บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายนั้น ต้องอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งรวมถึงแนวคิดในการวิเคราะห์โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์และนำเอาวิธี linear programming มาวิเคราะห์หาคำตอบ

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทบทวนเอกสารและผลงานวิจัยต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน และส่วนที่สองเป็นการศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้วิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ดังนี้

2.1 แนวความคิดและทฤษฎี และผลงานวิจัยด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน (facility or plant location)

2.1.1 แนวความคิดและทฤษฎีด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งในอุตสาหกรรมนั้น ต้องการการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทางเลือกและแหล่งที่ตั้ง รวมถึงการกำหนดที่ตั้งที่เหมาะสมตรงตามความต้องการขององค์การ

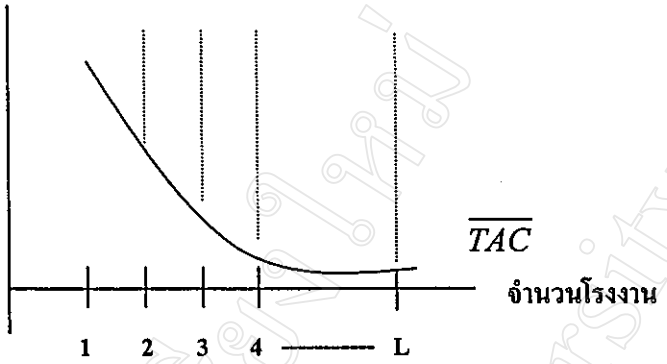
การศึกษาแหล่งที่ตั้งทางอุตสาหกรรมในยุคแรก ๆ นั้น เป็นการศึกษาการจัดรูปแบบทางพื้นที่โดยใช้แนวความคิดแบบดั้งเดิม (classical approach) ซึ่งทฤษฎีทำเลที่ตั้งแบบดั้งเดิมนำเสนอโดย Weber (1909) นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมัน เมื่อปี ค.ศ. 1909 ทฤษฎีนี้อธิบายถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการเลือกที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทด้วยวิธีนิรนัย (deductive method) ซึ่งที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสมตามแนวคิดของ Weber (1909) คือ บริเวณที่มีต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำสุด โดยปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดต้นทุนค่าขนส่ง ได้แก่ ระยะทาง ปริมาณวัตถุดิบ และผลผลิต ที่ตั้งโรงงานอาจตั้งอยู่ในบริเวณแหล่งวัตถุดิบตลาดหรือจุดกึ่งกลางระหว่างตลาดกับแหล่งวัตถุดิบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ในยุคต่อมา Losch (1954) ได้พัฒนาทฤษฎีทำเลที่ตั้งโดยชี้ให้เห็นว่าโรงงานจะตั้งอยู่ได้นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการทางการตลาด ซึ่งเกี่ยวข้องกับราคาและความต้องการของผู้บริโภค ในขณะเดียวกันขอบเขตทางพื้นที่ของตลาดจะขึ้นอยู่กับราคาผลิตผลและอุปสงค์ของผู้บริโภค ต่อมาได้มีการพัฒนาทฤษฎีให้สมบูรณ์มากขึ้น เรียกว่า ทฤษฎีคลาสสิคใหม่ (neo – classical theory) อันได้แก่ ผลงานของ Hoover (1948) ได้เสนอแนวคิดในการรวมแนวคิดต้นทุนต่ำสุดและแนวคิดด้านขอบเขตตลาดเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ของขนาดของบริเวณตลาดและต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตสินค้า

สำหรับทฤษฎีการจัดแหล่งที่ตั้งของโรงงานที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นแนวคิดที่สมมติให้แหล่งของวัตถุดิบหรือตลาดอยู่กระจายเป็นจุดซึ่งไม่มีความต่อเนื่องและถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า เรียกวิธีการนี้ว่าการวิเคราะห์แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete approach) ตามผลการศึกษาของ Stollsteimer (1963) ซึ่งเริ่มด้วยการกำหนดจำนวนและแหล่งที่ตั้งของโรงงานที่น่าจะเป็นไปได้ขึ้นมาก่อน หลังจากนั้นจึงหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมจากจำนวนโรงงานและเลือกตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานที่กำหนดขึ้นมาแล้วนี้ แทนที่จะปล่อยให้จำนวนโรงงานและที่ตั้งของโรงงานมีจำนวนและแหล่งที่ตั้งไม่จำกัดเช่นกรณีการวิเคราะห์แบบต่อเนื่อง เพราะในสภาพความจริงนั้นตำแหน่งที่โรงงานจะตั้งได้ถูกจำกัดด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์และการคมนาคม ดังนั้น ในทางปฏิบัติมักกำหนดแหล่งที่ตั้งของโรงงานที่เป็นไปได้ขึ้นมาก่อน เพื่อทำการเลือกแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมในขั้นต่อไป ซึ่งวิธีนี้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า

ตามแนวคิดของ Stollsteimer (1963) จำนวนโรงงาน ขนาด และแหล่งที่ตั้งของโรงงานที่เหมาะสมจะมีผลให้ต้นทุนรวมของต้นทุนรวบรวมและต้นทุนแปรรูปต่ำที่สุด ความหนาแน่นของวัตถุดิบสามารถจะคำนวณหรือประมาณได้และกำหนดขึ้นไว้ก่อน (predetermined) เส้นต้นทุนการรวบรวม $\overline{TAC}$ จะเป็นเส้นโค้ง มีความลาดชันเป็นลบ (รูปที่ 2.1) เส้น $\overline{TAC}$ แสดงต้นทุนการรวบรวมวัตถุดิบทั้งหมดที่ต่ำสุดสำหรับปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่มีในอาณาบริเวณที่ศึกษา เมื่อจำนวนของโรงงานเปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อให้จำนวนโรงงานเป็นหนึ่งหรือสองโรงงาน ทุก ๆ โรงงานมีโอกาสจะถูกเลือก แต่ละโรงงานหรือกลุ่มโรงงานที่ถูกเลือกมาจะมีผลทำให้ต้นทุนในการรวบรวมวัตถุดิบต่างกัน แล้วแต่ว่าโรงงานหรือกลุ่มโรงงานนั้นจะตั้งอยู่ที่ไหนบ้าง จะมีเพียงโรงงานหรือกลุ่มโรงงานเดียวที่มีต้นทุนการรวบรวมต่ำสุด และถูกเลือกมากำหนดเป็นค่าต้นทุนบนเส้น $\overline{TAC}|J$ จุดที่อยู่เหนือเส้น $\overline{TAC}|J$ เป็นต้นทุนของโรงงานอื่น ๆ

