การเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสม กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป

Selecting Optimum Route for Raw Materials: A Case Study of an Instant Food Factory

นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบทางถนนของโรงงานกรณีศึกษาจากคลังสินค้า จังหวัดชลบุรี เพื่อมาทำการผลิตสินค้าที่โรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป ตั้งอยู่ที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี โดยรวบรวมปัจจัยเพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง จากนั้นทำการจัดกลุ่มให้กับปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย และสุดท้ายนำกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ในการเปรียบเทียบความสำคัญเพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสม โดยผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทาง ได้แก่ 1) การเสื่อมสภาพ หรือความชำรุดของเส้นทาง 2) จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง 3) ต้นทุนการขนส่งสินค้า 4) ความพร้อมของเครื่องมือในการขนถ่ายสินค้า 5) ความกว้างของช่องจราจรโดยเฉลี่ย 6) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า 7) ความเสียหาย หรือสูญหายของสินค้าในเส้นทางและการขนถ่ายสินค้า 8) การสอบกลับได้ของสินค้าและการดำเนินการส่งกลับ 9) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง 10) กฎระเบียบการจราจรและปัญหาทางการเมือง 11) สภาพการจราจร หรือปริมาณการจราจรในเส้นทาง 12) ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเส้นทาง และ 13) จำนวนจุดอันตราย โดยเมื่อนำปัจจัยทั้งหมดกำหนดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงต่อตัวสินค้า กลุ่มคุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง กลุ่มความยืดหยุ่นของเส้นทางและกฎระเบียบ กลุ่มระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจร และกลุ่มต้นทุนในการขนส่งสินค้า โดยเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ เส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตก เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายกมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สอง เส้นทางหมายเลข 7 และถนนบางบัวทองมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สาม และเส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะมีความเหมาะสมเป็นลำดับสุดท้าย

คำสำคัญ : กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ การวิเคราะห์ปัจจัย การเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ

[1] อาจารย์ ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ABSTRACT

The purpose of this research was to select the optimal highway route for raw materials from a warehouse to a factory in another province; it is a case study of the routes from a warehouse containing the material in Chonburi to an instant food factory in Bang Bua Thong in Nonthaburi for manufacturing. The factors had been collected for determining the criteria before the factors were categorized by factor analysis. Finally, the analytic hierarchy process was used for selecting the optimum raw materials route. The results show that the factors for selecting the route are deterioration or damage along the route, the number of lanes per direction, cost of transportation, availability of material handling equipment, average width of lanes, transit time, damage and loss of goods en route, traceability, reversal of goods and burglary, unexpected costs, traffic regulations, traffic volume and flexibility, and “black spots” on the route. The criteria can be classified into five groups: risk of freight damage, physical characteristics of the route, flexibility of the route and traffic regulations, transit time and traffic characteristics, and transportation costs. The results demonstrate that Highway 7 and Highway 9 is the best route for this case; Highway 7 and Rangsit – Nakhon Nayok Road is the second; Highway 7 and Bang Bua Thong Road is the third alternative route; and Highway 7 and Ram Intra – Chaeng Watthana Road is the last alternative route for this case.

Keywords : analytic hierarchy process, factor analysis, selecting raw material rout

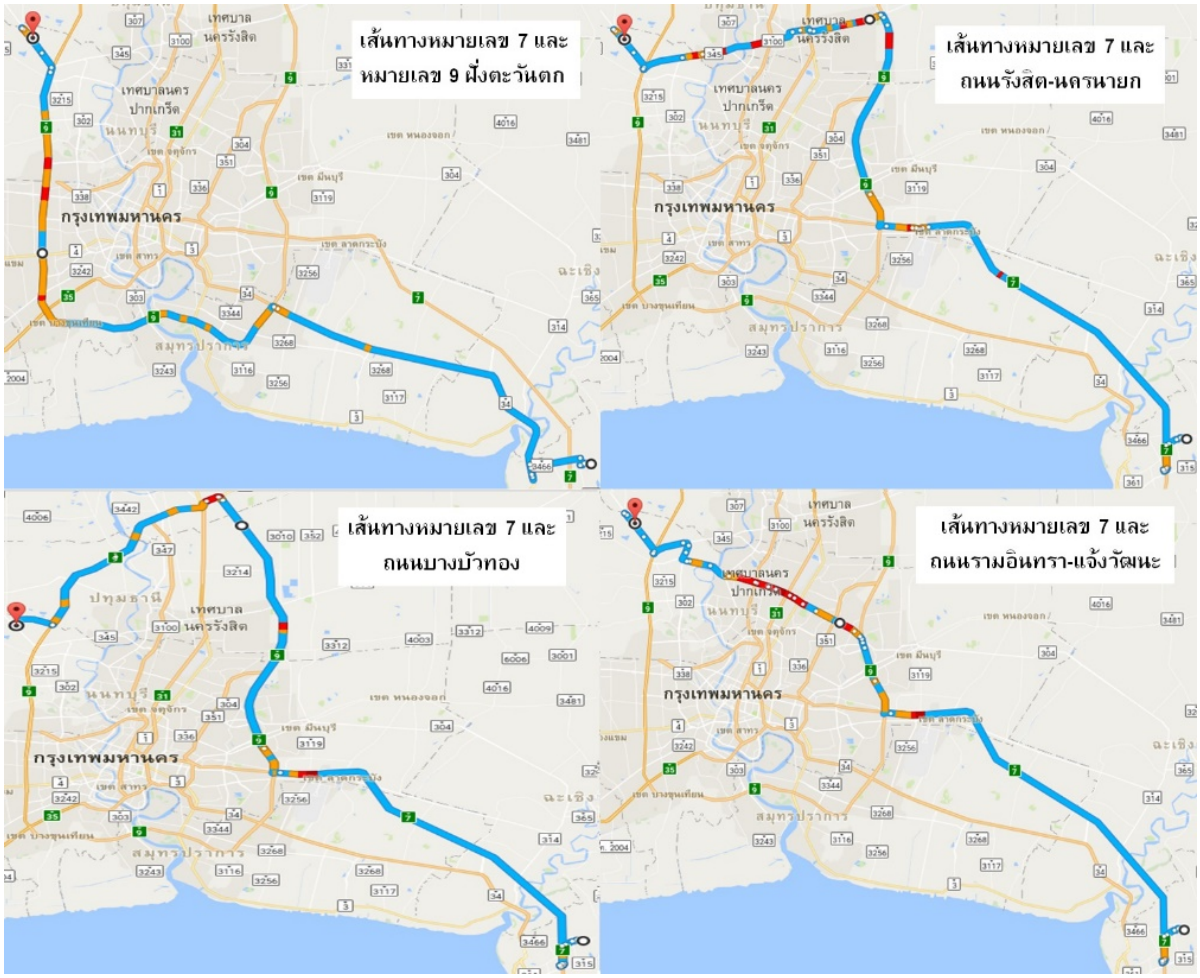
บทนำ

ปัจจุบันในวงการธุรกิจมีการแข่งขันช่วงชิงฐานลูกค้าระหว่างกันที่สูงมาก ธุรกิจที่มีเทคนิค หรือกลยุทธ์การบริการที่ทันสมัยสามารถเข้าถึงและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วโดยทันที หรือสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้สูงสุดจะเป็นผู้ที่ได้เปรียบในการแข่งขันมากที่สุด ซึ่งกระบวนการทางโลจิสติกส์ถือเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ช่วยให้การดำเนินการธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถส่งสินค้าและเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้ในทุก ๆ ที่ทั่วโลก สามารถกระจายสินค้าได้ในอาณาเขตที่กว้างไม่จำกัดเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง สามารถส่งสินค้าได้ตามเวลาเป็นต้น แต่จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการดำเนินธุรกิจโดยทั่วไปยังขาดกลยุทธ์ หรือเทคนิคที่ใช้ในการจัดการกับการขนส่งสินค้าอยู่เป็นจำนวนมาก (อิงค์ควิตี้, 2555)

การเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้านับเป็นกลยุทธ์ หรือเทคนิคหนึ่งที่ช่วยเพิ่มศักยภาพให้กับการดำเนินธุรกิจ เช่น ช่วยลดต้นทุนรวมของการดำเนินธุรกิจ สามารถเพิ่มมูลค่าของสินค้า ส่งสินค้าได้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่เหมาะสม เป็นต้น จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการในการเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าจากต้นทางไปยังปลายทางนั้นอาจจะประกอบไปด้วยเกณฑ์การตัดสินใจ (Criteria) และทางเลือก (Alternative) หลายเส้นทางที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยพบว่าการเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้านั้นยังเป็นการเลือกเส้นทางจากความรู้สึก หรือประสบการณ์ของผู้ประกอบการทำให้เกิดปัญหา เช่น การส่งสินค้าล่าช้ากว่าระยะเวลาที่กำหนด เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง เกิดความเสี่ยงต่อตัวสินค้าจากเส้นทางการขนส่งสินค้า เป็นต้น จากปัญหาในข้างต้นทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องหากลยุทธ์หรือเทคนิคเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้า

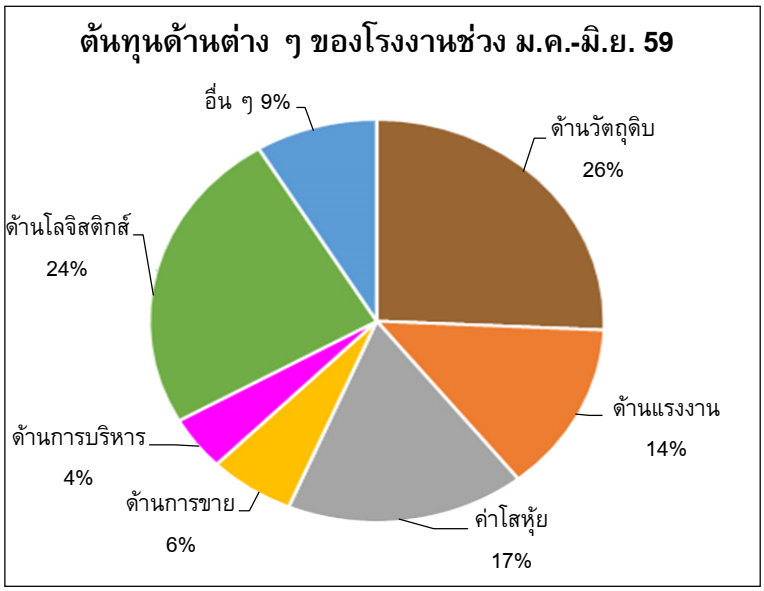
โรงงานกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ตั้งอยู่ที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับ

การผลิตและจัดจำหน่ายอาหารสำเร็จรูป เช่น เครื่องปรุงรส เครื่องเทศ ซอส และน้ำจิ้ม ผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ โดยวัตถุดิบทั้งหมดจะถูกส่งมาจากคลังสินค้าตั้งอยู่ที่จังหวัดชลบุรี เพื่อมาทำการผลิตสินค้าที่โรงงานกรณีศึกษา อำเภอบางบัวทอง ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นทางที่เป็นไปได้จำนวนทั้งหมด 4 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตก, เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายก, เส้นทางหมายเลข 7 และถนนบางบัวทอง และสุดท้ายเส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะ แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าทั้งหมดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เส้นทางการขนส่งสินค้าทั้งหมด

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการดำเนินการขนส่งวัตถุดิบของทางโรงงานนั้นเกิดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ที่สูงขึ้นผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนทั้งหมดของทางโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2559 พบว่าต้นทุนด้านโลจิสติกส์นั้นคิดเป็นร้อยละ 24 ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนด้านอื่น ๆ และมีค่าสูงใกล้เคียงกับต้นทุนด้านวัตถุดิบแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ต้นทุนด้านต่าง ๆ ของโรงงานช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2559

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าการขนส่งวัตถุดิบจากคลังสินค้ามายังโรงงานมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุขึ้นระหว่างการขนส่งวัตถุดิบเฉลี่ย 2 ครั้งต่อเดือน ส่งผลให้การขนส่งวัตถุดิบเกิดความล่าช้าและทำให้การดำเนินธุรกิจขาดประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานพบว่าการที่วัตถุดิบขนส่งล่าช้าเนื่องจากการเลือกเส้นทางขนส่งสินค้านั้นไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจ หรือเส้นทางหลักที่ถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน การเลือกเส้นทางขนส่งแต่ละครั้งมักขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความต้องการของผู้ขนส่งในขณะนั้น นอกจากนี้ทางผู้วิจัยยังพบว่าการที่โรงงานเกิดปัญหาด้านโลจิสติกส์นั้นมาจากสภาพแวดล้อมของเส้นทางการขนส่งที่ผู้ขนส่งตัดสินใจเลือก เช่น สภาพการจราจร จำนวนช่องจราจร ความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุในเส้นทาง เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นผู้วิจัยจึงต้องการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบจากคลังสินค้า จังหวัดชลบุรี มายังโรงงานกรณีศึกษาจังหวัดนนทบุรี ด้วยการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง หรือกิจกรรมทางโลจิสติกส์ของโรงงานเพื่อรวบรวมปัจจัยที่จะนำมาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่ง จากนั้นทำการจัดกลุ่มให้กับปัจจัยที่รวบรวมได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์การตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งวัตถุดิบ และสุดท้ายทำการเปรียบเทียบความสำคัญให้กับเกณฑ์การตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการเลือกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางแก่ผู้ประกอบการในการเลือกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบทางถนนที่เหมาะสมจากคลังสินค้า จังหวัดชลบุรีมายังโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป ตั้งอยู่ที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะรูปแบบการขนส่งทางถนนด้วยรถตู้บรรทุกประเภท 2 เพลา 4 ล้อ และเป็นการขนวัตถุดิบแบบเต็มคันรถเท่านั้น

