การเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบฟัซซี่เกรย์

สิรางค์ กลั่นคำสอน*
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230

* *Corresponding Author: sirang@eng.src.ku.ac.th*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ :
รับเพื่อพิจารณา : 11 สิงหาคม 2565
แก้ไข : 18 ตุลาคม 2566
ตอบรับ : 21 พฤศจิกายน 2566
DOI: 10.14456/kmuttrd.2023.22

คำสำคัญ : ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ /ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ / การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ / เลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม

บทคัดย่อ

ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เป็นธุรกิจที่ดำเนินการซื้อขายสินค้าและบริการผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่ต้องการระบบการจัดการโลจิสติกส์และเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ด้วยเหตุนี้ จึงมีผู้ให้บริการโลจิสติกส์หลายรายที่ได้พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้เชื่อมโยงกับระบบการจัดการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ งานวิจัยนี้นำเสนอการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์แบบฟัซซี่ ผลการศึกษา พบว่า ผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จะคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มีค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ที่มากที่สุด ทั้งนี้ ปัจจัยหลักในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ประกอบด้วย การขนส่ง ความสามารถในการจัดการข้อมูล ระดับการบริการ และการจัดการคลังสินค้า

Selection of Logistics Service Provider for E-Commerce by using Fuzzy Grey Relational Analysis

Sirang Klankamsorn*
Kasetsart University Sriracha Campus, Sriracha, Chonburi 20230

** Corresponding Author: sirang@eng.src.ku.ac.th*
Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering.

Article Info

Article History:
Received: August 11, 2022
Revised: October 18, 2023
Accepted: November 21, 2023
DOI: 10.14456/kmuttrd.2023.22

Keywords :
E-Commerce /
Logistics Service Provider /
Grey Relational Analysis /
Triangular Fuzzy Number

Abstract

E-commerce is a business that sells goods and services via computer networks and electronic media, which requires efficient logistics and operational technology. For this reason, many logistics service providers have developed technology to link with electronic commerce management systems. This research presents the selection of logistics service providers for entrepreneurs in E-commerce businesses using fuzzy grey relational analysis. The results of the study revealed that entrepreneurs in the E-commerce business would select logistics service providers with the highest grey relationship grade. The main factors in selecting logistics service providers consist of transportation, data management capabilities, service level and warehouse management.

1. บทนำ

ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (หรือ E-commerce) เป็นธุรกิจที่มีการเติบโตสูงในปัจจุบันโดยเป็นธุรกิจที่ดำเนินการซื้อขายสินค้าและบริการผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่นิยมทั่วไปคือการซื้อขายผ่านเว็บไซต์ (Website) หรือแอพพลิเคชั่น (Application) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) สินค้าที่มีการซื้อขายผ่านธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ อาทิเช่น สินค้าอุปโภคบริโภค สินค้าอุตสาหกรรม สินค้าทางการเกษตร รวมไปถึง การบริการลูกค้าในรูปแบบของสินค้าดิจิทัล (Digital goods) อาทิเช่น การจำหน่ายบัตรโดยสาร บริการสาธารณูปโภค การสื่อสารและนันทนาการ หรือบริการธนาคาร เป็นต้น

ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้ 1) ธุรกิจ B2C (Business to Consumer) คือการทำธุรกิจซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้จำหน่ายและผู้บริโภค 2) ธุรกิจ B2B (Business to Business) คือ การซื้อขายระหว่างธุรกิจต่อธุรกิจด้วยกันเองเป็นกรณีที่นำสินค้าจากผู้ผลิตไปจำหน่ายให้ร้านค้าส่งหรือร้านค้าปลีกเพื่อจำหน่ายต่อยังผู้บริโภค 3) ธุรกิจ B2G (Business to Government) คือการทำธุรกิจระหว่างผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายร่วมกับภาครัฐตามสัญญาจัดซื้อจัดจ้าง 4) ธุรกิจ C2C (Consumer to Consumer) คือการทำธุรกิจซื้อขายกันเองตามข้อตกลงระหว่างผู้บริโภคและผู้บริโภค 5) ธุรกิจ G2C (Government to Consumer) คือการทำธุรกิจซื้อขายกันระหว่างภาครัฐและผู้บริโภค และ 6) ธุรกิจ G2G (Government to Government) คือการทำธุรกิจซื้อขายกันระหว่างภาครัฐและภาครัฐ [1]

ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ (Logistics service provider หรือ (LSP) เป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะผู้ประกอบการที่มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ หน้าที่ที่สำคัญของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ประกอบด้วย การจัดการระบบโลจิสติกส์ในองค์กร บริการขนส่งสินค้า บริการบรรจุภัณฑ์รวมถึงการขนถ่ายลำเลียง บริการจัดการคลังสินค้า ขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ บริการนำเข้าและส่งออกรวมถึงพิธีการศุลกากร ประเภทการขนส่งโดยทั่วไปประกอบด้วย ทางบก ทางน้ำ ทางอากาศและทางรางหรือให้บริการขนส่งหลายรูปแบบที่เชื่อมโยงกัน ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ถูกแบ่งประเภทตามระดับการให้บริการ ดังนี้ 1) 1PL (First-Party LSP) เป็นกรณีที่ผู้ผลิตทำการจัดการระบบการขนส่งและจัดการระบบโลจิสติกส์เองภายในองค์กร 2) 2PL (Second-Party LSP) คือ ผู้ให้บริการขนส่งสินค้าหรือบริการโลจิสติกส์ที่มีสินทรัพย์ในการขนส่งเอง 3) 3PL (Third-Party LSP) คือ ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ทั้งการบรรจุ การคลัง การขนส่ง การกระจาย และพิธีการศุลกากรของการดำเนินงานทั้งหมด บางส่วนหรือการเชื่อมโยงกับยานพาหนะรูปแบบต่าง ๆ 4) 4PL (Fourth-Party LSP) คือ ผู้ให้คำปรึกษาด้านระบบการจัดการโลจิสติกส์ ทั้งด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือการวางแผนกลยุทธ์การดำเนินงาน และ 5) 5PL (Fifth-Party LSP) คือ ผู้ให้บริการพัฒนาเครือข่ายฐานข้อมูลและเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ภายในองค์กรเพื่อการค้าเชิงพาณิชย์หรือการจัดการโครงข่ายโซ่อุปทานแบบครบวงจร [2-3]

