

แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มสำหรับการวางแผน
การจัดหาวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์
MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING FOR RESOURCE
PROCUREMENT PLANNING IN SILAGE PRODUCTION

กัญญาณัฐ น่วมอิม, ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ*

Gunyanat Noamim, Sirikarn Chansombat*

คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Logistics and Digital Supply Chain, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: sirikarnc@nu.ac.th

วันที่เข้าระบบ 17 ธันวาคม 2566

วันที่แก้ไขบทความ 31 มกราคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ 12 กุมภาพันธ์ 2567

บทคัดย่อ

อาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพด เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีคุณภาพสูงและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ในการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพด ปัญหาหลัก คือ การขาดแคลนวัตถุดิบเพื่อมาทำการผลิต นั่นคือ ต้นข้าวโพด วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ ช่วยทำให้การจัดหาวัตถุดิบเพื่อการผลิตสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพดนั้นดียิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed integer linear programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่ต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบ อีกทั้งยังมีการพิจารณาถึงความต้องการวัตถุดิบ ความต้องการของลูกค้า แหล่งที่มาของวัตถุดิบ ความสามารถในการผลิต และการตัดสินใจด้านการวางแผนการขนส่งด้วยยานพาหนะที่หลากหลาย แบบจำลองที่ได้นำเสนอนั้นได้ถูกทดสอบด้วยการใช้ข้อมูลจากโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในจังหวัดสุโขทัย ประเทศไทย ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Microsoft excel solver ในการค้นหาคำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด คือ 318,757.60 บาท ซึ่งแบ่งเป็นต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน คือ 7,507.60 บาท และต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด คือ 311,250 บาท โดยสรุปแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่งานนี้ได้นำเสนอ สามารถใช้หารูปแบบของการขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนที่เหมาะสมและมีความถูกต้องที่จะนำไปปรับใช้กับปัญหาในสถานการณ์จริงได้

คำสำคัญ: แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม, อาหารสัตว์, การวางแผนการจัดหา, การจัดสรร

ทรัพยากรทุก

Abstract

Corn silage, a high-quality animal feed is well-known for ruminants. In corn silage production, the main problem is the lack of corn plants. The purpose of this study is to reinforce procurement management for a corn silage production company. This research implemented mixed integer linear programming (MILP) to solve the truck allocation problem and simultaneously helping make decisions in the resource procurement selection planning, aiming to minimize total cost regarding transportation and procurement costs, resource demand, customer demand, supply sources, production capacity, and transport planning decisions for different vehicles. Regarding the test of the proposed model, it used the data obtained from a corn silage production company in Sukhothai province, Thailand, and employed Microsoft Excel Solver to find the solutions. The results found that the minimum total costs were 318,757.60 Baht, comprising transportation costs from the planting areas to the plant of 7,507.60 Baht and resource purchasing costs of 311,250 Baht. In conclusion, this research has proposed that mixed integer linear programming can gain a suitable and exact cost for a real-world application.

Keywords: Mixed integer linear programming, Silage, Procurement planning, Truck allocation

1. บทนำ

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain management) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ที่ถูกใช้เพื่อเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและผลกำไรที่จะได้รับของบริษัทได้ (Giunipero & Brand, 1996) ด้วยความที่โซ่อุปทานมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ที่เกี่ยวข้องกับการไหลของข้อมูล ผลิตภัณฑ์ และเงินลงทุนในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งกิจกรรมในโซ่อุปทานนั้นจะเริ่มต้นเมื่อเกิดคำสั่งซื้อของลูกค้าและสิ้นสุดลงเมื่อลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ (Chopra & Meindl, 2016)