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบโดยกำหนดจุดต้นทางคือคลังสินค้าจังหวัดชลบุรี และกำหนดจุดปลายทางคือโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป จังหวัดนนทบุรีเท่านั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสมจากคลังสินค้าจังหวัดชลบุรี มายังโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูป ตั้งอยู่ที่อำเภอบางบัวทอง จังหวัด-นนทบุรี ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้องและบรรลุตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. รวบรวมปัจจัยที่จะนำมากำหนดเป็นเกณฑ์การตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ โดยการประยุกต์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า โดยการเลือกปัจจัยที่จะนำมากำหนดเป็นเกณฑ์การตัดสินใจนั้นจะทำการเลือกเฉพาะบางปัจจัยที่สามารถนำมาใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ปัจจัยที่ไม่ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาพิจารณานั้นเป็นปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการขนส่งวัตถุดิบ เช่น ปัจจัยพิธีการด้านศุลกากร เนื่องจากเป็นการขนส่งวัตถุดิบในประเทศเท่านั้นจึงไม่ต้องผ่านพิธีการด้านศุลกากรจึงไม่นำปัจจัยนี้มาทำการวิเคราะห์ ปัจจัยความสามารถในการเชื่อมต่อกับต่างประเทศและปัจจัยความสามารถในการเชื่อมต่อกับการขนส่งรูปแบบอื่น เนื่องจากการขนส่งวัตถุดิบนั้นมีจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้า จังหวัดชลบุรีมายังปลายทางที่โรงงานกรณีศึกษา จังหวัดนนทบุรีซึ่งเป็นเส้นทางที่ขนส่งภายในประเทศไทยไม่มีการเชื่อมต่อกับต่างประเทศ และการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังศึกษาเฉพาะรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนเพียงเท่านั้นจึงไม่นำปัจจัยในข้างต้นมาพิจารณา เป็นต้น จากนั้นทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารการขนส่งสินค้าในอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป และโลจิสติกส์ย้อนกลับอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 3 ราย

2. ทำการจัดกลุ่มให้กับปัจจัย ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะนำปัจจัยที่รวบรวมได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาทำการจัดกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยโดยชุดโปรแกรมสถิติเพื่อสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences : SPSS) ตามแนวทางงานวิจัยของนิธิเดช (2556) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อประมาณค่าความสำคัญของปัจจัยเพื่อที่จะนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา ควรมีค่ามากกว่า 0.5 จะถือว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันภายในสูง

2.2 การสร้างเมตริกความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวปัจจัยทุกตัว (Correlation Matrix) โดยผู้วิจัยจะทำการตรวจสอบว่าปัจจัยแต่ละตัว มีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะทำการจัดกลุ่มโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย หรือไม่ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) ทั้งนี้ปัจจัยใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ผู้วิจัยจะทำการตัดออกก่อนที่จะดำเนินการวิเคราะห์ปัจจัยในขั้นต่อไป และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันของปัจจัย โดยใช้ค่าสถิติ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) และ Bartlett's Test of Sphericity

2.3 การสกัดปัจจัย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis : PCA) ในการวิจัย ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากวิธีนี้อาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปัจจัย ที่ใช้เป็นข้อมูลองค์ประกอบหลักที่อธิบายการผันแปรข้อมูลได้มากที่สุด

2.4 การหมุนแกน เมื่อทำการสกัดปัจจัยแล้วพบว่ามีปัจจัยบางปัจจัยสามารถ เป็นสมาชิกของกลุ่มปัจจัยได้มากกว่า 1 กลุ่ม จึงยากในการแปลความหมายของข้อมูล วิธีเดียวที่จะสามารถแปลผลได้ต้องหมุนแกนเพื่อทำให้ปัจจัยบางตัวที่เดิมเป็นสมาชิกหลายกลุ่มปัจจัยกลายเป็นสมาชิกของกลุ่มปัจจัยเพียงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งอย่างเด่นชัด โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการหมุนแกนแบบเชิงตั้งฉาก (Orthogonal) ด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax)

2.5 การเลือกค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัย (Factor Loading) ผู้วิจัยจะทำการพิจารณาว่าปัจจัยใดควรถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มปัจจัยใด โดยการพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่กลุ่มปัจจัยใด

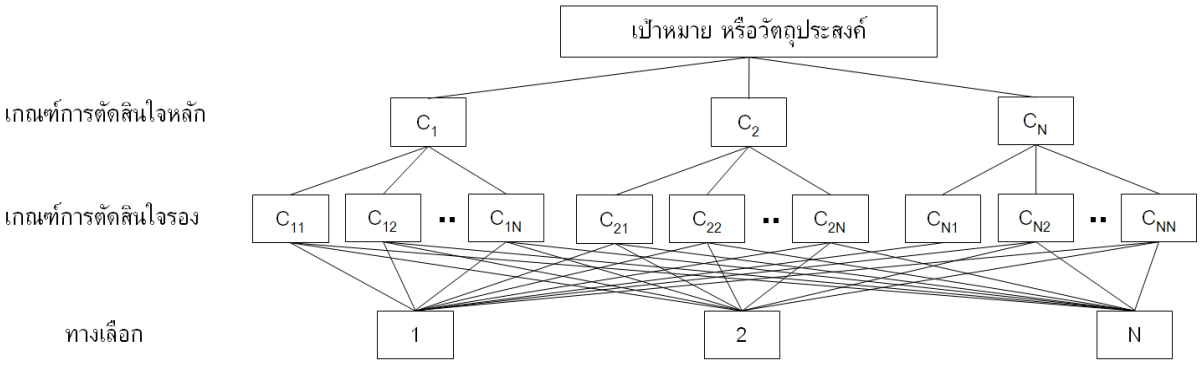
2.6 ตั้งชื่อกลุ่มปัจจัย หลังจากที่ผู้วิจัยสามารถจัดกลุ่มของปัจจัยได้แล้ว จากนั้นจะทำการตั้งชื่อกลุ่มของปัจจัย โดยตั้งชื่อกลุ่มปัจจัยให้สื่อความหมายถึงปัจจัยที่อยู่ในกลุ่มปัจจัยนั้นได้มากที่สุด

2.7 การตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัย ในขั้นตอนนี้จะตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.7.1 การตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้าง พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยซึ่งค่าที่ได้ควรมีค่ามากกว่า 0.6 เพื่อสรุปว่าปัจจัยภายในดังกล่าวเป็นโครงสร้างที่ถูกต้องของปัจจัยหลัก (Humphreys et al., 2004)

2.7.2 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโครงสร้าง โดยการพิจารณาจากค่าดัชนีความน่าเชื่อถือของครอนบัคอัลฟา (Reliability Cronbach's Alpha) ซึ่งค่าที่ได้ควรมีค่าระหว่าง 0.5 ถึง 0.7 จึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยภายในมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างมาก และส่งผลให้ปัจจัยหลักมีความน่าเชื่อถือ (Amelia and Larry, 1999)