ต้นทุนรวบรวมทั้งหมด

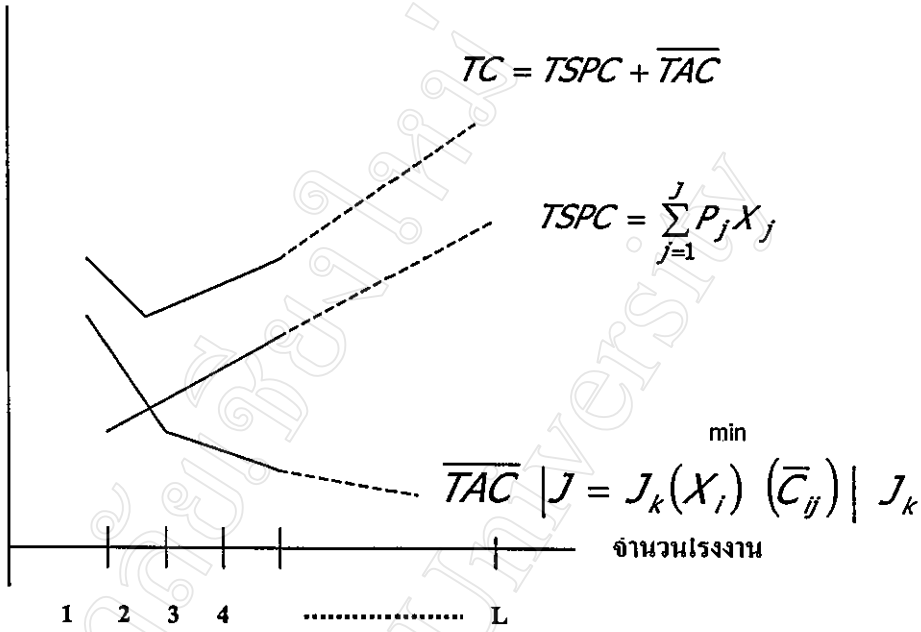


รูปที่ 2.1 ต้นทุนการรวบรวมต่ำสุดสำหรับปริมาณวัตถุดิบที่คงที่เมื่อมีจำนวนโรงงานต่าง ๆ กัน

ผลกระทบของจำนวนโรงงานที่มีต่อต้นทุนแปรรูปทั้งหมดต่อฤดู ($TSPC$) จะเป็นดังรูปที่ 3.2 เมื่อจำนวนโรงงานมากขึ้น ต้นทุนการแปรรูปจะสูงขึ้น $TSPC$ สะท้อนถึงต้นทุนรวมต่อปีที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการสร้างและจัดการกับโรงงานที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้โดยสมมติว่าโรงงานเหล่านี้ถูกออกแบบไว้สำหรับแปรรูปวัตถุดิบได้ทุกขนาดและทำการแปรรูปในสัดส่วนของกำลังการผลิตระดับหนึ่งที่กำหนดไว้

ผลรวมของต้นทุนทั้งสองเส้น คือ ต้นทุนทั้งหมด (TC) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงจำนวนโรงงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมแปรรูปในอาณาบริเวณที่มำการศึกษานั้น จำนวนโรงงานที่เหมาะสมจะเป็นเท่าไร ขึ้นอยู่กับความลาดชันของเส้น $\overline{TAC}$ และ $TSPC$ ดังรูปที่ 2.2 จำนวนโรงงานที่เหมาะสมคือ 2 โรงงาน ซึ่งใน 2 โรงงาน ข้อมูลการวิเคราะห์เบื้องต้นจะทำให้ทราบว่าโรงงานควรอยู่ที่ใดบ้าง

ต้นทุนทั้งหมด



รูปที่ 2.2 ต้นทุนรวมต่ำสุดสำหรับปริมาณของวัตถุดิบที่กำหนดให้และจำนวนโรงงานที่เหมาะสม

2.1.2 ผลงานวิจัยด้านแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกหรือโรงงาน

2.1.2.1 การกำหนดที่ตั้งจากแนวคิดต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำสุด

Olson (1959) เป็นผู้ที่เริ่มการวิเคราะห์แหล่งที่ตั้งขั้นพื้นฐาน โดยสมมติว่าแหล่งวัตถุดิบและตลาดมีการกระจายอย่างต่อเนื่อง (continuous approach) คือ ในอาณาบริเวณนั้นวัตถุดิบที่จะป้อนโรงงานและประชากรผู้ซื้อสินค้าของโรงงานกระจายอยู่ทั่วไปและเมื่อใดที่กำหนดขนาดของโรงงานได้แล้วก็สามารถจะเลือกตั้งโรงงานแห่งแรกไว้ที่ใดที่หนึ่งในอาณาบริเวณนั้นก็ได้ และโรงงานอื่นๆ จะตั้งอยู่ห่างจากโรงงานแห่งแรกไปตามผลการคำนวณ โดยได้สร้างแบบจำลองวิเคราะห์แหล่งที่ตั้งของโรงงานนม พิจารณาเฉพาะด้านกำลังการผลิตของโรงงาน หมายถึงปริมาณน้ำนมดิบที่ขนส่งเข้าสู่โรงงาน สมมติให้มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ในการขายผลิตภัณฑ์จากโรงงาน และโรงงานที่ตั้งอยู่ในแหล่งต่างๆ จะขายผลิตภัณฑ์นมได้ในราคาเดียวกัน ไม่คำนึงถึงอุปสงค์ตลาดของน้ำนมที่แปรรูปแล้ว ไม่พิจารณาถึงการขนส่งผลิตผลน้ำนมแปรรูปของโรงงานไปยังตลาดผู้บริโภค ดังนั้น ต้นทุนทั้งหมดของโรงงานจึงประกอบไปด้วยต้นทุนการรวบรวมและต้นทุนการแปรรูปเท่านั้น ซึ่งพบว่าถ้าการแปรรูปของโรงงานไม่มีขนาดการผลิตที่ประหยัด (size economies) นั่นคือ ต้นทุนแปรรูปของโรงงานคงที่ ไม่มีผลกระทบจากขนาดของโรงงานแล้ว การ

จัดตั้งโรงงานขึ้นอยู่กับต้นทุนการรวบรวมวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว และพบว่าต้นทุนการรวบรวมจะมีผลให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดเมื่อมีการตั้งโรงงานอยู่ในทุก ๆ แหล่งของวัตถุดิบ แต่ถ้าโรงงานมีขนาดที่ประหยัดในช่วงขนาดของโรงงานช่วงใดช่วงหนึ่ง แสดงว่าโรงงานขนาดใหญ่กว่ามีต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าโรงงานขนาดเล็กกว่า ดังนั้น การจัดองค์การที่เหมาะสมสำหรับโรงงานในอาณาบริเวณที่กำหนด จึงขึ้นอยู่กับความสมดุลย์ระหว่างต้นทุนต่อหน่วยของการแปรรูปที่ลดลงกับการเพิ่มของต้นทุนต่อหน่วยในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบ ต่อมา Stollstiemer (1963) ได้ทำการศึกษาต่างไปจาก Olson (1959) โดยทำการวิเคราะห์แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete approach) ศึกษาถึงปัญหาการกำหนดจำนวน ขนาดและแหล่งที่ตั้งของโรงงานพร้อม ๆ กัน โดยยังคงพิจารณาที่ต้นทุนการรวบรวมและการแปรรูปวัตถุดิบซึ่งถูกผลิตในปริมาณที่แตกต่างกันไปตามจุดผลิตต่าง ๆ นั้น มีค่าต่ำสุด โดยปัญหาดังกล่าวถูกพิจารณาภายใต้ขอบเขต คือ พิจารณาวัตถุดิบเพียงชนิดเดียวแต่โมเดลก็ไม่สามารถให้ระบบที่มีต้นทุนรวมในการรวบรวม การแปรรูปและการกระจายต่ำสุดพร้อม ๆ กันได้ แต่วิธีการนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งโรงงานโดยทั่ว ๆ ไปได้ รวมถึงใช้กับปัญหาการแปรรูปและการกระจายสินค้าได้เป็นอย่างดี การศึกษาของ Stollseimer แบ่งเป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เมื่อมีการประหยัดจากขนาดในการดำเนินงานของโรงงาน โดยมีต้นทุนโรงงานไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ตั้ง กรณีที่ 2 เมื่อมีการประหยัดจากขนาดในการดำเนินงานของโรงงาน โดยมีต้นทุนโรงงานขึ้นอยู่กับแหล่งที่ตั้ง กรณีที่ 3 เมื่อไม่มีการประหยัดจากขนาดในการดำเนินงานของโรงงาน โดยที่ต้นทุนโรงงานไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ตั้ง และกรณีที่ 4 เมื่อไม่มีการประหยัดจากขนาดในการดำเนินงานของโรงงาน โดยที่ต้นทุนโรงงานขึ้นอยู่กับแหล่งที่ตั้ง พบว่า ต้นทุนการขนถ่ายจะต่ำสุดถ้ามีการตั้งโรงงานอยู่ในหรือใกล้พื้นที่ที่มีการผลิตวัตถุดิบหนาแน่นที่สุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ต้นทุนรวมระหว่างต้นทุนการรวบรวมและต้นทุนการแปรรูปของโรงงานจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนโรงงานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนโรงงานเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ ในขณะที่ต้นทุนการรวบรวมลดลงในอัตราที่ลดลง แม้ว่าโมเดลของ Stollsteimer (1963) จะเป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับกำหนดจำนวน ขนาด และแหล่งที่ตั้งโรงงานซึ่งมีต้นทุนรวมในการขนส่งและแปรรูปต่ำสุด แต่ก็เป็นโมเดลสำหรับวัตถุดิบหรือสินค้าเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ดังนั้น Polopolus (1968) จึงได้ทำการพัฒนาโมเดลดังกล่าวให้ใช้ได้กับสินค้าหลายชนิด โดยให้สินค้าทั้งหมดถูกแปรรูปอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Polopolus (1968) ก็มีข้อสมมติว่าสินค้าหลายชนิดดังกล่าวถูกผลิตมาจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน โดยยังคงพิจารณาถึงต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการแปรรูปต่ำสุด จากการศึกษาของ Polopolus (1968) ในครั้งนี้ Stepp (1968) ได้วิจารณ์ว่าไม่ได้กล่าวถึงปัจจัยเกี่ยวกับต้นทุนที่สัมพันธ์กับที่ตั้ง เช่น ปริมาณน้ำ กระแสการถ่ายเทสินค้า บริการในท้องถิ่น เช่น ตำรวจและการป้องกันไฟ ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงและพลังงาน คุณภาพ และต้นทุนของแรงงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะแตก

ต่างกันไปในที่แต่ละแห่ง นอกจากนี้ยังไม่มีการกล่าวถึงโครงร่างเกี่ยวกับสถาบันและการแข่งขันในการตัดสินใจเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งโรงงาน รวมถึงยังละเลยหลักที่ว่า เมื่อโรงงานต่าง ๆ แข่งขันซึ่งกันและกันเพื่อแย่งวัตถุดิบ (หรือผู้ซื้อ) แล้ว แหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับโรงงานใหม่จะขึ้นอยู่กับ 1) แหล่งที่ตั้งของโรงงานคู่แข่ง และ 2) ข้อสมมติในเรื่องของผลกระทบของคู่แข่งรายใหม่ต่อพฤติกรรมของโรงงานที่ตั้งอยู่เดิม

เนื่องจาก Stollsteimer (1963) ได้สมมติให้ต้นทุนโรงงานทั้งหมดของแต่ละโรงงานเป็นฟังก์ชั่นแบบเส้นตรงและต่อเนื่อง ซึ่งมีข้อบกพร่อง ดังนี้ คือ

1) ฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานแบบต่อเนื่องมักไม่เป็นจริง เมื่อนำมาใช้กับการแปรรูปและการบรรจุหีบห่อสินค้าเกษตร

2) ภายใต้ข้อสมมติที่ไม่ชัดเจนของ Stollsteimer ว่าทุกโรงงานจะมีฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานเหมือนกันนั้น ความจริงแล้วฟังก์ชั่นเส้นตรงจะจำกัดผลกระทบของขนาดของแต่ละโรงงานต่อการกำหนดต้นทุนโรงงานทั้งหมดของอุตสาหกรรม

ดังนั้น Chern and Polopolus (1970) ได้ปรับปรุงโมเดลแหล่งที่ตั้งของ Stollsteimer (1963) โดยประยุกต์ใช้ฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานทั้งหมดแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous total plant cost function) กับปัญหาแหล่งที่ตั้งโดยโมเดลดังกล่าวนี้ได้ปรับปรุงจากโมเดลของ Stollsteimer (1963) ใน 2 ส่วน คือ

1) ผลกระทบของขนาดโรงงานต่อปริมาณต้นทุนโรงงานรวมถูกแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน เมื่อใช้ฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานแบบไม่ต่อเนื่อง

2) กำลังการผลิตส่วนเกินของโรงงาน ถูกนำเข้ามาเกี่ยวข้องในการกำหนดผลลัพธ์ที่เหมาะสมซึ่งกำลังการผลิตส่วนเกินมักปรากฏในอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อและการแปรรูปสินค้าเกษตร

Chern and Polopolus (1970) นำเสนอผลการศึกษาในกรณีของอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อและแปรรูปส้มในฟลอริด้าไว้ว่า แหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมมีทั้งหมด 9 แห่ง โดยมีโรงงาน 10 แห่ง ต้นทุนรวมของอุตสาหกรรมต่ำสุดเท่ากับ 27.8 ล้านดอลลาร์ แบ่งเป็นต้นทุนการรวบรวม 9.8 ล้านดอลลาร์ และต้นทุนการบรรจุหีบห่อและการแปรรูปของโรงงาน 18 ล้านดอลลาร์ ส่วนกำลังการผลิตส่วนเกินของโรงงานถูกประมาณค่าได้เท่ากับ 726.4 พันกล่องต่อสัปดาห์ หรือร้อยละ 9.1 ของกำลังการผลิตทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาโดยใช้โมเดลของ Stollsteimer (1963) จะพบว่า จากการใช้โมเดลของ Stollsteimer (1963) จะมีแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสม 12 แหล่ง โดยแต่ละแหล่งจะมีโรงงานที่เหมาะสม 1 แห่ง ส่วนต้นทุนรวมต่ำสุดของอุตสาหกรรมจะน้อยกว่ากรณีที่ใช้ฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานแบบไม่ต่อเนื่อง 2.2 ล้านดอลลาร์ และไม่มีกำลังการผลิตส่วนเกินของโรงงาน นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าในความเป็นจริงแล้วเป็นไปได้ยากที่อุตสาหกรรมจะสามารถสร้างโรงงานได้ใหญ่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณวัตถุดิบได้ทั้งหมด หากอุตสาหกรรมสามารถสร้างโรงงานได้ใหญ่เพียงพอ จะสามารถลดต้นทุนรวมที่ประกอบไปด้วยต้นทุนโรงงานและต้นทุนรวบรวมให้ต่ำสุดได้ ดังนั้น การใช้ฟังก์ชั่นต้นทุนโรงงานแบบเส้นตรงและต่อเนื่องอาจประมาณค่าต้นทุนโรงงานรวมสำหรับอุตสาหกรรมได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการสร้างแบบจำลองอย่างง่าย ต่อมามีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นและแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับสูตรทางคณิตศาสตร์ที่สลับซับซ้อนขึ้นถูกนำมาใช้กับโมเดลแหล่งที่ตั้งมากขึ้น ผลงานการศึกษาต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหาการวิเคราะห์ระบบขนส่งโดย Tyrchniewicz and Tosterud (1973) ได้พัฒนา Stollsteimer model (Stollsteimer, 1963)ไปเป็น CHAD simulation model เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบการขนส่งและการจัดการธัญพืชอย่างถูกต้องตามหลักและเหตุผล และเพื่อวัดผลกระทบทางเศรษฐกิจของทางเลือกแบบแผนที่มีเหตุผลแบบต่างๆ ณ ระดับภูมิภาคต่อผู้ผลิตธัญพืช การปฏิบัติการของโกดังรับซื้อในชนบทของบริษัทจัดการธัญพืชและบริษัทขนส่งทางรถไฟ ซึ่งโมเดลดังกล่าวนี้ได้รับการพัฒนาโดยการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงจาก Stollteimer model หลายประการ โดยประการที่น่าสนใจ คือ การนำข้อจำกัดเกี่ยวกับสถาบันและต้นทุนการกระจายธัญพืชเข้าไว้ในโมเดล ในการศึกษาระบบการขนส่งและการจัดการธัญพืชเพื่อหาจุดมอบสินค้าของเกษตรกรแต่ละราย โดยมีเกณฑ์กำหนดจุดส่งมอบ 2 ประการ คือ เกณฑ์จุดส่งมอบที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดและเกณฑ์จุดส่งมอบสินค้าที่เกษตรกรพอใจ ผลการศึกษาพบว่า การยกเลิกใช้เส้นทางรถไฟย่อยและไม่ใช้โกดังรับซื้อบางแห่ง ภายใต้เกณฑ์จุดส่งมอบที่เกษตรกรพึงพอใจและเกณฑ์ระยะทางที่สั้นที่สุดนั้น จะมีผลเหมือนกันคือจำนวนจุดส่งมอบลดลงและกำลังการผลิตของโกดังรับซื้อก็ลดลงด้วยเช่นกัน ส่วนผลที่ต่างกันคือในกรณีภายใต้เกณฑ์จุดส่งมอบที่เกษตรกรพึงพอใจนั้น ระยะทางการขนส่งไปยังโกดังรับซื้อจะเพิ่มขึ้น และจากการไม่ใช้เส้นทางย่อย เกษตรกรจะหันไปส่งมอบธัญพืชให้กับจุดส่งมอบอื่น

