



Sparking Mathematical Digital Competency in Pre-service Mathematics Teachers through GIS Construction Activities Using Linear Regression and Statistical Mapping on Google Colab

Chayaporn Kaensar¹ and Supot Seebut^{1,*}

¹*Department of Mathematics, Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

**Email: supot.s@ubu.ac.th*

Received <9 July 2025 >; Revised <31 August 2025>; Accepted <31 August 2025>

Abstract

This research aimed to examine the performance and self-perceived Mathematical Digital Competency (MDC) of pre-service mathematics teachers through Geographic Information System (GIS)-based learning activities designed for agricultural yield prediction. The participants were 24 pre-service mathematics teachers at Ubon Ratchathani University. Data were collected using a performance assessment rubric and a self-perception survey on MDC. The study was conducted on the Google Colab platform using Python and AI (DeepSeek). The activities consisted of three phases: building a cassava yield prediction model with Python, using AI to generate code for sugarcane yield prediction, and integrating knowledge to create a GIS for rice yield prediction. The results revealed that students could effectively utilize their Mathematical Digital Competency to systematically engage in the learning activities by combining programming with artificial intelligence. They successfully applied mathematical knowledge with digital tools to create innovative GIS solutions. Furthermore, self-reflections indicated that the students gained a deeper understanding of mathematics, technology use, and analytical reasoning. In conclusion, learning through the creation of GIS with Python and AI is a powerful teaching strategy for sparking Mathematical Digital Competency, aligning with 21st-century learning goals.

Keywords: Mathematical Digital Competency; Geographic Information System (GIS); Linear Regression; Statistical Mapping; Google Colab; Artificial Intelligence (AI); DeepSeek

การจตุประกายสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสร้าง GIS ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นและแผนที่เชิงสถิติบน Google Colab

ชยาพร แก่นสาร¹ และ สุพจน์ สิบต^{1,*}

¹ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email: supot.s@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลการประเมินการปฏิบัติงานและการรับรู้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (Mathematical Digital Competency - MDC) ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่ออกแบบมาเพื่อการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตร ดำเนินการบนแพลตฟอร์ม Google Colab โดยใช้ภาษา Python และ AI (DeepSeek) โดยกิจกรรมประกอบด้วย 3 ระยะ ได้แก่ การสร้างแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังด้วย Python การใช้ AI สร้างโค้ดสำหรับพยากรณ์ผลผลิตอ้อย และการบูรณาการความรู้เพื่อสร้าง GIS สำหรับการพยากรณ์ผลผลิตข้าว กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีสุดท้าย จำนวน 24 คน โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติงานและแบบสำรวจการรับรู้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถถึงสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์มาใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ผ่านการผสมผสานการเขียนโปรแกรมเข้ากับปัญญาประดิษฐ์ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเครื่องมือดิจิทัลเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม GIS ได้สำเร็จ จากการสะท้อนผลการเรียนยังพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ การใช้เทคโนโลยี และการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้ผ่านการสร้าง GIS ด้วย Python และ AI ถือเป็นกลยุทธ์การสอนที่ทรงพลังในการจตุประกายสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์; ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS); การถดถอยเชิงเส้น; การทำแผนที่สถิติ; Google Colab; ปัญญาประดิษฐ์ (AI); DeepSeek

บทนำ

สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (Mathematical Digital Competency - MDC) เป็นสมรรถนะที่ผสมผสานความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโลกแห่งความเป็นจริง (Geraniou and Jankvist, 2019; Geraniou *et al.*, 2024; Kontkanen *et al.*, 2023) สมรรถนะดังกล่าวนี้ มีความสำคัญในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเสริมสร้างกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น ซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ (Bray and Tangney, 2017; Illanes *et al.*, 2022; Saat, Alias and Saat, 2024; Vaillant, Zidán and Bentancor-Biagas, 2021)

การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นอันได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) และการนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์ (Vaillant, Zidán and Bentancor-Biagas, 2021) สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนผ่านแนวทางที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับอาชีพในอนาคต (Ratnayake, Thomas and Kensington-Miller, 2020; Thurm and Barzel, 2020) ดังนั้น การบูรณาการสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ เข้ากับการศึกษาจึงมีความสำคัญเชิงกลยุทธ์ในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับโลกดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ครูคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ โดยการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผสมผสานเทคโนโลยีเข้ากับการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (Dilling *et al.*, 2024; Dockendorff and Gómez Zaccarelli, 2024; Geraniou *et al.*, 2024; Pranaityte *et al.*, 2023; Vilalta Riera, Deulofeu Piquet and Morera Úbeda, 2024) อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือ นักศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ทั้งในเชิงนิยามและการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (Ndlovu *et al.*, 2020; Yazici and Şimşek, 2022) ความไม่ชัดเจนนี้เผยให้เห็นช่องว่างในระบบการผลิตครู ซึ่งยังไม่สามารถบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการสอนเข้าด้วยกันได้อย่างสอดคล้องและเป็นรูปธรรม (Li *et al.*, 2024; Monterde, 2023; Putri *et al.*, 2024; Vilalta Riera, Deulofeu Piquet and Morera Úbeda, 2024) ความจำเป็นเร่งด่วนจึงอยู่ที่การพัฒนาโปรแกรมเฉพาะทางที่ช่วยเพิ่มทั้งความเข้าใจและการนำสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ไปใช้ได้จริงผ่านประสบการณ์ที่หลากหลาย และเน้นการลงมือทำ (Vilalta Riera, Deulofeu Piquet and Morera Úbeda, 2024; Zhang, Juithong and Nilnopkoon, 2025)

เพื่อจัดการกับช่องว่างนี้ งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลผ่านการพัฒนาแบบจำลองทางสถิติศาสตร์ (GIS) โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และการทำแผนที่ทางสถิติบนแพลตฟอร์ม Google Colab (Grădinaru, Badea and Ene, 2025; Illanes *et al.*, 2022; Le Dinh, Fujiwra and Pham Phu, 2025) เป้าหมายหลักของกิจกรรมนี้คือการจุดประกายทั้งความเข้าใจและศักยภาพในด้านสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งมุ่งศึกษาผลการปฏิบัติงานและการรับรู้สมรรถนะดังกล่าวของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรม โดยให้นักศึกษาครูได้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลจริง สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอผลการค้นพบผ่านแผนที่ดิจิทัล ซึ่งจะช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงของการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกความเป็นจริงได้อย่างชัดเจน (Bhavimane *et al.*, 2024; Jeong and Lee, 2024)

แนวทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทั้งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competency - MC) และสมรรถนะดิจิทัล (Digital Competency - DC) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการคิดอย่างเป็นระบบ การประมวลผลข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลเชิงลึกด้วยเครื่องมือดิจิทัลสมัยใหม่ ซึ่งเป็นทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (Farida and Indah, 2024; In'am, Effendi and Darmayanti, 2024) ผลกระทบของกิจกรรมได้รับการประเมินผ่านแบบสำรวจการรับรู้ ซึ่งวัดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ หลังจากการเข้าร่วมกิจกรรม (Seifert and Lindmeier, 2024; Susantini *et al.*, 2025) ท้ายที่สุดนี้ กิจกรรมดังกล่าวไม่เพียงแต่ทำหน้าที่เป็นต้นแบบเชิงปฏิบัติสำหรับการเสริมสร้างสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ เท่านั้น แต่ยังเป็นต้นแบบพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลต่อไปในอนาคต (Martínez Domingo *et al.*, 2025; Nacaroglu, Kizkapan and Demir, 2025)

นิยามสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ในบริบทงานวิจัยนี้

สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (Mathematical Digital Competency: MDC) ในงานวิจัยนี้ หมายถึง ความสามารถบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์กับเครื่องมือดิจิทัลเพื่อกำหนดโจทย์ในบริบทข้อมูลจริง สกัดและจัดระเบียบข้อมูล สร้าง ตรวจสอบ และปรับปรุงแบบจำลองเชิงสถิติหรือเชิงคำนวณ ตลอดจนตีความและสื่อสารผลผ่านสื่อดิจิทัลเชิงพื้นที่อย่างมีวิจารณญาณ เพื่อการตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาในโลกจริง

ในทางปฏิบัติ สมรรถนะดังกล่าวครอบคลุมการนิยามปัญหาและตัวแปรเชิงคณิตศาสตร์ในบริบทข้อมูล การได้มาและจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดเชิงอัลกอริทึมและการเขียนโปรแกรมบนสภาพแวดล้อมดิจิทัล การให้เหตุผลเชิงสถิติและการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง การสร้าง อ่าน และสื่อความหมายของแผนที่สถิติและภูมิสารสนเทศ การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับการพัฒนาโค้ดอย่างมีความรับผิดชอบ และการสื่อสารเชิงข้อมูลด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์

กรอบสมรรถนะนี้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการใช้สื่อดิจิทัลเสริมการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ โดยกิจกรรมมุ่งพัฒนาองค์ประกอบย่อยตั้งแต่การจัดการข้อมูล เหตุผลเชิงสถิติ การสร้างแบบจำลองเชิงถดถอย การอ่านและออกแบบแผนที่สถิติบนแพลตฟอร์มโค้ด ไปจนถึงการใช้ AI เพื่อการทำซ้ำและต่อยอดโค้ดอย่างมีวิจารณญาณ ในลำดับถัดไปจะอธิบายฐานคิดทางการศึกษาที่รองรับการออกแบบดังกล่าวและเชื่อมโยงไปสู่รายละเอียดของกิจกรรม

ฐานคิดทางการศึกษาที่รองรับ แนวทางนี้ตั้งอยู่บนการสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือทำและชิ้นงานดิจิทัล การออกแบบเป็นฐานควบคู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การสืบเสาะในบริบทจริง การพิเคราะห์เชิงความคิดและการลดการคำนวณอย่างเป็นขั้น ตลอดจนการบูรณาการเทคโนโลยี เนื้อหา และกระบวนการสอนเพื่อให้เครื่องมือดิจิทัลนำไปสู่การคิดเชิงระบบ ไม่หยุดเพียงการทดแทนเครื่องมือเดิมจากนิยามและฐานคิดดังกล่าว

งานวิจัยจึงจัดวางกิจกรรมที่เชื่อมข้อมูลจริง อัลกอริทึม และการสื่อสารเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ

บริบทข้อมูล ความรู้คณิตศาสตร์ และเครื่องมือดิจิทัล

การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในรูปแบบของแผนที่เพื่อพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตรนั้น จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนที่ทำงานร่วมกัน ได้แก่ บริบทของข้อมูล, หลักการทางคณิตศาสตร์ และเครื่องมือดิจิทัล โดยในกิจกรรมนี้ บริบทข้อมูลจะมุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เพาะปลูกกับปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจหลัก 3 ชนิด คือ มันสำปะหลัง อ้อย และข้าว ในพื้นที่ 20 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.) สืบค้นเมื่อช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2567

ในมิติของคณิตศาสตร์ GIS ถูกมองในฐานะ "แผนที่สถิติ" (Statistical Map) ซึ่งอาศัยหลักการสำคัญในการวิเคราะห์ ได้แก่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) เพื่อวัดระดับความสัมพันธ์ของตัวแปร การสร้างแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Model) ในรูปแบบ $Y=a+bX$ เพื่อใช้พยากรณ์ผลผลิต และการจำแนกระดับข้อมูลด้วยสี (Color Scale Classification) โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการแบ่งระดับผลผลิตออกเป็น 5 ระดับ เพื่อให้การแสดงผลบนแผนที่ง่ายต่อการตีความ

กระบวนการทั้งหมดนี้เกิดขึ้นได้ด้วยเครื่องมือดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ (Hwang and Tu, 2021) โดยมี Google Colab เป็นแพลตฟอร์มกลาง ใช้ภาษา Python เป็นเครื่องมือหลักในการจัดการข้อมูลและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยสนับสนุนว่าสามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ (Tiengyoo, Sotaro and Thaithae, 2024; Seebut et al., 2022) นอกจากนี้ยังมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่าง DeepSeek เพื่อช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา (Hwang and Chen, 2023) อย่างไรก็ตาม แม้เครื่องมือเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพ แต่การออกแบบกิจกรรมและการกำกับดูแลโดยผู้สอนยังคงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อป้องกันการพึ่งพาเทคโนโลยีมากเกินไป ซึ่งอาจขัดขวางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของผู้เรียนในระยะยาวได้ (Hwang and Tu, 2021)

กิจกรรมการเรียนรู้ฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และไพธอนโค้ด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเสนอในส่วนนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อจุดประกายสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตร โดยแบ่งออกเป็น 3 กิจกรรมหลักที่ต่อเนื่องกัน เริ่มจากการสร้าง GIS ด้วยโปรแกรมภาษา Python บน Google Colab การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (DeepSeek) เพื่อช่วยปรับแก้โค้ดให้เข้ากับบริบทข้อมูลใหม่ และสุดท้ายคือการบูรณาการความรู้ทั้งหมดเพื่อสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกิจกรรมสำหรับการประเมินผลการปฏิบัติงาน

กิจกรรมที่ 1: การพัฒนา GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังจากพื้นที่เพาะปลูก

กิจกรรมนี้เป็นการวางรากฐานการพัฒนา GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังโดยใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นตัวแปรอิสระ ผู้เรียนจะรวบรวมข้อมูลและใช้โปรแกรมภาษา Python บน Google Colab เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองการถดถอย และกำหนดเกณฑ์ระดับผลผลิต จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ไปพยากรณ์และแสดงผลเป็นแผนที่สถิติ โดยรายละเอียดของโค้ดโปรแกรมที่ใช้ในกระบวนการทั้งหมดนี้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โค้ดโปรแกรม Python สำหรับวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองถดถอย และจำแนกเกณฑ์ระดับผลผลิตมันสำปะหลัง

```
import numpy as np
# Data for crop areas (X) and yield (Y) for 20 provinces
data = {
    "Kalasin": {
        "X": [429176, 447058, 442194, 437385, 462667, 465460, 432111, 404091, 412360, 402025],
        "Y": [3862584, 4783521, 4811071, 3295126, 3808685, 5366754, 5021133, 3798455, 3876184, 4494640]
    },
    "Khon Kaen": {
        "X": [625450, 651492, 625302, 619091, 654436, 675659, 650196, 613954, 621748, 605182],
        "Y": [5722868, 7003539, 6615695, 4841166, 4830921, 7330900, 7587787, 5660656, 5645472, 6741727]
    },
    "Chaiyaphum": {
        "X": [584976, 564052, 509117, 509027, 629570, 628702, 616639, 603424, 602850, 583110],
        "Y": [5557272, 6035356, 5503555, 3949519, 4830921, 6896861, 7183845, 5593740, 5437707, 6519170]
    },
    "Nakhon Phanom": {
        "X": [16124, 16796, 14853, 11372, 9735, 10243, 6669, 4157, 3953, 3361],
        "Y": [153178, 180557, 161749, 97109, 78412, 117077, 77698, 39284, 35735, 37374]
    },
    "Nakhon Ratchasima": {
        "X": [650681, 615166, 580001, 579209, 679737, 697278, 672952, 647914, 667823, 657828],
        "Y": [5921197, 6213177, 6316211, 4654547, 4699890, 7293528, 7893730, 5863622, 6023763, 7249265]
    },
    "Bueng Kan": {
        "X": [4380, 4568, 4153, 4016, 4484, 4980, 2228, 1871, 2607, 2516],
        "Y": [40296, 49334, 45060, 32931, 33630, 54880, 26072, 17288, 23724, 27978]
    },
    "Buriram": {
        "X": [262057, 184775, 130315, 129025, 228838, 232945, 207417, 208924, 210919, 200941],
        "Y": [2489542, 2004809, 1419130, 1155522, 1607092, 2546089, 2472410, 1988956, 2109190, 2228436]
    },
    "Maha Sarakham": {
        "X": [126951, 132275, 130965, 129025, 171360, 181108, 171324, 156892, 161485, 155381],
        "Y": [1104474, 1256613, 1382990, 1008825, 1204564, 1966833, 1994215, 1435562, 1429142, 1724729]
    },
    "Mukdahan": {
        "X": [212392, 214218, 216242, 213458, 229524, 234329, 224193, 199208, 196300, 183437],
        "Y": [1911528, 2317839, 2359200, 1747023, 1837089, 2673694, 2636511, 1880524, 1968889, 2043488]
    },
    "Yasothon": {
        "X": [98959, 102746, 98083, 92526, 95418, 96589, 83000, 60389, 61728, 46803],
        "Y": [870839, 1053147, 1044584, 740208, 729948, 1076001, 966951, 549540, 543824, 522321]
    },
    "Roi Et": {
        "X": [163039, 169769, 164832, 162716, 171775, 173876, 160824, 127574, 130459, 112136],
        "Y": [1514632, 1808040, 1757109, 1269693, 1386258, 1949150, 1876815, 1180570, 1171522, 1223404]
    },
    "Loei": {
        "X": [324442, 337960, 307850, 302132, 314937, 321385, 305001, 285766, 278426, 254572],
        "Y": [3082199, 3626311, 3352487, 2534998, 2479046, 3593084, 3583762, 2757642, 2603283, 2889392]
    },
    "Si Sa Ket": {
        "X": [12044, 12546, 11073, 10963, 32815, 33219, 33191, 32061, 32050, 22064],
        "Y": [107192, 121696, 118370, 88597, 220731, 355775, 386673, 285022, 283322, 244028]
    },
    "Sakon Nakhon": {
        "X": [98034, 102119, 100316, 89794, 89534, 86125, 72384, 64010, 68454, 65156],
        "Y": [901913, 1082461, 1078397, 718724, 620877, 955126, 845440, 603614, 607187, 723232]
    },
    "Surin": {
        "X": [136306, 128713, 124274, 123044, 206126, 208039, 223745, 217977, 219726, 210155],
        "Y": [1294907, 1300001, 1362043, 1100961, 1389216, 2305072, 2651375, 2053343, 2133539, 2349533]
    },
    "Nong Khai": {
        "X": [70194, 73125, 69240, 67894, 71728, 73372, 68782, 64352, 56389, 55212],
        "Y": [663333, 789750, 747792, 613760, 565039, 815897, 810936, 596543, 512012, 622791]
    },
    "Nong Bua Lam Phu": {
        "X": [332343, 346188, 324929, 319214, 348254, 355608, 315706, 283897, 276774, 261123],
        "Y": [3157259, 3738830, 3544975, 2713103, 2759805, 3904576, 3725326, 2728250, 2532482, 2982025]
    },
    "Amnat Charoen": {
        "X": [99516, 103675, 97732, 91339, 94660, 92219, 71232, 62776, 53456, 43826],
        "Y": [925499, 1109323, 1050619, 731625, 728882, 1037464, 833413, 578167, 475224, 488660]
    }
}

# Udon Thani: {
#     "X": [709198, 738696, 706403, 699332, 748540, 758755, 711900, 700016, 710188, 685528],
#     "Y": [6453702, 7926208, 7551448, 5641409, 5564289, 8369068, 8343466, 6510149, 6278062, 7712190]
# },
# Ubon Ratchathani: {
#     "X": [3993, 4116, 3921, 3882, 14613, 15820, 15459, 11418, 18681, 15777],
#     "Y": [35937, 40337, 41994, 34779, 98502, 172122, 181485, 101049, 165700, 174020]
# }

# Function to calculate correlation (r)
def calculate_r(X, Y):
    n = len(X)
    sum_X = sum(X)
    sum_Y = sum(Y)
    sum_XY = sum(x * y for x, y in zip(X, Y))
    sum_X2 = sum(x ** 2 for x in X)
    sum_Y2 = sum(y ** 2 for y in Y)
    numerator = n * sum_XY - sum_X * sum_Y
    denominator = np.sqrt((n * sum_X2 - sum_X ** 2) * (n * sum_Y2 - sum_Y ** 2))
    return numerator / denominator

# Function to calculate b and a
def calculate_a_b(X, Y):
    n = len(X)
    sum_X = sum(X)
    sum_Y = sum(Y)
    sum_XY = sum(x * y for x, y in zip(X, Y))
    sum_X2 = sum(x ** 2 for x in X)
    b = float((n * sum_XY - sum_X * sum_Y) / float((n * sum_X2 - sum_X ** 2)))
    a = float((sum_Y - b * sum_X) / n)
    return a, b

# Function to calculate thresholds (adjusted)
def calculate_thresholds(Y):
    Y_array = np.array(Y, dtype=float)
    std_Y = np.std(Y_array)
    thresholds = [
        int(np.mean(Y_array) - std_Y), # Minimum
        int(np.mean(Y_array) - 0.5 * std_Y), # Low
        int(np.mean(Y_array) + 0.5 * std_Y), # Medium
        int(np.mean(Y_array) + std_Y) # Maximum
    ]
    return thresholds

# Show results
results = []
for province, values in data.items():
    X = values["X"]
    Y = values["Y"]
    r = calculate_r(X, Y)
    a, b = calculate_a_b(X, Y)
    thresholds = calculate_thresholds(Y)
    # Adjusted condition: Suitable only when r >= 0.7 and positive regression_suitable = "Suitable" if r >= 0.7 else "Not Suitable"
    results.append({
        "Province": province,
        "r": r,
        "a": a,
        "b": b,
        "Thresholds": thresholds,
        "Summary": regression_suitable
    })

# Function to format table row
def format_table_row(index, result):
    province = result["Province"]
    r = f"{result['r']:.2f}"
    a = f"{result['a']:.2f}"
    b = f"{result['b']:.2f}"
    thresholds_str = ", ".join([f"t in result['Thresholds']"])
    suitable = result["Summary"]
    return f"{index}<8} {province}<20} {r}<8} Y = {a} + {b}X{r}<5} {thresholds_str}<40} {suitable}<12}"

# Show results in table format
header = f"{index}<8} {Province}<20} {r}<8} {Linear Regression Equation}<30} {Thresholds}<40}"
print(header)
print("-" * 130)
for i, result in enumerate(results, start=1):
    print(format_table_row(i, result))
```

