

การขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีด้วยต้นทุนต่ำที่สุดไปยังประเทศกัมพูชา กรณีศึกษา โรงงานผลิตนมยูเอชที

อิสริยพร หลวงหาญ*

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000

* Corresponding Author: luanghan@gmail.com

อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ข้อมูลบทความ

บทคัดย่อ

ประวัติบทความ :

รับเพื่อพิจารณา : 11 มกราคม 2562

แก้ไข : 19 มิถุนายน 2562

ตอบรับ : 5 กรกฎาคม 2562

คำสำคัญ :

การขนส่งสินค้าวิธีผ่านคลังสินค้า /
การขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง /
ต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด /
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบจำลองการขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีด้วยรถบรรทุกเพื่อการส่งออกไปยังประเทศกัมพูชาด้วยต้นทุนต่ำที่สุด งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบการขนส่งสินค้า 3 วิธี คือ วิธีปัจจุบัน วิธีผ่านคลังสินค้า และวิธีโดยตรง ผลการวิจัย พบว่า การขนส่งสินค้าวิธีปัจจุบัน (method 1) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า 56,500.00 บาทต่อเที่ยว การขนส่งสินค้าวิธีผ่านคลังสินค้า (method 2) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า 47,545.00 บาทต่อเที่ยว และการขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (method 3) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า 31,590.00 บาทต่อเที่ยว สรุปได้ว่า การขนส่งสินค้าที่มีต้นทุนต่ำที่สุด คือ การขนส่งสินค้าด้วยวิธีโดยตรง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีปัจจุบัน 44.09% ส่วนการขนส่งสินค้าวิธีผ่านคลังสินค้ามีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีปัจจุบัน 33.56%

Transportation of UHT Milk Products with Minimum Transportation Costs for Exporting to Cambodia: A Case Study of UHT Milk Factory

Itsariyaporn Luanghan *

Uttaradit Rajabhat University, Tha It, Muang Uttaradit, Uttaradit 53000

* Corresponding Author: luanghan@gmail.com

Lecturer, Logistics Engineering Program, Faculty of Industrial Technology.

Article Info

Abstract

Article History:

Received: January 11, 2019

Revised: June 19, 2019

Accepted: July 5, 2019

Keywords:

Cross-Docking /

Direct Shipment /

Minimum Transportation Cost /

Mathematical Model

The purpose of this research was to design a truck transportation model, which can be used to arrive at the minimum transportation costs for exporting to Cambodia. The model was applied to analyze the transportation costs by comparing between the current shipment method, the cross-docking method and the direct shipment method. It was found that the current shipment method (method 1) had the transportation cost of 56,500 Baht/trip, the cross-docking method (method 2) had the transportation cost of 47,545 Baht/trip, and the direct shipment method (method 3) had the transportation cost of 31,590 Baht/trip. The direct shipment method is therefore the optimal transportation method as it has the lowest transportation cost, which is 44.09% and 33.56% lower than those of the current shipment method and the cross-docking method, respectively.

1. บทนำ

สถานการณ์อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ใน พ.ศ. 2560 ช่วงเดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ.2560 มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.53 กลุ่มประเทศที่นำเข้าสินค้า คือ กลุ่มประเทศ CLMV ได้แก่ ประเทศกัมพูชา (Cambodia) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Laos) สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา (Myanmar) ประเทศเวียดนาม (Vietnam) ซึ่งกลุ่มประเทศดังกล่าวมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มชนชั้นกลางที่มีกำลังซื้ออยู่ในเกณฑ์ดีขึ้น [1] ส่งผลให้แนวโน้มการส่งออกเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ของกลุ่มประเทศ CLMV เติบโตอย่างต่อเนื่อง รวมถึงความสามารถในการผลิตสินค้าอาหารและเครื่องดื่มไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ

โรงงานผลิตนมยูเอชที ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตนมยูเอชทีและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีกำลังการผลิตประมาณ 24,000 กล่องต่อวัน หรือ 120 ตันต่อวัน ทั้งนี้ ในปี 2560 โรงงานผลิตนมยูเอชทีมีมูลค่าการขายผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 896,039,034.62 บาท ตลาดนำเข้าสินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศกัมพูชา โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีรสหวาน ขนาดบรรจุ 125 มิลลิลิตร มีมูลค่าการขาย 724,584,692.00 บาท กลุ่มลูกค้าที่สำคัญจำนวน 3 ราย ทำหน้าที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าในประเทศกัมพูชา ดำเนินการด้านพิธีการศุลกากรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ่านด่านศุลกากรอรัญประเทศ อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นจุดส่งมอบสินค้าและจุดสิ้นสุดการศึกษาครั้งนี้ การขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีนิยมขนส่งสินค้าทางถนนและใช้รถบรรทุกเป็นยานพาหนะ 2 ขนาด ได้แก่ รถบรรทุก ขนาด 10 ล้อ และรถบรรทุก ขนาด 18 ล้อพ่วง ส่วนการจัดการขนส่งสินค้าแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) โรงงานผลิตนมยูเอชที (ต้นทาง) เป็นผู้รับผิดชอบจัดหาผู้รับจ้างขนส่งสินค้าและเสนออัตราค่าขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าและคลังสินค้าต่างๆ (2) คลังสินค้า a, b ของโรงงานผลิตนมยูเอชที (จุดขนถ่ายสินค้า) เป็นผู้รับผิดชอบกำหนดอัตราค่าขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยลูกค้าต้องเป็นผู้จัดหารถขนส่งสินค้าเอง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า จำนวนการจัดส่งสินค้าไปยังประเทศกัมพูชาเฉลี่ย 1,200 เที่ยวต่อปี เป็นเงิน 56,040,000.00 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนการขนส่งสินค้าที่สูงเมื่อเทียบกับการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายอื่น

ดังนั้น ถ้าโรงงานผลิตนมยูเอชทีสามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และสามารถจัดส่งสินค้าด้วยวิธีที่เหมาะสม จะสามารถลดต้นทุนการขนส่งและเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการหาวิธีการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุด โดยการเปรียบเทียบการขนส่งสินค้าแต่ละวิธี ได้แก่ วิธีการขนส่งสินค้าโดยตรง (Direct Shipment) วิธีการขนส่งสินค้าผ่านคลังสินค้า (Cross - Docking) โดยวิเคราะห์ต้นทุนขนส่งสินค้าและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า ทั้งนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแนวทางตัดสินใจปรับปรุงวิธีการขนส่งสินค้าด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดภายใต้ความสามารถในการให้บริการกับลูกค้า เพื่อเป็นประโยชน์ต่อโรงงานผลิตนมยูเอชทีและอุตสาหกรรมเครื่องดื่มในอนาคตต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบวิธีขนส่งสินค้าด้วยต้นทุนต่ำที่สุดของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีและเวลาในการจัดส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ [2] รูปแบบการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truck Load: FTL) และแบบปริมาณน้อย (Less than Truckload: LTL) รวมถึงรูปแบบการขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (Direct Shipment) และวิธีมีลล์รัน (Milk Runs) เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนการขนส่งสินค้าแบบผ่านคลังสินค้า (Cross-Docking) เป็นรูปแบบของการขนส่งผ่านคลังสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปให้ลูกค้าพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว [3] ข้อดี คือ ช่วยให้สถานประกอบการสามารถกระจายสินค้าหรือจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้รวดเร็ว ลูกค้าลดต้นทุนการถือครองสินค้าและพื้นที่การจัดเก็บสินค้า ทำให้ลูกค้าไม่ต้องรับภาระต้นทุนสินค้าคงคลัง ข้อยเสีย คือ โรงงานต้องมีการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสมกับปริมาณการซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละราย [4] การขนส่งสินค้าโดยตรงสามารถลดขั้นตอน การทำงานได้ถึง 50% ของกระบวนการขนส่งผ่านคลังสินค้า

การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนการขนส่ง [5] กำหนดต้นทุน 2 ตัวแปร ได้แก่ ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) คือต้นทุนที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะ แม้ว่าจะไม่มีการขนส่งสินค้า และต้นทุนผันแปร (Variable Costs) คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการขนส่งสินค้าเกิดขึ้นมักจะผันแปรไปตามระยะทาง หลักการคำนวณต้นทุน