การจัดหาวัตถุดิบ (Procurement) เป็นจุดเชื่อมโยงที่สำคัญในโซ่อุปทานที่เป็นการเชื่อมโยงระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) กับผู้ผลิต (Manufacturer) เนื่องจากการจัดหาวัตถุดิบสามารถมีอิทธิพลต่อความสำเร็จขององค์กรได้ และสิ่งสำคัญของการจัดหาวัตถุดิบ คือ ต้องมีอุปทาน (Supply) ของวัตถุดิบในปริมาณที่เพียงพอต่อกระบวนการผลิตในราคาที่เหมาะสม รวมถึงมีคุณภาพตรงตามที่กำหนดอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถจัดหาวัตถุดิบได้อย่างเพียงพอต่อกระบวนการผลิต ไม่ให้

กระบวนการผลิตต้องเกิดการหยุดชะงัก กระบวนการในการจัดหาวัตถุดิบจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อความสำเร็จขององค์กร

โรงงานกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นโรงงานผู้ผลิตอาหารสัตว์ที่มีวัตถุดิบหลัก คือ ต้นข้าวโพดสด ด้วยความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบันในการใช้อาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น ทำให้โรงงานกรณีศึกษามีคำสั่งซื้อจากลูกค้าในปริมาณมาก แต่ทางโรงงานประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิต ก่อให้เกิดปัญหาการใช้งานเครื่องจักรได้อย่างไม่เต็มความสามารถ (Max utilization of machine) อีกทั้งยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นได้ ทำให้ขาดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางในการตัดสินใจในการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด โดยคำนึงถึงขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างจำกัด

ในการแก้ปัญหาการจัดหาวัตถุดิบ (Procurement problem) ได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย โปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ได้รับ ความนิยมเป็นอย่างมาก มีการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อช่วยในการจัดหาและเคลื่อนย้ายถ่านหินสำหรับโรงผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินในประเทศอินเดีย ซึ่งผลลัพธ์นั้นช่วยทำให้ต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ลดลง (Subrata & Balram, 2018) มีการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer linear program) ในการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเพื่อการจัดสรรคำสั่งซื้อจากความต้องการของตลาด ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองช่วยทำให้เกิดความสมดุลระหว่างคำสั่งซื้อและการคัดเลือกผู้จัดหาได้ (Ashish *et al.*, 2017)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโซ่อุปทานในส่วนของโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound logistics) โดยพิจารณาการจัดหาวัตถุดิบ ซึ่งเป็นต้นข้าวโพดสดเพื่อทำการผลิตอาหารสัตว์ของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อให้สามารถมีวัตถุดิบที่เพียงพอต่อการผลิตและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

