

## ตัวแบบการตัดสินใจเชิงภาษาแบบ 2-Tuple สำหรับปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเงื่อนไข กรณีศึกษา การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับอุตสาหกรรมเบเกอรี่

จรุงรัตน์ วรรณสิทธิ์<sup>1</sup> อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์<sup>2\*</sup> ชวลิต จินอนันต์<sup>3</sup>

Received: 31 October 2019; Revised: 25 December 2019; Accepted: 25 December 2019

### บทคัดย่อ

การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์นั้น เป็นปัญหาที่สำคัญและจำเป็นในการบริหารธุรกิจเบเกอรี่ เนื่องจากต้องทำการส่งสินค้าที่มีคุณภาพไปถึงมือลูกค้าอยู่เสมอ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบโมเดลการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดปัญหาการตัดสินใจไว้ว่า เป็นการตัดสินใจภายใต้หลายเงื่อนไข โดยเงื่อนไขเหล่านั้น มีลักษณะเป็นเงื่อนไขเชิงคุณภาพและมีการประมาณค่าด้วยตัวแปรเชิงภาษา โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากบริษัทผลิตเบเกอรี่แห่งหนึ่ง โดยทำการประเมินผู้ให้บริการโลจิสติกส์จำนวน 3 ราย ผลการวิจัยพบว่า ด้วยวิธีการนำเสนอข้อมูลการคำนวณด้วยเทคนิคการโมเดลข้อมูลด้วยวิธี 2-Tuple สามารถบอกลำดับของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ได้ โดยบริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์กรณีศึกษาที่ 3 เป็นตัวเลือกที่มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือ บริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์กรณีศึกษาที่ 1 และ บริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์กรณีศึกษาที่ 2 นอกจากนี้เทคนิค 2-Tuple ยังสามารถแก้ไขปัญหาการสูญเสียข้อมูลในกระบวนการแปลงค่าย้อนกลับ (Re-translation process) ได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ขยายองค์ความรู้ในเรื่องการตัดสินใจคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ในอุตสาหกรรมอาหารและเบเกอรี่ทั้งในด้านเงื่อนไขในการเลือกและตัวแบบการตัดสินใจ

**คำสำคัญ:** ตัวแบบการตัดสินใจเชิงภาษา, การคัดเลือกซัพพลายเออร์แบบหลายเงื่อนไข, ตัวแบบการตัดสินใจ 2-Tuple

\* Corresponding author: E-Mail: akkaranangroup@gmail.com

<sup>1</sup> วิทยาลัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยนานาชาติสแตมฟอร์ด

<sup>2</sup> หน่วยวิจัยวิศวกรรมโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทานระบบ คณะเทคโนโลยีการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

## A 2-Tuple Linguistic Decision Model for Multi-Criteria Decision-Making Problem Case Study of Selecting Logistics Service Provider in the Bakery Industry

Jarungrat Wannasit<sup>1</sup> Akkaranan Pongsathornwiwat<sup>2\*</sup> Chawalit Jeenanunta<sup>3</sup>

Received: 31 October 2019; Revised: 25 December 2019; Accepted: 25 December 2019

### Abstract

A logistic provider selection problem is one of the most important business issues in a bakery industry . The best supplier can generate the superior performances for a company .However, there is a lack of research investigating on this issue .The objective of this research is to develop a decision-making model for logistic provider selection problems in a bakery industry .This research formulates a decision-making situation as multiple-criteria decision making problem under linguistic variables. In order to do so, the research was corrected data from a case study company where produces a bakery for exporting to Japan and several countries .The sample set is three selected logistic provider companies where is working in logistics sector more than 15 years .These three companies as alternatives were evaluated from three expert, who is working in the company more than 10 years, with regard to each criterion. By applying a 2-Tuple linguistic representation and computation model, the results of this research show that the ranking of the case companies is that the case company “ 3 ” is the most preferable company regarding the evaluations from three evaluators . And the final ranking is that company 3 > company 1 > company 2 . Apart from the benefits of helping a decision-makers to easily making their decision, the 2-tuple model can overcome the loss of information which affects the consistency of the final ranking . This research provides new knowledge of how to make a decision under linguistic information environment in a bakery industry not only criteria for evaluation, but also a computational model for applying this proposed model to solving practical business issues.

**Keywords:** Logistic provider selection problem , Multiple-Criteria decision making problem, Bakery industry , Linguistic information ,2-Tuple model

---

\* Corresponding author: E-Mail: akkaranangroup@gmail.com

<sup>1</sup> Stamford International University

<sup>2</sup> Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยในปัจจุบันมีสถานะการแข่งขันที่สูงมากไม่แพ้อุตสาหกรรมอื่นๆ โดยเฉพาะกระแสบริโภคนิยมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปอยู่เสมอ ทำให้สินค้าประเภทอาหารที่ออกมาใหม่นั้น ต้องตรงกับความต้องการของตลาดผู้บริโภค อีกทั้งยังต้องมีนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อการปรับปรุงหรือเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้อาหาร เช่น รูปแบบอาหาร รูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ นอกจากนี้การขนส่งและการกระจายสินค้า เป็นอีกส่วนที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน เนื่องจากสินค้าต้องถึงมือผู้บริโภคด้วยความรวดเร็วและมีคุณภาพ รวมไปถึงราคาที่ถูกลงและเหมาะสม (สุจิตรา อุดลย์เกษม, 2556) จะเห็นได้ว่า หัวใจสำคัญในการทำธุรกิจเบเกอรี่นั้นคือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบแก่ผู้บริโภค การบริหารคุณภาพให้ได้ดีนั้น ต้องมีการบริหารตั้งแต่แหล่งกำเนิดเพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพระดับสูงได้ (Soh, 2010) ดังนั้น การควบคุมคุณภาพซัพพลายเออร์ จึงก้าวเข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการบริหารธุรกิจเบเกอรี่ในปัจจุบัน ซัพพลายเออร์จึงมีความสำคัญการให้บริการโลจิสติกส์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการโซ่อุปทานที่เพิ่มมูลค่าสินค้า โดยอาศัยการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังสถานที่ที่ลูกค้าต้องการ การเพิ่มประสิทธิภาพในกิจกรรมโลจิสติกส์เป็นสิ่งสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เพราะผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้องค์กรธุรกิจสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ ทั้งในด้านความรวดเร็วในการขนส่ง ความถูกต้องในการรับส่งสินค้า การตอบสนองต่อลูกค้า การลดต้นทุนการขนส่ง และการนำเสนอคุณภาพที่สูงให้แก่ลูกค้า อันจะนำมาซึ่งผลกำไรของบริษัทที่เพิ่มมากขึ้น (Chan, Kumar, Tiwari, Lau and Choy, 2008; Power, Sharafali and Bhakoo, 2007)

ปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ภายในบริษัททั่วไป มักจะคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์โดยวิธีประมูล (Bidding) หรือเป็นวิธีแบบง่าย โดยขึ้นกับความเห็นส่วนใหญ่และมีการให้คะแนนความสำคัญแบบง่าย ๆ เช่น เทคนิคการให้คะแนนน้ำหนักแบบง่าย (Simple-Additive Weighting Method) ด้วยข้อดี คือ ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก แต่ข้อเสีย คือ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมักจะมีค่าความเหมาะสมที่เกินจริง จึงเหมาะกับกรณีการวิเคราะห์อย่างหยาบ (อภิรดี สรสิสูตร, 2559) นอกเหนือจากนั้น ปัญหาการคัดเลือกซัพพลายเออร์นั้น ปัจจัยที่นำมาพิจารณาก็เป็นส่วนที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในปัจจุบันนั้น ทางผู้วิจัยพบว่าการพิจารณาจากต้นทุนเพียงอย่างเดียว (สถาพร โอภาสานนท์, 2556) ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมความต้องการของบริษัทในทุกด้าน เนื่องจากยังมีปัจจัย (Criteria) ด้านอื่นๆ อีกที่ต้องมาพิจารณา เช่น ความสามารถในการขนส่ง ความสามารถในการจัดหาสินค้า ตลอดจนลักษณะขององค์กรนั้นๆ ที่สามารถทำงานเข้ากันได้ เพื่อป้องกันปัญหาที่คาดไม่ถึงซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในอนาคตและอาจจะส่งผลเสียหายต่อบริษัท เช่น ความล่าช้าในการส่งมอบสินค้าหรือสินค้าเสียหายระหว่างการขนส่ง บริษัทจึงควรพิจารณาปัจจัยหลายด้านในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ อาทิ การตรงต่อเวลาในการส่งมอบสินค้า ระยะเวลาในการขนส่งและความปลอดภัยในการขนส่งสินค้าหากบริษัท ได้พิจารณาปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากต้นทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจอย่างรอบด้านแล้ว ก็ น่าจะช่วยให้บริษัทสามารถคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมได้ ซึ่งจะนำไปสู่การบรรลุกลยุทธ์การแข่งขันของบริษัทได้ดียิ่งขึ้น (ศุภลักษณ์ ใจสูง, 2555)

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุจิตรา เกษตรการุณย์ (2550) ได้ทำการศึกษาปัจจัยการเลือกใช้บริการจากภายนอกด้านบริการโลจิสติกส์โดยบุคคลที่ 3 (Third Party Logistic หรือ 3PL) ประเภทควบคุมอุณหภูมิในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย จากผู้ประกอบการอาหารแช่เยือกแข็งจำนวน 145 ราย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทุนจดทะเบียนมากกว่า 100 ล้านบาท เป็นผู้ประกอบการที่ผลิตและจัดจำหน่าย เป็นผู้ธุรกิจสัญชาติไทยที่มีระยะเวลาดำเนินงาน 10 ปี แต่ไม่ถึง 15 ปีและให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านคุณภาพของการให้บริการในระดับมากที่สุด อรวรรณ บุญทัศน์า (2557) ได้ทำการพัฒนาโมเดลสำหรับการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ กรณีศึกษา บริษัท ไทยโพลีคาร์บอเนต จำกัด เพื่อแก้ปัญหาพื้นที่จัดเก็บสินค้าก่อนข้างจำกัด จึงต้องมีการพิจารณาในด้านการจัดจ้างในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ จากปัญหาที่ได้กล่าวในข้างต้น ผู้ศึกษาโครงการ

จึงได้หาวิธีการในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยวิธีประเมินปัจจัย (Factor-Rating Method) ปุญญนุช อยู่รอด (2552) ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) มาแก้ปัญหาการคัดเลือกบริษัทขนส่งเงินที่ดีที่สุดสำหรับกรณีศึกษาธนาคารพาณิชย์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านความปลอดภัยมีความสำคัญเป็นอันดับแรก รองลงมา คือ แผนฉุกเฉินและความพึงพอใจของลูกค้า ตามลำดับ และบริษัท G4S เป็นบริษัทที่ดีที่สุดจากตัวเลือกทั้งหมด 4 บริษัท ศุภลักษณ์ ใจสูง (2555) ทำการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของบริษัท ฮานา ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน) ด้วยกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) เพื่อสร้างแบบจำลองในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มผู้ตัดสินใจเป็นผู้บริหารและพนักงานในแผนกโลจิสติกส์ของบริษัทฯ รวมทั้งสิ้น 6 ราย เก็บข้อมูลด้วยวิธีการเปรียบเทียบคู่โดยใช้แบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Expert Choice® ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่เสนอสามารถประยุกต์ใช้คัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของกรณีศึกษาได้และแบบจำลองยังสามารถระบุลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของกรณีศึกษา เกณฑ์หลักที่มีความสำคัญสูงสุดคือ ต้นทุน รองลงมาคือความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ การตอบสนอง ความมั่นคงทางการเงินและเทคโนโลยีสารสนเทศ และซัพพลายเชน ศรีสวรรณ์ (2559) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP ในปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ในการบริหารจัดการคลังสินค้าสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยความปลอดภัยของอาหารมีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากอุตสาหกรรมประเภทอื่นที่มักให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านการบริหารจัดการคลังสินค้าและด้านระบบ มีระดับความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ

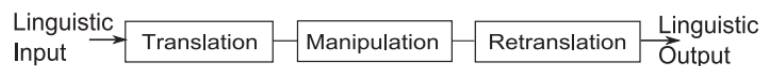
จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า สำหรับการแก้ปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ลักษณะ 3PL (Third-Party Logistics Providers) นั้น เป็นปัญหาการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making: MCDM) (Benyoucef and Xiaolan, 2003) โดยเทคนิคที่ใช้กันในปัจจุบันเพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทยนั้น ส่วนมากจะเน้นไปที่กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพราะเป็นวิธีการคำนวณที่ง่ายและเป็นระบบ ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ถือได้ว่า วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งให้มาตรวัดประเภทอัตราส่วนจากการเปรียบเทียบคู่ (Pairwise Comparison) ที่สามารถช่วยขจัดความไม่มียิ่งในการตัดสินใจได้ และมาตรวัดประเภทอัตราส่วนนี้ใช้แสดงลำดับความสำคัญของส่วนย่อยต่างๆ ในโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchical Structure) แต่อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าว ยังมีข้อเสีย คือ ความยุ่งยากในการคำนวณค่าจากกระบวนการตัดสินใจที่ละเอียด (อภิรดี สรสิสูตร, 2559) นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดที่เป็นปัญหาสำคัญส่งผลโดยตรงต่อความแม่นยำในการนำไปใช้แก้ปัญหากรณีหลักเกณฑ์หรือเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องนั้น เช่น คุณภาพการให้บริการ ประสิทธิภาพในการส่งมอบ ล้วนแต่มีลักษณะเชิงคุณภาพ (Qualitative variables) คือ ลักษณะที่ไม่สามารถวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ (Herrera & Martinez, 2000) ดังนั้น การนำแนวคิดตรรกะแบบคลุมเครือ หรือ Fuzzy logic (Zadeh, 1996) มาใช้โดยการนำมาใช้ประมาณค่าตัวแปรเชิงคุณภาพด้วยตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variables) นั้นจึงส่งผลต่อการพัฒนารูปแบบหรือโมเดลในการคำนวณตามหลักการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขหลายกฎเกณฑ์จึงมีการผนวกเข้ากับแนวคิดตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic) โดยนำเทคนิค AHP และ แนวคิดตรรกะแบบคลุมเครือ เรียกว่า Fuzzy-AHP ซึ่งเทคนิคดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรมสำหรับปัญหาประเมินและคัดเลือกซัพพลายเออร์ (Saaty, 2008; Yu, 2013) นิธิเดช กุหาทองสัมฤทธิ์ (2561) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค Fuzzy-AHP ในการแก้ปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ให้บริการโลจิสติกส์รายที่ 3 เป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และยังพบอีกว่า ปัจจัยด้านการประกันคุณภาพการบริการ ปัจจัยด้านต้นทุน ปัจจัยด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ ปัจจัยด้านความเอาใจใส่ลูกค้า ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ และปัจจัยด้านการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการเลือกผู้ให้บริการเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ปราโมทย์ ลีอนาม (2556) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบพัชชีสำหรับปัญหาในการจัดลำดับ

ความสำคัญของปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า เทคนิค Fuzzy-AHP สามารถจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยได้เป็นอย่างดี และ Chan, Kumar, Tiwari, Lau and Choy (2008) ได้ทำการนำเสนอโมเดลของการคัดเลือกซัพพลายเออร์ในระดับโลก (Global Supplier Selection Problem) โดยปัจจัยในการพิจารณานั้น จะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับด้านความเสี่ยง (Risks) ทำให้กระบวนการตัดสินใจนั้นตกอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของการตัดสินใจ ทางผู้วิจัยจึงได้นำเสนอกระบวนการพิจารณาซัพพลายเออร์ในระดับโลกด้วยเทคนิค Fuzzy-AHP ผลการศึกษา พบว่า เทคนิค Fuzzy-AHP สามารถทำการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยและสามารถเรียงลำดับของซัพพลายเออร์ได้เป็นอย่างดี จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถสรุปได้ว่า เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัชซี สามารถช่วยแก้ปัญหาความไม่แน่นอนของความคิดเห็นของมนุษย์หรือผู้ทำการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี เพราะมนุษย์จะมีความคลุมเครือ (Vagueness) เกิดขึ้นในกรณีที่ต้องการตัดสินใจเลือกภายใต้เงื่อนไขที่ไม่สามารถทำการวัดค่าออกมาได้ ทำให้ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัชซี (Fuzzy-AHP) ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการประเมินหาซัพพลายเออร์ที่เหมาะสมที่สุด ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ใช้การประเมินซัพพลายเออร์นั้น โดยทั่วไปและโดยส่วนมากจะมีลักษณะที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative variables) ซึ่งยากต่อการประเมินค่าเป็นตัวเลขที่แน่นอน เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวไม่มีลักษณะตัวแปรเชิงภาษา ดังนั้น คณะกรรมการประเมินจากผู้เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญ จะมีลักษณะความไม่แน่นอนของความหมายที่แท้จริง (Semantically linguistic uncertainty) เกิดขึ้น เนื่องจากไม่สามารถหาเสนอค่าดังกล่าวออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ (Herrera and Martinez, 2000) นอกจากนี้ การนำเทคนิค AHP มาใช้นั้น จะถูกจำกัดไปด้วยกรอบของการให้คะแนนจากผู้ประเมิน ซึ่งคะแนน (rating scale) จะถูกจำกัดที่ 9-point rating scale ทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ตลอดจนบางครั้งผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทำการประเมินอาจเกิดความสับสนในการให้คะแนนลักษณะเปรียบเทียบแบบคู่ได้ (อภิรดี สรสิสูตร, 2559) อีกทั้งขั้นตอนในการคำนวณนั้นแปรผันตรงกับจำนวนของตัวเลือก (Alternatives) สามารถกล่าวได้ว่า จำนวนตัวเลือกที่มากขึ้น จะทำให้มีปริมาณการคำนวณ (Computational Times) เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Soh, 2010; Vargas, 1990)

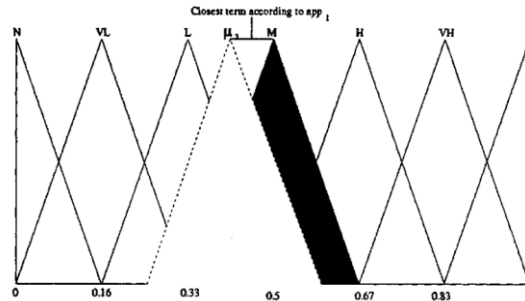
2. ถึงแม้ว่าการนำเทคนิคตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy-based computation) เข้ามาช่วยแก้ปัญหาในการประเมินค่าตัวแปรเชิงภาษาจะได้รับผลเป็นที่น่าพึงพอใจ อย่างไรก็ตามปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ปัญหาการสูญเสียข้อมูล (Information Loss) (เนื่องจากการที่ต้องทำการประเมินค่าตัวเลขจาก ตัวเลขฟัชซี) Fuzzy numbers มา ( ) เป็นตัวเลขจริงด้วยทฤษฎีการขยาย Extension principle (และกระบวนการแปลความหมายย้อนกลับ (Re-Translation process) ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณสุดท้าย ซึ่งก็คือ อันดับของตัวเลือก ) Ranking order (นั่นเอง (Herrera and Martinez, 2000; Huynh and Nakamori, 2005) (รูปที่ 1 และ 2 แสดงตัวอย่างของปัญหาการสูญเสียข้อมูลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแปลงค่าตัวเลขฟัชซีกลับมายังตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้น



รูปที่ 1 กระบวนการการคำนวณด้วยตัวแปรภาษา (Computing with Words) (Martinez and Herrera, 2012)

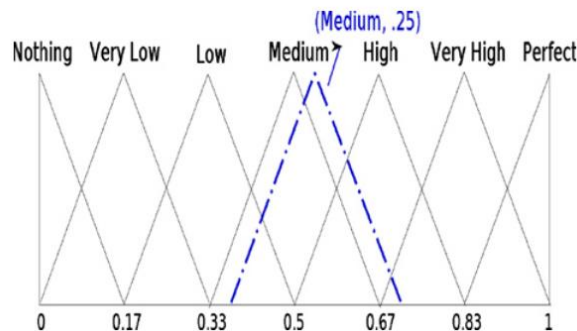
จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการการคำนวณด้วยตัวแปรภาษานั้น จะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ การแปลงค่าจากตัวแปรภาษาเป็นค่าตัวเลข (Translation) กระบวนการคำนวณ (Manipulation) และการแปลงค่าย้อนกลับจากค่าตัวเลข ตัวอย่างเช่น ตัวเลขฟัชซี มาเป็นตัวแปรภาษาเริ่มต้น (Re-Translation) โดยขั้นตอนการแปลงค่าในส่วนนี้เองที่ทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียข้อมูลเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ภายใต้การคำนวณบนเซตของตัวแปรเชิงภาษาทั้งหมด 7 ค่า (labels) ประกอบไปด้วย  $S = \{s_0: N, s_1: VL, s_2: L, s_3: M, s_4: H, s_5: VH, s_6: P\}$  ดังแสดงในรูปที่ 2 หลังจากที่ทำ

การคำนวณออกมาแล้วได้ ค่า  $\mu_2$  ที่เกิดขึ้นอยู่ระหว่างค่าตัวแปรเชิงภาษา  $s_2: L$  และ  $s_3: M$  จะต้องทำการประมาณค่า ว่า ค่า  $\mu_2$  ดังกล่าวอยู่ใกล้เคียงกับค่าใด ทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลเกิดขึ้น สำหรับการศึกษาค้นคว้าและหาข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาการศึกษาต่อได้ที่ งานวิจัยของ Herrera, F. and Martinez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. **IEEE Transactions on fuzzy systems**, 8(6), 746-752.



