

การหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้
จังหวัดอุดรดิตถ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
OPTIMAL SOLUTION OF DISTRIBUTION CENTER OF VEGETABLE
AND FRUIT PRODUCTS OF UTTARADIT PROVINCE USING
MATHEMATICAL MODEL

รัตนติยากร มีรัตน์*, บุญทรัพย์ พานิชการ

Rattiyagorn Meerat*, Boonsub Panichakarn

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: rattiyagornm63@nu.ac.th

วันที่เข้าระบบ 26 มกราคม 2567

วันที่แก้ไขบทความ 28 กุมภาพันธ์ 2567

วันที่ตอบรับบทความ 13 มีนาคม 2567

บทคัดย่อ

การเลือกที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญของการจัดการโลจิสติกส์ ใน การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ สำหรับ สินค้าผักและผลไม้จากแต่ละอำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เกิดขึ้นทุนโดยรวมต่ำที่สุดและใช้ ระยะเวลาโดยรวมน้อยที่สุด และประยุกต์ใช้เอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver) สำหรับการประมวลผล ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณ ความจุศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณผลผลิตผักและผลไม้ ระยะทาง และเวลา ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ด้านต้นทุนโดยรวม ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอบ้านโคก และลับแล โดยมีต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด คือ 46,066,154 บาท/ปี ในขณะที่ ด้านระยะเวลา ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ ได้แก่ ทุกอำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยมีระยะเวลาโดยรวมน้อยที่สุด คือ 45,344 นาที/ปี ซึ่งจะพบว่า มีพื้นที่ 5 อำเภอที่เหมาะสมที่สุด ในการจัดตั้งให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ จากทั้งปัจจัยด้านต้นทุนโดยรวมและด้าน ระยะเวลาโดยรวม ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอบ้านโคก และอำเภอลับแล

คำสำคัญ: การเลือกทำเลที่ตั้ง, ศูนย์กระจายสินค้า, สินค้าเกษตร, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Abstract

Selecting the distribution center location is one of the key mechanisms of logistics management. This study aims to analyze optimal locations for fruit and vegetable distribution centers from each district in Uttaradit Province by developing the mathematical model for analyzing distribution center locations for the best one with the lowest total costs and the minimum total time, using Excel Solver for data processing. The data for analysis includes: transportation cost; distribution center cost; distribution center capacity, vegetable and fruit production volume, distance, and time. The results of this study concluded that regarding total cost factor; the locations of the fruit and vegetable distribution centers including Mueang district, Tha Pla district, Nam Pat district, Ban Khok district, and Laplae district have the lowest overall cost of 46,066,154 baht per year, while in terms of total time factor; the locations of the fruit and vegetable distribution centers are those in every district of Uttaradit Province, with the minimum total time of 45,344 minutes per year. It could be seen that the five most suitable districts for setting up vegetable and fruit distribution centers owing to both overall cost and overall time factors are Mueang district, Tha Pla district, Nam Pat district, Ban Khok district, and Laplae district.

Keywords: Location selection, Distribution center, Agricultural products, Mathematical model

1. บทนำ

ประเทศไทยมีที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมกับการเป็นจุดศูนย์กลางการผลิตการค้าและบริการที่สะดวกต่อการเชื่อมโยงกับกลุ่มประเทศอาเซียนและอนุภาคลุ่มแม่น้ำโขง (GMS) และมีความได้เปรียบจากโครงสร้างระบบการคมนาคมขนส่งที่เชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน นอกจากนี้ยังเป็นรู้จักในฐานะแหล่งผลิตสินค้าการเกษตรที่นิยมแพร่หลายในตลาดโลก รวมถึงเป็นแหล่งดึงดูดให้มีกลุ่มนักท่องเที่ยวมาเยือนแหล่งผลิตทั่วภูมิภาคของประเทศไทย จึงเป็นความท้าทาย ที่จะยกระดับมูลค่าและรายได้ของเกษตรกรไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)

จังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอปากท่า อำเภอบ้านโคก อำเภอตรอน อำเภอพิชัย อำเภอลับแล และอำเภอทองแสนขัน เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการดำเนินการทางภาคเกษตรเป็นจำนวนมาก ในปี 2561-2565 มีปริมาณของผลผลิต/ปี โดยเฉลี่ย เท่ากับ 2,263.76 ตัน/ปี โดยภาวะเศรษฐกิจของจังหวัดอุดรธานีย้อนหลัง 5 ปี

