

การเลือกรูปแบบการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์: กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตกระจกนิรภัย

Selecting transportation modes by the Analytical Hierarchical Process (AHP):

A case study of safety glass manufacturer company

^{1*}สุนิสา เกื่อนไพร, ^{2#}จีราดา อนุชิตนันท์ และ ^{3#}สรารุณ ลักษณะโต

^{1,2,3} คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1*} Sunisa Tuanprai, ^{2#} Jeerada Anuchitnanon and ^{3#} Sarawut Luksanato

^{1,2,3} Faculty of Logistics, Burapha University

^{1*} tuanpraisunisa@gmail.com, ^{2#} jeerada@go.buu.ac.th, ^{3#} sarawut@go.buu.ac.th

Received : March 18, 2024

Revised : June 5, 2024

Accepted : June 6, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางการลดต้นทุนโลจิสติกส์ด้วยการเลือกรูปแบบการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมของกรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตกระจกนิรภัย ด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) พิจารณาจากเกณฑ์การตัดสินใจ 5 เกณฑ์ ได้แก่ ต้นทุนขนส่ง ระยะเวลาขนส่ง อุปกรณ์ขนถ่าย การจัดการเอกสาร และความปลอดภัยของสินค้า จากทางเลือกรูปแบบการขนส่ง 3 รูปแบบ คือ การขนส่งทางถนน ทางน้ำ และทางอากาศ จากการศึกษาพบว่าการขนส่งทางถนนมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 2.815 ถ้าเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการขนส่งทางน้ำที่บริษัทดำเนินอยู่ในปัจจุบันกับการขนส่งทางถนนที่ได้จากการศึกษา บริษัทกรณีศึกษาสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์โดยเฉลี่ยได้เท่ากับ 1,270,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 22

คำสำคัญ: ต้นทุนโลจิสติกส์, วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, รูปแบบการขนส่งสินค้า

Abstract

This research examines cost reduction in logistics by selecting appropriate transportation mode for a case study of a safety glass manufacturer using the Analytic Hierarchy Process (AHP) decision criteria including transportation cost, transportation time, material handling equipment, document management, and product security. From three transportation modes - road, water, and air transport - the study found that road transportation has the highest importance weight at 2.815%. Comparing the costs between the current water transportation and road transportation obtained from the study, the case study company can achieve an average logistics cost reduction of 1,270,000 baht per year, which is 22%.

Keywords: Logistics Cost, Analytic Hierarchy Process (AHP), Transportation Modes

1. บทนำ

ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ด้านโลจิสติกส์ในธุรกิจ เพื่อก่อให้เกิดการเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ การรวบรวม และการกระจายสินค้า วัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบ เมื่อเกิดการเคลื่อนย้าย ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) ที่ผันแปรไปตามความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณการขนส่ง ผลผลิตขั้นต้นที่ขนส่ง น้ำหนัก จากจุดกำเนิดสินค้าจนกระทั่งถึงมือลูกค้า [1] รวมไปถึงวิธีการขนส่งที่ก่อให้เกิดต้นทุนที่แตกต่างกัน ในปี 2565 ต้นทุนการขนส่งสินค้า คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 6.6 ต่อ GDP โดยมีมูลค่า 1,152.4 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก 1,094.1 พันล้านบาท ในปี 2564 หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.3 เนื่องจากปัจจัยราคาค่าขนส่งยังอยู่ในระดับสูง เช่น ราคาน้ำมัน และค่าระวางเรือ ตามการเปลี่ยนแปลงกลไกห่วงโซ่อุปทานโลก ถือเป็นสถานการณ์ความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นกับหลาย ๆ ธุรกิจ [2, 10] ส่งผลกระทบต่อ ต้นทุนการขนส่งที่สูงขึ้น ประกอบกับการแข่งขันทางการค้าที่ทวีความรุนแรง การลดต้นทุนโลจิสติกส์จึงเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานทางธุรกิจให้มีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์โดยพิจารณาส่วนได้-ส่วนเสีย (Trade-off Analysis) เป็นการพิจารณาการเลือกทำกิจกรรมที่มีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน มีกิจกรรมที่ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น และต่ำกว่า แต่ผลลัพธ์สุทธิทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมลดลง [3]

บริษัทกรณิศศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกระเจียรยนต์นิรภัย โดยผลิตให้กับผู้ประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer: OEM) ทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ปัจจุบันบริษัทมีการส่งออกไปยังประเทศ มาเลเซีย ขนส่งสินค้าทางทะเลจากท่าเรือแหลมฉบังไปยังท่าเรือกลัง ระยะเวลาขนส่งประมาณ 11 วัน แต่จากสถานการณ์ที่ผ่านมามีปัญหาการประสบปัญหาจากความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดจากปัจจัยภายในและภายนอก เช่น ความไม่แน่นอนจาก กระบวนการผลิต ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาโรคระบาด COVID-19 เป็นต้น ส่งผลให้บริษัทกรณิศศึกษามีต้นทุนสูงขึ้นจากการขนส่งสินค้าไม่ตรงตามกำหนด โดยปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากปัจจัยภายนอกที่เกิดจากระยะเวลาการขนส่งของผู้ให้บริการขนส่ง และระยะเวลาในการดำเนินการพิธีการศุลกากร

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้บริษัทต้องการดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการขนส่งด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เพื่อตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาจากหลายเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria)

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปประเทศมาเลเซียของบริษัทกรณิศศึกษาด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

3. ขอบเขตงานวิจัย

3.1 งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปประเทศมาเลเซียของบริษัทผู้ผลิตกระเจียรยนต์นิรภัยกรณิศศึกษา เมื่อเกณฑ์การตัดสินใจที่บริษัทกรณิศศึกษาใช้ในการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง ระยะเวลาขนส่ง อุปกรณ์ขนถ่าย การจัดการเอกสาร และความปลอดภัยของสินค้า

3.2 งานวิจัยนี้ศึกษาการเลือกรูปแบบการขนส่งจาก 3 ทางเลือก คือ การขนส่งทางถนนโดยรถบรรทุก ทางน้ำโดยเรือ และทางอากาศโดยเครื่องบิน

3.3 งานวิจัยนี้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เพื่อปรับปรุงรูปแบบการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปประเทศมาเลเซียของบริษัทกรณิศศึกษาให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การให้บริการขนส่งสินค้า (Mode of Transportation) ของประเทศไทย สามารถแบ่งได้เป็น 5 รูปแบบ ดังนี้

4.1 การขนส่งทางถนน เป็นการขนส่งโดยรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ได้แก่ รถกระบะบรรทุก รถตู้บรรทุก รถบรรทุกของเหลวหรือวัสดุอันตราย และรถพ่วง เป็นต้น

4.2 การขนส่งทางรถไฟหรือระบบราง เป็นการขนส่งด้วยขบวนรถไฟขนส่งสินค้า มีหลายเส้นทางและขนได้หลากหลายประเภท ได้แก่ สินค้าเทกอง (Bulk) สินค้าบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ และสินค้าประเภทของเหลว เป็นต้น

4.3 การขนส่งทางท่อ เป็นการขนส่งสินค้าประเภทของเหลว เช่น น้ำ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และสารเคมี เป็นต้น

4.4 การขนส่งทางน้ำ ส่วนใหญ่ใช้เพื่อขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก การขนส่งทางแม่น้ำในประเทศมักเป็นสินค้าจำพวกพืชผลและวัสดุก่อสร้างประเภทเทกอง ส่วนการขนส่งทางทะเลมักจะใช้เรือลำเลียง หรือเรือบรรทุกถ่ายลำสินค้าจากท่าเรือย่อยไปท่าเรือหลัก เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการส่งออกและนำเข้า

4.5 การขนส่งทางอากาศ ส่วนใหญ่เป็นการขนส่งสินค้าที่มีมูลค่าสูง ต้องการความระมัดระวังเป็นพิเศษ น้ำหนักน้อย หรือสินค้าที่ต้องขนส่งเร่งด่วนเพื่อป้องกันการเสียหายหรือเน่าเสียง่าย อาทิเช่น อัญมณีและเครื่องประดับ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และดอกไม้ เป็นต้น [4]

