

การจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบ การจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในองค์กร กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยในกำกับ ของรัฐแห่งหนึ่ง

มะลิวรรณ พุฒมารา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, ประเทศไทย

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ อีเมล : maliwan.phu@mahidol.ac.th

รับต้นฉบับ : 9 ธันวาคม 2565; รับบทความฉบับแก้ไข : 22 มกราคม 2566; ตอบรับบทความ : 28 กุมภาพันธ์ 2566

เผยแพร่ออนไลน์ : 29 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอกรอบการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document Management Systems: EDMS) มาใช้ในองค์กร โดยประยุกต์วิธีการการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์จากการทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถระบุปัจจัยอุปสรรคการนำระบบ EDMS ได้จำนวน 12 ปัจจัย และแนวทางเอาชนะอุปสรรค ได้จำนวน 10 ปัจจัย งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยอุปสรรค ด้วยน้ำหนักประสม (combine weights) โดยผสมผสานระหว่างน้ำหนักอัตวิสัย (subjective weights) และ น้ำหนักภววิสัย (objective weights) การคำนวณน้ำหนักอัตวิสัย ประยุกต์ใช้วิธีการ “Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)” ในขณะที่น้ำหนักภววิสัย คำนวณโดยการประยุกต์ใช้วิธี สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV) จากนั้นประยุกต์ใช้วิธี “Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)” ในการจัดอันดับแนวทางการเอาชนะอุปสรรค สุดท้ายทดสอบความน่าเชื่อถือ (reliability) ของกรอบงานวิจัยที่เสนอโดยการวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) งานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลโดยใช้กรณีศึกษาของ มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง นอกจากนั้น องค์กรอื่น ๆ ที่มีแผนจะนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร สามารถประยุกต์ใช้กรอบงานวิจัยที่เสนอในการประเมินการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค ได้เช่นกัน

คำสำคัญ : ปัจจัยอุปสรรค ระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ แนวทางการเอาชนะอุปสรรค



Prioritizing Overcoming Organizational Barriers to Implementing Electronic Document Management Systems: Case Study of an Autonomous University

Maliwan Phuttara

Faculty of Engineering, Mahidol University, Nakhon Pathom, Thailand

Corresponding Author. E-mail address: maliwan.phu@mahidol.ac.th

Received: 9 December 2022; Revised: 22 January 2023; Accepted: 28 February 2023

Published online: 29 June 2023

Abstract

This research proposes a framework for prioritizing overcoming organizational barriers in implementing electronic document management systems (EDMS) by applying multi-criteria decision-making approach. Twelve barriers and ten overcoming solutions are identified through extensive relevant literature review. In this study, the combination weights by integrating subjective weights and objective weights are used to calculate the importance weights of barriers factors. Subjective weights are computed by “Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)”, while objective weights are computed by “Coefficient of Variation (COV)”. “Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)” approach is utilized to prioritize the overcoming solutions. A sensitivity analysis is conducted to verify the reliability of the proposed framework. One of the autonomous universities is used as a case study to collect the required data. Furthermore, other organizations that aim to implement EDMS system can similarly apply the proposed framework in this study to prioritize their overcoming solutions.

Keywords: Barriers factors, Electronic Document Management Systems: EDMS, Multi-criteria decision making, Overcoming solutions

1) บทนำ

ในยุคดิจิทัลและยุคสารสนเทศ องค์กรต่าง ๆ ทั่วโลก ต้องเผชิญความท้าทายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ในการเปลี่ยนผ่านกระบวนการทางธุรกิจขององค์กรไปสู่ดิจิทัล เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันไว้ ในด้านกระบวนการธุรกิจทั้งหมด ระบบการจัดการเอกสารเป็นหนึ่งในกระบวนการพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับองค์กรที่ต้องเปลี่ยนผ่านไปสู่ดิจิทัล เนื่องจากองค์กรมีการสร้างและแลกเปลี่ยนเอกสารจำนวนมากในการทำธุรกรรมของธุรกิจ เช่น อีเมล แฟกซ์ จดหมายเวียน เอกสารสัญญา ฯลฯ แต่เกือบทั้งหมดอยู่ในระบบที่เป็นกระดาษ ส่งผลให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ [1] เช่น ค่าใช้จ่ายสูง พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอ ความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหาย ปัญหาด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว การตรวจสอบย้อนกลับ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังทำให้ไม่เกิดความเชื่อมโยงทางกระบวนการทางธุรกิจ ไม่สามารถจัดการการไหลของเอกสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนำไปสู่การจำกัดการสื่อสารและการทำงานร่วมกันทั้งภายในและระหว่างองค์กร [2] แนวทางการจัดการกับปัญหาดังกล่าว องค์กรส่วนใหญ่ได้พยายามที่จะเปลี่ยนผ่านจากระบบที่ใช้กระดาษไปสู่ระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Document Management System: EDMS) งานวิจัยโดย Ahmad และคณะ ชี้ให้เห็นว่าประโยชน์ของการนำระบบ EDMS มาช่วยการจัดการเอกสารในองค์กร ลดเวลาในการค้นหาเอกสาร ลดจำนวนเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติการ อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อทรัพยากร ในการจัดการเอกสาร ลดจำนวนเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติการ มีความปลอดภัยและกำหนดสิทธิในการจัดการได้และยังช่วยลดปริมาณขยะ ลดการตัดต้นไม้ อันก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย [3] การนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กรถือเป็นหนึ่งในกลยุทธ์หลักที่ต้องพิจารณาในยุคดิจิทัล ถึงแม้ว่าระบบ EDMS จะมีประโยชน์มากมาย แต่ทว่าที่ผ่านมาหลายองค์กรที่พยายามจะนำระบบ EDMS มาใช้กลับประสบความล้มเหลว เนื่องจากต้องเผชิญอุปสรรคมากมาย ในแง่มุมของการวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาประเด็นดังกล่าว ดังนั้นงานวิจัยมุ่งที่จะปิดช่องว่างงานวิจัย (bridge the gap) โดยได้เสนอกรอบการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในองค์กร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) โดยการบูรณาการเทคนิคเครื่องมือในศาสตร์นี้ ได้แก่ DEMATEL (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory),

COV (Coefficient of Variation) และ TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดย DEMATEL ประยุกต์ใช้ในการคำนวณน้ำหนักอ้อมวิสัย (subjective weights) ของปัจจัยอุปสรรคของการพัฒนาระบบ EDMS เหตุผลที่นำ DEMATEL มาใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากมีข้อได้เปรียบเครื่องมือ MCDM อื่น ๆ ที่ใช้คำนวณน้ำหนักอ้อมวิสัย เช่น AHP (Analytical Hierarchy Process), SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis), Simple Multi-attribute Rating Technique (SMART) และ CFPR (Consistent Fuzzy Preference Relation) เป็นต้น โดยวิธีทั้งหมดที่กล่าวมามีจุดอ่อนหลัก (major weak point) คือ ปัจจัย/ตัวแปรที่พิจารณาต้องมีความสัมพันธ์ที่เป็นอิสระต่อกัน (independent relation) ซึ่งในความจริงปัญหาส่วนใหญ่ในเชิงวิศวกรรมหรือธุรกิจอุตสาหกรรม ปัจจัย/ตัวแปรที่พิจารณาอาจไม่ได้เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งในส่วนของเทคนิค DEMATEL พิจารณาอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ (influence and interaction) ระหว่างปัจจัย/ตัวแปรที่พิจารณา อีกทั้ง DEMATEL สามารถวิเคราะห์แบ่งกลุ่ม ปัจจัย/ตัวแปรที่พิจารณา ออกเป็น กลุ่มของสาเหตุ (causal group) และ กลุ่มของผลที่ตามมา (effect group) ซึ่งจะทำให้ผู้ที่นำผลลัพธ์ไปใช้ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของปัจจัย/ตัวแปร และนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญในการแก้ปัญหาได้ [4]

ในส่วน of เครื่องมือ COV งานวิจัยนี้ ประยุกต์ใช้ในการคำนวณน้ำหนักกาววิสัย (objective weights) ของปัจจัยอุปสรรคของการพัฒนาระบบ EDMS ข้อได้เปรียบของการใช้วิธีนี้เมื่อเทียบกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้คำนวณน้ำหนักกาววิสัย เช่น Entropy weight, CRITIC (CRiteria Importance Through Inter-criteria Correlation) และ MEREC (MethoD based on the Removal Effects of Criteria) เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้น จะใช้วิธีการคำนวณตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน และเสียเวลาในการคำนวณมาก ซึ่งในส่วน of COV มีการคำนวณที่ง่ายโดยใช้ฟังก์ชันสถิติพื้นฐานไม่ต้องใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยาก แต่ให้ผลลัพธ์การคำนวณน้ำหนักกาววิสัย เป็นที่น่าพอใจ [5]

ในส่วน of เครื่องมือ TOPSIS งานวิจัยนี้ ประยุกต์ใช้ในการลำดับความสำคัญ (ranking) ของปัจจัย/ตัวแปรแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร ข้อได้เปรียบของการใช้วิธีนี้เมื่อเทียบกับเครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ในการ Ranking ปัจจัย/ตัวแปร เช่น AHP, ANP (Analytical Network Process),

PROMETHEE (the Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation) เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้น จะใช้การเปรียบเทียบปัจจัย/ตัวแปร เป็นคู่ ๆ (pairwise comparison) ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากเสียเวลาในการคำนวณเป็นอย่างมาก ไม่เหมาะกับปัญหาที่มีจำนวนปัจจัย/ตัวแปรจำนวนมาก ข้อได้เปรียบของการใช้ TOPSIS คือ การเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างปัจจัย/ตัวแปรในอุดมคติ (ideal solution) กับ ปัจจัย/ตัวแปรที่ศึกษา จึงไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการ Pairwise comparison ทำให้ได้คำตอบที่รวดเร็วกว่า อีกทั้ง TOPSIS ยังเป็นวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาการตัดสินใจที่มีจำนวนปัจจัย/ตัวแปร เป็นจำนวนมาก [6]