(2558-2562) ขึ้นอยู่กับภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และการขายส่ง การขายปลีกเป็นสำคัญ ตามลำดับ ซึ่งในปี 2562 ภาคการเกษตรนั้นมีสัดส่วนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปี 2558 โดยคิดเป็นร้อยละ 31.2 ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดอุดรดิตถ์ (GPP) อยู่ในลำดับที่ 61 ของประเทศ และลำดับที่ 13 ของภาคเหนือ (กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด, 2562) มีการดำเนินนโยบาย และมาตรการของภาครัฐ และความร่วมมือจากทุกภาคส่วนต่าง ๆ อาทิ ยกระดับสินค้าเกษตรให้มี คุณภาพมาตรฐานบริหารจัดการสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด และเพิ่มช่องทางการตลาด ทั้งตลาดออนไลน์และออฟไลน์ ทำให้มีช่องทางการจำหน่ายสินค้าเกษตรมากขึ้น แต่พบว่า ในปัจจุบันยังไม่มี การจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเกษตรสำหรับการรองรับและการกระจายสินค้าเกษตร ในจังหวัดอุดรดิตถ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ ของจังหวัด อุดรดิตถ์ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ระบบการดำเนินการภาคการเกษตรของ จังหวัดอุดรดิตถ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมของการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าผัก และผลไม้ต่ำที่สุด และมีระยะเวลาการขนส่งโดยรวมน้อยที่สุด และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์นั้น เป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจในการใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกร ผู้ประกอบส่งออกสินค้าทางการเกษตรและหน่วยงานทางการ เกษตรที่เกี่ยวข้องจังหวัดอุดรดิตถ์ และจังหวัดอื่น ๆ ได้ต่อไป

2. ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยเรื่องการหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าเกษตร ของ จังหวัดอุดรดิตถ์ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมและ โครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า สามารถจำแนกวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ยกตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ การประยุกต์ใช้ กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process : AHP) เพื่อศึกษาปัจจัยการเลือก ทำเลที่ตั้งและเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม (จุฑามาศ, 2556; ณภัทร และคณะ, 2559; Nona, 2015) การประยุกต์ใช้เทคนิคการหาจุดศูนย์กลาง (Center of gravity) เพื่อศึกษาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจาย สินค้า (ยุพิน, 2557; อุทัย และคณะ, 2554) การประยุกต์ใช้การโปรแกรม LOGWARE ในการเลือก ทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า (กิตติพงษ์, 2557) การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมสายตาสั้น (The myopic algorithm) เป็นปัญหาแบบ P-median เพื่อศึกษาที่ตั้งแบบไดนามิก (Dynamic) ของศูนย์ กระจายสินค้า (Esther *et al.*, 2014) การใช้อัลกอริทึมการจัดกลุ่ม FCM (Fuzzy C) ในการแก้ไข

ปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าด่วนในภูมิภาค (Yingfeng *et al.*, 2013) และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฮิวริสติกส์ (Anthony & Vaidyanathan, 2008) เพื่อประเมินขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงพฤติกรรมแบบใหม่สำหรับตำแหน่งที่ตั้ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