โค้ดโปรแกรมโปรแกรมภาษาไพธอนในตารางที่ 1 ถูกออกแบบมาเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลผลิตมันสำปะหลัง โดยคำนวณค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) สร้างแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น ($Y = a + bX$) และกำหนดเกณฑ์การจำแนกผลผลิตเป็น 5 ระดับโดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จุดสำคัญของกระบวนการนี้คือการกำหนดเงื่อนไขความน่าเชื่อถือ โดยแบบจำลองจะถือว่า "เหมาะสม" (Suitable) สำหรับการพยากรณ์ก็ต่อเมื่อค่า r ไม่น้อยกว่า 0.70 สำหรับกิจกรรมที่ 1 นี้ อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงผู้เรียนสามารถเลือกค่า r ได้ตามเหตุผลและความเหมาะสมที่ผู้เรียนพิจารณา ซึ่งผลการวิเคราะห์ทั้งหมดของแต่ละจังหวัดได้ถูกนำเสนอในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์, การสร้างแบบจำลองการถดถอย และการจำแนกเกณฑ์ระดับผลผลิตมันสำปะหลังรายจังหวัดด้วยโปรแกรมโปรแกรมภาษาไพธอน พร้อมความเหมาะสมของแบบจำลองตามเกณฑ์ $r > 0.70$

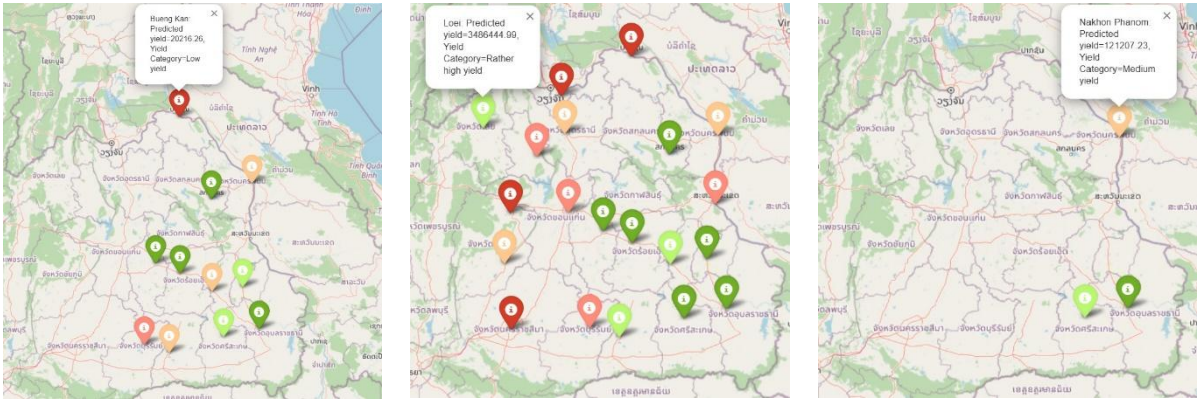
Index	Province	r	Linear Regression Equation	Thresholds	Summary
1	Kalasin	0.34	$Y = -84715.79 + 10.14X$	3674388, 3993101, 4630528, 4949242	Not Suitable
2	Khon Kaen	0.39	$Y = -4913887.39 + 17.52X$	5256603, 5727338, 6668807, 7139542	Not Suitable
3	Chaiyaphum	0.51	$Y = -721021.55 + 11.10X$	4836983, 5293889, 6207700, 6664605	Not Suitable
4	Nakhon Phanom	0.97	$Y = -2032.77 + 10.27X$	46744, 72280, 123353, 148890	Suitable
5	Nakhon Ratchasima	0.40	$Y = -414073.90 + 10.28X$	5210987, 5711940, 6713847, 7214800	Not Suitable
6	Bueng Kan	0.89	$Y = 1376.26 + 9.42X$	23692, 29405, 40832, 46546	Suitable
7	Buriram	0.79	$Y = 244118.49 + 8.81X$	1551543, 1776830, 2227404, 2452691	Suitable
8	Maha Sarakham	0.73	$Y = -410542.85 + 12.27X$	1125902, 1288348, 1613240, 1775687	Suitable
9	Mukdahan	0.47	$Y = 9411.87 + 10.02X$	1818944, 1978261, 2296895, 2456212	Not Suitable
10	Yasothon	0.83	$Y = 31690.14 + 9.30X$	598556, 704146, 915326, 1020915	Suitable
11	Roi Et	0.71	$Y = -29894.09 + 10.04X$	1221235, 1367477, 1659961, 1806203	Suitable
12	Loei	0.50	$Y = 217444.99 + 9.34X$	2613579, 2831900, 3268540, 3486861	Not Suitable
13	Si Sa Ket	0.91	$Y = 2473.42 + 9.42X$	118670, 169905, 272375, 323611	Suitable
14	Sakon Nakhon	0.72	$Y = 63574.50 + 8.97X$	636989, 725343, 902051, 990404	Suitable
15	Surin	0.85	$Y = -103203.00 + 10.55X$	1263780, 1528889, 2059108, 2324217	Suitable
16	Nong Khai	0.62	$Y = -25714.80 + 10.44X$	569763, 621774, 725796, 777807	Not Suitable
17	Nong Bua Lam Phu	0.57	$Y = 367741.51 + 8.88X$	2696429, 2937546, 3419780, 3660897	Not Suitable
18	Amnat Charoen	0.86	$Y = 34381.37 + 9.40X$	573866, 684877, 906897, 1017908	Suitable
19	Udon Thani	0.17	$Y = 1575933.85 + 7.62X$	6019972, 6527485, 7542512, 8050025	Not Suitable
20	Ubon Ratchathani	0.94	$Y = -1816.71 + 9.88X$	44002, 74297, 134887, 165182	Suitable

ผลลัพธ์ในตารางที่ 2 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล 20 จังหวัด ถือเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาระบบ GIS โดยผ่าน 4 ขั้นตอนหลักคือ การเก็บรวบรวมและเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การสร้างแบบจำลองการถดถอย และการจำแนกเกณฑ์ผลผลิต จากการวิเคราะห์พบว่ามี 11 จังหวัดที่มีค่าสหสัมพันธ์เหมาะสม ($r > 0.70$) สำหรับการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ที่เชื่อถือได้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการสร้าง GIS โดยมีรายละเอียดการนำไปใช้งานจริงด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โค้ดโปรแกรม Python สำหรับการสร้าง GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังด้วยพื้นที่เพาะปลูก

<pre>import numpy as np import folium # Updated provinces data with coefficients and ranges for the linear regression equation provinces_data = { 'Nakhon Phanom': {'coeff': [-2032.77, 10.27], 'ranges': [46744, 72280, 123353, 148890], 'coords': [17.3920, 104.7694]}, 'Bueng Kan': {'coeff': [1376.26, 9.42], 'ranges': [23692, 29405, 40832, 46546], 'coords': [18.3609, 103.6465]}, 'Buriram': {'coeff': [244118.49, 8.81], 'ranges': [1551543, 1776830, 2227404, 2452691], 'coords': [14.9950, 103.1029]}, 'Maha Sarakham': {'coeff': [-410542.85, 12.27], 'ranges': [1125902, 1288348, 1613240, 1775687], 'coords': [16.2001, 103.2822]}, 'Yasothon': {'coeff': [31690.14, 9.30], 'ranges': [598556, 704146, 915326, 1020915], 'coords': [15.7954, 104.1490]}, 'Roi Et': {'coeff': [-29894.09, 10.04], 'ranges': [1221235, 1367477, 1659961, 1806203], 'coords': [16.0538, 103.6520]}, 'Si Sa Ket': {'coeff': [2473.42, 9.42], 'ranges': [118670, 169905, 272375, 323611], 'coords': [15.1186, 104.3220]}, 'Sakon Nakhon': {'coeff': [63574.50, 8.97], 'ranges': [636989, 725343, 902051, 990404], 'coords': [17.1645, 104.1420]}, 'Surin': {'coeff': [-103203.00, 10.55], 'ranges': [1263780, 1528889, 2059108, 2324217], 'coords': [14.8826, 103.4937]}, 'Amnat Charoen': {'coeff': [34381.37, 9.40], 'ranges': [573866, 684877, 906897, 1017908], 'coords': [15.8588, 104.6258]}, 'Ubon Ratchathani': {'coeff': [-1816.71, 9.88], 'ranges': [44002, 74297, 134887, 165182], 'coords': [15.2287, 104.8700]} } # Updated cultivated area data (province, cultivated area) based on your updated data province_area = { 'Nakhon Phanom': 12000, 'Bueng Kan': 2000, 'Buriram': 170000, 'Maha Sarakham': 180000, 'Yasothon': 95000, 'Roi Et': 195000, 'Si Sa Ket': 34000, 'Sakon Nakhon': 110000, 'Surin': 200000, 'Amnat Charoen': 100000, 'Ubon Ratchathani': 17000 } # Initialize results array results = [] # Process each province in the dictionary for province, area in province_area.items(): if province not in provinces_data: print(f'Province {province} not found in the data.') continue # Get coefficients and ranges for the province coeffs = provinces_data[province]['coeff'] y = coeffs[0] + coeffs[1] * area # Predicted yield # Get yield range ranges = provinces_data[province]['ranges'] # Do not clip the yield, use the exact calculation y_normalized = y # No clipping here, direct value # Assign color and yield category based on predicted yield if y_normalized < ranges[0]: color = 'red'</pre>	<pre> yield_category = 'Low yield' elif y_normalized < ranges[1]: color = 'lightred' yield_category = 'Rather low yield' elif y_normalized < ranges[2]: color = 'beige' yield_category = 'Medium yield' elif y_normalized < ranges[3]: color = 'lightgreen' yield_category = 'Rather high yield' else: color = 'green' yield_category = 'High yield' # Store results results.append({'province': province, 'Y': y_normalized, 'color': color, 'yield_category': yield_category, 'coords': provinces_data[province]['coords']}) # Display the results for result in results: print(f'Province: {result["province"]}. Predicted yield: {result["Y"]:.2f}, Yield Category: {result["yield_category"]}') # Create a map to visualize the results map_center = [15.8700, 100.9925] # Center of Thailand m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=6) # Define colors color_dict = { 'red': 'red', 'lightred': 'lightred', 'beige': 'beige', 'lightgreen': 'lightgreen', 'green': 'green' } # Add markers to the map for province in results: province = result['province'] y = result['Y'] color = result['color'] yield_category = result['yield_category'] coords = result['coords'] folium.Marker(location=coords, popup=f'{province}: Predicted yield={y:.2f}, Yield Category={yield_category}', icon=folium.Icon(color=color_dict[color])).add_to(m) # Save the map to an HTML file m.save('cassava_yield_prediction_map.html') # Display the map in the notebook m</pre>
--	--