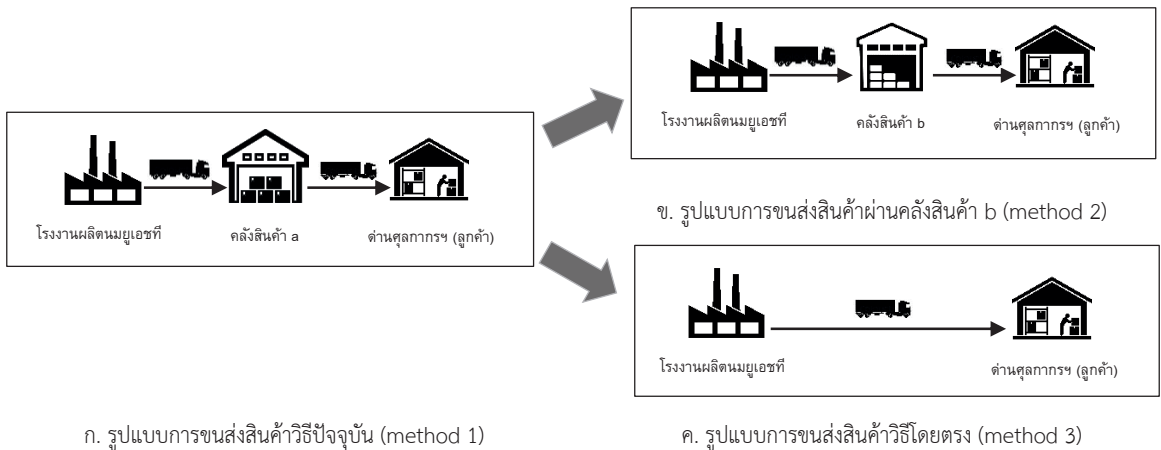
ค่าขนส่ง ประกอบด้วย

1. โครงสร้างต้นทุนของการขนส่ง
2. วิเคราะห์หาตัวแปรค่าใช้จ่ายคงที่หรือ ผันแปรที่ส่งผลให้เกิดต้นทุนการขนส่งสูงหรือต่ำ
3. คำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าแต่ละรายการ

การสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ผู้วิจัยดำเนินการประยุกต์ใช้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาด้านทุนการขนส่งสินค้า [6] เพื่อหาผลลัพธ์ของอัตราค่าบริการขนส่งสินค้าที่ใช้ในปัจจุบันของแต่ละวิธี
2. การออกแบบวิธีการขนส่งสินค้า [7] เพื่อให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

สำหรับการออกแบบจำลองวิธีการขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุนการขนส่งสินค้าไปยังประเทศกัมพูชา งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (Direct Shipment) และวิธีผ่านคลังสินค้า



รูปที่ 1 แบบจำลองวิธีการขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } \sum_{m=1}^3 \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^3 X_{ihk}^m C_{ihk}^m + \sum_{m=1}^3 \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^3 X_{ik}^m C_{ik}^m \quad (1)$$

$$\text{Min } \sum_{m=1}^3 \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^3 X_{ihk}^m T_{ihk}^m + \sum_{m=1}^3 \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^3 X_{ik}^m T_{ik}^m \quad (2)$$

(Cross-Docking) ด้วยการขนส่งแบบเต็มคันรถ (Full Truck Load : FTL) [8] มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ด้วยต้นทุนการขนส่งสินค้าที่ต่ำที่สุดและใช้ระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าสั้นที่สุด เพื่อส่งออกไปยังประเทศกัมพูชาจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า 2 แห่ง และลูกค้าปลายทางเดียวกัน ด้านบุคลากรอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว

3. การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการหาวิธีขนส่งสินค้าด้วยต้นทุนต่ำที่สุด เพื่อการส่งออกผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีไปยังประเทศกัมพูชา โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [9] และหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ แสดงแบบจำลองดังรูปที่ 1 และสมการต่อไปนี้

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{m=1}^3 \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^3 X_{ihk}^m + \sum_{m=1}^3 \sum_{k=1}^3 X_{ik}^m \leq N_m ; \forall m \quad (3)$$

$$X_{ihk}^m, X_{ik}^m = N_m ; \forall i, h, k, m \quad (4)$$

กำหนดให้

i จุดเริ่มต้นของการขนส่งสินค้า หมายถึง โรงงานผลิตนมยูเอชที

h จุดรับสินค้าเพิ่มเติมตามคำสั่งซื้อสินค้าที่ลูกค้าต้องการ โดย

$h = 1$ แทนคลังสินค้า a และ $h = 2$ แทน คลังสินค้า b

k ปลายทางของเส้นทางการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า หมายถึง ด่านศุลกากรอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ประเทศไทย