ลูกค้าถือว่าเป็นผู้มีบทบาทสำคัญสูงสุดในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยความพึงพอใจของลูกค้าขึ้นกับประสิทธิภาพของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่นำส่งสินค้าจากผู้ขายมายังลูกค้า [4-5] ทั้งนี้ ธุรกิจ B2C และธุรกิจ B2B เป็นฐานลูกค้าหลักของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ [6] งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ถูกนำเสนอใน [7-10] โดยพบว่าปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของลูกค้าที่สำคัญ อาทิเช่น ลักษณะทางกายภาพของยานพาหนะหรืออุปกรณ์ของการขนส่ง คุณภาพการบริการลูกค้าและการแก้ไขปัญหาจากการบริการ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการบริการ ชื่อเสียงบริษัท ความยืดหยุ่นของการนัดหมาย การจัดส่งตรงเวลา ความเต็มใจในการช่วยเหลือลูกค้า การรับประกันสินค้าเสียหาย การสื่อสาร ความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการ รูปแบบการชำระเงินค่าขนส่ง และการจูงใจให้ลูกค้ากลับมาใช้บริการใหม่ เป็นต้น

การเติบโตของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นกับการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการระบบข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ดังแสดงใน [6-7] ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของระบบสารสนเทศจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการบริการลูกค้า งานวิจัยของ [11] แสดงแนวโน้มของเทคโนโลยีธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมโยงกับผู้ให้บริการโลจิสติกส์ประกอบด้วย การใช้เทคโนโลยี Cloud Computing (Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service, Infrastructure-as-a-Service และ Supply Chain-as-a-Service), Mobile Applications, Big Data และ Social Networks นอกจากนี้แล้ว ในงานวิจัยของ [12] แสดงการบูรณาการสารสนเทศระบบโลจิสติกส์เข้ากับ

การทำการค้า การจัดซื้อและการขนส่งที่ประกอบด้วย การจัดตั้งระบบดำเนินการด้านโลจิสติกส์ขององค์กร (Self-logistics model) บริการจัดการโลจิสติกส์นอกองค์กร (Third-party logistics) การจัดระบบโลจิสติกส์ให้เชื่อมโยงกัน (Logistics Alliance) และ การจัดระบบโลจิสติกส์แบบองค์รวม (Logistics integration) ที่ประสานงานกันตลอดโซ่อุปทาน

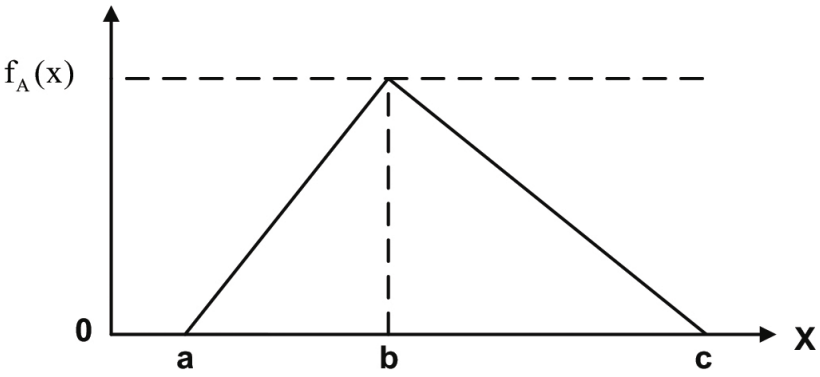
ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยในการคัดเลือกผู้ให้บริการมีหลายมิติที่มีหน่วยวัดหรือมีข้อมูลที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ (Grey Relational Analysis หรือ GRA) เป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกภายใต้สภาวะที่มีข้อมูลไม่แน่นอนได้โดยสามารถประยุกต์การใช้เลขฟัซซี่ (Fuzzy number) มาเป็นตัวแทนความไม่แน่นอนของแต่ละปัจจัย [13-14] นอกจากนี้ วิธีการสามารถแปลงตัวแปรทางภาษา (Linguistic variables) ให้เป็นค่าน้ำหนักหรือดัชนีแบบเกรย์เพื่อให้ทางเลือกต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบกันได้ งานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ในการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์พบใน [9, 15-16] ปัจจัยที่ทำการศึกษา อาทิเช่นการขนส่ง การคลัง การจัดการข้อมูล การชำระค่าบริการคุณภาพการบริการ ความสามารถทางเทคนิค และความสามารถขององค์กร เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ความต้องการใช้บริการผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ของลูกค้ามีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้เชื่อมโยงกับระบบการจัดการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ปัจจัยการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นด้านการบริการผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ยังไม่ได้ถูกนำเสนอในงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์แบบฟัซซี่ ปัจจัยหลักในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ประกอบด้วย การขนส่ง ความสามารถในการจัดการข้อมูล ระดับการบริการ และการจัดการคลังสินค้า ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการสามารถเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มีความเหมาะสมได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม (Triangular fuzzy number)

ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์โดยทั่วไปจะมีข้อมูลของเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ไม่แน่นอนหรือมีช่วงของข้อมูลจึงมีการใช้ทฤษฎีเซตฟัซซี่ (Fuzzy set theory) ซึ่งมีการใช้เลขฟัซซี่เป็นตัวแทนของข้อมูลนำมาใช้เพื่อหาคำตอบ เลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม (Triangular fuzzy number หรือ TFNs) [17-18] เป็นสัมประสิทธิ์แบบฟัซซี่ที่ประกอบด้วยข้อมูลที่มีค่ากลาง (Modal value) ค่าการกระจายทางซ้าย (Left spread) และค่าการกระจายทางขวา (Right spread) ข้อมูลมีลักษณะไม่สมมาตรของเลขฟัซซี่โดยที่ รูปที่ 1 แสดงเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม



รูปที่ 1 เลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม

ฟังก์ชั่นของสมาชิกฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมแสดงในสมการที่ [1]

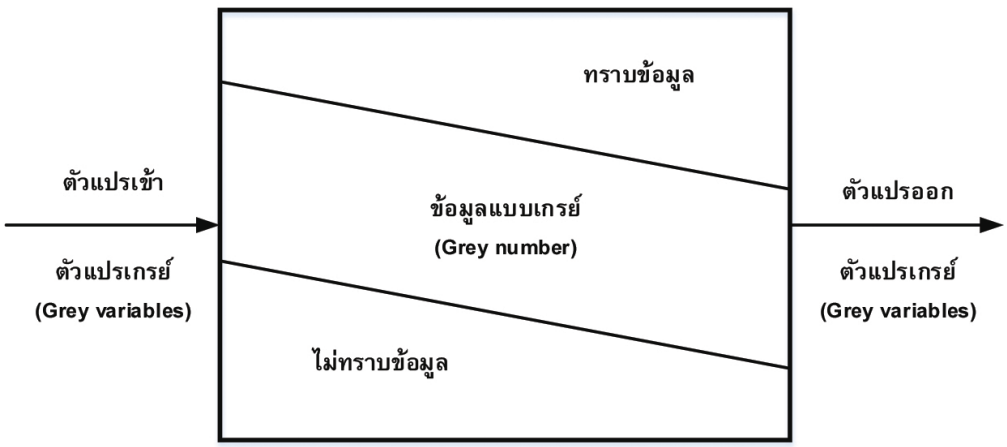
$$f_A(x)=\begin{cases}0, & x \le a \\ (x-a)/(b-a) & a < x \le b \\ 1, & x = b \\ (c-x)/(c-b) & b < x \le c \\ 0, & x \ge c\end{cases} \quad (1)$$

ทั้งนี้ การแปลงเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมให้เป็นเลขจำนวนจริง (Defuzzification) วิธีที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือวิธี “Graded Mean Integration” แสดงดังสมการที่ [2]

$$D = \frac{a+4b+c}{6} \quad (2)$$

2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ (Grey Relational Analysis หรือ Grey Incidence Analysis)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์หรือวิธี “GRA” ถูกพัฒนาโดยศาสตราจารย์ Deng Julong จาก Huazhong University of Science and Technology ประเทศจีน เพื่อใช้ในปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ โดยเป็นรูปแบบเพื่อการวิเคราะห์การเรียนรู้ข้อมูลหรือตัวแปรแบบเกรย์ที่มีลักษณะไม่แน่นอน ไม่ทราบน้ำหนักตามสัดส่วนของแต่ละเกณฑ์ได้อย่างชัดเจน ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง ข้อมูลไม่สมบูรณ์ ไม่ครบถ้วน หรือทราบข้อมูลเพียงบางส่วน [19]



รูปที่ 2 หลักการของระบบเกรย์ [20]

รูปที่ 2 แสดงหลักการของระบบเกรย์ (Grey system) [20] ที่มีข้อมูลอยู่ระหว่างข้อมูลที่ทราบค่าหรือมีข้อมูลที่จำเป็นครบถ้วน (ดำ) และข้อมูลที่ไม่ทราบค่าหรือข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ (ขาว) ข้อมูลแบบเกรย์ (เทา) จึงเป็นข้อมูลที่เชื่อมช่องว่างเพื่อให้ระบบที่กำลังศึกษาสามารถหาคำตอบได้ภายใต้สภาวะที่มีข้อมูลที่ไม่แน่นอนหรือไม่สมบูรณ์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดระดับความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อมูลชุดอ้างอิง (Reference sequence) และข้อมูลชุดข้อมูลทางเลือก (Comparability sequence) ซึ่งเหมาะสำหรับการแก้ปัญหาความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างปัจจัยหรือตัวแปรหลายตัว ทั้งนี้ วิธีการของ GRA จะทำการแปลงความสามารถของทางเลือกต่าง ๆ ให้เป็นลำดับที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ หลักการของ GRA นั้น สามารถวิเคราะห์ทางเลือกในกรณีที่มีหน่วย เป้าหมายหรือทิศทางของแต่ละเกณฑ์ที่แตกต่างกันได้โดยที่คุณลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันสูงจะถูกตั้งค่าให้เป็นชุดคุณลักษณะที่เหมาะสมที่สุด (optimal feature set) หลักการของ GRA แสดงดังต่อไปนี้

กำหนดให้

m = ทางเลือก = 1,2,...,

n = เกณฑ์ตัดสินใจ = 1,2,...,

$x_0^{(0)}(k)$ = ลำดับอ้างอิงหรือลำดับเป้าหมาย (Original reference sequence)

$x_i^{(0)}(k)$ = ลำดับที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (Comparable sequence)

OB = ค่าเป้าหมาย (Target value)

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเกรย์แสดงดังต่อไปนี้ [19-21]

1. แปลงทางเลือกทั้งหมดเป็นลำดับที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ (Grey relational generating)

