดและต้องคำนึงถึงประเด็นสำคัญดังนี้

1. คุณสมบัติที่ถูกต้อง (Specify)
2. ปริมาณที่ถูกต้อง (Quantity)
3. ราคาที่ถูกต้อง (Price)
4. ช่วงเวลาที่ถูกต้อง (Time)
5. แหล่งขายที่ถูกต้อง (Distribution)
6. การนำส่งที่ถูกต้อง (Carry)

2.4.2 วิธีปฏิบัติในการจัดซื้อ (Procedure in Purchasing)

การจัดซื้อวัสดุเพื่อนำมาใช้ในการผลิตและการดำเนินงานของธุรกิจเป็นภารกิจที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง การปฏิบัติงานในช่วงหนึ่งๆ จะเกี่ยวข้องกับการจัดซื้อหลายๆ รายการ แต่ละรายการมีความแตกต่างในด้านคุณสมบัติ ราคา จำนวน แหล่งขาย การปฏิบัติการจัดซื้อมีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีเอกสารเกี่ยวข้องจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้การจัดซื้อจึงต้องใช้แรงงาน เวลา และต้นทุนสูง การจัดระบบปฏิบัติในการสั่งซื้ออย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การจัดซื้อดำเนินไปด้วยความคล่องตัวและถูกต้องเหมาะสม

ระบบปฏิบัติในการจัดซื้อของแต่ละกิจกรรมย่อมแตกต่างกันไป เนื่องจากแต่ละกิจการมีความแตกต่างกันไปในนโยบาย สินค้าและบริการที่ผลิต ทรัพยากรต่างๆ ดังนั้นจึงไม่สามารถกำหนดรูปแบบที่ดีได้แน่นอนตายตัว แต่โดยทั่วไประบบปฏิบัติในการจัดซื้อที่สมบูรณ์จะประกอบด้วยขั้นตอนพื้นฐานดังนี้

1. รับการวิเคราะห์ใบขอซื้อ (Purchase Requisition : PR) ซึ่งจะวิเคราะห์ถึงประเภท ของสิ่งของ และจำนวนที่ซื้อ
2. ศึกษาถึงสภาพตลาด แหล่งที่จะจัดซื้อและผู้ขาย
3. ส่งใบขอให้เสนอราคา (Request for Quotations) ไปยังผู้ขายหลายๆ แห่ง
4. รับและวิเคราะห์ใบขอให้เสนอราคาจากผู้ขาย
5. เลือกผู้ขายที่เสนอราคาและเงื่อนไขต่างๆ ที่ดีที่สุด
6. กำหนดราคาของสิ่งของที่จะสั่งซื้อให้ถูกต้อง
7. ส่งใบสั่งซื้อ (Purchase Order : PO) ไปยังผู้ขายที่ต้องการจะซื้อ
8. ติดตามผลให้เป็นไปตามที่ได้ติดต่อหรือตามสัญญา
9. วิเคราะห์รายงานการรับรองของ
10. วิเคราะห์และตรวจสอบใบกำกับสินค้า (Invoice) ของผู้ขาย เพื่อการจ่ายเงิน

2.4.3 การพิจารณาเลือกประเภทของสัญญา

เนื่องจากสัญญามีมากมายหลายประเภท ผู้ซื้อจะต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ประเภทของสัญญามากที่สุด ถ้าจะใช้วิธีการประกวดราคาหรือสอบราคา จะเป็นการดีที่ผู้ซื้อจะเลือกใช้สัญญาแบบราคาตายตัวที่บริษัทกำหนด ในทางกลับกัน ถ้ายังสงสัยในความยุติธรรมของราคา สัญญาราคาตายตัวอาจทำให้เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายต่อผู้ซื้อและไม่ควรเลือกใช้ ถ้าความไม่แน่นอนของราคาเกิดจากแรงงานและสถานะตลาดไม่มั่นคง การเพิ่มหรือลดเงินเป็นสิ่งที่ควรใช้ ถ้าความไม่แน่นอนเกิดจากการปรับปรุงความพยายามในการผลิต ก็จะต้องใช้สัญญาแบบจูงใจ กล่าวโดยย่อ ปัจจัยหลายอย่างกระทบต้นทุนจัดซื้อ สามารถนำทางผู้ซื้อในการเลือกสัญญาประเภทที่ดีที่สุดในสถานการณ์การซื้อในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง

สภาพโดยเฉพาะของพัสดุ เครื่องมือเครื่องใช้หรือบริการที่จะซื้อ มักจะชี้ให้เห็นประโยชน์ของสัญญาประเภทหนึ่งว่าเหนือกว่าประเภทอื่น ยิ่งพัสดุที่ซื้อมีความสลับซับซ้อนหรือพัฒนาไปมาก ก็ยิ่งเสี่ยงภัยและยุ่งยากที่จะใช้สัญญาราคาตายตัว ความไม่แน่นอนใดๆ ในการออกแบบกระทบต่อความสามารถของผู้ขายในการประเมินต้นทุน เช่น การขาดประสบการณ์เกี่ยวกับต้นทุนของพัสดุใหม่ รายละเอียดของการจัดซื้อครั้งใดอาจชี้ให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของราคาได้ ความเข้าใจในความไม่แน่นอนเหล่านี้เป็นโอกาสให้ผู้ซื้อแบ่งปันกันไประหว่างบริษัทของเขากับบริษัทผู้ขายโดยวิธีการเลือกใช้สัญญาประเภทที่ถูกต้อง

จังหวะในการจัดซื้อมักเป็นปัจจัยควบคุมการเลือกประเภทของสัญญา ถ้ามีเวลาให้ผู้ขายในระยะสั้นเพื่อเตรียมการประกวดราคา ก็จะลดความน่าเชื่อถือได้ของการประมาณต้นทุน และเป็นการเพิ่มราคาระยะเวลาการจัดส่งที่สั้น โดยปกติมักจะตัดสิทธิ์การใช้สัญญาจูงใจให้ได้ผลน้อยลง ในทำนองตรงข้ามระยะสัญญาที่ยาวจะให้เวลาที่มักจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการลดต้นทุนให้เกิดขึ้น สถานการณ์เช่นนี้เหมาะกับสัญญาประเภทจูงใจ ข้อเท็จจริงของการจัดซื้อแต่ละคราวจะต้องได้รับการพิจารณาให้ถี่ถ้วน เพื่อกำหนดว่าสัญญาประเภทไหนที่ผู้ซื้อควรใช้

ปฏิบัติการทางธุรกิจในแต่ละอุตสาหกรรมอาจชี้แนวทางในการเลือกใช้สัญญาแต่ละประเภทได้ เช่น อุตสาหกรรมการก่อสร้าง แต่เดิมยอมรับราคาตายตัวมากกว่าบางอุตสาหกรรม บริษัทที่ปทางด้านบริหารก็ไม่เข้าแข่งขันในด้านราคา ปัจจัยทางธุรกิจเหล่านี้ช่วยกำหนดประเภทของสัญญาที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์ซื้อต่างๆ

ความเข้มข้นของการแข่งขันอาจมีอิทธิพลต่อประเภทของสัญญาที่จะใช้ด้วย ถ้าการแข่งขันเข้มข้นมาก และราคาใกล้เคียงกัน ผู้ซื้ออาจรู้สึกว่าราคายุติธรรมและมีเหตุผลแล้ว จึงใช้ราคาคงที่ (ราคาตายตัว) ตรงกันข้ามถ้าการแข่งขันไม่มีมากพอ และผู้ซื้อสงสัยเกี่ยวกับความมีเหตุผลของราคา ก็ใช้สัญญาจูงใจหรือต้นทุนจะเหมาะสมกว่า