3. สร้างแผนภาพโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับขั้น ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดการกับปัญหาในการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ ให้อยู่ในรูปของแผนภาพโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับขั้น ซึ่งประกอบไปด้วย เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ เกณฑ์การตัดสินใจหลัก เกณฑ์การตัดสินใจรอง และทางเลือกต่าง ๆ ทั้งนี้จำนวนของลำดับขั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจว่ามีความซับซ้อนเพียงใด แสดงแผนภาพการตัดสินใจเชิงลำดับขั้นดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภาพโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับขั้น

4. เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลังจากที่ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจและทางเลือกสำหรับการขนส่งวัตถุดิบแล้ว ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมด โดยทำการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลัก เกณฑ์การตัดสินใจรอง และทางเลือกทั้งหมดเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจรองในรูปของตารางขนาด N*N แสดงตัวอย่างตารางการเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ

	เกณฑ์ที่ 1	**เกณฑ์ที่ 2**	**เกณฑ์ที่ 3**	**. .**	**เกณฑ์ที่ N**
เกณฑ์ที่ 1	1	A_{12}	A_{13}	. .	A_{1N}
เกณฑ์ที่ 2	$1/A_{12}$	1	A_{23}	. .	A_{2N}
เกณฑ์ที่ 3	$1/A_{13}$	$1/A_{23}$	1	. .	A_{3N}
:	:	:	:	. .	:
เกณฑ์ที่ N	$1/A_{1N}$	$1/A_{2N}$	$1/A_{3N}$	. .	1

เมื่อ A_{iN} คือ ตัวเลขการประเมินความสำคัญ i = 1, .., N

การเปรียบเทียบความสำคัญผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดตัวเลขสำหรับการเปรียบเทียบของ Saaty (Saaty, 1990) ทั้งนี้ชุดตัวเลขการประเมินนั้นจะเป็นเลขจำนวนเต็มเมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจที่ N ในแนวตั้งมีความสำคัญมากกว่าเกณฑ์การตัดสินใจที่ N ในแนวนอน แต่หากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสำคัญแล้วพบว่าเกณฑ์การตัดสินใจที่ N ในแนวตั้งมีความสำคัญน้อยกว่าเกณฑ์การตัดสินใจที่ N ในแนวนอนตัวเลขการประเมินนั้นจะต้องอยู่ในรูปของเศษส่วน แสดงชุดตัวเลขการประเมินความสำคัญดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชุดตัวเลขการประเมินความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	*ตัวเลข*
ความสำคัญเท่ากัน (Equally Preferred)	1
ความสำคัญเท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred)	2
ความสำคัญปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ความสำคัญปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred)	4
ความสำคัญค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ความสำคัญค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred)	6
ความสำคัญมากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
ความสำคัญมากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred)	8
ความสำคัญมากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา : Saaty (1990)

5. คำนวณน้ำหนักความสำคัญ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญให้กับเกณฑ์การตัดสินใจจากการเปรียบเทียบความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญแต่ละราย โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมเอ็คส์เพิร์ทช้อยส์ 11 (Expert Choice 11) ในการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ เริ่มจากการคำนวณความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลักเกณฑ์การตัดสินใจรอง และทางเลือกทั้งหมดเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจรอง

6. ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล การตรวจสอบความสอดคล้องของการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญทั้งหมด โดยการพิจารณาจากค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index : C.I.) ทั้งนี้ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าไม่เกิน 0.1 (Saaty, 1990) หากค่าอัตราส่วนความสอดคล้องเท่ากับ หรือเกินกว่า 0.1 ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบความสำคัญใหม่ หรือตัดเกณฑ์การตัดสินใจนั้นทิ้งจากการตัดสินใจ การหาอัตราส่วนความสอดคล้อง จะทำทุกระดับชั้นถึงระดับสุดท้าย เพื่อยืนยันน้ำหนักความสำคัญที่ได้มา (วรพจน์, 2553)

7. พิจารณาทางเลือกที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยการหาผลรวมของผลคูณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจรองกับน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจรอง และสุดท้ายคำนวณความสำคัญของทางเลือกโดยนำผลรวมในข้างต้นของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจหลักคูณกับน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลักและหาผลรวม

ผลการวิจัย

จากการกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยในหัวข้อที่ผ่านมา ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่จะนำมากำหนดเป็นเกณฑ์การตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมปัจจัยโดยการประยุกต์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานวิจัยของวรพจน์ (2553) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังสาธารณรัฐสังคมนิยม

เวียดนาม งานวิจัยของ Kengpol et al. (2012) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของกลุ่มภูมิประเทศลุ่มน้ำโขง งานวิจัยของ Kengpol และ Tuammee (2015) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม และงานวิจัยของวรพจน์ (2556) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินศักยภาพเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนน นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารการขนส่งสินค้า และโลจิสติกส์ย้อนกลับอย่างน้อย 10 ปี เพื่อเป็นการรวบรวมปัจจัยให้ครอบคลุม และยืนยันผลการคัดเลือกปัจจัย ปัจจัยที่รวบรวมได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่รวบรวมได้

รายการปัจจัย	*วรพจน์ (2553)*	*วรพจน์ (2556)*	*Kengpol et al. (2012)*	*Kengpol and Tuammee (2015)*	*ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1*	*ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2*	*ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3*
การเสื่อมสภาพ หรือความชำรุดของเส้นทาง (C_{01})		✓				✓	✓
จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง (C_{02})		✓	✓	✓		✓	✓
ต้นทุนการขนส่งสินค้า (C_{03})	✓		✓	✓	✓	✓	✓
ความพร้อมของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้า (C_{04})	✓	✓	✓	✓			
ความกว้างของช่องจราจรโดยเฉลี่ยในเส้นทาง (C_{05})		✓		✓			✓
ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (C_{06})	✓		✓	✓	✓	✓	✓
ความเสียหาย หรือสูญหายของสินค้าในเส้นทางและการขนถ่ายสินค้า (C_{07})	✓		✓		✓	✓	
การสอบกลับได้ของสินค้าและการดำเนินการส่งกลับ (C_{08})	✓	✓	✓	✓			
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง (C_{09})			✓		✓	✓	
กฎระเบียบการจราจร และปัญหาทางการเมือง (C_{10})	✓			✓	✓		✓
สภาพการจราจร หรือปริมาณการจราจรในเส้นทาง (C_{11})					✓	✓	
ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเส้นทางหากเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด (C_{12})	✓	✓	✓	✓		✓	
จำนวนจุดอันตราย ได้แก่ ทางโค้งหักศอก ทางแยก ทางร่วม เกาะกลางถนน สะพาน จุดกลับรถ (C_{13})		✓			✓	✓	

2. การวิเคราะห์ปัจจัย ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อทำการจัดกลุ่มให้กับปัจจัยที่จะนำไปกำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประมาณค่าความสำคัญของปัจจัย สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัย โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา (Cronbach's alpha) มีค่าเท่ากับ 0.725 จึงสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์มีความน่าเชื่อถือสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันและสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้