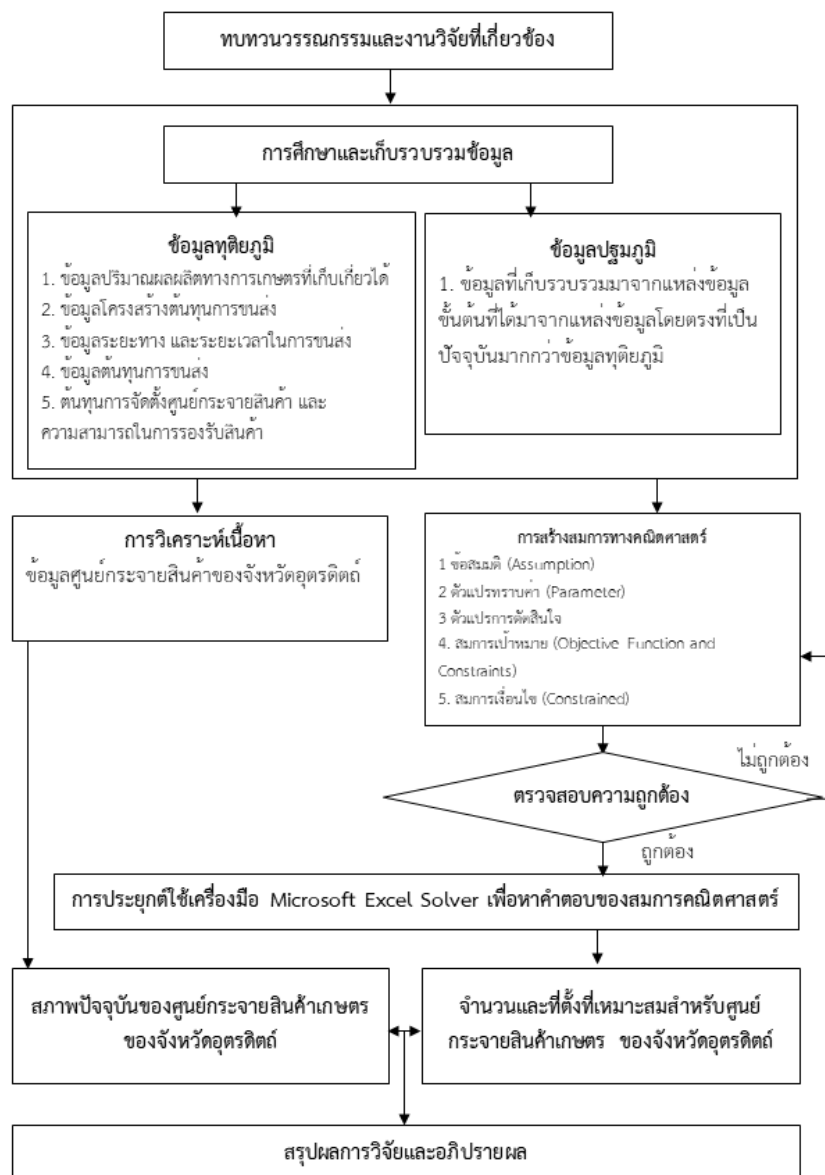
จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้า ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า โดยส่วนใหญ่คนจะให้ความสำคัญในเรื่องของต้นทุนโดยรวมของการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเป็นอันดับแรก รองลงมาเป็นค่าขนส่งสินค้าที่ต่ำที่สุด และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น งานวิจัยของ ดวงขวัญ (2554) ได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาและทำการเปรียบเทียบสถานการณ์ (Scenarios) ต่าง ๆ ที่มีความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ในการหาจำนวนและทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าผลิตภัณฑ์น้ำตาล งานวิจัยของ จารุงษ์ และคณะ (2560) ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการกำหนดทำเลที่ตั้งของคลังวัคซีนระดับภูมิภาคแต่ละแห่ง และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพื่อกำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับที่ตั้งวัคซีนโรงพยาบาลชุมชนที่เหมาะสมในเขตกลุ่มจังหวัดนครชัยบุรินทร์ ให้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด และงานวิจัยของ Hafize & Ozgur (2016) ใช้รูปแบบการตัดสินใจหลายวัตถุประสงค์โดยการเขียนโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ที่นำเสนอแบบจำลอง เพื่อลดระยะห่างระหว่างจุดอุปสงค์ ศูนย์กระจายสินค้าหลัก และลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าท้องถิ่นและคลังสินค้าหลัก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ของจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยการใช้โปรแกรม เอ็กเซล โซลเวอร์ (Excel solver) ในการประมวลผลข้อมูล

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) วิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ของจังหวัด โดยจะเริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หากไม่ถูกต้องจึงทำการปรับปรุงแก้ไข เมื่อสมการทางคณิตศาสตร์ให้ผลคำตอบที่ถูกต้องแล้ว จากนั้นจะทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือ Microsoft excel solver เพื่อหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นจึงทำการสรุปผลและอภิปรายผล แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2 ข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการวิจัย

สำหรับข้อมูลที่ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณความจุศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณผลผลิตผักและผลไม้ ระยะทาง และเวลา แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลโครงสร้างต้นทุนสำหรับการวิเคราะห์

โครงสร้างต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซล (TC_a) *1

รายการ	รถ 4 ล้อ	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ
ค่ารถและเครื่องมือ	0.88	2.18	4.21
ค่าทะเบียน	0.02	0.04	0.05
ค่าตรวจสภาพรถ	0.01	0.02	0.02
ค่าประกันภัย	0.22	0.52	0.75
ค่าพนักงานขับรถและผู้ช่วย	3.41	4.20	4.20
ค่าเชื้อเพลิง	2.33	3.77	6.12
ค่ายาง	0.14	0.28	0.29
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	0.15	0.40	0.30
ค่าซ่อมรถและบำรุงรักษา	0.49	0.55	0.95
ค่าใช้จ่ายไม่มีใบเสร็จ	0.10	0.10	0.10
ค่าใช้จ่ายสำนักงาน	0.41	0.51	0.51
ต้นทุนการขนส่ง (บาท/กม.)	8.16	12.57	17.50
น้ำหนักบรรทุก (ตัน)	2.5	8	15
ต้นทุนการขนส่ง (บาท/ตัน-กม.)	3.26	1.57	1.17
ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (F_j) และความสามารถสูงสุดในการรองรับสินค้า (K_j) *2			
ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า	ปริมาณความจุที่ศูนย์กระจายสินค้านำเข้าได้		
(บาท)	(ตัน)		
8,600,000	500		