กล่าวโดยย่อ ความนิยมในราคาตายตัวที่บริษัทกำหนดของผู้ซื้อ เป็นแต่เพียงจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์เพื่อเลือกสัญญาประเภทอื่น เมื่อผู้ซื้อเลือกใช้สัญญาประเภทอื่น เขาจะชั่งน้ำหนักความนิยมในราคาตายตัวกับภัยที่เกี่ยวข้อง เวลาที่มีอยู่ ระดับการแข่งขัน ประสบการณ์ในอุตสาหกรรม ความมั่นคงของราคาที่เสนอมา สภาพทางเทคนิคและการพัฒนาของพัสดุที่จะซื้อ และข่าวสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและเศรษฐกิจที่กระทบต่อรายการซื้อ การเลือกสัญญาประเภทที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์ต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

2.4.4 นโยบายราคา

นโยบายราคา คือแนวทางในการตัดสินใจเลือกราคา เพื่อเป็นพื้นฐานในการเข้าสู่กลยุทธ์ราคาต่อไป
นโยบายราคาที่นิยมใช้ ได้แก่

- นโยบายระดับราคา (Price Level Policy)

ระดับราคาที่กิจการจะเลือกกำหนดแบ่งได้ 3 ระดับ คือ

1. ระดับราคาตามราคาตลาด (Meet the Market Price) คือการขายสินค้าตามราคาการแข่งขันในตลาด
2. ระดับราคาสูงกว่าราคาตลาด (Above the Market Price) คือ การขายสินค้าให้มีราคาสูงกว่าราคาทั่วไปที่จำหน่ายในท้องตลาด
3. ระดับราคาต่ำกว่าราคาตลาด (Under the Market Price) คือ การจำหน่ายสินค้าให้มีราคาต่ำกว่าท้องตลาด

- นโยบายราคาเดียว หรือราคายืดหยุ่นได้ (One Price or Flexible Price Policy)

1. นโยบายราคาเดียว (One Price Policy) คือ การคิดราคาสินค้าเท่ากันกับลูกค้าทุกราย
 2. นโยบายราคายืดหยุ่นได้ (Flexible Price Policy) คือ การคิดราคาสินค้าต่างกันในกลุ่มลูกค้าแต่ละราย
- สำหรับนโยบายราคายืดหยุ่นได้ เนื่องจากราคาขายให้แก่ลูกค้าแต่ละรายจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเจรจาต่อรองของลูกค้า ดังนั้นจึงมีเรื่องของ การให้ส่วนลดเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย
- ส่วนลด (Discount) คือ ส่วนของราคาที่ผู้ขายยอมลดให้ต่ำกว่าราคาขายที่กำหนดไว้แต่แรก

1) ประเภทของส่วนลด

- ส่วนลดการค้า เป็นส่วนลดที่เกิดขึ้นเมื่อมีการซื้อขายสินค้าทันที เช่น ลดจากป้าย 25% เป็นต้น หรือเป็นส่วนลดในช่องทางการจัดจำหน่ายแก่คนกลางระดับต่างๆ
- ส่วนลดปริมาณ ใช้เพื่อต้องการเป็นสิ่งจูงใจให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อในปริมาณที่ผู้ขายต้องการ เช่น ไข่ไก่ฟองละ 3 บาท 7 ฟอง 20 บาท
- ส่วนลดเงินสด เป็นส่วนลดที่เกิดจากการขายให้สินเชื่อกับลูกค้าชำระเงินเร็วภายในกำหนด เช่น 15 วัน จะให้ส่วนลด 10% แต่ถ้า 30 วัน จะไม่ได้ส่วนลด เป็นต้น
- ส่วนลดนอกฤดูกาล สินค้าส่วนใหญ่ในช่วงเทศกาลจำหน่ายมักจะขายดี แต่พอพ้นช่วงฤดูกาลอาจไม่มีคนสนใจ จึงใช้ส่วนลดนอกฤดูกาลเข้ามาช่วยจูงใจลูกค้า เช่น รมกับฝน ถ้าซื้อช่วงหน้าร้อน หรือหน้าหนาวที่ไม่มีฝนตกจะลดราคาให้ เพื่อเป็นการระบายสินค้า หารายได้เข้าร้านในช่วงที่สินค้าไม่ได้รับความสนใจ

2) พฤติกรรมการลด

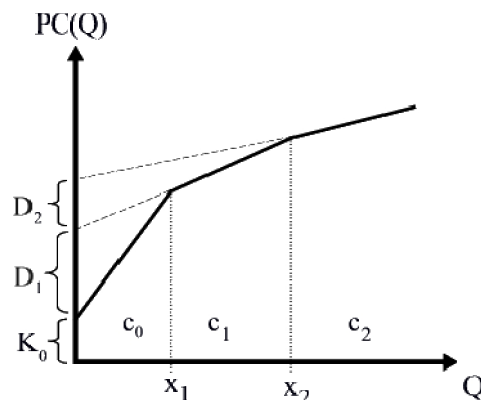
John F. Proud [20] ได้แบ่งพฤติกรรมการลดออกเป็น 2 แบบ คือ All Unit Discount และ Incremental Discount สามารถอธิบายได้ดังนี้

- All Unit Discount : พฤติกรรมการลดที่กำหนดให้ตัวแปรราคาที่จ่ายคงที่สำหรับรายการที่ซื้อทุกหน่วยการสั่ง ราคาต่อหน่วยจะลดลงเมื่อทำการสั่งซื้อในปริมาณที่มากกว่าหรือเท่ากับจุดกำหนดลดราคา ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ค่าที่คงที่และไม่คงที่ สามารถคำนวณระดับราคาที่กำหนดไว้แต่ละระดับได้ ดังสมการ

$$PC(Q_j) = K + (C_j \times Q_j) \quad (2.1)$$

เมื่อ K คือ ค่าใช้จ่ายคงที่
 C คือ ค่าใช้จ่ายผันแปร
 Q คือ ปริมาณที่ซื้อ
 j คือ จุดแบ่งระดับของราคา

ถ้า $C_j(Q)$ หมายถึง ค่าตัวแปรสำหรับการสั่งซื้อปริมาณ Q ฟังก์ชันค่าใช้จ่ายสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3 จุดแบ่งระดับปริมาณมี X_1 และ X_2 จุดที่ 1 จะเท่ากับ C_1 คูณด้วย X_1 บวก K และจุดที่ 2 เท่ากับ C_2 คูณด้วย X_2 บวก K หน่วยราคาของ C_2 จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ X_2



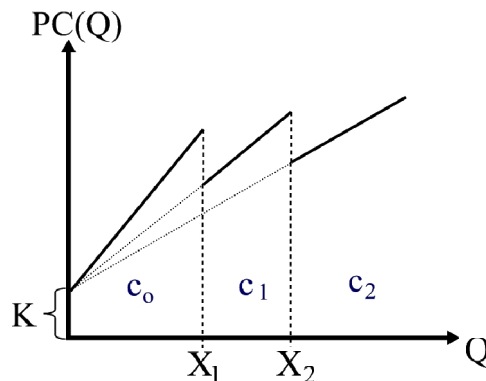
รูปที่ 2.3 กราฟฟังก์ชันค่าใช้จ่ายสำหรับกรณี All Unit Discount [20]

สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$PC(Q) = \begin{cases} K + (C_0 \times Q) & \text{for } 1 < Q < x_1 \\ K + (C_1 \times Q) & \text{for } x_1 < Q < x_2 \\ K + (C_2 \times Q) & \text{for } x_2 < Q \end{cases} \quad (2.2)$$

- Incremental Discount : สำหรับนโยบายส่วนลดประเภทนี้จะทำการเพิ่มส่วนลดเฉพาะปริมาณที่เกินจุดแบ่งระดับปริมาณตัวอย่างเช่น ถ้าหากจุดแบ่งระดับราคาอยู่ที่ 1,000 หน่วย และปริมาณการสั่งซื้อ 1,500 หน่วย แล้ว 999 หน่วยแรกจะไม่ได้รับส่วนลด จะได้รับส่วนลดเฉพาะ 501 หน่วยที่เกินจุดแบ่งระดับราคา ซึ่งสามารถใช้ส่วนลดได้ ในการเปรียบเทียบกับกรณีของนโยบายส่วนลดปริมาณแบบ All Unit Discount การสั่งซื้อรวม 1,500 หน่วย กรณี