โค้ดโปรแกรมภาษาไพธอนในตารางที่ 3 เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนา GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง โดยบูรณาการการประมวลผลทางสถิติเข้ากับการแสดงผลเชิงพื้นที่ กระบวนการทำงานจะใช้แบบจำลองการถดถอยและข้อมูลพิกัดของแต่ละจังหวัดมาคำนวณค่าพยากรณ์ผลผลิต จากนั้นจึงจำแนกผลลัพธ์เป็น 5 ระดับและกำหนดรหัสสี ก่อนจะแสดงผลลัพธ์สุดท้ายเป็นแผนที่ GIS ซึ่งได้ตอบที่สามารถกรองข้อมูลตามค่าสหสัมพันธ์ (r) ได้ ดังที่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังที่สร้างด้วย Python โดยแสดงผลตามเกณฑ์ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่างกัน จากซ้ายไปขวาคือกลุ่มจังหวัดที่มีค่า $r > 0.70$, $r > 0.00$ และ $r > 0.90$ ตามลำดับ

ผลลัพธ์ในภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าระบบ GIS ที่สร้างขึ้นสามารถนำมาสมการถดถอยมาพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง (Y) จากพื้นที่เพาะปลูก (X) และจำแนกระดับผลผลิตด้วยเกณฑ์ที่กำหนด ก่อนจะแสดงผลเป็นแผนที่สถิติโดยใช้รหัสสี แผนที่ทั้งสามภาพแสดงผลลัพธ์ตามเกณฑ์ค่าสหสัมพันธ์ (r) ที่แตกต่างกัน ($r > 0.70$, $r > 0.00$, และ $r > 0.90$) ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของการกรองข้อมูลเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ การบูรณาการนี้ไม่เพียงแต่มีคุณค่าเชิงระเบียบวิธีวิจัย แต่ยังมีประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะมีการพัฒนาระบบโดยเพิ่มส่วนติดต่อกับผู้ใช้ตามรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โค้ดโปรแกรม Python สำหรับสร้างโปรแกรม GIS พยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังที่สามารถรับข้อมูลจากผู้ใช้ได้

```
import numpy as np
import folium

# Updated provinces data with coefficients and ranges for the linear regression equation
provinces_data = {
    'Nakhon Phanom': {'coeff': [-2032.77, 10.27], 'ranges': [46744, 72280, 123353, 148890], 'coords': [17.3920, 104.7694]},
    'Bueang Kan': {'coeff': [1376.26, 9.42], 'ranges': [23692, 29405, 40832, 46546], 'coords': [18.3609, 103.6465]},
    'Buriram': {'coeff': [244118.49, 8.81], 'ranges': [1551543, 1776830, 2227404, 2452691], 'coords': [14.9950, 103.1029]},
    'Maha Sarakham': {'coeff': [-410542.85, 12.27], 'ranges': [1125902, 1288348, 1613240, 1775687], 'coords': [16.2001, 103.2822]},
    'Yasothon': {'coeff': [31690.14, 9.30], 'ranges': [598556, 704146, 915326, 1020915], 'coords': [15.7954, 104.1490]},
    'Roi Et': {'coeff': [-29894.09, 10.04], 'ranges': [1221235, 1367477, 1659961, 1806203], 'coords': [16.0538, 103.6520]},
    'Si Sa Ket': {'coeff': [2473.42, 9.42], 'ranges': [118670, 169905, 272375, 323611], 'coords': [15.1186, 104.3220]},
    'Sakon Nakhon': {'coeff': [63574.50, 8.97], 'ranges': [636989, 725343, 902051, 990404], 'coords': [17.1645, 104.1420]},
    'Surin': {'coeff': [-103203.00, 10.55], 'ranges': [1263780, 1528889, 2059108, 2324217], 'coords': [14.8826, 103.4937]},
    'Amnat Charoen': {'coeff': [34381.37, 9.40], 'ranges': [573866, 684877, 906897, 1017908], 'coords': [15.8588, 104.6258]},
    'Ubon Ratchathani': {'coeff': [-1816.71, 9.88], 'ranges': [44002, 74297, 134887, 165182], 'coords': [15.2287, 104.8780]}
}

# Get the number of data sets
n = int(input("Enter the number of data sets: "))

# Initialize arrays to store data
provinces = []
x_vals = []

# Get data from user
for i in range(n):
    province = input(f"Enter province (i+1): ")
    x = float(input(f"Enter cultivation area (x) for {province} (in rail): "))
    provinces.append(province)
    x_vals.append(x)

# Initialize results array
results = []

# Process each data set
for i in range(n):
    province = provinces[i]
    x = x_vals[i]

    if province not in provinces_data:
        print(f"Province '{province}' not found in the data.")
        continue

    coeffs = provinces_data[province]['coeff']
    y = coeffs[0] + coeffs[1] * x
    y = coeffs[0] + coeffs[1] * x
    ranges = provinces_data[province]['ranges']

# Determine color and productivity level based on y value
if y < ranges[0]:
    color = 'Red'
    productivity = 'Low'
elif y < ranges[1]:
    color = 'LightRed'
    productivity = 'Quite Low'
elif y < ranges[2]:
    color = 'Beige'
    productivity = 'Medium'
elif y < ranges[3]:
    color = 'LightGreen'
    productivity = 'Quite High'
else:
    color = 'Green'
    productivity = 'High'

results.append({'province': province, 'y': y, 'color': color, 'productivity': productivity, 'coords': provinces_data[province]['coords']})

# Display the results
print("\nResults:")
for result in results:
    print(f"Province: {result['province']}, Predicted Rice Yield (y): {result['y']:.2f} tons, Color: {result['color']}, Productivity: {result['productivity']}")

# Create a map to visualize the results
map_center = [16.0, 103.0] # Center of the selected provinces
m = folium.Map(location=map_center, zoom_start=7)

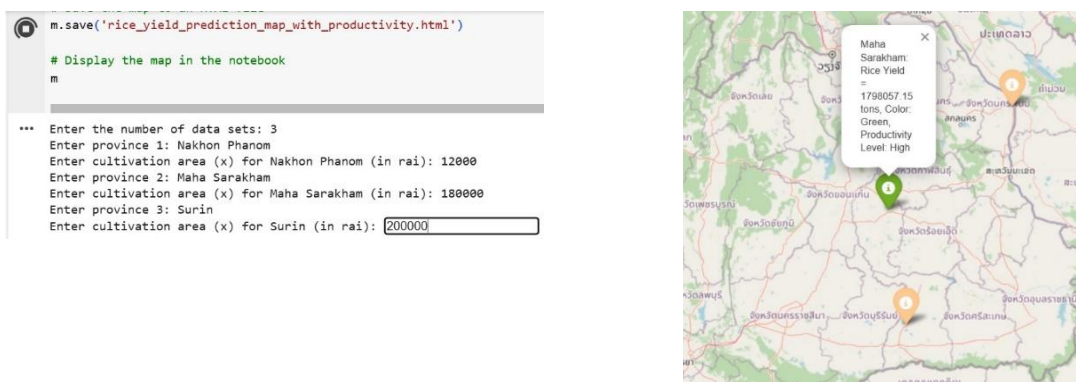
# Define colors
color_dict = {
    'Red': 'red',
    'LightRed': 'lightred',
    'Beige': 'beige',
    'LightGreen': 'lightgreen',
    'Green': 'green'
}

# Add markers to the map
for result in results:
    province = result['province']
    y = result['y']
    color = result['color']
    coords = result['coords']
    productivity = result['productivity']
    folium.Marker(
        location=coords,
        popup=f"{province}: Rice Yield = {y:.2f} tons, Color: {color}, Productivity Level: {productivity}",
        icon=folium.Icon(color=color_dict[color])
    ).add_to(m)

# Save the map to an HTML file
m.save('rice_yield_prediction_map_with_productivity.html')

# Display the map in the notebook
m
```

โปรแกรมภาษาไพธอนในตารางที่ 4 ได้รับการพัฒนาเพื่อสร้าง GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง โดยเพิ่มความสามารถให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลจังหวัดและพื้นที่เพาะปลูกได้โดยตรง จากนั้นโปรแกรมจะคำนวณค่าพยากรณ์และจำแนกระดับผลผลิตโดยอัตโนมัติ ก่อนแสดงผลบนแผนที่เชิงสถิติบน Google Colab ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้มีตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลลัพธ์ของ GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลัง (เฉพาะจังหวัดที่ $r > 0.90$) ที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ภาพซ้ายคือขั้นตอนการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ และภาพขวาคือผลการพยากรณ์บนแผนที่ GIS ที่ปรากฏหลังจากการยืนยันข้อมูล

