

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

แนวคิดทางทฤษฎีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ใช้แนวคิดทฤษฎีการจัดการแหล่งที่ตั้งของโรงงาน ส่วนในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์สมการต้นทุนในการขนส่งอ้อย ส่วนที่ 2 การคำนวณต้นทุนการผลิตอ้อย ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์หาค่าตอบในการกำหนดจำนวน ขนาดและที่ตั้งที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำตาลทรายในประเทศไทย และส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis)

3.1 แบบจำลองเชิงประจักษ์ตามแนวคิด Stollsteimer

แนวคิดของ Stollsteimer (1963) การหาจำนวนโรงงาน ขนาด และที่ตั้งของโรงงานที่เหมาะสม ต้องหาต้นทุนรวบรวมก่อนแล้วจึงหาต้นทุนแปรรูปต่ำสุด แต่เมื่อทำการวิเคราะห์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว สามารถรวมต้นทุนรวบรวมและต้นทุนแปรรูปเข้าด้วยกัน และหาค่าตอบจำนวนโรงงาน ขนาด และที่ตั้งของโรงงานไปพร้อมกัน แบบจำลองพื้นฐานทางคณิตศาสตร์แสดงได้ดังนี้

$$MinTC = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J C_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^J P_j X_j \quad (1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} = a_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} = b_j \quad (3)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (4)$$

กำหนดให้

TC = ต้นทุนรวมระหว่างต้นทุนรวบรวมและต้นทุนแปรรูป

C_{ij} = ต้นทุนการรวบรวมและขนส่งวัตถุดิบจากแหล่ง i ไปยังโรงงาน j

X_{ij} = ปริมาณวัตถุดิบจากแหล่ง i ไปยังโรงงาน j

$$\begin{aligned}
 P_j &= \text{ต้นทุนการแปรรูปของโรงงาน } j \\
 X_j &= \text{ปริมาณวัตถุดิบที่แปรรูปโดยโรงงาน } j \\
 a_i &= \text{ปริมาณวัตถุดิบจากแหล่ง } i \\
 b_j &= \text{กำลังการผลิตของโรงงาน } j
 \end{aligned}$$

แนวคิดของ Stollsteimer (1963) พิจารณาให้ต้นทุนรวบรวมและต้นทุนแปรรูปต่ำสุด แต่ในการศึกษาทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย ต้นทุนแปรรูปของโรงงานน้ำตาลทรายไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณในการเก็บรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้โรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่งที่เป็นของเอกชนนั้นไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลต้นทุนการแปรรูปได้ด้วยเหตุผลทางธุรกิจ ดังนั้น ในการศึกษาจึงได้กำหนดให้ต้นทุนการแปรรูปของโรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่งเท่ากัน ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาเลือกทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลทราย แต่ในการศึกษานี้ได้พิจารณาถึงต้นทุนการผลิตอ้อยว่ามีผลกระทบต่อภาระขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงานน้ำตาลทราย กล่าวคือ ถ้าหากจังหวัดที่ทำการเพาะปลูกอ้อยมีต้นทุนการผลิตอ้อยที่ต่ำก็สามารถขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลทรายที่อยู่ห่างไกลกว่าจังหวัดที่มีต้นทุนการผลิตอ้อยที่สูง ดังนั้น ในการหาคำตอบทำเลที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมจึงพิจารณาต้นทุนการผลิตอ้อยรวมกับต้นทุนการขนส่งอ้อยด้วย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงจากแบบจำลองตามแนวคิดของ Stollsteimer (1963) เพื่อใช้ในการศึกษารังนี้ได้ตัดต้นทุนการแปรรูปออกและเพิ่มต้นทุนการผลิตอ้อยลงแทนในต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยทั้งหมดซึ่งทำให้ได้คำตอบด้านทำเลที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายตลอดจนเส้นทางเคลื่อนย้ายอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายพร้อมๆ กัน ได้แบบจำลองดังต่อไปนี้

$$\text{Min}TC = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J C_{ij} X_{ij} \quad (5)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} = a_i \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} = b_j \quad (7)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (8)$$

กำหนดให้

TC = ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยทั้งหมด

C_{ij} = ต้นทุนในการขนส่งอ้อยต่อหน่วยจากจังหวัด i ไปยังโรงงานน้ำตาล j
รวมกับต้นทุนการผลิตอ้อยในจังหวัด i

X_{ij} = ปริมาณผลผลิตอ้อยจากจังหวัด i ไปยังโรงงานน้ำตาล j

a_i = ปริมาณผลผลิตอ้อยของจังหวัด i

b_j = กำลังการผลิตอ้อยของโรงงานน้ำตาล j

สามารถอธิบายความหมายของแต่ละสมการได้ดังต่อไปนี้

สมการที่ (5) เป็นสมการวัตถุประสงค์ แสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่ต้องการหา (TC) หรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกในจังหวัดต่าง ๆ ไปยังโรงงานน้ำตาลทราย ซึ่งคำนวณได้จากผลคูณของปริมาณผลผลิตอ้อยที่เคลื่อนย้าย (X_{ij}) และอัตราค่าขนส่งอ้อยที่รวมต้นทุนการผลิตอ้อย (C_{ij}) ในทุกช่องทางที่เป็นไปได้

ชุดสมการที่ (6) แสดงถึงความจำกัดด้านปริมาณผลผลิตอ้อยในจังหวัดต่าง ๆ ซึ่งปริมาณการขนย้ายอ้อยจากจังหวัดหนึ่ง ๆ ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทุกโรงงาน รวมกันแล้วต้องเท่ากับปริมาณอ้อยที่ผลิตได้ในจังหวัดนั้น ๆ

ชุดสมการที่ (7) แสดงถึงความจำกัดของกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลทรายต่างๆ ซึ่งปริมาณอ้อยที่เคลื่อนย้ายจากจังหวัดต่าง ๆ ทุกจังหวัดเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายหนึ่ง ๆ รวมกันเท่ากับกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลทรายแห่งนั้น

สมการที่ (8) เป็นสมการแสดงถึงข้อจำกัดทั่วไปของแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งที่แสดงถึงปริมาณผลผลิตอ้อยที่ขนส่งระหว่างจังหวัดต่าง ๆ ที่มีพื้นที่ทำการผลิตอ้อยไปสู่โรงงานน้ำตาลทรายต่าง ๆ จะมีค่าเป็นลบไม่ได้

3.2 ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ต้องการใส่ลงในแบบจำลองในการศึกษานี้ ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณผลผลิตอ้อยในพื้นที่ต่าง ๆ ต้นทุนการผลิตอ้อยในพื้นที่ต่าง ๆ และต้นทุนค่าเคลื่อนย้ายอ้อยจากจังหวัดต่าง ๆ ไปสู่โรงงานน้ำตาลต่างๆ ในทุกช่องทางที่เป็นไปได้ ซึ่งข้อมูลทางด้านปริมาณและต้นทุนการผลิตอ้อยได้จากการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ ส่วนข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายอ้อยได้จากการสำรวจข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมทั้งสองส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ที่ต้องใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทย กำลังการผลิตขั้นต่ำและสูงสุดของโรงงานน้ำตาลทราย ปริมาณการผลิตอ้อย ต้นทุนการผลิตอ้อย แหล่งที่ตั้งที่น่าจะเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงาน และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยทำการจากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม สมาคมโรงงานน้ำตาลไทยและอื่นๆ

2. ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ที่จะใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณอ้อยที่ชนจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงานน้ำตาลในเที่ยวใดเที่ยวหนึ่งหรือหลายเที่ยว ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและขนส่งอ้อยที่เกิดขึ้นในเที่ยวนั้นๆ ประกอบไปด้วยค่าขนขึ้น ค่าขนลงและค่าบรรทุกอ้อยที่แปรผันตามระยะทาง ข้อมูลเส้นทางและระยะทางในการขนส่งอ้อยจากแหล่งปลูกไปยังโรงงานน้ำตาลและอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์หัวหน้าโควตาอ้อยและผู้ประกอบการขนส่งอ้อยตามแบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ข.

3. การสุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจข้อมูลปฐมภูมิเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงานน้ำตาลทราย

สำหรับการสำรวจเพื่อรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ มีขั้นตอนในการการเก็บรวบรวมข้อมูลและสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการกำหนดภาคที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของข้อมูลตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ข้างต้นและสอดคล้องกับสภาพการผลิตจริง

ขั้นตอนที่ 2 ทำการเลือกจังหวัดจากภาคที่ถูกกำหนดไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้เลือกจังหวัดพิจารณาจากจังหวัดที่มีพื้นที่ทำการผลิตอ้อยมากที่สุด ภาคละ 1 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชรเป็นตัวแทนของภาคเหนือ จังหวัดกาญจนบุรีเป็นตัวแทนของภาคกลางและจังหวัดอุตรธานีเป็นตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนที่ 3 ทำการเลือกหัวหน้าโควตาอ้อยและผู้ประกอบการขนส่งอ้อยจากจังหวัดที่ถูกเลือกในขั้นตอนที่ 2 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) โดยกำหนดตัวอย่างหัวหน้าโควตาอ้อยและผู้ประกอบการขนส่งอ้อยไว้ จังหวัดละ 20 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง เพื่อที่จะสามารถนำมาประมาณและวิเคราะห์หาสมการต้นทุนค่าขนส่งอ้อยได้อย่างมีความน่าเชื่อถือทางสถิติ โดยมีวิธีในการเลือกหัวหน้าโควตาอ้อยดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขอรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยจากโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดที่เลือกเป็นตัวแทนของแต่ละภาคที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 จำนวน 20 รายในแต่ละโรงงานน้ำตาลทราย โดยขอราย

ชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยจากโรงงานน้ำตาลทรายทุกแห่งที่มีการจัดตั้งอยู่ในจังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคต่างๆ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชรมีจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายตั้งอยู่ 2 แห่ง จังหวัดกาญจนบุรีมีจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายตั้งอยู่ 8 แห่ง และจังหวัดอุตรธานีมีโรงงานน้ำตาลทรายตั้งอยู่ 3 แห่ง ดังนั้นจำนวนรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยที่คาดว่าจะได้รับจากโรงงานน้ำตาลทรายทั้งหมด 13 แห่ง มีจำนวน 260 ราย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายชื่อโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาคต่าง ๆ และจำนวนรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยของโรงงานน้ำตาลทรายที่คาดว่าจะได้รับแต่ละแห่ง

จังหวัดที่เป็นตัวแทนภาค	รายชื่อโรงงานน้ำตาลทราย	จำนวนรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยที่คาดว่าจะได้รับ (ราย)
ภาคเหนือ จังหวัดกำแพงเพชร	1. โรงงานน้ำตาล กำแพงเพชร	20
	2. โรงงานน้ำตาล นครเพชร	20
ภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี	1. โรงงานน้ำตาล ท่ามะกา	20
	2. โรงงานน้ำตาล ไทยกาญจนบุรี	20
	3. โรงงานน้ำตาล ประจวบอุตสาหกรรม จำกัด	20
	4. โรงงานน้ำตาล ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม	20
	5. โรงงานน้ำตาล ไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล จำกัด	20
	6. โรงงานน้ำตาล วังขนาย	20
	7. โรงงานน้ำตาล อุตสาหกรรมมิตรเกษตร จำกัด	20
	8. โรงงานน้ำตาล นิวกุ้งไทย	20
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุตรธานี	1. โรงงานน้ำตาล ทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด	20
	2. โรงงานน้ำตาล กุมภวาปี จำกัด	20
	3. โรงงานน้ำตาล เกษตรผล จำกัด	20
รวม		260

ขั้นที่ 2 ทำการเลือกรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยของแต่ละโรงงานน้ำตาลทรายที่ได้ส่งรายชื่อกลับคืน หลังจากขอรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยจากโรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่งในขั้นที่ 1 แล้ว ผลของการส่งรายชื่อหัวหน้าโควตาอ้อยกลับคืนเป็นดังนี้ ภาคเหนือส่งรายชื่อกลับคืนทั้งหมด

40 ราย ภาคกลางส่งรายชื่อกลับคืนทั้งหมด 80 ราย และภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่งรายชื่อคืนทั้งหมด 60 ราย รวมทั้งสิ้น 180 ราย (ตารางที่ 3.2) จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างรายชื่อหัวหน้าโควออ้อยที่ได้รับทั้งหมดเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เกณฑ์สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง และเลือกกลุ่มตัวอย่างในหลายๆ อำเภอเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของข้อมูล โดยสุ่มจำนวนตัวอย่างในจังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดกาญจนบุรีจังหวัดละ 20 ตัวอย่าง ซึ่งทั้งสองจังหวัดผู้วิจัยได้เดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลเอง จึงสามารถควบคุมจำนวนตัวอย่างได้แน่นอน ส่วนจังหวัดอุตรธานีนั้นเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยไม่สามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลเองได้ จึงกำหนดเลือกจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 60 ตัวอย่างที่ได้รับคืนจากโรงงานน้ำตาลทรายทั้งหมด และใช้วิธีส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ การที่ส่งแบบสอบถามไปยังจังหวัดอุตรธานีมีจำนวนมากกว่าแบบสอบถามที่จะเดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลเองในจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดกาญจนบุรี ด้วยเหตุที่ว่าการเก็บข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามไปนั้น สัดส่วนในการตอบแบบสอบถามกลับคืนต่อจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมดจะน้อย ไม่สามารถควบคุมจำนวนตัวอย่างได้เหมือนกับการเดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จำนวนตัวอย่างที่ทำการเลือกมาทั้งสิ้น 100 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่มีอยู่ 180 ตัวอย่าง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนตัวอย่างหัวหน้าโควออ้อยที่ได้รับทั้งหมด ตัวอย่างหัวหน้าโควออ้อยที่สุ่มแบบเจาะจง และจำนวนตัวอย่างที่ได้รับจริงทั้งหมดของจังหวัดที่เป็นตัวแทนของภาค

จังหวัดที่เป็นตัวแทนภาค	จำนวนตัวอย่างรายชื่อหัวหน้าโควออ้อยที่ได้รับกลับคืนทั้งหมด (ตัวอย่าง)	จำนวนตัวอย่างรายชื่อหัวหน้าโควออ้อยที่ทำการสุ่มแบบเจาะจง (ตัวอย่าง)	จำนวนตัวอย่างที่ได้จริงทั้งหมด (ตัวอย่าง)
ภาคเหนือ			
จังหวัดกำแพงเพชร	40	20	22
ภาคกลาง			
จังหวัดกาญจนบุรี	80	20	20
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			
จังหวัดอุตรธานี	60	60	23
รวม	180	100	65

ขั้นที่ 3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเดินทางไปเก็บข้อมูลตามจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดกาญจนบุรี ส่วนจังหวัดอุตรธานีนั้นได้ทำการส่ง

แบบสอบถามทางไปรษณีย์ หลังจากที่ได้ผู้วิจัยได้เดินทางไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ปรากฏว่า ในจังหวัดกำแพงเพชรสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้มากกว่าจำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่มไว้ในขั้นที่ 2 จำนวน 22 ตัวอย่าง จังหวัดกาญจนบุรีเก็บรวบรวมข้อมูลครบตามจำนวนตัวอย่างที่สุ่มจำนวน 20 ตัวอย่าง และจังหวัดอุดรธานีได้รับแบบสอบถามกลับคือจำนวน 23 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 65 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาถึงทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายในประเทศไทยนั้น แบ่งการวิเคราะห์ออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (description analysis)

เป็นการอธิบายในส่วนของการผลิตอ้อยและอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำตาลทรายในประเทศไทย อันประกอบไปด้วย สถานการณ์การผลิตอ้อยและแนวโน้มในการผลิต ระบบการขนส่งอ้อยและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ความสัมพันธ์ระหว่างโรงงานน้ำตาลทราย หัวหน้ากลุ่มชาวไร่ อ้อย (หัวหน้าโคคาอ้อย) และชาวไร่ อ้อย การรวมกลุ่มของชาวไร่ อ้อย การรวมกลุ่มของโรงงานน้ำตาลทราย และการตลาดน้ำตาลทรายในประเทศไทย รวมถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะแสดงในรูปของตารางแจกแจงข้อมูลหรือแผนภูมิ และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย เช่น ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่ออธิบายในส่วนของการวิเคราะห์หาคำตอบในการกำหนดจำนวน ขนาดและที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทย ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม คือ จำนวนโรงงานน้ำตาล ขนาดหรือกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาล และแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลที่จะทำให้เกิดเสียต้นทุนในการขนส่งต่ำสุด ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ของทรัพยากรในการผลิต ตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นนี้คือ ต้นทุนในการขนส่งอ้อยโดยรวมไปถึงต้นทุนในการผลิตอ้อยซึ่งจำเป็นต้องมีวิธีการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์หาคำตอบอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น ในส่วนของการวิเคราะห์เชิงปริมาณนี้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์สมการต้นทุนในการขนส่งอ้อย 2) การคำนวณต้นทุนการผลิตอ้อย 3) การวิเคราะห์หาคำตอบในการกำหนดจำนวน ขนาดและที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลทรายในประเทศไทย และ 4) การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การวิเคราะห์สมการต้นทุนการขนส่งอ้อย

ในการวิเคราะห์ส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาอัตราค่าขนส่งอ้อยในทุกเส้นทางที่เป็นไปได้ เนื่องจากไม่สามารถสอบถามค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกต่าง ๆ ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายทุกแห่งในทุกเส้นทางของการขนส่งได้ ตามทฤษฎีค่าขนส่งที่ขึ้นกับระยะทางของ Bressler and King (1970) กล่าวไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราค่าขนส่งและระยะทางมีอยู่ 4 รูปแบบ คือ 1) อัตราค่าขนส่งและระยะทางไม่มีความสัมพันธ์กัน ไม่ว่าระยะทางจะเปลี่ยนไปเท่าใด อัตราค่าขนส่งเท่าเดิม 2) อัตราค่าขนส่งและระยะทางมีความสัมพันธ์แบบขั้นบันได 3) อัตราค่าขนส่งและระยะทางมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ หน่วยระยะทาง และ 4) อัตราค่าขนส่งและระยะทางมีความสัมพันธ์แบบเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อระยะทางในการขนส่งไกลขึ้น การศึกษาครั้งนี้เลือกความสัมพันธ์ระหว่างอัตราค่าขนส่งและระยะทางแบบเส้นตรง นั่นคืออัตราค่าขนส่งอ้อยมีความแปรผันตามระยะทางการขนส่งเป็นแบบเส้นตรง นอกจากนี้ยังได้เพิ่มตัวแปรในการศึกษาโดยพิจารณาจากการขนส่งอ้อยที่เป็นจริง โดยทำการเพิ่มตัวแปรหุ่น (dummy variable) ในการศึกษาครั้งนี้ 2 ตัว ได้แก่ 1) ชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งอ้อย แบ่งเป็น รถบรรทุกขนาด 10 ล้อ และรถบรรทุกขนาด 18 ล้อ และ 2) ลักษณะการขนส่งอ้อย แบ่งเป็น ขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกของตนเอง และขนส่งอ้อยโดยการจ้างรถบรรทุกรับจ้าง ดังนั้น ในการศึกษาจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราค่าขนส่งอ้อยกับระยะทางในการขนส่งและตัวแปรหุ่นอีก 2 ตัวแปร ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ (9)

$$T = t_0 + t_1 Z_1 + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 \quad (9)$$