2.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวปัจจัยทุกตัว (Correlation Matrix) พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน โดยพบว่าปัจจัยทุกตัวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ อย่างน้อย 1 ตัวที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทั้ง 13 ปัจจัย (C01 ถึง C13) สามารถนำไปจัดกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยได้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของปัจจัยแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของปัจจัยทั้งหมด

		C_{02}	C_{03}	C_{04}	C_{05}	C_{06}	C_{07}	C_{08}	C_{09}	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_{01}	Pearson	.339*	.107	.228	-.013	.347**	.340**	.166	.128	.207	.167	-.004	.274*
	(Sig.)	.008	.414	.080	.922	.007	.008	.205	.330	.113	.203	.974	.034
C_{02}	Pearson	-	.164	.171	.280*	.271*	.364**	.060	.105	.048	.091	.246	.353**
	(Sig.)		.211	.191	.030	.036	.004	.649	.442	.714	.491	.058	.006
C_{03}	Pearson	-	-	-.089	.084	.063	.022	.083	-.099	.092	.106	.333**	.010
	(Sig.)			.501	.526	.631	.870	.529	.453	.483	.420	.009	.941
C_{04}	Pearson	-	-	-	.171	.175	.424**	.370**	.231	.113	.009	.048	.248
	(Sig.)				.191	.182	.001	.004	.076	.389	.947	.716	.056
C_{05}	Pearson	-	-	-	-	.089	.087	.032	.189	.160	-.048	.265*	.287*
	(Sig.)					.497	.507	.811	.149	.221	.715	.041	.026
C_{06}	Pearson	-	-	-	-	-	.312*	.280*	.349**	.211	.315*	.118	.114
	(Sig.)						.015	.030	.006	.106	.014	.371	.388
C_{07}	Pearson	-	-	-	-	-	-	.344**	.358**	.085	-.200	.033	.328*
	(Sig.)							.007	.005	.519	.126	.801	.010
C_{08}	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	.113	.288*	.064	.281*	.212
	(Sig.)								.392	.026	.629	.030	.105
C_{09}	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	.285*	.012	.262*	.199
	(Sig.)									.028	.927	.043	.127
C_{10}	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.097	.293*	.058
	(Sig.)										.461	.023	.661
C_{11}	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.239	-.057
	(Sig.)											.066	.668
C_{12}	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.118
	(Sig.)												.369

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันของปัจจัย โดยใช้ค่าสถิติ KMO และ Bartlett's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 0.621 มีค่ามากกว่า 0.5 สรุปได้ว่าชุดตัวแปรมีความเหมาะสมสำหรับนำมาวิเคราะห์ปัจจัย และในส่วนค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity ค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าปัจจัยภายในแต่ละประเภทนั้นมีความสัมพันธ์ต่อกันสามารถนำไปวิเคราะห์ปัจจัยได้ ค่าสถิติ KMO และ Bartlett's test แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสถิติ KMO และ Bartlett's test

	Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	***0.603***
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	74.621
	df.	21
	Sig.	0.000

2.3 ผลการสกัดปัจจัยและการหมุนแกนเพื่อหากลุ่มของปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและการหมุนแกนแบบ Orthogonal ด้วยวิธี Varimax เพื่อจัดกลุ่มปัจจัย แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่า Total Variance Explained ของปัจจัย

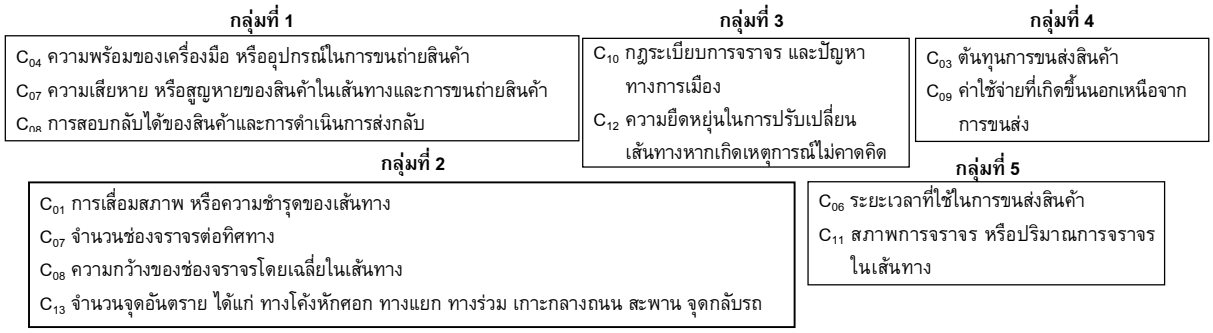
Component	*Initial Eigenvalues*			*Extraction Sums of Squared Loadings*			*Rotation Sums of Squared Loadings*		
	Total	% of Variance	% Cumu-lative	Total	% of Variance	% Cumu-lative	Total	% of Variance	% Cumu-lative
1	3.166	24.357	24.357	3.166	24.357	24.357	2.033	15.638	15.638
2	1.622	12.480	36.837	1.622	12.480	36.837	1.754	13.495	29.133
3	1.333	10.257	47.093	1.333	10.257	47.093	1.722	13.250	42.382
4	1.248	9.599	56.692	1.248	9.599	56.692	1.664	12.802	55.184
5	1.050	8.078	64.770	1.050	8.078	64.770	1.246	9.585	64.770
6	.876	6.736	71.506	-	-	-	-	-	-
7	.794	6.109	77.615	-	-	-	-	-	-
8	.675	5.195	82.810	-	-	-	-	-	-
9	.614	4.727	87.537	-	-	-	-	-	-
10	.581	4.471	92.008	-	-	-	-	-	-
11	.415	3.196	95.204	-	-	-	-	-	-
12	.346	2.662	97.866	-	-	-	-	-	-
13	.277	2.134	100.000	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 6 ปัจจัยที่จะนำไปกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบทั้ง 13 ปัจจัย พบว่าควรจะแบ่งกลุ่มของปัจจัยทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่ม โดยพิจารณาจากจำนวนของกลุ่ม (Component) ที่มีค่า Eigenvalue มากกว่า 1 โดยค่า Eigenvalue คือ ค่าที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยในกลุ่มนั้นสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ดีเพียงใด สำหรับส่วนของ Rotation Sums of Squared Loadings ถ้าทำการสกัดปัจจัยออกเป็น 5 กลุ่มแล้วทำการหมุนแกนด้วยวิธี Varimax แล้วพบว่า ปัจจัยที่ถูกจัดในกลุ่มที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 15.638% ปัจจัยที่ถูกจัดในกลุ่มที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 13.495% ปัจจัยที่ถูกจัดในกลุ่มที่ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 13.250% ปัจจัยที่ถูกจัดในกลุ่มที่ 4 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 12.802% และปัจจัยที่ถูกจัดในกลุ่มที่ 5 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 9.585% ทั้งนี้การจัดกลุ่มปัจจัยทั้งหมดออกเป็น 5 กลุ่มนั้นสามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดเท่ากับ 64.770%