การเลือกรูปแบบการขนส่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ต้องพิจารณา งานวิจัยนี้จึงศึกษาแนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งโดยวิธีทางเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ซึ่งวิธี AHP คือวิธีการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple-Criteria Decision Making) โดยจะทำการคำนวณหาความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณา มาทำการเปรียบเทียบความสำคัญของค่าน้ำหนักระหว่างหลักเกณฑ์เป็นรายคู่ (Pair Wise Comparison) เพื่อคำนวณหาความสำคัญของแต่ละทางเลือก AHP จึงเป็นเทคนิคที่ช่วยแก้ไขข้อขัดแย้งและตัดสินใจทางเลือกโดยการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับสินค้าและบริการ ถึงแม้ว่าสินค้าและบริการจะมีปัจจัยที่พิจารณาต่างกันออกไปแต่ยังสามารถใช้เทคนิคเดียวกันในการตัดสินใจได้ [5, 14] และ AHP เป็นวิธีสำหรับแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ [12] AHP สามารถนำไปใช้สำหรับการตัดสินใจการเลือกเส้นทางการขนส่ง [6, 12] การตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการขนส่งสินค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ [5, 7 และ 8] จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย และด้านระยะเวลา เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจการเปลี่ยนเส้นทางการขนส่งมากที่สุด เพราะจะส่งผลกระทบต่อราคายาขายต้นทุนการขนส่งของโรงงาน และการให้บริการเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า [6, 7 และ 8] และความน่าเชื่อถือ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจในการเลือกสายการบินสำหรับการขนส่งสินค้าที่มีผลต่อความปลอดภัยของสินค้า [13]

5. การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งสินค้าจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังบริษัทลูกค้าในประเทศ มาเลเซีย ซึ่งเป็นบริษัทในเครือเดียวกันกับบริษัทกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 การตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษามีเกณฑ์การพิจารณา 5 เกณฑ์ ดังนี้

5.1.1 ต้นทุนขนส่ง พิจารณาด้านต้นทุนในการขนส่งสินค้าตั้งแต่บริษัทกรณีศึกษาจนถึงบริษัทลูกค้า

5.1.2 ระยะเวลาขนส่ง พิจารณากระบวนการตั้งแต่โหลดสินค้าออกจากคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษาจนถึงกระบวนการจัดส่งที่คลังสินค้าของบริษัทลูกค้า

5.1.3 อุปกรณ์ขนถ่าย พิจารณานาฬิกาและประเภทของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละรูปแบบการขนส่ง ทั้งในส่วน ของอุปกรณ์สำหรับขนย้าย และบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเพื่อการรวมหน่วยสินค้า (Unitization)

5.1.4 การจัดการเอกสาร พิจารณาเกี่ยวกับกระบวนการ จำนวนเอกสาร และเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมเอกสาร

5.1.5 ความปลอดภัยของสินค้า พิจารณาความเสี่ยงที่อาจจะก่อให้เกิดความเสียหายจากการขนส่ง รวมถึงโอกาส ในการสูญหายของสินค้า

5.2 ทางเลือกที่บริษัทกรมศึกษาจะทำการพิจารณามี 3 ทางเลือก คือ การขนส่งทางถนนโดยรถบรรทุก การขนส่งทางน้ำโดยเรือ และการขนส่งทางอากาศโดยเครื่องบิน โดยในแต่ละทางเลือกมีกระบวนการดำเนินงาน และเวลาปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอนที่ต่างต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานการขนส่งสินค้าของแต่ละรูปแบบการขนส่ง

รูปแบบการขนส่ง	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาปฏิบัติการ (วัน)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ทางน้ำ โดยเรือ	1. นำสินค้าบรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์และขนส่งสินค้าไปยังท่าเรือแหลมฉบัง	↔										
	2. ยกตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นเรือสินค้า		↔									
	3. เรือออกเดินทางไปยังท่าเรือกลังประเทศมาเลเซีย					↔						
	4. ดำเนินการพิธีการศุลกากรขาเข้าและขนส่งสินค้าไปยังคลังสินค้า									↔		
ทางถนน โดยรถบรรทุก	1. นำสินค้าบรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์	↔										
	2. ขนสินค้าไปยังด่านสะเดา จังหวัดสงขลา		↔									
	3. ดำเนินการพิธีการศุลกากรขาเข้า				↔							
	4. จัดส่งสินค้าไปยังคลังสินค้า				↔							
ทางอากาศ โดยเครื่องบิน	1. นำสินค้าบรรจุขึ้นรถขนส่งสินค้าและจัดเตรียมเอกสารการส่งออกสินค้า	↔										
	2. ขนสินค้าขึ้นเครื่องบินและจัดส่งไปที่ประเทศมาเลเซีย		↔									
	3. สินค้าถึงท่าอากาศยานปลายทาง และดำเนินการพิธีการศุลกากรขาเข้า			↔								
	4. จัดส่งสินค้าไปยังคลังสินค้า											

5.3 ดำเนินการตัดสินใจด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของ Thomas L. Saaty [15] โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