กำหนดให้

T = ต้นทุนค่าขนส่งอ้อยต่อตัน (บาท)

Z_1 = ตัวแปรที่แสดงถึงระยะทางในการขนส่งอ้อย (กิโลเมตร)

D_1 = เป็นตัวแปรหุ่นที่แสดงถึงชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งอ้อย โดย

$D_1 = 0$ หมายถึง ใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อในการขนส่งอ้อย และ

$D_1 = 1$ หมายถึง ใช้รถบรรทุกขนาด 18 ล้อในการขนส่งอ้อย

D_2 = ตัวแปรหุ่นที่แสดงถึงลักษณะการขนส่งอ้อย โดย

$D_2 = 0$ หมายถึง ชาวไร่อ้อยทำการขนส่งโดยการจ้างรถบรรทุกรับจ้าง หรือเกษตรกรชาวไร่อ้อยด้วยตนเอง

$D_2 = 1$ หมายถึง ชาวไร่อ้อยทำการขนส่งอ้อยโดยรถบรรทุกของตนเอง

t_0 = ค่าสัมประสิทธิ์แสดงอัตราค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ไม่ขึ้นกับระยะทาง เป็นค่าคงที่ กล่าวคือ เมื่อระยะทางในการขนส่งเป็นศูนย์ อัตราค่าขนส่งอ้อยบริเวณนี้ก็จะเท่ากับ t_0 ซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ในการขนส่ง

t_1 = ค่าสัมประสิทธิ์แสดงอัตราค่าขนส่งอ้อยต่อหน่วยระยะทางในการขนส่ง เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปร คือระยะทาง ถ้าค่าของระยะทางคือ Z_1 เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย t_1 จะเป็นตัวชี้บอกให้เราทราบว่า อัตราค่าขนส่งจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าไร เช่น ถ้า t_1 เท่ากับ 0.5 แสดงว่า อัตราค่าขนส่งจะเพิ่มขึ้น 0.5 บาทเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตร

α_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรหุ่น D_1 แสดงอัตราค่าขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อใช้รถบรรทุกขนาด 18 ล้อเป็นยานพาหนะในการขนส่งอ้อยแทนที่จะใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อแทน เช่น ถ้า $\alpha_1 < 0$ แสดงว่าเมื่อมีการใช้รถบรรทุกขนาด 18 ล้อในการขนส่งอ้อยแทนที่จะใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อจะทำให้อัตราค่าขนส่งอ้อยลดลงเท่ากับ $|\alpha_1|$ บาทต่อตันต่อกิโลเมตร

α_2 = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรหุ่น D_2 แสดงอัตราค่าขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อลักษณะในการดำเนินการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายเป็นการใช้ยานพาหนะของตนเองแทนที่จะเป็นการใช้ยานพาหนะจ้าง เช่น ถ้า $\alpha_2 < 0$ แสดงว่าเมื่อมีการใช้รถบรรทุกของตนเองในการขนส่งอ้อยแทนที่จะเป็นรถบรรทุกจ้างจะทำให้อัตราค่าขนส่งอ้อยลดลงเท่ากับ $|\alpha_2|$ บาทต่อตันต่อกิโลเมตร

การคำนวณหาสมการต้นทุนในการขนส่งอ้อยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (ordinary least square) ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ประมาณว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความเกี่ยวพันใกล้ชิดกันเพียงใดหรือมีความสัมพันธ์กันในทิศทางใด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวอิสระ 1 หน่วย จะทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงไปในจำนวนเท่าใด เช่น ในกรณีของระยะทาง ชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งอ้อยและลักษณะหรือรูปแบบในการขนส่งอ้อยที่เป็นตัวแปรอิสระจะมีผลต่ออัตราค่าขนส่งอ้อยที่เป็นตัวแปรตาม เป็นต้น ในการศึกษาที่มีข้อสมมติฐานว่าระยะทางในการขนส่งอ้อยเป็นตัวแปรอิสระและอัตราค่าขนส่งอ้อยเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่าถ้าระยะทางในการขนส่งอ้อยไกลขึ้น อัตราค่าขนส่งอ้อยจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย ส่วนชนิดของยานพาหนะและรูปแบบในการขนส่งอ้อยเป็นตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับอัตราค่าขนส่งอ้อยในทิศทางตรงกันข้าม หมายความว่า ถ้าเลือกใช้ยานพาหนะในการขนส่งอ้อยคือ

รถบรรทุกขนาด 18 ล้อ และเลือกลักษณะหรือรูปแบบในการขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลทราย เป็นแบบการขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกของตนเอง จะทำให้อัตราค่าขนส่งอ้อยรวมทั้งหมดลดลง

3.3.2 การคำนวณต้นทุนการผลิตอ้อย

การผลิตอ้อยในแต่ละท้องที่ของประเทศไทยแตกต่างกันส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอ้อยมีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งต้นทุนการผลิตมีส่วนที่จะสะท้อนถึงการเลือกทำเลแหล่งที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.1 จึงได้นำต้นทุนการผลิตมาพิจารณาไว้ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย

เนื่องจากในปัจจุบัน หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องในการจัดทำข้อมูลและเผยแพร่ในส่วน of ต้นทุนการผลิตอ้อย ได้เผยแพร่ข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยในระดับประเทศ เมื่อสอบถามไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้ ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในอดีตเคยเผยแพร่ข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยในระดับภาค แต่ในปัจจุบันมีเฉพาะข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยในระดับประเทศเท่านั้น ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลระดับภาคเป็นปีปัจจุบัน จึงทำการปรับข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยในอดีตที่เคยทำไว้ล่าสุดปี 2531/32 ให้เป็นข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยปี 2542/43 ทำได้โดยการหาสัดส่วนเพิ่มของต้นทุนการผลิตอ้อยระดับประเทศในปี 2542/43 เป็นที่เท่าของต้นทุนการผลิตอ้อยระดับประเทศในปี 2542/43 (สมการที่ 10) จากนั้นนำสัดส่วนเพิ่มดังกล่าวคูณกับข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาคในปี 2531/32 เพื่อปรับให้ได้ข้อมูลประมาณการต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาคเป็นปี 2542/43

$$A_f = \frac{C_T^{42/43}}{C_T^{31/32}} \quad (10)$$

กำหนดให้

A_f = adjusting factor

$C_T^{42/43}$ = ต้นทุนการผลิตอ้อยระดับประเทศ (บาทต่อตัน) ในปี 2542/43

$C_T^{31/32}$ = ต้นทุนการผลิตอ้อยระดับประเทศ (บาทต่อตัน) ในปี 2531/32

จากนั้นทำการประมาณหาต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาคปี 2542/43 โดยการนำ adjusting factor ที่หาได้จากสมการที่ (10) คูณกับข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาคปี 2531/32 ดังแสดงในสมการ (11)

$$\hat{C}_r^{42/43} = C_r^{31/32} \times A_r \quad (11)$$

กำหนดให้

$$\hat{C}_r^{42/43} = \text{ประมาณการต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาค (บาทต่อตัน) ปี 2542/43}$$

ในภาค r

$r =$ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก หรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$$C_r^{31/32} = \text{ต้นทุนการผลิตอ้อยระดับภาค (บาทต่อตัน) ในปี 2531/32}$$

หลังจากได้ข้อมูลต้นทุนการผลิตระดับภาคในปี 2542/43 แล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยในแต่ละจังหวัดที่จะนำไปวิเคราะห์หาคำตอบที่เหมาะสมตามแบบจำลองได้ กำหนดให้ต้นทุนการผลิตอ้อยต่อไร่ในแต่ละจังหวัดที่อยู่ในภาคเดียวกันมีค่าเท่ากันและเท่ากับค่าเฉลี่ยของภาค แต่ต้นทุนการผลิตอ้อยต่อตันจะแตกต่างกันในแต่ละจังหวัดขึ้นอยู่กับผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เป็นสำคัญ ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยต่อตันในแต่ละจังหวัด จึงนำเอาข้อมูลต้นทุนการผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในระดับภาคที่หาได้ข้างต้นหารด้วยผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในภาคเดียวกัน ต้นทุนการผลิตอ้อยในแต่ละจังหวัดสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (12)

$$C_{ir}^{42/43} = \frac{\hat{C}_r^{42/43}}{Y_{ir}^{42/43}} \quad (12)$$

กำหนดให้

$$C_{ir}^{42/43} = \text{ต้นทุนการผลิตอ้อยต่อหน่วย (บาทต่อตัน) ในจังหวัด } i \text{ ที่อยู่ในภาค } r$$