m วิธีการขนส่งสินค้า ทั้ง 3 วิธี

โดยที่ $m = 1$ หมายถึง การขนส่งสินค้าจากต้นทางผ่านคลังสินค้า a ไปยัง k

$m = 2$ หมายถึง การขนส่งสินค้าจากต้นทางผ่านคลังสินค้า b ไปยัง k

$m = 3$ หมายถึง การขนส่งสินค้าจากต้นทางโดยตรงไปยัง k

พารามิเตอร์

D_k ปริมาณความต้องการสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

N_m ปริมาณความจุในการจัดส่งสินค้าในวิธีการขนส่งสินค้า

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{ihk}^m ปริมาณการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังคลังสินค้า h ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

X_{ik}^m ปริมาณการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

T_{ihk}^m เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังคลังสินค้า h ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

T_{ik}^m เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

C_{ihk}^m ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังคลังสินค้า h ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

C_{ik}^m ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น i ไปยังจุดหมายปลายทาง k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

สมการที่ (1) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการขนส่งสินค้าที่มีต้นทุนการขนส่งสินค้าต่ำที่สุด โดยต้นทุนการขนส่งสินค้าเท่ากับผลรวมของปริมาณสินค้าที่จัดส่ง x_{ihk}^m, x_{ik}^m จาก i ไป k โดยใช้วิธีการขนส่งสินค้า m

สมการที่ (2) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการขนส่งสินค้าที่มีระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าสั้นที่สุด โดยใช้ตัวแปรการตัดสินใจเช่นเดียวกับสมการที่ (1)

สมการที่ (3) ปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปให้ลูกค้าแต่ละรายเท่ากับปริมาณความจุของพาหนะในการจัดส่งสินค้านั้น ๆ

สมการที่ (4) ปริมาณสินค้าจุดต้นทางจะต้องมีปริมาณสินค้าเท่ากับความต้องการสินค้าตามคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละราย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการหาระยะทางของเส้นทางการขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีแต่ละวิธีโดยใช้ข้อมูลใบเสนออัตราค่าบริการขนส่งจากโรงงานกรณีศึกษา เพื่อสร้างแบบจำลองและหาคำตอบที่เหมาะสม รายละเอียดดังนี้

- กำหนดรถบรรทุกขนส่งสินค้า ขนาด 5 เพลา 18 ล้อ (รถพ่วง) ปริมาณที่ใช้ในการขนส่งประมาณ 3,500 – 5,500 ฝิบต่อเที่ยว ซึ่งบทความนี้ใช้ปริมาณ 4,500 ฝิบต่อเที่ยวอัตราการผลิตเส้นเปลืองน้ำมันโดยเฉลี่ย 3.00 กิโลเมตรต่อลิตร ความเร็วโดยเฉลี่ยในสภาพจราจรปกติ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [10] กำหนดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้เพียง 1 คัน เนื่องจากเป็นการทดสอบสมมติฐาน
- สร้างแบบจำลองวิธีขนส่งสินค้า 3 วิธี โดยสอดคล้องกับเส้นทางที่ใช้ในปัจจุบันและเส้นทางที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่ วิธีที่ 1 การขนส่งผ่านคลังสินค้า a ซึ่งเป็นวิธีปัจจุบัน วิธีที่ 2 การขนส่งผ่านคลังสินค้า b วิธีที่ 3 การขนส่งโดยตรง
- การกำหนดสมมติฐานการขนส่งสินค้าวิธีใดที่ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุดและเวลาในการจัดส่งสินค้าสั้นที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์วิธีขนส่งสินค้า โดยสร้างแบบจำลองการขนส่งสินค้า จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษา แสดงรายละเอียดข้อมูลและสมมติฐานตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังจุดหมายปลายทางตามแบบจำลองสถานการณ์

ต้นทาง (i)	จุดขนถ่ายสินค้า (h)	ปลายทาง (k)	แบบจำลองสถานการณ์ (m)
โรงงานผลิตนมยูเอชที	คลังสินค้า a	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	method 1
	คลังสินค้า b	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	method 2
	-	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	method 3

จากตารางที่ 1 การขนส่งสินค้าทั้ง 3 วิธีจะคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าและเวลาทุกครั้งที่มีการขนถ่ายสินค้า ดังนี้