จากงานของ Tyrchniewicz and Tosterud (1973) ที่ศึกษาระบบการขนส่งและการจัดการธัญพืชในแคนาดา ได้มีผลงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม ได้แก่งานของ Hilger, McCarl and Uhrig (1977) ได้วิเคราะห์ปัญหาแหล่งที่ตั้งสถานีปลายทางของธัญพืชโดยพิจารณาแหล่งที่ตั้งสถานีปลายทางย่อย โกดังรับซื้อในชนบท และตลาดปลายทางที่มีศักยภาพ โดยใช้วิธี

Bender decomposition ซึ่งเป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาคำตอบในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็น dual information โดยมีหลักการคือ มีการตั้งปัญหาหลักขึ้นมา จากนั้นสร้างแบบจำลองของปัญหาหลักแล้วหาคำตอบ นำคำตอบจากปัญหาหลักไปสร้างแบบจำลองต่อในปัญหารองโดยที่วัตถุประสงค์ของแบบจำลองในปัญหารองจะต้องตรงกันข้ามกับวัตถุประสงค์ในปัญหาหลัก หาคำตอบจากแบบจำลองในปัญหารองแล้วนำมาสร้างแบบจำลองย้อนกลับไปยังปัญหาหลักเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของวัตถุประสงค์ในปัญหาหลัก ซึ่งวิธีการ Bender decomposition นี้ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็น Mixed Integer Programming Problem (MIP) โดยแยกปัญหาออกเป็น 2 ประการ คือ 1) integer programming problem และ 2) linear programming problem การวิเคราะห์นี้เน้นถึงจำนวนที่เหมาะสมของสถานีปลายทางย่อยภายในภูมิภาค ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อสมมติเกี่ยวกับตลาดส่งออก 2 ประการ คือ 1) มีการส่งออกมาก และ 2) มีการส่งออกน้อย พบว่า ต้นทุนทั้งหมดถูกกระทบอย่างมากจากการสร้างสถานีปลายทางย่อย โดยมีการประหยัดต้นทุนรายปีเพิ่มขึ้นในภูมิภาคที่ศึกษาสูงขึ้นอย่างมาก ซึ่งหากเพิ่มสถานีปลายทางย่อยขึ้นอีกจะช่วยให้ประหยัดต้นทุน จะเห็นได้ว่า การสร้างสถานีปลายทางย่อยในจำนวนที่สมเหตุสมผลจะช่วยให้เกิดการประหยัดต้นทุนแก่ภูมิภาคโดยไม่คำนึงถึงแหล่งที่ตั้ง แต่เมื่อสามารถหาจำนวนแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมได้แล้ว แหล่งที่ตั้งจะกลายเป็นปัจจัยที่สำคัญมากขึ้น

นอกจากธัญพืชแล้ว ยังมีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้กับสินค้าตัวอื่น ได้แก่งานของ Faminow and Sarhan (1983) ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งที่ตั้งโรงฆ่าสัตว์ (เฉพาะวัว) และแปรรูปเนื้อสัตว์โดยใช้วิธีการ MIP และมีการสร้างโมเดลเพื่อกำหนดจำนวน ขนาด และแหล่งที่ตั้งของโรงฆ่าสัตว์และแปรรูปเนื้อสัตว์ขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าวโพด นอกจากนี้ โมเดลยังช่วยประเมินผลกระทบของการตั้งโรงฆ่าสัตว์และแปรรูปเนื้อสัตว์ที่มีกำลังการผลิตสูงต่อโรงฆ่าสัตว์ที่มีอยู่แล้ว โมเดลดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็น 2 โมเดลย่อย โดยโมเดลที่ 1 แสดงถึงผลลัพธ์พื้นฐานของโมเดล นั่นคือที่ตั้งทุกแห่งมีกำลังการผลิตต่อปีเท่ากับ 562,000 ตัวต่อปีเป็นกำลังการผลิตของโรงงานขนาดที่ 1 และโมเดลที่ 2 นั้นแสดงถึงที่ตั้งโรงงานที่มีศักยภาพทั้งหมด โดยให้มีกำลังการผลิตต่อปีเท่ากับ 1,125,000 ตัวเป็นกำลังการผลิตของโรงงานขนาดที่ 2 การศึกษาทั้ง 2 โมเดลให้ข้อเสนอแนะควรมีโรงงานฆ่าสัตว์และแปรรูปเนื้อสัตว์จำนวนน้อยลงแต่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีผลงานที่ได้ศึกษาเพิ่มเติมและมีความน่าสนใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการขนส่งโดยใช้เทคนิคแหล่งที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่งานของ Klincewicz (1990) โดยจะพิจารณาว่า สำหรับแหล่งผลิตและตลาดปลายทางแต่ละคู่นั้น ควรมีการขนส่งสินค้าโดยตรงหรือขนส่งผ่านศูนย์รวบรวม พิจารณาต้นทุนการขนส่งแต่ละรูปแบบว่ารูปแบบใดมีต้นทุนการขนส่งต่ำสุด ต้นทุนการขนส่งจะเป็นสมการเส้นโค้งโดยใช้เส้นตรงหลายช่วงมาต่อกัน (piecewise linear concave function : PLCF) ส่วนต้นทุนการ

เก็บสินค้าคงคลังเป็นแบบเส้นตรง โมเดลของ Klincewicz (1990) ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับต้นทุนขนส่งของสินค้าหลายชนิดด้วย และสามารถปรับใช้ในกรณีที่ต้นทุนการขนส่งจากแหล่งผลิตสู่ศูนย์รวบรวมหรือจากศูนย์รวบรวมไปยังตลาดปลายทางอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเส้นตรงก็ได้ พบว่า การใช้ศูนย์รวบรวมเพื่อขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตหลายแห่งก่อนที่จะส่งไปสู่ตลาดปลายทางหลาย ๆ แห่งนั้น ทำให้มีความได้เปรียบจากการประหยัดจากขนาดในต้นทุนการขนส่ง แทนที่จะขนส่งโดยตรงจากแหล่งผลิตไปสู่ปลายทาง อาจขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตในจำนวนมาก ๆ โดยไม่บรรจุหีบห่อไปยังศูนย์รวบรวม 1 หรือมากกว่า 1 แห่ง แม้ว่าการขนส่งสินค้าโดยผ่านศูนย์รวบรวมอาจต้องขนส่งในระยะทางที่เพิ่มขึ้นและอาจมีต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเกิดขึ้น แต่การประหยัดจากขนาดอันเกิดจากปริมาณสินค้าที่ขนส่งมีมากกว่ากรณีขนส่งโดยไม่ผ่านศูนย์รวบรวม ดังนั้นจะสามารถช่วยลดต้นทุนรวมได้