Incremental Discount จะได้รับส่วนลดที่ราคาต่ำกว่า พฤติกรรมการลดของกรณี Incremental Discount แสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กราฟฟังก์ชันค่าใช้จ่ายสำหรับกรณี Incremental Discount [20]

สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$PC(Q) = \begin{cases} K + (C_0 + Q) & \text{for } 1 \leq Q < x_1 \\ K + (C_0 \times (x_1 - 1)) + (C_1 \times (Q - x_1)) & \text{for } x_1 \leq Q < x_2 \\ K + (C_0 \times (x_1 - 1)) + (C_1 \times (x_2 - x_1)) + (C_2 \times (Q - x_2)) & \text{for } x_2 \leq Q \end{cases} \quad (2.3)$$

2.5 การขนส่ง (Transportation) [7], [11]

การขนส่ง หมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งการขนส่งจะทำให้เกิดการสร้างเส้นทางจากจุดเริ่มต้นของระบบโลจิสติกส์ไปสู่มือลูกค้า โดยที่การขนส่งจะมีบทบาทสำคัญในทุกๆ โลจิสติกส์ เนื่องจากเป็นการยากที่สินค้าจะถูกผลิต แล้วถูกนำไปใช้ในทีเดียวกัน นอกจากนี้การขนส่งยังถือเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในระบบโลจิสติกส์

2.5.1 วัตถุประสงค์ในการขนส่ง (Objectives of Transportation)

มีจุดมุ่งหมายตามลักษณะทางธุรกิจหรือเหตุผลในการขนส่งซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อการสังคม
2. เพื่ออยู่อาศัยและการประกอบอาชีพ
3. เพื่อการเมืองและการปกครอง
4. เพื่อการศึกษาหาความรู้
5. เพื่อการท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจ
6. เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น

2.5.2 ประโยชน์ของการขนส่ง

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อชีวิตและความเป็นอยู่ในปัจจุบันของบุคคล เพราะการขนส่งเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม กล่าวคือ การเดินทางไปมาหาสู่ซึ่งกันและกันนั้นเพื่อทุกจุดประสงค์ถือว่าเป็นเรื่องเกี่ยวข้องโดยตรง ส่วนสินค้าและบริการต่างๆ ที่เกี่ยวกับเครื่องอุปโภคบริโภคนั้นก็เกี่ยวข้องโดยอ้อม ฉะนั้นพอที่กล่าวถึงประโยชน์ของการขนส่งได้ดังต่อไปนี้

1. ทำให้เกิดปัจจัยสี่
2. ทำให้เกิดชุมชนใหม่ขึ้น
3. ทำให้เกิดตลาดสินค้าและบริการ
4. ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์
5. เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ

2.5.3 ขอบเขตและหน้าที่ของการขนส่ง

การขนส่งเป็นสื่อกลางเชื่อมโดยสิ่งต่างๆ ระหว่างสถานที่ต่างๆ และถือว่าเป็นการให้บริการตามความต้องการของผู้บริโภคโดยไม่สามารถเห็นเป็นรูปของสินค้าได้ แต่อยู่ในรูปของการบริการซึ่งไม่มีตัวตนแต่ก็สามารถสัมผัสได้ซึ่งถ้าพิจารณากันในลักษณะของการผลิตและการบริโภคแล้วก็สามารถที่จะกล่าวได้ว่า การขนส่งมีการสนับสนุนการผลิตการขนส่งทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายปัจจัยที่ใช้ในการผลิต เช่น วัตถุดิบ วัสดุ และอุปกรณ์ในการผลิต เป็นต้น โดยขนส่งเพื่อผลิตเป็นสินค้าและบริการต่อไปสนับสนุนการตลาด การขนส่งทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายผลผลิตที่สำเร็จออกมาเป็นสินค้าและการบริการไปสู่ตลาดให้ถึงมือผู้บริโภคได้อย่างทันเวลาและความต้องการในทุกสถานที่ ดังนั้นหน้าที่ของการขนส่งที่มีต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของบุคคลแล้วสามารถพิจารณาได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1. หน้าที่โดยตรง ในลักษณะนี้หมายถึงการขนส่งมีหน้าที่ในการขนส่งตัวบุคคลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง กล่าวคือเป็นการขนส่งผู้โดยสาร
2. หน้าที่โดยอ้อม ในลักษณะนี้การขนส่งมีหน้าที่ในการขนส่งสินค้าและบริการต่างๆ ทั้งที่สำเร็จรูปหรือยังเป็นวัตถุดิบไปยังโรงงานหรือลูกค้าจากแหล่งวัตถุดิบไปยังแหล่งผลิตหรือจากแหล่งวัตถุดิบไปยังแหล่งตลาดนี้ก็เป็นเรื่องของขนส่งและบริการ

ถ้าพิจารณาในทางเศรษฐกิจแล้วการขนส่งมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. มีหน้าที่ในการนำทรัพยากรจากแหล่งวัตถุดิบไปยังแหล่งผลิตแล้วส่งไปยังตลาดจนถึงมือผู้บริโภค
2. ทำให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านเวลาและสถานที่ (Creator of Time and Places)
3. เป็นตัวเชื่อมช่องว่าง (Bridging the Gap) จากที่หนึ่งกับอีกที่หนึ่ง

2.5.4 การพัฒนาการขนส่ง (Transportation Development)

เทคโนโลยีต่างๆ เมื่อผลิตขึ้นมาแล้วก็ต้องมีการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเรื่อยๆ การขนส่งก็เช่นเดียวกันจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีความเจริญก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลาโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาอยู่ 3 ประการใหญ่ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเพื่อลดเวลาในการขนส่ง
2. การพัฒนาเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
3. การพัฒนาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการขนส่ง

2.5.5 ประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency of Transportation)

การพัฒนาการขนส่งนั้นมุ่งที่พัฒนาให้การขนส่งมีคุณภาพมีมาตรฐานและมีประสิทธิภาพมากที่สุดซึ่งตามหลักของการขนส่งแล้วถือว่าการขนส่งที่มีประสิทธิภาพต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. รวดเร็ว (Speed)
2. ประหยัด (Economy)
3. ปลอดภัย (Safety)
4. สะดวกสบาย (Convenient)
5. แน่นนอนตรงต่อเวลาเชื่อถือได้ (Certainty and Punctuality)

2.5.6 ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการขนส่ง

ในการประกอบกิจการทางด้านขนส่งนั้นมียอดปัจจัยประกอบ (Factors) หรือปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. เส้นทาง (Ways or Route)
2. อุปกรณ์ (Vehicle or Equipment)
3. สถานี (Terminal)

นอกจากปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการข้างต้นนี้แล้วยังมีองค์ประกอบอื่นๆที่ต้องพิจารณาอีกเช่น

1. ผู้ประกอบการ (Operator or Carrier)
2. กฎระเบียบข้อบังคับต่างๆ (Regulations)

2.5.7 รูปแบบการขนส่ง

รูปแบบการขนส่ง (Transportation Mode) สามารถจำแนกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับว่าจะใช้เกณฑ์อะไรมาพิจารณา เช่น ชนิดของเทคโนโลยี หน้าที่ หรือประเภทของการให้บริการ ความรับผิดชอบในการนำระบบการขนส่งมาใช้ และอื่นๆ อย่างไรก็ตามรูปแบบการขนส่งที่เป็นที่ยอมรับกันใน

ระดับสากลสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 รูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นทางที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ ดังนี้