1. การขนส่งจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีผ่านคลังสินค้า a ไปยังลูกค้า 1 ราย พบว่ามีการเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุก จำนวน 2 ครั้ง และการขนถ่ายสินค้า จำนวน 4 ครั้ง ดังนี้

1.1 ครั้งที่ 1 การเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุกจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า a

1.2 ครั้งที่ 2 การเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุก จากคลังสินค้า a ไปยังลูกค้ารายที่ 1

1.3 ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 การขนถ่ายสินค้า (ขึ้น - ลง) รถบรรทุกจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า a

1.4 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 การขนถ่ายสินค้า (ขึ้น - ลง) จากคลังสินค้า a ขึ้นรถบรรทุกไปยังลูกค้ารายที่ 1

2. การขนส่งจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีผ่านคลังสินค้า a ไปยังลูกค้า 3 ราย พบว่ามีการเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุก จำนวน 2 ครั้ง และการขนถ่ายสินค้า จำนวน 6 ครั้ง ได้แก่

2.1 ครั้งที่ 1 การเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุกจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า a

2.2 ครั้งที่ 2 การเปลี่ยนถ่ายรถบรรทุก จากคลังสินค้า a ไปยังลูกค้า 3 ราย

2.3 ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 การขนถ่ายสินค้า (ขึ้น - ลง) รถบรรทุกจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า a

2.4 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 การขนถ่ายสินค้า (ขึ้น - ลง) จากคลังสินค้า a ขึ้นรถบรรทุกไปยังลูกค้ารายที่ 1

2.5 ครั้งที่ 5 การขนถ่ายสินค้า (ยกลง) รถบรรทุกไปยังลูกค้ารายที่ 2

2.6 ครั้งที่ 6 การขนถ่ายสินค้า (ยกลง) รถบรรทุกไปยังลูกค้ารายที่ 3

3. การคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าและการขนถ่ายสินค้า ขึ้นอยู่กับการขนส่งสินค้าแต่ละวิธี ดังนี้

3.1 การคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้า ตั้งแต่โรงงานผลิตนมยูเอชทีผ่านคลังสินค้า a ไปยังปลายทางลูกค้ารายที่ 1 ระยะทางรวม 960 กิโลเมตร กำหนดให้ต้นทุนการขนส่งสินค้า ต่อหน่วยเป็นค่าคงที่ที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้บริหารโรงงานกรณีศึกษา จำนวน 5 ราย แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลอัตราค่าขนส่งสินค้าในการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งสินค้าวิธีต่างๆ

แบบจำลองสถานการณ์	วิธีการขนส่งสินค้า			อัตราค่าขนส่งสินค้า (บาท : หีบ : เที้ยว)
	จุดเริ่มต้น	จุดขนถ่ายสินค้า	ปลายทางส่งสินค้า	
method 1	โรงงานผลิตนมยูเอชที	-	คลังสินค้า a	6.00
		คลังสินค้า a	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	7.00
method 2	โรงงานผลิตนมยูเอชที	-	คลังสินค้า b	5.37
		คลังสินค้า b	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	5.50
method 3	โรงงานผลิตนมยูเอชที	-	ด่านศุลกากรฯ (ลูกค้า)	6.52

สามารถคิดต้นทุนการขนส่งจากสมการที่ (5) ได้ดังนี้

$$(D_{ih} \times P_{ih}^m) + (D_{hk} \times P_{hk}^m) \quad (5)$$

กำหนดให้

P_{ihk}^m อัตราค่าขนส่งสินค้า (บาทต่อหีบต่อเที่ยว) จากจุดเริ่มต้น i ผ่านคลังสินค้า h ไปยังจุดหมายปลายทาง k ด้วยการขนส่งสินค้าวิธีการขนส่งสินค้า m

D_{ihk} ปริมาณสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละเที่ยว (หีบต่อเที่ยว) จากจุดเริ่มต้น i ผ่านคลังสินค้า h ไปยังจุดหมายปลายทาง k ด้วยวิธีการขนส่งสินค้า m

คำนวณได้ดังนี้

ต้นทางจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไป ยังคลังสินค้า a มีปริมาณรับสินค้าขึ้นรถบรรทุกจำนวน 3,500 หีบ

$$3,500 \times 6.00 = 21,000.00 \text{ บาทต่อเที่ยว}$$

ต้นทางจากคลังสินค้า a ไปยังลูกค้ามีปริมาณสินค้าขึ้นรถบรรทุก จำนวน 4,500 หีบ

$$4,500 \times 7.00 = 31,500.00 \text{ บาทต่อเที่ยว}$$

สรุปต้นทุนการขนส่งสินค้า $21,000.00 + 31,500.00 = 52,500.00$ บาท ต่อเที่ยวการขนส่งสินค้า (method 1)