หมายเหตุ

*1: กรมการขนส่งทางบก, (2559)

*2: มูลนิธิประเมินค่าเสียหายแห่งชาติประเทศไทย, (2566); กฎกระทรวง ฉบับที่ 6, (2527)

F_j ของทุกอำเภอ เท่ากับ 8,600,000 บาท เท่ากันหมด

K_j ของทุกอำเภอ เท่ากับ 500 ตัน เท่ากันหมด

ตารางที่ 2 ข้อมูลปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บเกี่ยวได้ แบ่งออกเป็นข้อมูลผักและผลไม้ ทั้ง 9 อำเภอ ในจังหวัดอุดรธานี (d_i) (ตัน/สัปดาห์)

ประเภทสินค้าเกษตร	ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บเกี่ยวได้ แต่ละอำเภอในจังหวัดอุดรดิตต์ (d_i)									
	อ.เมือง	อ.ท่าปลา	อ.น้ำปาด	อ.ฟากท่า	อ.บ้านโคก	อ.ตรอน	อ.พิชัย	อ.ลับแล	อ.ทองแสนขัน	
ผัก	ปี 2561	204,170.00	50.00	4,151,000.00	56,000.00	0.00	158,600.00	0.00	15,383,000.00	0.00
	ปี 2562	103,300.00	0.00	789,800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,016,000.00	0.00
	ปี 2563	286,310.00	16,000.00	2,611,000.00	0.00	0.00	31,000.00	0.00	3,613,500.00	12,000.00
	ปี 2564	56,500.00	0.00	6,600,000.00	395,600.00	0.00	15,150.00	0.00	8,075,000.00	0.00
	ปี 2565	126,800.00	0.00	0.00	126,000.00	0.00	0.00	5,472.00	8,792,250.00	0.00
	รวม	777,080.00	16,050.00	14,151,800.00	577,600.00	0.00	204,750.00	5,472.00	37,879,750.00	12,000.00
	เฉลี่ย/กิโลกรัม/ปี	155,416.00	3,210.00	2,830,360.00	115,520.00	0.00	40,950.00	1,094.40	7,575,950.00	2,400.00
เฉลี่ย/ตัน/สัปดาห์	2.99	0.06	54.43	2.22	0.00	0.79	0.02	145.69	0.05	
ผลไม้	ปี 2561	5,103,348.00	485,470.00	54,298,500.00	0.00	8,917,200.43	61,600.00	98,800.00	40,019,594.00	0.00
	ปี 2562	3,000.00	3,624,000.00	304,785.62	0.00	14,060,065.00	15,400.00	1,855,800.00	38,181,812.50	0.00
	ปี 2563	1,328,161.00	3,331,170.00	4,235,925.00	0.00	17,568,815.00	0.00	988,001.00	27,379,350.00	15,750.00
	ปี 2564	2,678,100.00	17,129,090.00	9,137,450.00	877,800.00	30,641,265.04	1,700.00	7,500,900.00	41,019,434.00	0.00
	ปี 2565	7,354.00	14,561,030.00	66,825,370.00	12,874,825.00	50,829,475.00	509,637.50	17,463,935.00	40,944,000.00	75,050.00
	รวม	9,119,963.00	39,130,760.00	134,802,030.62	13,752,625.00	122,016,820.47	588,337.50	27,907,436.00	187,544,190.50	90,800.00
	เฉลี่ย/กิโลกรัม/ปี	1,823,992.60	7,826,152.00	26,960,406.12	2,750,525.00	24,403,364.09	117,667.50	5,581,487.20	37,508,838.10	18,160.00
เฉลี่ย/ตัน/สัปดาห์	35.08	150.50	518.47	52.89	469.30	2.26	107.34	721.32	0.35	

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, (2566)



ตารางที่ 3 ข้อมูลระยะทาง (S_{ij}) ระยะเวลา (T_{ij}) และต้นทุนการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก
เครื่องยนต์ดีเซล (C_{ij})

ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลา (นาที)	ต้นทุนรวมการขนส่ง (บาท)		
				รถ 4 ล้อ	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ
อ.เมือง	อ.เมือง	18	26	147	226	315
	อ.ท่าปลา	42	41	343	528	735
	อ.น้ำปาด	78	89	636	980	1365
	อ.ฟากท่า	120	77	979	1508	2100
	อ.บ้านโคก	165	90	1346	2074	2888
	อ.ตรอน	21	82	171	264	368
	อ.พิชัย	44	53	359	553	770
	อ.ลับแล	8	23	65	101	140
อ.ท่าปลา	อ.ทองแสนขัน	38	61	310	478	665
	อ.ท่าปลา	16	101	131	201	280
	อ.น้ำปาด	56	144	457	704	980
	อ.ฟากท่า	97	48	792	1219	1698
	อ.บ้านโคก	144	42	1175	1810	2520
	อ.ตรอน	57	54	465	716	998
	อ.พิชัย	86	33	702	1081	1505
	อ.ลับแล	48	40	392	603	840
อ.น้ำปาด	อ.ทองแสนขัน	65	81	530	817	1138
	อ.น้ำปาด	26	66	212	327	455
	อ.ฟากท่า	41	76	335	515	718
	อ.บ้านโคก	89	74	726	1119	1558
	อ.ตรอน	77	46	628	968	1348
	อ.พิชัย	90	21	734	1131	1575
	อ.ลับแล	82	26	669	1031	1435
	อ.ทองแสนขัน	53	41	432	666	928
อ.ฟากท่า	อ.ฟากท่า	11	17	90	138	193
	อ.บ้านโคก	47	46	384	591	823
	อ.ตรอน	118	109	963	1483	2065
	อ.พิชัย	131	123	1069	1647	2293
	อ.ลับแล	123	116	1004	1546	2153
	อ.ทองแสนขัน	94	83	767	1182	1645
อ.บ้านโคก	อ.บ้านโคก	20	22	163	251	350
	อ.ตรอน	166	150	1355	2087	2905
	อ.พิชัย	179	203	1461	2250	3133
	อ.ลับแล	171	157	1395	2149	2993
	อ.ทองแสนขัน	141	128	1151	1772	2468
อ.ตรอน	อ.ตรอน	11	14	90	138	193
	อ.พิชัย	28	27	228	352	490
	อ.ลับแล	27	28	220	339	473
	อ.ทองแสนขัน	30	29	245	377	525
อ.พิชัย	อ.พิชัย	14	17	114	176	245
	อ.ลับแล	52	45	424	654	910
	อ.ทองแสนขัน	46	45	375	578	805
อ.ลับแล	อ.ลับแล	13	17	106	163	228
	อ.ทองแสนขัน	45	45	367	566	788
อ.ทองแสนขัน	อ.ทองแสนขัน	16	89	131	201	280

หมายเหตุ: การหาระยะทาง และระยะเวลาเป็นการคำนวณจาก Google map คำนวณแค่เฉพาะขาไปเท่านั้น (ต้นทาง-ปลายทาง)



3.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นักวิจัยได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ ในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สมการที่ 1 สมการเป้าหมาย คือ การทำให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้และต้นทุนในการขนส่งสินค้า

$$Total\ Cost = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} Y_{ij} + \sum_{j=1}^m F_j X_j \quad (1)$$

สมการที่ 2 สมการเป้าหมาย คือ การทำให้ระยะเวลาทั้งหมดต่ำที่สุด

$$Total\ Time = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij} Y_{ij} \quad (2)$$

สมการที่ 3 แสดงปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้

$$Y_{ij} = d_i / Q_a \quad ; \forall_i \quad (3)$$

สมการที่ 4 แสดงปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ j ต้องไม่เกินความจุของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรองรับได้

$$Y_{ij} \leq \sum_{j=1}^m (K_j / Q_a) X_j \quad ; \forall_{ij} \quad (4)$$

ข้อจำกัด

การกำหนดตัวแปรต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และเป็นจำนวนเต็ม

$$Y_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad ; \forall_{ij} \quad (5)$$

การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรตัดสินใจ



$$X_j \in \{0, 1\} \quad ; \forall_j \quad (6)$$

โดยมีข้อสมมติฐาน ดังนี้

- 1) ลักษณะและปริมาณความจุสูงสุดของศูนย์กระจายสินค้าสามารถรองรับได้ในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งมีปริมาณอยู่ที่ 500 ตันต่อสัปดาห์
- 2) มีศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่งต่ออำเภอ
- 3) จัดให้มีการขนส่งทุกสัปดาห์
- 4) รูปแบบที่ใช้ในการขนส่งกำหนดให้เป็นรถบรรทุก 4 ล้อ 6 ล้อ และ 10 ล้อ ใช้น้ำมันดีเซล
- 5) รถบรรทุกสามารถรับน้ำหนักการบรรทุกสินค้าในแต่ละรอบได้ไม่เกิน 2.5 ตัน 8 ตัน และ 15 ตัน ตามลำดับ
- 6) ค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ 8,600,000 บาท