1. การขนส่งทางบกประกอบด้วยการขนส่งทางถนน (Road Transportation) และการขนส่งโดยใช้ราง (Railway Transportation)
 - การขนส่งทางถนน เป็นการขนส่งที่ยืดหยุ่นมากที่สุดและมีขีดความสามารถในการขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทางได้โดยไม่ต้องพึ่งการขนถ่ายไปสู่การขนส่งรูปแบบอื่นในระหว่างทาง นอกจากนี้ยังมีความเร็วค่อนข้างสูง และเชื่อมโยงกับวิธีการขนส่งชนิดอื่นได้อย่างดี
 - การขนส่งโดยใช้ราง สามารถขนถ่ายได้ปริมาณมากในระยะทางไกลด้วยความเร็วค่อนข้างสูงอีกทั้งเมื่อเทียบกับการขนส่งแบบอื่นแล้ว การขนส่งทางรถไฟได้รับความกระทบกระเทือนจากลมฟ้าอากาศน้อยที่สุด และมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าการขนส่งแบบอื่น
2. การขนส่งทางอากาศ เป็นการขนส่งที่มีความเร็วสูงยืดหยุ่นมากเลือกเส้นทางได้ไม่จำกัดแต่การขนส่งทางอากาศมีข้อจำกัดมากมายหลายประการ เช่น การขนส่งขึ้นกับสภาพลมฟ้าอากาศ มีค่าใช้จ่ายสูง มีความยืดหยุ่นในเส้นทางน้อย และต้องอาศัยสิ่งอำนวยความสะดวกในการบินขึ้นลง
3. การขนส่งทางน้ำ หมายความว่ารวมถึงการขนส่งโดยการเดินเรือทะเล การขนส่งโดยเรือชายฝั่ง และการขนส่งโดยการเดินเรือทางน้ำในแผ่นดินการขนส่งทางน้ำสามารถขนส่งได้ปริมาณมากแต่ความเร็วค่อนข้างต่ำ และมีข้อจำกัดคือจะต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการบรรทุกและขนถ่ายและขึ้นอยู่กับสภาพทางน้ำ และสิ่งก่อสร้างเกี่ยวกับทางน้ำ สุดท้ายคือจะต้องพิจารณาสภาพอากาศ
4. การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transportation) โดยธรรมดาใช้ขนส่งเชื้อเพลิงเหลวในปริมาณมากๆ เป็นการขนส่งที่ประหยัดทั้งเจ้าหน้าที่ยานพาหนะและค่าใช้จ่าย

2.6 การบริหารคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage) [12], [13]

ในการจัดการโซ่อุปทานนั้นการจัดการสินค้าคงคลังถือเป็นสิ่งจำเป็นในทางปฏิบัติ เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วเพิ่มขึ้น หน้าที่การจัดเก็บสินค้าคงคลังจะมีกิจกรรมพื้นฐานแยกรายละเอียดได้ดังนี้ การจัดเก็บสินค้า การรวบรวมสินค้า การรวบรวมสินค้าก่อนจัดส่ง และการแยกย่อยสินค้าก่อนจัดส่งคลังสินค้าเป็นสถานที่เก็บรวบรวมสินค้าไว้ชั่วคราวซึ่งมีด้วยกันหลายลักษณะ ปัจจัยที่ทำให้คลังสินค้าทำหน้าที่แตกต่างกันคือระยะเวลาที่สินค้าถูกจัดเก็บจะมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของสินค้าและวัตถุประสงค์ของการ

คลังสินค้าอื่นๆซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือคลังสินค้าสำหรับเก็บรักษา (Holding Warehouse) คลังสินค้าสำหรับกระจายสินค้า (Distribution Warehouse)

ระบบข้อมูลการจัดการคลังสินค้าจากที่กล่าวมาเป็นภาพรวมด้านกายภาพของคลังสินค้าที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อให้เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน สำหรับองค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือระบบข้อมูลการจัดการคลังสินค้าที่ทำให้ติดตามควบคุมปริมาณของคลังสินค้าไปเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดการคลังสินค้าประกอบด้วยจำนวนรายการสินค้าที่เก็บรักษา (Stock Keeping Units: SKU) มูลค่าสินค้าคงคลังในแต่ละรายการปริมาณสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้านี้ระยะเวลาของการจัดการสั่งซื้อของคลังสินค้า จำนวนบุคลากร และการจัดการที่เกี่ยวข้องกับสินค้า

2.6.1 ต้นทุนการบริหารคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง

1. ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing cost) เกิดจากการดำเนินกิจกรรมการให้บริการภายในคลังสินค้า การจัดเก็บสินค้า การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า ซึ่งมีลักษณะเดียวกับต้นทุนการขนส่งที่ผู้ประกอบการสามารถดำเนินงานเองที่เรียกว่า In-house และการจ้างให้ผู้อื่นๆ ดำเนินการให้หรือเช่าที่ผู้อื่น ที่เรียกว่า Outsource
2. ต้นทุนในการถือครองสินค้า (Inventory Carrying Cost) คือ ต้นทุนในการถือครองสินค้าหรือค่าเสียโอกาสที่เงินทุนไปจมอยู่ในสินค้า รวมถึงต้นทุนค่าดอกเบี้ย ค่าประกันสินค้า เป็นต้น

2.6.2 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง

1. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering cost) เป็นค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการสั่งซื้อ แต่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่สั่ง เพราะการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณมากหรือน้อย ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อก็ยังคงที่ ถ้าสั่งซื้อบ่อยค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะสูงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อได้แก่ ค่าเอกสาร ใบสั่งซื้อ ค่าจ้างพนักงานจัดซื้อ ค่าโทรศัพท์ ค่าขนส่งสินค้า ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับของและเอกสาร ค่าธรรมเนียมการนำสินค้าออกจากศุลกากร ค่าใช้จ่ายในการชำระเงิน เป็นต้น
2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying) เป็นค่าใช้จ่ายในการเก็บและการรักษาสภาพสินค้าคงคลังให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าคงคลังและระยะเวลาที่เก็บสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ได้แก่ ต้นทุนสินค้าคงคลังในรูปดอกเบี้ยจ่าย ค่าเสียโอกาสทางธุรกิจ ค่าเช่าคลังสินค้า ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายของสินค้าที่ชำรุดเสียหายหรือหมดอายุเสื่อมสภาพจากการเก็บนานเกินไป ค่าภาษีและการประกันภัย ค่าจ้างพนักงานรักษาความปลอดภัย พนักงานทำความสะอาด และพนักงานประจำคลังสินค้า

3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาด (Shortage Cost หรือ Stock Out Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อการผลิตหรือการขาย ทำให้ลูกค้ายกเลิกคำสั่งซื้อ ขาดรายได้ที่ควรได้ กิจกรรมเสียชื่อเสียง กระบวนการผลิตหยุดชะงักเกิดการว่างงานของเครื่องจักรและคนงาน ค่าใช้จ่ายนี้เป็นทิศทางตรงข้ามกับปริมาณสินค้าคงคลังที่มี เพราะถ้าสินค้าคงคลังมากทำให้ไม่เกิดการขาดสินค้า แต่ถ้ามีสินค้าคงคลังน้อย โอกาสที่ทำให้เกิดการขาดมีมาก และค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่ขาดรวมทั้งระยะเวลาที่สินค้าขาด เช่น คำสั่งซื้อของลีดพิเศษ โดยสั่งจากต่างประเทศทางเครื่องบิน เพื่อนำมาใช้แบบฉุกเฉิน ค่าปรับเนื่องจากสินค้าให้ลูกค้าล่าช้า ค่าเสียโอกาสในการขาย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเสียค่าความนิยม
4. ต้นทุนในการจัดการเตรียมการผลิต (Set up cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในการจัดเตรียมกระบวนการผลิต เช่น การจัดเตรียมเครื่องจักร ค่าจ้างแรงงานของพนักงาน การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วต้นทุนในการจัดเตรียมการผลิตสูงขึ้นตามจำนวนครั้งของการสั่งผลิต หากทำการวางแผนให้เหมาะสมสามารถทำให้เวลาของการผลิตเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถกำหนดเวลาหยุดผลิต ซึ่งหากทำการวางแผนให้เหมาะสมสามารถทำให้เวลาของการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสามารถกำหนดเวลาหยุดผลิต หรือเวลาเริ่มผลิตได้ ส่งผลให้ต้นทุนลดต่ำลงได้ บางครั้งในธุรกิจประเภทค้าปลีกหรือค้าส่ง หรือที่เรียกว่า ซื้อมา ขายไป สามารถจัดต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้าเป็นต้นทุนประเภทเดียวกันกับต้นทุนในการจัดเตรียมการผลิต