5.3.1 กำหนดโครงสร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ ด้วยการสร้างแผนภูมิเป็นลำดับชั้น โดยแต่ละลำดับชั้นจะประกอบด้วยกลุ่มของเกณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ ชั้นที่ 1 คือประเด็นปัญหาที่พบ ชั้นที่ 2 เป็นระดับชั้นของเกณฑ์หลัก ชั้นที่ 3 เป็นระดับชั้นของเกณฑ์รอง และระดับชั้นที่ 4 เป็นช่องทางในการเลือก

5.3.2 เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ (Pair wise Comparison) เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่โดยใช้ตารางเมตริกซ์ และให้ผู้เชี่ยวชาญร่วมกันวินิจฉัย

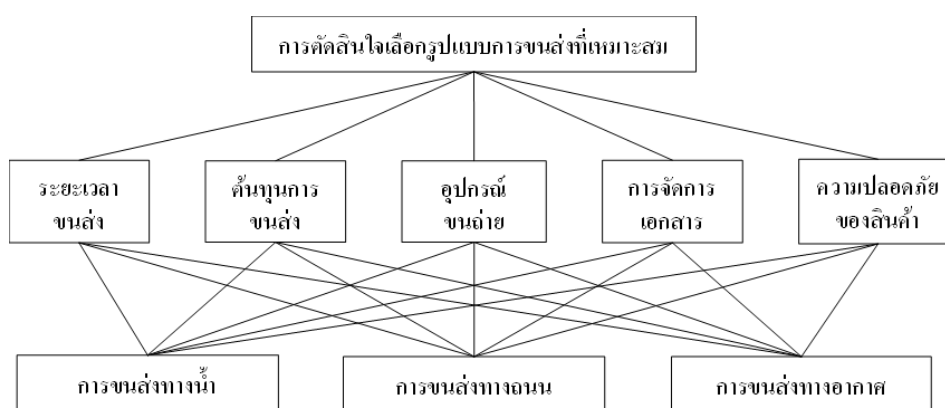
5.3.3 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ ด้วยนำผลที่ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยแล้วมาคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญในแต่ละชั้นจนครบ โดยเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปของตารางเมตริกซ์ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง จากนั้นคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว (Normalized Matrix) จากค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว

5.3.4 การตรวจสอบความสอดคล้องของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R) โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเหตุผล จากนั้นเปิดตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I) และเปรียบเทียบอัตราส่วนหาค่า C.R. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ ถ้ามากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้ จะต้องทำการทบทวนการให้ค่าน้ำหนักและเปรียบเทียบคะแนนใหม่

6. ผลการวิจัย

ผลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งด้วยวิธี AHP ของบริษัทกรณีศึกษา แสดงดังต่อไปนี้

6.1 แผนภูมิโครงสร้างการจัดลำดับชั้นของการตัดสินใจ ที่มีเกณฑ์การตัดสินใจ 5 เกณฑ์ ได้แก่ ระยะเวลาขนส่ง ต้นทุนการขนส่ง อุปกรณ์การขนถ่าย การจัดการเอกสาร และความปลอดภัยของสินค้า และทางเลือกของรูปแบบขนส่ง 3 ทางเลือก คือ การขนส่งทางน้ำ ทางถนน และทางอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างแผนภูมิการจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบขนส่ง

6.2 ตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ โดยวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ หรือในสาขาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 2 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

Eigenvector	ต้นทุนการขนส่ง	ระยะเวลาขนส่ง	อุปกรณ์ขนถ่าย	การจัดการเอกสาร	ความปลอดภัยของสินค้า	ค่าน้ำหนัก
ต้นทุนการขนส่ง	0.504	0.668	0.424	0.386	0.331	0.463
ระยะเวลาขนส่ง	0.145	0.190	0.378	0.325	0.331	0.274
อุปกรณ์ขนถ่าย	0.091	0.038	0.076	0.127	0.110	0.088
การจัดการเอกสาร	0.091	0.040	0.047	0.071	0.117	0.073
ความปลอดภัยของสินค้า	0.168	0.063	0.076	0.090	0.110	0.102

จากนั้นนำผลที่ได้จากตารางเมตริกซ์มาคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยซึ่งจะสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจัดลำดับความสำคัญของค่าน้ำหนัก

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ต้นทุนการขนส่ง	0.463	1
ระยะเวลาขนส่ง	0.274	2
ความปลอดภัยของสินค้า	0.102	3
อุปกรณ์ขนถ่าย	0.088	4
การจัดการเอกสาร	0.073	5