2.4 การเลือกค่า Factor Loading ผู้วิจัยจะทำการพิจารณาว่าปัจจัยใดควรถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มปัจจัยใด โดยพิจารณาจากค่า Factor Loading ของปัจจัยต่าง ๆ ว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ที่กลุ่มปัจจัยใด (เข้าใกล้ +1 หรือ -1) ก็จะสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยดังกล่าวอยู่ในกลุ่มปัจจัยนั้น แสดงดังตารางที่ 7 เพื่อให้เห็นภาพได้เข้าใจง่ายขึ้นปัจจัยทั้ง 13 ปัจจัยสามารถจัดกลุ่มได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม แสดงดังภาพที่ 4

ตารางที่ 7 ค่า Rotated Factor Loading ของปัจจัย

	รายการปัจจัย	*จำนวนของกลุ่ม (Component)*				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
C_{01}	การเสื่อมสภาพ หรือความชำรุดของเส้นทาง	.387	**.632***	-.166	.201	.102
C_{02}	จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง	.140	**.716***	-.065	.353	.205
C_{03}	ต้นทุนการขนส่งสินค้า	-.027	.145	.211	.087	**.781***
C_{04}	ความพร้อมของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้า	**.679***	.128	.106	.041	-.150
C_{05}	ความกว้างของช่องจราจรโดยเฉลี่ยในเส้นทาง	-.077	**.693***	.379	-.180	-.084
C_{06}	ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า	.221	.097	.221	**.720***	-.175
C_{07}	ความเสียหาย หรือสูญหายของสินค้าในเส้นทางและการขนถ่ายสินค้า	**.740***	.326	-.051	.131	-.113
C_{08}	การสอบกลับได้ของสินค้าและการดำเนินการส่งกลับ	**.712***	-.179	.404	.058	.226
C_{09}	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง	.194	.256	-.483	.190	**.669***
C_{10}	กฎระเบียบการจราจร และปัญหาทางการเมือง	.193	-.063	**.664***	.159	-.052
C_{11}	สภาพการจราจร หรือปริมาณการจราจรในเส้นทาง	-.284	-.136	.244	**.703***	.139
C_{12}	ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเส้นทางหากเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด	-.037	.250	. **736***	.058	.337
C_{13}	จำนวนจุดอันตราย ได้แก่ ทางโค้งหักศอก ทางแยก ทางร่วม เกาะกลางถนน สะพาน จุดกลับรถ	.370	**.621***	-.020	.022	.001



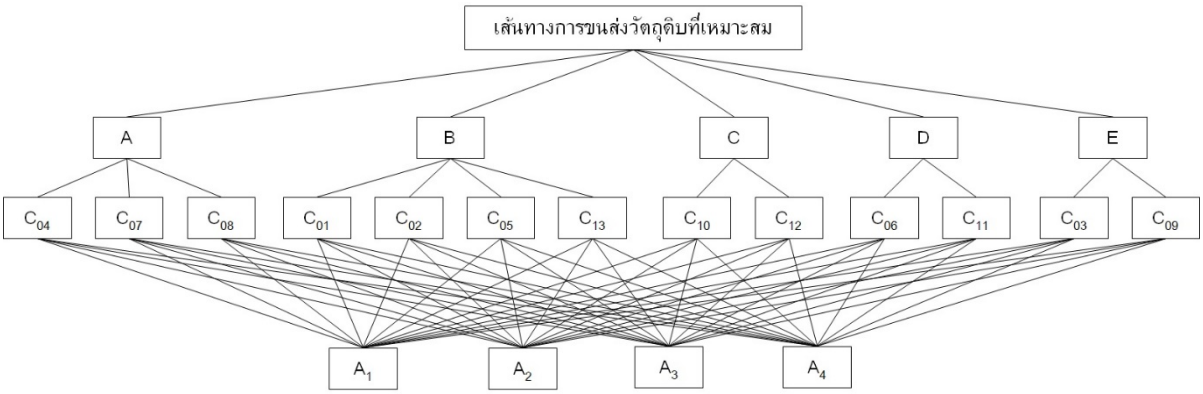
ภาพที่ 4 ผลการจัดกลุ่มให้กับปัจจัย

2.5 ผลการตั้งชื่อกลุ่มปัจจัยและการตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัย เมื่อสามารถจัดกลุ่มให้กับปัจจัยได้แล้วในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งชื่อกลุ่มให้กับปัจจัย ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงต่อตัวสินค้า กลุ่ม คุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง กลุ่มความยืดหยุ่นของเส้นทาง และกฎระเบียบ กลุ่มระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจร และกลุ่มต้นทุนในการขนส่งสินค้า พร้อมทั้งตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัย แสดงผลการตั้งชื่อกลุ่มและการตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการตั้งชื่อกลุ่มให้กับปัจจัยและการตรวจสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัย

		สัมประสิทธิ์ของปัจจัย	*ดัชนีความน่าเชื่อถือของครอนบัคอัลฟา*
กลุ่มความเสี่ยงต่อตัวสินค้า		-	0.674
C_{04}	ความพร้อมของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้า	0.679	-
C_{07}	ความเสียหาย หรือสูญหายของสินค้าในเส้นทางและการขนถ่ายสินค้า	0.740	-
C_{08}	การสอบกลับได้ของสินค้าและการดำเนินการส่งกลับ	0.712	-
กลุ่มคุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง		-	0.574
C_{01}	การเสื่อมสภาพ หรือความชำรุดของเส้นทาง	0.632	-
C_{02}	จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง	0.716	-
C_{05}	ความกว้างของช่องจราจรโดยเฉลี่ยในเส้นทาง	0.693	-
C_{13}	จำนวนจุดอันตราย ได้แก่ ทางโค้งหักศอก ทางแยก ทางร่วม เกาะกลางถนน สะพาน จุดกลับรถ	0.621	-
กลุ่มความยืดหยุ่นของเส้นทางและกฎระเบียบ		-	0.553
C_{10}	กฎระเบียบการจราจร และปัญหาทางการเมือง	0.664	-
C_{12}	ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเส้นทางหากเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด	0.736	-
กลุ่มระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจร		-	0.579
C_{06}	ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า	0.720	-
C_{11}	สภาพการจราจร หรือปริมาณการจราจรในเส้นทาง	0.703	-
กลุ่มต้นทุนในการขนส่งสินค้า		-	0.633
C_{03}	ต้นทุนการขนส่งสินค้า	0.781	-
C_{09}	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง	0.669	-

3. ผลการสร้างแผนภาพเชิงลำดับขั้นของการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อทำการจัดกลุ่มกับปัจจัยทั้งหมดเพื่อนำมากำหนดเป็นเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบของโรงงานกรณีศึกษาโดยจัดให้อยู่ในรูปของแผนภาพเชิงลำดับขั้นของการตัดสินใจ โดยกำหนดเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ คือการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสม ซึ่งประกอบไปด้วยเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ได้แก่ ความเสี่ยงต่อตัวสินค้า (A) คุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง (B) ความยืดหยุ่นของเส้นทางและกฎระเบียบ (C) ระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจร (D) และต้นทุนในการขนส่งสินค้า (E) โดยเกณฑ์การตัดสินใจหลักทั้ง 5 เกณฑ์ ประกอบไปด้วยเกณฑ์การตัดสินใจรอง และสุดท้ายทางเลือกประกอบไปด้วย 4 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตก (A_1), เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายก (A_2), เส้นทางหมายเลข 7 ถนนบางบัวทอง (A_3) และสุดท้ายเส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะ (A_4) แสดงแผนภาพการตัดสินใจเชิงลำดับขั้นของการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสมดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพการตัดสินใจเชิงลำดับขั้นของการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสม

4. ผลการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญผู้วิจัยได้ทำการนำเกณฑ์การตัดสินใจให้กับผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารการขนส่งสินค้าในอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป และโลจิสติกส์ย้อนกลับอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 3 รายทำการประเมินเพื่อเปรียบเทียบความสำคัญ โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลัก เกณฑ์การตัดสินใจรอง และทางเลือกทั้งหมดเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจรอง แสดงตัวอย่างผลการเปรียบเทียบความสำคัญเกณฑ์การตัดสินใจหลักของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ราย ดังตารางที่ 9 ถึงตารางที่ 11

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความสำคัญเกณฑ์การตัดสินใจหลักของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

	A	B	C	D	E
A	1	1	2	1/2	1
B	1	1	1/3	1/3	1/3
C	1/2	3	1	1/2	1
D	2	3	2	1	3
E	1	3	1	1/3	1

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความสำคัญเกณฑ์การตัดสินใจหลักของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

	A	B	C	D	E
A	1	2	2	1	2
B	1/2	1	1	2	2
C	1/2	1	1	3	4
D	1	1/2	1/3	1	1
E	1/2	1/3	1/4	1	1

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบความสำคัญเกณฑ์การตัดสินใจหลักของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

	A	B	C	D	E
A	1	1	2	2	1/3
B	1	1	2	2	1/3
C	1/2	1/2	1	2	1/2
D	1/2	1/2	1/2	1	1/4
E	3	3	2	4	1

5. ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญและการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล จากผลการเปรียบเทียบความสำคัญในขั้นตอนที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เอ็คส์เพิร์ทช้อยส์ 11 สำหรับการคำนวณน้ำหนักความสำคัญนั้นสามารถคำนวณโดยไม่ต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปก็ได้แต่จะมีขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนมาก ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลักสำหรับผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เริ่มจากการหาผลรวมในแต่ละคอลัมน์จะได้ 5.500, 11.000, 6.333, 2.667 และ 6.333 ตามลำดับ นำค่าทุกตัวที่อยู่ในคอลัมน์ไปหารกับค่าผลรวมในแต่ละคอลัมน์ ๆ สำหรับแถวที่ 1 ในตารางที่ 9 จะได้ 0.182, 0.091, 0.316, 0.188 และ 0.158 จากนั้นหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวโดยค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ในขั้นตอนนี้คือค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ ในที่นี้จะได้ค่าเฉลี่ยของแถวที่ 1 ในตารางที่ 9 เท่ากับ 0.187 หมายความว่าผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ให้ความสำคัญกับเกณฑ์การตัดสินใจหลัก กลุ่มความเสี่ยงต่อตัวสินค้าเท่ากับ 0.187 ส่วนน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลักและเกณฑ์การตัดสินใจรองอื่น ๆ ก็จะใช้หลักในการพิจารณาเช่นเดียวกัน ซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญสำหรับกลุ่มคุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง กลุ่มความยืดหยุ่นของเส้นทางและกฎระเบียบ กลุ่มระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจรและกลุ่มต้นทุนในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 0.101, 0.173, 0.360 และ 0.179 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ตรวจสอบค่าอัตราส่วนความสอดคล้องซึ่งต้องมีค่าไม่เกิน 0.1 (Saaty, 1990) ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 รายแสดงดังตารางที่ 12 ถึงตารางที่ 14

ตารางที่ 12 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

		C.R.			*C.R.*	A_1	A_2	A_3	A_4	*C.R.*
			C_{04}	0.157		0.416	0.197	0.150	0.237	0.060
A	0.187		C_{07}	0.249	0.050	0.373	0.295	0.246	0.086	0.060
			C_{08}	0.594		0.500	0.234	0.158	0.107	0.080
			C_{01}	0.148		0.251	0.348	0.325	0.075	0.090
			C_{02}	0.260		0.104	0.317	0.252	0.327	0.050
B	0.099		C_{05}	0.172	0.070	0.431	0.138	0.224	0.207	0.040
		0.070	C_{13}	0.420		0.253	0.299	0.209	0.239	0.070
			C_{10}	0.25		0.616	0.162	0.136	0.086	0.080
C	0.174		C_{12}	0.75	0.000	0.253	0.299	0.239	0.209	0.070
			C_{06}	0.857		0.286	0.286	0.286	0.143	0.000
D	0.361		C_{11}	0.143	0.000	0.281	0.365	0.235	0.120	0.060
			C_{03}	0.833		0.122	0.227	0.424	0.227	0.004
E	0.180		C_{09}	0.167	0.000	0.346	0.286	0.163	0.205	0.070

ตารางที่ 13 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

		C.R.			C.R.	A_1	A_2	A_3	A_4	C.R.
			C_{04}	0.327		0.270	0.338	0.154	0.237	0.080
A	0.293		C_{07}	0.413	0.050	0.288	0.330	0.175	0.207	0.070
			C_{08}	0.260		0.565	0.258	0.096	0.081	0.080
			C_{01}	0.114		0.274	0.213	0.376	0.137	0.060
			C_{02}	0.223		0.455	0.206	0.178	0.161	0.090
B	0.203		C_{05}	0.149	0.050	0.603	0.154	0.108	0.135	0.030
		0.080	C_{13}	0.514		0.364	0.366	0.201	0.069	0.090
			C_{10}	0.750		0.389	0.317	0.122	0.172	0.030
C	0.267		C_{12}	0.250	0.000	0.132	0.194	0.118	0.556	0.080
			C_{06}	0.889		0.395	0.140	0.232	0.232	0.020
D	0.134		C_{11}	0.111	0.000	0.140	0.183	0.187	0.490	0.050
			C_{03}	0.833		0.073	0.191	0.423	0.313	0.050
E	0.103		C_{09}	0.167	0.000	0.163	0.094	0.316	0.428	0.040

ตารางที่ 14 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

		C.R.			C.R.	A_1	A_2	A_3	A_4	C.R.
			C_{04}	0.169		0.298	0.245	0.281	0.176	0.070
A	0.184		C_{07}	0.443	0.020	0.566	0.209	0.114	0.111	0.090
			C_{08}	0.387		0.470	0.294	0.154	0.083	0.090
			C_{01}	0.434		0.253	0.239	0.299	0.209	0.070
			C_{02}	0.195		0.331	0.188	0.241	0.241	0.060
B	0.184		C_{05}	0.195	0.008	0.237	0.338	0.270	0.154	0.080
		0.030	C_{13}	0.177		0.237	0.167	0.217	0.380	0.080
			C_{10}	0.500		0.319	0.157	0.281	0.243	0.004
C	0.135		C_{12}	0.500	0.000	0.369	0.172	0.272	0.187	0.014
			C_{06}	0.857		0.342	0.342	0.226	0.091	0.050
D	0.085		C_{11}	0.143	0.000	0.123	0.309	0.432	0.137	0.030
			C_{03}	0.900		0.462	0.205	0.144	0.188	0.030
E	0.413		C_{09}	0.100	0.000	0.066	0.358	0.310	0.266	0.030