จากการวิจัยและทดสอบตามกรอบการศึกษาทั้งหมด ได้ใช้มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา กรอบงานวิจัยที่เสนอสามารถประยุกต์ใช้กับองค์กรอื่น ๆ ที่มีแผนจะนำเอาระบบ EDMS มาใช้สนับสนุนการบริหารงานเอกสารในอนาคตได้อีกด้วย

2) วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

1. เพื่อระบุปัจจัยอุปสรรค และแนวทางการเอาชนะอุปสรรค การนำระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในองค์กร
2. เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค การนำระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ โดยประยุกต์วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ โดยใช้มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา

3) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้

งานวิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ DEMATEL, COV และ TOPSIS มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1) เทคนิค DEMATEL

DEMATEL ถูกพัฒนาขึ้นโดยสถาบัน “Battelle Memorial Institute of Geneva” ภายใต้โครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษยศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับการแก้ปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยมีรากฐานการพัฒนาเชิงคณิตศาสตร์จากทฤษฎีกราฟ (graph theory) และ ทฤษฎีเมทริกซ์ (matrix theory) วิธีนี้สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผล (casual relation) ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา และสามารถแบ่งกลุ่มของตัวแปรที่ศึกษาเป็น กลุ่มสาเหตุ (casual group) และ กลุ่มผลที่ตามมา (effect group) รวมถึง สามารถหาน้ำหนักอัตวิสัย (subjective weights) ของตัวแปรที่ศึกษา ได้อีกด้วย DEMATEL

เป็นเทคนิคที่ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและทางธุรกิจอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ตัวอย่าง เช่น การวิเคราะห์ปัจจัยอุปสรรคของการพัฒนาโซ่อุปทานที่ยั่งยืน [7], การวิเคราะห์ความเสี่ยงการดำเนินการจัดการสินค้าบรรทุกน้ำมัน [8], ปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานของโซ่อุปทานหมุนเวียนในอุตสาหกรรมอลูมิเนียม [9] เป็นต้น ขั้นตอนการคำนวณของ DEMATEL มีดังต่อไปนี้ [10]

3.1.1) ขั้นตอนที่ 1: คำนวณหาเมทริกซ์เฉลี่ยรวม (Aggregate Matrix)

เก็บรวบรวมข้อมูลความสัมพันธ์เชิงอิทธิพลระหว่างตัวแปรที่ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ของตัวแปรที่ศึกษา (pairwise comparison) โดยใช้ตารางที่ 1 ในการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน ซึ่งจะนำมาสร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์เริ่มต้น (initial matrix) ซึ่งกำหนด โดย $Z_k = [z_k^{ij}]_{n \times n}$ ในสมการที่ (1) ต่อจากนั้น เมทริกซ์ความสัมพันธ์เริ่มต้นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในขั้นตอนที่ 1 จะถูกนำมาคำนวณหาเมทริกซ์เฉลี่ยรวม (aggregate matrix) ซึ่งกำหนดโดย $x = [x_{ij}]_{n \times n}$ โดยใช้สมการที่ (2)

$$Z_k = \begin{bmatrix} z_k^{11} & \dots & z_k^{1j} & \dots & z_k^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_k^{i1} & \dots & z_k^{ij} & \dots & z_k^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_k^{n1} & \dots & z_k^{nj} & \dots & z_k^{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

โดย z_k^{ij} แสดงถึง ระดับความมื่ออิทธิพลของปัจจัยในแถวที่ i ต่อ ปัจจัยในสดมภ์ที่ j ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญคนที่ k โดย i และ j คือจำนวนตัวแปรที่ศึกษา ($i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n$) และ k คือผู้เชี่ยวชาญคนที่ k^{th} ($k = 1, 2, \dots, l$) และ l คือจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

$$X = \frac{\sum_{k=1}^l Z_k}{l} \quad (2)$$

โดย x_{ij} คือค่าเฉลี่ยของสมาชิกที่อยู่แถวที่ i สดมภ์ที่ j และ l คือจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 1 : ระดับอิทธิพลระหว่างตัวแปร

ระดับอิทธิพล	คำย่อภาษาอังกฤษ	คะแนน
ไม่มีอิทธิพล	NI	1
มีอิทธิพลต่ำมาก	VLI	2
มีอิทธิพลต่ำ	LI	3
มีอิทธิพลสูง	HI	4
มีอิทธิพลสูงมาก	VHI	5

3.1.2) ขั้นตอนที่ 2: สร้างนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ (Construct Normalized Matrix)

จากเมทริกซ์เฉลี่ยรวม (aggregate matrix) ในขั้นตอนที่ 1 จะถูกนอร์มอลไลซ์ เพื่อจะทำให้ตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมดไม่มีหน่วย (dimensionless) โดยใช้สมการ (3)-(4) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ (normalized matrix) ซึ่งกำหนด โดย $D = [d_{ij}]_{n \times n}$

$$D = S * X \quad (3)$$

$$S = \min \left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n x_{ij}}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n x_{ij}} \right] \quad (4)$$

โดย $\max_i \sum_{j=1}^n x_{ij}$ คือ ค่าที่สูงที่สุดของผลรวมของสมาชิกในแถวที่ i และ $\max_j \sum_{i=1}^n x_{ij}$ คือค่าที่สูงที่สุดของผลรวมของสมาชิกในสตมภ์ที่ j ของเมทริกซ์เฉลี่ยรวม X และ S คือค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง $\max_i \sum_{j=1}^n x_{ij}$ และ $\max_j \sum_{i=1}^n x_{ij}$

3.1.3) ขั้นตอนที่ 3: สร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (Total Relation Matrix)

จากนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ (normalized matrix) ในขั้นตอนที่ 2 นำมาสร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (total relation matrix) ซึ่งกำหนดโดย $T = [t_{ij}]_{n \times n}$ โดยใช้สมการที่ (5)-(7)

$$T = \lim_{\phi \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^\phi) \quad (5)$$

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (6)$$

$$I_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (7)$$

โดยที่ D คือนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ และ I คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) ซึ่งมีมิติ $n \times n$ (จำนวนแถวเท่ากับจำนวนสตมภ์) และ สมาชิกทุกตัวบนเส้นทแยงมุมมีค่าเท่ากับ 1 ส่วนสมาชิกที่เหลือมีค่าเท่ากับ 0 ส่วนค่า $(I - D)^{-1}$ คือ อินเวอร์สเมทริกซ์ของ $I - D$ และ $\lim_{\phi \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^\phi)$ คือ ค่าคู่เข้าหากัน (convergence) ของผลรวมยกกำลังของเมทริกซ์ D

3.1.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณน้ำหนักอ้อมวิสัย (Subjective Weight)

จากเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวมในขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าผลรวมของทุกสมาชิกในแถวแถว (r_i) และผลรวมของทุกสมาชิกในแนวสตมภ์ (c_j) ของเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (T) โดยใช้สมการที่ (8) และสมการที่ (9) ตามลำดับ จากนั้นคำนวณค่าน้ำหนักอ้อมวิสัย (w_j^s) โดยใช้สมการที่ (10)-(11)

$$r_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, \text{ โดย } \begin{pmatrix} r_{i1} \\ r_{i2} \\ \vdots \\ r_{in} \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^n t_{ij}, \text{ โดย } (c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jn}) \quad (9)$$

โดย r_i คือ ผลรวมของทุกเซลล์ในแนวแถว และ c_j คือ ผลรวมของทุกเซลล์ในแนวสตมภ์ ของเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (T)

$$\theta_j^s = [(r_i + c_j)^2 + (r_i - c_j)^2]^{1/2} \quad (10)$$

โดย θ_j^s คือ น้ำหนักอ้อมวิสัยขั้นต้นของตัวแปร j ก่อนการนอร์มอลไลซ์

$$w_j^s = \theta_j^s / \sum_{j=1}^n \theta_j^s \quad (11)$$

3.2) เทคนิค COV

เทคนิค COV เป็นเครื่องมือทางสถิติหนึ่งที่ใช้วัดค่าการกระจายของข้อมูล โดยในศาสตร์ของการตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision-Making: MCDM) นำมาประยุกต์ใช้ในการหาน้ำหนักอ้อมวิสัย (Objective weights) ของเกณฑ์หรือตัวแปรที่ศึกษา โดยงานวิจัยพบว่า การกระจายของข้อมูลมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร ซึ่งข้อมูลที่มีการกระจายตัวน้อยจะมีน้ำหนักต่อการตัดสินใจต่ำ [11] ดังนั้น COV สามารถนำมาใช้คำนวณน้ำหนักอ้อมวิสัยของเกณฑ์หรือตัวแปรที่ศึกษา ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ COV ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและทางธุรกิจอุตสาหกรรม ได้แก่ การเลือกเทคโนโลยีการจัดการขยะพลาสติกที่ยั่งยืน [12] ขั้นตอนการคำนวณของ COV มีดังต่อไปนี้ [11]

3.2.1) ขั้นตอนที่ 1: ผนวกรวมชุดข้อมูลการประเมิน

โดยใช้ตารางที่ 2 เพื่อสร้างเมทริกซ์การประเมิน โดยเมทริกซ์ประกอบด้วยทางเลือกจำนวน m ทางเลือก ที่อยู่ในเซตจำกัด $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ที่อยู่ในแนวแถวของเมทริกซ์ ($i = 1, 2, \dots, m$) และ เกณฑ์การประเมินอยู่ในเซตจำกัด $C_j = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ที่อยู่ในแนวสตมภ์ของเมทริกซ์ ($j = 1, 2, \dots, n$) ซึ่งกำหนดโดย $X^k = [x_{ij}]_{m \times n}$ โดยใช้สมการที่ (12) และนำมาผนวกชุดข้อมูลการประมวลผลของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ด้วยสมการที่ (13)

$$X^k = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (12)$$

โดยที่ X^k คือ เมทริกซ์การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญคนที่ k^{th} ($k = 1, 2, \dots, l$) และ x_{ij} คือคะแนนการประเมินของ ทางเลือกที่ i โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ j

$$\bar{X} = \frac{\sum_{k=1}^l X}{l} \quad (13)$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ยของผนวกรวมชุดข้อมูลการประเมินของทุกผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2 : คะแนนประเมินทางเลือก

ระดับการประเมินแนวทางชนะ อุปสรรค	คำย่อ ภาษาอังกฤษ	คะแนน
น้อยมาก	VL	1
น้อย	L	2
ค่อนข้างน้อย	ML	3
ปานกลาง	M	4
ค่อนข้างมาก	MH	5
มาก	H	6
มากที่สุด	VH	7

3.2.2) ขั้นตอนที่ 2: คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

จากเมทริกซ์การประเมินในขั้นตอนที่ 1 นำมาคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของเกณฑ์การประเมินแต่ละเกณฑ์ โดยใช้สมการที่ (13)

$$SD_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \mu_j)^2}{(m-1)}} \quad (13)$$

โดยที่ SD_j คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเกณฑ์การประเมินที่ j และ μ_j คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของของเกณฑ์การประเมินที่ j และ x_{ij} คือคะแนนการประเมินของทางเลือกที่ i ที่ประเมินด้วยเกณฑ์ j ($i = 1, 2, \dots, m$ และ $j = 1, 2, \dots, n$)

3.2.3) ขั้นตอนที่ 3: คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV_j)

นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเกณฑ์การประเมิน ในขั้นตอนที่ 2 มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV_j) โดยใช้สมการที่ (14)

$$COV_j = \frac{SD_j}{\mu_j} \quad (14)$$

โดย COV_j แสดงถึงระดับการกระจายของข้อมูลของเกณฑ์การประเมินที่ j

3.2.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณน้ำหนักภววิสัยของเกณฑ์การประเมิน

นำค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV_j) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาคำนวณน้ำหนักภววิสัย (objective weight) ของเกณฑ์การประเมิน โดยใช้สมการที่ (15)

$$w_j^o = \frac{COV_j}{\sum_{j=1}^n COV_j} \quad (15)$$

w_j^o คือ น้ำหนักภววิสัยของเกณฑ์ประเมิน j ซึ่งจะเห็นว่าเกณฑ์ใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันสูง (มีการกระจายข้อมูลมาก) จะมีน้ำหนักความสำคัญภววิสัยที่สูง

3.3) การคำนวณน้ำหนักประสม (Combination Weight)

ค่าน้ำหนักอภววิสัย (w_j^s) ที่ได้จากการคำนวณ DEMATEL และ น้ำหนักภววิสัย (w_j^o) ที่ได้จากการคำนวณ COV นำมาคำนวณน้ำหนักประสม (combination weight) ของแต่ละเกณฑ์ประเมิน โดยใช้สมการที่ (16)-(17)

$$\omega_j = \alpha * w_j^s + \beta * w_j^o \quad (16)$$

$$\alpha + \beta = 1 \quad (17)$$

โดยที่ ω_j คือ น้ำหนักประสมของเกณฑ์การประเมินที่ j และ α และ β คือสัมประสิทธิ์น้ำหนักความเชื่อมั่นที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนักระหว่าง น้ำหนักอภววิสัย และภววิสัย

3.4) เทคนิค TOPSIS

TOPSIS เป็นเทคนิคจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกพัฒนาขึ้น [13] โดยแนวคิดหลักของเทคนิคนี้ จะมีการกำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้ (ideal point methods) และทางเลือกไหนมีระยะทางค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุด และระยะทางไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด ถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด [14] ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ TOPSIS ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมและทางเทคโนโลยีดิจิทัล ได้แก่ การเลือกการทดสอบที่มีอิทธิพลต่อพารามิเตอร์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ [15], การตัดสินใจการนำการผลิตอัจฉริยะมาใช้ [16] เป็นต้น ขั้นตอนการคำนวณของ TOPSIS มีดังต่อไปนี้ [14]

3.4.1) ขั้นตอนที่ 1: สร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ (Normalized Matrix)

จากเมทริกซ์การประเมิน (ขั้นตอนที่ 1 หัวข้อ 3.2) นำมาสร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ (normalized matrix) กำหนดโดย $X^{nor} = [x_{ij}^{nor}]_{m \times n}$, $i = 1, 2, \dots, m$ และ $j = 1, 2, \dots, n$ เพื่อจะทำ

ให้เกณฑ์การประเมินทั้งหมดไม่มีหน่วย (dimensionless) โดยใช้สมการ (16)

$$X_{ij}^{nor} = [\max(x_j) - x_{ij}] / [\max(x_j) - \min(x_j)] \quad (16)$$

โดย $\max(x_j)$ คือ ค่าสูงสุดของเกณฑ์การประเมิน j และ $\min(x_j)$ คือ ค่าต่ำสุดของเกณฑ์การประเมิน j และ x_{ij} ค่าคะแนนของทางเลือก i ที่ประเมินโดยเกณฑ์ j

3.4.2) ขั้นตอนที่ 2: สร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Normalized Matrix)

จากเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ ในขั้นตอนที่ 1 นำน้ำหนักเกณฑ์มาถ่วงน้ำหนัก เพื่อสร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก กำหนดโดย $V = [v_{ij}]_{m \times n}$, $i = 1, 2, \dots, m$ และ $j = 1, 2, \dots, n$ โดยใช้สมการที่ (17)

$$V = X^{nor} \times \omega_j \quad (17)$$

โดย X^{nor} คือ เมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ และ ω_j คือ น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน j

3.4.3) ขั้นตอนที่ 3: การกำหนดเป้าหมายในอุดมคติ (Ideal Point Methods)

จากเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก ในขั้นตอนที่ 2 สามารถกำหนด เป้าหมายในอุดมคติทางบวก (Positive ideal solution: A^+) และทางลบ (Negative ideal solution: A^-) ได้ตามสมการที่ (18) และ สมการที่ (19) ตามลำดับ

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+), \text{ โดยที่ } v_j^+ = \max_i(v_{ij}) \quad (18)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-), \text{ โดยที่ } v_j^- = \min_i(v_{ij}) \quad (19)$$

v_j^+ คือค่าสูงสุดของสมาชิกในแถว i ที่ถูกประเมินโดยเกณฑ์ i และ v_j^- คือค่าต่ำสุดของสมาชิกในแถว i ที่ถูกประเมินโดยเกณฑ์ i

3.4.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณระยะทางทางเลือกกับเป้าหมายในอุดมคติ

คำนวณหาระยะทางระหว่างทางเลือกกับเป้าหมายในอุดมคติเชิงบวก (A^+) และระยะทางระหว่างทางเลือกกับเป้าหมายในอุดมคติเชิงลบ (A^-) โดยใช้ สมการที่ (20) และสมการที่ (21) ตามลำดับ

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (20)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

โดย S_i^+ คือ ระยะทางระหว่างทางเลือก i กับ เป้าหมายในอุดมคติเชิงบวก และ S_i^- คือ ระยะทางระหว่างทางเลือก i กับ เป้าหมายในอุดมคติเชิงลบ

3.4.5) ขั้นตอนที่ 5: คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์

คำนวณหาสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์ของแต่ละทางเลือก โดยใช้สมการที่ (22)

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (22)$$

โดย C_i คือสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์ของทางเลือกที่ i

3.4.6) ขั้นตอนที่ 6: จัดลำดับความสำคัญ

ลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก พิจารณาโดยใช้ ค่าสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์ (C_i) ถ้าค่า C_i สูงแสดงว่า ทางเลือกนั้นสำคัญมาก แต่ถ้าค่า C_i ต่ำแสดงว่า ทางเลือกนั้นสำคัญน้อย

4) กระบวนการวิจัย

กระบวนการวิจัย แบ่งออกเป็น 8 ระยะการดำเนินงาน (phases) ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Phase I: ระบุปัจจัยอุปสรรคและแนวทาง โดยงานวิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุปสรรค และ แนวทางการเอาชนะอุปสรรค การนำระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในองค์กร ทั้งจากวารสารในและต่างประเทศ

Phase II: นำผลการทบทวนวรรณกรรมที่ได้จาก Phase I มาพัฒนาแบบสอบถามเพื่อนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (panel of experts) ของกรมศึกษา มหาวิทยาลัย โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยอุปสรรค และ ชุดที่ 2 เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค

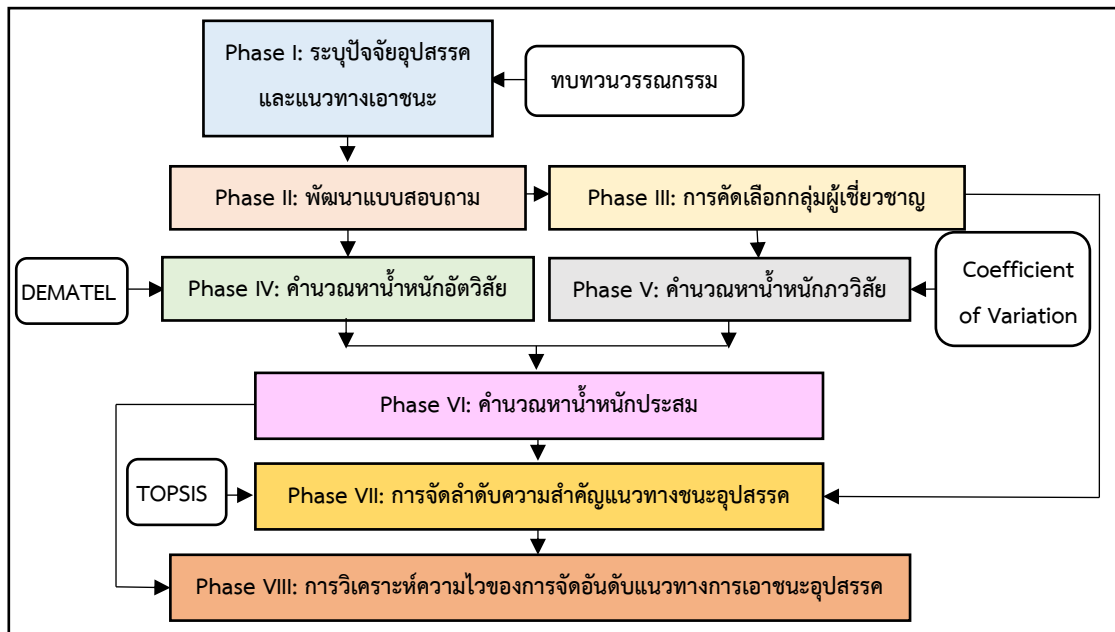
Phase III: คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ อย่างน้อย 5 ปี จากมหาวิทยาลัย กรมศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเคยผ่านการทำงาน “โครงการการพัฒนาการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์” และ เป็นผู้ตอบแบบสอบถามในงานวิจัยนี้

Phase IV: คำนวณหาน้ำหนักอัตรวิสัย โดยนำแบบสอบถามแบบสอบถามชุดที่ 1 ที่เก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญใน Phase III มาประมวลผลข้อมูลด้วยเทคนิควิธี DEMATEL

Phase V: คำนวณหาน้ำหนักภววิสัย โดยนำแบบสอบถามในส่วนที่ 2 ที่เก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญใน Phase III มาประมวลผลข้อมูลด้วยเทคนิควิธี COV

Phase VI: คำนวณหาน้ำหนักประสม โดยใช้ผลการคำนวณหาน้ำหนักอัตรวิสัย (Phase IV) และน้ำหนักภววิสัย (Phase V)

Phase VII: การจัดลำดับความสำคัญแนวทางชนะอุปสรรค โดยนำแบบสอบถามในชุดที่ 2 มาประมวลผลข้อมูลด้วยวิธี TOPSIS



รูปที่ 1 : กระบวนการวิจัย

Phase VIII: การวิเคราะห์ความไวของการจัดอันดับแนวทางการเอาชนะอุปสรรค เพื่อทดสอบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักประสมในช่วงต่าง ๆ จะทำให้อันดับแนวทางการเอาชนะอุปสรรคเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร

5) ผลงานวิจัย

ผลงานวิจัยแสดงตามระยะการดำเนินงาน 8 Phases โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.1) Phase I: การระบุปัจจัยอุปสรรคและแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการพัฒนาระบบ EDMS

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อรวบรวมปัจจัยอุปสรรค (barriers) และแนวทางการเอาชนะอุปสรรค (solutions) ของการพัฒนาระบบ EDMS ซึ่งสามารถระบุปัจจัยอุปสรรคที่สำคัญ จำนวน 12 ปัจจัย และแนวทางการเอาชนะอุปสรรค จำนวน 10 แนวทาง ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 : ปัจจัยอุปสรรคของการพัฒนาระบบ EDMS

รหัสปัจจัย (Code)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)	อ้างอิง (Reference)
B1	กระบวนการทำงานระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันมีการทำงานแยกส่วน ขาดการบูรณาการ	[17], [18]
B2	บุคลากรขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์	[17], [19]
B3	ขาดมาตรฐานกระบวนการระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การทำงานของหน่วยงานต่างๆ ไม่เป็นไปในทางเดียวกัน	[2], [19]
B4	การต่อต้านของพนักงานในการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ใหม่	[17], [20]
B5	ขาดนโยบายการขับเคลื่อนจากระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ ทีมผู้บริหารองค์กรที่ชัดเจน และอย่างต่อเนื่อง	[2], [3]
B6	ขาดความสามารถในการบริหารโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ใหม่	[21]
B7	ขาดวัฒนธรรมองค์กรด้านดิจิทัล	[2], [19], [20]
B8	ขาดการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานข้ามสายงาน	[19], [22]
B9	ขาดการมีส่วนร่วมของพนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการพัฒนาระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ใหม่	[2], [17]
B10	ขาดความมุ่งมั่นจากผู้บริหารที่เกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนโครงการ	[19], [22]
B11	ขาดการจัดสรรทรัพยากรในการขับเคลื่อนโครงการที่เพียงพอและเหมาะสม	[3], [18], [22]
B12	ขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุน	[2], [18]

ตารางที่ 4 : แนวทางการเอาชนะอุปสรรค

รหัสปัจจัย (Code)	แนวทางชนะอุปสรรค (Overcomes)	อ้างอิง (Reference)
S1	การสร้างช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดวิสัยทัศน์ร่วมกันในการเปลี่ยนผ่านไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[23], [24]
S2	จัดโปรแกรมการฝึกอบรมพนักงานทุกคนและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[23], [24]
S3	จัดทำเป้าหมายระยะสั้น กลาง และยาว พร้อมทั้งกำหนดทรัพยากรที่จำเป็นและจัดสรรตามลำดับความสำคัญ	[3], [24]
S4	ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและเปิดอภิปรายโดยพนักงานทุกคน และทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[25]
S5	ส่งเสริมวัฒนธรรมในการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ	[25], [26]
S6	การจัดตั้งโครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์ในการบริหารโครงการการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[25], [26]
S7	การสรรหาผู้จัดการโครงการที่มีประสบการณ์และหัวหน้าทีมโครงการมืออาชีพ	[3], [24]
S8	การจัดเตรียมแผนการบริหารความขัดแย้งการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[21], [23], [25]
S9	การจัดเตรียมแผนการบริหารความเสี่ยงการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่	[25], [27]
S10	การให้พนักงานที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบงานใหม่	[22], [24]

5.2) Phase II: การพัฒนาแบบสอบถาม (Questionnaire Development)

นำปัจจัยอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข ที่ได้จาก Phase I มาพัฒนาแบบสอบถาม แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน EDMS ของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อทวนสอบความถูกต้อง ก่อนส่งแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น เพื่อขออนุมัติจริยธรรมการวิจัยในคนจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนชุดกลางของมหาวิทยาลัยมหิดล (MU Central-IRB) นอกจากนั้นแบบสอบถามยังระบุเป็นลายลักษณ์อักษรว่าข้อมูลส่วนบุคคลและคำตอบทั้งหมด

ของผู้ตอบจะถูกเก็บเป็นความลับและใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการเท่านั้น รวมถึงข้อมูลจะสรุปและรายงานโดยรวม ซึ่งไม่สามารถสอบกลับไปยังผู้ตอบแบบสอบถามได้

5.3) Phase III: การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ (Experts) ที่ให้ข้อมูลและตอบแบบสอบถามสำหรับงานวิจัย

การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้พิจารณาจากความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการพัฒนาระบบ EDMS ของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง กรณีศึกษา โดยมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 คน รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 : รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญ

รหัสผู้เชี่ยวชาญ (Code)	ตำแหน่ง (Position)	ประสบการณ์ (ปี)	ความเชี่ยวชาญ
E1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	6	การบริหารโครงการการพัฒนาระบบ EDMS
E2	หัวหน้างานบริหารเอกสาร (ผู้ชำนาญการ)	28	ผู้ใช้งานระบบ EDMS
E3	นักวิชาการสารสนเทศ (ผู้ชำนาญการ)	21	ผู้ใช้งานระบบ EDMS
E4	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป (ผู้ชำนาญการ)	27	ผู้ใช้งานระบบ EDMS
E5	นักวิชาการคอมพิวเตอร์	10	ผู้พัฒนาระบบ EDMS
E6	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ (ผู้ชำนาญการ)	30	ผู้พัฒนาระบบ EDMS
E7	เจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์	9	ผู้พัฒนาระบบ EDMS

5.4) Phase IV: คำนวณหาน้ำหนักอัตวิสัย (Subjective Weights) ของปัจจัยอุปสรรค

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 คน ขอให้ตอบแบบสอบถามชุดที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความมีอิทธิพลระหว่างคู่ปัจจัยอุปสรรค (pairwise comparison) โดยใช้ระดับอิทธิพลระหว่างตัวแปรใน ตารางที่ 1 หัวข้อ 3.1 จากนั้นรวบรวมแบบสอบถามที่ตอบกลับมาทั้งหมด นำมาประมวลผลชุดข้อมูล เพื่อคำนวณหาน้ำหนักอัตวิสัยของปัจจัยอุปสรรคแต่ละปัจจัย (w_j^s) โดยใช้วิธีการ DEMATE ที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1

5.4.1) ขั้นตอนที่ 1: คำนวณหาเมทริกซ์เฉลี่ยรวม (Aggregate Matrix) ข้อมูลการเปรียบเทียบความมีอิทธิพลระหว่างคู่ปัจจัยอุปสรรคนำมาประมวลผลโดยใช้สมการที่ (1) และสมการที่ (2)

และนำมาคำนวณหาเมทริกซ์เฉลี่ยรวม (aggregate matrix) ดังแสดงในตารางที่ 6

5.4.2) ขั้นตอนที่ 2: สร้างนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ (Construct Normalized Matrix) ของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยอุปสรรค นอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ (construct normalized matrix) ของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยอุปสรรค สามารถสร้างได้โดยใช้สมการที่ (3)-(4) ดังแสดงผลในตารางที่ 7

5.4.3) ขั้นตอนที่ 3: สร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (Total Relation Matrix) เมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (total relation matrix) สามารถสร้างได้โดยใช้สมการที่ (5)-(7) ดังแสดงผลในตารางที่ 8

ตารางที่ 6 : เมทริกซ์เฉลี่ยรวม (aggregate matrix)

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	1.00	2.43	3.00	1.86	2.57	2.29	2.00	2.29	1.71	2.57	2.57	2.43
B2	3.00	1.00	2.29	3.14	2.57	2.71	2.86	2.29	2.57	2.29	1.29	1.29
B3	3.00	3.29	1.00	1.86	2.57	2.71	2.43	2.29	2.86	1.71	2.14	2.57
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
B10	2.43	2.29	2.57	2.14	3.86	3.00	2.71	2.14	2.29	0.86	3.00	3.14
B11	2.00	1.86	2.14	1.71	2.14	2.43	2.00	1.57	1.86	2.29	1.00	3.57
B12	1.71	1.71	2.43	1.71	2.43	2.57	2.14	1.86	2.14	2.29	3.14	1.00

ตารางที่ 7 : นอร์มอลไลซ์เมทริกซ์

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	0.03	0.07	0.08	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07
B2	0.08	0.03	0.06	0.09	0.07	0.07	0.08	0.06	0.07	0.06	0.04	0.04
B3	0.08	0.09	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.05	0.06	0.07
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
B10	0.07	0.06	0.07	0.06	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.02	0.08	0.09
B11	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.04	0.05	0.06	0.03	0.10
B12	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.09	0.03

ตารางที่ 8 : เมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (total relation matrix)

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
B1	0.27	0.30	0.33	0.27	0.32	0.32	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31
B2	0.33	0.27	0.32	0.31	0.33	0.34	0.32	0.30	0.32	0.30	0.27	0.28
B3	0.34	0.34	0.30	0.28	0.33	0.34	0.31	0.30	0.33	0.29	0.30	0.32
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
B10	0.35	0.33	0.36	0.31	0.39	0.37	0.34	0.32	0.33	0.28	0.35	0.36
B11	0.28	0.27	0.29	0.25	0.29	0.30	0.27	0.25	0.27	0.27	0.24	0.31
B12	0.28	0.27	0.30	0.25	0.30	0.31	0.28	0.26	0.28	0.28	0.30	0.25

5.4.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณน้ำหนักอัตวิสัย (Subjective Weight) โดยคำนวณผลรวมของทุกสมาชิกในแนวแถว (r_i) และผลรวมของทุกสมาชิกในแนวสดมภ์ (c_j) ของเมทริกซ์ความสัมพันธ์รวม (T) โดยใช้สมการที่ (8) และสมการที่ (9) ต่อจากนั้น คำนวณน้ำหนักอัตวิสัยของแต่ละปัจจัยอุปสรรค (Subjective weight: w_j^s) โดยใช้สมการที่ (10)-(11) ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 9

5.5) Phase V: คำนวณน้ำหนักภววิสัย (Objective Weights) ของปัจจัยอุปสรรค

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 คน ตอบแบบสอบถามชุดที่ 2 เพื่อประเมินแนวทางการชนะอุปสรรค (overcoming barriers) ในตารางที่ 4 ตามแต่ละเกณฑ์ปัจจัยอุปสรรค โดยใช้ตารางคะแนนประเมินแนวทางชนะอุปสรรค ในตารางที่ 2 (ในหัวข้อ 3.2) นำมาประมวลผลชุดข้อมูลเพื่อคำนวณน้ำหนักภววิสัย ของปัจจัยอุปสรรคแต่ละปัจจัย (w_j^o) โดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV_j) ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้ [28]

5.5.1) ขั้นตอนที่ 1: ผนวกรวมชุดข้อมูลการประเมินแนวทางชนะอุปสรรค ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านประเมินแนวทางการชนะอุปสรรค โดยใช้ตารางที่ 2 หลังจากนั้น ข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ชุดที่ได้จากแบบสอบถามทั้งหมด นำมาผนวกรวมให้เป็น 1 ชุดข้อมูล โดยใช้สมการที่ (12)-(13) และผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 10

5.5.2) ขั้นตอนที่ 2: คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของปัจจัยอุปสรรค จากข้อมูลในตารางที่ 10 นำมาคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD_j) ของแต่ละปัจจัยอุปสรรค โดยใช้สมการที่ (13) และ แสดงผลตามตารางที่ 11

5.5.3) ขั้นตอนที่ 3: คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: COV_j) ของปัจจัยอุปสรรค คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (COV_j) ของปัจจัยอุปสรรค โดยใช้สมการที่ (14) และผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 9 : แสดงค่าน้ำหนักอัตวิสัยของแต่ละปัจจัยอุปสรรค (Subjective weight: w_j^s)

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
r_i	3.58	3.69	3.79	4.03	4.79	3.88	3.98	4.13	3.60	4.08	3.28	3.37
c_j	3.98	3.84	4.10	3.54	4.05	4.11	3.75	3.68	3.87	3.68	3.75	3.86
$r_i + c_j$	7.56	7.53	7.89	7.58	8.85	8.00	7.72	7.80	7.47	7.75	7.04	7.23
$r_i - c_j$	-0.39	-0.15	-0.31	0.49	0.74	-0.23	0.23	0.45	-0.26	0.40	-0.47	-0.49
σ_j^s	7.32	7.28	7.64	7.34	8.59	7.74	7.47	7.56	7.23	7.54	6.81	7.00
w_j^s	0.082	0.081	0.085	0.082	0.096	0.086	0.083	0.084	0.081	0.084	0.076	0.078

ตารางที่ 10 : แสดงการผนวกรวมชุดข้อมูลการประเมินแนวทางชนะอุปสรรค

แนวทางชนะอุปสรรค (Overcomes)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
S1	5.00	4.14	4.86	4.71	4.29	3.43	4.57	5.00	5.29	4.71	4.43	4.86
S2	5.00	5.43	4.71	5.71	3.29	4.00	5.14	4.71	4.57	3.57	3.29	3.43
S3	4.43	5.00	5.29	4.86	5.29	4.86	4.71	5.14	4.57	4.57	5.86	5.14
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S8	4.43	4.57	4.57	5.71	4.57	4.86	4.43	5.29	5.14	4.86	4.43	4.57
S9	4.00	4.00	4.86	4.57	4.57	4.71	4.29	4.86	5.14	4.71	4.43	5.14
S10	6.14	5.00	5.86	5.86	4.14	4.14	5.43	5.43	5.86	4.71	4.71	4.43

ตารางที่ 11 : น้ำหนักภววิสัยของปัจจัยอุปสรรค

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
SD_j	0.63	0.66	0.48	0.53	0.59	0.68	0.51	0.29	0.54	0.48	0.72	0.64
μ_j	4.79	4.87	5.14	5.33	4.26	4.49	4.70	5.14	5.20	4.43	4.56	4.53
COV_j	0.13	0.14	0.09	0.10	0.14	0.15	0.11	0.06	0.10	0.11	0.16	0.14
w_j^o	0.093	0.095	0.065	0.069	0.097	0.106	0.077	0.039	0.072	0.076	0.111	0.100

5.5.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณน้ำหนักภววิสัยของปัจจัยอุปสรรค จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (COV_j) นำมาคำนวณน้ำหนักภววิสัยของปัจจัยอุปสรรค (w_j^o) โดยใช้ สมการที่ (15) และผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 11

5.6) Phase VI: คำนวณน้ำหนักประสม (Combine Weights) ของปัจจัยอุปสรรค

จากค่าน้ำหนักอภวิสัย (w_j^s) และน้ำหนักภววิสัย (w_j^o) นำมาคำนวณค่าน้ำหนักประสม ของปัจจัยอุปสรรค โดยใช้ สมการที่ (16)-(17) โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้ $\alpha = 0.5$ และ $\beta = 0.5$ โดยผลการคำนวณน้ำหนักประสม (ω_j) ของปัจจัยอุปสรรค แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 12

จากตารางที่ 12 พบว่าสามารถจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยอุปสรรคตามน้ำหนักความสำคัญประสม ได้ดังนี้ $B5=B6>B11>B12>B2>B1>B7=B10>B4=B9>B3>B8$

5.7) Phase VII: การจัดลำดับความสำคัญแนวทางชนะอุปสรรค

สำหรับการจัดลำดับความสำคัญแนวทางชนะอุปสรรค ($S1, S2, \dots, S10$) งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์วิธีการ TOPSIS ที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.4 ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [28]

5.7.1) ขั้นตอนที่ 1: สร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ (Normalized Matrix) จากผลรวมชุดข้อมูลการประเมินแนวทางชนะอุปสรรค ที่แสดงในตารางที่ 10 นำมาสร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ โดยใช้ สมการที่ (16) และผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 : แสดงน้ำหนักประสมของปัจจัยอุปสรรค

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
w_j^s	0.082	0.081	0.085	0.082	0.096	0.086	0.083	0.084	0.081	0.084	0.076	0.078
w_j^o	0.093	0.095	0.065	0.069	0.097	0.106	0.077	0.039	0.072	0.076	0.111	0.100
ω_j	0.087	0.088	0.075	0.076	0.096	0.096	0.080	0.062	0.076	0.080	0.094	0.089
อันดับ	5	4	8	7	1	1	6	9	7	6	2	3

ตารางที่ 13 : แสดงเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ (normalized matrix)

แนวทางชนะอุปสรรค (Overcomes)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
S1	0.53	0.94	0.80	0.91	0.50	1.00	0.70	0.67	0.58	0.11	0.56	0.17
S2	0.53	0.38	0.90	0.27	1.00	0.76	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
S3	0.80	0.56	0.50	0.82	0.00	0.41	0.60	0.50	1.00	0.22	0.00	0.00
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S8	0.80	0.75	1.00	0.27	0.36	0.41	0.80	0.33	0.67	0.00	0.56	0.33
S9	1.00	1.00	0.80	1.00	0.36	0.47	0.90	0.83	0.67	0.11	0.56	0.00
S10	0.00	0.56	0.10	0.18	0.57	0.71	0.10	0.17	0.25	0.11	0.44	0.42

ตารางที่ 14 : แสดงค่าเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก

แนวทางชนะ อุปสรรค (Overcomes)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
S1	0.05	0.08	0.06	0.07	0.05	0.10	0.06	0.04	0.04	0.01	0.05	0.01
S2	0.05	0.03	0.07	0.02	0.10	0.07	0.02	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09
S3	0.07	0.05	0.04	0.06	0.00	0.04	0.05	0.03	0.08	0.02	0.00	0.00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S8	0.07	0.07	0.08	0.02	0.03	0.04	0.06	0.02	0.05	0.00	0.05	0.03
S9	0.09	0.09	0.06	0.08	0.03	0.05	0.07	0.05	0.05	0.01	0.05	0.00
S10	0.00	0.05	0.01	0.01	0.06	0.07	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.04

5.7.2) ขั้นตอนที่ 2: สร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Normalized Matrix) จากนอร์มอลไลซ์เมทริกซ์ในตารางที่ 13 นำน้ำหนักประสม (ω_j) ที่ได้จากตารางที่ 12 ของแต่ละปัจจัยอุปสรรคมาถ่วงน้ำหนักเพื่อสร้างเมทริกซ์นอร์มอลไลซ์ถ่วงน้ำหนัก โดยใช้สมการที่ (17) ซึ่งผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 14

5.7.3) ขั้นตอนที่ 3: กำหนดแนวทางชนะอุปสรรคในอุดมคติ (Ideal Solutions) จากตารางที่ 14 สามารถกำหนดแนวทางชนะอุปสรรคในอุดมคติทางบวก (positive ideal solution: A^+) และทางลบ (negative ideal solution: A^-) ได้ตามสมการที่ (18) และ สมการที่ (19) ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 15

5.7.4) ขั้นตอนที่ 4: คำนวณระยะทางระหว่างแนวทางชนะอุปสรรคกับแนวทางแก้ไขในอุดมคติ การหาระยะทางระหว่างแนวทางชนะอุปสรรคกับแนวทางแก้ไขในอุดมคติเชิงบวก และแนวทางแก้ไขในอุดมคติเชิงลบ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (20) และ สมการที่ (21) ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 16-17

5.7.5) ขั้นตอนที่ 5: คำนวณสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์ การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์ของแต่ละแนวทางเอาชนะอุปสรรค สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (22) และผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 18 โดยพบว่าสามารถจัดอันดับแนวทางการชนะอุปสรรค ได้ดังนี้ $S2 > S6 > S1 > S9 > S8 > S4 > S5 > S7 > S3 > S10$

ตารางที่ 15 : แนวทางชนะอุปสรรคในอุดมคติทางบวกและทางลบ

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
A^+	0.087	0.088	0.075	0.076	0.096	0.096	0.080	0.062	0.076	0.080	0.094	0.089
A^-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 16 : ระยะทางระหว่างแนวทางชนะอุปสรรคกับแนวทางแก้ไขในอุดมคติเชิงบวก

แนวทางชนะ อุปสรรค (Overcomes)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
S1	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.002	0.005
S2	0.002	0.003	0.000	0.003	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S3	0.000	0.001	0.001	0.000	0.009	0.003	0.001	0.001	0.000	0.004	0.009	0.008
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S8	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.003	0.000	0.002	0.001	0.006	0.002	0.004
S9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.003	0.000	0.000	0.001	0.005	0.002	0.008
S10	0.008	0.001	0.005	0.004	0.002	0.001	0.005	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003

ตารางที่ 17 : ระยะทางระหว่างแนวทางชนะอุปสรรคกับแนวทางแก้ไขในอุดมคติเชิงลบ

แนวทางชนะ อุปสรรค (Overcomes)	ปัจจัยอุปสรรค (Barriers)											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
S1	0.002	0.007	0.004	0.005	0.002	0.009	0.003	0.002	0.002	0.000	0.003	0.000
S2	0.002	0.001	0.005	0.000	0.009	0.005	0.001	0.004	0.006	0.006	0.009	0.008
S3	0.005	0.002	0.001	0.004	0.000	0.002	0.002	0.001	0.006	0.000	0.000	0.000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S8	0.005	0.004	0.006	0.000	0.001	0.002	0.004	0.000	0.003	0.000	0.003	0.001
S9	0.008	0.008	0.004	0.006	0.001	0.002	0.005	0.003	0.003	0.000	0.003	0.000
S10	0.000	0.002	0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001

ตารางที่ 18 : สัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดสัมพัทธ์แต่ละแนวทางเอาชนะอุปสรรค

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
S_i^+	0.136	0.107	0.196	0.182	0.169	0.130	0.187	0.159	0.149	0.204
S_i^-	0.197	0.237	0.154	0.183	0.158	0.189	0.165	0.170	0.203	0.119
$S_i^+ + S_i^-$	0.333	0.344	0.350	0.365	0.327	0.320	0.352	0.328	0.352	0.323
C_i	0.591	0.689	0.439	0.501	0.484	0.593	0.470	0.517	0.577	0.368
Rank	3	1	9	6	7	2	8	5	4	10

5.8) Phase VIII: การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของการจัดอันดับแนวทางเอาชนะอุปสรรค

การวิเคราะห์ความไว เป็นการวิเคราะห์ว่าเมื่อน้ำหนักของปัจจัยอุปสรรคเปลี่ยนไป การจัดอันดับของแนวทางเอาชนะอุปสรรคจะเปลี่ยนไปหรือไม่ กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการจัดอันดับแบบมีนัยสำคัญ แสดงว่าแบบจำลองที่เสนอมีความไวต่อน้ำหนักของปัจจัยอุปสรรค แต่ถ้าการจัดอันดับไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แสดงว่า แบบจำลองที่เสนอมีความน่าเชื่อถือ (reliability) ต่อการนำไปใช้ สำหรับงานวิจัยนี้ จะวิเคราะห์ความไว โดยเปลี่ยนแปลงค่า α และ β ของน้ำหนักประสม (ω_j) ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ ได้ 9 สถานการณ์ และทำการคำนวณการจัดอันดับของแนวทางเอาชนะอุปสรรคใหม่ด้วยวิธี TOPSIS ใหม่ ซึ่งผลลัพธ์

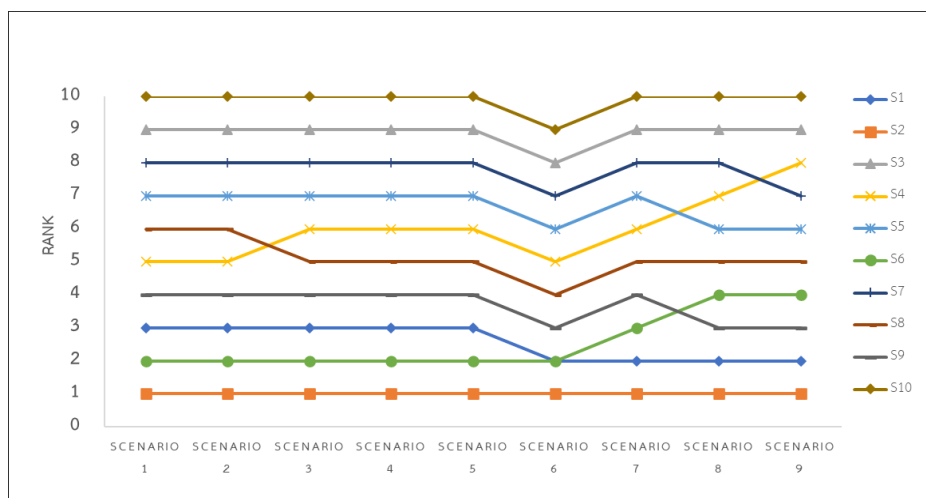
แสดงในตารางที่ 19 และรูปที่ 2 จากผลลัพธ์จะเห็นว่า “จัดโปรแกรมการฝึกอบรมพนักงานทุกคนและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนากระบวนการใหม่” (S2) ยังมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ในส่วนอันดับสองและอันดับสามสลับกันระหว่าง “การสร้างช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดวิสัยทัศน์ร่วมกัน ในการเปลี่ยนผ่านไปสู่การพัฒนากระบวนการใหม่” (S1) “การจัดตั้งโครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์ในการบริหารโครงการการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนากระบวนการใหม่” (S6) และการเปลี่ยนแปลงอันดับของแนวทางเอาชนะอุปสรรคอื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ดังนั้นสามารถสรุปว่าโมเดลที่เสนอในงานวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือ

ตารางที่ 19 : ผลการวิเคราะห์ความไวของการจัดอันดับแนวทางเอาชนะอุปสรรค

แนวทางชนะ อุปสรรค	สถานการณ์ (Scenarios)																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
	0.1	0.9	0.2	0.8	0.3	0.7	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.7	0.3	0.8	0.2	0.9	0.1
	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank
S1	0.587	3	0.588	3	0.589	3	0.589	3	0.591	3	0.591	2	0.593	2	0.594	2	0.595	2
S2	0.692	1	0.691	1	0.691	1	0.690	1	0.698	1	0.689	1	0.689	1	0.688	1	0.688	1
S3	0.422	9	0.426	9	0.431	9	0.435	9	0.439	9	0.444	8	0.448	9	0.452	9	0.457	9

ตารางที่ 19 : ผลการวิเคราะห์ความไวของการจัดอันดับแนวทางการเอาชนะอุปสรรค (ต่อ)

แนวทาง ชนะ อุปสรรค	สถานการณ์ (Scenarios)																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
	0.1	0.9	0.2	0.8	0.3	0.7	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.7	0.3	0.8	0.2	0.9	0.1
	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank	C_i	Rank
S4	0.524	5	0.518	5	0.513	6	0.507	6	0.501	6	0.496	5	0.490	6	0.484	7	0.478	8
S5	0.477	7	0.479	7	0.480	7	0.482	7	0.484	7	0.486	6	0.488	7	0.490	6	0.492	6
S6	0.598	2	0.597	2	0.596	2	0.595	2	0.593	2	0.591	2	0.588	3	0.585	4	0.582	4
S7	0.454	8	0.458	8	0.462	8	0.466	8	0.470	8	0.474	7	0.478	8	0.482	8	0.486	7
S8	0.519	6	0.518	6	0.518	5	0.518	5	0.517	5	0.517	4	0.516	5	0.515	5	0.515	5
S9	0.564	4	0.567	4	0.570	4	0.573	4	0.577	4	0.580	3	0.583	4	0.587	3	0.590	3
S10	0.386	10	0.381	10	0.377	10	0.372	10	0.368	10	0.363	9	0.358	10	0.353	10	0.348	10



รูปที่ 2 : การวิเคราะห์ความไวของการจัดอันดับแนวทางการเอาชนะอุปสรรค

6) การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับความสำคัญ

ด้วยวิธี MCDM อื่น ๆ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค ด้วยเทคนิค TOPSIS ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ กับ MCDM สองกลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มจัดลำดับความสำคัญโดยใช้ระยะทาง (ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ TOPSIS) โดยเปรียบเทียบผลกับเทคนิค CODAS (Combinative Distance-Based Assessment) และ 2) กลุ่มจัดลำดับความสำคัญโดยใช้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบผลกับสองเทคนิควิธี ได้แก่ WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) และเทคนิค CoCoSo (A Combined Compromise Solution) โดยแสดงผลการจัดลำดับความสำคัญแนวทางการเอาชนะอุปสรรคในตารางที่ 20 และตารางที่ 21 โดยจากการเปรียบเทียบพบว่า เทคนิคทั้ง 4 วิธีให้ผลลัพธ์การจัดอันดับ S2

(จัดโปรแกรมการฝึกอบรมพนักงานทุกคนและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่) เป็นแนวทางการเอาชนะอุปสรรคที่มีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่งเหมือนกัน ในส่วนผลการจัดลำดับความสำคัญอันดับที่สอง และอันดับที่สาม วิธี TOPSIS, CODAS และ WASPAS ให้ผลที่เหมือนกัน คือ อันดับสอง ได้แก่ S6 (การจัดตั้งโครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์ในการบริหารโครงการการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนาระบบงานใหม่) และ อันดับที่สาม ได้แก่ S1 (การสร้างช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดวิสัยทัศน์ร่วมกันในการเปลี่ยนผ่านไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่) นอกจากนั้นงานวิจัยได้วัดสหสัมพันธ์ของการจัดลำดับของเทคนิควิธีทั้ง 4 โดยใช้วิธีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังสมการที่ (23) โดยแสดงผลการวัดสหสัมพันธ์ไว้ใน ตารางที่ 21 โดยพบว่า การจัดลำดับด้วยเทคนิค TOPSIS มีผลการจัดลำดับที่สัมพันธ์กับ เทคนิค CODAS ($R =$

0.975) และเทคนิค WASPAS ($R = 0.842$) ในระดับสูงมาก สำหรับเทคนิค CoCoSo ($R = 0.793$) ในระดับสูง โดยแปลผลการวัดสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในตารางที่ 21 จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่เสนอในงานวิจัยนี้ให้ผลลัพธ์การจัดลำดับความสำคัญ

ของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค มีความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ และ ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับวิธี MCDM ที่เสนอมาน

$$R = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2-1)} \quad (23)$$

ตารางที่ 20 : เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญแนวทางการเอาชนะอุปสรรคด้วยวิธี MCDM ต่าง ๆ

แนวทางการเอาชนะอุปสรรค	วิธีการจัดลำดับความสำคัญ			
	TOPSIS	CODAS	WASPAS	CoCoSo
S1	3	3	3	2
S2	1	1	1	1
S3	9	8	9	8
S4	6	7	10	10
S5	7	6	6	6
S6	2	2	2	4
S7	8	9	8	9
S8	5	5	5	5
S9	4	4	4	3
S10	10	10	7	7

ตารางที่ 21 : แสดงผลการวัดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของวิธี MCDM ต่าง ๆ

	TOPSIS	CODAS	WASPAS	CoCoSo
TOPSIS	1.00	0.975	0.842	0.793
CODAS	-	1.00	0.878	0.854
WASPAS	-	-	1.00	0.951
CoCoSo	-	-	-	1.00

ตารางที่ 22 : การแปลผลระดับความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน	ระดับความสัมพันธ์
$R < 0.2$	อ่อนมาก
$0.2 \leq R < 0.4$	อ่อน
$0.4 \leq R < 0.6$	ปานกลาง
$0.6 \leq R < 0.8$	แข็งแรง
$R \geq 0.8$	แข็งแรงมาก

7) สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เสนอกรอบแนวทางการเอาชนะอุปสรรคดังกล่าว โดยประยุกต์วิธีการการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งใช้มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และทวนสอบยืนยันโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถระบุปัจจัยอุปสรรคได้จำนวน 12 ปัจจัย และแนวทางการเอาชนะอุปสรรคได้ 10 ปัจจัย โดยการประยุกต์

วิธีการ DEMATEL และวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน สามารถหาน้ำหนักความสำคัญประสม (combination weights) ของปัจจัยอุปสรรคได้ โดยพบว่าปัจจัยอุปสรรค “ขาดนโยบายการขับเคลื่อนจากระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ ทีมผู้บริหารองค์กรที่ชัดเจน และอย่างต่อเนื่อง” (B5) และ “ขาดความสามารถในการบริหารโครงการการพัฒนาระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ใหม่” (B6) มีน้ำหนักความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง

ส่วนอันดับสองและอันดับสาม ได้แก่ “ขาดการจัดสรรทรัพยากรในการขับเคลื่อนโครงการที่เพียงพอและเหมาะสม” (B11) และ “ขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุน” (B12) ตามลำดับ ส่วนปัจจัยอุปสรรคสามอันดับท้ายที่มีความสำคัญอันดับสาม ได้แก่ “การต่อต้านของพนักงานในการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ใหม่” (B4) และ “ขาดการมีส่วนร่วมของพนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการพัฒนาระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ใหม่” (B9) ซึ่งมีความสำคัญเท่ากัน อันดับสอง ได้แก่ “ขาดมาตรฐานกระบวนการระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ ไม่เป็นไปในทางเดียวกัน” (B3) และอันดับแรก ได้แก่ ขาดการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานข้ามสายงาน (B8) ในส่วนของการจัดลำดับของแนวทางการเอาชนะอุปสรรค โดยวิธีการ TOPSIS พบว่า แนวทางการเอาชนะอุปสรรคที่สำคัญที่สุด อันดับแรก ได้แก่ “จัดโปรแกรมการฝึกอบรมพนักงานทุกคนและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนากระบวนการใหม่” (S2) ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ [21] ที่กล่าวว่า ความรู้ความเข้าใจของพนักงานที่เกี่ยวข้องในทุกระดับเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญต่อการนำ ระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร เนื่องจากจะลดแรงต่อต้านของพนักงานในการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบใหม่ นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ยังข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า การฝึกอบรมควรมีการทำให้สม่ำเสมอให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านระบบ EDMS ในส่วนของอันดับที่สอง ได้แก่ “การจัดตั้งโครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์ในการบริหารโครงการการเปลี่ยนแปลงสู่การพัฒนากระบวนการใหม่” (S6) ประเด็นดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ [29] ซึ่งเน้นว่า โครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์จะช่วยให้การบริหารโครงการ ICT ที่มีความซับซ้อนและมีสเกลขนาดใหญ่ ควรต้องดึงพนักงานที่เกี่ยวข้องออกจากงานประจำเพื่อมาทำงานโครงการโดยเฉพาะเพื่อให้พนักงานสามารถมีเวลาและให้ความสนใจต่อการพัฒนาโครงการ ICT ได้อย่างเต็มที่ สำหรับงานวิจัยให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่า สำหรับหน่วยงานในลักษณะมหาวิทยาลัย ส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างองค์กรที่ตายตัวและไม่ยืดหยุ่น ขาดมาตรฐานการประเมินผลงานของพนักงานที่มาทำงานเต็มเวลากับโครงการที่ชัดเจน อีกทั้งหน่วยงานต้นสังกัดก็ไม่อยากเสียพนักงานที่ทำงานประจำไปเพราะจะเป็นภาระของพนักงานคนอื่น ๆ ทำให้โครงสร้างองค์กรแบบเมทริกซ์สำหรับการพัฒนา ICT เกิดขึ้นยากหรือเกิดขึ้นได้ แต่ส่วนใหญ่มักจะขาดเอกภาพและประสิทธิภาพ