เนื่องจากแต่ละเกณฑ์มีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่มีหน่วยวัดแตกต่างกันนี้อย่างถูกต้อง จึงดำเนินการแปลงข้อมูลของแต่ละทางเลือกให้เป็นมาตรฐาน (หรือที่เรียกว่าเลขจำนวนเกรย์หรือ Grey number) ให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ (Comparability sequence) วิธีการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) ถูกนำมาใช้ในเมตริกซ์การตัดสินใจเพื่อทำให้ข้อมูลมีรูปแบบที่เป็นบรรทัดฐาน (Normal Form) และลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบน (Deviation) วิธีการนอร์มัลไลเซชันของข้อมูลมี 4 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1: “ค่ามากดีกว่า” (Larger-the-better) แสดงดังสมการที่ [3]

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3)$$

กรณีที่ 2: “ค่าน้อยดีกว่า” (Smaller-the-better) แสดงดังสมการที่ [4]

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (4)$$

กรณีที่ 3: “กำหนดค่าเป้าหมายเทียบกับข้อมูลตั้งต้น” (Target value and original data) แสดงดังสมการที่ [5]

$$x_i^*(k) = 1 - \frac{\left|x_i^{(0)}(k) - OB\right|}{\max(\max x_i^{(0)}(k) - OB, OB - \min x_i^{(0)}(k))} \quad (5)$$

กรณีที่ 4: “หารค่าใดๆในลำดับนั้นด้วยค่าเริ่มต้นของลำดับ” (Sequence values divided by the first value of sequence) แสดงดังสมการที่ [6]

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k)}{x_i^{(0)}(1)} \quad (6)$$

2. คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ (Grey Relational Coefficient) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความใกล้เคียงกันระหว่างลำดับอ้างอิงและลำดับเปรียบเทียบ กำหนดให้

$\Delta_{0i}(k)$ = ความแตกต่างระหว่างลำดับอ้างอิง $x_0^*(k)$ และลำดับเปรียบเทียบ $x_i^*(k)$

$$= \left|x_0^*(k) - x_i^*(k)\right| \quad (7)$$

$\gamma[x_0^*(k), x_i^*(k)]$ = สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ระหว่างลำดับอ้างอิง $x_0^*(k)$ และลำดับเปรียบเทียบ $x_i^*(k)$

$$\frac{\Delta_{\min} + \xi\Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \xi\Delta_{\max}},\ 0 < \gamma[x_0^*(k), x_i^*(k)] \le 1 \quad (8)$$

ทั้งนี้ ξ คือ สัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงขนาดของความแตกต่าง

มีค่าอยู่ระหว่าง [0,1] โดยทั่วไปกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.5

$\Delta_{\max}$ = ความแตกต่างที่มากที่สุดระหว่างลำดับอ้างอิง $x_0^*(k)$ และลำดับเปรียบเทียบ $x_i^*(k)$

$$= \max_{\forall j \in i} \max_{\forall k} \left|x_0^*(k) - x_j^*(k)\right| \quad (9)$$

$\Delta_{\min}$ = ความแตกต่างที่น้อยที่สุดระหว่างลำดับอ้างอิง $x_0^*(k)$ และลำดับเปรียบเทียบ $x_i^*(k)$

$$= \min_{\forall j \in i} \min_{\forall k} \left|x_0^*(k) - x_j^*(k)\right| \quad (10)$$

3. ทำการจัดลำดับทางเลือกโดยคำนวณหาค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ (Grey Relational Grade หรือ GRA) ให้แก่แต่ละทางเลือกซึ่งแสดงถึงระดับสหสัมพันธ์ระหว่างลำดับอ้างอิงและลำดับเปรียบเทียบ ทางเลือกที่มีค่าเกรดมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ค่าเกรดความสัมพันธ์

แบบเกรย์เท่ากับ 1 ถ้าลำดับทั้งคู่เท่ากัน ค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์หรือ $\gamma[x_0^*, x_i^*]$ แสดงในสมการที่ [11]

$$\gamma[x_0^*, x_i^*] = \text{เกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์} \quad (11)$$

$$= \sum_{k=1}^{n} \beta_k \gamma\left[x_0^*(k), x_i^*(k)\right] \text{ โดย } \sum_{k=1}^{n} \beta_k = 1 \quad (12)$$

ทั้งนี้ เกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ตามสมการที่ [11] คือ ผลรวมค่าถ่วงน้ำหนักของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาลักษณะธุรกิจและประเภทสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และความต้องการในการรับบริการจากผู้ให้บริการโลจิสติกส์

3.1.1 ลักษณะธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

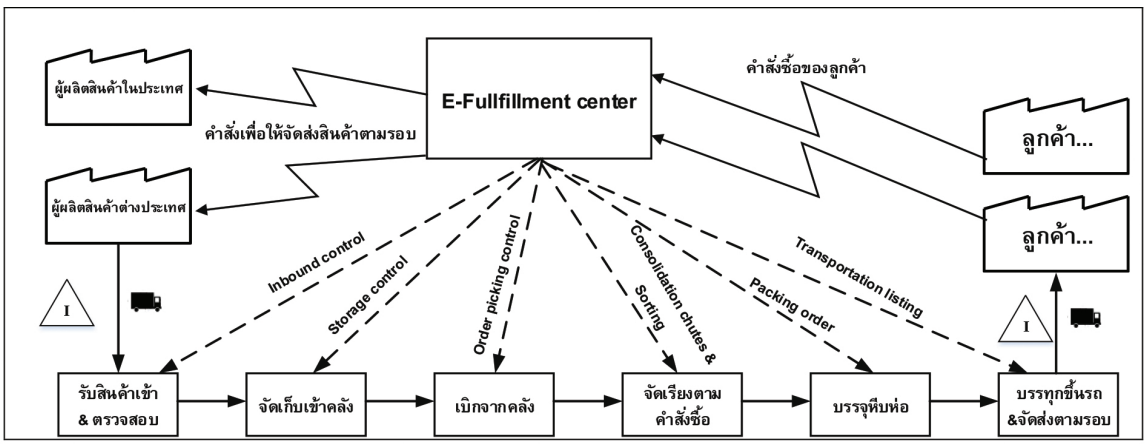
บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มุ่งเน้นธุรกิจที่ขายสินค้าให้กับผู้บริโภคโดยตรง (B2C) รูปแบบการจำหน่ายสินค้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) เว็บไซต์ (Website) หรือแอปพลิเคชัน (Application) เพื่อติดต่อกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