6. พิจารณาเลือกทางเลือก โดยการหาผลรวมของผลคูณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจรองกับน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจรอง และคำนวณความสำคัญของทางเลือกโดยนำผลรวมในข้างต้นของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจหลักคูณกับน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจหลักและหาผลรวม

สุดท้ายพิจารณาทางเลือก หรือเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสม พิจารณาจากค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกโดยเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุด โดยพบว่าเส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตกมีความเหมาะสมมากที่สุด เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายกมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สอง เส้นทางหมายเลข 7 และถนนบางบัวทองมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สาม และสุดท้ายเส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะมีความเหมาะสมเป็นลำดับสุดท้าย หรือเป็นทางเลือกสุดท้าย แสดงผลการพิจารณาทางเลือกดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 น้ำหนักความสำคัญของทางเลือก

ทางเลือก	*ผู้เชี่ยวชาญ*			*เฉลี่ย*	*อันดับ*
	1	2	3		
เส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตก (A_1)	0.301	0.305	0.359	0.322	1
เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายก (A_2)	0.270	0.204	0.263	0.246	2
เส้นทางหมายเลข 7 และถนนบางบัวทอง (A_3)	0.263	0.219	0.226	0.236	3
เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะ (A_4)	0.167	0.274	0.154	0.198	4

เมื่อได้ผลการวิจัยแล้วทางโรงงานกรณีศึกษาได้นำเส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตกมาใช้เป็นเส้นทางหลักในการขนส่งสินค้าแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลต้นทุนด้านโลจิสติกส์ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่าสามารถลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ลงได้ร้อยละ 15 และสามารถขนส่งสินค้าได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด จากผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับโรงงานกรณีศึกษาและผู้ที่สนใจต่อไป

สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสมจากคลังสินค้าจังหวัดชลบุรีมายังโรงงานกรณีศึกษา จังหวัดนนทบุรี โดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยในการจัดกลุ่มปัจจัยเพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบ พบว่าเกณฑ์การตัดสินใจสามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงต่อตัวสินค้า (A) ประกอบไปด้วย ความพร้อมของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้า (C_{04}), ความเสียหาย หรือสูญหายของสินค้าในเส้นทางและการขนถ่ายสินค้า (C_{07}) และการสอบกลับได้ของสินค้าและการดำเนินการส่งกลับ (C_{08}) กลุ่มคุณลักษณะทางกายภาพของเส้นทาง (B) ประกอบไปด้วย การเสื่อมสภาพ หรือความชำรุดของเส้นทาง (C_{01}), จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง (C_{02}), ความกว้างของช่องจราจรโดยเฉลี่ยในเส้นทาง (C_{05}) และจำนวนจุดอันตราย ได้แก่ ทางโค้งหักศอก ทางแยก ทางร่วม เกาะกลางถนน สะพาน จุดกลับรถ (C_{13}) กลุ่มความยืดหยุ่นของเส้นทางและกฎระเบียบ ประกอบไปด้วย (C) กฎระเบียบการจราจร และปัญหาทางการเมือง (C_{10}) และความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเส้นทางหากเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด (C_{12}) กลุ่มระยะเวลาในการขนส่งสินค้าและสภาพการจราจร (D) ประกอบไปด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (C_{06}) และสภาพการจราจร หรือปริมาณการจราจรในเส้นทาง (C_{11}) สุดท้ายกลุ่มต้นทุนในการขนส่งสินค้า (E) ประกอบไปด้วย ต้นทุนการขนส่งสินค้า (C_{03}) และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากการขนส่ง (C_{09}) จากนั้นทำการเลือกเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่าเส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตกมีความเหมาะสมมากที่สุดในการขนส่ง เส้นทางหมายเลข 7 และถนนรังสิต-นครนายกมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สอง เส้นทางหมายเลข 7 และถนนบางบัวทองมีความเหมาะสมเป็นลำดับที่สาม และเส้นทางหมายเลข 7 และถนนรามอินทรา-แจ้งวัฒนะมีความเหมาะสมเป็นลำดับสุดท้าย หรือเป็นทางเลือกสุดท้าย โดยเมื่อนำเส้นทางหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ฝั่งตะวันตกกำหนดเป็นเส้นทางหลักสำหรับการขนส่งสินค้าแล้วพบว่าสามารถลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ลงได้ถึงร้อยละ 15 และสามารถขนส่งวัตถุดิบได้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรพจน์ (2553) งานวิจัยของ Kengpol et al. (2012) และงานวิจัยของ Kengpol และ Tuammee (2015) ที่เมื่อนำเส้นทางที่มีความเหมาะสมที่สุดไปใช้แล้วทำให้ต้นทุนด้านโลจิสติกส์ลดลงและลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งผลทำให้การขนส่งเกิดความล่าช้า ทั้งนี้เส้นทางการขนส่งวัตถุดิบที่เหมาะสมอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินความสำคัญ สำหรับงานวิจัยในอนาคตอาจจะนำแนวคิดของตรรกะคลุมเครือ (Fuzzy Logic) เข้ามาช่วยในการตัดสินใจเพื่อลดความไม่แน่นอนของการประเมินความสำคัญก็ได้

เอกสารอ้างอิง

อิงค์ควิตี้. 2555. คุณประโยชน์ของ Logistic. สืบค้นเมื่อ 27 ธันวาคม 2559. เว็บไซต์: http://incquity.com/articles/office-operation/benefit-logistic

นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์. 2556. การสร้างเกณฑ์มาตรฐานการประเมินศักยภาพของเส้นทางการขนส่งสินค้าทางรถไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วรพจน์ มีถม. 2553. การออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างไทยกับเวียดนาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วรพจน์ มีถม. 2553. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 7(3): 56-69.

วรพจน์ มีถม. 2556. เกณฑ์การประเมินศักยภาพเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนน. วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 10(2): 61-80.

Amelia, S.C. and Larry, R.S. 1999. The relationship of strategic purchasing to supply chain management. European Journal of Purchasing and Supply Management. 5(1): 43-51.

Humphrey, P.K. Li, W.L. and Chan, L.Y. 2004. The impact of supplier development on buyer-supplier performance. Omega. 32(2): 131-143.

Kengpol, A. Meethom, W. and Tuominen, M. 2012. The development of a decision support system in multimodal transportation routing within Greater Mekong sub-region countries. International Journal of Production Economics. 140(2): 691-701.

Kengpol, A. and Tuammee, S. 2015. The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study. International Journal of Production Research. 54(4): 1020-1038.

Saaty, T. L. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research. 48(1): 9-26.