

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกในเขตจังหวัดราชบุรีและนครปฐม: ด้วยมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์
Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for Location Selection of an Export Fruit and Vegetable Factory in Ratchaburi and Nakhon Pathom Provinces: A Logistics Cost Perspective

กฤษฎา ดลปัญญา¹ และกิตติชัย อธิกุลรัตน์^{2*}
Kitsada Dolpanya¹ and Kittichai Athikurat^{2*}

Received: July 6, 2023

Revised: August 11, 2023

Accepted: August 16, 2023

Abstract: This research utilized an analytical hierarchy process (AHP) in order to identify criteria that affect the location selection as well as select a suitable location for the new location of an export fruit and vegetable factory in Ratchaburi and Nakhon Pathom provinces from the point of view of logistics costs. The prioritization of potential locations was conducted by reviewing relevant literature and consulting specialists, which involved screening the criteria associated with the selection process, the criteria consisted of transport cost, inventory holding cost, administration cost, raw material cost, cost of labor, and availability of facilities. Data were collected in the factory from three professionals who were asked questions from pairwise comparison assessment form. Data analysis was conducted using several criteria to assist in decision-making for the selection of a new factory location. The results of the analysis showed that the third alternative was the most important alternative for the factory in terms of logistics costs. The weight of the mean importance was 0.484. The third alternative was located in Klong Yong sub-district, Phutthamonthon district, Nakhon Pathom province, which is appropriate to operate as a new location for an export fruit and vegetable factory.

Keywords: location selection, AHP, logistics costs

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ดำเนินการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อระบุเกณฑ์ที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้ง พร้อมทั้งทำการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่ในจังหวัดราชบุรีและนครปฐม ด้วยมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพตามเกณฑ์ต่างๆ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

¹ ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120

¹ Department of International Logistics Management, Faculty of Management Science, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120

² ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

² Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

*Corresponding author: kittichai.a@eng.kmutnb.ac.th

และผู้เชี่ยวชาญดำเนินการคัดกรองเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยเกณฑ์จะประกอบไปด้วย ต้นทุนการขนส่งสินค้า ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ต้นทุนการบริหารจัดการ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนด้านแรงงาน และความพร้อมด้านสาธารณูปโภค การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ด้วยการดำเนินตามคำถามในแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน ที่มีอำนาจในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใช้เกณฑ์จำนวนหลายเกณฑ์ มาเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ทางเลือกที่สามเป็นทางเลือกที่ทางโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ให้ความสำคัญมากที่สุดในมุมมองต้นทุนด้านโลจิสติกส์ มีค่าน้ำหนักของความสำเร็จเฉลี่ยเท่ากับ 0.484 ซึ่งทางเลือกที่สามมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการเป็นสถานที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่

คำสำคัญ: การเลือกทำเลที่ตั้ง, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP), ต้นทุนด้านโลจิสติกส์

คำนำ

การส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร เป็นอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลในรายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทย โดยสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (National Accounts Division, 2021; 2022) ซึ่งในปี 2565 มีมูลค่า 49,490.0 ล้านเหรียญสหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปี 2564 ซึ่งมีมูลค่า 45,477.8 ล้านเหรียญสหรัฐ แต่ถ้าวิจารณาอุตสาหกรรมผักและผลไม้เพื่อการส่งออกกลับมีมูลค่าลดลงเนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโคโรนา (COVID-19) จากมูลค่า 8,742.2 ล้านเหรียญสหรัฐ เหลือ 8,380.5 ล้านเหรียญสหรัฐ อุตสาหกรรมผักและผลไม้เพื่อการส่งออกจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้การจัดการต้นทุนโลจิสติกส์มีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมผักและผลไม้ เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการส่งมอบผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดเป้าหมายได้ทันเวลา ลดต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวม การพิจารณาต้นทุนด้านโลจิสติกส์หนึ่งในปัจจัยในกระบวนการเลือกสถานที่ที่เหมาะสม ทำให้องค์กรธุรกิจสามารถตัดสินใจวางตำแหน่งโรงงานอย่างมีกลยุทธ์เพื่อลด