รูปที่ 2 กระบวนการการแปลงค่าย้อนกลับ (Re-Translation Process) (Herrena and Martinez, 2000)

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ได้มีการนำเสนอแนวคิดใหม่ เพื่อมาเป็นทางเลือกในการใช้ โดยเฉพาะกับปัญหาการคัดเลือกซัพพลายเออร์ ซึ่งมีกลุ่มนักวิจัยได้ทำการเสนอขึ้นมาว่า การคำนวณโดยตรงจากตัวแปรเชิงภาษา มีความสะดวกและแม่นยำมากกว่าเทคนิคอื่น ๆ โดยเทคนิคโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple นั้นได้รับความนิยมและมีหลายงานวิจัยได้ทำการทดสอบถึงความสะดวกและความแม่นยำในการคำนวณ โดยเทคนิคโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ได้ถูกเสนอขึ้นโดยนักวิจัยที่ชื่อ Herrena and Martinez (2000) ด้วยแนวคิดการแทนค่าตัวแปรเชิงภาษา ด้วยโมเดลแบบ 2-Tuple  $(S_\beta, S_\alpha)$  แทนการใช้ระบบตัวเลขแบบฟัซซี่ (Fuzzy number) โดยข้อดีของการนำเทคนิคโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ไปใช้นั้น พบว่า ด้วยระบบตัวเลขเชิงภาษาแบบ 2-Tuple สามารถทำการระบุค่าที่เกิดขึ้นจากการแปลงค่าย้อนกลับได้ เช่น (Medium, .25) ดังแสดงในรูปที่ 3 ทำให้สามารถป้องกันปัญหาการสูญเสียข้อมูล ด้วยข้อดีดังกล่าว เทคนิคโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ได้ถูกนำไปประยุกต์ในหลากหลายปัญหา เช่น ปัญหาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Huynh and Nakamori, 2011) การประเมินประสิทธิภาพของรถมอเตอร์ไซด์ยี่ห้อต่างๆ (Guo, Huynh and Nakamori, 2016) แต่อย่างไรก็ตาม ในปัญหาการคัดเลือกซัพพลายเออร์ในอุตสาหกรรมผลิตเบเกอรี่ ยังไม่พบการนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ ดังนั้น จากประโยชน์และข้อได้เปรียบของเทคนิคเชิงภาษาแบบ 2-Tuple จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมอาหารได้เป็นอย่างดี จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้



รูปที่ 3 การแสดงค่าภายใต้โมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple (2-Tuple Linguistic representation) (Martinez and Herrera, 2012)

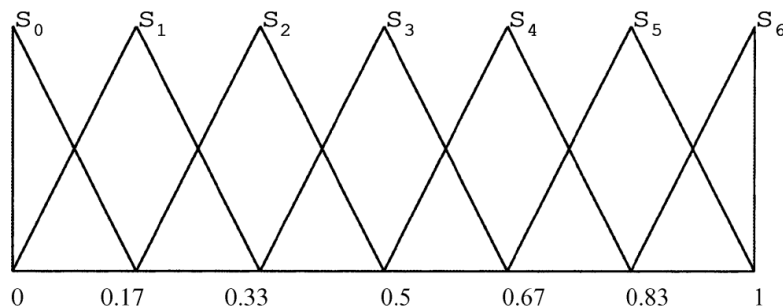
### 3. ตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variable)

ในการประเมินสมรรถนะของตัวเลือกหรือซัพพลายเออร์นั้น มีความจำเป็นต้องทำการพิจารณาเลือกค่าตัวแปรเชิงภาษาที่เป็นลักษณะค่าของตัวเลข หรือที่เรียกว่า ค่าฟังก์ชันสมาชิก (Membership Functions: MF) โดยค่า MF นั้นมีหลากหลายลักษณะรูปแบบเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นค่าฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม แบบสี่เหลี่ยม แบบ Gaussian เป็นต้น (Herrera & Martinez, 2000) ทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ได้ทำการแนะนำถึงการเลือกใช้ค่าฟังก์ชันสมาชิกไว้ว่า ต้องทำการเลือกให้เหมาะสมกับบริบทหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือต้องการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกค่าฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม เพราะเป็นที่นิยมและปัญหาที่นำมาแก้ไขนั้น ไม่ได้มีความซับซ้อนทางด้าน การแปลความหมายของตัวแปรเชิงภาษามากนัก นอกจากนั้นค่าตัวแปรเชิงภาษาที่ทางผู้ประเมินได้ทำการออกความคิดเห็นมานั้น เป็นลักษณะค่าตัวแปรที่ไม่ต่อเนื่องและไม่ขึ้นกับเวลา ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถอธิบายลักษณะการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ได้ (นิริเดช คูหาทองสัมฤทธิ์, 2561; Chan et. al., 2008) ดังนั้น ตัวแปรเชิงภาษาที่ถูกแทนค่าในรูปแบบของฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมนั้น จึงมีความเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดระดับของความแตกต่างในกลุ่มของความไม่แน่นอนในชุดตัวแปรภาษา (Chan et. al., 2008) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ไว้ดังนี้

$$S = \{s_0: W, s_1: VB, s_2: B, s_3: A, s_4: G, s_5: VG, s_6: E\}$$

ค่าความหมายของตัวแปร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$S = \{s_0 = Worst, s_1 = Very Bad, s_2 = Bad, s_3 = Average, s_4 = Good, s_5 = Very Good, s_6 = Excellence\}$   
โดยค่าฟังก์ชันสมาชิกของตัวแปรเชิงภาษา ได้ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 3 ค่าของฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมสำหรับตัวแปรเชิงภาษาในงานวิจัยนี้ (Huynh and Nakamori, 2005)

โดยตัวแปรเชิงภาษานั้น ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. บัจจัยหรือเงื่อนไขโอเปอเรเตอร์ทางลบ negation:  $Neg(s_i) = s_j$  ที่  $j = g - i$  มีเงื่อนไข  $s_i \leq s_j \Leftrightarrow i \leq j$

2. ค่าของฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยม (Triangular membership function) ได้ประยุกต์ค่าเชิงความหมายมาจากงานวิจัยของ Huynh and Nakamori (2005) คือ

$$W = (0,0,0.17) \quad VB = (0,0.17,0.33) \quad B = (0.17,0.33,0.5) \quad A = (0.33,0.5,0.67) \\ G = (0.5,0.67,0.83) \quad VG = (0.67,0.83,1) \quad E = (0.83,1,1)$$

โดยให้ความหมายของแต่ละตัวแปรเชิงภาษา (Labels) คือ W = แย่, VB = ต่ำมาก, B = ต่ำ, A = ปานกลาง, G = ดี, VG = ดีมาก, E = ยอดเยี่ยม จะแสดงผลในการประเมินประสิทธิภาพ (Performance Ratings) ของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในแต่ละราย ตารางที่ 1 แสดงค่าและความหมายของตัวแปรเชิงภาษาในการประเมินประสิทธิภาพ โดยผลที่ได้จากการประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญจะนำไปแปรผลจากการคำนวณในลำดับต่อไป

ตารางที่ 1 ตัวแปรเชิงภาษาและค่าความหมายในการประเมินประสิทธิภาพของผู้ให้บริการ

ตัวแปรภาษา	ค่าความหมายของประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์
$s_0 = Worst$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “แย่”
$s_1 = Very Bad$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ต่ำมาก”
$s_2 = Bad$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ต่ำ”
$s_3 = Average$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ปานกลาง”
$s_4 = Good$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ดี”
$s_5 = Very Good$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ดีมาก”
$s_6 = Excellence$	ประสิทธิภาพของผู้ให้บริการรายนั้นเมื่อเทียบกับเงื่อนไข อยู่ในระดับ “ยอดเยี่ยม”

#### 4. โมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple

โมเดลทางภาษาแบบ -2tuple เป็นข้อมูลทางภาษาโดยใช้คู่ของค่า  $(S, \alpha)$  โดยที่  $S$  เป็นเงื่อนไขของค่าตัวแปรเชิงภาษาที่กำหนดไว้ และ  $\alpha$  เป็นค่าตัวเลขที่แสดงถึงการแปลงค่าเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Translation)