ผลสำเร็จจากกิจกรรมที่ 1 ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การวิเคราะห์ข้อมูลไปจนถึงการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) พร้อมส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ได้พิสูจน์ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการบูรณาการวิธีการทางสถิติเข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตรที่แม่นยำและเชื่อถือได้ องค์ความรู้และเครื่องมือที่ได้จากกิจกรรมนี้จึงเป็นรากฐานสำคัญสำหรับกิจกรรมที่ 2 ซึ่งจะมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) DeepSeek เพื่อสร้างระบบ GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตต่อไป

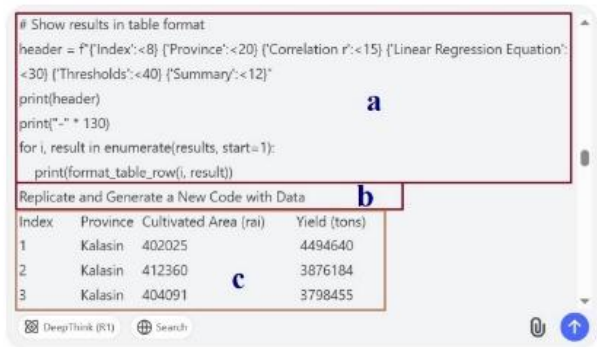
กิจกรรมที่ 2: การพัฒนา GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตอ้อยจากพื้นที่เพาะปลูก

ในกิจกรรมที่ 2 เป็นการสำรวจศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับพยากรณ์ผลผลิตอ้อยจากพื้นที่เพาะปลูก กระบวนการนี้ใช้วิธีการทำซ้ำและสร้างใหม่ (Replication and Generation) โดยเริ่มต้นจากการเตรียมข้อมูลอ้อยตามที่ได้แสดงในภาพที่ 3 จากนั้นจึงทำซ้ำโค้ดต้นแบบจากตารางที่ 1 ซึ่งเคยใช้ในการวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง แล้วจึงปรับแก้โค้ดดังกล่าวเพื่อสร้างเวอร์ชันใหม่สำหรับชุดข้อมูลอ้อยโดยเฉพาะ ก่อนจะนำไปตรวจสอบและประมวลผลบนแพลตฟอร์ม Google Colab

Index	Province	Cultivated Area (rai)	Yield (tons)
1	Kalasin	402025	4494640
2	Kalasin	412360	3876184
3	Kalasin	404091	3798455
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
199	Ubon Ratchathani	4116	40337
200	Ubon Ratchathani	3993	35937

ภาพที่ 3 การเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการทำซ้ำและสร้างโค้ด Python ด้วย DeepSeek เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองถดถอย และจำแนกระดับผลผลิตอ้อย

กระบวนการทำซ้ำและสร้างโค้ดโปรแกรมภาษาไพธอนด้วย DeepSeek เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองการถดถอย และจำแนกระดับผลผลิตอ้อยนั้น แสดงดังภาพที่ 4 โดยเริ่มต้นจากการวางโค้ดต้นฉบับ (ส่วน a) ตามด้วยการเขียนคำบอกงาน (prompt) ตามหลักการการทำซ้ำและสร้างใหม่ (ส่วน b) และสุดท้ายคือการผนวกชุดข้อมูลอ้อยที่เตรียมไว้ (ส่วน c) ก่อนส่งคำบอกงาน (prompt) ทั้งหมดให้ DeepSeek ประมวลผล



ภาพที่ 4 การออกแบบคำบอกงาน (prompt) สำหรับ DeepSeek เพื่อทำซ้ำและสร้างโค้ดใหม่จากชุดข้อมูลย่อย สำหรับใช้วิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองการถดถอย และจำแนกระดับผลผลิต

DeepSeek จะสร้างโค้ดโปรแกรมภาษาไพธอนชุดใหม่จากข้อมูลย่อยที่นำมา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างแบบจำลองการถดถอย และกำหนดเกณฑ์การจำแนกผลผลิต ส่วนของโค้ดโปรแกรมภาษาไพธอนที่แตกต่างจากเวอร์ชันดั้งเดิมในตารางที่ 4 คือชุดข้อมูลที่ใช้ โดยชุดข้อมูลนี้คือข้อมูลจังหวัด ผลผลิตย่อย และพื้นที่เพาะปลูกที่ถูกส่งไปพร้อมกับคำบอกงาน (prompt) ให้ DeepSeek ประมวลผลนั่นเอง หลังจากตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของโค้ดกับชุดข้อมูลแล้ว สคริปต์โปรแกรมภาษาไพธอนที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปประมวลผลบน Google Colab จากนั้นจึงกำหนดเกณฑ์ค่าสหสัมพันธ์ อย่างกรณีนี้กำหนด $r > 0.90$ และเมื่อรันโปรแกรม ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำเสนอในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์สหสัมพันธ์ แบบจำลองถดถอย และการจำแนกผลผลิตย่อยด้วย Python พร้อมสรุปความเหมาะสมของแบบจำลองรายจังหวัด (เกณฑ์ $r > 0.90$)

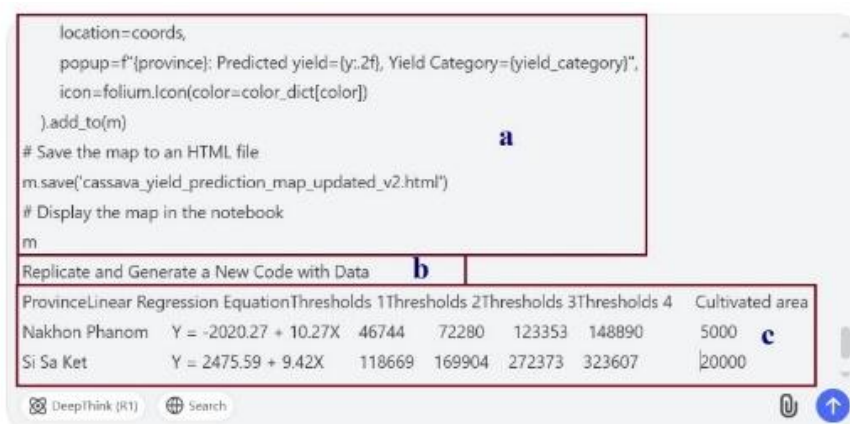
Index	Province	r	Linear Regression Equation	Thresholds	Summary
1	Amnat Charoen	0.86	Y = 34381.37 + 9.40X	573866, 684877, 906897, 1017908	Not Suitable
2	Bueng Kan	0.89	Y = 1376.26 + 9.42X	23692, 29405, 40832, 46546	Not Suitable
3	Buriram	0.79	Y = 244118.49 + 8.81X	1551543, 1776830, 2227404, 2452691	Not Suitable
4	Chaiyaphum	0.51	Y = -721021.55 + 11.10X	4836983, 5293889, 6207700, 6664605	Not Suitable
5	Kalasin	0.34	Y = -84715.79 + 10.14X	3674388, 3993101, 4630528, 4949242	Not Suitable
6	Khon Kaen	0.39	Y = -4914406.68 + 17.52X	5256601, 5727341, 6668822, 7139562	Not Suitable
7	Loei	0.22	Y = 210278.28 + 8.30X	1842943, 2285312, 3170050, 3612419	Not Suitable
8	Maha Sarakham	0.73	Y = -410542.85 + 12.27X	1125902, 1288348, 1613240, 1775687	Not Suitable
9	Mukdahan	0.47	Y = 9411.87 + 10.02X	1818944, 1978261, 2296895, 2456212	Not Suitable
10	Yasothorn	0.83	Y = 31690.14 + 9.30X	598556, 704146, 915326, 1020915	Not Suitable
11	Nakhon Phanom	0.97	Y = -2020.27 + 10.27X	46744, 72280, 123353, 148890	Suitable
12	Nakhon Ratchasima	0.40	Y = -414073.90 + 10.28X	5210987, 5711940, 6713847, 7214800	Not Suitable
13	Nong Bua Lam Phu	0.57	Y = 367741.51 + 8.88X	2696429, 2937546, 3419780, 3660897	Not Suitable
14	Nong Khai	0.62	Y = -25714.80 + 10.44X	569763, 621774, 725796, 777807	Not Suitable
15	Roi Et	0.71	Y = -29894.09 + 10.04X	1221235, 1367477, 1659961, 1806203	Not Suitable
16	Sakon Nakhon	0.72	Y = 63574.50 + 8.97X	636989, 725343, 902051, 990404	Not Suitable
17	Si Sa Ket	0.91	Y = 2475.59 + 9.42X	118669, 169904, 272373, 323607	Suitable
18	Surin	0.85	Y = -103286.95 + 10.55X	1263795, 1528912, 2059146, 2324262	Not Suitable
19	Udon Thani	0.17	Y = 1575933.85 + 7.62X	6019972, 6527485, 7542512, 8050025	Not Suitable
20	Ubon Ratchathani	0.63	Y = 46535.14 + 6.21X	44002, 74297, 134885, 165180	Not Suitable

ข้อมูลในตารางนี้จะถูกนำไปใช้สร้างแผนที่สถิติในขั้นตอนต่อไป โดยต้องเตรียมชุดข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกใหม่สำหรับจังหวัดที่ผ่านเกณฑ์ความเหมาะสม ($r > 0.90$) ซึ่งกระบวนการเตรียมข้อมูลสำหรับป้อนเข้าสู่ DeepSeek เพื่อสร้างแผนที่นั้นแสดงดังภาพที่ 5

Province	Linear Regression Equation	Thresholds 1	Thresholds 2	Thresholds 3	Thresholds 4	Cultivated area
Nakhon Phanom	Y = -2020.27 + 10.27X	46744	72280	123353	148890	5000
Si Sa Ket	Y = 2475.59 + 9.42X	118669	169904	272373	323607	20000