โดยที่

- i คือ อำเภอที่อยู่ในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยที่ $i=1, 2, \dots, n$ {1=อำเภอเมือง 2=อำเภอน้ำโสม 3=อำเภอน้ำป่า 4=อำเภอฝาง 5=อำเภอบ้านโคก 6=อำเภอรัตนวาปี 7=อำเภอพิชัย 8=อำเภอลับแล 9=อำเภอทองแสนขัน}
- j คือ ศูนย์กระจายสินค้า ณ อำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยที่ $j=1, 2, \dots, m$ {1=อำเภอเมือง 2=อำเภอน้ำโสม 3=อำเภอน้ำป่า 4=อำเภอฝาง 5=อำเภอบ้านโคก 6=อำเภอรัตนวาปี 7=อำเภอพิชัย 8=อำเภอลับแล 9=อำเภอทองแสนขัน}
- a คือ ประเภทของรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งสินค้า โดยที่ $a=1, 2$ และ 3 {1=รถบรรทุก 4 ล้อ 2=รถบรรทุก 6 ล้อ 3=รถบรรทุก 10 ล้อ}
- n คือ จำนวนอำเภอที่อยู่ในจังหวัดอุดรดิตถ์
- m คือ จำนวนศูนย์กระจายสินค้า ณ อำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์
- C_{ij} คือ ต้นทุนการขนส่ง จากอำเภอ i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j (บาท/กิโลเมตร)
- d_i คือ ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ของอำเภอ i (ตัน/สัปดาห์)
- S_{ij} คือ ระยะทางจากอำเภอ i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j (กิโลเมตร)
- TC_a คือ ต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซล (บาท/ตัน-กิโลเมตร)
- Q_a คือ ปริมาณความจุสูงสุดของรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซล ที่สามารถรองรับได้ (ตัน)
- F_j คือ ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า j (บาท)

- K_j คือ ปริมาณความจุสูงสุดของศูนย์กระจายสินค้ารองรับได้ (ตัน/สัปดาห์)
- T_{ij} คือ ระยะเวลาจากจากอำเภอ i ไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า j (นาท)
- $x_i = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อถูกเลือกให้จัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้} \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$
- Y_{ij} คือ ปริมาณสินค้าที่ถูกจัดส่งจากอำเภอ i ไปยังศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ j (จำนวนรอบการขนส่ง)

4. ผลการวิจัย

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ได้นำตัวแปรที่ทราบค่า ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซล ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า และ ความสามารถสูงสุดในการรองรับสินค้าของศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บเกี่ยวได้ ทั้ง 9 อำเภอ ของจังหวัดอุดรดิตถ์ ระยะทางและระยะเวลาระหว่างอำเภอ ในจังหวัดอุดรดิตถ์ ต้นทุนการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซล โดยนำมาสร้างและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำโปรแกรม Microsoft Excel Solver ประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหา ต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด และระยะเวลาโดยรวมที่น้อยที่สุด โดยมีผลลัพธ์ แสดงดังตารางที่ 4 และ แสดงดังตารางที่ 5

5. อภิปรายผล

จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และนำไปประมวลผลโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft excel solver เพื่อหาต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด และระยะเวลาโดยรวมที่น้อยที่สุด ผลลัพธ์ แสดงว่า การขนส่งสินค้าผักและผลไม้ด้วยรถบรรทุกเครื่องยนต์ดีเซลแบบ 10 ล้อ เป็นรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด นั่นคือมีต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด และใช้ระยะเวลาโดยรวมน้อยที่สุด

ด้านต้นทุนโดยรวม พบว่า อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอบ้านโคก และ อำเภอลับแล เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ โดยมี ต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุดในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ เท่ากับ 46,066,154 บาท/ปี ประกอบด้วย ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า เท่ากับ 43,000,000 บาท และต้นทุนการขนส่งสินค้าเท่ากับ 3,066,154 บาท/ปี

ด้านระยะเวลาโดยรวม พบว่า ทุกอำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ โดยมีระยะเวลาโดยรวมที่น้อยที่สุด เท่ากับ 45,344 นาที/ปี

ตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์ของต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด ของศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ จังหวัดอุดรธานี

สินค้าเกษตรชนิดผักและผลไม้ ขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ											
จำนวนรอบการขนส่งสินค้าจากอำเภอไปยังศูนย์กระจายสินค้า											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม	การเลือก
อำเภอจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า	1	-	-	-	-	-	-	43	157	-	200 ✓
	2	6	61	41	-	-	2	-	-	1	111 ✓
	3	-	-	189	11	-	-	-	-	-	200 ✓
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	12	188	-	-	-	-	200 ✓
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	10	-	-	-	-	-	-	190	-	200 ✓
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	16	61	230	23	188	2	43	347	1	911	
ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (บาท)										43,000,000.00	
ต้นทุนการขนส่งสินค้า (บาท/ปี)										8,087,352.00	
ต้นทุนรวม (บาท/ปี)										51,087,352.00	