2.6.3 ประเภทของสินค้าคงคลัง

1. วัตถุดิบ (Raw Material) คือ ชิ้นส่วนทุกชิ้นที่ส่งมายังโรงงานแล้วต้องการแปรรูปโดยผ่านกระบวนการผลิตเพิ่มเติม ก่อนที่จะนำไปใช้ในรูปแบบของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่อไป เช่น เหล็กแผ่นหรือเส้น ผ้าฝ้ายเป็นผืน พลาสติก เป็นต้น
2. ชิ้นส่วนสำเร็จ (Purchased Parts) คือ ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการกระบวนการผลิตเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้งานต่อ เช่น กระบอกลูกสูบ สกรู นอต ยางรถยนต์ เป็นต้น
3. งานระหว่างผลิต (Work-In-Process : WIP) คือ พัสตทุทุกชนิดที่อยู่ในกระบวนการผลิตเพื่อรอคอยการผลิตจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป
4. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish Goods) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาซึ่งสามารถส่งขายได้ทันทีแต่อาจอยู่ระหว่างรอการขนส่ง หรือเป็นสินค้าสำรอง
5. วัสดุสิ้นเปลือง (Supplies) คือ วัสดุทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโรงงาน ซึ่งไม่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเชื้อเพลิง หลอดไฟ และยางอาจรวมถึงเครื่องใช้ในสำนักงานด้วย ได้แก่ ปากกา กระดาษ ดินสอ วัสดุสิ้นเปลืองบางครั้งอาจเรียกว่า วัสดุทางอ้อม (Indirect Material) และชิ้นส่วนสำเร็จจะเรียกว่า วัสดุทางตรง (Direct Material)

6. สินค้าอื่นๆ เช่น สินค้าที่ส่งคืน สินค้าที่แตกหักเสียหาย สินค้าที่รอการแก้ไข สินค้าที่ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดเฉพาะ

2.7 การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) [6]

การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เพื่อการหาวิธีการหรือหนทางที่ดีที่สุดที่จะใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากที่สุด ตัวอย่างการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เช่น การหาระยะทางสั้นที่สุดในการเดินทางจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่ง การหากำไรสูงสุดในการผลิตสินค้าภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ หรือการวางแผนการลงทุน เป็นต้น

ลักษณะของปัญหาที่ต้องการใช้การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหนึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

1. ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจมีค่าเปลี่ยนแปลงได้และผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นมีผลต่อการได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) สำหรับในการหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์นั้นเราจะใช้ตัวแปร $x_1, x_2, \dots, x_n$ แทนตัวแปรตัดสินใจ
2. ข้อจำกัด (Constraints) คือ ข้อจำกัดในการแก้ปัญหา ซึ่งเราสามารถแสดงข้อจำกัดในรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรตัดสินใจได้หลายแบบเช่น

$$\text{ข้อจำกัดแบบน้อยกว่าหรือเท่ากับ} \quad f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b$$

$$\text{ข้อจำกัดแบบมากกว่าหรือเท่ากับ} \quad f(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b$$

$$\text{ข้อจำกัดแบบเท่ากับ} \quad f(x_1, x_2, \dots, x_n) = b$$

โดยที่ b คือค่าคงที่ของข้อจำกัด

3. วัตถุประสงค์ (Objectives) คือ เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่เราต้องการได้จากการแก้ปัญหา เช่น จำนวนระยะทางที่สั้นที่สุด ราคาต่ำสุด ค่าใช้จ่ายต่ำสุด กำไรสูงสุด เป็นต้น รูปแบบโดยทั่วไปของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ $MAX (or MIN) f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

จากที่กล่าวมานี้สามารถสรุปรูปแบบทั่วไปของการแก้ปัญหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ดังนี้

$$\begin{array}{ll}
 \text{MAX (or MIN)} & f_0(x_1, x_2, \dots, x_n) \\
 \text{Subject to} & f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1 \\
 & \vdots \\
 & f_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_k \\
 & \vdots \\
 & f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_n
 \end{array}$$

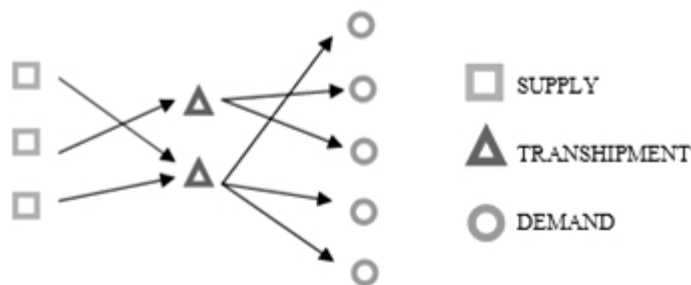
2.8 ปัญหาการขนส่ง [7]

การขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิต (Supply) ไปยังปลายทาง (Demand) จะต้องมีเรื่องค่าใช้จ่ายในการขนส่งมาเกี่ยวข้องซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับต้นทุนสินค้าหรือบริการนี้ ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem) เป็นเรื่องที่ต้องพิจารณา และถ้าหากในการตัดสินใจเลือกเส้นทางในการขนส่งที่มีความซับซ้อนมาก เช่น มีเส้นทางหลายแห่งและมีปลายทางหลายแห่งการตัดสินใจก็จะทำได้ยากขึ้น

จุดประสงค์ของการศึกษาเรื่องปัญหาการขนส่ง เพื่อจัดวางเส้นทางในการขนส่ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งให้ต่ำที่สุด ซึ่งจะมีข้อจำกัดทั้งทางด้านราคาค่าขนส่ง ระยะทาง ปริมาณความต้องการ และความสามารถในการแจกจ่ายของแหล่งผลิต

2.8.1 ปัญหาการขนส่งทั่วไป

หลักในการแก้ไขปัญหาการขนส่งประยุกต์มาจากการแก้ปัญหาโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตัวแบบปัญหาการขนส่งทั่วไปสามารถแสดงในรูปแบบของโครงข่ายดังนี้



รูปที่ 2.5 โครงข่ายของการขนส่งทั่วไป

จากรูปที่ 2.5 มีจำนวนแหล่งผลิต m แห่งและจุดปลายทางจำนวน n แห่งทิศทางของการส่งแสดงด้วยลูกศร โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุดและกำหนดให้จุดปลายทางแต่ละแห่งได้รับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ครบตามที่ต้องการและสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปจากแหล่งผลิตแต่ละจุดจะมีจำนวนไม่เกินที่แหล่งผลิตนั้นมีอยู่ซึ่งสามารถสรุปตัวแบบของปัญหาการขนส่งได้ดังนี้

$$\text{Minimization Cost} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ij} \quad (2.4)$$

โดยมีข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} (=, \leq) a_i, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^M x_{ij} (=, \geq) b_j, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (2.6)$$

และ

$$x_{ij} \geq 0 \quad (2.7)$$

- เมื่อ a_i เป็นจำนวนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่แหล่งผลิต i มีอยู่
 b_j เป็นจำนวนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่จุดปลายทาง j ต้องการ
 c_{ij} เป็นอัตราค่าขนส่งต่อหน่วยจากแหล่งผลิต i ไปยังจุดปลายทาง j
 x_{ij} เป็นจำนวนหน่วยสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งจากแหล่งผลิต i ไปยังจุดปลายทาง j

