

การประยุกต์ใช้ ChatGPT เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาโมดูลกิจกรรมสะเต็ม ตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์

Utilizing ChatGPT for Content Analysis of STEM Activity Module within DIY, Tinkering, and Maker Frameworks

สุทธิดา จำรัส^{1*} และ พงศธร สุธะมุล²

Suthida Chamrat^{1*} and Pongsathorn Suyamoon²

¹ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

(Department of Curriculum, Instruction and Learning, Faculty of Education, Chiang Mai University)

² โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระดับอนุบาลและประถมศึกษา

(Chiang Mai University Demonstration School Kindergarten and Primary Levels)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยรูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic analysis approach) และ (2) เพื่อถอดบทเรียนลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์อย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์จำนวน 5 โมดูล ที่ประกอบด้วย กิจกรรม UVC Box Experiment, Digital pH Meter, Air Sensor, บอร์ดเกม Startup & Rare earth และ Motion Sensor จากนั้นนำเนื้อหาที่เป็นคู่มือกิจกรรมสะเต็มและเอกสารประกอบ เข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา โดยการประยุกต์ใช้ ChatGPT 4.0 ซึ่งเป็นปัญญาประดิษฐ์ประเภทการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เนื้อหาโดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักของ NLP คือ การวิเคราะห์ไวยากรณ์ การวิเคราะห์ความหมาย การรู้จำเอนทิตี การสกัดความสัมพันธ์ จากผลการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า ChatGPT 4.0 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้รวดเร็วและแม่นยำ ช่วยลดอคติจากการตีความของนักวิจัย สามารถค้นพบและดึงประเด็นสำคัญและรูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำในเนื้อหา ผลลัพธ์มีความแม่นยำและสอดคล้องโดยตรวจสอบได้ด้วยการวิเคราะห์ซ้ำ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและพัฒนา ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางใหม่ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการวิจัย ในส่วนของผลการวิเคราะห์กิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์ แสดง 8 ลักษณะสำคัญคือ (1) การสืบเสาะและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (2) การบูรณาการแนวคิดสะเต็ม (3) การจัดหลักสูตรการศึกษาและความสอดคล้องของหลักสูตร (4) การเรียนรู้เชิงนวัตกรรมและการปฏิสัมพันธ์ (5) ดีไอวายและความสามารถในการเข้าถึงการศึกษา (6) การคิดเชิงคำนวณและการใช้เทคโนโลยี (7) การประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริงและการแก้ปัญหา และ (8) ความคิดสร้างสรรค์และการปรับตัว จากข้อค้นพบสรุปได้ว่าปัญญาประดิษฐ์ประเภท NLP ในชื่อ ChatGPT เวอร์ชัน 4.0 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยรูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็นได้ดี มีศักยภาพสูงในการเป็นเครื่องมือวิจัยเชิงคุณภาพ และกิจกรรมกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์สะท้อนลักษณะสำคัญทางการเรียนรู้ที่สามารถนำไปจัดการเรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพครูต่อไปได้

คำสำคัญ: กรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์ กิจกรรมสะเต็ม ปัญญาประดิษฐ์ รูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น

ABSTRACT

The objective of this research was to (1) study the application of artificial intelligence in qualitative data analysis employing a thematic analysis approach and (2) extract insights on the structural and component characteristics of STEM activities aligned with the DIY framework. The researcher designed and developed five STEM activity modules: UVC Box Experiment, Digital pH Meter, Air Sensor, Startup & Rare Earth Board Games, and Motion Sensors, underpinned by the DIY framework. The employment of ChatGPT 4.0, an AI leveraging natural language processing (NLP), facilitated content analysis through an issue-oriented analytical model encompassing four primary NLP steps: syntactic analysis, semantic analysis, entity recognition, and relationship extraction. The content analysis results indicated that ChatGPT 4.0 could analyze qualitative data promptly and precisely, mitigating biases inherent in researcher interpretations and identifying central themes and repetitive patterns within the data. This research suggested novel methodologies for qualitative data analysis, fostering the evolution and refinement of research processes. In analyzing the results of STEM activities within the DIY, Tinker, and Maker frameworks, eight pivotal characteristics were identified: (1) scientific inquiry and experimentation, (2) STEM concept integration, (3) coherent educational curriculum organization, (4) innovative learning and interactivity, (5) DIY and educational accessibility, (6) computational thinking and technology usage, (7) real-world application and problem-solving, and (8) creativity and adaptability. The study concluded that the NLP-based AI, known as ChatGPT version 4.0, was proficient in thematic analysis, offering significant promise as a tool for qualitative research. Furthermore, STEM activities rooted in the DIY, Tinker, and Maker frameworks reflect critical educational traits that are instrumental for enhancing learning management and the professional development of educators.