เมื่อนำค่าน้ำหนักของเวกเตอร์มาจัดลำดับความสำคัญจะเห็นว่า ปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งในการขนส่งมีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่ง ถือว่ามีอิทธิพลอย่างมากในการเลือกการรูปแบบขนส่ง ตามด้วยปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่ง ด้านความปลอดภัยของสินค้า ด้านอุปกรณ์ขนถ่าย และด้านการจัดการเอกสารตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า (Consistency Ratio; C.R.) จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index; C.I.) ได้เท่ากับ 0.12 และเทียบกับตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index; R.I.) ได้ค่าเท่ากับ 1.12 ดังนั้นค่า C.R. เท่ากับ C.I./R.I. เมื่อคำนวณแล้วจะได้เท่ากับ 0.1 นั่นคือ C.R. มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

6.3 วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกในแต่ละปัจจัยด้วยผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จากนั้นวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของค่า C.R. ทั้ง 5 ปัจจัย เพื่อนำผลที่ได้ไปสรุปเพื่อเลือกรูปแบบขนส่งในลำดับสุดท้าย โดยผลการวิเคราะห์ทางเลือกของปัจจัยทั้ง 5 ด้านมีดังนี้

6.3.1 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกของปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่ง แสดงดังตารางที่ 4 และสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่ง ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่ง

Eigenvector	ทางน้ำ	ทางถนน	ทางอากาศ	ค่าน้ำหนัก
ทางน้ำ	0.059	0.055	0.053	0.056
ทางถนน	0.445	0.464	0.482	0.464
ทางอากาศ	0.495	0.480	0.465	0.480

ตารางที่ 5 สรุปค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกตามปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่ง

ทางเลือก	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ทางอากาศ	0.480	1
ทางถนน	0.464	2
ทางน้ำ	0.056	3

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าการขนส่งทางอากาศมีลำดับความสำคัญมากที่สุด ปัจจัยด้านระยะเวลาขนส่งมีอิทธิพลอย่างมากกับการขนส่งทางอากาศ เพราะมีความสามารถในการขนส่งได้เร็วกว่ารูปแบบอื่น ส่วนการขนส่งทางถนนและทางน้ำมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า C.R. จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่า C.I. ได้เท่ากับ 0.00 และเทียบกับตารางค่า R.I. ได้เท่ากับ 0.58 ดังนั้นค่า C.R. จะได้เท่ากับ 0.003 นั่นคือ C.R. มีค่าน้อยกว่า 0.1 เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

6.3.2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกของปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง แสดงดังตารางที่ 6 และสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง ได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง

Eigenvector	ทางน้ำ	ทางถนน	ทางอากาศ	ค่าน้ำหนัก
ทางน้ำ	0.40	0.41	0.508	0.440
ทางถนน	0.55	0.52	0.430	0.499
ทางอากาศ	0.05	0.07	0.061	0.061

ตารางที่ 7 สรุปค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกตามปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง

ทางเลือก	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ทางถนน	0.499	1
ทางน้ำ	0.440	2
ทางอากาศ	0.061	3

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าการขนส่งทางถนนมีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่ง ถือว่าปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งมีอิทธิพลอย่างมากกับการขนส่งทางถนน เนื่องจากใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่า ส่วนการขนส่งทางน้ำและทางอากาศมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า C.R. จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่า C.I. ได้เท่ากับ 0.06 และเทียบกับตารางค่า R.I. ได้เท่ากับ 0.58 ดังนั้นค่า C.R. จะได้เท่ากับ 0.10 นั่นคือ C.R. มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

6.3.3 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกของปัจจัยด้านอุปกรณ์การขนถ่าย แสดงดังตารางที่ 8 และสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านอุปกรณ์การขนถ่ายได้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านอุปกรณ์การขนถ่าย

Eigenvector	ทางน้ำ	ทางถนน	ทางอากาศ	ค่าน้ำหนัก
ทางน้ำ	0.20	0.34	0.446	0.327
ทางถนน	0.75	0.54	0.446	0.581
ทางอากาศ	0.05	0.12	0.108	0.092

ตารางที่ 9 สรุปค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกตามปัจจัยด้านอุปกรณ์การขนถ่าย

ทางเลือก	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ทางถนน	0.581	1
ทางน้ำ	0.327	2
ทางอากาศ	0.092	3