ปัญหาการขนส่งทั่วไป (General Transportation Problem) จะอยู่ภายใต้เกณฑ์สมมติต่อไปนี้

- 1) ผลรวมของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ส่งไปจากแหล่งผลิต i จะต้องเท่ากับจำนวนผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่แหล่งผลิต i มีอยู่นั่นก็คือ

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = a_i, a_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (2.8)$$

- 2) ผลรวมของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่จุดปลายทาง j ได้รับจะต้องเท่ากับจำนวนผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่จุดปลายทาง j ต้องการนั่นก็คือ

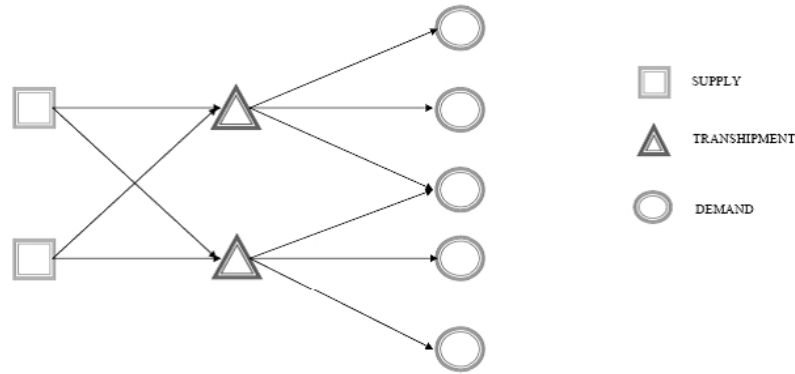
$$\sum_{i=1}^M x_{ij} = b_j, b_j > 0, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (2.9)$$

- 3) ผลรวมของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่แหล่งผลิตทุกจุดมีอยู่จะต้องเท่ากับผลรวมของจำนวนผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่จุดปลายทางทุกจุดต้องการนั่นคือ

$$\sum_{i=1}^M a_i = \sum_{j=1}^N b_j \quad (2.10)$$

2.8.2 ปัญหาการขนส่งเพื่อส่งต่อ

ปัญหาการขนส่งเพื่อส่งต่อ (Transshipment Problem) เป็นการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังปลายทางโดยการจัดส่งผ่านจุดเปลี่ยนถ่ายสินค้าดังแสดงอยู่ในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงข่ายการขนส่งเพื่อส่งต่อ

การแก้ปัญหการขนส่งเพื่อส่งต่อจะใช้รูปแบบปัญหาทางการขนส่งมาดัดแปลงใช้กับปัญหาขนส่งเพื่อส่งต่อซึ่งสามารถนำมาจำลองเขียนให้อยู่ในรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นได้มีจุดประสงค์เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุดดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{Minimization Cost} \quad \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^O c_{jk} x_{jk} \quad (2.11)$$

โดยมีข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = s_i \quad (2.12)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{jk} = D_k \quad (2.13)$$

$$\sum_{i=1}^M x_{ij} = \sum_{k=1}^O x_{jk} \quad (2.14)$$

- เมื่อ c_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายหนึ่งหน่วยในการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตที่ i ไปยังจุดเปลี่ยนถ่ายที่ j
 x_{ij} คือ ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากแหล่งผลิตที่ i ไปยังจุดเปลี่ยนถ่ายที่ j
 c_{jk} คือ ค่าใช้จ่ายหนึ่งหน่วยในการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตที่ j ไปยังจุดปลายทางที่ k
 x_{jk} คือ ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากจุดเปลี่ยนถ่ายที่ j ไปยังจุดปลายทางที่ k

s_i คือ ปริมาณสินค้าที่บริเวณแหล่งผลิต i

D_k คือ ปริมาณสินค้าที่บริเวณจุดปลายทาง k

จากสมการ(2.12) จัดเป็นเงื่อนไขบังคับทางด้านปริมาณสินค้าที่บริเวณแหล่งผลิต (Supply Constraints) โดยที่ผลรวมของปริมาณสินค้าที่จุดเปลี่ยนถ่าย j ต้องมีค่าเท่ากับปริมาณสินค้าที่บริเวณแหล่งผลิต i สมการ(2.13) จัดเป็นเงื่อนไขบังคับทางด้านปริมาณสินค้าที่บริเวณจุดปลายทาง (Demand Constraints) โดยที่ผลรวมของปริมาณสินค้าที่จุดเปลี่ยนถ่าย j ต้องมีค่าเท่ากับปริมาณสินค้าที่บริเวณจุดปลายทาง j และสมการ (2.14) จัดเป็นเงื่อนไขบังคับทางด้านปริมาณสินค้าที่บริเวณจุดเปลี่ยนถ่าย (Balanced Transshipment) โดยที่ผลรวมของปริมาณสินค้าที่ออกจากจุดต้นทาง i ต้องมีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาณสินค้าที่ไปยังจุดปลายทาง k

2.9 โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) [9]

โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรหรือใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และใช้ในการแก้ปัญหาทางการผลิตเพื่อบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ โดยที่ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (All Linear Function) การนำโปรแกรมเชิงเส้นมาแก้ปัญหานั้นจะต้องมีสมมติฐาน จะต้องมิตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลต่อเป้าหมายของปัญหานั้นๆ ซึ่งผู้ตัดสินใจจะต้องสามารถกำหนดหรือหาค่าตัวแปรตัวนี้ได้ ดังนั้นจะเรียกตัวแปรตัวนี้ว่าเป็นตัวแปรตัดสินใจ

2.9.1 การสร้างรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น

การสร้างรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น (Formulation of Linear Programming Model) ในการแก้ไขปัญหาที่มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาปัญหาเพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ที่แท้จริงว่าต้องการแก้ไขปัญหานั้นในเรื่องใดและต้องผลลัพธ์ในรูปแบบใด
2. กำหนดตัวแปรตัดสินใจ
3. กำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา
4. กำหนดข้อจำกัดในรูปแบบของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรตัดสินใจ
5. กำหนดขอบเขตของตัวแปรตัดสินใจแต่ละตัว

2.9.2 ข้อสมมติเกี่ยวกับโปรแกรมเชิงเส้น

1. ความแน่นอน (Certainty) คือ ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นเป็นข้อมูลที่แน่นอน
2. ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงคงที่หมายความว่าต้นทุนต่อหน่วยหรือกำไรต่อหน่วยถูกสมมติว่าไม่ถูกกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนที่ผลิตหรือขาย
3. ความสัมพันธ์ของตัวแปรในข้อจำกัดมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและคงที่ หมายความว่าสัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดจะไม่ถูกกระทบกระเทือน เมื่อมีการเปลี่ยนวิธีการผลิต หรือปริมาณ เป็นต้น
4. ความเป็นสัดส่วน (Proportionality) เช่น ถ้าต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 3 เท่าก็ต้องมีการเพิ่มทรัพยากรทั้งหมดเป็น 3 เท่า
5. ความเป็นอิสระ (Independence) หมายความว่า กิจกรรมต่างๆ และทรัพยากรต่างๆ เป็นอิสระต่อกัน เช่น ราคาของสินค้าชนิดหนึ่งจะไม่กระทบต่อราคาของสินค้าอื่นๆ
6. ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นปัญหาในระยะสั้น คือ มีข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรแต่ในระยะยาวกิจการสามารถจัดหาทรัพยากรเพิ่มได้
7. คำคำตอบเป็นเลขจำนวนเต็มหรือมีทศนิยมก็ได้

2.9.3 รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น

รูปแบบทั่วไปของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) ประกอบไปด้วยสมการกำหนดเป้าหมายและกลุ่มของสมการหรือสมการแสดงข้อจำกัดตัวอย่างรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้นมีลักษณะดังนี้

$$\text{Maximize/Minimize} \quad c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.15)$$

$$\text{Subject to} \quad c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2.16)$$

$$c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + c_{2n}x_n \leq b_2 \quad (2.17)$$

$$c_{m1}x_1 + c_{m2}x_2 + \dots + c_{mn}x_n \leq b_m \quad (2.18)$$

$$\text{and} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \quad (2.19)$$

องค์ประกอบแรกของโปรแกรมเชิงเส้น คือ สมการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ดังแสดงอยู่ในสมการ (2.15) สมการนี้จะเป็นสมการเชิงเส้นโดยมีเป้าหมายหาค่าสูงสุด หรือต่ำสุดของปัญหา