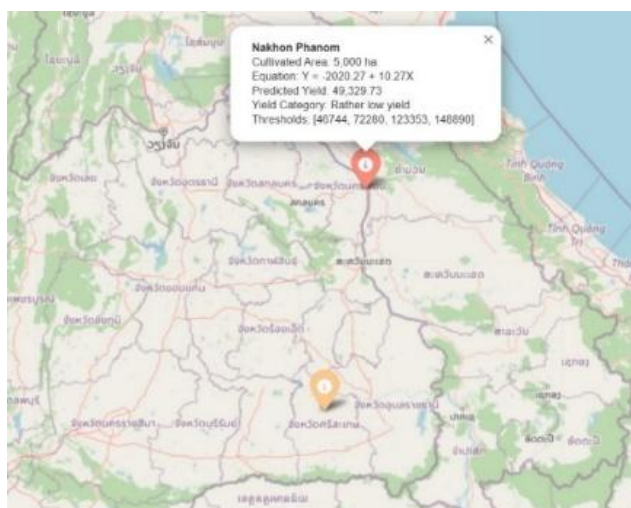
ภาพที่ 5 การเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการทำซ้ำและสร้างโค้ด Python ด้วย DeepSeek เพื่อสร้าง GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตย่อยตามพื้นที่เพาะปลูก

กระบวนการนี้ดำเนินตามขั้นตอนเดียวกับการสร้างโค้ดครั้งแรก ดังที่แสดงในภาพที่ 6 โดยเริ่มจากการคัดลอกโค้ดทั้งหมดจากตารางที่ 3 (ส่วน a) ไปยัง DeepSeek ตามด้วยการเขียนคำบอกรงาน (prompt) ตามหลักการทำซ้ำและสร้างใหม่ (ส่วน b) จากนั้นจึงผนวกชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ (ส่วน c) แล้วส่งคำบอกรงาน (prompt) ทั้งหมดเพื่อประมวลผล



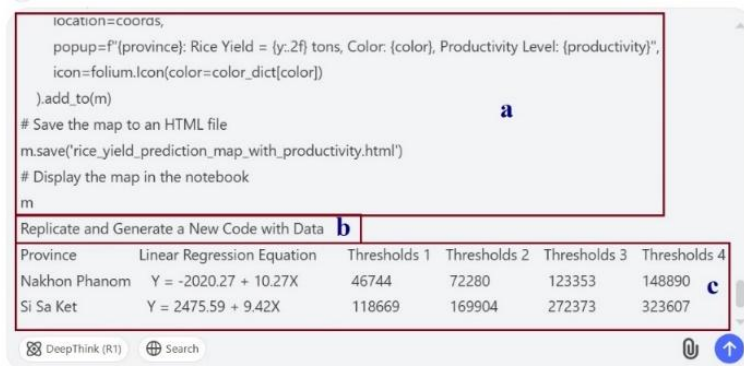
ภาพที่ 6 การออกแบบคำบอกรงาน (prompt) สำหรับ DeepSeek เพื่อทำซ้ำและสร้างโค้ดใหม่จากชุดข้อมูลย่อย สำหรับสร้าง GIS เพื่อพยากรณ์ผลผลิตอ้อยตามพื้นที่เพาะปลูก (เฉพาะกรณี $r > 0.90$)

DeepSeek ให้ผลลัพธ์ของโค้ดที่แตกต่างจากเวอร์ชันดั้งเดิมที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลัง (ตารางที่ 3) โดยความแตกต่างที่สำคัญคือส่วนของชุดข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เตรียมไว้ตามภาพที่ 6 และถูกผนวกเข้าไปในคำสั่งที่แสดงในภาพที่ 6 ส่วน (c) จากนั้นจึงนำโค้ดที่ได้ไปประมวลผลอีกครั้งบน Google Colab ซึ่งให้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยเป็นแผนที่สถิติของผลผลิตอ้อยที่พยากรณ์ได้จากพื้นที่เพาะปลูก



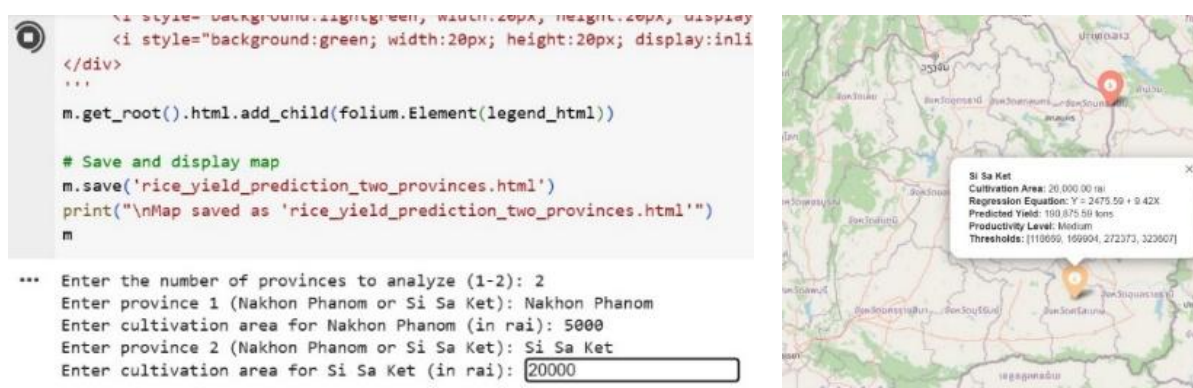
ภาพที่ 7 ผลลัพธ์ของ GIS ที่สร้างด้วย Python สำหรับพยากรณ์ผลผลิตอ้อยตามพื้นที่เพาะปลูก (เฉพาะกรณี $r > 0.90$)

ในการสร้างโค้ดส่วนติดต่อกับผู้ใช้ จะใช้กระบวนการเดียวกับการสร้างแผนที่ แต่จะเตรียมข้อมูลโดยไม่รวมค่าพื้นที่เพาะปลูกเพื่อให้ผู้ใช้ป้อนเอง กระบวนการทั้งหมดนี้เริ่มต้นใหม่โดยใช้โค้ดจากตารางที่ 4 เป็นต้นแบบและดำเนินตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การออกแบบคำบอกงาน (prompt) สำหรับสร้างโค้ด Python เพื่อพัฒนา GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตอ้อย ซึ่งมีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (UI) สำหรับการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

DeepSeek จะสร้างโค้ดชุดใหม่ ซึ่งมีความแตกต่างจากเวอร์ชันดั้งเดิมที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลผลิตมันสำปะหลังในตารางที่ 4 ส่วนของชุดข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เตรียมไว้ตามภาพที่ 5 และถูกผนวกเข้าไปในคำสั่งดังแสดงในภาพที่ 8 ส่วน (c) จากนั้นจึงนำโค้ดที่ได้ไปประมวลผลบน Google Colab ซึ่งโปรแกรมจะร้องขอให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ และเมื่อผู้ใช้นำข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลดังที่ปรากฏในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลลัพธ์ของ GIS สำหรับพยากรณ์ผลผลิตอ้อย (เฉพาะกรณี $r > 0.90$) ซึ่งมีส่วนต่อประสานสำหรับรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน ภาพซ้ายคือการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ และภาพขวาคือผลลัพธ์ที่แสดงหลังจากการป้อนข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะสังเกตได้ว่ากระบวนการพัฒนา GIS มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วยพลังของปัญญาประดิษฐ์ กิจกรรมที่ 1 และ 2 ร่วมกันสะท้อนให้เห็นถึงระดับของสมรรถนะดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งช่วยเสริมสร้างประสิทธิผลและศักยภาพของการปฏิบัติงานบนฐานดิจิทัล

กิจกรรมที่ 3: การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าวจากพื้นที่เพาะปลูก

ในกิจกรรมสุดท้ายนี้ ผู้เรียนจะต้องประยุกต์ใช้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนามาทั้งหมดเพื่อสร้างสรรคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับการพยากรณ์ผลผลิตข้าวด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยมีผู้สอนทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้คำแนะนำ และประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ ผู้สอนได้เตรียมข้อมูลการวิเคราะห์เบื้องต้นและผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางอ้างอิงตลอดกิจกรรม หลังจากที่คุณเรียนพัฒนาโครงการ GIS ของตนเองสำเร็จ จะมีการนำเสนอผลงานและอภิปรายร่วมกันทั้งห้องเรียน โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและอภิปรายผ่านการสุ่มเลือกบางผลงาน ซึ่งเน้นการตีความค่าสหสัมพันธ์ (r) เพื่ออธิบายเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม และเมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ผู้เรียนจะได้ทำแบบสำรวจเพื่อสะท้อนการรับรู้ต่อสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (MDC) ที่ได้รับการพัฒนาผ่านประสบการณ์การเรียนรู้