$r =$ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

$$Y_{ir}^{42/43} = \text{ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ (ตันต่อไร่) ปี 2542/43 ในจังหวัด } i \text{ ที่อยู่ในภาค } r$$

$r =$ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก หรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.3.3 เส้นทางรถขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทราย

โครงสร้างในการขนส่งอ้อยและแหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายในการศึกษารั้งนี้ ประกอบด้วยแหล่งผลิตหรือแหล่งที่มีการเพาะปลูกอ้อย คิดเป็นรายจังหวัดทั้งหมด 49 จังหวัด (I_1 ถึง I_{49}) โดยอยู่ในเขตภาคเหนือ 12 จังหวัด เขตภาคกลาง 12 จังหวัด เขตภาคตะวันออก 6 จังหวัด และเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด ดังแสดงในตารางที่ 3.3 การพิจารณาแหล่งผลิตอ้อย

เป็นการพิจารณาในระดับจังหวัด โดยใช้อำเภอเมืองเป็นตัวแทนของแหล่งเพาะปลูกอ้อยในแต่ละจังหวัด และใช้ที่ตั้งอำเภอเมืองเป็นจุดเริ่มต้นในการขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่ง

ตารางที่ 3.3 รายชื่อจังหวัดที่มีการเพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ จำนวน 49 จังหวัดแยกแยะภาค

ภาค	จังหวัด							รวม
เหนือ	เชียงใหม่ พิจิตร	ลำปาง นครสวรรค์	ตาก เพชรบูรณ์	แพร่ เชียงราย	สุโขทัย อุตรดิตถ์	พิษณุโลก	กำแพงเพชร	12
กลาง	กาญจนบุรี สระบุรี	ราชบุรี อุทัยธานี	นครปฐม อ่างทอง	สุพรรณบุรี เพชรบุรี	สิงห์บุรี ประจวบคีรีขันธ์	ชัยนาท	ลพบุรี	12
ตะวันออก	ชลบุรี	ระยอง	ฉะเชิงเทรา	สระแก้ว	ปราจีนบุรี	จันทบุรี		6
ตะวันออก เฉียงเหนือ	เลย ยโสธร สุรินทร์	อุดรธานี กาฬสินธุ์ ศรีสะเกษ	หนองคาย ชัยภูมิ อุบลราชธานี	นครพนม นครราชสีมา	ขอนแก่น มหาสารคาม หนองบัวลำภู	มุกดาหาร บุรีรัมย์	สกลนคร ร้อยเอ็ด	19
	รวม							49

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2543.

ส่วนโรงงานน้ำตาลทรายทั้งประเทศมีทั้งหมด 46 แห่ง (J_1 ถึง J_{46}) ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือ 10 แห่ง ภาคกลาง 18 แห่ง ภาคตะวันออก 5 แห่ง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.4 การพิจารณาแหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทราย จะพิจารณา ณ แหล่งที่ตั้งจริงของโรงงานน้ำตาลทรายที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนั้น ๆ เป็นจุดปลายทางในการขนส่งผลผลิตอ้อย

ตารางที่ 3.4 รายชื่อจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายและจังหวัดที่ตั้งทั้งหมดในประเทศไทย

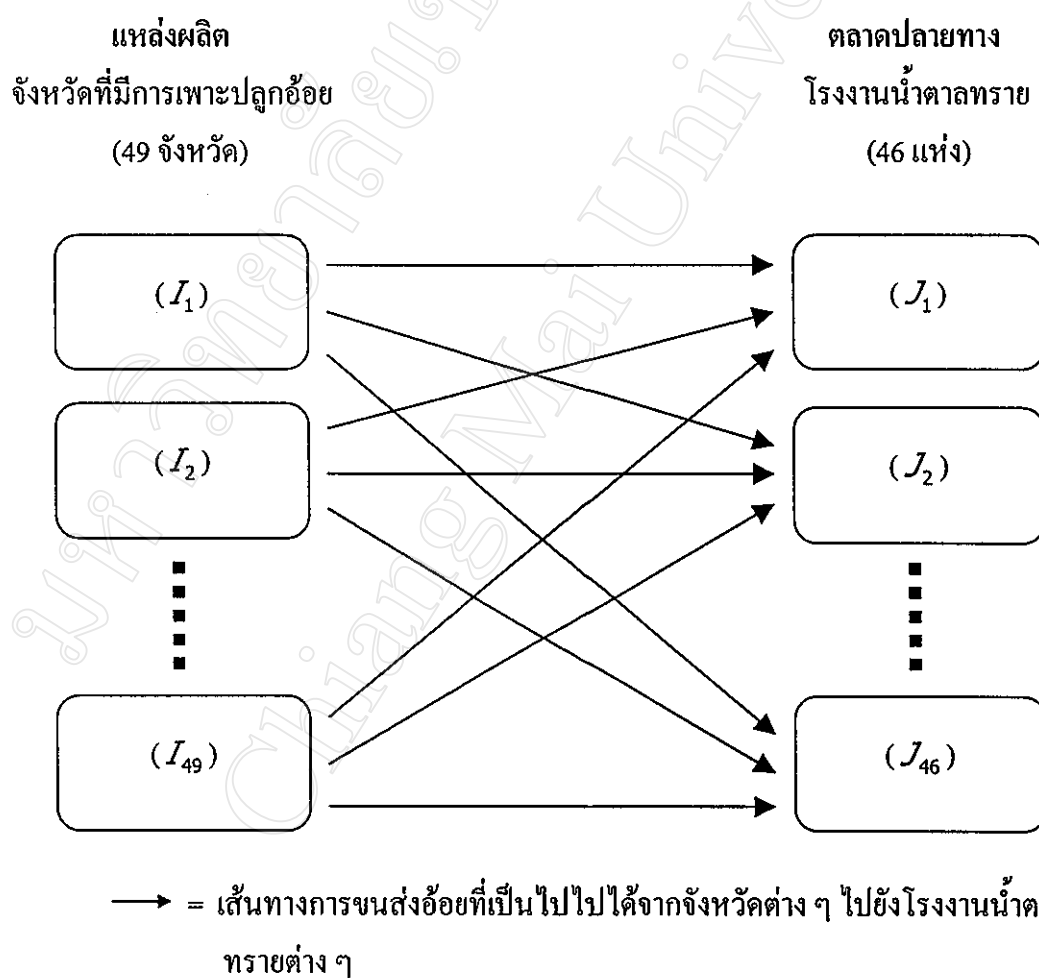
ลำดับ	โรงงานน้ำตาล	เลขที่-ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
	ภาคเหนือ				
1	เชียงใหม่	54/1 ถ.สันกำแพงลำพูน	แซ่ช้าง	สันกำแพง	เชียงใหม่
2	ลำปาง(แม่วัง)	325 หมู่ 7 ถ.พหลโยธิน	ศาลา	เกาะคา	ลำปาง
3	อุตรดิตถ์	206 หมู่ 3 ถ.ศรีขาววัง	วังกะพี้	เมือง	อุตรดิตถ์
4	ไทยเอกลักษณ์	42/1 หมู่ 8	คิ่งตะเกา	เมือง	อุตรดิตถ์
5	กำแพงเพชร	152 หมู่ 2 ถ.พหลโยธิน	ไตรตรังษ์	เมือง	กำแพงเพชร
6	นครเพชร	333 หมู่ 9	เทพนคร	เมือง	กำแพงเพชร
7	รวมผลอุตสาหกรรมนครสวรรค์	1 หมู่ 7	บ้านมะเกลือ	เมือง	นครสวรรค์
8	เกษตรไทย	1/1	หนองโพ	ตากถี	นครสวรรค์
9	พิษณุโลก	8/8 หมู่ 8	ไผ่ล้อม	บางกระทุ่ม	พิษณุโลก
10	ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด	99 หมู่ 9	ศรีเทพ	ศรีเทพ	เพชรบูรณ์