2.1.2.2 การกำหนดที่ตั้งจากแนวคิดรายรับทั้งหมดหรือกำไรรวมสูงสุด

นอกจากการกำหนดแหล่งที่ตั้งจะเลือกพิจารณาจากการเสียต้นทุนต่ำสุดแล้ว ยังมีนักเศรษฐศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งที่เสนอแนวคิดแตกต่างจากพวกแรก โดยพวกเขาได้เสนอแนวคิดการกำหนดแหล่งที่ตั้งโดยพิจารณาจากการมีรายรับทั้งหมดหรือกำไรรวมสูงสุด เริ่มจาก Losch (1954) เป็นผู้นำความคิดในเรื่องการนำกำไรมาใช้พิจารณากำหนดแหล่งที่ตั้งของโรงงาน โดย Losch (1954) ไม่เห็นด้วยกับแนวทางของการเลือกกำหนดแหล่งที่ตั้งที่พิจารณาจากต้นทุนต่ำสุดและเสนอความคิดเห็นว่าแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมคือ แหล่งที่สามารถทำกำไรให้ได้มากที่สุด ด้วยเหตุนี้ทฤษฎีของ Losch (1954) จึงเป็นการหาตลาดเพื่อการขายสินค้าของหน่วยผลิตภายใต้ข้อสมมติต่าง ๆ เช่น วัตถุดิบมีอยู่ทั่วไป ค่าขนส่งเท่ากันในทุกพื้นที่ ประชากรมีการกระจายตัวกันอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น แนวคิดของ Losch (1954) แสดงให้เห็นถึงภาวะดุลยภาพของอาณาเขตตลาดซึ่งจะเกิดขึ้นโดยการพัฒนา 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ ขั้นที่ 1 อาณาบริเวณตลาดเป็นวงกลม ขั้นที่ 2 หน่วยผลิตที่มีอาณาบริเวณตลาดเป็นรูปวงกลมไม่สามารถจำหน่ายผลิตผลได้อย่างทั่วถึง จึงยังมีบริเวณที่เป็นที่ว่างเปล่าซึ่งเป็นการดึงดูดให้มีผู้ผลิตรายใหม่ ๆ เข้ามาทำการผลิตเพิ่มขึ้นอีก ส่งผลให้อาณาบริเวณตลาดแต่ละแห่งมีขนาดเล็กลงเพราะกำไรส่วนเกินจะค่อย ๆ หมดไปเนื่องจากเกิดภาวะการแข่งขันของผู้ผลิตรายใหม่กับผู้ผลิตรายเดิม และในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายอาณาบริเวณตลาดจะอยู่ในรูปหกเหลี่ยมและมีพื้นที่ครอบคลุมไปทั่วทั้งบริเวณ ต่อมา Greenhut (1965) ซึ่งเป็นผู้รวบรวมแนวคิดการพิจารณาแหล่งที่ตั้งจากกำไรสูงสุดและแนวคิดในเรื่องอาณาบริเวณตลาด มีความเห็นเช่นเดียวกันกับ Losch (1954) โดย Greenhut (1965) กล่าวว่าหน่วยผลิตจะเลือกที่ตั้ง ณ บริเวณที่ได้กำไรสูงสุดมากกว่าที่จะเลือกที่ตั้งที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในการเลือกแหล่งที่ตั้งของโรงงานคือ การขน

ส่งและต้นทุนในการแปรรูป ซึ่งทั้งสองปัจจัยดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อการกำหนดแหล่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก สำหรับเรื่องของ demand factor นั้นพบว่า หากอุปสงค์ของกิจการหนึ่งมีความยืดหยุ่น กิจการนั้นจะพิจารณาในการกำหนดทำเลที่ตั้งแบบกระจัดกระจาย ในส่วนของอุตสาหกรรมขนาดเล็กซึ่งต้องการเขตตลาดไม่กว้างมากนักสามารถอาศัยขอบเขตตลาดที่อยู่ในส่วนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีเขตตลาดที่จำกัด จึงทำให้อุตสาหกรรมขนาดเล็กอยู่กระจัดกระจายตามเขตตลาดของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

นอกจากนี้ยังมีผลงานศึกษาวิจัยที่ได้ทำการศึกษาในทางตรงกันข้ามกับกลุ่มการพิจารณาแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมจากต้นทุนต่ำสุด โดยทำการศึกษาพิจารณาถึงรายได้สุทธิสูงสุดในการเลือกแหล่งที่ตั้งโรงงาน อันได้แก่ผลงานวิจัยของ Ladd and Lifferth (1975) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลงานวิจัยของ Tyrchniewicz and Tosterud (1973) ที่พิจารณาระบบการขนส่งโดยต้นทุนต่ำสุด ซึ่ง Ladd and Lifferth (1975) ศึกษาถึงการกำหนดจำนวน ขนาด และที่ตั้งของสถานีปลายทางย่อยแห่งใหม่ การขยายกำลังการเก็บรักษาของโกดังรับซื้อในชนบทที่มีอยู่ โครงข่ายรถไฟและกระแสการไหลเวียนรายเดือนของธัญพืช (ข้าวโพดและถั่วเหลือง) จากแหล่งผลิตไปยังโกดังรับซื้อและจากโกดังรับซื้อไปยังตลาดปลายทางเพื่อให้ผู้ผลิตธัญพืชจากแหล่งผลิต 416 แห่งภายใน 10 เมืองในรัฐ Iowa ให้มีรายได้สุทธิร่วมกันมากที่สุด โดยใช้ Transshipment plant location model ช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมินทางเลือกระบบการกระจายธัญพืชโดยทางรถไฟระหว่างปีค.ศ. 1971 – 1980 วิธีวิเคราะห์ใช้วิธี Heuristic solution procedure โดยกำหนดมูลค่าของตัวแปรภายใน เพื่อให้ผู้ผลิตธัญพืชมีรายได้สุทธิร่วมกันสูงสุด สำหรับการแก้ปัญหาในการศึกษาครั้งนี้ การใช้รายได้สุทธิสูงสุดจะดีกว่าการใช้ต้นทุนต่ำสุด เนื่องจากราคาที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามตลาดปลายทาง และเป็นตัวกำหนดรูปแบบการเก็บรักษาในแต่ละฤดูกาล ซึ่งในที่นี้รายได้สุทธิคือรายได้ที่ได้รับ ณ ตลาดปลายทางหักลบด้วยต้นทุนการเก็บรักษา การขนส่ง การรับมอบสินค้า การขนสินค้าลงจากพาหนะขนส่ง และการทำให้แห้ง ผลการวิเคราะห์ได้ว่า ระบบการขนส่งธัญพืชที่มีเส้นทางรถไฟเพียงไม่กี่เส้นทางจะช่วยเพิ่มรายได้สุทธิร่วมกันของผู้ผลิตธัญพืช ซึ่งรายได้สุทธิทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 – 2 นอกจากนี้ โกดังรับซื้อในชนบทซึ่งไม่สามารถรองรับปริมาณธัญพืชเป็นจำนวนมากจากขบวนรถไฟหลาย ๆ ขบวนได้จะถูกใช้เป็นคลังสินค้าย่อยในการเก็บรักษาและขนส่งธัญพืชก่อนจะไปยังตลาดปลายทาง Ladd and Lifferth (1975) ได้เปรียบเทียบผลการศึกษาของพวกเขากับผลการศึกษาของ Tyrchniewicz and Tosterud (1973) พบว่ามีข้อแตกต่างกันอยู่หลายประการ ดังนี้