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าการขนส่งทางถนนมีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่ง ถือว่าปัจจัยด้านอุปกรณ์การขนถ่ายมีอิทธิพลอย่างมากกับการขนส่งทางถนน เนื่องจากกิจกรรมการขนถ่ายมีความเสี่ยงน้อยที่สุดจะไม่ตกทะเลหรือเสียหาย ส่วนการขนส่งทางน้ำและทางอากาศ มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า C.R. จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่า C.I. ได้เท่ากับ 0.08 และเทียบกับตารางค่า R.I. ได้เท่ากับ 0.58 ดังนั้นค่า C.R. จะได้เท่ากับ 0.10 นั่นคือ C.R. มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

6.3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกของปัจจัยด้านการจัดการเอกสาร แสดงดังตารางที่ 10 และสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านการจัดการเอกสารได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านการจัดการเอกสาร

Eigenvector	ทางน้ำ	ทางถนน	ทางอากาศ	ค่าน้ำหนัก
ทางน้ำ	0.10	0.10	0.098	0.099
ทางถนน	0.70	0.67	0.740	0.701
ทางอากาศ	0.20	0.24	0.162	0.199

ตารางที่ 11 สรุปค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกตามปัจจัยด้านการจัดการเอกสาร

ทางเลือก	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ทางถนน	0.701	1
ทางอากาศ	0.199	2
ทางน้ำ	0.099	3

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่า การขนส่งทางถนนมีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่ง ถือว่าปัจจัยด้านการจัดการเอกสารการขนส่งมีอิทธิพลอย่างมากกับการขนส่งทางถนน เนื่องจากมีการใช้เอกสารประกอบการขนส่งที่ไม่ซับซ้อนต่อการจัดเตรียมเอกสาร ส่วนการขนส่งทางอากาศและทางน้ำมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า C.R. จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่า C.I. ได้เท่ากับ 0.42 และเทียบกับตารางค่า R.I. ได้เท่ากับ 0.58 ดังนั้นค่า C.R. จะได้เท่ากับ 0.7 นั่นคือ C.R. ที่มากกว่า 0.1 อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยขอเลือกค่าเวกเตอร์นี้ไปเพื่อคำนวณเนื่องจากปัจจัยด้านการจัดการเอกสารมีความสำคัญอยู่ที่ลำดับ 4 ค่าน้ำหนัก 0.073 ตามตารางที่ 3 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อการประเมินทางเลือกใหม่

6.3.5 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกของปัจจัยด้านความปลอดภัยของสินค้า แสดงดังตารางที่ 12 และสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านความปลอดภัยของสินค้า ได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 การคำนวณค่า Eigenvector และค่าน้ำหนักของแต่ละทางเลือกตามปัจจัยด้านความปลอดภัยของสินค้า

Eigenvector	ทางน้ำ	ทางถนน	ทางอากาศ	ค่าน้ำหนัก
ทางน้ำ	0.23	0.21	0.508	0.316
ทางถนน	0.71	0.62	0.382	0.570
ทางอากาศ	0.06	0.18	0.110	0.114

ตารางที่ 13 สรุปค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกตามปัจจัยด้านความปลอดภัยของสินค้า

ทางเลือก	ค่าน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
ทางถนน	0.570	1
ทางน้ำ	0.316	2
ทางอากาศ	0.114	3

จากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าการขนส่งทางถนนมีลำดับความสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่ง ถือว่าปัจจัยด้านความปลอดภัยของสินค้ามีอิทธิพลอย่างมากกับการขนส่งทางถนน เนื่องจากการเปลี่ยนรูปแบบการขนย้ายสินค้าน้อยกว่ารูปแบบอื่น ส่งผลให้โอกาสที่จะทำให้สินค้าเกิดรอยขีดข่วนหรือเสียหายระหว่างการเปลี่ยนรูปแบบขนย้ายเกิดขึ้นได้น้อยกว่า ส่วนการขนส่งทางอากาศและน้ำ มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของค่า C.R. จากข้อมูลข้างต้นได้คำนวณค่า C.I. ได้เท่ากับ 0.05 และเทียบกับตารางค่า R.I. ได้เท่ากับ 0.58 ดังนั้นค่า C.R. จะได้เท่ากับ 0.10 นั่นคือ C.R. มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 เป็นตัวบ่งชี้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน อยู่ในค่าที่ยอมรับได้

6.4 วิเคราะห์รูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมจาก 3 ทางเลือก โดยการนำผลรวมของค่าน้ำหนักปัจจัยคูณด้วยผลรวมของค่าน้ำหนักของปัจจัยของแต่ละทางเลือก สามารถสรุปค่าน้ำหนักความสำคัญและจัดอันดับของทางเลือกได้ดังนี้