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	โรงงานน้ำตาล	เลขที่-ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
	ภาคกลาง				
11	อุตสาหกรรมน้ำตาลกาญจนบุรี	88/12 ถ.ด่านช้าง-บ้านไร่	ทัพหลวง	บ้านไร่	อุทัยธานี
12	ไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม	84 หมู่ 3 ถ.แสงชูโต	วังสาลา	ท่าม่วง	กาญจนบุรี
13	ไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล จำกัด	99 หมู่ 9 ถ.สายพระแทน	ตะครี้นอน	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
14	นิวกิ่งไทย จำกัด	75 หมู่ 9 ถ.แสงชูโต	ท่าไม้	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
15	ท่ามะกา	14/1 หมู่ 10 ถ.แสงชูโต	ท่ามะกา	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
16	อุตสาหกรรมมิตรเกษตร จำกัด	93/1 หมู่ 9 ถ.แสงชูโต	คอนขมิ้น	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
17	ไทยกาญจนบุรี	1 หมู่ 8 ถ.แสงชูโต	ท่าไม้	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
18	ประจวบอุตสาหกรรม จำกัด	14/2 หมู่ 5 ถ.แสงชูโต	ท่ามะกา	ท่ามะกา	กาญจนบุรี
19	วังขนาย	209 หมู่ 2 ถ.แสงชูโต	วังขนาย	ท่าม่วง	กาญจนบุรี
20	ราชบุรี	9 หมู่ 6 ถ.เบ็กไพร-บาง	เบ็กไพร	บ้านโป่ง	ราชบุรี
21	บ้านโป่ง จำกัด	3/11 หมู่ 18 ถ.แสงชูโต	ท่าคา	บ้านโป่ง	ราชบุรี
22	อุตสาหกรรมอุ้มทอง (รีไฟน์ซึ้งมงคล)	99 หมู่ 3 ถ.อุ้มทอง-อุทัยธานี	หนองไธสง	อุ้มทอง	สุพรรณบุรี
23	มิตรผล จำกัด	109 หมู่ 10	หนองมะคำโม่ง	ด่านช้าง	สุพรรณบุรี
24	สุพรรณบุรี	151 หมู่ 6	ย่านยาว	สามชุก	สุพรรณบุรี
25	สิงห์บุรี	24/2 หมู่ 2	ไม้คัด	บางระจัน	สิงห์บุรี
26	อุตสาหกรรมน้ำตาลที.เอ็น. จำกัด	11 หมู่ 2	แก่งฝักกูด	ท่าหลวง	ลพบุรี
27	สระบุรี จำกัด	188 หมู่ 1	คำพราน	วังม่วง	สระบุรี
28	ปราณบุรี จำกัด	16/7 หมู่ 4 ถ.ปลายน้ำ	เขาน้อย	ปราณบุรี	ประจวบคีรีขันธ์
	ภาคตะวันออก				
29	อุตสาหกรรมน้ำตาลชลบุรี	283/1 ถ.ปรีชาราษฎร์รังสรรค์	หนองซาก	บ้านบึง	ชลบุรี
30	สหการน้ำตาลชลบุรี จำกัด	612 หมู่ 5	หนองไผ่แก้ว	บ้านบึง	ชลบุรี
31	นิวกิ่งสุรินทร์	24 หมู่ 1 ถ.บ้านหนองบัว	หมอนนาง	พนัสนิคม	ชลบุรี
32	ตะวันออก	279 หมู่ 1	หัวโจก	วัฒนานคร	สระแก้ว
33	ระยอง	19/20 หมู่ 8 ถ.ศิษย์วิเศษ	หนองบัว	บ้านค่าย	ระยอง
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
34	บุรีรัมย์ จำกัด	237 หมู่ 2	หินเหล็กไฟ	คูเมือง	บุรีรัมย์
35	สหรือ	76 หมู่ 8 ถ. โลกสูง-โพนทราย	ทรายใหญ่	เมือง	มุกดาหาร
36	ทรายขาวเริ่มอุดม จำกัด	11 หมู่ 6 ถ.อุตร-สกล	หนองสระปลา	หนองหาน	อุดรธานี
37	กุมภวาปี จำกัด	73 หมู่ 11	กุมภวาปี	กุมภวาปี	อุดรธานี
38	เกษตรผล จำกัด	9 หมู่ 9 ถ.มิตรภาพ	ปะโค	กุมภวาปี	อุดรธานี
39	อุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน	99 ถ.วังสาม-หมอคำม่วง	ลำราญ	สามชัย	กาฬสินธุ์
40	มิตรกาฬสินธุ์	99 หมู่ 1	สมสะอาด	ภูผินารายณ์	กาฬสินธุ์
41	ขอนแก่น จำกัด	43 หมู่ 10 ถ.น้ำพอง-กระนวน	น้ำพอง	น้ำพอง	ขอนแก่น
42	มิตรภูเวียง	365 หมู่ 1 ถ.มะลิวัลย์	หนองเรือ	หนองเรือ	ขอนแก่น
43	รวมเกษตรกรรมอุตสาหกรรม	99 หมู่ 10	โคกสะอาด	ภูเขียว	ชัยภูมิ
44	อุตสาหกรรมโคราช จำกัด	111 หมู่ 14	หนองระเวียง	พิมาย	นครราชสีมา
45	ราชสีมา (อ่างเวียง)	223 หมู่ 1 ถ.นิเวศน์รัตน์	แก่งสนามนาง	แก่งสนามนาง	นครราชสีมา
46	หนองใหญ่ (เอ็น.วอย.)	289 หมู่ 2	จระเข้หิน	ครบุรี	นครราชสีมา

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2543.

การเคลื่อนย้ายผลผลิตอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกอ้อยทั้งหมด 49 จังหวัดไปยังโรงงานน้ำตาลทรายทั้งหมด 46 แห่ง หากใช้เส้นทางในการขนส่งอ้อยที่เป็นไปได้ทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 3.1 จะมีเส้นทางการขนส่งอ้อยจำนวน 2,254 เส้นทาง อย่างไรก็ตามเส้นทางบางเส้นทางอาจมีระยะห่างมากจนเมื่อขนอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายแล้วจะมีต้นทุนค่าขนส่งรวมกับต้นทุนการผลิตอ้อยมากกว่าราคาที่ได้รับซึ่งเป็นเส้นทางที่ไม่สมควรมีการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงสามารถที่จะทำการจำกัดเส้นทางการขนส่งอ้อยให้น้อยลงโดยใช้หลักการว่าเส้นทางในการขนส่งอ้อยที่เป็นไปได้จะต้องเป็นเส้นทางที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งและต้นทุนการผลิตอ้อยรวมกันน้อยกว่าหรือเท่ากับราคาอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลทรายแห่งนั้น



รูปที่ 3.1 เส้นทางการขนส่งอ้อยจากแหล่งผลิตต่างๆ เข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายต่างๆ ที่เป็นไปได้

วิธีการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ในการขนส่งอ้อยนั้น ยกตัวอย่างเช่น โรงงานน้ำตาลทรายใน จังหวัดเชียงใหม่ มีราคาอ้อยหน้าโรงงานเท่ากับ 696.60 บาทต่อตัน (ราคาประมาณการณ์อ้อยหน้า โรงงาน คำนวณจากราคาอ้อย ณ ระดับ ซี.ซี.เอส.ต่าง ๆ ประเมินโดยสำนักงานคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย, 2543) แหล่งเพาะปลูกอ้อยทุกจังหวัดมีโอกาสที่จะขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ทรายในจังหวัดเชียงใหม่ การพิจารณาเริ่มจากจังหวัดเชียงใหม่เอง มีระยะทางในการขนส่งอ้อยเข้า สู่โรงงาน 12 กิโลเมตร ต้นทุนในการขนส่งอ้อยคำนวณจากหัวข้อที่ 3.3.1.1 จะเท่ากับ 34.82 บาทต่อ ตันต่อกิโลเมตร รวมกับต้นทุนการผลิตอ้อยในจังหวัดเชียงใหม่ที่คำนวณจากหัวข้อที่ 3.3.2 เท่ากับ 457.68 บาทต่อตัน รวมต้นทุนการขนส่งและการผลิตอ้อยแล้วเท่ากับ 492.50 บาทต่อตัน ซึ่งน้อยกว่าราคาอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่ ดังนั้น เส้นทางการขนส่งอ้อยจากจังหวัด เชียงใหม่ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่จึงเป็นเส้นทางที่เป็นไปได้ในการขนส่ง พิจารณาจังหวัดถัดไป ได้แก่จังหวัดเชียงราย มีระยะทางในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทราย ในจังหวัดเชียงใหม่เท่ากับ 194 กิโลเมตร จึงมีต้นทุนการขนส่งอ้อยเท่ากับ 199.89 บาทต่อตันต่อ กิโลเมตร รวมกับต้นทุนการผลิตอ้อยของจังหวัดเชียงราย 457.68 บาทต่อตันแล้วเท่ากับ 657.57 บาทต่อตันต่อกิโลเมตร ซึ่งน้อยกว่าราคาอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่ ดังนั้น เส้นทางการขนส่งอ้อยจากจังหวัดเชียงรายไปยังโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่จึงเป็นเส้น ทางที่เป็นไปได้ พิจารณาในจังหวัดถัดไป ได้แก่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีระยะทางในการขนส่งอ้อยเข้าสู่ โรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่เท่ากับ 219 กิโลเมตร จึงมีต้นทุนการขนส่งอ้อยเท่ากับ 222.56 บาทต่อตันต่อกิโลเมตร รวมกับต้นทุนการผลิตอ้อยของจังหวัดอุตรดิตถ์ 478.41 บาทต่อตัน แล้วเท่ากับ 700.97 บาทต่อตัน ซึ่งมากกว่าราคาอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่ คัง นั้น เส้นทางในการขนส่งอ้อยจากจังหวัดอุตรดิตถ์ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดเชียงใหม่จึง เป็นเส้นทางที่เป็นไปไม่ได้ เป็นต้น ทำการคำนวณหาเส้นทางการขนส่งอ้อยที่เป็นไปได้ดังที่ยกตัว อย่างข้างต้นสำหรับ โรงงานน้ำตาลทรายแต่ละแห่งที่ได้รับผลผลิตอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกทุก จังหวัดเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จะได้เส้นทางที่เป็นไปได้ในการขนส่งอ้อยจากจังหวัดต่าง ๆ ไปยังโรงงาน น้ำตาลทรายต่าง ๆ รวมทั้งหมด 335 เส้นทาง ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เส้นทางในการขนส่งอ้อยจากแหล่งผลิตต่าง ๆ ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายต่าง ๆ ที่เป็นไปได้