3.1.2 ประเภทสินค้า

สินค้าที่จำหน่ายทั้งจากเมืองไทยและต่างประเทศประเภทสินค้าจำแนกออกเป็นหมวดหมู่หลักดังนี้ 1) สินค้าอุปโภคบริโภค 2) เครื่องใช้ไฟฟ้า 3) เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม 4) มือถือและอุปกรณ์เสริม 5) คอมพิวเตอร์และกล้องถ่ายภาพ 6) นาฬิกาและแว่นตา 7) เครื่องหนัง 8) กระเป๋าและรองเท้า 9) เฟอร์นิเจอร์ 10) กีฬาและกิจกรรมกลางแจ้ง 11) สินค้าแม่และเด็ก 12) เครื่องประดับ 13) อาหารและเครื่องดื่ม 14) ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและความงาม

3.1.3 รูปแบบโซ่อุปทานและโครงสร้างระบบโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษา

ในการศึกษารูปแบบโซ่อุปทานและโครงสร้างระบบโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษาที่อยู่ในรูปแบบของ “E-Full-fillment center” ซึ่งมีระบบการจัดการคำสั่งซื้อของลูกค้า (อาทิ เช่น การรับคำสั่งซื้อ การจัดส่ง การบริการหลังการขาย การชำระเงิน เป็นต้น) การจัดการผู้ขายสินค้า การจัดการคลังสินค้า และการจัดการการขนส่ง ทั้งนี้ โครงสร้างระบบโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงอยู่ในรูปแบบของแผนภูมิวิเคราะห์การไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในระบบการผลิต (Material & Information Flow Chart หรือ MIFC) โดยจะถูกนำไปกำหนดปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในลำดับต่อไป



รูปที่ 3 รูปแบบโซ่อุปทานและโครงสร้างระบบโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษา

กำหนดปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์แสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

3.2 แปลงผลการประเมินแต่ละปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เป็นตัวแปรทางภาษา (Linguistic variables) ให้อยู่ในรูปของอัตราการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัย (Scale of rating) ที่เป็นเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม (Triangular fuzzy number หรือ TFN) โดยตารางที่ 2 แสดงการเทียบตัวแปรทางภาษากับอัตราการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัยของผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นกรณีศึกษาที่กำหนดให้มี 5 ระดับ จากนั้นทำการแปลงเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมให้เป็นเลขจำนวนจริงดังสมการที่ [2]

ตารางที่ 1 การเทียบตัวแปรทางภาษากับอัตราการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัย

ตัวแปรทางภาษา	สัญลักษณ์	เลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม (TFN)
น้อยที่สุด (Very low)	VL	(0,1,2)
น้อย (Low)	L	(2,3,4)
ปานกลาง (Medium)	M	(4,5,6)
มาก (High)	H	(7,8,9)
มากที่สุด (Very high)	VH	(8,9,10)

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัยของผู้ประกอบการในธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

ในการให้คะแนนหรือค่าน้ำหนักของปัจจัยมาจากการระดมสมองและประชุมทีมโลจิสติกส์ซึ่งประกอบด้วยพนักงานฝ่ายโลจิสติกส์ ฝ่ายคลังสินค้า ฝ่ายการเงินและบัญชี และฝ่ายขนส่ง ผลการให้คะแนนของแต่ละปัจจัยและการแปลงคะแนนให้เป็นเลขจำนวนจริงแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัยของผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	บริษัท #1		บริษัท #2		บริษัท #3	
				สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN
การขนส่ง (Transportation)	ความหลากหลายประเภทของยานพาหนะ	T1	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	คุณภาพของยานพาหนะ	T2	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	ต้นทุนการขนส่ง	T3	Smaller the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)
	การจัดส่งตรงเวลา	T4	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	ความเสียหายของบรรจุภัณฑ์จากการขนส่ง	T5	Smaller the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง	T6	Smaller the better	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	บริการพิธีการทางศุลกากร	T7	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	ระบบการชำระเงินค่าจัดส่ง	T8	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	การติดตามสถานะของสินค้าแบบ Online และ Real-time	T9	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	การเข้ารับสินค้าจากคลังตรงเวลา	T10	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	บริการขนส่งแบบต่อเนื่อง	T11	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	ครอบคลุมพื้นที่การจัดส่ง	T12	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	บริการขนส่งเคมีภัณฑ์	T13	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	ยานพาหนะขนส่งสินค้าขนาดใหญ่	T14	Larger the better	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	ยานพาหนะควบคุมอุณหภูมิ	T15	Larger the better	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
การจัดการคลังสินค้า (Warehouse management)	เทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูลจำนวนมาก	I1	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	เทคโนโลยีสื่อสารที่เชื่อมโยงระหว่างตารางการจัดส่งและลูกค้า	I2	Larger the better	H	(7,8,9)	M	(4,5,6)	H	(7,8,9)
	การตอบสนองทางด้านข้อมูลการจัดส่งไม่สำเร็จหรือผิดพลาด	I3	Smaller the better	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)