องค์ประกอบต่อมาคือ กลุ่มของสมการหรือสมการแสดงข้อจำกัด ดังแสดงอยู่ในสมการ (2.16) – (2.18) ซึ่งเป็นการกำหนดช่วงที่เป็นไปได้ของตัวแปรต่างๆ ข้อจำกัดของปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ตัดสินใจกับจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่และองค์ประกอบสุดท้ายสมการ (2.19) คือ สมการที่บอกว่าตัวแปรทุกๆ ตัว จะต้องมีย่านค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (Non-Negative Variable)

ตัวแปร x_j โดยที่ $j=1, 2, \dots, n$ คือ ตัวแปรตัดสินใจ โดยค่าของตัวแปรตัดสินใจจะถูกแสดงเมื่อมีการแก้ปัญหาของโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งค่าของตัวแปรตัดสินใจก็คือคำตอบของโปรแกรมเชิงเส้น

2.10 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ [14]

แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) เป็นชุดของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ที่นำมาใช้ในคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงแทนเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น หรือแสดงถึงปัญหาหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในอันที่จะนำไปสู่การใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ไขปัญหาและในปัจจุบันได้มีการนำเอา Spreadsheet มาใช้ในการสร้างรูปแบบทางคอมพิวเตอร์ของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อช่วยในการวิเคราะห์การแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการในการแก้ไขปัญหาด้วย

สำหรับโมเดล (Model) ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่จะใช้ในการแก้ปัญหาสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆได้แก่

1. Mental Model เป็นโมเดลการตัดสินใจเลือกทางเลือกแก้ปัญหาโดยการนึกภาพผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ไว้ภายในใจมักจะเหมาะกับปัญหาที่ง่าย ๆ ไม่มีความซับซ้อนมา เช่น การเลือกการจัดวางอุปกรณ์ภายในห้อง เป็นต้น
2. Visual Model เป็นโมเดลการตัดสินใจทางเลือกในการแก้ปัญหาจากสิ่งที่มองเห็นได้เหมาะสมสำหรับปัญหาที่ไม่สามารถใช้ Mental Model ได้ เช่น การเลือกตำแหน่งการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ โดยพิจารณาจากแบบแปลนของห้อง เป็นต้น
3. Physical Model หรือ Scale Model เป็นโมเดลของสิ่งที่จับต้องได้ เช่น รูปแบบของรถยนต์ เพื่อการทดลองในอุโมงค์ลม เป็นต้น
4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือ Mathematical Model เป็นการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการพิจารณาปัญหาในรูปแบบของความสัมพันธ์คณิตศาสตร์ ลักษณะโดยทั่วไปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ

$$Y = f(X) \quad (2.20)$$

โดยที่ Y เป็นตัวแปรตาม และ X เป็นตัวแปรอิสระ

ในการศึกษาเรื่องนี้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นโมเดลในการตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ไขปัญหา โดยการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัย Microsoft Excel เป็นเครื่องมือในการนำเสนอและช่วยในการแก้ไขปัญหา

ประโยชน์ของการใช้แบบจำลองในการแก้ปัญหา คือ สามารถช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ สามารถแสดงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องมากขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสมกับปัญหานั้นด้วย

2.11 Solver บน Microsoft Excel [14]

Solver เป็นอีกเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ What-If Analysis แบบย้อนกลับ คือ ทราบผลลัพธ์ (Output) จากนั้น Excel จะคำนวณหาเซลล์ Input ให้โดยเซลล์ Input อาจมีได้หลายเซลล์ และสามารถกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณได้หลากหลาย รวมถึงกำหนดให้ Excel คำนวณค่าโดยให้ได้ผลลัพธ์สูงสุดหรือต่ำสุด เช่น คำนวณหาจำนวนสินค้าที่ขายได้แต่ละชนิด เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งแตกต่างจาก Goal Seek ที่สามารถใช้หาค่าเซลล์ Input ได้แค่เซลล์เดียว

ตัวอย่าง ตารางสินค้า ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งต้องคำนวณว่าควรผลิตสินค้าแต่ละชนิดอย่างละจำนวนเท่าไร ซึ่งสินค้าแต่ละประเภทจะมีกำไรต่างกัน ถ้าดูจากกำไรอย่างเดียวจะเห็นว่าสินค้า C ทั้งหมด เพราะได้กำไรมากกว่า

	A	B	C	D	E
1	สินค้า	จำนวน	กำไรต่อชิ้น	กำไรทั้งหมด	
2	A	100	10	1,000	
3	B	100	20	2,000	
4	C	100	30	3,000	
5	รวม	300		6,000	
6					

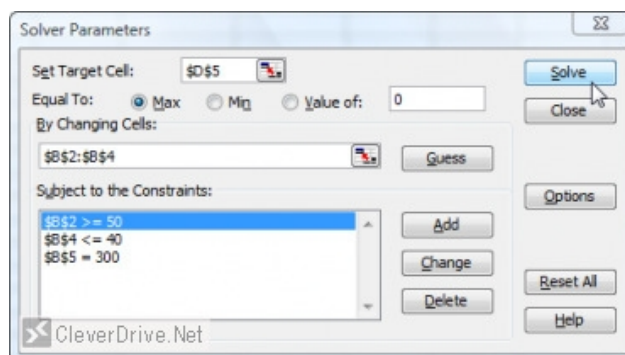
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างตารางข้อมูลสำหรับคำนวณโดยใช้ Solver [14]

แต่ในความเป็นจริง อาจมีเงื่อนไขอื่นๆ เช่น

1. กำลังการผลิตของโรงงานสามารถผลิตได้ 300 ชิ้นต่อวัน
2. สินค้า C ถึงแม้จะมีกำไรสูง แต่จำนวนผู้ซื้อมีน้อย ถ้าผลิตเกิน 40 ชิ้นต่อวันจะขายไม่หมด
3. สินค้า A ต้องผลิตขั้นต่ำ 50 ชิ้น ตามใบสั่งซื้อที่มีเข้ามาล่วงหน้า

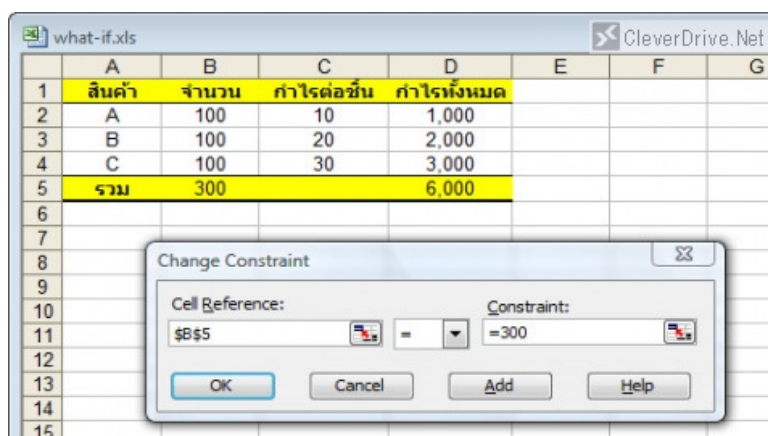
จากเงื่อนไขเหล่านี้ ต้องการทราบว่า บริษัทต้องผลิตสินค้าชนิดละกี่ชิ้น เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ปัญหาลักษณะนี้สามารถใช้ Solver เพื่อคำนวณค่าออกมา ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