ค่าใช้จ่ายและเพิ่มรายได้สูงสุด นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเพิ่มเติมด้วยการเพิ่มเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งจำนวน 3 เกณฑ์ (Richards, 2014; Gothwal and Saha, 2015; Rushton *et al.*, 2022) สำหรับองค์กรธุรกิจ ในอุตสาหกรรมผักและผลไม้ ดังนี้ 1) ต้นทุนวัตถุดิบ (raw material cost) 2) ต้นทุนด้านแรงงาน (cost of labor) และ 3) ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค (availability of facilities) (Gothwal and Saha, 2015; Rahman *et al.*, 2018) เพื่อองค์กรธุรกิจสามารถดำเนินการตัดสินใจ ประเมินและเปรียบเทียบสถานที่ที่มีศักยภาพอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาจากความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ของต้นทุนโลจิสติกส์รวมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นจากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง (Boardman Liu *et al.*, 2008; Cinar and Ahiska, 2009; Richards, 2014, Koç and Burhan, 2015)

การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมเพื่อการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจ จะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการดำเนินงาน (Gothwal and Saha, 2015; Koç and Burhan 2015; Alosta *et al.*, 2021) ความสามารถในการแข่งขันและผลกำไรโดยรวมขององค์กรธุรกิจ

องค์กรธุรกิจจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในสถานการณ์ทางการตลาดที่ผันผวน โดยแนวคิดในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันสามารถ คือกลยุทธ์ในการบริหารต้นทุน เพื่อให้องค์กรธุรกิจเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โดยหนึ่งในต้นทุนที่สำคัญต่อองค์กรธุรกิจ คือ ต้นทุนด้านโลจิสติกส์ (National Accounts Division, 2022) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ต้นทุนการขนส่งสินค้า (transport cost) เป็นค่าขนส่งที่ครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปทั้งขาเข้าและขาออก 2) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (inventory holding cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการถือครองสินค้าและต้นทุนการบริหารคลังสินค้า เพื่อให้แน่ใจว่าวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมต่อการผลิตและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา และ 3) ต้นทุนในการบริหารจัดการ (administration cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมโลจิสติกส์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการประสานงานด้านโซ่อุปทาน (supply chain collaboration) ดังนั้นการเลือกทำเลที่ตั้ง (location selection) จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อช่วยองค์กรธุรกิจในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและเพิ่มผลกำไร สามารถดำเนินการโดยการลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ ทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้า ลดต้นทุนต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังและลดต้นทุนในการบริหารจัดการได้ (Muha, 2019; Pohit *et al.*, 2019)

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) จากมุมมองด้านการจัดการโลจิสติกส์ จะเป็นวิธีการที่เป็นการวิเคราะห์เชิงกระบวนการและเป็นระบบที่ช่วยในการตัดสินใจและจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพ นอกจากนี้องค์กรธุรกิจสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนด้านโลจิสติกส์ และ AHP สามารถรองรับสถานการณ์การตัดสินใจที่หลากหลายและปรับเปลี่ยนเข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง (Brunelli, 2014; Mu *et al.*, 2017) ซึ่งในบริบทของการเลือก

สถานที่ตั้ง การพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยและหลักเกณฑ์อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับข้อกำหนดเฉพาะของการประยุกต์ใช้ AHP จะช่วยให้มีความยืดหยุ่นในการรวมเกณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถดำเนินการปรับการประเมินตามความจำเป็น รวมทั้งยังเป็นกระบวนการตัดสินใจที่โปร่งใส (Saaty, 1994; Brunelli 2014) เมื่อมีการประยุกต์ใช้ AHP เพื่อสนับสนุนเหตุผลในการตัดสินใจและความสำคัญเชิงสัมพันธ์ของเกณฑ์สามารถจัดทำเป็นเอกสารได้อย่างชัดเจน ทำให้ AHP ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจและอำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมและการยอมรับของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Saaty, 2001b; 2008)