ตารางที่ 2 ผลการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัยของผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	บริษัท #1		บริษัท #2		บริษัท #3	
				สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN
ความสามารถในการจัดการข้อมูล (Capability of information management)	ข้อมูลส่วนตัวและการจัดซื้อของลูกค้ารั่วไหล	I4	Smaller the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)
	ความสะดวกและรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลลูกค้า	I5	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	บริการจัดเก็บข้อมูลและเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หรือ On Cloud service	I6	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)
	บริการพัฒนา Platform / Website / Application / E-Document management software	I7	Larger the better	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
ระดับการบริการ (Service level)	ความล่าช้าจากการบริการติดตามพัสดุ	S1	Smaller the better	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	ความพึงพอใจของลูกค้าความสุภาพและการสื่อสารที่ดีของพนักงานขนส่ง	S2	Larger the better	M	(4,5,6)	H	(7,8,9)	M	(4,5,6)
	การจัดการข้อร้องเรียนจากลูกค้า	S3	Larger the better	M	(4,5,6)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	การสร้างพันธมิตรร่วมกับบริษัทพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์	S4	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	ความล่าช้าจากการบริการรับสินค้าคืน	S5	Smaller the better	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	ความล่าช้าจากการรับโทรศัพท์หรือการติดต่อกลับจากลูกค้า	S6	Smaller the better	H	(7,8,9)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
การจัดการคลังสินค้า (Warehouse management)	บริการบรรจุภัณฑ์และขนถ่ายลำเลียง	W1	Larger the better	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	บริการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการคลังสินค้า	W2	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	การบริการติดตั้งอุปกรณ์สายพานขนถ่ายลำเลียงสินค้า	W3	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)
	การบริการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อบันทึกข้อมูล	W4	Larger the better	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)	VH	(8,9,10)

ตารางที่ 2 ผลการให้คะแนนหรือน้ำหนักของปัจจัยของผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ)

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	บริษัท #1		บริษัท #2		บริษัท #3	
				สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN	สัญลักษณ์	TFN
การจัดการคลังสินค้า (Warehouse management)	ความหลากหลายของบรรจุภัณฑ์	W5	Larger the better	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)
	ความสามารถในการจัดการคลัง สินค้า ความรวดเร็วและความถูกต้อง	W6	Larger the better	VH	(8,9,10)	VH	(8,9,10)	H	(7,8,9)

4.2 ผลของค่า “Defuzzification” เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ ของแต่ละบริษัทแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการคำนวณดังนี้

“Defuzzification”

ตัวอย่างตัวแปร T1 “ความหลากหลายของยานพาหนะ” ของบริษัทกรณีศึกษา #1 ผู้ประเมินให้น้ำหนักของเกณฑ์ดังตารางที่ 3 เท่ากับมากที่สุด (VH) เทียบเท่ากับ TFN (8,9,10) จะทำการแปลงให้เป็นเลขจำนวนจริงโดยใช้สมการ [2] ดังนี้

$$D = \frac{8 + (4*9) + 10}{6} = 9$$

เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน

ตัวแปร T1 มีลักษณะ “Larger-the-better” จึงใช้วิธีการนอร์มัลไลเซชันดังสมการที่ [3] โดยต้องใช้ค่า Defuzzification ของทุกบริษัท จากตารางที่ 4 พบว่าค่า Defuzzification ของบริษัท #1 เท่ากับ 9 บริษัท #2 เท่ากับ 8 และบริษัท #3 เท่ากับ 9 ดังนั้น ผลค่านอร์มัลไลเซชันของตัวแปร T1 โดยใช้ข้อมูลจากทุกบริษัท แสดงได้ดังต่อไปนี้

$$x_i^*(k) = \frac{9 - \min(9,8,9)}{\max(9,8,9) - \min(9,8,9)} = 1$$

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ของตัวแปร T1 ใช้สมการที่ [8-10] ผลการคำนวณแสดงดังต่อไปนี้

$$\gamma[x_0^*(k), x_i^*(k)] = \frac{\min(0,1,0) + (0.5 * \max(0,1,0))}{0 + (0.5 * \max(0,1,0))} = 1.0$$

ทั้งนี้ ผลของค่า “Defuzzification” เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ ของแต่ละปัจจัยสำหรับทุกบริษัทแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า “Defuzzification” เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	Defuzzification			Normalization matrix			Grey Relational Coefficient		
			บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3
การขนส่ง (Transportation)	ความหลากหลายประเภทของยานพาหนะ	T1	9.0	9.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	คุณภาพของยานพาหนะ	T2	9.0	9.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	ต้นทุนการขนส่ง	T3	9.0	9.0	8.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	การจัดส่งตรงเวลา	T4	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	ความเสียหายของบรรจุภัณฑ์จากการขนส่ง	T5	8.0	8.0	8.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00

ตารางที่ 3 ค่า “Defuzzification” เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	Defuzzification			Normalization matrix			Grey Relational Coefficient		
			บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3
การขนส่ง (Transportation)	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง	T6	8.0	8.0	9.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	บริการพิธีการทางศุลกากร	T7	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	ระบบการชำระเงินค่าจัดส่ง	T8	9.0	9.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	การติดตามสถานะของสินค้าแบบ Online และ Real-time	T9	9.0	9.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	การเข้ารับสินค้าจากคลังตรงเวลา	T10	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	บริการขนส่งแบบต่อเนื่อง	T11	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	ครอบคลุมพื้นที่การจัดส่ง	T12	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	บริการขนส่งเคมีภัณฑ์	T13	8.0	8.0	8.0	0	1	0	0.33	1.00	0.33
	ยานพาหนะขนส่งสินค้าขนาดใหญ่	T14	9.0	9.0	8.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	ยานพาหนะควบคุมอุณหภูมิ	T15	8.0	8.0	9.0	0	0	1	0.33	0.33	1.00
ความสามารถในการจัดการข้อมูล (Capability of information management)	เทคโนโลยีการจัดการฐานข้อมูลจำนวนมาก	I1	9.0	8.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	เทคโนโลยีสื่อสารที่เชื่อมโยงระหว่างตารางการจัดส่งและลูกค้า	I2	8.0	5.0	8.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	การตอบสนองทางด้านข้อมูลการจัดส่งไม่สำเร็จหรือผิดพลาด	I3	8.0	8.0	9.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	ข้อมูลส่วนตัวและการจัดซื้อของลูกค้ารั่วไหล	I4	9.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	ความสะดวกและรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลลูกค้า	I5	8.0	5.0	8.0	0	1	0	0.33	1.00	0.33
	บริการจัดเก็บข้อมูลและเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ หรือ On Cloud service	I6	8.0	8.0	9.0	0	1	1	0.33	1.00	1.00
	บริการพัฒนา Platform / Website / Application / E-Document management software	I7	9.0	8.0	8.0	0	1	0	0.33	1.00	0.33