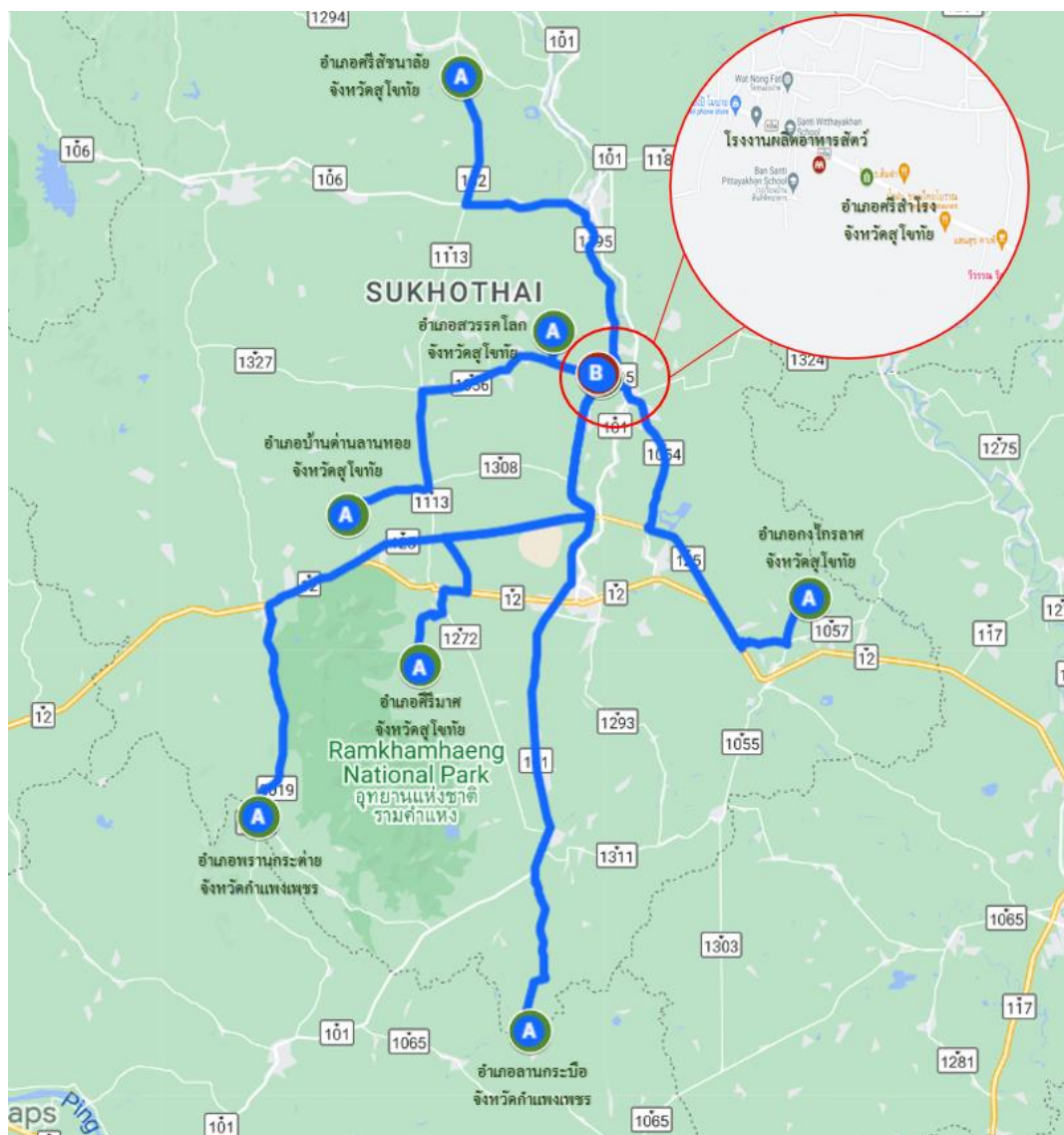
เพื่อพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed integer linear programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