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานผู้ผลิตและแปรรูปผักและผลไม้เพื่อการส่งออกต่างประเทศ ที่มีที่ตั้งโรงงานในปัจจุบันอยู่ที่จังหวัดราชบุรี มีความต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว โดยการตระหนักถึงต้นทุนด้านโลจิสติกส์ มีความต้องการศึกษาเพื่อคัดเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่ ประกอบไปทางเลือกด้านทำเลที่ตั้งจำนวน 3 แห่ง คือ แห่งที่ 1 ต.ปากแรต อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี แห่งที่ 2 ต.เขาขลุ่ย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี และแห่งที่ 3 ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง ด้วย AHP พร้อมกับทำการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ (Brunelli, 2014)

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เป็นการสำรวจเกี่ยวกับเป้าหมาย เกณฑ์ในการเลือกและทางเลือก สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วยมุมมองการจัดการด้านต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการตัดสินใจและวางแผนปรับปรุงในอนาคต การวิจัยนี้จะเป็นการใช้ประชากรเป้าหมาย

ในการดำเนินการวิจัย และการประยุกต์ใช้ AHP มีการดำเนินการดังนี้ (Saaty, 2008; Brunelli, 2014)

- 1) กำหนดประชากรที่เป็นผู้เชี่ยวชาญของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกที่มีที่ตั้งโรงงานในปัจจุบันอยู่ที่จังหวัดราชบุรี จำนวน 3 ท่าน ที่มีอำนาจในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งและมีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการจัดการโลจิสติกส์ เพื่อคัดกรองเลือกเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจจากการทบทวนวรรณกรรมและเกณฑ์ที่ถูกเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญดำเนินการคัดกรองเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก โดยเกณฑ์ที่ถูกคัดเลือกได้มีการประยุกต์ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ ซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 จะแสดงถึงคำถามเกี่ยวกับเกณฑ์ที่เลือกมีความสอดคล้องต่อวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่ตรงต่อวัตถุประสงค์ของทางโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก
- 2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่ออกแบบเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ที่ดำเนินการเป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก
- 4) การ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย AHP เพื่อดำเนินการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วยมุมมองด้านการจัดการต้นทุนโลจิสติกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่ออกแบบเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ โดยการใช้สเกลการเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparison scale) โดยผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจะต้องเปรียบเทียบความสำคัญ โดยระดับน้ำหนักของความสำคัญจะมีการวัดโดยการแสดงค่าตัวเลข ดัง Table 1 และแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ 2) การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจภายใต้เป้าหมายที่กำหนด 3) การเปรียบเทียบทางเลือกทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพภายใต้ทางเลือกแต่ละทางเลือก

ตัวอย่างแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่

คำถาม: ท่านให้ความสำคัญเกณฑ์ที่มากกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งเท่าไร

ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ซ้าย กับเกณฑ์ขวา ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกณฑ์ซ้าย มีความสำคัญมากกว่าเกณฑ์ขวา อยู่ในระดับน้ำหนักความสำคัญกว่าระดับสำคัญมาก คำตอบจะเป็น “7” หมายถึงเกณฑ์ซ้าย มีความสำคัญมากกว่าเกณฑ์ขวา อยู่ 7 เท่า

คู่ที่	เกณฑ์ซ้าย	เกณฑ์ซ้ายสำคัญกว่าเกณฑ์ขวา								เท่ากัน	ทางเลือกขวาสำคัญกว่าทางเลือกซ้าย								เกณฑ์ขวา
		9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	ต้นทุนการขนส่งสินค้า	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

ในทางตรงกันข้ามสำหรับคำถามเดียวกัน ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกณฑ์ขวา มีความสำคัญ

มากกว่าเกณฑ์ซ้าย อยู่ในระดับน้ำหนักความสำคัญกว่าระดับสำคัญมาก คำตอบจะเป็น “1/7”