ลำดับ	โรงงานน้ำตาล	จังหวัดที่เป็นไปได้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทราย	จำนวนเส้นทาง
1	เชียงใหม่	เชียงใหม่,ลำปาง,แพร่,เชียงราย	4
2	ลำปาง(แม่วัง)	เชียงใหม่,ลำปาง,แพร่,สุโขทัย,เชียงราย,อุตรดิตถ์	6
3	อุตรดิตถ์	เชียงใหม่,ลำปาง,ตาก,แพร่,สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,อุตรดิตถ์	8
4	ไทยเอกสิทธิ์	ลำปาง,แพร่,สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,อุตรดิตถ์	6
5	กำแพงเพชร	ตาก,สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,พิจิตร,นครสวรรค์	6
6	นครเพชร	ตาก,สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,พิจิตร,นครสวรรค์	6
7	รวมผลอุตสาหกรรม	สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,พิจิตร,นครสวรรค์,เพชรบูรณ์	6
8	เกษตรไทย	พิษณุโลก,กำแพงเพชร,พิจิตร,นครสวรรค์	4
9	พิษณุโลก	สุโขทัย,พิษณุโลก,กำแพงเพชร,พิจิตร,นครสวรรค์,เพชรบูรณ์,อุตรดิตถ์	7
10	ไทยรุ่งเรือง	นครสวรรค์,เพชรบูรณ์	2
11	กาญจนบุรี	ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,สระบุรี,อุทัยธานี,อ่างทอง	8
12	ไทยเพิ่มพูน	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
13	ไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
14	นิวกองไทย	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
15	ท่ามะกา	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
16	มิตรเกษตร	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
17	ไทยกาญจนบุรี	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
18	ประจวบอุตสาหกรรม	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
19	วังขนาย	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
20	ราชบุรี	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
21	บ้านโป่ง	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
22	อุตสาหกรรมอู่ทอง	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง,เพชรบุรี	8
23	มิตรผล	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อ่างทอง	7
24	สุพรรณบุรี	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,อุทัยธานี,อ่างทอง	8
25	สิงห์บุรี	ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,ลพบุรี,อุทัยธานี,อ่างทอง	8
26	ที.เอ็น.	ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,ลพบุรี,สระบุรี,อ่างทอง	8
27	สระบุรี	ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,ชัยนาท,ลพบุรี,สระบุรี,อ่างทอง	8
28	ปราณบุรี	กาญจนบุรี,ราชบุรี,นครปฐม,สุพรรณบุรี,สิงห์บุรี,อ่างทอง,เพชรบุรี,ประจวบคีรีขันธ์	8
29	ชลบุรี	ชลบุรี,ฉะเชิงเทรา,สระแก้ว,ปราจีนบุรี,จันทบุรี	5
30	สหกรณ์น้ำตาลชลบุรี	ชลบุรี,ฉะเชิงเทรา,สระแก้ว,ปราจีนบุรี,จันทบุรี	5
31	นิวกว่างส์หินลี	ชลบุรี,ฉะเชิงเทรา,สระแก้ว,ปราจีนบุรี,จันทบุรี	5
32	ตะวันออก	สระแก้ว,ปราจีนบุรี,จันทบุรี	3
33	ระยอง	ชลบุรี,ระยอง,ปราจีนบุรี,จันทบุรี	4

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ลำดับ	โรจนาน้ำตาล	จังหวัดที่เป็นไปได้ในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรจนาน้ำตาลทราย	จำนวน เส้นทาง
34	บุรีรัมย์	อุดรธานี,ขอนแก่น,ยโสธร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,บุรีรัมย์,มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด,สุรินทร์	10
35	สทเรือ	อุดรธานี,นครพนม,ขอนแก่น,มุกดาหาร,สกลนคร,ยโสธร,กาฬสินธุ์,มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด,ศรีสะเกษ,อุบลราชธานี,อำนาจเจริญ	12
36	ทรายขาวเริ่มอุดม	เลย,อุดรธานี,หนองคาย,ขอนแก่น,มุกดาหาร,สกลนคร,มหาสารคาม,หนองบัวลำภู	8
37	กุมภวาปี	เลย,อุดรธานี,หนองคาย,ขอนแก่น,สกลนคร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,มหาสารคาม, หนองบัวลำภู	9
38	เกษตรผล	เลย,อุดรธานี,หนองคาย,ขอนแก่น,สกลนคร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,มหาสารคาม, หนองบัวลำภู	9
39	อีสาน	อุดรธานี,นครพนม,ขอนแก่น,มุกดาหาร,สกลนคร,ยโสธร,กาฬสินธุ์,มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด,อุบลราชธานี	10
40	มิตรกาฬสินธุ์	อุดรธานี,ขอนแก่น,มุกดาหาร,สกลนคร,ยโสธร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,บุรีรัมย์, มหาสารคาม,ร้อยเอ็ด,สุรินทร์,อุบลราชธานี,อำนาจเจริญ	13
41	ขอนแก่น	อุดรธานี,ขอนแก่น,สกลนคร,ยโสธร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,มหาสารคาม,ร้อยเอ็ด, หนองบัวลำภู	9
42	มิตรภูเวียง	เลย,อุดรธานี,ขอนแก่น,สกลนคร,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด,หนองบัวลำภู	10
43	รวมเกษตรกร	เลย,อุดรธานี,ขอนแก่น,กาฬสินธุ์,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,มหาสารคาม,หนองบัวลำภู	8
44	อุตสาหกรรมโคราช	ขอนแก่น,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,บุรีรัมย์,สุรินทร์	5
45	ราชสีมา (อ่างเวียน)	อุดรธานี,ขอนแก่น,ยโสธร,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,บุรีรัมย์,มหาสารคาม,ร้อยเอ็ด	8
46	หนองใหญ่ (เอ็น.วษ.)	ขอนแก่น,ชัยภูมิ,นครราชสีมา,บุรีรัมย์	4
รวม			335

3.3.4 การวิเคราะห์หาแหล่งที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรจนาน้ำตาลทรายใน ประเทศไทย

การศึกษาแหล่งที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายในประเทศไทย วิเคราะห์โดยใช้แนวคิดของ Stollsteimer (1963) โดยประยุกต์จากแบบจำลองพื้นฐาน แล้วปรับแบบจำลองพื้นฐานให้ประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย โดยพิจารณาให้ต้นทุนผลิตอ้อยต่ำสุดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกแหล่งที่ตั้ง และขนาดของโรจนาน้ำตาลทรายและกำหนดให้ต้นทุนการแปรรูปของแต่ละโรจนาน้ำตาลทรายเท่ากันดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.1 ดังนั้น การวิเคราะห์หาค่าตอบ จำนวน ที่ตั้ง และขนาดที่เหมาะสมของโรจนาน้ำตาลทรายพิจารณาภายใต้ต้นทุน

ทุนการขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลทรายรวมกับต้นทุนในการผลิตอ้อยต่ำสุดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เพื่อที่จะทราบความเหมาะสมของที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสม ในแ่งมต่าง ๆ ตลอดจนการใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงและพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การศึกษานี้จึงได้วิเคราะห์หาคำตอบที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ 3 สถานการณ์ คือ 1) สถานการณ์ปัจจุบันเป็นสถานการณ์การผลิตอ้อยในปี 2543 2) สถานการณ์การผลิตอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่ซึ่งมีข้อสมมติฐานว่าต้นทุนการผลิตอ้อยไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์การผลิตอ้อยปี 2543 และ 3) สถานการณ์การผลิตอ้อยที่สอดคล้องกับโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมตามสถานการณ์ปัจจุบันและศักยภาพของพื้นที่ดังมีรายละเอียดการวิเคราะห์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 : สถานการณ์ปัจจุบัน

กรณีที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบัน (ปี 2543) ที่มีการผลิตอ้อยรวม 53,129,107 ตันอ้อยในแหล่งเพาะปลูกอ้อย 49 จังหวัด และโรงงานน้ำตาลทรายจำนวน 46 แห่ง มีกำลังการผลิตสูงสุดรวม 102,954,460 ตันอ้อย และกำลังการผลิตต่ำสุดรวม 720,681 ตันอ้อย โดยพิจารณาให้โรงงานน้ำตาลทรายมีข้อจำกัดทั้งด้านกำลังการผลิตสูงสุดและต่ำสุดในกรณีแรกนี้ จัดเป็นแบบจำลองพื้นฐานภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่จริง เพื่อต้องการหาคำตอบว่าหากแต่ละโรงงานน้ำตาลทรายถูกจำกัดด้วยกำลังการผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้ของแต่ละโรงงานและแต่ละโรงงานน้ำตาลทรายต้องผลิตอย่างน้อยไม่ต่ำกว่ากำลังการผลิตขั้นต่ำแล้ว แหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมควรเป็นอย่างไร ซึ่งการวิเคราะห์ในกรณีนี้ กำหนดให้ปริมาณผลผลิตอ้อยจากจังหวัดที่มีการผลิตอ้อยถูกขนส่งเข้าโรงงานน้ำตาลทรายได้ทั้งหมด แบบจำลองพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมตามเงื่อนไขข้างต้น สามารถแสดงได้ดังนี้

Minimize

$$TC = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J C_{ij} X_{ij} \quad (13)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} = a_i \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} \leq b_j \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} \geq \hat{b}_j \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{ij} - X_{oj} = 0 \quad (17)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (18)$$

กำหนดให้

TC คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยทั้งหมดรวมกับต้นทุนการผลิตอ้อย

X_{ij} คือ จำนวนผลผลิตอ้อยจากจังหวัด i ไปยังโรงงานน้ำตาล j (ตัน)