สำหรับวิธีดำเนินงานวิจัยในการพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มเพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุก พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่ต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบ อีกทั้งยังมีการพิจารณาถึงความต้องการวัตถุดิบ ความต้องการของลูกค้าแหล่งที่มาของวัตถุดิบ ความสามารถในการอุปทาน ความสามารถในการผลิต และการตัดสินใจด้านการวางแผนการขนส่งด้วยยานพาหนะที่หลากหลาย มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษาปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย การดำเนินงานในปัจจุบัน ประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้สำหรับการผลิตไม่เพียงพอ นั่นคือ ต้นข้าวโพดสด โดยปกติแล้วจะมีต้นข้าวโพดสดที่ป้อนเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการผลิต โดยเฉลี่ยประมาณ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากการจัดหาจัดซื้อต้นข้าวโพดในปัจจุบันนั้นเป็นการจัดหาจัดซื้อจากพื้นที่ใกล้เคียงโรงงานเท่านั้น แต่กำลังการผลิต (Production capacity) ของโรงงาน สามารถรองรับปริมาณต้นข้าวโพดสดเพื่อมาทำการผลิตได้มากถึง 25,000 กิโลกรัมต่อวัน อีกทั้งปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดนั้นมีสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นทางโรงงานจึงมีความต้องการในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบให้เพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งการตัดสินใจด้านการวางแผนการขนส่งด้วยยานพาหนะที่หลากหลายที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งปัจจุบันโรงงานมียานพาหนะเพื่อใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดอยู่ 3 ชนิด นั่นคือ รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 2 คัน รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 3 คัน และรถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 5 คัน ซึ่งแต่ละคันมีความจุในการบรรทุกแตกต่างกัน คือ 20,000 กิโลกรัมต่อคัน 7,000 กิโลกรัมต่อคัน และ 4,000 กิโลกรัมต่อคัน ตามลำดับ ยานพาหนะแต่ละชนิดมีต้นทุนการขนส่ง ดังนี้ รถบรรทุก 10 ล้อ คือ 17.5 บาทต่อกิโลเมตร รถบรรทุก 6 ล้อ คือ 12.57 บาทต่อกิโลเมตร และรถบรรทุก 4 ล้อ คือ 8.16 บาทต่อกิโลเมตร (สำนักงานขนส่งสินค้า กรมการขนส่งทางบก, 2560) ในแผนการขยายพื้นที่การรับซื้อต้นข้าวโพดสดของโรงงาน มีแผนการขยายการรับซื้อภายในระยะทางไม่เกินกว่า 100 กิโลเมตรจากโรงงาน (จุด B) จากการสำรวจข้อมูล พบว่า มีแหล่งปลูกต้นข้าวโพดสดเพื่อไว้สำหรับผลิตเป็นอาหารสัตว์ทั้งสิ้น 8 พื้นที่ ครอบคลุม 2 จังหวัด ทั้งในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดกำแพงเพชร (จุด A) แสดงในภาพที่ 1 สำหรับรายละเอียดข้อมูลของพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดในแต่ละพื้นที่ แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 เส้นทางจากโรงงานและพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพด

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลของพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดในแต่ละพื้นที่

พื้นที่	รายละเอียดพื้นที่	ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)	ปริมาณต้นข้าวโพดที่มี (กิโลกรัม)
1	อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย	68.2	2,000
2	อ. บ้านด่านลานหอย จ. สุโขทัย	42	3,000
3	อ. กงไกรลาศ จ. สุโขทัย	43.5	4,000
4	อ. ศรีมหา จ. สุโขทัย	51.3	3,000
5	อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	5	5,000

6	อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย	26.5	5,000
7	อ. พวานกระต่าย จ. กำแพงเพชร	97.9	1,500
8	อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร	85.9	3,000
รวม		420.30	26,500

3.2 การพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม

จากข้อมูลที่สามารถเก็บรวบรวมได้จากในหัวข้อที่ 3.1 ได้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed integer linear programming: MILP) ซึ่งเป็นการออกแบบแบบจำลองเพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โรงงานมีพื้นที่รองรับต่อปริมาณต้นข้าวโพดสดที่ถูกจัดส่งเข้ามาอย่างเพียงพอ
2. พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดจะมียานพาหนะเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่เข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสด
3. การขนส่งต้นข้าวโพดสามารถขนส่งได้เต็มความจุของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยในระหว่างการขนส่งไม่มีการสูญหายในระหว่างการขนส่ง
4. ปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงานกรณีศึกษาสามารถรู้ล่วงหน้าได้และมีปริมาณที่แน่นอน
5. ต้นข้าวโพดสดถูกตัดและพร้อมต่อการขนส่งแล้ว
6. ยานพาหนะแต่ละชนิดที่มีอยู่พร้อมต่อการใช้งาน

ดัชนี (Indices)

- i คือ พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดสด โดยที่ $i = 1, 2, \dots, I$
- j คือ โรงงาน โดยที่ $j = 1, 2, \dots, J$
- v คือ ชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง โดยที่ $v = 1, 2, \dots, V$

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

- I คือ จำนวนพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดสด
- J คือ จำนวนโรงงาน
- V คือ จำนวนชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง
- D คือ ปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงาน (กิโลกรัม)
- RT คือ จำนวนรอบการขนส่ง (รอบ)
- RC คือ ต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด (บาทต่อกิโลกรัม)
- CAP_v คือ ความจุของยานพาหนะชนิด v (กิโลกรัม)