งานของ Tyrchniewicz และ Tosterud (1973) มีลักษณะดังนี้

1) วิเคราะห์เพียงหนึ่งช่วงเวลา

2) ศึกษาธัญพืช 1 ชนิด

3) ธัญพืชทั้งหมดจะถูกส่งไปยังตลาดปลายทาง 1 แห่ง

4) ศึกษาการขนส่งสินค้าเพียง 1 ขั้นตอน

5) วิเคราะห์โดยกำหนดให้ต้นทุนการขนส่งต่ำสุด

แต่งานของ Ladd and Lifferth (1975) มีลักษณะดังนี้

1) วิเคราะห์เป็นรายเดือน

2) ศึกษาธัญพืช 2 ชนิด

3) มีการเลือกตลาดปลายทาง

4) ศึกษาการขนส่งสินค้า 2 ขั้นตอน

5) วิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์รายได้สุทธิสูงสุด

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นที่สนับสนุนแนวคิดการพิจารณาแหล่งที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสมจากรายรับทั้งหมดสูงสุด ได้แก่ผลงานของ N'Diaye (1985) ทำการศึกษาถึงการกำหนดแหล่งที่ตั้งและจำนวนสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผลิตภัณฑ์นมหรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบและการกำหนดปริมาณน้ำนมดิบจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมในรัฐ Arizona และรัฐ New Mexico ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพิจารณาให้อุตสาหกรรมนมดังหล่าวไม่มีการอุดหนุนหรือการแทรกแซงของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ทำการวิเคราะห์โดยใช้ dairy price support program ในการหาคำตอบของการดำเนินงานของอุตสาหกรรมนมบนพื้นฐานการกำหนดให้รายได้ของผู้ประกอบการสูงสุดภายใต้เงื่อนไขปริมาณน้ำนมดิบในระดับต่าง ๆ ที่สมาชิกสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมผลิตได้และสิ่งอำนวยความสะดวกหรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบที่สามารถรองรับน้ำนมดิบได้ในแต่ละรัฐ ผลการศึกษาพบว่า การจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกให้เพิ่มมากขึ้นหรือย้ายแหล่งที่ตั้งใหม่ของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผลิตภัณฑ์นมให้ใกล้กับโรงงานแปรรูปนมทั้งในรัฐ Arizona และรัฐ New Mexico จะทำให้รายได้รวมสูงสุดของผู้ประกอบการสิ่งอำนวยความสะดวกและศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเพิ่มสูงขึ้นและสามารถรับปริมาณน้ำนมดิบได้เพิ่มมากขึ้น รวมถึงให้แนวทางในการตัดสินใจขยายแหล่งที่ตั้งของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบขึ้นมาใหม่ ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการขยายตัวของปริมาณน้ำนมดิบของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้งในรัฐ Arizona และรัฐ New Mexico มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในราคาน้ำนมดิบที่ระดับฟาร์ม

2.2 แนวความคิดและทฤษฎี และผลงานวิจัยด้านลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model)

2.2.1 แนวความคิดและทฤษฎีของลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง

ลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง เป็นเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้วิเคราะห์การวางแผน (planning) การผลิตและการจัดการของหน่วยธุรกิจ โดยมีวัตถุประสงค์ (objective) เพื่อให้แผนการผลิตและจัดการมีความเหมาะสมที่สุดหรือเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดหรือเสียต้นทุนต่ำสุดจากการดำเนินงานตามแผนภายใต้เงื่อนไขอันได้แก่ ข้อกำหนดหรือ/และข้อจำกัด (restriction and constraint) ต่าง ๆ ของปัจจัยหรือทรัพยากรในการผลิต เช่น ข้อกำหนดจำนวนขั้นต่ำสุดหรือ/และสูงสุดของส่วนประกอบสินค้าหรือผลผลิตและข้อจำกัดจำนวนสูงสุดของปัจจัยหรือทรัพยากรในการผลิต เป็นต้น (ไพฑูรย์, 2522)

ลิเนียร์โปรแกรมมิ่งได้ถูกนำไปใช้เพื่อการวิเคราะห์และวางแผนการผลิตทางการเกษตรเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรการเกษตรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การผลิตโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด การผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงที่สุด การจัดการด้านขาย การตลาด ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ส่วนในด้านนโยบายการเกษตร เช่น การวิเคราะห์นโยบายพยุงราคาสินค้าเกษตรว่าระดับใดจึงจะได้ผลดีและเป็นธรรม การวิเคราะห์นโยบายการใช้ที่ดินหรือปฏิรูปที่ดินว่าสมควรจะทำในที่ใดจึงจะเพิ่มผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรได้ และการวิเคราะห์นโยบายด้านการชลประทานและการใช้น้ำ เป็นต้น (ประกอบ, 2535)

แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดตามวัตถุประสงค์ที่เราต้องการ ภายใต้สภาพจำกัดของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ลักษณะของปัญหาที่จะใช้แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งในการที่จะสามารถวิเคราะห์ได้ จะต้องมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและสามารถวัดค่าได้ ดังนี้ (ไพฑูรย์, 2522)

1) เป็นวิธีการที่ใช้วางแผนการผลิตและการจัดการของหน่วยธุรกิจต่าง ๆ ทั้งทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และอื่น ๆ : ปัญหาที่ควรนำเอาวิธีลิเนียโปรแกรมมิ่งมาใช้ในการวิเคราะห์ควรเป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต การตลาด การขาย และการจัดการด้านต่าง ๆ เท่านั้น ปัญหาในเรื่องอื่นที่ไม่ใช่การวางแผนการผลิตหรือการจัดการ วิธีการลิเนียร์โปรแกรมมิ่งจะไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถนำเอามาใช้ในการวิเคราะห์ได้ ทั้งนี้เพราะมีลักษณะและจุดมุ่งหมายที่ต่างกันออกไป
2) มีวัตถุประสงค์การผลิตและการจัดการที่ชัดเจน วัดค่าได้และเหมาะสมที่สุด : วัตถุประสงค์ที่ตั้งหรือกำหนดขึ้นต้องชัดเจน เป็นสิ่งที่วัดค่าได้แน่นอนและ ณ จุดที่มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเรื่องของตัวเงิน เช่น ต้องการให้ได้รับกำไรสูงสุด หรือ

เสียต้นทุนต่ำสุดในการผลิตและการจัดการ เป็นต้น ส่วนวัตถุประสงค์ของปัญหาแต่ละเรื่องจะมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดหรือเสียต้นทุนต่ำสุดหรืออื่นใดนั้น จะขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายหรือเป้าหมายในการผลิตและการจัดการเป็นสำคัญ ในกรณีการวางแผนการผลิตและการจัดการใดวัตถุประสงค์จะต่างออกไปจากที่ได้กล่าวข้างต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ไม่สามารถคำนวณหรือวัดค่าได้อย่างแน่นอนแล้ว ลิเนียร์โปรแกรมมิ่งจะไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น มีวัตถุประสงค์ในด้านนามธรรม (subjective) อันได้แก่ ความสวยงามหรือคุณค่าทางศิลปะ เป็นต้น