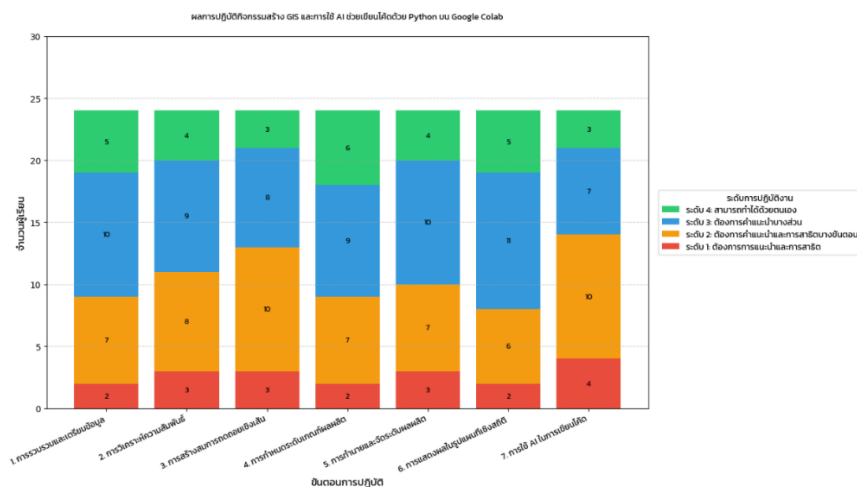
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการประเมินการปฏิบัติงานและการรับรู้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีสุดท้าย จำนวน 24 คน จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนและปัญญาประดิษฐ์ (DeepSeek) และเครื่องมือรวบรวมข้อมูล ซึ่งได้แก่ แบบประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) ปรับจากกรอบของ Ukobizaba, Ndayambaje and Niyibizi (2021) เพื่อวัดสมรรถนะการบูรณาการคณิตศาสตร์กับเทคโนโลยี กำหนด 7 ด้าน ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การสร้างแบบจำลองถดถอย การกำหนดเกณฑ์ผลผลิต การพยากรณ์และการจัดระดับ การทำแผนที่เชิงสถิติ ไปจนถึงการใช้เทคนิค AI เพื่อปรับแก้โค้ด ใช้ระดับคะแนน 4 ระดับ (1–4) พร้อมคำอธิบายพฤติกรรมรายระดับให้ผู้ประเมินใช้สอดคล้องกัน การตรวจคุณภาพ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจความตรงเชิงเนื้อหา ผล IOC รายด้าน = 0.67–1.00 (มัธยฐาน = 0.67), S-CVI/Ave = 0.76 (ทุกด้านผ่านเกณฑ์ ≥ 0.67) และเมื่อ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างได้ Cronbach's alpha = 0.67 (ระดับปานกลางเหมาะสมกับเครื่องมือหลายมิติ) อีกเครื่องมือจะเป็นแบบสำรวจการรับรู้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (MDC Perception Survey) พัฒนาบนฐานแนวคิดของ Geraniou and Jankvist (2019), Geraniou *et al.* (2024) และ Weinhandl *et al.* (2021) ครอบคลุม 3 มิติ (การคิดเชิงคณิตศาสตร์ในบริบทดิจิทัล การบูรณาการเทคโนโลยี การให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์) รวม 12 ข้อ มาตราประมาณค่า Likert 5 ระดับ การตรวจคุณภาพ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจความตรงเชิงเนื้อหา ผล IOC รายข้อ = 0.67–1.00 (มัธยฐาน = 1.00), S-CVI/Ave = 0.92 (ผ่านระดับสูงมาก) และการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างให้ Cronbach's alpha = 0.80 (สูง) พร้อมสถิติโดยรวม เฉลี่ย = 3.79, SD = 0.70 สะท้อนการรับรู้ระดับมากและความสอดคล้องของข้อคำถามที่ดี กระบวนการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะคือ การพัฒนา การดำเนินการจัดกิจกรรมซึ่งใช้เวลา 12 ชั่วโมง และการประเมินผล โดยเก็บข้อมูลจากการประเมินพฤติกรรมการทำงานและแบบสำรวจการรับรู้ตนเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิแท่ง (Stacked Bar Chart) และแผนภูมิลิเคิร์ต (Likert Chart) ตามลำดับ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลการประเมินการปฏิบัติงานและการรับรู้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอนและปัญญาประดิษฐ์ (AI) ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ ผลการประเมินการปฏิบัติงาน และผลการสะท้อนการรับรู้ตนเองของผู้เรียน

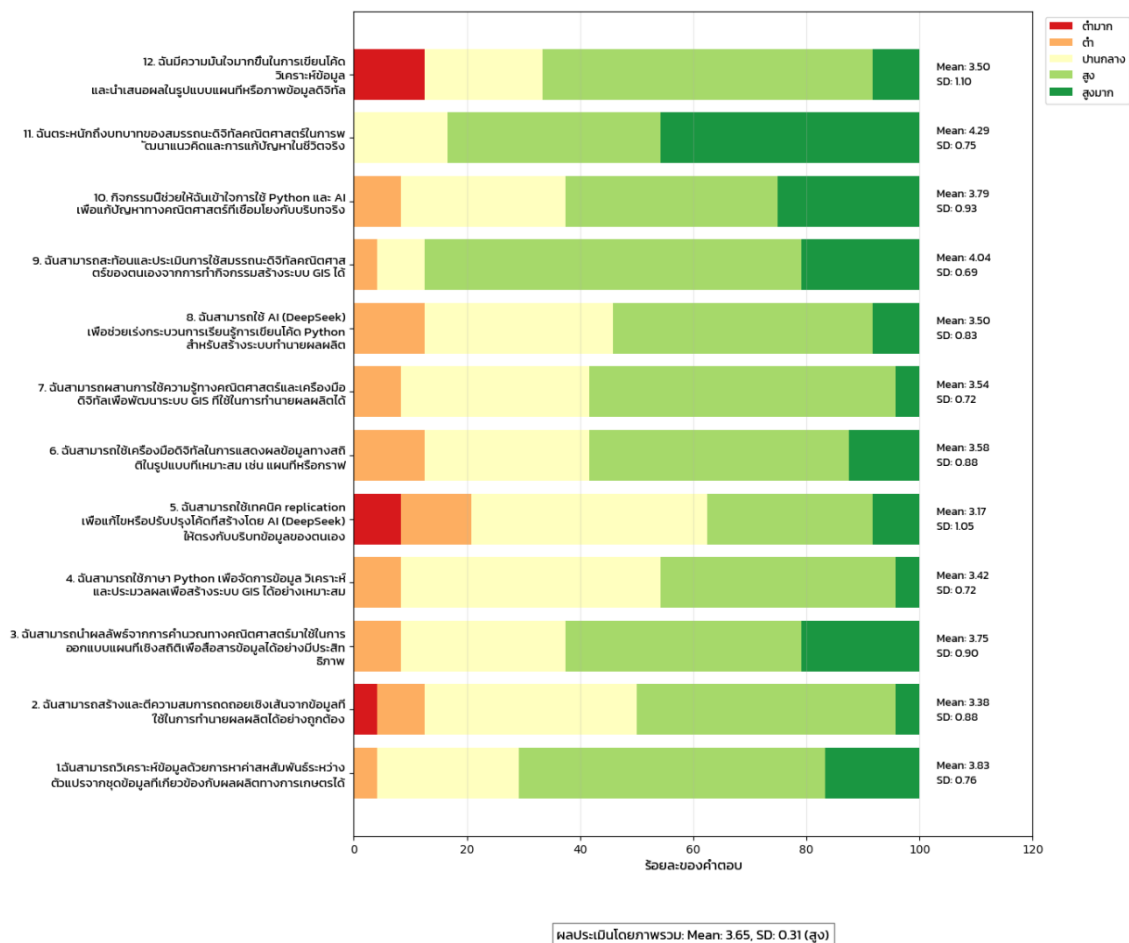
จากการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน 24 คนใน 7 ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 10 พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ ต้องการคำแนะนำบางส่วน และ ต้องการคำแนะนำและการสาธิตบางขั้นตอน โดยเฉพาะในขั้นตอนที่มีความซับซ้อนทางเทคนิคสูง เช่น การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น และ การใช้ AI ในการเขียนโค้ด ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการได้รับการสนับสนุนจากผู้สอนอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมที่ออกแบบขึ้นสามารถจุดประกายให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเป็นระบบ และกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (MC) และสมรรถนะทางดิจิทัล (DC) เข้าด้วยกันอย่างกลมกลืน



ภาพที่ 10 ผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาครูในการสร้าง GIS และการใช้ AI ช่วยเขียนโค้ดด้วย Python บน Google Colab จำแนกตามระดับการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

ในส่วนของผลการสะท้อนการรับรู้ตนเองซึ่งแสดงผลเป็นแผนภูมิลิเคิร์ตในภาพที่ 11 พบว่าผู้เรียนมีระดับการรับรู้ต่อสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ (MDC) ของตนเองในภาพรวมอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย = 3.65, S.D. = 0.31) โดยรายการที่ผู้เรียนให้คะแนนสูงสุดคือ การตระหนักถึงบทบาทของสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ค่าเฉลี่ย = 4.29) ในขณะที่รายการที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ การใช้เทคนิค replication เพื่อแก้ไขโค้ดที่สร้างโดย AI (ค่าเฉลี่ย = 3.17) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินการปฏิบัติงานที่ชี้ว่าการใช้ AI เป็นทักษะที่ท้าทายที่สุดสำหรับผู้เรียน โดยสรุป กิจกรรมการสร้าง GIS ได้ทำหน้าที่เป็น "ตัวเร่ง" ที่ผลักดันให้ผู้เรียนต้องพัฒนาสมรรถนะหลายด้านเข้าด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Geraniou and Jankvist (2019), Geraniou *et al.* (2024) และ Weinhandl *et al.* (2021) ที่เน้นย้ำว่าการพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ที่แท้จริงควรเกิดจากบริบทการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสะท้อนผลอย่างต่อเนื่อง

การรับรู้สมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ของผู้เรียนภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมสร้าง GIS (จำนวน = 24 คน)



ภาพที่ 11 การสะท้อนตนเองของผู้เรียนด้านสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ (MDC) หลังเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนา GIS ด้วยการถดถอยเชิงเส้นและการทำแผนที่สถิติบน Google Colab

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อสังเกตบางประการ คือกิจกรรมไม่ได้รวมการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง เช่น การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ (Blömeke, Gustafsson and Shavelson, 2015) และยังไม่ได้ประเมินความเข้าใจเชิงแนวคิดอย่างลึกซึ้งของผู้เรียน (Pepin *et al.*, 2016) ซึ่งในอนาคตควรมีการเพิ่มเครื่องมือที่วัดความเข้าใจเชิงอธิบาย นอกจากนี้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานอาจช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการคิดเชิงสะท้อนได้ดียิ่งขึ้น ถึงกระนั้น กิจกรรมที่ออกแบบขึ้นนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ในการจุดประกายสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ที่ผสมผสานคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีดิจิทัล และ AI ซึ่งสอดคล้องกับการเตรียมความพร้อมให้แก่ครูคณิตศาสตร์สำหรับศตวรรษที่ 21

งานวิจัยนี้วัดสมรรถนะดิจิทัลทัศนศาสตร์ของผู้เรียนจาก 2 ส่วน คือ การลงมือปฏิบัติจริง และการประเมินตนเอง อย่างไรก็ตาม การวัดผลจากการประเมินตนเองนั้นอาจคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากผู้เรียนอาจตอบตามความพึงพอใจหรือขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม ทำให้การสรุปว่าผู้เรียนมี “พัฒนาการ” จากข้อมูลส่วนนี้ต้องทำด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ รูปแบบงานวิจัยยังขาดการเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง และไม่มีกลุ่มควบคุม จึงยากที่จะชี้ชัดว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากการเรียนรู้โดยตรง