**คำนิยาม 1** การแปลงค่าเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Translation) เป็นขั้นตอนการแปลงค่าของตัวเลขที่ได้รับ การประเมินในช่วง  $[0.5, 1]$  ที่สนับสนุน ระหว่างการ "ความแตกต่างของข้อมูล" ประมาณค่า  $\beta$  โดย  $\beta$  คือ ค่าของตัวแปรเชิงภาษาที่ถูกระบุค่าจากกระบวนการแปลงค่าย้อนกลับ ซึ่ง ค่า  $\beta$  ถูกประเมินในช่วงของการแจกแจง  $[0, g]$  ของเซตคำศัพท์ภาษา (linguistic term set)  $S = \{s_0, \dots, s_g\}$  ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงที่สุด (Round) ในเซตของตัวแปรเชิงภาษา  $\{s_0, \dots, s_g\}$  ซึ่ง ค่า 0 และ  $g$  แสดงถึงดัชนี (labels) ของตำแหน่งในเซตตัวแปรเชิงภาษาใน  $s_i$  โดย  $i$  เป็นดัชนีบอกตำแหน่งของตัวแปรเชิงภาษาในเซตของตัวแปรเชิงภาษาที่ถูกกำหนดขึ้น นอกจากนั้นค่าดัชนี  $i$  จะเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามาก (Ordering Variables) โมเดลนี้กำหนดเซตของฟังก์ชันเพื่ออำนวยความสะดวกในการคำนวณด้วยค่าทางภาษาแบบ 2-tuple โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้  $\beta \in [0, g]$  และ  $\beta \notin \{s_0, \dots, s_g\}$  (Herrera & Martinez, 2000)

**คำนิยาม 2** ให้เซตของตัวแปรเชิงภาษา  $S = \{s_0, \dots, s_g\}$  เป็นชุดคำศัพท์ทางภาษาเซตตัวแปรเชิงภาษา (linguistic term set)  $\bar{S}$  โดย  $\bar{S}$  เป็นเซตของตัวแปรเชิงภาษาที่ระบุดัชนี (Indices) ตามตำแหน่งของตัวแปรเชิงภาษาในเซตของตัวแปรเชิงภาษาที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งถูกกำหนดเป็น

$$S = \bar{S} \times [-0.5, 0.5]$$

ฟังก์ชันการเปลี่ยนค่า (Transformation Function)  $\Delta: [0, g] \rightarrow \bar{S}$  ถูกกำหนดโดย

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha) \text{ โดยที่ } \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, \alpha \in [-0.5, 0.5] \end{cases} \quad (1)$$

โดยที่ค่าประมาณ (round(.)) เป็นกระบวนการประมาณค่าโดยทั่วไป และให้ค่าจำนวนเต็มใกล้เคียงที่สุดแก่  $\beta$  ที่  $i \in [0, g]$  โดย  $i$  เป็นค่าดัชนีตำแหน่งของตัวแปรเชิงภาษาที่ถูกประมาณด้วยตัวคำนวณ (Aggregation Operators) และ  $\Delta$  คือ ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งแบบทั่วถึง (Bijective function) ในทางกลับกัน  $\Delta^{-1}: \bar{S} \rightarrow [0, g]$  ถูกกำหนดโดย  $\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha$  โดยที่  $\alpha$  เป็นค่าตัวเลขการแปลงเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Translation) ที่มีคุณสมบัติ  $\alpha \in [-0.5, 0.5]$

หลังจากทำการแปลงข้อมูลจากค่าตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้นมาให้อยู่ในรูปแบบของโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple  $(s_i, \alpha)$  แล้ว ขั้นตอนต่อมาที่สำคัญ คือ การคำนวณรวบรวมข้อมูลของค่าประสิทธิภาพ (Performance Ratings) ของผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็นต่อผู้ให้บริการโลจิสติกส์แต่ละรายเทียบกับเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งที่ต้องเน้นย้ำสำหรับการนำโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ไปใช้นั้น การแปลงค่าและการคำนวณโดยรวมนั้นจะอยู่ในลักษณะ



ค่าแบบ 2-Tuple  $(s_i, \alpha)$  เสมอ ด้วยความสำคัญดังกล่าว เทคนิคโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple จะสามารถช่วยให้แก้ปัญหาจากข้อมูลที่สูญหาย (Information Loss) ได้เป็นอย่างดี (Herrera & Martinez, 2000)

สำหรับการคำนวณรวบรวมข้อมูลของค่าประสิทธิภาพ (Performance Ratings) ผู้เชี่ยวชาญนั้น โมเดลทางภาษาแบบ 2-Tuple ได้กำหนดรูปแบบการคำนวณเชิงสัญลักษณ์ (symbolic computational model) ไว้หลายรูปแบบ (Herrera & Martinez, 2000) อย่างไรก็ตามสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ การนำโมเดลเชิงภาษาแบบจะทำการคำนวณด้วยตัวคำนวณแบบค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean Operator) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**คำนิยาม 3** กำหนดให้  $x = \{(s_i, \alpha), \dots, (s_n, \alpha)\}$  เป็นเซตของข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ 2-Tuple  $(s_i, \alpha)$  และตัวคำนวณ 2-Tuple แบบฟังก์ชันค่าเฉลี่ย โดยนิยามไว้ว่า

$$\bar{x} = \Delta \left( \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) \right) = \Delta \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i \right) \quad (2)$$

โดย  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยได้จากการคำนวณด้วยตัวคำนวณแบบฟังก์ชันค่าเฉลี่ยโดยทั่วไป สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยสำหรับ 2-tuples ขึ้นอยู่กับฟังก์ชัน  $\Delta$  และ  $\Delta^{-1}$  และเป็นการคัดค้าน (Negation Operator) การรวมหลายๆตัวดำเนินการ (Several Aggregation Operators) และการเปรียบเทียบระหว่างสองค่าทางภาษาแบบ 2-Tuple (Herrera & Martinez, 2000) ด้วยข้อได้เปรียบดังกล่าว การคำนวณด้วยโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple สามารถช่วยให้แก้ไขปัญหาของการสูญเสียข้อมูลได้ เมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยรวม (Overall Performance Rating) แล้ว จะทำการแปลงค่ากลับไปสู่ค่าตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้น ด้วยสมการที่ (1) แล้วทำการเรียงลำดับผลของการเลือกในลำดับต่อไป

## 5. การประยุกต์ใช้โมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple สำหรับปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในบริษัทจัดจำหน่ายแป้งสำหรับการผลิตเบเกอรี่

สำหรับปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์นั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของบริษัทผู้จัดจำหน่ายแป้งมันสำหรับการผลิตเบเกอรี่รายใหญ่แห่งหนึ่งในประเทศไทย ในการระบุขอบเขตของปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์นั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการระบุปัญหา (Problem Formulation) เป็นปัญหาการตัดสินใจภายใต้หลายเงื่อนไข และมีการประเมินประสิทธิภาพของซัพพลายเออร์ด้วยตัวแปรเชิงภาษาแบบ 7 ระดับ (ดังที่ได้อ้างอิงไว้ในส่วนที่ 2 ตัวแปรเชิงภาษา) โดยสำหรับกระบวนการคัดเลือคนั้น ทางบริษัทผู้จัดจำหน่ายแป้งมัน ได้ทำการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์มาแล้วเบื้องต้น (Pre-defined alternatives) โดยผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในขั้นตอนการดำเนินการคัดเลือคนั้น มีจำนวนทั้งหมด 3 ราย โดยคณะกรรมการประเมินประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์นั้น มาจากผู้เชี่ยวชาญด้านโลจิสติกส์ทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่ทำการคัดเลือกมานั้น จะเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับงานโลจิสติกส์ของบริษัทตัวอย่างทั้งหมด โดยประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านนั้น จะมีประสบการณ์ทำงานขั้นต่ำมากกว่า 10 ปีขึ้นไป และทำงานอยู่ในตำแหน่งระบบผู้บริหารขึ้นไป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านจะเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานและมีอำนาจในการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษาตัวอย่างอยู่เป็นประจำ ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการคัดเลือกมาจะเห็นภาพรวมและเข้าใจกระบวนการทำงานทั้งหมดของบริษัทตัวอย่างได้เป็นอย่างดี ตลอดจนจะมีประสบการณ์และรู้จักผู้ให้บริการโลจิสติกส์แต่ละรายเป็นอย่างดีอีกด้วย ทำให้สามารถลดความแตกต่างของประสบการณ์ทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่จะส่งผลกระทบต่อคะแนนประสิทธิภาพในการคัดเลือกผู้ให้บริการได้ (นิริเดช คูหาทองสัมฤทธิ์, 2561)

สำหรับหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่ใช้สำหรับประเมินคะแนนผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านนั้น ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกันเพราะจะส่งผลโดยตรงต่อคะแนนประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่ถูกประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการคัดเลือกจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำการประชุมสรุปกับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3

ท่าน เพื่อหาข้อสรุปของหลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งหลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินหลังจากประชุมร่วมกันแล้ว ประกอบไปด้วย 3 เงื่อนไข ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์และที่มาของเงื่อนไขที่ใช้ในคัดเลือกของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในกรณีศึกษาครั้งนี้

สัญลักษณ์	หลักเกณฑ์	ที่มา
C <sub>1</sub>	ความรวดเร็วในการให้บริการ (Responsiveness)	ช่อทิพย์ ศรีสุวรรณ (2559); นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์ (2561); สุธิดา เกษตรการุณย์ (2550).
C <sub>2</sub>	คุณภาพในการให้บริการ (Quality of services)	นิชชัชวาลย์ ศรีสุวรรณ (2559); นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์ (2561); สุธิดา เกษตรการุณย์ (2550).
C <sub>3</sub>	พื้นที่ที่ให้บริการ (Service areas)	Chan et al. (2008); ช่อทิพย์ ศรีสุวรรณ (2559); สุธิดา เกษตรการุณย์ (2550).

ตารางที่ 3 - 5 แสดงคะแนนประสิทธิภาพ (Performance Rating) ที่ได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

ตารางที่ 3 คะแนนประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
บริษัทที่ 1	B	G	A
บริษัทที่ 2	G	A	G
บริษัทที่ 3	VG	A	G

ตารางที่ 4 คะแนนประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
บริษัทที่ 1	A	G	G
บริษัทที่ 2	B	VG	G
บริษัทที่ 3	G	E	G

ตารางที่ 5 คะแนนประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
บริษัทที่ 1	B	A	VB
บริษัทที่ 2	G	A	VG
บริษัทที่ 3	E	G	G

ตารางที่ 3 – 5 จะเห็นได้ว่า เป็นผลคะแนนที่ทางผู้เชี่ยวชาญ (Experts) ได้ทำการลงคะแนนซึ่งเป็นคะแนนที่เกิดจากประสบการณ์ในการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ และทำการให้คะแนนในรูปแบบของตัวแปรเชิงภาษา ในส่วนของตัวแปรเชิงภาษาที่ทางผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็น จะแสดงถึงความไม่แน่นอนซึ่งซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรเชิงภาษานี้ ดังนั้น ในการทำการคำนวณทางเพื่อทำการตัดสินใจ โดยทั่วไปทางผู้วิจัยจะต้องทำการแปลงค่าตัวแปรเชิงภาษาให้มาอยู่ในรูปแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ก่อนจะทำการคำนวณในลำดับต่อไป

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค 2-Tuple ในการแปลงค่าตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Representation) และเป็นต้นแบบในการคำนวณ (Linguistic Computation) สำหรับแนวคิดคือ การคำนวณโดยตรงจากค่าตัวแปรเชิงภาษา (Direct Computation) เพื่อหลีกเลี่ยงกระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาการสูญหายของข้อมูล (Information Loss) ในกระบวนการให้ค่า (Assignment) และกระบวนการแปลงค่าย้อนกลับจากค่าตัวเลขมาสู่ค่าตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้น (Re-Translation) โดยการระบุค่าของเทคนิค 2-Tuple จะทำการแปลงค่าตัวแปรเชิงภาษาให้อยู่ในรูปแบบของ 2 ค่า ประกอบด้วย ค่าตัวแปรเชิงภาษา (S) และค่าความต่างจากค่าตัวแปรเชิงภาษา ( $\alpha$ ) (Herrera & Martinez, 2000) ของคะแนนประสิทธิภาพจากความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่าน ดังแสดงในตารางที่ 6 – 8 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 คะแนนประสิทธิภาพในรูปแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน			ค่าผลรวมคะแนนแบบเฉลี่ย
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
บริษัทที่ 1	(S <sub>2</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>3</sub> , 0)	3.00
บริษัทที่ 2	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>3</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	3.67
บริษัทที่ 3	(S <sub>5</sub> , 0)	(S <sub>3</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	4.00

ตารางที่ 7 คะแนนประสิทธิภาพในรูปแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน			ค่าผลรวมคะแนนแบบเฉลี่ย
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
บริษัทที่ 1	(S <sub>3</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	3.67
บริษัทที่ 2	(S <sub>2</sub> , 0)	(S <sub>5</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	3.67
บริษัทที่ 3	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>6</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	4.67

ตารางที่ 8 คะแนนประสิทธิภาพในรูปแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2 Tuple จากผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	เงื่อนไขในการประเมิน			ค่าผลรวมคะแนนแบบเฉลี่ย
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	
บริษัทที่ 1	(S <sub>2</sub> , 0)	(S <sub>3</sub> , 0)	(S <sub>1</sub> , 0)	2.00
บริษัทที่ 2	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>3</sub> , 0)	(S <sub>5</sub> , 0)	4.00
บริษัทที่ 3	(S <sub>6</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	(S <sub>4</sub> , 0)	4.67

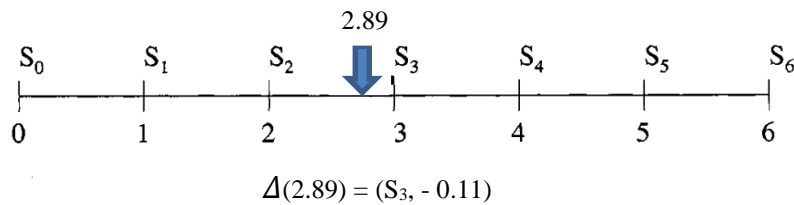
ตารางที่ 6 – 8 แสดงการคำนวณผลรวมแบบค่าเฉลี่ยด้วยตัวแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple ทำให้ทราบ

ผลรวมของคะแนนการประเมิน ( $C_j$ ) ของแต่ละผู้ให้บริการตามเงื่อนไขต่างๆ โดยหลังจากทำการแปลงค่าจากตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้นให้มาอยู่ในรูปแบบของ 2-Tuple แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะทำการคำนวณค่าของตัวแปรที่เป็นค่าของประสิทธิภาพของแต่ละผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ดังแสดงในตารางที่ 9 ก่อนทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเพื่อทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไป

ตารางที่ 9 ผลคะแนนรวมและแปลงค่าในรูปแบบโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์	คะแนนรวมจากผู้เชี่ยวชาญ ( $E_k$ )			ค่าผลรวมคะแนนแบบเฉลี่ย
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha)$
บริษัทที่ 1	3.00	3.67	2.00	$\Delta(2.89) = (S_3, -0.11)$
บริษัทที่ 2	3.67	3.67	4.00	$\Delta(2.78) = (S_3, -0.22)$
บริษัทที่ 3	4.00	4.67	4.67	$\Delta(4.45) = (S_5, -0.55)$

ตารางที่ 9 แสดงผลการคำนวณโดยรวมจากผลรวมเฉลี่ยแบบ 2-Tuple โดยตัวอย่างของการคำนวณค่า  $\Delta(\beta) = (s_i, \alpha)$  ของบริษัทที่ 1 คือ  $\Delta\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n \beta_i\right) = \Delta\left(\frac{1}{3}(3.00 + 3.67 + 2.00)\right) = \Delta(2.89)$  หลังจากนั้น ค่า  $\Delta(2.89)$  จะถูกทำการประมาณค่าด้วยสมการที่ (1) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การคำนวณการเปลี่ยนค่าตัวแปรภาษาเชิงสัญลักษณ์ (A symbolic translation computation)

ค่า  $\Delta(2.89)$  จะถูกเทียบเคียงกับค่าดัชนีเชิงสัญลักษณ์ที่ถูกเรียงลำดับจากน้อยไปหามากตามตำแหน่งของเซตของตัวแปรเชิงภาษาที่ได้ถูกกำหนดไว้ จากรูปที่ 4 ค่า  $\Delta(2.89)$  เมื่อทำการประมาณค่าแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีตำแหน่งสัญลักษณ์ตำแหน่งที่ 3 ดังนั้น ค่า  $(s_i) = (s_3)$  และค่า  $(\alpha) = 2.89 - 3.00 = -0.11$  โดยเครื่องหมาย - แสดงถึงตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่ทางซ้ายของ  $S_3$  ดังแสดงค่า  $\Delta(2.89) = (S_3, -0.11)$  ในตารางที่ 9

จากผลการคำนวณ จะเห็นได้ว่า บริษัทที่ 3 นั้น มีคะแนนประสิทธิภาพการประเมินสูงที่สุด ( $S_5, -0.55$ ) รองลงมา คือ บริษัทที่ 1 ( $S_3, -0.11$ ) และบริษัทที่ 2 ( $S_3, -0.22$ ) ตามลำดับ ทำให้สามารถทำการสรุปได้ว่า ลำดับผลของการเลือกเรียงตามลำดับค่าของตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้น (Initial Linguistic Performances) คือ

$$\text{บริษัทที่ 3} > \text{บริษัทที่ 2} > \text{บริษัทที่ 1}$$

ดังนั้น บริษัทกรณีศึกษาตัวอย่าง ควรทำการเลือกบริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์บริษัทที่ 3 เพราะมีความสามารถสูงมากที่สุด เมื่อเทียบกับคะแนนความสามารถและประสิทธิภาพของบริษัทอื่นๆ

อย่างไรก็ดี ในงานวิจัยครั้งนี้ทำการรวมผลด้วยค่าเฉลี่ย (Averaging Operator) ซึ่งเป็นตัวรวมผลค่าประสิทธิภาพที่ง่ายแต่ได้รับความนิยมมาก (Huynh, Yan & Nakamori, 2010) อย่างไรก็ตาม ยังมีตัวรวมผล (Aggregation Operators) ของค่าประสิทธิภาพตัวเลือกอีกมาก เช่น การคำนวณผลรวมเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

(Weighting Average Operator) ซึ่งทางผู้วิจัยจะทำการศึกษาเพิ่มเติมในลำดับต่อไป เพราะลักษณะของตัวรวมผล (Properties) ที่ต่างกันจะส่งผลต่อลำดับของการเลือก เป็นเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษาต่อในอนาคต

## 6. อภิปรายผลและบทสรุป

จากผลการทดลองด้วยโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple นั้นสามารถสรุปได้ว่า บริษัทกรณีศึกษา ควรเลือกบริษัท ผู้ให้บริการโลจิสติกส์บริษัทที่ 3 ในการดำเนินธุรกิจด้วย โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของโมเดลในการตัดสินใจ ในแบบ AHP และ Fuzzy-AHP แล้วพบได้ว่า เทคนิคการตัดสินใจด้วยโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple นั้น สามารถช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจมีความยืดหยุ่น (Flexible Frameworks) ในกระบวนการตัดสินใจมากขึ้น จะเห็นได้จาก เซ็ตของ ตัวแปรเชิงภาษาที่ใช้ในการประเมินนั้น มีค่าของตัวแปร 7 ค่า แต่เทคนิค AHP นั้นจะถูกจำกัดไปด้วยกรอบของการให้ คะแนนจากผู้ประเมิน ที่ 9 ค่า ทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่นๆได้ง่ายมากนัก นอกจากนี้ การให้ คะแนนประสิทธิภาพยังมีลักษณะของการให้คะแนนแบบทั่วไปซึ่งต่างจาก AHP ที่ต้องทำการเปรียบเทียบแบบคู่ ทำให้ ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทำการประเมินลดความสับสนในการให้คะแนนประสิทธิภาพลง และมีความรู้สึกง่ายต่อการประเมิน มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของโมเดลในการตัดสินใจแบบ 2-Tuple กับ เทคนิค Fuzzy-AHP เนื่องด้วยข้อจำกัดของลักษณะของข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวมมา อย่างไรก็ตามเทคนิคโมเดลเชิง ภาษาแบบ 2 Tuple และเทคนิคแบบ Fuzzy-AHP นั้น จะมีรูปแบบของการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการที่เหมาะสมที่สุด จากคะแนนรวมทางเลือกที่มากที่สุดเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามสิ่งที่ได้จากการประยุกต์ใช้นั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ต่อได้และตรงกับสภาพความเป็นจริง เพราะทางผู้วิจัยได้นำเอาผลการศึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านที่ได้ลง ความเห็นว่า มีความพึงพอใจกับผลของลำดับของผู้ให้บริการโลจิสติกส์หรือไม่ ผลที่ได้คือ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีความ พึงพอใจกับลำดับของการคัดเลือกผู้ให้บริการ