3.2 การคำนวณต้นทุนขนถ่ายสินค้า กำหนดให้คิดค่าแรงงานขนถ่าย เท่ากับ 0.25 บาทต่อหีบต่อเที่ยว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการขนถ่ายสินค้าในแต่ละครั้ง คำนวณได้จากสมการที่ (6) ดังนี้

$$(D_{ih} \times 0.25) + (D_{hk} \times 0.25) \quad (6)$$

จากตัวอย่างข้อที่ 3.1 การขนส่งสินค้า (method 1) มีการขนถ่าย จำนวน 4 ครั้ง กำหนดปริมาณสินค้าทั้งหมด 4,500 หีบต่อเที่ยว

กำหนดให้

D_{ih} ปริมาณสินค้าจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีขึ้น - ลงรถบรรทุก ณ คลังสินค้า a จำนวน 3,500 หีบ

D_{hk} ปริมาณสินค้าจากคลังสินค้า a ขึ้นรถบรรทุกเพื่อจัดส่งไปยังลูกค้า จำนวน 4,500 หีบ

คำนวณได้ดังนี้

ครั้งที่ 1 ขนถ่ายสินค้าขึ้นรถบรรทุกจากโรงงานผลิตนมยูเอชทีไปยังคลังสินค้า a

$$3,500 \times 0.25 = 875 \text{ บาท}$$

ครั้งที่ 2 ขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกโรงงานผลิตนมยูเอชทีลงไปยังคลังสินค้า a

$$3,500 \times 0.25 = 875 \text{ บาท}$$

ครั้งที่ 3 ขนถ่ายสินค้าจากคลังสินค้า a ขึ้นรถบรรทุกไปยังลูกค้ารายที่ 1

$$(3,500 + 1,000) \times 0.25 = 1,125 \text{ บาท}$$

$$\text{ครั้งที่ 4 ขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกลงโกดังลูกค้ารายที่ 1} \\ 4,500 \times 0.25 = 1,125 \text{ บาท}$$

สรุปต้นทุนการขนถ่าย $875 + 875 + 1,125 + 1,125 = 4,000.00$ บาทต่อเที่ยว

จากสมการที่ (6) เป็นการพิจารณาจำนวนครั้งในการขนถ่ายสินค้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการขนส่งสินค้าและปริมาณสินค้าในแต่ละเที่ยว

4. ผลการวิจัย

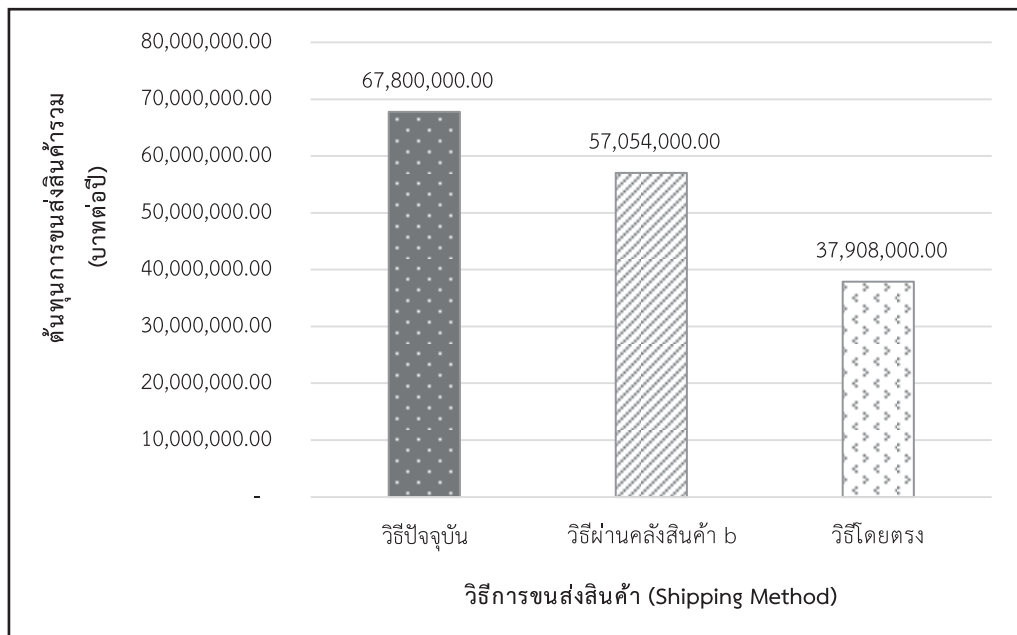
ผลการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์วิธีการขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิตนมยูเอชที ไปยังประเทศกัมพูชา จำนวน 3 วิธี ทั้งต้นทุนการขนส่งและเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเป็นการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truck Load : FTL) ตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละราย โดยสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตามข้อตกลง แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณต้นทุนการขนส่งและเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าแต่ละวิธี