คู่ที่	เกณฑ์ซ้าย	เกณฑ์ซ้ายสำคัญกว่าเกณฑ์ขวา								เท่ากัน	ทางเลือกขวาสำคัญกว่าทางเลือกซ้าย								เกณฑ์ขวา
		9	8	7	6	5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	ต้นทุนการขนส่งสินค้า	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ที่ดำเนินการเป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการจัดการโลจิสติกส์ การดำเนินงานเก็บข้อมูลจะอยู่ในช่วงวันที่ 15 – 16 มิถุนายน 2566 ซึ่งเป็นวันและเวลาที่สถานประกอบการสะดวกในการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลจำนวน 2 วัน และช่วงเวลาอยู่ระหว่าง 9:00 น. ถึง 16:00 น. โดยผู้วิจัยจะดำเนินการถามคำถามในรูปแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่เกี่ยวกับเกณฑ์และทางเลือกที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ในมุมมองการจัดการด้านต้นทุนโลจิสติกส์

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใช้เกณฑ์จำนวนหลายเกณฑ์มาเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน โดยวิธีการเกี่ยวกับ AHP มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแต่ละตัวเลือก ในกรณีของ

การเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก เกณฑ์จะประกอบด้วยเกณฑ์ต่างๆ ดังเช่น ต้นทุนการขนส่งสินค้า ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า คงคลัง และต้นทุนในการบริหารจัดการโลจิสติกส์ การวิจัยนี้จะมีการเพิ่มเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งแห่งใหม่ (Gothwal and Saha, 2015) ที่ดำเนินการเป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก

2) การพัฒนาลำดับชั้นที่จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจและเกณฑ์ที่ช่วยในการประเมินแต่ละตัวเลือก ลำดับชั้นจะประกอบด้วยสามระดับชั้นคือ เป้าหมาย เกณฑ์ และทางเลือก โดยเป้าหมายจะแสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ ในขณะที่ เกณฑ์ และทางเลือกจะเป็นองค์ประกอบย่อยที่ช่วยในการตัดสินใจ

3) การเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparisons) จะเป็นการเปรียบเทียบแบบคู่ระหว่าง เกณฑ์และทางเลือกแต่ละคู่ จะมีการประเมินเกณฑ์ในแต่ละคู่ และมีการกำหนดความสำคัญในแต่ละคู่ โดยทั่วไปจะมีการใช้มาตราส่วนตัวเลขตั้งแต่เลข 1 ถึง 9 โดยที่ 1 แสดงถึงความสำคัญเท่ากันและเลข 9 แสดงถึงความสำคัญมากที่สุด

Table 1 The fundamental scale of absolute number (Saaty, 2001a; 2008)

Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal Importance	Two activities contribute equally to the objective
3	Moderate Importance	Experience and judgment slightly favor one activity over another
5	Strong Importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
7	Very Strong or Demonstrated Importance	An activity is favored very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
9	Extreme Importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
2, 4, 6, 8	For Compromise between the Above Values	Sometimes one needs to interpolate a compromise judgment numerically because there is no good word to describe

4) การกำหนดน้ำหนักโดยที่น้ำหนักจะถูกกำหนดสำหรับแต่ละเกณฑ์และทางเลือก น้ำหนักจะ

แสดงถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์และทางเลือก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจ

Table 2 Pairwise Comparisons (Saaty; 2008)

Criteria C1, C2, C3, ..., Cn	A1	A2	A3	...	An	
A1	1	a12	a13	...	a1n	
Criteria or Alternatives	A2	1/a12	1	a23	...	a2n
A3	1/a13	1/a23	1	...	a3n	
⋮	⋮	⋮	⋮	1	⋮	
An	1/a1n	1/a2n	1/a3n	...	1	

5) การตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) (Saaty, 2001b) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการเปรียบเทียบแบบคู่นั้นสอดคล้องกัน และปราศจากอคติ ซึ่งถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าสูงกว่า 0.10 ที่ การเปรียบเทียบแบบคู่นี้จะมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนหรือยอมรับไม่ได้ ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ กรณีที่ค่า C.R. = 1 หมายความว่า การตัดสินใจไม่สอดคล้องกัน 10 เปอร์เซ็นต์ เสมือนกันเปรียบเทียบนั้นได้รับการสุ่ม การตรวจสอบความสอดคล้อง C.R. สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad \text{(Equation 1)}$$

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad \text{(Equation 2)}$$

โดย C.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง λ_{max} คือ ผลรวมของค่าการวิเคราะห์ของแต่ละเกณฑ์ในแต่ละแถว n คือ จำนวนเกณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ

โดยที่ค่า Random Consistency Index (R.I.) คือดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่มที่ได้มาจากการเปรียบเทียบแบบคู่ที่สร้างมาแบบสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 ตัวอย่างซึ่งค่า R.I. นำเสนอโดย Saaty (1987) ดัง (Table 3)

Table 3 Random consistency index for $n = 6$ (criteria) and $n = 3$ (alternatives)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency index (R.I.)	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

6) การสังเคราะห์จะดำเนินการโดยพิจารณาผู้นำหนักที่ถูกสังเคราะห์ เพื่อคำนวณคะแนนรวมสำหรับแต่ละทางเลือก ทางเลือกที่มีคะแนนสูงสุดจะถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด โดยที่ทางเลือกด้านทำเลที่ตั้งจำนวน 3 แห่ง คือ แห่งที่ 1 (ALT2) ต.ปากแตรต อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี แห่งที่ 2 (ALT2) ต.เขาขลุง อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี และแห่งที่ 3 (ALT3) ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการวิเคราะห์ในการตัดสินใจคัดเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับโรงงานแห่งใหม่ ซึ่งเป็นเป้าหมายของ

การดำเนินการ โดยขั้นตอนต่อไปเป็นการเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง ด้วยการคัดกรองเลือกเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจในมุมมองต้นทุนด้านโลจิสติกส์จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน โดยการประยุกต์ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่ตรงต่อวัตถุประสงค์ของทางโรงงานฝึกและผลไม่เพื่อการส่งออก ซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 พบว่าเกณฑ์ที่โรงงานใช้ในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน ที่มีค่าเกิน 0.5 ประกอบไปด้วยเกณฑ์จำนวน 6 เกณฑ์ ดังนี้ 1) ต้นทุนการขนส่งสินค้า (transport cost)(C1) 2) ต้นทุนการเก็บรักษา

สินค้าคงคลัง (inventory holding cost)(C2)
 3) ต้นทุนการบริหารจัดการ (administration cost)
 (C3) 4) ต้นทุนวัตถุดิบ (raw material cost)(C4) 5)
 ต้นทุนด้านแรงงาน (cost of labor)(C5) และ 6) ความ
 พร้อมด้านสาธารณูปโภค (availability of facilities)
 (C6)

โดย (Figure 1) จะแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ เกณฑ์และทางเลือกสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโรงงานแห่งใหม่

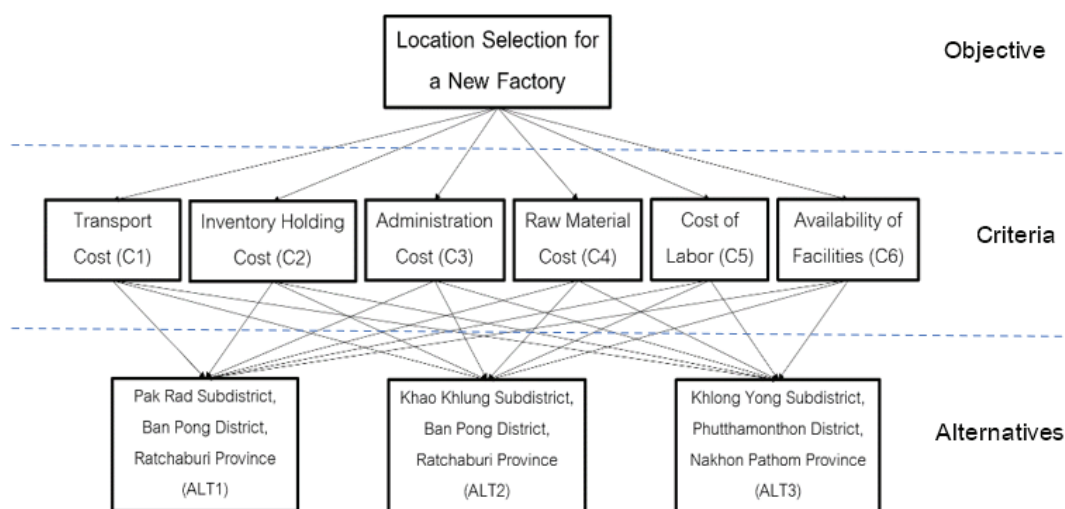


Figure 1 The Hierarchical Structure of Factory Location Selection

(Table 4) แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์จำนวน 6 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือก

ทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ที่มาจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านของโรงงาน

Table 4 Normalized matrix and priority with respect to six criteria assigned by experts

Criteria	Expert1	Expert2	Expert3	Criteria Weights	Priority
C1	0.407	0.408	0.380	0.398	1
C2	0.054	0.067	0.079	0.067	3
C3	0.069	0.059	0.056	0.061	4
C4	0.375	0.362	0.396	0.378	2
C5	0.051	0.059	0.054	0.055	5
C6	0.045	0.044	0.035	0.041	6
	$\lambda_{max}= 6.317;$ CI= 0.027; CR= 0.022	$\lambda_{max}= 6.605;$ CI= 0.121; CR= 0.098	$\lambda_{max}= 6.541;$ CI= 0.108; CR= 0.087		

ผลการวิเคราะห์ใน (Table 4) พบว่า ผลจากการตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานทั้ง 3 ท่าน มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparisons) นั้นสอดคล้องกัน และปราศจากอคติ โดยมีเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการขนส่งสินค้า (C1) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.398 อันดับที่สองจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.378 อันดับที่สามจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (C2) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.067 อันดับที่สี่จะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการบริหารจัดการ (C3) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.061 อันดับที่ห้าจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนด้านแรงงาน (C5) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.055 และอันดับที่หกจะเป็นเกณฑ์ทางด้าน

ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค (C6) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.041

การวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือกด้วยการพิจารณาเกณฑ์ที่กำหนดไว้แต่ละเกณฑ์ ดัง (Table 4) และจะพบว่าในแต่ละเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก จะมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน เช่นถ้าพิจารณาที่เกณฑ์ต้นทุนการขนส่ง (C1) เปรียบเทียบกับทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก จะพบว่า ทางเลือกที่ 3 (ALT3) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด แต่ถ้าพิจารณาที่เกณฑ์ต้นทุนวัตถุดิบ (C4) จะพบว่าทางเลือกที่ 1 (ALT1) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ดังนั้นจะดำเนินการวิเคราะห์คะแนนรวมสำหรับแต่ละทางเลือกจากเกณฑ์ทั้งหมด 6 เกณฑ์จะทำให้ทางเลือกที่มีคะแนนสูงสุดจะถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด ดัง (Table 5)

Table 5 Normalized comparison matrix for three possible factories according to each criterion

C1	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.120	0.273	0.111	0.168
ALT2	0.040	0.091	0.111	0.081
ALT3	0.840	0.636	0.778	0.751

$\lambda_{max}= 3.050$; CI= 0.025; CR= 0.043

C3	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT2	0.333	0.200	0.143	0.225
ALT3	0.333	0.600	0.429	0.454

$\lambda_{max}= 3.047$; CI= 0.023; CR= 0.040

C5	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT2	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT3	0.333	0.200	0.429	0.321

$\lambda_{max}= 3.000$; CI= 0.000; CR= 0.000

C2	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.429	0.600	0.333	0.454
ALT2	0.143	0.200	0.333	0.225
ALT3	0.429	0.200	0.333	0.321

$\lambda_{max}= 3.083$; CI= 0.041; CR= 0.071

C4	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.600	0.429	0.454
ALT2	0.111	0.200	0.429	0.247
ALT3	0.333	0.200	0.429	0.321

$\lambda_{max}= 3.082$; CI= 0.041; CR= 0.071

C6	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.600	0.143	0.359
ALT2	0.111	0.200	0.429	0.247
ALT3	1.000	0.200	0.429	0.543

$\lambda_{max}= 3.077$; CI= 0.038; CR= 0.066

Table 6 Composite weights (CW) for three possible factories

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Overall Priority
Criteria Weights	0.398	0.067	0.061	0.378	0.055	0.041	
ALT1	0.172	0.408	0.333	0.622	0.333	0.392	0.386
ALT2	0.081	0.258	0.212	0.258	0.333	0.261	0.189
ALT3	0.831	0.333	0.484	0.182	0.333	0.333	0.484