C_{ij} คือ ต้นทุนในการขนส่งอ้อยต่อหน่วยจากจังหวัด i ไปยังโรงงานน้ำตาล j (บาทต่อกิโลกรัม) ซึ่งคำนวณจากสมการที่ (9) ในหัวข้อที่ 3.3.1 รวมกับ ต้นทุนการผลิตอ้อยในจังหวัด i (บาทต่อไร่) ซึ่งคำนวณจากสมการที่ (12) ในหัวข้อที่ 3.3.2

a_i คือ ปริมาณผลผลิตอ้อยของจังหวัด i ในฤดูการผลิตปี 2542/43 (ตัน)

b_j คือ กำลังการผลิตอ้อยสูงสุดของโรงงานน้ำตาล j 140 วัน (ตัน)

\hat{b}_j คือ กำลังการผลิตอ้อยต่ำสุดของโรงงานน้ำตาล j (ตัน)

X_{oj} คือ ปริมาณผลผลิตอ้อยจริงที่เข้าสู่โรงงานน้ำตาล j (ตัน)

i คือ จังหวัดที่มีพื้นที่ทำการผลิตอ้อย โดย $i = 1, 2, 3, \dots, I$

เมื่อ $I = 49$

j คือ โรงงานแปรรูปน้ำตาลทราย โดย $j = 1, 2, 3, \dots, J$

เมื่อ $J =$ รวมถึงแหล่งที่ตั้งที่คาดว่าจะมีความเป็นไปได้ในการจัดตั้ง
โรงงานน้ำตาลทราย

จากแบบจำลองดังกล่าวข้างต้น สามารถอธิบายความหมายของแต่ละสมการได้ดังต่อไปนี้ สมการที่ (13) เรียกว่าสมการวัตถุประสงค์ แสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่ต้องการหา (TC) หรือผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกในจังหวัดต่าง ๆ

ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายและต้นทุนการผลิตอ้อยแต่ละจังหวัด ซึ่งคำนวณได้จากผลคูณของ ปริมาณผลผลิตอ้อยที่เคลื่อนย้าย (X_{ij}) และอัตราค่าขนส่งอ้อยที่รวมต้นทุนการผลิตอ้อย (C_{ij}) ใน ทุกช่องทางที่เป็นไปได้ ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่แสดงได้โดยชุดสมการที่ (14) ชุดสมการที่ (15) ชุดสมการที่ (16) ชุดสมการที่ (17) และชุดสมการที่ (18) ซึ่งมีความหมายดังนี้

ชุดสมการที่ (14) แสดงถึงความจำกัดด้านปริมาณผลผลิตอ้อยในจังหวัดต่าง ๆ (49 จังหวัด) ซึ่งปริมาณการขนย้ายอ้อยจากจังหวัดหนึ่ง ๆ ไปยังโรงงานน้ำตาลทรายต่าง ๆ ทุกแห่งที่เป็นไปได้ รวมกันแล้วต้องเท่ากับปริมาณอ้อยที่ผลิตได้ในจังหวัดนั้น ๆ

ชุดสมการที่ (15) แสดงถึงความจำกัดของกำลังการผลิตขั้นสูงสุดของโรงงานน้ำตาล ทรายแต่ละแห่ง ซึ่งปริมาณอ้อยที่เคลื่อนย้ายจากจังหวัดต่าง ๆ ทุกจังหวัดเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทราย แห่งหนึ่ง ๆ รวมกันแล้วต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิตขั้นสูงสุดของโรงงานน้ำตาลทราย แห่งนั้น ๆ

ชุดสมการที่ (16) แสดงถึงความจำกัดของกำลังการผลิตขั้นต่ำสุดของโรงงานน้ำตาลทราย ซึ่งปริมาณอ้อยที่เคลื่อนย้ายจากจังหวัดต่าง ๆ ทุกจังหวัดเข้าสู่โรงงานน้ำตาลทรายแห่งหนึ่ง ๆ รวม กันแล้วอย่างน้อยต้องมากกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิตต่ำสุดของโรงงานน้ำตาลทรายแห่งนั้น ๆ

ชุดสมการที่ (17) แสดงถึงปริมาณผลผลิตอ้อยจากจังหวัดต่าง ๆ ทุกจังหวัดเคลื่อนย้ายเข้าสู่ โรงงานน้ำตาลทรายแห่งหนึ่ง ๆ รวมกันแล้วต้องเท่ากับปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ทำการแปรรูปในโรง งานน้ำตาลทรายแห่งนั้น ๆ

สมการที่ (18) เป็นสมการแสดงถึงข้อจำกัดทั่วไปของแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งที่ แสดงถึงปริมาณผลผลิตอ้อยที่ขนส่งระหว่างจังหวัดต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอ้อยไปสู่โรงงานน้ำ ตาลทรายต่าง ๆ จะมีค่าเป็นลบไม่ได้

ในแบบจำลองพื้นฐานนี้ ประกอบด้วยชุดสมการที่ (14) เท่ากับ 49 สมการ ชุดสมการที่ (15) เท่ากับ 46 สมการ ชุดสมการที่ (16) เท่ากับ 46 สมการ และชุดสมการที่ (17) เท่ากับ 46 สม การ รวมทั้งสิ้น 187 สมการหรือข้อจำกัด สำหรับตัวแปรการตัดสินใจ คือ ปริมาณผลผลิตอ้อยที่ขนส่ง จากจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 49 จังหวัด ไปยังโรงงานน้ำตาลทราย 46 แห่ง ซึ่งแบบจำลองพื้นฐาน ดังกล่าวนี มีตัวแปรในการตัดสินใจตามเส้นทางการขนส่งอ้อยที่เป็นไปได้ทั้งสิ้น 335 ตัวแปร

ในกรณีที่ 2 เมื่อเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขข้อจำกัดให้โรงงานน้ำตาลทราย 46 แห่งไม่มีข้อจำกัด ด้านกำลังการผลิตทั้งสูงสุดและต่ำสุด ภายใต้ปริมาณอุปทานอ้อย 53,129,107 ตันอ้อย เพื่อต้องการ ทราบว่า ถ้าให้โรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน ไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตแล้ว การจัดตั้งโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมควรอยู่แหล่งใด แต่ละแห่งควรมีขนาดกำลังการผลิตที่ เหมาะสมเป็นเท่าใด และควรมีกี่แห่ง แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณีนี้ ได้ปรับเปลี่ยนมา

จากแบบจำลองพื้นฐาน โดยทำการตัดชุดอสมการเงื่อนไขที่ (15) และชุดอสมการเงื่อนไขที่ (16) ออกจากระบบสมการ เนื่องจากไม่ให้มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตทั้งขั้นสูงสุดและขั้นต่ำสุด โดยที่ชุดอสมการและชุดอสมการอื่น ๆ ยังคงอยู่ในระบบสมการตามแบบจำลองพื้นฐาน

สถานการณ์ที่ 2 : การผลิตอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่

การวิเคราะห์ตามกรณีการผลิตอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่ที่วิเคราะห์โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2543) เป็นกรณีที่ 3 มีปริมาณผลผลิตอ้อยรวม 75,183,749 ตันอ้อย โดยให้โรงงานน้ำตาลทรายทราย 46 แห่งมีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตสูงสุดและต่ำสุด เพื่อต้องการทราบว่า หากแต่ละโรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน มีกำลังการผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้ของแต่ละโรงงานและแต่ละโรงงานน้ำตาลทรายอย่างน้อยต้องผลิตไม่ต่ำกว่ากำลังการผลิตขั้นต่ำของโรงงาน แหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่ใดบ้างและควรมีขนาดการผลิตที่เหมาะสมเป็นเท่าใด แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้ ประยุกต์จากแบบจำลองพื้นฐาน โดยทำการเปลี่ยนเงื่อนไขข้อจำกัดในชุดสมการที่ (14) ให้เป็นปริมาณผลผลิตอ้อยเท่ากับปริมาณที่สามารถผลิตได้ตามศักยภาพในการเพาะปลูกอ้อยของแต่ละจังหวัด (\hat{a}_j) ลงแทนในระบบสมการเงื่อนไข ส่วนชุดอสมการและชุดอสมการอื่น ๆ ยังคงเหมือนเดิมกับแบบจำลองพื้นฐาน

กรณีที่ 4 เมื่อเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขข้อจำกัดให้โรงงานน้ำตาลทราย 46 แห่งไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ภายใต้ปริมาณอุปทานอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่ในแต่ละจังหวัด เพื่อต้องการทราบว่า ถ้าปล่อยให้โรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน สามารถขยายการผลิตได้อย่างไม่จำกัดหรือไม่ผลิตโดยไม่มีการควบคุมด้านกำลังการผลิตภายใต้ปริมาณผลผลิตอ้อยที่ได้รับจากพื้นที่เพาะปลูกอ้อยที่มีศักยภาพแล้ว การจัดตั้งโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมควรตั้งอยู่ที่ใดบ้าง ควรมีขนาดกำลังการผลิตที่เหมาะสมเป็นเท่าใดและมีจำนวนกี่แห่ง แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณีนี้ได้ปรับเปลี่ยนมาจากแบบจำลองพื้นฐาน โดยทำการเปลี่ยนเงื่อนไขข้อจำกัดในสมการเงื่อนไขชุดอสมการที่ (14) ให้เป็นปริมาณผลผลิตอ้อยตามศักยภาพในการเพาะปลูกอ้อยของแต่ละจังหวัด (\hat{a}_j) แทนและตัดสมการเงื่อนไขชุดอสมการที่ (15) และชุดอสมการเงื่อนไขที่ (16) ออกจากระบบสมการ ส่วนชุดอสมการและชุดอสมการอื่น ๆ ยังคงเหมือนเดิมกับแบบจำลองพื้นฐาน