แม้ว่าผลการปฏิบัติจริงจะช่วยยืนยันแนวโน้มที่ได้ก็ตาม ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตจึงควรเพิ่มหลักฐานที่จับต้องได้มากขึ้น เช่น การวัดผลจากการทำภารกิจจริง ตรวจสอบงาน หรือดูข้อมูลการใช้งานระบบ ควบคู่ไปกับการออกแบบวิจัยที่รัดกุม เช่น การวัดผลก่อน-หลัง หรือมีกลุ่มเปรียบเทียบ เพื่อให้ข้อสรุปมีความน่าเชื่อถือและหนักแน่นยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เข้ากับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและปัญญาประดิษฐ์ (AI) เกิดขึ้นจากความตระหนักถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ (MDC) ในกลุ่มนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ กิจกรรมนี้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการบูรณาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ และความคล่องแคล่วทางเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลการประเมินการปฏิบัติงานและการรับรู้สมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ผ่านประสบการณ์จริงจากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นการหลอมรวมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (MC) และสมรรถนะทางดิจิทัล (DC) เข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย ผลลัพธ์จากกิจกรรมเผยให้เห็นว่าผู้เรียนไม่เพียงแต่บรรลุตามทักษะทางเทคนิคที่ตั้งเป้าไว้ แต่ยังเห็นคุณค่าของ MDC อย่างลึกซึ้งในการสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นรูปธรรมและมีนวัตกรรม ที่สำคัญไปกว่านั้น กิจกรรมนี้ได้จุดประกายแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรองถึงแนวทางที่จะสามารถปลูกฝังสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนของตนเองในอนาคต ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้บนฐาน GIS นี้จึงถือเป็นแนวทางที่ทรงพลังและนำไปปฏิบัติได้จริงในการจุดประกายสมรรถนะดิจิทัลคณิตศาสตร์ ในการผลิตครุคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ในเป้าหมายที่ 4 “การศึกษาที่มีคุณภาพ” ผ่านการส่งเสริมทักษะดิจิทัลและคณิตศาสตร์สำหรับครูรุ่นใหม่ และเป้าหมายที่ 9 “อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน” ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่และนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม เพื่อต่อยอดการพัฒนาให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ควรมีการพิจารณาเพิ่มเติมในประเด็นต่อไปนี้

การเพิ่มความลึกเชิงสถิติและการประเมิน ในการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป ควรเพิ่มกระบวนการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง เช่น การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ และใช้เครื่องมือวัดความเข้าใจเชิงแนวคิดที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงสถิติที่สมบูรณ์ขึ้น

การส่งเสริมทักษะการใช้ AI เนื่องจากผู้เรียนยังพบความท้าทายในการประยุกต์ใช้ AI เพื่อปรับแก้โค้ด หลักสูตรการผลิตครูจึงควรออกแบบกิจกรรมเสริมที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการใช้ AI ช่วยในการเขียนโปรแกรมอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยีในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยในชั้นเรียน ได้คำนึงถึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มีการปิดบังรายชื่อของผู้ร่วมวิจัยทุกคน ยึดหลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย และหลักความยุติธรรม

References

- Bhavimane, A., Shetty, R., Kurunji, G. V., Tayenjam, A., and P. K. (2024). Data Visualization in Education: A Comprehensive Review. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 11(2), 268-273.
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E. and Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13.
- Bray, A. and Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research: A systematic review of recent trends. *Computer & Education*, 114, 255-271.
- Dilling, F., Schneider, R., Weigand, H.-G. and Witzke, I. (2024). Describing the digital competencies of mathematics teachers: Theoretical and empirical considerations on the importance of experience and reflection. *ZDM – Mathematics Education*, 56(4), 639–650.

- Dockendorff, M. and Gómez Zaccarelli, F. (2024). Successfully preparing future mathematics teachers for digital technology integration: A literature review. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 56(5), 948-979.
- Farida, A. and Indah, R. P. (2024). The impact of project-based learning with e-modules on mathematical communication skills. **Union**, 12(3), 626-635.
- Geraniou, E. and Jankvist, U. T. (2019). Towards a definition of “mathematical digital competency”. **Educational Studies in Mathematics**, 102(1), 29–45.
- Geraniou, E., Jankvist, U. T., Elicer, R., Tamborg, A. L. and Misfeldt, M. (2024). Towards a definition of “mathematical digital competency for teaching”. **ZDM – Mathematics Education**, 56(4), 625–637.
- Grădinaru, A. P., Badea, A.-C. and Ene, A. (2025). The integration of geospatial analyses based on AI in GIS in the context of the “15-minute city” concept. **E3S Web of Conferences**, 608.
- Hwang, G. J. and Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. **Mathematics**, 9(6), 584.
- Hwang, G. J. and Chen, N. S. (2023) Editorial Position Paper: Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence in Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions. **Educational Technology & Society**, 26, 1-18.
- Illanes, M. K. G., Breda, A., Manríquez, D. D. C. and Martínez, H. A. A. (2022). Analysis of a teaching learning process of the derivative with the use of ICT oriented to engineering students in Chile. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 18(7), em2130.
- In’am, A., Effendi, M. M. and Darmayanti, R. (2024). The effect of project-based learning (PjBL) using Pizzaluv-Mathematics media on self-efficacy and 4C skills. **Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika**, 13(4), 1336-1360.
- Jeong, J. S. and Lee, Y.-J. (2024). Development of Data Literacy Competency System for K-12. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, 14(6), 2333-2341.
- Kontkanen, S., Pöntinen, S., Kewalramani, S., Veresov, N. and Havu-Nuutinen, S. (2023). Children’s digital competence in early childhood education: A comparative analysis of curricula. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 19(1), em2215.
- Le Dinh, C., Fujiwara, T. and Pham Phu, S. T. (2025). Spatial analysis of informal recyclable station system for integration to formal solid waste management system and circular economy—Proposing integrated methodology of GIS, remote sensing, and statistical learning. **Environmental Quality Management**, 34(3), e70043.
- Li, M., Vale, C., Tan, H. and Blannin, J. (2024). A systematic review of TPACK research in primary mathematics education. **Mathematics Education Research Journal**, 37, 281-311.
- Martínez Domingo, J. A., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M. and Victoria Maldonado, J. J. (2025). Use of Instagram as an educational tool with pre-service teachers and the impact on digital competence in communication and collaboration. **Education Sciences**, 15(2), 149.
- Monterde, N. B. M. Y. (2023). TPACK correlates mathematics teachers’ performance in selected private higher education institutions (PHEIs). **GEO Academic Journal**, 4(1), 41-52.
- Nacaroğlu, O., Kızkapan, O. and Demir, H. (2025). Middle school students' motivations and learning competencies in science: Mediating role of digital literacy. **Psychology in the Schools**, 62(5), 1475-1487.
- Ndlovu, M., Ramdhany, V., Spangenberg, E. D. and Govender, R. (2020). Preservice teachers’ beliefs and intentions about integrating mathematics teaching and learning ICTs in their classrooms. **ZDM – Mathematics Education**, 52(7), 1365–1380.
- Pepin, B., Xu, B., Trouche, L. and Wang, C. (2017). Developing a deeper understanding of mathematics teaching expertise: An examination of three Chinese mathematics teachers’ resource systems as windows into their work and expertise. **Educational Studies in Mathematics**, 94(3), 257–274.

- Pranaityė, G., Kravcenkienė, V. and Narkeviciene, B. (2023). Revised national mathematics curriculum: Improving competence in mathematical communication through teaching methods. **Lietuvos matematikos rinkinys**, 64, 75-86.
- Putri, A., Juandi, D., Jupri, A., Turmudi and Muchsin, S. B. (2024). Mastering the TPACK framework: Innovative approaches by mathematics teachers. **Jurnal Elemen**, 10(3), 582-594.
- Ratnayake, I., Thomas, M. and Kensington-Miller, B. (2020). Professional development for digital technology task design by secondary mathematics teachers. **ZDM – Mathematics Education**, 52(7), 1423-1437.
- Saat, N. A., Alias, A. F. and Saat, M. Z. (2024). Digital technology approach in mathematics education: A systematic review. **International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development**, 13(4), 173-184.
- Seebut, S., Wongsason, P., Kim, D., Putjuso, T. and Boonpok, C. (2022). Python-based simulations of the probabilistic behavior of random events for secondary school students. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 18(9), em2149.
- Seifert, H. and Lindmeier, A. (2024). Developing a performance-based assessment to measure pre-service secondary teachers' digital competence to use digital mathematics tools. **Journal für Mathematik-Didaktik**, 45(2), 25.
- Susantini, E., Sari, Y. M., Asteria, P. V. and Marzuqi, M. I. (2025). Proving content validity of android-based higher order thinking skill assessment for science and mathematics preservice teacher. **Journal of Education and Learning**, 19(1), 551-560.
- Thurm, D. and Barzel, B. (2020). Effects of a professional development program for teaching mathematics with technology on teachers' beliefs, self-efficacy and practices. **ZDM – Mathematics Education**, 52, 1411-1422.
- Tiengyoo, K., Sotaro, S. and Thaithae, S. (2024). A study of mathematical understanding levels in set theory based on the APOS framework by using Python programming language for secondary school students. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 20(2), em2400.
- Ukobizaba, F., Ndayambaje, I. and Niyibizi, C. (2021). Assessment strategies for enhancing students' mathematical problem-solving skills: A review of literature. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 17(8), em1945.
- Vaillant, D., Zidán, E. R. and Bentancor-Biagas, G. (2021). Plan CEIBAL and the incorporation of digital tools and platforms in the teaching of mathematics according to the teachers' perceptions. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 17(12), em2037.
- Vilalta Riera, A., Deulofeu Piquet, J. and Morera Úbeda, L. (2024). Enriching math teaching guides from a competency-based perspective. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 20(7), em2477.
- Weinhandl, R., Houghton, T., Lindenbauer, E., Mayerhofer, M., Lavicza, Z. and Hohenwarter, M. (2021). Integrating technologies into teaching and learning mathematics at the beginning of secondary education in Austria. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, 17(12), em2057.
- Yazici, N. and Şimşek, M. (2022). Examining the scenarios created by pre-service teachers regarding misconceptions that may occur in the teaching process. **Acta Didactica Napocensia**, 15(2), 256-268.
- Zhang, A., Juithong, S. and Nilnopkoon, P. (2025). The effect of teaching a mathematics teaching theory course based on deep learning to enhance mathematics teaching competency for student teachers at Zhoukou Normal University. **International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews**, 5(1), 809-820.