ผลการวิเคราะห์ทางเลือกใน (Table 6) พบว่า ทางเลือกที่สาม (ALT3) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.484 รองลงมาคือทางเลือกที่ 1 (ALT1) โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.386 และทางเลือกที่มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ทางเลือกที่ 2 (ALT2) โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.189 หรืออาจจะกล่าวได้ว่าค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ยของทางเลือก ALT3 > ALT1 > ALT2 ดังนั้นทางเลือกที่ 3 (ALT3) เป็นทางเลือกที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดในมุมมองด้านต้นทุนด้านโลจิสติกส์ ทางเลือกที่สามมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ดังนั้นผลการวิเคราะห์พบว่าทำให้ความสำคัญของเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างดีในการวิเคราะห์ AHP จะทำให้การประเมินมีความแม่นยำ และวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saaty and Ergu (2015) และ Kahraman *et al.* (2016) ได้เน้นความสำคัญของการกำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนด้วยวิธีการ AHP เพื่อให้แน่ใจว่ามีการเปรียบเทียบเกณฑ์และทางเลือก โดยมีการประเมินที่สอดคล้องกัน ซึ่งได้แนะนำว่าถ้าเกณฑ์ที่ไม่ชัดเจนหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่เหมาะสม อาจนำไปสู่ผลลัพธ์ต่อการตัดสินใจที่ไม่น่าเชื่อถือได้

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานในเขตจังหวัดราชบุรีและนครปฐม ด้วยการประยุกต์ใช้วิธี AHP พร้อมกับทำการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ พบว่าเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออก จะมีทั้งหมด 6 เกณฑ์ โดยมีเกณฑ์จำนวน 2 เกณฑ์ที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดสำหรับการตัดสินใจ จะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการขนส่งสินค้า (C1) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.398 และรองลงมาจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.378 ในส่วนของการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

แห่งใหม่จากการวิเคราะห์การหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกภายใต้แต่ละเกณฑ์ที่กำหนดพบว่าทางเลือกที่ 3 (ALT3) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.484 ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุด ในมุมมองด้านต้นทุนด้านโลจิสติกส์ โดยทางเลือกที่สามจะมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการเป็นสถานที่ตั้งโรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่

การวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) โรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออกควรมีการพิจารณาดำเนินการสำรวจเกณฑ์แบบพลวัตในระหว่างกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากต้นทุนด้านโลจิสติกส์และสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จากความผันผวนของตลาดหรืออิทธิพลจากภายนอก นอกจากนี้สามารถพิจารณาข้อมูลตามช่วงเวลาและดำเนินการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งให้เข้ากับเกณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป 2) เกณฑ์ที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากสำหรับช่วยในการตัดสินใจ พบว่าจะเป็นเกณฑ์ด้านต้นทุนขนส่งสินค้า (C1) และด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) ดังนั้นโรงงานควรพิจารณาในรายละเอียดเพิ่มเติมของเกณฑ์ทั้ง 2 ด้าน เช่น ด้านต้นทุนขนส่งจะสามารถประกอบไปด้วยต้นทุนขนส่งคงที่ ต้นทุนขนส่งผันแปร ต้นทุนขนส่งรวม และต้นทุนขนส่งเที่ยวกลับ ในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบสามารถประกอบไปด้วย การจัดการแหล่งวัตถุดิบ การจัดการแรงงาน และการจัดการซัพพลายเออร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 1) สามารถทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปรียบเทียบวิธีการ AHP กับวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Analysis: MCDA) แบบอื่นๆ เช่น ELECTRE, SAW, PROMETHEE และ TOPSIS เพื่อพิจารณาว่าวิธีการตัดสินใจแบบใดเหมาะสมที่สุด สำหรับสถานการณ์ที่ต้องการดำเนินการวิจัย 2) การศึกษาครั้งนี้นับเป็นการศึกษาเฉพาะด้วยวิธี AHP ซึ่งเป็นวิธีการที่เน้นที่วัตถุประสงค์เดียวเป็นหลัก อาจจะไม่สามารถ