- N_v คือ จำนวนยานพาหนะในแต่ละชนิด
 T_{ij} คือ ระยะทางขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก i ไปยังโรงงาน j (กิโลเมตร)
 TC_v คือ ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดด้วยยานพาหนะชนิด v (บาทต่อกิโลเมตร)
 S_i คือ ปริมาณต้นข้าวโพดสดที่พร้อมต่อการจัดส่งจากพื้นที่ปลูก i

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision variables)

$$Y_{ijv} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ามีการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก } i \text{ ไปยังโรงงาน } j \text{ ด้วยยานพาหนะชนิด } v \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$$

X_{ijv} ปริมาณต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก i ไปยังโรงงาน j ด้วยยานพาหนะชนิด v

โดยมีรูปแบบของแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

$$\text{Minimize: } RC \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V X_{ijv} Y_{ijv} + RT \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V T_{ij} TC_v Y_{ijv} \quad (1)$$

เงื่อนไขข้อบังคับ (Constraints):

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Y_{ijv} \leq N_v \quad \forall v, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V Y_{ijv} = 1 \quad \forall i, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V X_{ijv} Y_{ijv} \leq S_i \quad \forall i, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V X_{ijv} Y_{ijv} = D \quad \forall i, j, v, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{v=1}^V X_{ijv} Y_{ijv} \leq CAP_v \quad \forall v, \quad (6)$$

$$Y_{ijv} \in \{0,1\} \quad \forall i, j, v, \quad (7)$$

$$X_{ijv} \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall i, j, v \quad (8)$$

โดยสมการและอสมการต่าง ๆ สามารถอธิบายอย่างละเอียด ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ (1) แสดงถึงต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสดและต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน

อสมการที่ (2) แสดงถึงจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานจะต้องไม่เกินจำนวนยานพาหนะที่มี

สมการที่ (3) แสดงถึงในแต่ละพื้นที่ปลูกจะจำกัดให้ยานพาหนะเพียงชนิดเดียวและคันเดียวเท่านั้นในการเข้าไปรับต้นข้าวโพดสด

อสมการที่ (4) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีปริมาณไม่เกินกว่าปริมาณต้นข้าวโพดสดที่มี

สมการที่ (5) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีเท่ากับปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงาน

อสมการที่ (6) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะต่าง ๆ จะต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะนั้น

ข้อจำกัดที่ (7) การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรการตัดสินใจ

ข้อจำกัดที่ (8) การกำหนดตัวแปรต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0 และเป็นจำนวนเต็ม

3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ได้มีการแทนค่าพารามิเตอร์เพื่อตรวจสอบคำตอบที่ได้รับ เพื่อดูว่าแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องกับสมการเงื่อนไขและมีผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่