ตารางที่ 14 สรุปค่าน้ำหนักความสำคัญและจัดอันดับของทางเลือก

ค่าน้ำหนักปัจจัย	ผลรวมของน้ำหนัก	ผลรวมคะแนน	ลำดับ
ทางถนน	2.815	2.815	1
ทางน้ำ	1.238	1.238	2
ทางอากาศ	0.947	0.947	3

จากตารางที่ 14 นำค่าน้ำหนักรวมของแต่ละทางเลือกมาหารกับผลรวมของค่าน้ำหนักปัจจัย จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกและนำมาจัดอันดับ กล่าวโดยสรุป จากผลรวมการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกโดยวิเคราะห์น้ำหนักตามปัจจัยทั้ง 5 สามารถจัดอันดับความสำคัญของทางเลือกจากมากไปน้อย ได้แก่ อันดับที่ 1 การขนส่งทางถนนโดยรถบรรทุก ค่าน้ำหนัก 2.815 อันดับที่ 2 การขนส่งทางน้ำโดยเรือ ค่าน้ำหนัก 1.238 และอันดับที่ 3 การขนส่งทางอากาศโดยเครื่องบิน ค่าน้ำหนัก 0.947

6. สรุป

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งระหว่างประเทศของบริษัทการศึกษา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังบริษัทในเครือที่ประเทศมาเลเซียของบริษัทการศึกษา ทางด้านการลดต้นทุนโลจิสติกส์ และลดเวลาการขนส่งสินค้า งานวิจัยนี้จึงศึกษาแนวทางการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมจาก 3 ทางเลือก คือ การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางถนน และการขนส่งทางอากาศ ปัจจุบันบริษัทการศึกษานำสินค้าทางน้ำ ซึ่งจากสถานการณ์ความไม่แน่นอนต่าง ๆ เป็นผลให้กระบวนการขนส่งเกิดความล่าช้า ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากปัจจัยภายนอก ทำให้บริษัทการศึกษาต้องการลดความเสี่ยงในโอกาสการเกิดการขนส่งล่าช้า การศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจ 5 เกณฑ์ ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง ระยะเวลาการขนส่ง อุปกรณ์ขนถ่าย การจัดการเอกสาร และความปลอดภัยของสินค้า เพื่อให้การดำเนินงานด้านการขนส่งสินค้าของบริษัทการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) มาตัดสินใจทางเลือกที่มีหลายเกณฑ์การพิจารณา ผลจากการศึกษาพบว่า การขนส่งทางถนนมีค่าความสำคัญที่ 2.815 ซึ่งมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง บริษัทการศึกษาจึงเปลี่ยนจากการขนส่งทางน้ำที่ขนส่งด้วยเรือ มาเป็นการขนส่งสินค้าทางถนนโดยรถบรรทุก ผลจากการทดลองพบว่าบริษัทการศึกษาสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์โดยเฉลี่ยจาก 5,800,000 บาท ต่อปี เป็น 4,530,000 บาท ลดต้นทุนได้เท่ากับ 1,270,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 22 และยังสามารถลดระยะเวลาในการขนส่งจาก 11 วัน เป็น 6 วัน คิดเป็นร้อยละ 45.5 และถึงแม้ว่าพื้นที่ระหว่างเรือจะสามารถรองรับผู้สินค้าได้มากกว่ารถบรรทุก แต่เมื่อพิจารณาจากค่าพยากรณ์ยอดขายของบริษัทการศึกษา ความสามารถในการรองรับสินค้าของรถบรรทุกในการขนส่ง 1 เทียวยังเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าในปัจจุบัน และยังลดความเสี่ยงของความเสียหาย หรือการสูญหายที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งทางน้ำเป็นการใช้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ก็คือ ขนจากบริษัทการศึกษาไปท่าเรือด้วยรถบรรทุก จากนั้นขนย้ายสินค้าจากรถบรรทุกลงท่าเรือ ขนสินค้าจากท่าเรือลงเรือสินค้า จากนั้นขนสินค้าจากเรือลงท่าเรือปลายทาง และขนจากท่าเรือปลายทางไปยังบริษัทลูกค้าด้วยรถบรรทุก ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของสินค้าที่จะเสียหายจากการขนส่งสูงกว่าการขนส่งทางถนน เนื่องจากการขนส่งทางถนนจะใช้รถบรรทุกเพียงรูปแบบเดียวตลอดการขนส่งจึงลดความเสี่ยงที่จะทำให้สินค้าเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการขนย้าย และถ้าพิจารณาในเรื่องการจัดการเอกสาร และการจัดเตรียมเอกสารการขนส่งทางถนนของบริษัทการศึกษามีกระบวนการซับซ้อนน้อยกว่าแบบขนส่งทางน้ำ