หมายเหตุ: อำเภอ: 1=อ.เมือง 2=อ.ท่าปลา 3=อ.น้ำปาด 4=อ.ฟากท่า 5=อ.บ้านโคก 6=อ.ตรอน 7=อ.พิชัย 8=อ.ลับแล 9=อ.ทองแสนขัน

ตารางที่ 5 แสดงผลลัพธ์ของระยะเวลาโดยรวมที่น้อยที่สุด ของศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ จังหวัดอุดรธานี

สินค้าเกษตรชนิดผักและผลไม้ ขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ											
จำนวนรอบการขนส่งสินค้าจากอำเภอไปยังศูนย์กระจายสินค้า											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม	การเลือก
อำเภอจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า	1	-	-	-	-	-	-	-	200	-	200 ✓
	2	-	61	-	-	-	-	-	-	-	61 ✓
	3	-	-	200	-	-	-	-	-	-	200 ✓
	4	-	-	30	23	-	-	-	-	-	53 ✓
	5	-	-	-	-	188	-	-	-	-	188 ✓
	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2 ✓
	7	-	-	-	-	-	43	-	-	-	43 ✓
	8	16	-	-	-	-	-	-	147	-	163 ✓
	9	-	-	-	-	-	-	-	1	1	✓
รวม	16	61	230	23	188	2	43	347	1	911	
ระยะเวลารวม (นาฬิกา)										1,019,252.00	

หมายเหตุ: อำเภอ: 1=อ.เมือง 2=อ.ท่าปลา 3=อ.น้ำปาด 4=อ.ฟากท่า 5=อ.บ้านโคก 6=อ.ตรอน 7=อ.พิชัย 8=อ.ลับแล 9=อ.ทองแสนขัน

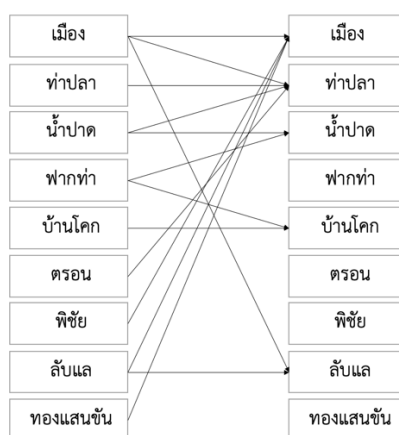
สินค้าเกษตรชนิดผักและผลไม้ ขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ											
จำนวนรอบการขนส่งสินค้าจากอำเภอไปยังศูนย์กระจายสินค้า											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม	การเลือก
อำเภอจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า	1	-	-	-	-	-	-	14	49	-	63 ✓
	2	2	19	12	-	-	1	-	-	1	35 ✓
	3	-	-	60	3	-	-	-	-	-	63 ✓
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	4	59	-	-	-	-	63 ✓
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	3	-	-	-	-	-	-	60	-	63 ✓
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	5	19	72	7	59	1	14	109	1	287	
ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (บาท)										43,000,000.00	
ต้นทุนการขนส่งสินค้า (บาท/ปี)										3,948,050.96	
ต้นทุนรวม (บาท/ปี)										46,948,050.96	

สินค้าเกษตรชนิดผักและผลไม้ ขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ											
จำนวนรอบการขนส่งสินค้าจากอำเภอไปยังศูนย์กระจายสินค้า											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม	การเลือก
อำเภอจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า	1	-	-	-	-	-	-	8	26	-	34 ✓
	2	1	11	7	-	-	1	-	-	1	21 ✓
	3	-	-	32	2	-	-	-	-	-	34 ✓
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	2	32	-	-	-	-	34 ✓
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	2	-	-	-	-	-	-	32	-	34 ✓
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	3	11	39	4	32	1	8	58	1	157	
ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (บาท)										43,000,000.00	
ต้นทุนการขนส่งสินค้า (บาท/ปี)										3,066,154.00	
ต้นทุนรวม (บาท/ปี)										46,066,154.00	

6. สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ ของจังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่า ศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ที่อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอบ้านโคก และอำเภอลับแล เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ เพื่อให้ระบบการดำเนินการภาคการเกษตรของจังหวัดอุดรดิตถ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีต้นทุนโดยรวมทั้งหมด เท่ากับ 46,066,154 บาท/ปี และ ทุกอำเภอในจังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ โดยมีระยะเวลาโดยรวมที่น้อยที่สุด คือ 45,344 นาที/ปี