กรณีที่ 5 เป็นการวิเคราะห์โดยพิจารณาให้โรงงานน้ำตาลทรายในปัจจุบัน 46 แห่งมีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตสูงสุดและต่ำสุด อุปทานอ้อยเป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่ และเพิ่มจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่อาจสร้างขึ้นใหม่ เพื่อต้องการทราบคำตอบว่าหากให้โรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน ทำการผลิตอย่างน้อยต้องผลิตไม่ต่ำกว่ากำลังการผลิตขั้นต่ำของโรงงานและสูงสุดไม่เกินกำลังการผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้ของแต่ละโรงงานแล้ว และอาจมีการจัดตั้งโรง

งานน้ำตาลทรายใหม่ที่คาดว่าจะมีศักยภาพความเหมาะสม ภายใต้ปริมาณอุปทานอ้อยที่เป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่แล้ว ที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมจะเป็นเช่นไร แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้ ประยุกต์จากแบบจำลองพื้นฐานทั้งระบบสมการ เพียงแต่เพิ่มตัวแปรบางตัวที่เป็นตัวแปรของโรงงานน้ำตาลทรายที่มีโอกาสที่จะจัดตั้งขึ้นใหม่ลงในระบบสมการทั้งสมการวัตถุประสงค์และสมการเงื่อนไขข้อจำกัด แบบจำลองกรณีที่ 5 ที่อาจให้มีการสร้างโรงงานน้ำตาลทรายขึ้นใหม่นี้ ได้จัดตั้งโรงงานน้ำตาลทรายขึ้นใหม่ที่คาดว่าจะมีศักยภาพความเหมาะสมอีก 17 แห่ง ในจังหวัดตาก จังหวัดแพร่ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิจิตร จังหวัดเชียงราย จังหวัดนครปฐม จังหวัดชัยนาท จังหวัดอ่างทอง จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดจันทบุรี จังหวัดเลย จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดหนองบัวลำภู โดยพิจารณาจากจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยและมีปริมาณผลผลิตอ้อยตั้งแต่ 100,000 ตันขึ้นไป แต่ยังไม่มียางโรงงานน้ำตาลทรายจัดตั้งอยู่ ดังนั้น จำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่จัดตั้งอยู่ในปัจจุบันรวมกับโรงงานน้ำตาลทรายที่อาจสร้างขึ้นใหม่มีทั้งสิ้น 63 แห่ง ตัวแปรการตัดสินใจ คือ ปริมาณผลผลิตอ้อยที่ขนส่งจากจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 49 จังหวัด ไปยังโรงงานน้ำตาลทราย ทั้งหมด 63 แห่ง มีตัวแปรในการตัดสินใจตามเส้นทางการขนส่งอ้อยที่เป็นไปได้ทั้งสิ้น 1,168 ตัวแปร

แต่ถ้าเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขโดยกำหนดให้ โรงงานน้ำตาลทรายที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตสูงสุดและต่ำสุด อุปทานอ้อยเป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่ และเพิ่มจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่อาจสร้างขึ้นใหม่เป็นกรณีที่ 6 เพื่อต้องการทราบว่า หากให้โรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน สามารถขยายการผลิตได้อย่างไม่จำกัดและขยับเล็กได้โดยไม่กำหนดกำลังการผลิตขั้นต่ำสุด และมีโรงงานน้ำตาลทรายใหม่ที่อาจมีศักยภาพที่จะสร้างขึ้นใหม่ภายใต้ปริมาณอุปทานอ้อยที่เป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่แล้ว การขยายจำนวน ขนาด และแหล่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลทรายเป็นอย่างไร แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณีที่ 6 นี้ ปรับเปลี่ยนจากแบบจำลองที่ในกรณีที่ 5 โดยทำการเปลี่ยนเงื่อนไขข้อจำกัดด้านปริมาณอุปทานอ้อยในปี 2542/43 เป็นปริมาณอุปทานอ้อยตามศักยภาพของพื้นที่แทน ส่วนชุดสมการและชุดข้อสมการอื่น ๆ ยังคงเช่นเดิมกับแบบจำลองกรณีที่ 5

สถานการณ์ที่ 3 : พื้นที่เพาะปลูกอ้อยที่สอดคล้องกับโรงงานน้ำตาลทราย

การวิเคราะห์ตามกรณีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยที่สอดคล้องกับโรงงานน้ำตาลทรายที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตเท่ากับร้อยละ 80 เป็นกรณีที่ 7 เพื่อต้องการทราบว่า หากให้โรงงานน้ำตาลทรายที่มีการจัดตั้งอยู่ในปัจจุบัน ทำการผลิตในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงพอที่จะยอมรับได้แล้ว ควรจะมีการเพิ่มหรือลดการผลิตอ้อยในพื้นที่ใดบ้างในจำนวนเท่าใดที่ไม่เกินศักยภาพ

การผลิตของพื้นที่ แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณีนี้ปรับเปลี่ยนจากแบบจำลองพื้นฐาน โดยทำการเปลี่ยนเงื่อนไขข้อจำกัดชุดสมการที่ (14) ให้เป็นปริมาณผลผลิตย่อยตามศักยภาพในการเพาะปลูกย่อยของแต่ละจังหวัด (\hat{a}_j) และตัดเงื่อนไขข้อจำกัดในชุดสมการที่ (15) และชุดสมการที่ (16) ออกแล้วกำหนดเงื่อนไขกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลทรายให้เท่ากับกำลังการผลิตร้อยละ 80 ของกำลังการผลิตสูงสุด (\bar{b}_j) แทนชุดสมการที่ (15) ส่วนชุดสมการและชุดสมการอื่นยังคงเดิมตามแบบจำลองพื้นฐาน

และกรณีที่ 8 ถ้าให้มีการเปลี่ยนแปลงการวิเคราะห์ตามกรณีพื้นที่เพาะปลูกย่อยที่สอดคล้องกับโรงงานน้ำตาลทรายที่มีศักยภาพตามผลการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบันที่กำหนดให้โรงงานน้ำตาลทรายไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต สามารถยกเลิกกิจการหรือขยายกำลังการผลิตได้อย่างไม่จำกัดแล้ว เพื่อต้องการทราบว่าหากให้มีการตัดโรงงานน้ำตาลทรายที่ไม่เหมาะสมบางแห่งออก และกำหนดให้โรงงานน้ำตาลทรายที่เหลือมีขนาดการผลิตในระดับร้อยละ 80 ของกำลังการผลิตสูงสุดแล้ว ควรมีการเพิ่มหรือลดการผลิตย่อยในพื้นที่ใดบ้างในระดับใดที่ไม่เกินศักยภาพการผลิตของพื้นที่ แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกรณีนี้ปรับเปลี่ยนจากแบบจำลองกรณีที่ 7 โดยระบบสมการยังคงเหมือนเดิม เพียงแต่ตัดตัวแปรบางตัวที่เป็นตัวแปรของโรงงานน้ำตาลทรายที่ไม่เหมาะสมในการจัดตั้งออกจากทั้งสมการวัตถุประสงค์และสมการเงื่อนไขข้อจำกัด ซึ่งแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ในกรณีตัดจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่ไม่เหมาะสมในการจัดตั้งจากกรณีที่ 3 ทั้ง 15 แห่ง ดังนั้น จึงมีโรงงานที่เหลือมีความเหมาะสมในการจัดตั้งจำนวน 31 แห่ง ตัวแปรการตัดสินใจ คือ ปริมาณผลผลิตย่อยที่ขนส่งจากจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 49 จังหวัด ไปยังโรงงานน้ำตาลทราย 31 แห่ง ซึ่งแบบจำลองในกรณีที่ 8 ดังกล่าวนี้ มีตัวแปรในการตัดสินใจทั้งสิ้น 174 ตัวแปร

หลังจากวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้ง ขนาด และจำนวนโรงงานน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในประเทศไทยทั้ง 3 สถานการณ์ดังกล่าวแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมในส่วนของความอ่อนไหว (sensitivity analysis) จะเป็นการวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองพื้นฐานในสมการวัตถุประสงค์ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการขนส่งรวมกับต้นทุนการผลิตย่อย การศึกษานี้ได้คำนวณการเปลี่ยนแปลงของอัตราค่าขนส่งรวมกับต้นทุนการผลิตย่อย โดยพิจารณาจากรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งย่อย เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อในการขนส่งย่อยและยังมีการใช้รถบรรทุกขนาด 18 ล้อในการขนส่งย่อยด้วย เพราะทำให้เกิดการประหยัดในต้นทุนการขนส่งและมีบทบาทในการพัฒนาระบบการขนส่งย่อยโดยเฉพาะเส้นทางคมนาคมในการขนส่งที่สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นในการศึกษาจึงได้พิจารณาถึงการนำรถบรรทุกขนาด 18 ล้อในการขนส่ง โดยทำการเปลี่ยนแปลงการใช้รถบรรทุก

โดยกำหนดให้มีการใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อร้อยละ 75 และรถบรรทุกขนาด 18 ล้อร้อยละ 25 และให้มีการใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อร้อยละ 50 และรถบรรทุกขนาด 18 ล้อร้อยละ 50 เพื่อพิจารณาค่าตอบความเหมาะสมว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจากแบบจำลองพื้นฐานที่มีการใช้รถบรรทุกขนาด 10 ล้อในการขนส่งทั้งหมด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University