7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลทางด้านต้นทุนโลจิสติกส์ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากยอดขายที่มีปริมาณความต้องการไม่เกินความสามารถในการบรรจุของรถบรรทุกใน 1 เทียวยการขนส่งเท่านั้น หากในกรณีที่ความต้องการมีปริมาณสูงกว่าความสามารถในการบรรจุของรถบรรทุก 1 คัน ควรดำเนินการประเมินและเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจด้านต้นทุนการขนส่งใหม่อีกครั้ง เนื่องจากค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณบริษัทการศึกษาที่ให้ข้อมูลสำหรับการวิจัยงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กองโลจิสติกส์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2560). ต้นทุนสินค้าในด้านโลจิสติกส์ มีอะไรบ้าง?. สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2567, จาก <https://dol.dip.go.th/th>
- [2] กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์. (2566). รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2565. สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2567, จาก www.nesdc.go.th
- [3] พูนลาภ ทิพชาติโยธิน. (2552). ดีหรือไม่ดีต้องมาวัดกันที่ต้นทุนรวม. *วารสาร Productivity Word*. (2009): 77-80.
- [4] ปิยนุช ศิทธพงษ์พัคคี. (2565). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2565-2567: ธุรกิจบริการขนส่งสินค้าทางถนน. สืบค้น 16 มกราคม 2567, จาก <https://www.krungsri.com/th>
- [5] ปุณณนุช อยู่รอด. (2552). การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในการคัดเลือกบริษัทขนส่ง กรณีศึกษาธนาคารพาณิชย์ (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์).
- [6] วรพจน์ มีถม และสมชาย พรชัยวิวัฒน์. (2554). การออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างไทยกับเวียดนาม. *วิศวกรรมสาร มช.*, 38(2): 187-195
- [7] ศรีธนา สมใจ. (2565). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการรถบรรทุกโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น: กรณีศึกษาบริษัทรับจัดส่งสินค้าระหว่างประเทศ. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- [8] สุริยพันธ์ ปลาเงิน และ ดร.วีรวิชัย เลิศไทยตะกูล. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการผู้รับจัดการขนส่งระหว่างประเทศกรณีศึกษา: บริษัท คอบร้า อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. *สหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี*, 2(1): 30-35
- [9] จีราดา อนุชิตนันทน์. (2566). การลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ด้วยแนวคิดวิศวกรรมคุณค่าในกระบวนการขนส่งของผลิตภัณฑ์เลนส์. ในการประชุมวิชาการงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2566, ปีที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] จูติรัตน์ มีมาก. ณิชากา ศรีประสาธ. ชมณีนี นาสิงขน์. นันทิรา รากบุญบุญ. ชันนารี เจนวนิธิ และกิริณา แก้วสุน. 2563. การบริหารต้นทุนโลจิสติกส์. *วารสารวิชาการสถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*, 6(1): 641 - 654.
- [11] ดร.วราวุธ วุฒินิชย์. (2560). การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น. สืบค้น 7 มกราคม 2567, จาก <https://irre.ku.ac.th/>
- [12] นิธิเดช คุณาทองสัมฤทธิ์. (2560). การเลือกเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสม โดยการวิเคราะห์ การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 11(1), 137-150.
- [13] นิสากร สมสุข. วัชรพร พุกบุญมี. สุจิตต์ ห่วงสุวรรณ. กรณัญญ์ สกุลกฤติ. สิริรัตน์ นาคา และศศิรัช สายขุน. (2564). การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในการเลือกสายการบินขนส่งสินค้าสำหรับผู้ขนส่งสินค้าทางอากาศ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 15(1), 218-234
- [14] ยศพล พงษ์แก้ว. จิตรพล แสงศิริ. ธนธร ชื่นยินดี และพุดพิงษ์ ธนวิระกุล. (2566). การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่าไขมันไก่จากกระบวนการชำแหละไก่. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนายเรืออากาศ*, 19(2), 72-86
- [15] Saaty, T.L. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>