วิธีการขนส่ง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร : เทียบ)	เวลาในการจัดส่งสินค้า (ชั่วโมง : เทียบ)	ต้นทุนการขนส่ง สินค้า (บาท : เทียบ)	ต้นทุนการขนส่ง ค่า (บาท : เทียบ)	รวมเป็นเงิน (บาท : เทียบ)
method 1	960	22.00	52,500.00	4,000.00	56,500.00
method 2	730	18.00	43,545.00	4,000.00	47,545.00
method 3	640	14.00	29,340.00	2,250.00	31,590.00

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า การขนส่งสินค้าวิธีปัจจุบัน (method 1) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า รวมเป็นเงิน 56,500.00 บาทต่อเที่ยว ใช้เวลาในการจัดส่งโดยรวม 22.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว การขนส่งสินค้าผ่านคลังสินค้า b (method 2) มีต้นทุนการขนส่งสินค้ารวม เป็นเงิน 47,545.00

บาทต่อเที่ยว ใช้เวลาในการจัดส่งโดยรวม 18.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว และการขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (method 3) มีต้นทุนการขนส่งสินค้ารวมเป็นเงิน 31,590.00 บาทต่อเที่ยว ใช้เวลาในการจัดส่งโดยรวม 14.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว



รูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งสินค้าวิธีปัจจุบันกับวิธีใหม่

จากรูปที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งสินค้าวิธีปัจจุบันกับวิธีใหม่ พบว่า วิธีผ่านคลังสินค้า b (method 2) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า เป็นเงิน 57,054,000.00 บาท ต่อปี ลดลง 10,746,000.00 บาทต่อปี คิดเป็น 15.85% ส่วนวิธี

ขนส่งโดยตรง (method 3) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า เป็นเงิน 37,908,000.00 บาทต่อปี ลดลง 29,892,000.00 บาทต่อปี คิดเป็น 44.09% ของวิธีปัจจุบัน (method 1) เมื่อเปรียบเทียบวิธีโดยตรง (method 3) กับวิธีผ่านคลังสินค้า b (method 2)

พบว่า การขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง สามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้า 19,146,000.00 บาทต่อปี คิดเป็น 33.56% ของวิธีการขนส่งผ่านคลังสินค้า b (method 2)

งานวิจัยครั้งนี้ยังพบข้อสังเกตว่า ปริมาณการขนส่งสินค้าในแต่ละเที่ยว จะส่งผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้าและต้นทุนการขนถ่ายสินค้า ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเป็นค่าคงที่ในการคำนวณแบบจำลองทุกสถานการณ์ ส่วนตัวแปรต้นทุนการขนส่งที่สำคัญคือ อัตราค่าขนส่งสินค้า พบว่า บริษัทผู้รับจ้างขนส่งสินค้าเป็นผู้กำหนดอัตราค่าขนส่งสินค้าแบบคงที่ (Fixed Rated) เมื่อคำนวณอัตราค่าขนส่งสินค้ากับปริมาณสินค้าในแต่ละเที่ยว ทำให้ต้นทุนการขนส่งสินค้ามีความผันแปร (สูง/ต่ำ) แตกต่างกัน ส่วนเวลาในการจัดส่งสินค้าและการขนถ่ายสินค้า แสดงได้ว่า ถ้าระยะทางขนส่งสินค้าสั้นและจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าน้อยราย จะทำให้เวลาจัดส่งสินค้าโดยรวมรวดเร็วขึ้น ทั้งนี้ เพื่อให้การออกแบบวิธีการขนส่งสินค้ามีประสิทธิภาพ ควรวิเคราะห์ค่าความไว (Sensitivity Analysis) การเลือกยานพาหนะที่เหมาะสมกับปริมาณสินค้า การคำนวณอัตราค่าขนส่งสินค้า และการกำหนดระดับการให้บริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในมิติใดมิติหนึ่ง จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการออกแบบวิธีการขนส่งสินค้าทั้งต้นทุนและเวลาในการจัดส่งสินค้า