จะพบว่า มีพื้นที่ 5 อำเภอที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้ จากทั้งปัจจัยด้านต้นทุนโดยรวมและด้านระยะเวลาโดยรวม ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าปลา อำเภอน้ำปาด อำเภอบ้านโคก และอำเภอลับแล แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เส้นทางการกระจายสินค้าจากอำเภอไปยังศูนย์กระจายสินค้าผักและผลไม้

7. ข้อเสนอแนะ

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าใหม่ หรือเพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่มีอยู่เดิม ในจังหวัดอื่น ๆ ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาตามบริบทของพื้นที่ และสามารถนำผลวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการวางแผนให้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของพื้นที่ได้

8. กิตติกรรมประกาศ

วารสารฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการศึกษางานวิจัยนี้ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ได้ให้งานวิจัยฉบับนี้ได้ตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม อีกทั้งต้องขอขอบพระคุณ ดร.บุญทรัพย์ พานิชการ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้ความรู้ คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำตลอดจนแนะแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย ทำให้วิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ หน่วยงานต่าง ๆ ภายในจังหวัดอุดรธานี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขาบซึ่งและขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่วิจัยฉบับนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

8. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2566). ระบบให้บริการข้อมูลสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร. ค้นจาก <https://production.doae.go.th>.
- กรมการขนส่งทางบก. (2559). โครงการการศึกษาต้นทุนการขนส่งและกระจายสินค้าเพื่อรองรับการพัฒนาสถานีขนส่งสินค้าทั่วประเทศ. (รายงานอัตราค่าขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกของประเทศไทย). ค้นจาก <https://www.thaitruckcenter.com>.
- กฎกระทรวงฉบับที่ 6. (2527). พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. ค้นจาก <https://download.asa.or.th/03media/04law/cba/mr27-06.pdf>.
- กิตติพงษ์ รัชชเจริญ. (2557). การศึกษาระบบการขนส่งและเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาธุรกิจบริหารจัดการขนส่งสินค้าของธุรกิจค้าปลีก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด. (2562). ข้อมูลด้านการเกษตรที่สำคัญของจังหวัดอุดรธานี. ค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/uttaradit-dwl-files-431891791919>.
- จารุพงษ์ บรรเทา, พงษ์ศักดิ์ นาใจคง, ธัญชนก งามสมโภชน์, เสาวลักษณ์ อาจใจ และณัฐญา วงละคร. (2560, กรกฎาคม). ตัวแบบการกำหนดที่ตั้งคลังวัคซีน กรณีศึกษาโรงพยาบาลในเขตจังหวัดนครราชสีมา. การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 8, มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ขอนแก่น.

- จุฑามาศ อินทร์แก้ว. (2556). **การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งสาขา กรณีศึกษา หจก. เอสเอส ค้าไม้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.
- ณภัทร ศรีนวล, อุดมย์ นงภา, สิทธิโชค สินรัตน์, แวมยุรา คาสุข และพิมสหรา ยาคาลัย. (2559). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งของคลังสินค้า. **วารสารธุรกิจปริทัศน์**, 8(2), 75-90.
- ดวงขวัญ รัตนวิชัย. (2554). **การวิเคราะห์หาจำนวนและที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าผลิตภัณฑ์น้ำตาล ด้วยวิธีอพอติไมเซชัน**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิประเมินค่า-นายหน้าแห่งประเทศไทย. (2566). **ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร**. ค้นจาก <https://www.thaiappraisal.org/thai/value/value.php>.
- ยุพิน วงษ์วิลาศ. (2557). **การวิเคราะห์การเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษาธุรกิจบริการจัดส่ง และกระจายสินค้าอุปโภคบริโภค**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- อุทัย มิตรช่วยรอด, พงศ์ ทรดาล และสมเดช เฉยไสย. (2554). การศึกษาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายน้ำมันในภาคตะวันออกของประเทศไทย. **วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา**, 5(1), 94- 100.
- Anthony, R., & Vaidyanathan, J. (2008). An evaluation of new heuristics for the location of cross-docks distribution centers in supply chain network design. **Computers & Industrial Engineering**. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.12.001>.
- Esther, S., Rafael, B.C., & Angélica, L. (2014). Dynamic Location of Distribution Centers, a Real Case Study. **Transportation Research Procedia**, 3, 547-554.
- Hafize, Y., & Özgür, K. (2016). A Multiple Objective Mathematical Program to Determine Locations of Disaster Response Distribution Centers. **IFAC- PapersOnLine**, 49(12), 520-525.
- Nona, O. (2015). **Determining the Optimal Distribution Center Location**. (Master's thesis). Tampere University of Technology, Finland.
- Yingfeng, J., Hualong, Y., Yan, Z., & Weixin, Z. (2013). Location Optimization Model of Regional Express Distribution Center. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 96, 1008-1013.