3) มีเงื่อนไข อันได้แก่ ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดในการผลิตและการจัดการชัดเจนและวัดค่าได้ : การวางแผนการผลิตและการจัดการใด ๆ ก็ตามที่อาศัยลิเนียร์โปรแกรมมิ่งในการวิเคราะห์นั้น ปัญหาต้องมีเงื่อนไขซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวอาจเป็นข้อจำกัดเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตหรือ/และข้อกำหนดในการผลิตและการจัดการต่าง ๆ เงื่อนไขเหล่านี้จะต้องชัดเจนและเป็นสิ่งที่วัดค่าได้แน่นอนเช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.1) ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดต่ำสุด : ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดต่ำสุดหมายถึงเงื่อนไขที่กำหนดหรือจำกัดจำนวนหรือคุณภาพขั้นต่ำสุดของปัจจัย (input) หรือ/และผลผลิต (output) ของปัญหา เช่น การผลิตอาหารสัตว์น้ำหนัก 100 กิโลกรัม ต้องประกอบด้วยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตอย่างน้อยที่สุด 20 กิโลกรัม และ 40 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือฟาร์มแห่งหนึ่งต้องใช้ที่ดินปลูกข้าวอย่างน้อย 10 ไร่ หรือท้องที่แห่งหนึ่งมีความต้องการสินค้า ก. อย่างน้อย 280 กระสอบ เป็นต้น จำนวนของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ที่ดินที่ต้องปลูกข้าวและความต้องการสินค้า ก. ในลักษณะที่กล่าวนี้ ถือเป็นข้อกำหนด/ข้อจำกัดขั้นต่ำสุดของคุณภาพสินค้า จำนวนปัจจัยที่ต้องใช้และปริมาณสินค้าที่ต้องการ ซึ่งข้อกำหนดหรือข้อจำกัดในลักษณะนี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเงื่อนไขของปัญหาที่ต้องการให้เสียต้นทุนต่ำสุด

3.2) ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดสูงสุด : ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดสูงสุดหมายถึงเงื่อนไขที่กำหนดหรือจำกัดจำนวนหรือคุณภาพขั้นสูงสุดของปัจจัย (input) และผลผลิต (output) ของปัญหา เช่น ฟาร์มแห่งหนึ่งมีที่ดินอยู่ 25 ไร่ มีแรงงานครอบครัวอยู่ 240 วันทำงาน (MD) / ฤดู และมีเงินทุนอยู่ 10,000 บาท หรือฟาร์มแห่งนี้ต้องปลูกข้าวไม่เกิน 10 เกวียน เป็นต้น เงื่อนไขจำนวนปัจจัยต่าง ๆ ที่ฟาร์มแห่งนี้มีอยู่และจำนวนผลผลิตข้าวถือเป็นข้อกำหนดหรือข้อจำกัดสูงสุดของจำนวนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่จะ

นำมาใช้ทำการผลิตได้และผลผลิตของฟาร์มนี้ ซึ่งเงื่อนไขในลักษณะเช่นนี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นข้อกำหนดหรือข้อจำกัดของปัญหาที่ต้องการได้รับกำไรสูงสุด

3.3) ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดเท่า : ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดเท่าหมายถึง เงื่อนไขที่กำหนดหรือจำกัดจำนวนหรือคุณภาพของปัจจัย (input) และผลผลิต (output) ของปัญหาให้เท่ากับจำนวนคงที่จำนวนหนึ่ง เช่น กำหนดให้ใช้ที่ดินเท่ากับ 20 ไร่ หรือกำหนดให้ผลิตข้าวเป็นจำนวน 10 เกวียน เป็นต้น

4) มีทางเลือกในการผลิตและการจัดการได้หลายทาง : ในการวางแผนและการจัดการใด ๆ จากข้อจำกัดหรือข้อกำหนดต่าง ๆ ที่มีอยู่นั้น ผู้ผลิตหรือผู้จัดการต้องมีทางเลือกที่จะทำการผลิตสินค้าหรือดำเนินการต่าง ๆ ได้มากว่าหนึ่งทาง หรือมีวิธีการได้มากกว่า 1 วิธี

ในการนำเอาวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่งไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการผลิตและการจัดการต่าง ๆ ต้องมีข้อสมมติฐานจึงจะสามารถประยุกต์ใช้งานได้ถูกต้อง ข้อสมมติฐานต่าง ๆ ของลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง มีดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดต่าง ๆ (restriction) กับกิจกรรมการผลิตและการจัดการต่าง ๆ (activity) จะต้องเป็นแบบเส้นตรง (linear function) หรือมีสัดส่วนคงที่
2) จำนวนของข้อจำกัดและกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการต่าง ๆ สามารถแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ (divisible) และสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงในหน่วยย่อย ๆ ได้
3) ข้อจำกัดต่าง ๆ และกิจกรรมการผลิตการจัดการต่าง ๆ ต้องไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (non - interaction) หรือต่างเป็นอิสระต่อกันทั้งในทางที่มีผลเกื้อกูลกันหรือมีผลแย้งกัน
4) ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient) ต่าง ๆ ต้องมีค่าคงที่

2.2.2 ผลงานวิจัยด้านลิเนียร์โปรแกรมมิ่งเพื่อหาคำตอบแหล่งที่ตั้งและรูปแบบการเคลื่อนย้ายสินค้า

การหาคำตอบทำเลแหล่งที่ตั้งโดยวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง จะได้คำตอบออกมาในลักษณะที่ว่า แหล่งที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานหรือองค์กรจะเป็นเท่าใด ไพฑูรย์ (2518) วิเคราะห์หาที่ตั้งและขนาดของคลังสินค้าข้าวในประเทศไทย โดยใช้วิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่งมีวัตถุประสงค์ให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างภาคต่างๆที่มีผลผลิตเกินความต้องการและมีผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการให้มีผลผลิตเสนอขายเพียงพอต่อความต้องการของแต่ละภาค โดยแบ่งภาคในการศึกษาออกเป็น ภาคเหนือ ภาคกลางตอนบน ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนเหนือ ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคนครหลวง ภาคตะวันตก และภาคใต้ รวมทั้งหมด 10 ภาค มีรูปแบบการขนส่ง 2 ลักษณะ คือ การขนส่งทางถนนและการขนส่งทางน้ำ แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษามี 2 แบบ คือ แบบจำลองที่สมมติให้ปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับปริมาณความต้องการรวมทั้งภายในและส่งออกและแบบจำลองที่สมมติให้ปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับปริมาณความต้องการภายใน ปริมาณส่งออกโดยเฉลี่ยของประเทศและปริมาณข้าวคงเหลือข้ามปี ซึ่งเป็นลักษณะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ผลการศึกษาแสดงผลของที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของคลังสินค้าข้าวที่ควรจัดตั้งในภาคต่าง ๆ รวมถึงแสดงปริมาณของข้าวชนิดต่าง ๆ อันได้แก่ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวที่จะถูกเคลื่อนย้ายเข้ามาเก็บรักษาในคลังสินค้าข้าว พบว่า ขนาดของคลังสินค้าข้าวในแต่ละภาคมีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งสรุปได้ว่า ถ้ามีการดำเนินการต่าง ๆ กับคลังสินค้าข้าวอย่างจริงจัง ปัญหาเกี่ยวกับราคาของสินค้าข้าวจะลดลงมาก