1. เลือกเมนู Data → Solver (สำหรับปัญหามีตัวแปรไม่เกิน 200 ตัวแปร สามารถเรียกใช้จาก excel ได้เลย ถ้าเกินกว่า 200 ตัวแปร สามารถลง add-in premium excel เพิ่ม ซึ่งมีลิขสิทธิ์)
2. จะมีหน้าต่าง Solver Parameter ขึ้นมาดังรูปที่ 2.8 ให้กำหนดเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้



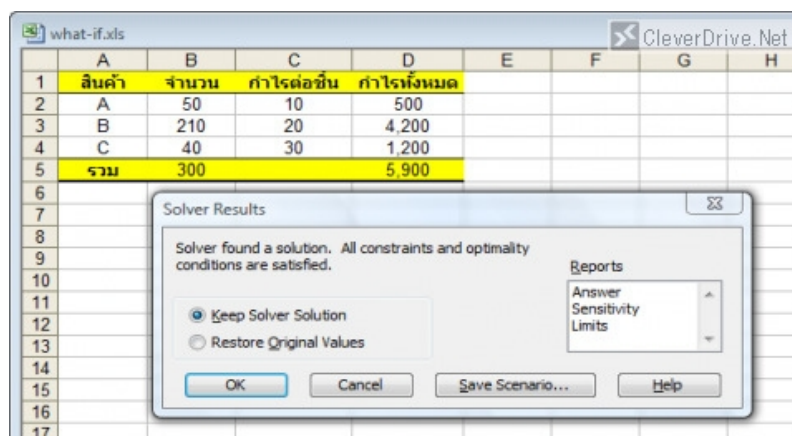
รูปที่ 2.8 หน้าต่างการกำหนดค่าใน Solver [14]

- Set Target Cell เป็นเซลล์ผลลัพธ์ที่ต้องการ ในที่นี้คือ D5 (กำไรรวม)
- Equal To เป็นการกำหนดให้ผลลัพธ์นั้นเป็นเท่าไร ซึ่งสามารถกำหนดให้คำนวณหาค่าสูงสุด (Max), ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (value of)
- By Changing Cells เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่า ในตัวอย่างเป็นเซลล์แสดงจำนวนสินค้าแต่ละชนิด
- Subject to the Constraints เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณให้คลิกปุ่ม Add เพื่อเพิ่มเงื่อนไขที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การกำหนดเงื่อนไขใน Solver [14]

- กดปุ่ม Solver เพื่อคำนวณค่า
- เมื่อคำนวณเสร็จจะมีหน้าต่าง Solver Result โดยในชีทจะแสดงผลจากการคำนวณดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 หน้าต่าง Solver Results [14]

- ถ้าเลือกเป็น Keep Solver Solution – Excel จะเปลี่ยนค่าเซลล์ให้เลย
- ถ้าเลือกเป็น Restore Original Values – Excel จะแสดงค่าเดิมก่อนการคำนวณออกมา
- ถ้าต้องการให้แสดงรายงาน สามารถคลิกเลือก Reports ต่างๆ ได้ (กดปุ่ม Shift เพื่อคลิกเลือก Report หลายฉบับพร้อมกัน)
- ปุ่ม Save Scenario ใช้สำหรับบันทึก Scenario เก็บไว้เพื่อให้ Scenario Manger สามารถนำค่านี้ไปใช้คำนวณต่อได้
- ถ้าเลือก Report แล้วกด OK – Excel จะแสดงรายงานการคำนวณต่างๆ ในชีทใหม่โดยอัตโนมัติ เช่น Answer Report จะแสดงค่าในเซลล์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งก่อนและหลังการคำนวณ

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$D\$5	รวม กำไรทั้งหมด	6,000	5,900

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$B\$2	A จำนวน	100	50
\$B\$3	B จำนวน	100	210
\$B\$4	C จำนวน	100	40

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$B\$5	รวม จำนวน	300	\$B\$5=300	Not Binding	0
\$B\$4	C จำนวน	40	\$B\$4<=40	Binding	0
\$B\$2	A จำนวน	50	\$B\$2>=50	Binding	0

รูปที่ 2.11 รายงาน (Report) ที่ได้จาก Solver [14]

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบโลจิสติกส์น้ำมันดีเซลในอดีต ด้านการวางแผนและตัดสินใจกระบวนการจัดซื้อ การบริการ และคณะ [1] ได้ศึกษากระบวนการจัดซื้อน้ำมันดีเซลสำเร็จรูปจากหลายโรงกลั่น เพื่อช่วยตัดสินใจสั่งซื้อน้ำมันสำเร็จรูปจากหลายโรงกลั่นให้มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยพิจารณาจากราคาที่โรงกลั่นแต่ละแห่งเสนอ ปริมาณของส่วนลดและปริมาณขั้นต่ำ หากสั่งซื้อไม่ถึงปริมาณขั้นต่ำที่กำหนด จะมีต้นทุนค่าปรับเกิดขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาไม่เชิงเส้น (Nonlinear) โดยใช้วิธีฮิวริสติกและวิธีการหาคำตอบบนโปรแกรม Excel Solver และเปรียบเทียบต้นทุนรวม Chen J. และคณะ [19] ได้ทำการศึกษากระบวนการจัดซื้อ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในระบบโลจิสติกส์สำหรับโรงงานแห่งหนึ่งในจีน ซึ่งมีกิจกรรมการจัดซื้อจากแต่ละผู้ขายที่มีรูปแบบการสั่งซื้อแตกต่างกันเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และหาคำตอบโดยใช้ Genetic Algorithm ร่วมกับ Gauss mapping

ด้านวางแผนและตัดสินใจกระบวนการขนส่ง โดย มนชนก [8] ได้ศึกษาการวางแผนการขนส่งน้ำมันดีเซลเพื่อให้ได้ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่จำกัดการขนส่งโดยตรงจากโรงกลั่นน้ำมันที่ไปยังคลังน้ำมันส่วนภูมิภาค จากนั้นทำการหาคำตอบโดยใช้ Excel Premium Solver และทำการเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งที่นำเสนอในงานวิจัยนี้กับการปฏิบัติการการขนส่งที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน Chen X. และคณะ [22] ได้ศึกษาการวางแผนระบบโลจิสติกส์น้ำมันดิบของจีน โดยวิเคราะห์แหล่งที่มา เส้นทางขนส่ง และการนำเข้าน้ำมันดิบจากแหล่งต่างๆ เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ต้นทุนระบบโลจิสติกส์ต่ำที่สุด โดยใช้วิธี Genetic Algorithm และ MATLAB โดยใช้ข้อมูลในปี 2007 เพื่อคาดการณ์ข้อมูลในปี 2012

ด้านวางแผนและตัดสินใจการจัดเก็บน้ำมันคงคลัง วรยุทธและคณะ [10] ได้ศึกษาการหาปริมาณน้ำมันคงคลังที่เหมาะสมโดยศึกษาเฉพาะน้ำมันดีเซลเพื่อให้ต้นทุนสินค้าคงคลังต่ำที่สุด โดยใช้ตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัด (EOQ) สำหรับอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่ และตัวแบบ Silver-Meal และค่าใช้จ่ายต่อชิ้นต่ำที่สุด (Least Unit Cost) สำหรับอุปสงค์ที่ไม่คงที่ ตัวแบบเหล่านี้ถูกโปรแกรมลงบน Microsoft Excel 2007

จะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาและประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับจัดซื้อ การขนส่ง หรือการจัดเก็บน้ำมันคงคลังในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการวางแผนและตัดสินใจสำหรับการสั่งซื้อน้ำมัน การขนส่งน้ำมัน และการจัดเก็บน้ำมันคงคลัง แบบบูรณาการ เพื่อให้ครอบคลุมทั้ง 3 กระบวนการ โดยเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบโลจิสติกส์น้ำมันดีเซลที่มีการลดราคาหลายรูปแบบ หลายคลังน้ำมัน และหลายรูปแบบการขนส่ง เพื่อให้ได้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด