การจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ: วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

Prioritization of Barriers Affecting Digital Transformation in the Textile Industry: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach

อำนาจ โรจน์ชนา

สาขาวิชาผู้ประกอบการธุรกิจแฟชั่น คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อำนาจ โรจน์ชนา e-mail: amnard.r@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลเป็นยุทธศาสตร์สำคัญที่ช่วยยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสิ่งทอ อย่างไรก็ตาม กระบวนการดำเนินงานดังกล่าวมักเผชิญกับอุปสรรคหลายประการซึ่งทำให้ความก้าวหน้าเป็นไปได้อย่างจำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุและจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยสังเคราะห์อุปสรรคจำนวน 9 ประการจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และประเมินความสำคัญผ่านผู้เชี่ยวชาญสามท่านด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ผลการวิจัยพบว่า ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีเป็นอุปสรรคที่มีความสำคัญสูงสุด รองลงมาคือข้อจำกัดด้านงบประมาณและเงินทุน และการขาดการพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลของบุคลากร ส่วนอุปสรรคอื่น เช่น การเกิดไซโลข้อมูล ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี การรับรู้ความเสี่ยง การขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และข้อจำกัดเชิงนโยบาย อยู่ในระดับความสำคัญรองลงมา ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมสิ่งทอควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน วางแผนงบประมาณ และพัฒนาทักษะบุคลากร เพื่อเพิ่มความพร้อมด้านดิจิทัล และสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลอย่างยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ: กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ อุปสรรค การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล อุตสาหกรรมสิ่งทอ

Abstract

Digital transformation (DT) is a key strategy that can enhance the competitive advantage of the textile industry. However, the implementation of the digital transformation often faces barriers that slow its progress. This study aims to identify and prioritize the importance of barriers that affect the success of digital transformation in the textile industry. By synthesizing barriers from the literature review, three experts in this study evaluate their importance using the Analytical Hierarchy Process (AHP). Results of this study indicate that technological infrastructure constraints are the most important, followed by financial constraints and a lack of digital literacy. Other barriers are considered less significant, such as information silos, technology constraints, risk perception, lack of collaboration, and policy constraints. These findings suggest that players in the textile industry should prioritize infrastructure development, budget planning,

and workforce skills development to enhance digital readiness and support sustainable digital transformation in the long term.

Keywords: Analytical hierarchy process, Barriers, Digital transformation, Textile industry

1. บทนำ

จากสถานการณ์การผลิตยุคปัจจุบัน อุตสาหกรรมทั่วโลกกำลังเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้บริษัทต่าง ๆ จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อความอยู่รอดของบริษัท เช่น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ อินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง หรือ เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้การปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เป็นไปได้ด้วยดี [1, 2] การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลเป็นกลยุทธ์ที่ได้รับองค์กรต่าง ๆ ยอมรับว่าสามารถช่วยให้องค์กรประยุกต์เทคโนโลยีเข้ากับธุรกิจได้อย่างราบรื่น การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation: DT) หมายถึงกระบวนการที่องค์กรต่าง ๆ บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับรูปแบบธุรกิจ การดำเนินงาน และกลไกการสร้างมูลค่าอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรให้สูงขึ้น [3] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมสิ่งทอจะมีลักษณะเด่นคือกระบวนการที่ใช้แรงงานเป็นหลัก ห่วงโซ่อุปทานที่ซับซ้อน และการแข่งขันระดับโลก ส่งผลให้อุตสาหกรรมสิ่งทอกำลังเผชิญกับแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อรักษาความยั่งยืนและความสามารถในการแข่งขันเอาไว้ ส่วนใหญ่การเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมนี้จะเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ปรับปรุงการตรวจสอบย้อนกลับ และส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม เช่น อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หุ่นยนต์ และการจัดการห่วงโซ่อุปทานดิจิทัล เป็นต้น [1]

อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนข้อมูลสู่ดิจิทัล (Digitalization) เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอยังคงสร้างความท้าทายและมีความซับซ้อนสำหรับผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก แม้ว่าหลายบริษัทจะตระหนักถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในเชิงกลยุทธ์ก็ตาม แต่ระดับความสำเร็จในการนำไปดำเนินการให้สำเร็จนั้นยังคงอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผลิตสิ่งทอนั้นจะมีลักษณะเฉพาะตัวที่มักเป็นอุปสรรคต่อความก้าวหน้าทางดิจิทัลไว้ ได้แก่ การใช้เครื่องมือแบบดั้งเดิมในการผลิต เครือข่ายซัพพลายเออร์ที่มีความกระจัดกระจาย (Fragmented supplier networks) และ การพึ่งพาแรงงานฝีมือเป็นส่วนใหญ่ [1] ยิ่งไปกว่านั้น กระบวนการเปลี่ยนผ่านไม่ได้อาศัยการยกระดับเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึง การเปลี่ยนแปลงองค์กร รูปแบบธุรกิจใหม่ และ การพัฒนาทักษะใหม่ให้แก่บุคลากร ซึ่งความท้าทายหลากหลายมิตินี้ได้ดึงดูดให้นักวิชาการ เข้ามาวิจัยเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการริเริ่มโครงการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิม เช่นอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น [2]

บทความวิชาการในปัจจุบันได้แบ่งประเภทอุปสรรคที่ส่งผลต่อการดำเนินโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลไว้ เช่น อุปสรรคด้านเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ไม่เพียงพอ ความยากลำบากในการบูรณาการข้อมูล และปัญหาความเข้ากันได้ระหว่างระบบเดิมกับระบบสมัยใหม่ ในขณะ

ที่ อุปสรรคด้านองค์กรนั้นจะเกี่ยวข้องกับการขาดวิสัยทัศน์เชิงกลยุทธ์ การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงที่จำกัด และการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่ไม่เพียงพอ ส่วนอุปสรรคด้านทรัพยากรมนุษย์นั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดทักษะด้านดิจิทัล การต่อต้านของพนักงานต่อการเปลี่ยนแปลง และการฝึกอบรมที่ไม่เพียงพอ สุดท้าย อุปสรรคด้านการเงินและสิ่งแวดล้อมรวมถึงความไม่แน่นอนของผลตอบแทนจากการลงทุนด้านดิจิทัล ต้นทุนเริ่มต้นที่อยู่ในระดับสูง และข้อจำกัดด้านกฎระเบียบต่าง ๆ [2, 4] แม้งานวิจัยเหล่านี้จะให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์เป็นอย่างมาก แต่ข้อมูลส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในลักษณะข้อมูลเชิงพรรณนา โดยยังขาดการวิเคราะห์เชิงลำดับความสำคัญของอุปสรรคแต่ละประการตามระดับอิทธิพลที่มีต่อผลลัพธ์ของโครงการ

ในทางปฏิบัติ องค์กรไม่สามารถรับมืออุปสรรคทั้งหมดได้ในเวลาเดียวกัน การดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลที่มีประสิทธิผลนั้น จำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจจากผู้บริหารเพื่อระบุว่าอุปสรรคใดมีผลกระทบมากที่สุด และควรจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคเหล่านั้นไว้ในแผนการแก้ไขปัญหา เพื่อลดผลกระทบต่าง ๆ ที่จะทำให้โครงการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลล้มเหลว [5] โดยอุปสรรคที่มีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลมากที่สุดสมควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรก อย่างไรก็ตาม วรรณกรรมทางวิชาการเกี่ยวกับการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอยังขาดการจัดลำดับอุปสรรคเหล่านี้อย่างเป็นระบบ เพื่อเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP) [6] ซึ่งเป็นเทคนิคการตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multi-criteria decision-making: MCDM) ที่ได้รับการพัฒนาโดย Saaty [6] โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วย AHP จะช่วยสนับสนุนผู้ตัดสินใจให้สามารถแยกปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นโครงสร้างแบบลำดับชั้นของเกณฑ์และเกณฑ์ย่อย ทำการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise comparisons) และคำนวณค่าน้ำหนักเชิงตัวเลขที่สะท้อนถึงความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละปัจจัยได้ [7-9] กระบวนการนี้ทำให้ AHP เป็นเครื่องมือเชิงโครงสร้างและถูกนำมาใช้ในการจัดลำดับอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุและจัดหมวดหมู่อุปสรรคหลัก รวมถึงประยุกต์ใช้ AHP เพื่อกำหนดความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละอุปสรรค โดยมีคำถามหลักว่าอุปสรรคใดมีอิทธิพลมากที่สุดต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในบริษัทสิ่งทอ ตามผลการจัดลำดับด้วยวิธี AHP ผลการศึกษาคาดว่าจะช่วยขยายองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลผ่านกรอบการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และมอบเครื่องมือเชิงปฏิบัติแก่ผู้บริหารในการจัดสรรทรัพยากรไปยังประเด็นสำคัญ รวมถึงสนับสนุนการกำหนดนโยบายเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถทางดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทออีกด้วย โดยสรุป บทนี้ได้กล่าวถึงปัญหาต่าง ๆ ที่นำมาสู่คำถามการวิจัย วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้ ส่วนบทถัดไปจะทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล อุปสรรคในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และการประยุกต์ใช้ AHP ในการจัดลำดับเชิงระบบ ตามลำดับ

2. วิธีการวิจัย

2.1 การระบุอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital transformation) เป็นวิธีการที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในการเพิ่มประสิทธิภาพการการดำเนินงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการเสริมสร้างความยั่งยืนให้กับองค์กร อย่างไรก็ตาม การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแสดงให้เห็นว่าเส้นทางสู่การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้งานนั้นถูกขัดขวางด้วยอุปสรรคต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งครอบคลุมทั้งมิติทางเศรษฐกิจ กฎระเบียบ เทคโนโลยี และทุนมนุษย์ หนึ่งในอุปสรรคที่ได้รับการรายงานอย่างสม่ำเสมอคือข้อจำกัดทางการเงินและเศรษฐกิจ การลงทุนด้วยระดับเงินลงทุนไม่เพียงพอและสถานการณ์เศรษฐกิจในปัจจุบันเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลที่ล้ำสมัยมาใช้เป็นอย่างมาก ดังที่เห็นได้อย่างชัดเจนในงานวิจัยหลายชิ้น [1, 4, 10] ความยากลำบากในการจัดหาเงินทุนเพื่อการนำเทคโนโลยีชั้นสูงมาใช้นี้ มักถูกกระทบเพิ่มเติมด้วยปัจจัยด้านนโยบายระดับมหภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีภายในอุตสาหกรรมนี้ [4] หากปราศจากการสนับสนุนทางการเงินที่เข้มแข็งและโครงสร้างนโยบายที่ส่งเสริมการบูรณาเทคโนโลยีแล้ว ธุรกิจต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง SMEs อาจจะประสบปัญหาในช่วงเริ่มต้นของการนำเทคโนโลยีมาใช้ ตลอดจนการปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบดิจิทัลที่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก

นอกจากความกังวลทางการเงินแล้ว ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลยังถูกจำกัดด้วยปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมด้านกฎระเบียบ นักวิจัยหลายท่านชี้ให้เห็นว่า ความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นอุปสรรคสำคัญอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้แนวคิดอุตสาหกรรม 4.0 ยังไม่เพียงพอต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงในระดับอุตสาหกรรมได้ [1, 10] นอกจากนี้ยังพบว่า ข้อจำกัดทางกฎหมายและนโยบายของรัฐบาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ขัดขวางการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกฎระเบียบที่เข้มงวดและขาดความยืดหยุ่นมักทำให้การนำนวัตกรรมไปใช้จริงเป็นไปอย่างล่าช้า [1, 10] ความไม่แน่นอนและความไม่พร้อมของปัจจัยเหล่านี้จึงส่งผลให้สภาพแวดล้อมทางธุรกิจมีความเสี่ยงสูงต่อการลงทุนเชิงกลยุทธ์ด้านเทคโนโลยี

ในด้านทุนมนุษย์และความร่วมมือ ความสำเร็จของโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (DT) ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเอาชนะข้อจำกัดด้านทักษะและความร่วมมือของบุคลากร ปัญหาหลักที่พบในงานวิจัยคือการขาดการลงทุนอย่างต่อเนื่องในด้านทักษะและการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ซึ่งส่งผลให้บริษัทมีขีดความสามารถจำกัดในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ [1] ความท้าทายนี้ยังขยายไปสู่มิติภายนอกขององค์กร โดยเฉพาะ การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนและระบบนิเวศทางอุตสาหกรรม ที่จำเป็นต่อการพัฒนาและนำนวัตกรรมดิจิทัลที่ซับซ้อนมาใช้ [1] นอกจากนี้ ความไม่เต็มใจของพนักงานในองค์กรต่อการเปลี่ยนแปลงยังสัมพันธ์กับอุปสรรคทางจิตวิทยา ซึ่งสะท้อนให้เห็นในรูปของความเสี่ยงที่รับรู้ได้จากการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของผู้บริหารระดับสูงและผู้มีอำนาจตัดสินใจ [3] ปัจจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการยอมรับเทคโนโลยีไม่ได้ถูกจำกัดเพียงจากปัจจัยภายนอกเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวัฒนธรรมองค์กรที่มีแนวโน้มต่อต้านความไม่แน่นอนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วอีกด้วย

นอกจากนี้ การบูรณาการเทคโนโลยีในองค์กรยังเผชิญกับข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล โดยอุปสรรคทางเทคโนโลยี (Technological barriers) มักเกี่ยวข้องกับความซับซ้อนในการคัดเลือก จัดหา และใช้งานระบบเทคโนโลยีใหม่ให้เหมาะสมกับกระบวนการทางธุรกิจ [10] ขณะเดียวกันองค์กรจำนวนมากยังต้องเผชิญกับปัญหาข้อมูลแยกส่วนหรือข้อมูลแบบไซโล (Information silos) ซึ่งเกิดจากระบบข้อมูลที่ไม่เชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงาน [11] ปัญหานี้ได้จำกัดประสิทธิภาพของการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลภายใน ส่งผลให้การดำเนินงานและการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการบรรลุผลลัพธ์ของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลอย่างแท้จริง โดยอุปสรรคต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอถูกรวบรวมไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุปสรรค (Barrier)	รายชื่อนักวิจัย
1. เงินทุนไม่เพียงพอ/ความท้าทายทางเศรษฐกิจ	[1], [4], [10]
2. การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ	[4]
3. ความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐาน	[1], [10]
4. อุปสรรคด้านกฎระเบียบ/กรอบนโยบาย	[1], [10]
5. การขาดการลงทุนในทักษะ/ทรัพยากรบุคคล	[1]
6. การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วน/ระบบนิเวศ	[1]
7. ข้อมูลแยกส่วน/ข้อมูลแบบไซโล	[11]
8. อุปสรรคทางเทคโนโลยี	[10]
9. ความเสี่ยงที่รับรู้จากการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล	[3]

2.2 การตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multiple criteria decisions making)

ด้วยความซับซ้อนของการตัดสินใจในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น การเลือกซัพพลายเออร์ การคัดเลือกเทคโนโลยีการผลิต และการประเมินมิติของความยั่งยืน ทฤษฎีการตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multiple-criteria decision making: MCDM) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหาร [12-13] งานวิจัยหลายชิ้นได้นำวิธีการเช่น AHP TOPSIS VIKOR และเทคนิคไฮบริดอื่น ๆ มาใช้กับปัญหาในงานวิจัยอุตสาหกรรมสิ่งทออื่น ๆ ได้แก่ การเลือกซัพพลายเออร์ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าและการย้อมผ้า [14] การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในบริบทของการผลิตอัจฉริยะและการย้อมผ้า [11] รวมถึงการประยุกต์ FAHP/Fuzzy-MCDM เพื่อจัดการความไม่แน่นอนในการตัดสินใจจัดซื้อเส้นใยและการประเมินความยั่งยืนของธุรกิจ [15-16] การใช้ MCDM ในบริบทเหล่านี้ช่วยให้สามารถรวมเกณฑ์เชิงเศรษฐกิจ เชิงเทคนิค และเชิง

สิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันได้ ทำให้ผู้ตัดสินสามารถจัดลำดับทางเลือกได้อย่างมีเหตุผล ลดอคติจากดุลยพินิจเดี่ยว และให้คำแนะนำเชิงเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ของบริษัทสิ่งทอได้ [14] ในเชิงคณิตศาสตร์ ปัญหา MCDM มักถูกแทนด้วยเมทริกซ์ตัวเลขที่แสดงผลการประเมินทางเลือกต่อเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นรากฐานสำหรับวิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ การถ่วงน้ำหนัก และการเรียงอันดับตามค่าคะแนนสุดท้าย [12] วัตถุประสงค์หลักของ MCDM คือการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด [12] ในทางคณิตศาสตร์ MCDM สามารถแสดงในรูปแบบเมทริกซ์ตามที่แสดงใน (1)

$$\begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_n \\ A_1 & x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{matrix} \tag{1}$$

2.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP)

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผู้บริหารระดับสูงสามารถวางแผนและดำเนินการแก้ไขอุปสรรคที่มีความสำคัญสูง พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมขององค์กรเพื่อรับมือกับอุปสรรคในอนาคตอย่างเหมาะสม กระบวนการวิจัยครั้งนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนสามท่าน [17] ซึ่งมีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการจัดการโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในหลากหลายด้าน เช่น การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น โดยผู้เชี่ยวชาญจะทำการให้คะแนน (Rating) ความสำคัญของอุปสรรคทั้ง 9 ข้อที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ คะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรค 9 ข้อดังกล่าว การคำนวณทำโดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise comparison) ซึ่งอิงตามทฤษฎีของการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP) ของ Saaty โดยอุปสรรคแต่ละข้อจะถูกเปรียบเทียบกับอุปสรรคอื่น ๆ ทีละคู่ สำหรับการเปรียบเทียบอุปสรรคที่มีความสำคัญมากที่สุดจะได้รับคะแนนตามความเข้มของความสำคัญที่ระบุไว้ในตาราง 2 เพื่อแสดงถึงระดับความสำคัญของอุปสรรคนั้น ๆ [13, 18]

ภายหลังจากการกำหนดค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของอุปสรรคแต่ละคู่แล้วจึงทำการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบ (Comparative matrix) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและตรวจสอบความสอดคล้องของการตัดสินใจ โดยเมทริกซ์นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ A และใช้สำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยของความสอดคล้องแบบสุ่ม (Average random consistency) ดังแสดงในสมการ (2)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

ตัวอย่างเช่น จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบระหว่างอุปสรรคสามารถคำนวณได้จากสูตร N = n(n-1)/2 โดยที่ *n* คือจำนวนของอุปสรรคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ หลังจากการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการคำนวณค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของอุปสรรคผ่านการหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues) และค่าเวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvectors) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการหาค่าความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ของอุปสรรคแต่ละตัวในวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP)

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \frac{w}{w_i} \quad (3)$$

ตารางที่ 2 มาตราส่วนการเปรียบเทียบแบบจับคู่ 1–9 ของ Saaty

ระดับความเข้มของความสำคัญ	คำจำกัดความ (Definition)
1	มีความสำคัญเท่ากัน (Equally preferred)
2	มีความสำคัญเท่ากันถึงปานกลาง (Equally to moderately)
3	มีความสำคัญระดับปานกลาง (Moderately preferred)
4	มีความสำคัญปานกลางถึงมาก (Moderately to strongly)
5	มีความสำคัญมาก (Strongly preferred)
6	มีความสำคัญมากถึงมากกว่า (Strongly to very strongly)
7	มีความสำคัญมากกว่า (Very strongly preferred)
8	มีความสำคัญมากกว่าถึงมากที่สูงสุด (Very strongly to extremely)
9	มีความสำคัญมากที่สุด (Extremely preferred)

ค่าเวกเตอร์เฉพาะสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (4)

$$A \times W = \lambda_{max} \times W \quad (4)$$

โดยที่ *W* คือค่าของเวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvector value) ซึ่งแสดงถึงค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ (Relative Importance weight) ขององค์ประกอบภายในลำดับชั้นเดียวกัน ส่วน λ_{max} คือค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด (Maximum eigenvalue) ของเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่ เมื่อได้ค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดแล้ว จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency check) เพื่อประเมินว่าการเปรียบเทียบคู่ใดอาจมีความไม่

สอดคล้องกันจนส่งผลให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อน ในวิธีการเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise comparison method) จะใช้ ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency index: CI) เพื่อวัดระดับความไม่สอดคล้อง และใช้ อัตราความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) เพื่อประเมินระดับความถูกต้องของโครงสร้างเมทริกซ์ ดังนั้น ค่า *CI* และ *CR* สามารถคำนวณได้จากสมการ (5)

$$CI = \frac{\lambda_{max}-1}{n-1},\ CR = \frac{CI}{RI} \tag{5}$$

เมื่อ *RI* คือดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม (Random consistency index) ซึ่งดัชนี *RI* ได้มาจาการตรวจสอบขนาดของเมทริกซ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม

ขนาดของเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

อัตราความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) ใช้สำหรับตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise comparison) ว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ สำหรับเมทริกซ์ที่มีขนาด $n \geq 5$ [17] หากค่า *CR* มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 ถือว่าระดับความสอดคล้องของเมทริกซ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า *CR* มีค่ามากกว่า 0.1 จำเป็นต้องทบทวนและปรับค่าน้ำหนักของเกณฑ์การตัดสินใจใหม่จนกว่าค่า *CR* จะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในกรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายท่าน (Multiple decision makers) การรวมผลของเมทริกซ์จากผู้ตัดสินใจแต่ละท่านจะใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) เพื่อให้ได้เมทริกซ์รวม (Aggregate matrix) โดยสมมติให้เมทริกซ์ A^d แทนเมทริกซ์ A ของผู้ตัดสินใจท่านที่ d [17]

$$A^d = \begin{bmatrix} 1 & a_{12}^d & \cdots & a_{1n}^d \\ a_{21}^d & 1 & \cdots & a_{2n}^d \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ a_{n1}^d & a_{n2}^d & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

ลำดับต่อมาหาเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย $\bar{A}$ ของเมทริกซ์ A^d เมื่อ d = {1, 2, 3,..., K}

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} 1 & \bar{a}_{12} & \cdots & \bar{a}_{1n} \\ \bar{a}_{21} & 1 & \cdots & \bar{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ \bar{a}_{n1} & \bar{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{7}$$

เมื่อ $\bar{a}_{ij}$ = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของเซต $\{a_{ij}^1, a_{ij}^2, \ldots, a_{ij}^K\}$ ตามสมการ (8)

$$\bar{a}_{ij} = \sqrt[K]{a_{ij}^1 \cdot a_{ij}^2 \cdot a_{ij}^3 \cdot \ldots \cdot a_{ij}^K} \quad (8)$$

เมื่อ K = จำนวนผู้ตัดสินใจ

ดังนั้นเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย $\bar{A}$ ถูกนำมาใช้เพื่อหาเมทริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (W) รวมถึงการตรวจสอบค่าความสอดคล้องโดยการคำนวณอัตราความสอดคล้อง (CR)

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจัดลำดับอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อระบุว่าอุปสรรคใดส่งผลต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลมาที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ผลการให้คะแนนของผู้ตัดสินแต่ละท่านจะถูกนำมาหาอัตราความสอดคล้อง (CR) ตามสมการที่ 5 โดยอัตราความสอดคล้องของกรรมการแต่ละท่านคือ 0.097 0.085 และ 0.075 ตามลำดับ ซึ่งค่า CR ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีค่าน้อยกว่า 0.1 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หลังจากการทดสอบอัตราความสอดคล้องเสร็จสิ้น ผลคะแนนของผู้ตัดสินทั้ง 3 ท่านจะถูกนำมารวมผลด้วยค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเพื่อสร้างเมทริกซ์รวม (Aggregate Matrix) ตามสมการที่ 6 ถึง 8 ซึ่งเมทริกซ์รวมของการศึกษาครั้งนี้แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณการเปรียบเทียบแบบคู่

Pairwise	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	Total	Eigen (%)
B1	0.17529	0.15494	0.27803	0.12351	0.17549	0.12041	0.1961	0.09921	0.28027	1.60325	17.8
B2	0.08427	0.07449	0.07367	0.08135	0.09324	0.07304	0.05484	0.08868	0.0383	0.66188	7.4
B3	0.10391	0.16665	0.16482	0.12914	0.20807	0.31989	0.17412	0.21374	0.14514	1.62548	18.1
B4	0.09163	0.05912	0.08241	0.06457	0.06141	0.04539	0.0353	0.07874	0.05591	0.57449	6.4
B5	0.13913	0.11127	0.11034	0.14644	0.13929	0.10763	0.17697	0.15964	0.14651	1.23723	13.7
B6	0.09871	0.06915	0.03494	0.09645	0.08775	0.06781	0.06036	0.0741	0.08351	0.67277	7.5
B7	0.09805	0.14897	0.10383	0.20063	0.08633	0.12321	0.10969	0.13465	0.06628	1.07164	11.9
B8	0.16495	0.07841	0.07199	0.07655	0.08146	0.08543	0.07605	0.09336	0.11364	0.84186	9.4
B9	0.04405	0.137	0.07998	0.08135	0.06696	0.05719	0.11656	0.05786	0.07044	0.7114	7.9

จากการคำนวณการเปรียบเทียบแบบคู่ตามสมการที่ 2 ถึง 4 ทำให้ได้ผลการเปรียบเทียบคู่ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อุปสรรคที่มีความสำคัญมากที่สุดคือความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐาน (B3) ที่มีค่าร้อยละ 18.1 ส่วนอุปสรรคด้านเงินทุนไม่เพียงพอ/ความท้าทายทางเศรษฐกิจ (B1) มีความสำคัญเป็นอันดับสองและมีค่าร้อยละ 17.8 ในขณะที่อุปสรรคลำดับที่สามคือการขาดการลงทุนใน

ทักษะ/ทรัพยากรบุคคล (B5) มีค่าร้อยละ 13.7 ลำดับที่ 4 คือข้อมูลแบบแยกส่วนหรือข้อมูลแบบไซโล (B7) มีค่าร้อยละ 11.9 ส่วนอุปสรรคที่มีความสำคัญรองมาได้แก่ อุปสรรคทางเทคโนโลยี (B8) ความเสี่ยงที่รับรู้จากการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (B9) การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วน/ระบบนิเวศ (B6) การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ (B2) และอุปสรรคด้านกฎระเบียบ/นโยบาย (B4) มีค่าร้อยละ 9.4, 7.9, 7.5, 7.4 และ 6.4 ตามลำดับ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากมุมมองของผู้เชี่ยวชาญนั้น องค์กรควรให้ความสำคัญกับการวางแผนแก้ไขอุปสรรคด้านความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นอันดับแรก บางองค์กรยังคงให้ระบบเก่าที่ล้าหลังอยู่ ทำให้การบูรณาการเทคโนโลยีใหม่เข้ากับเทคโนโลยีเก่าเป็นได้ยาก และทำให้องค์กรไม่สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีใหม่ได้อย่างเต็มที่ [1, 10] ต่อมาเป็นอุปสรรคด้านเงินทุนไม่เพียงพอหรือภาวะเศรษฐกิจไม่เอื้ออำนวยขัดขวางการดำเนินโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลโดยตรง อาจจะส่งผลให้โครงการถูกระงับหรือเลื่อนออกไปได้ [1, 4, 10] ส่วนการขาดการลงทุนในทักษะด้านดิจิทัลและพัฒนาทรัพยากรบุคคลส่งผลให้พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่ที่องค์กรตัดสินใจนำเข้ามาใช้งาน พนักงานที่ขาดทักษะและความรู้ดังกล่าวจะรู้สึกไม่คุ้นเคยและมีแนวโน้มที่จะต่อต้านการใช้เทคโนโลยีใหม่ได้ [1] ในขณะที่อุปสรรคเกี่ยวกับข้อมูลแบบไซโลจะกระทบต่อการนำข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้ประโยชน์ รวมถึงขัดขวางการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจเชิงธุรกิจ [11] ส่วนอุปสรรคที่มีความสำคัญลำดับรองลงมา ได้แก่ อุปสรรคทางเทคโนโลยี [10] ความเสี่ยงที่รับรู้การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล [3] การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ [1] การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ [1] และอุปสรรคด้านกฎระเบียบและนโยบาย [1, 10] อุปสรรคดังกล่าวส่งผลต่อการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลขององค์กรในระดับปลานกลางถึงต่ำ องค์กรสามารถวางแผนการแก้ไขหรือเตรียมความพร้อมให้องค์กรในการรับมืออุปสรรคเหล่านี้ในลำดับถัดไปได้ เมื่อองค์กรสามารถขจัดหรือแก้ไขอุปสรรคที่มีความสำคัญลำดับต้นลุล่วงแล้ว จะช่วยให้องค์กรลดแรงกดดันในการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลได้อย่างมาก และเพิ่มความสำเร็จในการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลให้สูงขึ้นอีกด้วย [5]

4. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าอุปสรรคต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอมีความสำคัญแตกต่างกันไป โดยการประเมินด้วยกระบวนการ AHP ทำให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคทั้ง 9 ประการอย่างเป็นระบบ อุปสรรคที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงที่สุด คือ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี เนื่องจากระบบที่มีอยู่เดิมจำนวนมากไม่รองรับการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ รองลงมาคือ ข้อจำกัดด้านเงินทุนและงบประมาณ ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนของการดำเนินโครงการในระยะยาว และ การขาดทักษะและการพัฒนาบุคลากรด้านดิจิทัล ที่ส่งผลโดยตรงต่อการนำเทคโนโลยีไปใช้จริงในองค์กร ขณะเดียวกันอุปสรรคในระดับกระบวนการ เช่น การเกิดไซโลข้อมูลและข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี ทำให้การเชื่อมโยงข้อมูลและการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ไม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนอุปสรรคอื่น ได้แก่ ความเสี่ยงที่ได้รับการรับรู้ การขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และข้อจำกัดของนโยบายภาครัฐ แม้มีน้ำหนักความสำคัญรองลงมา แต่ยังคงเป็นปัจจัยที่ควรได้รับการจัดการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลจำเป็นต้อง

เริ่มจากการวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน การจัดสรรงบประมาณอย่างเหมาะสม และการพัฒนาทักษะบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับความพร้อมด้านดิจิทัล และเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสิ่งทอในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

[1] Glogar, M., Petrak, S., & Naglić, M. M. (2025). Digital technologies in the sustainable design and development of textiles and clothing: A Literature Review. Sustainability, 17(4), 1371.

[2] Majumdar, A., Garg, H., & Jain, R. (2021). Managing the barriers of Industry 4.0 adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework. Computers in Industry, 125, 103372.

[3] Tsai, W. Y., & Su, C. J. (2022). Digital transformation of business model innovation. Frontiers in Psychology, 13, 1017750.

[4] Alam, M. F. B., Hosen, M. I., Mridha, J. H., Chowdhury, S. E., & Rahman, M. A. (2023). Assessing the barriers of integrating technological innovations in textiles sector: Implications towards sustainable production. Green Technologies and Sustainability, 1(3), 100039.

[5] Mielli, F., & Bulanda, N. (2019). Digital Transformation: Why Projects Fail, Potential Best Practices and Successful Initiatives. 2019 IEEE-IAS/PCA Cement Industry Technical Conference.

[6] Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill.

[7] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83–98.

[8] Sasi, J. C., & Digalwar, A. K. (2015). Application of AHP and TOPSIS method for supplier selection between India & China in textile industry. International Research Journal of Engineering and Technology, 2(4), 1730–1738.

[9] Subramanian, N., & Ramanathan, R. (2012). A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. International Journal of Production Economics, 138(2), 215–241.

[10] Öz Ceviz, N., & Sarıkaş, A. (2021). Digital transformation in the textile industry. International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, 7(54), 3700–3709.

[11] Ku, C. C., Chien, C. F., & Ma, K. T. (2020). Digital transformation to empower smart production for Industry 3.5 and an empirical study for textile dyeing. Computers & Industrial Engineering, 142, 106297.

[12] Hwang, C. L., & Masud, A. S. M. (2012). Multiple objective decision making—methods and applications: a state-of-the-art survey (Vol. 164). Springer Science & Business Media.

[13] Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. International Journal of Operations Research, 10(2), 56–66.

[14] Rahman, M. M., Bari, A. M., Ali, S. M., & Taghipour, A. (2022). Sustainable supplier selection in the textile dyeing industry: An integrated multi-criteria decision analytics approach. Resources, Conservation & Recycling Advances, 15, 200117.

[15] Amindoust, A., & Saghafinia, S. (2017). Textile supplier selection in sustainable supply chain using modular fuzzy inference system model. The Journal of the Textile Institute, 108 (7), 1250–1258.

[16] Lahdhiri, M., Babay, A., & Jmali, M. (2022). Multi-criteria decision making using hybrid methods for supplier selection in the clothing industry. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2(151), 23-34.

[17] Taweesangrungroj, A., Ratanabanchuenb, R., & Sinthupinyoc, S. (2019). Decision-making process of Thai government agent for selection of technological startup companies in pitching of concept ideas. Asian Journal of Information and Communications, 11(2), 25-38.

[18] Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. European Journal of Operational Research, 169(1), 1–29.