วิเคราะห์ความซับซ้อนของการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งได้ทั้งหมด ซึ่งในสถานการณ์จริงอาจมีหลายวัตถุประสงค์ในการพิจารณาดำเนินการตัดสินใจขั้นสุดท้าย ดังนั้นจะต้องมีการวิจัยแนวทางแบบผสมผสานที่รวมวิธีการ AHP เข้ากับวิธีการตัดสินใจอื่นๆ เพื่อจัดการกับวัตถุประสงค์หลายๆ ด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) การวิจัยครั้งต่อไปสามารถดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการผสมผสานวิธีการ AHP กับเทคนิค MCDA แบบอื่นๆ เพื่อเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- Alosta, A., O. Elmansuri and I. Badi. 2021. Resolving a location selection problem by means of an Integrated AHP-RAFSI approach. *Reports in Mechanical Engineering* 2(1):135-142.
- Boardman Liu, L., P. Berger, A. Zeng and A. Gerstenfeld. 2008. Applying the analytic hierarchy process to the offshore outsourcing location Decision. *Supply Chain Management: An International Journal* 13(6):435-449.
- Brunelli, M. 2014. *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. Springer. New York City. p.83.
- Cinar, N. and S. S. Ahiska. 2009. A Decision support model for bank branch location selection. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering* 3(12):26-31.
- Gothwal, S. and R. Saha. 2015. Plant Location Selection of a Manufacturing Industry using Analytic Hierarchy Process Approach. *International Journal of Services and Operations Management* 22(2):235-255.
- Kahraman, C., E. Boltürk, S. Ç. Onar and K. Göztepe. 2016. Multiattribute warehouse location selection in humanitarian logistics using hesitant fuzzy AHP. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process* 8(2).
- Koç, E. and H. A. Burhan. 2015. An application of analytic hierarchy process (AHP) in a real world problem of store location selection. *Advances in Management and Applied Economics* 5(1):41-50.
- Mu, E., M. Pereyra-Rojas, 2017. Understanding the Analytic Hierarchy Process. *Practical Decision Making: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP) using Super Decisions*. pp7-22. in Springer. New York City.
- Muha, R. 2019. An overview of the problematic issues in logistics cost management. *Pomorstvo* 33(1):102-109.
- National Accounts Division. 2021. *Thailand's Logistics Report 2020*. N. Office of the National Economic and Social Development Council, ed, Bangkok. 29 p.
- National Accounts Division. 2022. *Thailand's Logistics Report 2021*. N. Office of the National Economic and Social Development Council, ed, Bangkok. 29 p.
- Pohit, S., D. B. Gupta, D. Pratap and S. Malik. 2019. Survey of literature on measuring logistics cost: A developing country's perspective. *Journal of Asian Economic Integration* 1(2):260-282.

- Rahman, M., M. Ali, U. Hossain and T. Mondal. 2018. Facility Location Selection for Plastic Manufacturing Industry in Bangladesh by using AHP Method. *International Journal of Research in Industrial Engineering* 7(3):307-319.
- Richards, G. 2014. *Warehouse Management-A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Cost in the Modern Warehouse*. Second Edition ed. Great Britain and the United States Kogan Page Limited. Kogan Page Limited. 352 p.
- Rushton, A., P. Croucher and P. Baker. 2022. *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Kogan Page Publishers.
- Saaty, R. W. 1987. The analytic hierarchy process - What it is and how it is used. *Mathematical Modelling* 9 (3-5):161-176.
- Saaty, T. L. 1994. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces* 24(6):19-43.
- Saaty, T. L. 2001a. Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex World. RWS publications. United States. 73 p.
- Saaty, T. L. 2001b. Fundamentals of the analytic hierarchy process. Pages 15-35 in *The analytic hierarchy process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Managing Forest Ecosystems*. Vol. 3. Springer, Dordrecht.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences* 1(1):83-98.
- Saaty, T. L. and D. Ergu. 2015. When is a decision-making method trustworthy? Criteria for evaluating multi-criteria decision-making methods. *International Journal of Information Technology & Decision Making* 14(06):1171-1187.