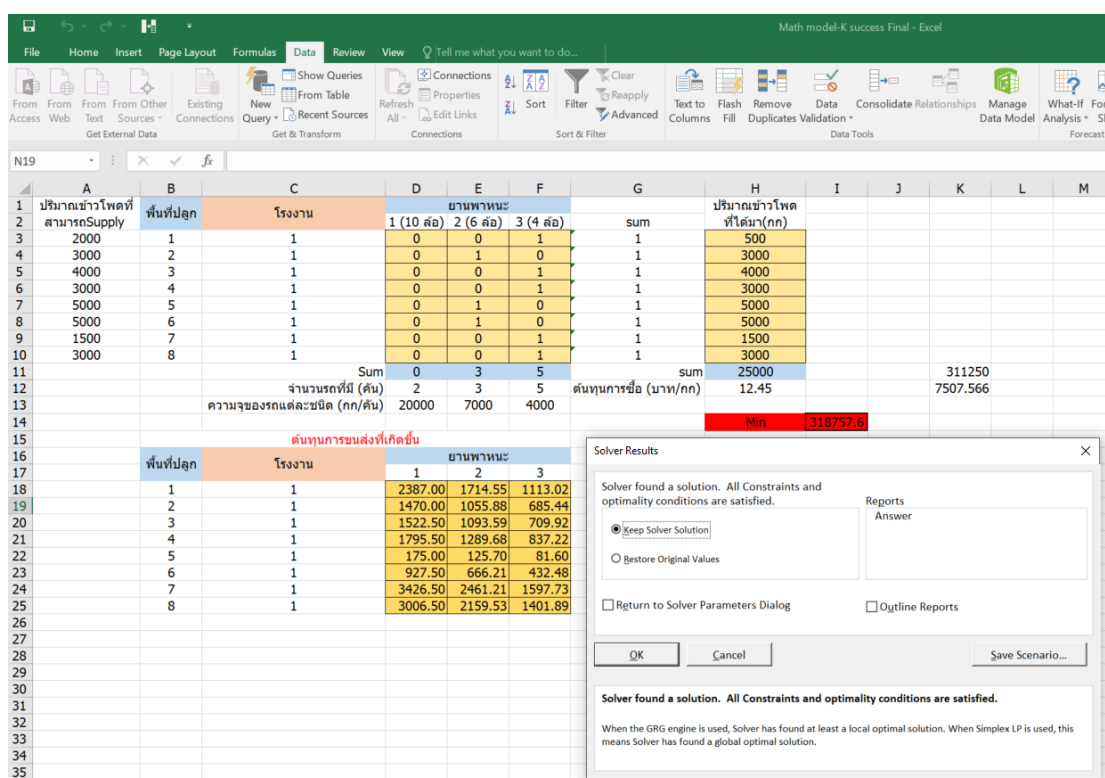
3.4 สรุปผล

ในขั้นตอนของการสรุปผล เป็นการนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่ถูกพัฒนาขึ้นนำมาแปรผลเพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังโรงงานกรณีศึกษาสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

4. ผลการวิจัย

จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ใน Microsoft excel เป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่รันบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel(R) Core(TM) i5-8250U ด้วยความถี่ 1.80 GHz และมีหน่วยความจำ (RAM) 8.00 GB บนระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เป็นข้อมูลจริงของโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลที่ได้ศึกษา

รวบรวมมา จากการทดสอบแบบจำลองด้วย Microsoft excel solver พบว่า เวลาที่ใช้ในการค้นหา คำตอบ คือ 0.047 วินาที และผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง พบว่า ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด คือ 318,757.60 บาท ซึ่งแบ่งเป็นต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด คือ 311,250 บาท และ ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน คือ 7,507.60 บาท โดยเลือกใช้นานพาทะเพื่อ การขนส่งต้นข้าวโพดสดเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ ทั้งหมด 5 คัน และรถบรรทุก 6 ล้อ ทั้งหมด 3 คัน ซึ่ง เป็นการใช้แบบเต็มขีดจำกัดที่มี ซึ่งรถบรรทุก 4 ล้อทั้ง 5 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อให้ไปรับซื้อต้นข้าวโพดสด ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอองไกรลาค และอำเภอศรีมาศ และ พื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย อำเภอพรานกระต่ายและอำเภอลานกระบือ และรถบรรทุก 6 ล้อทั้ง 3 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอ ศรีสัชนาลัย อำเภอศรีสำโรง และอำเภอสวรรคโลก โดยรถบรรทุก 10 ล้อที่มีอยู่จำนวน 2 คัน ไม่ถูก เลือกเพื่อนำมาใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสด รายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วย Microsoft excel solver แสดงในตารางที่ 2



The screenshot shows the Microsoft Excel Solver Results dialog box. The 'Solver found a solution' message is displayed, indicating that all constraints and optimality conditions are satisfied. The 'Keep Solver Solution' option is selected. The 'Reports' section shows 'Answer' as the selected report. The 'OK' button is highlighted.