5. สรุปผลการวิจัย

การออกแบบวิธีการขนส่งทางถนนผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเสนอเป็นแนวทางตัดสินใจเลือกวิธีการขนส่งผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีด้วยรถบรรทุกเพื่อการส่งออกไปยังประเทศกัมพูชาด้วยต้นทุนต่ำที่สุด สรุปได้ว่า วิธีการขนส่งสินค้าที่มีต้นทุนต่ำสุดและเวลาในการจัดส่งสินค้าสั้นที่สุด คือ การขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (method 3) มีต้นทุนการขนส่งสินค้า เป็นเงิน 37,908,000.00 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 55.91 ลดเวลาในการจัดส่งสินค้า 8.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว คิดเป็นร้อยละ 36.36 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน (method 1) ส่วนการขนส่งวิธีผ่านคลังสินค้า b (method 2) สามารถลดต้นทุน การขนส่งสินค้า 57,054,000.00 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 84.15 ลดเวลาในการจัดส่งสินค้า 4.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว คิดเป็นร้อยละ 18.18 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน (method 1) เช่นเดียวกับการขนส่งสินค้าวิธีโดยตรง (method 3) มีต้นทุนการขนส่งสินค้าต่ำกว่าการขนส่งสินค้าวิธีผ่านคลัง

สินค้า b (method 2) เป็นเงิน 19,146,000.00 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 66.44 ลดเวลาในการจัดส่งสินค้า 4.00 ชั่วโมงต่อเที่ยว คิดเป็นร้อยละ 22.22

6. เอกสารอ้างอิง

1. The Economy of Branch Economic Research Center Business and Economic Foundation, 2018, Food and Beverage Industry [Online], Available: https://www.gsb.or.th/getattachment/80c3e6ff-e007-4ea8-9c8d-32e03cb22e6b/IN_food_61_detail.aspx. [21 December 2018]
2. Apibruchayasakul, K., 2008, Transportation Management, 2nd ed., Dungkamol, Bangkok. (In Thai)
3. Chaimankong, C. and Chaimankong, M., 2014, Supply Chain and Marketing Channel Management, 1st ed., Vision Prepress, Nonthaburi. (In Thai)
4. Pradujmaneephan, A., 2010, "Designing and Evaluating the Direct Delivery of Chemical Solvent from Refinery to Customers," *Journal of Education*, 21 (2), pp. 91-101. (In Thai)
5. Sukhotu, V., 2014, "Logistics Costs," *Logistics Thailand Magazine*, 12 (138), pp. 69-77. (In Thai)
6. Luanghan, I., 2018, "The Optimization of Transport Pricing Model for UHT Milk Products: A Case Study Dairy Farming Promotion Organization of Thailand (Lower North)," *Proceedings of The 18th Thai Value Chain Management and Logistics Conference*, Phitsanulok, Thailand, pp. 9-17. (In Thai)
7. Boontaveeyuwat, S., 2016, "Optimal Route Planning for Energy Savings: A Case Study of Steel Transportation," *Journal of KMUTT Research and Development*, 39 (2), pp. 139-153. (In Thai)
8. Noothim, P., Kongkaew, V., Siriwongpaisarn, N., Aukgara-ar-ree, K. and Jirasathisin, S., 2017, "The Study Oil Palm Transport Model and Transportation Costs within Supply Chain The Oil Palm Industry Krabi

- Province,” *Proceedings of The 17th Thai Value Chain Management and Logistics Conference*, Songkhla, Thailand, pp. 17-25. (In Thai)
9. Penchan, P. and Koompattaporn, J., 2018, “Optimal Multimodel Transportation Planning of JET A 1 Fuel,” *Proceedings of IE Network Conference*, Udonratchathani, Thailand, pp. 1491-1495. (In Thai)
10. Thossapol, N., 2013, A Study of Trucks Fuel Consumption, Master of Engineering Project, Construction and Infrastructure Management Program, Faculty of Engineering, Suranaree University of Technology. (In Thai)