อารีย์ (2528) วิเคราะห์หาขนาดของโรงสีและการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกไปยังโรงสีที่มีอยู่และหาที่ตั้งของโรงสีที่จะสร้างเพิ่มของชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยวิเคราะห์หาเส้นทางการเคลื่อนย้ายข้าวเปลือกจากชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 16 จังหวัดไปยังโรงสีของชุมนุมสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดขอนแก่น และวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงสีของชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดที่ควรสร้างเพิ่ม โดยใช้วิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง ซึ่งจะแบ่งข้าวเปลือกออกเป็น 4 ประเภท คือ ข้าวเจ้านาปี ข้าวเหนียวนาปี ข้าวเจ้านาปรังและข้าวเหนียวนาปรัง พบว่า อุปทานของข้าวเจ้านาปีและข้าวเหนียวนาปีมีปริมาณมากกว่ากำลังผลิตของโรงสีของชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดที่มีอยู่ในขณะนั้น ถ้าในกรณีที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดมีทุนจำกัด ควรตั้งโรงสีเพิ่มอีก 4 แห่งที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดมหาสารคาม จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดนครพนมและจังหวัดกาฬสินธุ์ ในกรณีที่มีทุนไม่จำกัด สามารถสร้างโรงสีให้เพียงพอต่อความต้องการโรงสี ควรตั้งโรงสีเพิ่มอีก 3 แห่งจาก 4 แห่งข้างต้นคือ ที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรจังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดยโสธร และจังหวัดอุดรธานี

นัทธมน (2541) ศึกษาแหล่งที่ตั้งศูนย์คัดบรรจุพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวง รวมถึงวิธีการคัดบรรจุและยานพาหนะขนส่งที่เหมาะสมโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อวิเคราะห์โมเดลที่ไม่เป็นเส้นตรง (linear approximation to non-linear) อันเนื่องมาจากขนาดของยานพาหนะขนส่ง ซึ่งแยกเป็น 2 โมเดล ได้แก่ 1) โมเดลการวิเคราะห์ต้นทุนบริการการตลาดรวมต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านอุปทาน และ 2) โมเดลการวิเคราะห์ต้นทุนบริการการตลาดรวมต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านอุปสงค์และพื้นที่เพาะปลูกที่มีศักยภาพ พบว่า แหล่งคัดบรรจุของพืชผักชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสม คือ ศูนย์พัฒนาฯทุกแห่งของมูลนิธิโครงการหลวง โดยปริมาณผลผลิตที่ขนส่งจากศูนย์

พัฒนาต่าง ๆ จะเท่ากับปริมาณผลผลิตทั้งหมดของศูนย์พัฒนานั้น ๆ ทั้งนี้เป็นผลจากข้อจำกัดในโมเดลที่ 1 รูปแบบการคัดบรรจุและการขนส่งที่เหมาะสมกรณีขนส่งไปตลาดกรุงเทพฯ ได้แก่ การคัดบรรจุ ณ ศูนย์พัฒนาต่าง ๆ แล้วขนส่งไปยังศูนย์คัดบรรจุในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้รถบรรทุกหกล้อธรรมดาและขนส่งต่อไปยังศูนย์ปลายทางในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้รถบรรทุกหกล้อห้องเย็น ส่วนวิธีการคัดบรรจุจะแตกต่างกันไปตามชนิดผักและต้นทุนการคัดบรรจุ สำหรับรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมในกรณีขนส่งไปยังตลาดเชียงใหม่ ได้แก่ การคัดบรรจุที่ศูนย์พัฒนา โดยพืชผักส่วนใหญ่จะถูกขนส่งโดยรถบรรทุกหกล้อธรรมดา ยกเว้นซุกินี บีทรูท ถั่วแขก และถั่วลันเตาที่ควรจะถูกขนส่งโดยรถบรรทุกหกล้อห้องเย็น ส่วนวิธีการคัดบรรจุนั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดผักและต้นทุนการคัดบรรจุ

สำหรับผลการวิเคราะห์จากโมเดลที่ 2 ของนัทธมน (2541) ซึ่งศึกษาพืชหลักเพียง 5 ชนิด พบว่า การเลือกรูปแบบการขนส่ง วิธีการคัดบรรจุ และยานพาหนะที่เหมาะสมนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับโมเดลที่ 1 แต่มีศูนย์พัฒนาฯบางแห่งไม่ถูกเลือกให้เป็นแหล่งผลิตและศูนย์คัดบรรจุ และบางแห่งต้องผลิตน้อยกว่าปริมาณผลผลิตตามศักยภาพของพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อทำให้ต้นทุนบริการตลาดรวมของโครงการหลวงต่ำสุดตามข้อจำกัดด้านอุปสงค์

นอกจากวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่งจะหาคำตอบถึงแหล่งที่ตั้งและขนาดแล้ว ยังสามารถบอกทิศทางการเคลื่อนย้ายของสินค้าได้ด้วย การหาคำตอบรูปแบบการเคลื่อนย้ายสินค้าโดยวิธีลิเนียร์โปรแกรมมิ่งจะได้คำตอบออกมาในลักษณะที่ว่า ควรมีการย้ายสินค้าประเภทใดไปในที่ใดบ้าง เป็นขนาดเท่าใด Mia (1984) ศึกษาการเสียค่าเคลื่อนย้ายต่ำสุดในตลาดประมูลปศุสัตว์เพื่อกำหนดทิศทางการเคลื่อนย้ายของปศุสัตว์จากแหล่งผลิตไปยังตลาดประมูลปศุสัตว์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาให้ผู้จำหน่ายได้รับผลประโยชน์สูงสุด ในขั้นต้นได้สมมติให้ผู้ค้าปศุสัตว์ไม่ทราบราคามาก่อน ขั้นต่อมาจึงนำเอาราคาเข้ามาพิจารณาเพื่อให้เหมาะสมกับความเป็นจริงมากขึ้น การวิเคราะห์เพื่อจัดแบ่งจำนวนปศุสัตว์ไปยังตลาดต่าง ๆ อยู่ภายใต้เงื่อนไขของอุปสงค์จริง นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์ อุปทาน ค่าเคลื่อนย้ายและราคาตลาดที่มีต่อการจัดแบ่งจำนวนปศุสัตว์ไปจำหน่ายในตลาดต่าง ๆ มูลค่าและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเคลื่อนย้ายปศุสัตว์ ผลปรากฏว่า ลักษณะการเคลื่อนย้ายปศุสัตว์ที่เป็นอยู่ไม่มีประสิทธิภาพทางการตลาด จำนวนปศุสัตว์ที่นำไปยังตลาดมีมากกว่าจำนวนปศุสัตว์ที่สามารถจำหน่ายได้ จึงทำให้ค่าเคลื่อนย้ายปศุสัตว์ไปยังศูนย์การค้าสูงกว่าลักษณะการเคลื่อนย้ายที่เหมาะสมของจำนวนปศุสัตว์ และเมื่อนำราคาเข้ามาพิจารณาด้วยแล้ว มูลค่าของอุปสงค์และผลประโยชน์แห่งการเคลื่อนย้ายที่เหมาะสมจะสูงกว่าที่ดำเนินการอยู่จริงมาก ตลาดประมูลปศุสัตว์ถือเป็นแหล่งระบบปศุสัตว์ที่สำคัญ ควรมีข้อได้เปรียบบางอย่างเช่น สามารถก่อให้เกิดค่าเคลื่อนย้ายต่ำสุดและผลประโยชน์แห่งการเคลื่อนย้ายสูงกว่า จึง

สามารถดึงดูดผู้ขายและผู้ซื้อไปดำเนินธุรกิจในตลาด ซึ่งผลประโยชน์เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อหน่วยงานของรัฐสามารถกระจายข้อมูลสาระสนเทศเพื่อเป็นแนวทางชี้แนะให้ผู้ขายปศุสัตว์มีทางเลือกตลาดจำหน่ายและดึงดูดผู้ซื้อให้ไปซื้อปศุสัตว์จากตลาดประมูลมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University