ภาพที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วย Microsoft excel solver

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วย Microsoft excel solver

พื้นที่	รายละเอียดพื้นที่	ต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด (บาท)			ปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อ (กิโลกรัม)
		10 ล้อ	6 ล้อ	4 ล้อ	
1	อ. ศรีสำแล จ. สุโขทัย			113.02	500
2	อ. บ้านด่านลานหอย จ. สุโขทัย		055.88		3,000
3	อ. กงไกรลาศ จ. สุโขทัย			109.92	4,000
4	อ. ศรีมาศ จ. สุโขทัย			137.22	3,000
5	อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย		125.70		5,000
6	อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย		166.21		5,000
7	อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร			597.73	1,500
8	อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร			401.89	3,000
รวม		0	847.79	659.78	25,000

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed integer linear programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุก พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้สำหรับการผลิตไม่เพียงพอ นั่นคือ ต้นข้าวโพดสด โดยปกติแล้วจะมีต้นข้าวโพดสดที่ป้อนเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการผลิต โดยเฉลี่ยประมาณ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากการจัดหาจัดซื้อต้นข้าวโพดในปัจจุบันนั้นเป็นการจัดหาจัดซื้อจากพื้นที่ใกล้เคียงโรงงานเท่านั้น แต่กำลังการผลิต (Production capacity) ของโรงงาน สามารถรองรับปริมาณต้นข้าวโพดสดเพื่อมาทำการผลิตได้มากถึง 25,000 กิโลกรัมต่อวัน จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่ถูกพัฒนาขึ้น พบว่า หากโรงงานขยายเขตพื้นที่ในการรับซื้อต้นข้าวโพดสดให้มากขึ้น จะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตได้ โดยที่ไม่เกินขีดความสามารถหรือข้อจำกัดที่มีของโรงงาน เนื่องจากการขนส่งนั้น ได้เลือกใช้ยานพาหนะเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ และ 6 ล้อเท่านั้น ซึ่งสามารถถูกใช้เพื่อขนส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานได้ตามปริมาณที่ต้องการ อีกทั้งยังก่อให้เกิดต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุดด้วย แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบแล้วว่ามีความถูกต้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่สามารถพบได้ในสถานการณ์จริง สำหรับงานวิจัยในอนาคตจะมีการปรับลดข้อตกลงเบื้องต้นบางประการ เพื่อให้แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้น มีความสมจริงมากยิ่งขึ้น เช่น พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดจะมียานพาหนะเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่เข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสด ซึ่งในความเป็นจริง รถบรรทุก 1 คัน สามารถเข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดได้หลายพื้นที่ จนกว่าจะเต็มขีดความสามารถของรถบรรทุกนั้น เป็นต้น ซึ่งช่วยทำให้แบบจำลองนั้นมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น และอาจจะต้อง

ประยุกต์ใช้วิธีการฮิวริสติกส์เพื่อมาช่วยในการค้นหาคำตอบได้ หากขนาดของปัญหามีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากคณะโลจิสติกส์ และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร และหน่วยวิจัย ASEAN Logistics academic network (ALA) ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษางานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบก. (2560). รายงานอัตราค่าขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกของประเทศไทย. (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Ashish, T., Ankur, C., Surya, P.S., & Harpreet, K. (2017). A multi-objective integer linear program to integrate supplier selection and order allocation with market demand in a supply chain. *International Journal of Procurement Management (IJPM)*, 10(3), 335-359.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation* (6th ed.). Boston: Pearson.
- Giunipero, L.C. & Brand, R.R. (1996). Purchasing's role in supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 7(1), 29-37.
- Subrata, M., & Balram, A. (2018). Application of linear programming in optimizing the procurement and movement of coal for an Indian coal-fired power-generating company. *Decision*, 45(3), 207-224.