ในการดำเนินโครงการ ในส่วนของอันดับที่สาม ได้แก่ “การสร้างช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดวิสัยทัศน์ร่วมกันในการเปลี่ยนผ่านไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่” (S1) ซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนจากงานวิจัยที่ผ่านมาโดย [30] ที่เน้นถึงความสำคัญของการสื่อสารจะทำให้พนักงานทุกระดับขององค์กร มีความเข้าใจถึงความสำคัญของการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบ ICT ใหม่ ทำให้เกิดการดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน งานวิจัยนี้มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นนี้ว่า นอกจากจะสร้างช่องทางการสื่อสารแล้วควรมีการช่องทางการรับข้อมูลย้อนกลับ (feedback) จากพนักงานมาปรับปรุงการดำเนินงานของระบบ EDMS อีกด้วย สำหรับผลของการวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักประสมของปัจจัยอุปสรรคไม่มีนัยสำคัญมากต่อการจัดอันดับของแนวทางการชนะอุปสรรค และจากการเปรียบเทียบกับวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์อื่น ๆ ให้ผลการจัดลำดับที่สอดคล้องกันยังมีนัยสำคัญ จึงสรุปว่าโมเดลตัวแบบที่เสนอนี้มีความน่าเชื่อถือ

8) ประโยชน์ของงานวิจัย

สามารถแบ่งประโยชน์ของงานวิจัยได้เป็น ประโยชน์เชิงวิชาการ (academic contributions) และ ประโยชน์ในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ (practical contributions) ดังนี้

8.1) ประโยชน์เชิงวิชาการ (Academic Contributions)

1. งานวิจัยนี้รวบรวมปัจจัยอุปสรรค และแนวทางการเอาชนะอุปสรรค ของการนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร โดยการสังเคราะห์จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ
2. งานวิจัยนี้ได้พัฒนารอบการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร โดยประยุกต์วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษามาก่อน
3. งานวิจัยนี้ใช้น้ำหนักประสมระหว่างน้ำหนักอัตวิสัย (subjective weight) และน้ำหนักภววิสัย (objective weights) ในการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยอุปสรรค ซึ่งทำให้น้ำหนักที่ได้มีความเที่ยงตรง (accuracy) มากกว่าการใช้น้ำหนักประเภทใดประเภทหนึ่ง

8.2) ประโยชน์ในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ (Practical Contributions)

1. มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐแห่งหนึ่ง กรณีศึกษา สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของแนวทางการเอาชนะอุปสรรคการนำระบบ EDMS มาใช้ในองค์กร
2. องค์กรอื่น ๆ ที่มีแผนการนำระบบ EDMS มาใช้ สามารถประยุกต์ใช้กรอบงานวิจัยนี้ไปประเมินองค์กรของตนเองได้ในลักษณะเดียวกัน

REFERENCES

- [1] A. Zaky and I. G. B. B. Nugraha, "Increase activity time efficiency in official documents management using blockchain-based distributed data storage," in *Proc. 2019 Int. Conf. Elect. Eng. and Inform. (ICEEI)*, Bandung, Indonesia, Jul. 2019, pp. 81–86, doi: 10.1109/ICEEI47359.2019.898
- [2] N. Nizamuddin, K. Salah, M. Ajmal Azad, J. Arshad, and M. H. Rehman, "Decentralized document version control using ethereum blockchain and IPFS," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 76, pp. 183–197, Jun. 2019.
- [3] H. S. Ahmad, I. M. Bazlamit, and M. D. Ayoush, "Investigation of document management systems in small size construction companies in Jordan," *Procedia Eng.*, vol. 182, pp. 3–9, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.101.
- [4] M. Murugan and S. Marisamynathan, "Analysis of barriers to adopt electric vehicles in India using fuzzy DEMATEL and Relative importance Index approaches," *Case Stud. Transp. Policy*, vol. 10, no. 2, pp. 795–810, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.cstp.2022.02.007.
- [5] P. Ji, H. Y. Zhang, and J. Q. Wang, "Selecting an outsourcing provider based on the combined MABAC–ELECTRE method using single-valued neutrosophic linguistic sets," *Comput. Indus. Eng.*, vol. 120, pp. 429–441, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.cie.2018.05.012.
- [6] B. Yang, J. Zhao, and H. Zhao, "A robust method for avoiding rank reversal in the TOPSIS," *Comput. Indus. Eng.*, vol. 174, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.cie.2022.108776.
- [7] A. Vishwakarma, G. S. Dangayach, M. L. Meena, and S. Gupta, "Analysing barriers of sustainable supply chain in apparel & textile sector: A hybrid ISM-MICMAC and DEMATEL approach," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 5, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100073.
- [8] F. Gao, "An integrated risk analysis method for tanker cargo handling operation using the cloud model and DEMATEL method," *Ocean Eng.*, vol. 266, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.113021.
- [9] A. Kashyap, C. Kumar, V. Kumar, and O. J. Shukla, "A DEMATEL model for identifying the impediments to the implementation of circularity in the aluminum industry," *Decis. Analytics J.*, vol. 5, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.dajour.2022.100134.
- [10] P.-H. Tsai, Y.-W. Wang, and H.-S. Kao, "Applying DEMATEL-ANP approach to explore the intention to hold roadside wedding banquets in Penghu: A consumers' perspective," *Eval. Program Plan.*, vol. 95, Dec. 2022, Art. no. 102172, doi: 10.1016/j.evalprogplan.2022.102172.
- [11] Y. Meng, X. Tian, Z. Li, W. Zhou, Z. Zhou, and M. Zhong, "Exploring node importance evolution of weighted complex networks in urban rail transit," *Phys. A: Stat. Mech. Appl.*, vol. 558, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.physa.2020.124925.
- [12] N. A. Al-Thani, T. Al-Ansari, and M. Haouari, "Integrated TOPSIS-COV approach for selecting a sustainable PET waste management technology: A case study in Qatar," *Heliyon*, vol. 8, no. 8, Aug. 2022, Art. no. e10274, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10274.
- [13] K. Yoon and C. L. Hwang, "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey," in *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 186, Berlin, Germany: Springer, 1981.
- [14] H. Deng, C. H. Yeh, and R. J. Willis, "Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights," *Comput. Oper. Res.*, vol. 27, no. 10, pp. 963–973, Sep. 2000.
- [15] V. Singh, V. Kumar, and V. B. Singh, "A hybrid novel fuzzy AHP-TOPSIS technique for selecting parameter-influencing testing in software development," *Decis. Analytics J.*, vol. 6, Mar. 2023, Art. no. 100159, doi: 10.1016/j.dajour.2022.100159.
- [16] P. Bhatia and N. Diaz-Elsayed, "Facilitating decision-making for the adoption of smart manufacturing technologies by SMEs via fuzzy TOPSIS," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 257, Mar. 2023, Art. no. 108762, doi: 10.1016/j.ijpe.2022.108762.
- [17] R. Yang *et al.*, "Public and private blockchain in construction business process and information integration," *Autom. Constr.*, vol. 118, pp. 1–20, Oct. 2020.

- [18] B. E. Munkvold and I. Zigurs, "Integration of e-collaboration technologies: Research opportunities and challenges," *Int. J. e Collab.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–24, 10.4018/jec.2005040101.
- [19] B. Björk, "Electronic document management in temporary project organisations: Construction industry experiences," *Online Inf. Rev.*, vol. 30, no. 6, pp. 644–655, doi: 10.1108/14684520610716144.
- [20] C. Devanand, "Importance of electronic document/information management systems in modern architectural, engineering and construction projects," *IRJET*, vol. 2, no. 3, pp. 2197–2204, 2015.
- [21] C. Devece, D. Palacios, and D. Martinez-Simarro, "Effect of information management capability on organizational performance," *Serv. Bus.*, vol. 11, no. 3, pp. 563–580, 2017.
- [22] F. Carmichael, D. Palacios-Marques, and I. Gil-Pechuan, "How to create information management capabilities through web 2.0," *Serv. Ind. J.*, vol. 31, no. 10, pp. 1613–1625, 2011.
- [23] M. Hjelt and B. C. Björk, "Experiences of EDM usage in construction projects," *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 11, no. 1, pp. 113–125, 2006.
- [24] K. E. Huang, J. H. Wu, S. Y. Lu, and Y. C. Lin, "Innovation and technology creation effects on organizational performance," *J. Bus. Res.*, vol. 69, no. 6, pp. 2187–2192, 2016.
- [25] S. Y. Hung, K. Z. Tang, C. M. Chang, and C. D. Ke, "User acceptance of intergovernmental services: An example of electronic document management system," *Gov. Inf. Q.*, vol. 26, no. 2, pp. 387–397, 2009.
- [26] M. Jervisand and M. Masoodian, "How do people attempt to integrate the management of their paper and electronic documents?," *Aslib J. Inf. Manag.*, vol. 66, no. 2, pp. 134–155, 2014.
- [27] J. Luo, M. Fanand, and H. Zhang, "Information technology and organizational capabilities: A longitudinal study of the apparel industry," *Decis. Support Syst.*, vol. 53, no. 1, pp. 186–194, 2012.
- [28] K. Yoon and C. L. Hwang, "Multiple attribute decision making," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 287–288, 1995.
- [29] S. Senaratne and J. Mayuran, "Documentation management based on ISO for construction industries in developing countries," *J. Constr. Dev. Ctries.*, vol. 20, no. 2, pp. 81–95, 2015.
- [30] T. Zhang, X. Wang, and G. Zhuang, "Building channel power: The role of IT resources and information management capability," *J. Bus. Ind. Mark.*, vol. 32, no. 8, pp. 1217–1227, 2017.