นอกจากนั้น ด้วยข้อดีของเทคนิค 2-Tuple จะเห็นได้ว่า สามารถทำการช่วยประเมินประกอบการตัดสินใจได้ ง่ายมากขึ้น ในกรณีของค่าตัวแปรเชิงภาษาเริ่มต้นมีค่าที่เท่ากัน (หลังจากการแปลงค่าจาก 2-Tuple กลับมายังค่าตัว แปรเชิงภาษาเริ่มต้น) ตัวอย่างเช่น ค่าของประสิทธิภาพและคะแนนความสามารถของบริษัทที่ 1 และ บริษัทที่ 2 มีค่าที่ เท่ากัน คือ  $S_3$  ดังนั้น จะทำให้เกิดความยากในการตัดสินใจได้ว่า บริษัทซัพพลายเออร์ใดที่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพมาก ที่สุด นี่คือตัวอย่างของการเกิดปัญหาการสูญหายของข้อมูลที่เกิดจากกระบวนการแปลงค่าย้อนกลับ (Re-Translation Process) ดังนั้น เมื่อทำการประยุกต์ใช้เทคนิค 2-Tuple แล้วค่าความต่างของตัวแปรเชิงภาษาจากการย้อนกลับ เมื่อ เทียบค่าของตัวแปรเชิงภาษาที่ได้นิยามไว้นั้น จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถทำการตัดสินใจได้ง่ายมากขึ้น เพราะ สามารถทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างได้ ดังแสดงในตารางที่ 9 ค่าคะแนนความสามารถของบริษัทที่ 1 และ บริษัทที่ 2 คือ ( $S_3, -0.11$ ) และบริษัทที่ 2 ( $S_3, -0.22$ ) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าความต่างที่ได้ทำการบ่งชี้ไว้หลังตัว แปรเชิงภาษานั้น สามารถบ่งบอกปริมาณค่าของคะแนนความสามารถได้เป็นอย่างดี จากตัวอย่างที่ได้นำเสนอไปนั้น จะพบว่า บริษัทที่ 1 จะมีคะแนนความสามารถที่มากกว่าบริษัทที่ 2 เพราะค่าความต่างอยู่ใกล้กับค่ากลางของตัวแปร เชิงภาษา ( $-0.11 > -0.22$ ) จากค่าความต่างดังกล่าวนี้ สามารถทำการสรุปได้ว่า บริษัทที่ 1 มีค่าคะแนนความสามารถ ที่มากกว่าบริษัทที่ 2 นี่เป็นข้อดีของเทคนิค 2-Tuple ที่สามารถเข้ามาช่วยจัดการอุปสรรคจากปัญหาการใช้ทฤษฎี ตรรกะคลุมเคลือ (Fuzzy-based computation) ในการคำนวณตัวแปรเชิงภาษาที่ส่งผลต่ออันดับการตัดสินใจเลือก ตัวเลือกที่ดีที่สุดในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมเบเกอรี่ในครั้งนี้ ช่วยเพิ่มทางเลือกของรูปแบบโมเดลการตัดสินใจที่มีหลายเงื่อนไขได้มีประสิทธิภาพมาก ยิ่งขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เป็นตัวต้นแบบสำหรับปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ดังนั้น ยังต้องการ งานวิจัยอีกจำนวนมากในการพัฒนาตัวต้นแบบ ตลอดจนการทดลองอีกหลายการทดลองที่ครอบคลุมทุกมุมมองของ ปัญหาให้เสมือนจริงมากที่สุด ทั้งในเรื่องปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน และตัวต้นแบบในการคำนวณ หรือ Aggregation

Operator สำหรับโมเดลเชิงภาษาแบบ 2-Tuple อีกทั้งยังต้องการทดสอบความสามารถในการประยุกต์ใช้ในปัญหาแบบ มีหลายความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลตัวแปรเชิงภาษาแบบเป็นช่วง ซึ่งเป็น ปัญหาที่เรียกว่า Multiple Experts Multiple-Criteria Decision Making with interval linguistic information ซึ่งเป็น หัวข้อที่น่าสนใจสำหรับพัฒนาต่อในอนาคต (Martinez and Herrera, 2012; Wang and Hao, 2006)

## เอกสารอ้างอิง

- ช่อทิพย์ ศรีสุวรรณ. (2559). การใช้การวิเคราะห์แบบมีลำดับชั้นในการวิเคราะห์ปัจจัยและเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ลำดับที่ 3 สำหรับการบริหารจัดการคลังสินค้าอุตสาหกรรมอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี
- นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์. (2561). การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ แบบฟัซซี่ :กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ยาง. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 6(2),182-193
- บุญยง อรุณอด. (2552). การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในการคัดเลือกบริษัทขนส่ง: กรณีศึกษาธนาคาร พาณิชย์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ
- ปราโมทย์ ลือนาม. (2556). การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่: แนวความคิดและการประยุกต์. วารสารการจัดการสมัยใหม่, 11(1), 1-12
- สุจิตรา อุดมย์เกษม. (2556). โปรแกรมประยุกต์เพื่อรับส่งการผลิตและวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตเบเกอรี่. **Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)**, 6(2), 1037-1046.
- สุจิตรา เกษตรการณย์. (2550). ปัจจัยการเลือกผู้ใช้ผู้ให้บริการภายนอก ด้านการให้บริการโลจิสติกส์โดยบุคคลที่ 3 ประเภทควบคุมอุณหภูมิ ในอุตสาหกรรมอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ
- สถาพร โอภาสานนท์. (2556). การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์. วารสารบริหารธุรกิจ, 36(140), 5-9
- ศุภลักษณ์ ใจสูง และ อติศักดิ์ ธีรานุพัฒนา. (2555). การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของบริษัท ฮานา ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน) โดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP). วารสารบริหารธุรกิจ, 35(134), 65-89
- อรรวรรณ บุญทัศน์นา. (2557). การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ กรณีศึกษา บริษัท ไทยโพลีคาร์บอเนต จำกัด . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ
- Banomyong, R., and Supatn, N. (2011). Selecting logistics providers in Thailand: a shippers' perspective. **European Journal of Marketing**, 45(3), 419-437
- Benyoucef, D.H. and Xiaolan, X. (2003). **Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods**. New York, NY :McGraw-Hill.
- Chan, F. T. S., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. W., & Choy, K. L. (2008). Global supplier selection: a fuzzy AHP approach. **International Journal of Production Research**, 46(1), 3825-3857.
- Guo, W. T., Huynh, V. N., & Nakamori, Y. (2016). A proportional 3-tuple fuzzy linguistic representation model for screening new product projects. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, 25(1), 1-22.
- Herrera, F. and Martinez, L. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. **IEEE Transactions on fuzzy systems**, 8(6), 746-752.

- Herrera, F. and Martinez, L. (2000). An approach for combining linguistic and numerical Information based on the 2-tuple fuzzy linguistic representation model in decision-making. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 8(05), 539-562.
- Herrera, F. and Martinez, L. (2001). The 2-tuple linguistic computational model: advantages of its linguistic description, accuracy and consistency. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 9(supp01), 33-48.
- Huynh, V. N., & Nakamori, Y. (2005). A satisfactory-oriented approach to multiexpert decision-making with linguistic assessments. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 35(2), 184-196.
- Huynh, V. N., Yan, H. and Nakamori, Y. (2010). A target-based decision-making approach to consumer-Oriented evaluation model for Japanese traditional crafts. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 57(4), 575-588.
- Huynh, V. N., and Nakamori, Y. (2009). A linguistic screening evaluation model in new product development. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58(1), 165-175.
- Martinez, L. and Herrera, F. (2012). An overview on the 2-tuple linguistic model for computing with words in decision making: Extensions, applications and challenges. *Information Sciences*, 207, 1-18.
- Power, D., Sharafali, M., & Bhakoo, V. (2007). Adding value through outsourcing: Contribution of 3PL services to customer performance. *Management Research News*, 30(3), 228-235.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Soh, S. (2010). A decision model for evaluating third-party logistics providers using fuzzy analytic hierarchy process. *African Journal of Business Management*, 4(3), 339-349.
- Vargas, L.G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its application, *European Journal of Operational Research*, Vol .48, no .1.
- Wang, J. H. and Hao, J. (2006). A new version of 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing \ with words. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 14(3), 435-445.
- Yu, P. L. (2013). Multiple-criteria decision making: concepts, techniques, and extensions (Vol.30). **Springer Science & Business Media**.
- Zadeh, L. A. (1996). **Fuzzy sets**. In: **Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Systems: Selected 'Papers by Lotfi A Zadeh**. World Scientific.