ตารางที่ 3 ค่า “Defuzzification” เมตริกซ์นอร์มัลไลเซชัน และสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ (ต่อ)

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	ตัวแปร	Defuzzification			Normalization matrix			Grey Relational Coefficient		
			บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3	บริษัท #1	บริษัท #2	บริษัท #3
ความสามารถในการจัดการข้อมูล (Capability of information management)	ความล่าช้าจากการบริการติดตามพัสดุ	S1	8.0	9.0	8.0	0	0	1	0.33	0.33	1.00
	ความพึงพอใจของลูกค้าความสุภาพและการสื่อสารที่ดีของพนักงานขนส่ง	S2	8.0	9.0	9.0	0	1	0	0.33	1.00	0.33
	การจัดการข้อร้องเรียนจากลูกค้า	S3	8.0	9.0	8.0	0	1	1	0.33	0.67	1.00
	การสร้างพันธมิตรร่วมกับบริษัทพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์	S4	9.0	9.0	8.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	ความล่าช้าจากการบริการรับสินค้าคืน	S5	5.0	8.0	5.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	ความล่าช้าจากการรับโทรศัพท์หรือการติดต่อกลับจากลูกค้า	S6	5.0	8.0	9.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	บริการบรรจุภัณฑ์และขนถ่ายลำเลียง	W1	9.0	8.0	9.0	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	บริการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการคลังสินค้า	W2	8.0	8.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	การบริการติดตั้งอุปกรณ์สายพานขนถ่ายลำเลียงสินค้า	W3	8.0	8.0	9.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	การบริการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อบันทึกข้อมูล	W4	9.0	9.0	8.0	1	0	1	1.00	0.33	1.00
	ความหลากหลายของบรรจุภัณฑ์	W5	90	90	80	1	1	0	1.00	1.00	0.33
	ความสามารถในการจัดการคลังสินค้าความรวดเร็วและความถูกต้อง	W6	90	90	80	1	1	0	1.00	1.00	0.33

4.3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในแต่ละด้านซึ่งประกอบด้วย 1) การขนส่ง 2) ความสามารถในการจัดการข้อมูล 3) ระดับการบริการ และ 4) การจัดการคลังสินค้า ของแต่ละบริษัทกรณีศึกษาจากการหาค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ตามความสามารถของผู้ให้บริการโลจิสติกส์

ค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์				
	การขนส่ง	**ความสามารถในการจัดการข้อมูล**	**ระดับการบริการ**	**การจัดการคลังสินค้า**
บริษัท #1	0.64	0.62	0.67	1.00
บริษัท #2	0.73	0.81	0.72	0.67
บริษัท #3	0.87	0.71	0.67	0.67

ในการประเมินผลการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์นั้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ประกอบการธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ให้ความสำคัญกับผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มีความสามารถในการขนส่งมากที่สุด ดังนั้น จากตารางที่ 4 พบว่าควรเลือกใช้บริการจากผู้ให้บริการโลจิสติกส์บริษัท #3 เนื่องจากค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์เท่ากับ 0.87 ซึ่งสูงกว่าบริษัท #1 และบริษัท #2

ขั้นตอนต่อไปคือ การจัดลำดับผู้ให้บริการโลจิสติกส์โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ของทุกปัจจัยของแต่ละบริษัท จากนั้น จะทำการเรียงลำดับค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ของแต่ละบริษัทจากมากไปหาน้อย ในการหาค่า β_k ตามสมการที่ [11] นั้น เนื่องจากตัวแปรย่อยตามตารางที่ [3] มีทั้งหมด 34 ตัว ดังนั้น β_k = 1/34 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ของผู้ให้บริการโลจิสติกส์บริษัทกรณีศึกษาที่ 1 โดยการหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์ที่ได้คำนวณจากตารางที่ 3 ดังนี้

$$\gamma[x_0^*, x_{34}^*] = \sum_{k=1}^{n}(1/34)*(1.00+1.00+0.33+0.33+1.00+1.00+0.33+....+1.00)$$

$$= 0.706$$

โดยตารางที่ 5 แสดงผลของค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ทั้ง 3 บริษัท ทั้งนี้ พบว่าบริษัทที่ 3 มีค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์มากที่สุดจึงมีความเหมาะสมที่สุดที่ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ควรเลือกใช้บริการ รองลงมาคือ บริษัทที่ 2 และบริษัทที่ 1 ตามลำดับ ผลการศึกษานี้จะถูกนำไปพิจารณาเพื่อตัดสินเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ต่อไป

ตารางที่ 5 ค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ของผู้ให้บริการโลจิสติกส์

ค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์	**บริษัท #1**	**บริษัท #2**	**บริษัท #3**
	0.706	0.735	0.765

5. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบฟัซซี่เกรย์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการกำหนดคะแนนน้ำหนักของปัจจัยแต่ละทางเลือก การหาสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเกรย์และการจัดลำดับทางเลือกโดยคำนวณหาค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ จากการศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกของบริษัทกรณีศึกษาที่ดำเนินธุรกิจประเภทพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์พบว่าปัจจัยที่สำคัญประกอบด้วย การขนส่ง ความสามารถในการจัดการข้อมูล ระดับการบริการ และการ

จัดการคลังสินค้า ผลจากการวิเคราะห์จะให้ความสำคัญกับผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่มีค่าเกรดความสัมพันธ์แบบเกรย์ที่มากที่สุดเพื่อดำเนินการทางปฏิบัติต่อไป ประโยชน์ของงานวิจัยนี้ในเชิงปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์พัฒนาความสามารถในการจัดการระบบโลจิสติกส์ได้ ลักษณะที่สำคัญของผู้ให้บริการโลจิสติกส์สำหรับธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์คือ ความสามารถในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการจัดการการขนส่ง การจัดการข้อมูล การบริการลูกค้าและการจัดการคลังสินค้า ผลที่ได้คือเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโลจิสติกส์ ลดความผิดพลาดจากการขนส่ง สามารถจัดการข้อมูลลูกค้าและคำสั่งซื้อในปริมาณมาก สามารถจัดการในส่วนของการบริการลูกค้าและการชำระเงินค่าจัดส่ง รวมไปถึง สามารถบริหารจัดการคลังสินค้าที่มีความหลากหลายของประเภทและปริมาณสินค้าให้แก่ลูกค้าหลายรายได้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

1. Adiguzel, Z., 2020, Tools and Techniques for Implementing International E-Trading Tactics for Competitive Advantage, IGI Global Publisher, Pennsylvania, 395 p.

2. Farahani, R., Rezapour, S. and Kardar, L., 2011, Logistics Operations and Management: Concepts and Models, Elsevier Publisher, Texas, 486 p.

3. Delfmann, W., Albers, S. and Gehring, M., 2002, "The Impact of Electronic Commerce on Logistics Service Providers," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32 (3), pp. 203–222.

4. Frimpong, N.K., 2019, Customer Satisfaction in E-Commerce: The Role of Logistics Service Providers and E-Commerce Companies, Master of ScienceThesis, Supply Chain Engineering and Management, Graduate Program Constructor University, Germany.

5. Majchrzak-Lepczyk, J. and Blašková, M., 2019, Value for the Customer in the Logistics Service of E-commerce, Chapter in Smart Supply Network, Springer, New York, pp. 223-239.

6. Yu, Y., Wang, X., Zhong, R.Y. and Huang, G.Q., 2016. "E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective," *Procedia CIRP*, 52, pp. 179-185.

7. Farahani, R., Rezapour, S. and Kardar, L., 2018, "Design of an Enhanced Logistics Service Provider Selection Model for e-Commerce Application," *The 2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, August 2018, Hawaii, USA, pp. 1-7.

8. Upadhyay, A., Shukla, A.C. and Shukla, T., 2019, "E-Commerce Logistics Service Quality Analysis: A Case Study," *Industrial Engineering Journal*, 12 (9), pp. 1-13.

9. Naseem, M.H., Yang, J. and Xiang, Z., 2021, "Selection of Logistics Service Provider for the E-Commerce Companies in Pakistan Based on Integrated GRA-TOPSIS Approach," *Axioms*, 10 (3), pp. 1-17.

10. Nuengphasuk, M. and Samanchuen, T., 2019, "Selection of Logistics Service Provider for e-Commerce Using AHP and TOPSIS: A Case Study of SMEs in Thailand," *The 2019 Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference*, December 2019, Bangkok, Thailand, pp. 1-5.

11. Kayikci, Y., 2019, "E-Commerce in Logistics and Supply Chain Management," Chapter in Advanced Methodologies and Technologies in Business Operations and Management, IGI Global Publisher, Pennsylvania, pp. 1015-1026.

12. Xianglian, C. and Hua, L., 2013, "Research on E-Commerce Logistics System Informationization in China," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 96, pp. 838-843.

13. Julong, D., 1989, "Introduction to Grey System Theory," *The Journal of Grey System*, 1, pp. 1-24.

14. Liu, S., Forrest, J. and Yang, Y., 2012, "A Brief Introduction to Grey Systems Theory," *Grey Systems: Theory and Applications*, 2 (2), pp. 89–104.

15. Zhang, H., Zhang, G. and Zhou, B., 2007, "Integration and Innovation Orient to E-Society Volume I," pp. 211-221, in W. Wang (Ed.) *IFIP International Federation for Information Processing*, Vol. 251, Springer, Boston.

16. Ebrahimi, S. and Golkar, B., 2020, "A Hybrid Framework to Select Logistics Service Providers," *Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, August 2020, Michigan, USA, pp. 3384-3395.

17. Cheng, C.B., 2004, "Group opinion Aggregation based on a Grading Process: A Method for Constructing Triangular Fuzzy Numbers," *Computers and Mathematics with Applications*, 48 (10-11), pp. 1619-1632.

18. Anand, C.J. and Bharatraj, J., 2017, "Theory of Triangular Fuzzy Number," *Proceedings of the 4th Advances in Technology & Management*, March 2017, Vellore, India, pp. 80-83.

19. Deng, J., 1982, "Control Problems of Grey Systems," *Systems and Control Letters*, 1 (5), pp. 288-294.

20. Karimi, A., Ahmadpour, B. and Marjani, M.R., 2018, "Using the Fuzzy Grey Relational Analysis Method in Wastewater Treatment Process Selection," *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, 5 (3), pp. 1041-1050.

21. Ertugrul, I., Oztas, T., Ozcil, A. and Oztas, G.Z., 2016, "Grey Relational Analysis Approach in Academic Performance Comparison of University: A Case Study of Turkish Universities," *European Scientific Journal*, Special Edition, pp. 128-139.