KEYWORDS: DIY Tinker Maker frameworks, STEM activity, Artificial Intelligence, Thematic analysis approach

**Corresponding author, E-mail: suthida.c@cmu.ac.th Tel. 0875038292*

Received: 13 February 2024 /Revised: 5 May 2024 /Accepted: 14 May 2024 /Published online: 8 August 2024

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมมักให้ความสำคัญกับการถ่ายทอดความรู้มากกว่าการสร้างความรู้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสน้อยในการทดลองและสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง (Bybee, 2009) นอกจากนี้ ครูอาจต้องเผชิญกับการขาดแคลนทรัพยากรหรือสื่อการเรียนการสอน (Office of the Basic Education Commission, 2017) สะเต็มศึกษา หรือ กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนสำหรับความท้าทายและโอกาสในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทักษะและความรู้ที่จำเป็น ต้องอาศัยแนวทางการศึกษาที่สร้างสรรค์และดึงดูดความสนใจ เมื่อนำมาผนวกกับ กรอบแนวคิดเช่น DIY (Do-It-Yourself) Tinkering และ Maker Education ที่นำเสนอการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ เน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์และการลงมือปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้จริง สามารถให้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติซึ่งส่งเสริมความเชี่ยวชาญด้านสะเต็ม ทักษะการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ (Blikstein & Krannich, 2013; Halverson & Sheridan, 2014; Martin, 2015)

แม้กรอบแนวคิด แนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ จะแสดงแนวโน้มเชิงบวกในการพัฒนาทักษะทางสะเต็มและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 แต่การนำไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนของการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีหลักสูตรมาตรฐานกำกับอย่างในประเทศไทยนั้นยังคงมีความท้าทายหลายประการ ประการแรก การจัดสรรเวลาและพื้นที่ที่เหมาะสมอาจมีจำกัด เนื่องจากกิจกรรม แนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ มักเน้นการลงมือปฏิบัติที่ใช้เวลา (Resnick & Rosenbaum, 2013) ประการที่สอง การรวมกิจกรรมเข้ากับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิมอาจเป็นเรื่องยากสำหรับคุณครู โดยเฉพาะถ้าขาดกรอบในการออกแบบกิจกรรมเพื่อบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐาน (Roehrig & Luft, 2004) ประการที่สาม การเข้าถึงวัสดุ อุปกรณ์ และทรัพยากรสำหรับแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ หากมีคั่นชินกับหลักการสร้างสิ่งของต่าง ๆ ด้วยตนเอง การปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการใช้งานหรือการแฮ็ก (Hack) อาจมีค่าใช้จ่ายสูงและส่งผลกระทบต่อการจัดหา (Office of the Education Council, 2017) นอกจากนี้ครูอาจยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ผู้วิจัยจึงต้องมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและสอดคล้องกับบริบทการศึกษาของประเทศไทย เพื่อเป็นตัวอย่างและแนวทางในการพัฒนาครูทั้งครูประจำการและครูก่อนประจำการ ซึ่งพบว่างานวิจัยที่มุ่งเน้นการใช้แนวคิด แนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ภายในบริบทของสะเต็มเพื่อพัฒนาครูประจำการและครูก่อนประจำการนั้น เป็นเรื่องที่ได้รับคามสนใจเป็นอย่างมาก จึงมีการพัฒนาแนวทางและการปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างความรู้เนื้อหาสะเต็มพร้อมกับฝึกฝนทักษะในการจัดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติและเน้นการค้นคว้า (Hsu, Baldwin, & Ching, 2017) กิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ให้ประสบการณ์อันน่าสนใจให้กับครู สะท้อนให้เห็นถึงแนวปฏิบัติทางสะเต็มแบบสืบทอดที่คาดหวังให้ครูได้นำไปใช้ในห้องเรียน ประสบการณ์เหล่านี้สามารถลดความเชื่อที่ว่าการสอนสะเต็มนั้นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพงหรือเข้าถึงยาก และต่อยอดแนวคิดที่สามารถใช้วัสดุในชีวิตประจำวันจุดประกายความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ งานวิจัยชี้ว่าการพัฒนาบุคลากรในรูปแบบนี้ ช่วยส่งเสริมความมั่นใจของครูในการเป็นผู้นำการเรียนรู้สะเต็มและสร้างบรรยากาศการทดลองปฏิบัติใหม่ ๆ ในห้องเรียนได้ (Martin, 2015)

อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการวิจัยและประเมินลักษณะของสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และ เมกเกอร์ ก่อนที่จะนำไปพัฒนาครูหรือจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียน โดยปกติแล้วจะใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาของเอกสารที่เป็นข้อความ รูปภาพ หรือเนื้อหา ที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น หนังสือ แผนการเรียนการสอน หรือชิ้นงานที่เป็นข้อความหรือภาพ การวิเคราะห์อย่างเป็นระบบนี้ ช่วยให้ผู้วิจัยได้เห็นถึงรูปแบบ อคติ และประเด็นหลัก นักวิจัยมักใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาในการศึกษา ด้านการประเมินหลักสูตร วิธีการสอน และผลงานของผู้เรียน (Stemler, 2000) ที่ผ่านมานั้นการวิเคราะห์เนื้อหาแบบดั้งเดิมอาจใช้เวลานานและต้องใช้ความพยายามสูง การวิเคราะห์เนื้อหามักต้องอาศัยการอ่านอย่างละเอียด จดบันทึกอย่างเป็นระบบ และการเข้ารหัส (Code) เนื้อหาอย่างรอบคอบ กระบวนการเหล่านี้อาจใช้เวลานานและอาศัยความเชี่ยวชาญหรือประสบการณ์ของผู้วิจัยอย่างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของข้อมูลที่วิเคราะห์ (Krippendorff, 2018) การเข้ารหัสอย่างละเอียดและการจัดหมวดหมู่ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ช่วยให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายขึ้น การเข้ารหัสที่ดีควรมีรายละเอียดและชัดเจน เพื่อลดข้อผิดพลาดและอคติ (Stemler, 2000) และอาจมีการจัดหมวดหมู่ที่ใช้อัตวิสัย (Objectivity) เข้ามาประกอบ การจัดหมวดหมู่เนื้อหาในบางกรณี ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ แต่อคติก็อาจเกิดขึ้นแม้จะพยายามอย่างไรก็ตาม

การเติบโตของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ทำให้เกิดความก้าวหน้าอันทรงพลังในการทำให้การวิเคราะห์เนื้อหาโดยอัตโนมัติ (Krippendorff, 2018) ระบบวิเคราะห์ข้อความที่ใช้ AI สามารถระบุคำสำคัญ แยกแยะความรู้สึก และจัดหมวดหมู่ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยลดภาระงานของนักวิจัยและอคติที่อาจเกิดขึ้น มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบดั้งเดิม กับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ โดย Lee et al. (2020) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์เนื้อหาโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีประโยชน์มากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมและแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การวิเคราะห์

โดย AI ให้ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องที่สูงกว่า และมีประสิทธิภาพในการจัดการกับปริมาณข้อมูลที่มีมากอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic analysis approach) หรืออาจจะมีการใช้คำว่า Thematic approach หรือการสังเคราะห์ประเด็น (Theme Synthesis) (Khokhar et al. 2020) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้เพื่อระบุรูปแบบ (Pattern) และประเด็นสำคัญ (Theme) จากข้อมูล การวิเคราะห์เชิงประเด็นเป็นวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งเน้นไปที่การระบุรูปแบบความหมายในชุดข้อมูล มักใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลข้อความ เช่น เอกสาร บทสัมภาษณ์ และกลุ่มเป้าหมาย การวิเคราะห์เชิงประเด็นสามารถใช้เพื่อระบุประเด็นหรือรูปแบบความหมายที่เกิดขึ้นในข้อมูล ประเด็นเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อทำความเข้าใจความหมายพื้นฐานของข้อมูลและพัฒนา insights เกี่ยวกับหัวข้อการวิจัย (Krippendorff, 2018) เทคนิคนี้มักใช้กับข้อมูล text เช่น เอกสาร บทความ เว็บไซต์ ฯลฯ เป้าหมายของการสังเคราะห์ Theme คือเพื่อค้นหา insights ที่สำคัญจากข้อมูล เข้าใจความหมายของข้อมูล และระบุประเด็นสำคัญที่ควรนำไปพิจารณา (Braun & Clarke, 2006; Guest, MacQueen, & Namey, 2012) ในการใช้ AI เพื่อวิเคราะห์หา Theme นั้น พบว่ามีการใช้อยู่สามเทคนิคหลัก ได้แก่

- Natural Language Processing (NLP) : NLP เป็นเทคนิค AI ที่ใช้สำหรับเข้าใจภาษาธรรมชาติ เทคนิค NLP ถูกใช้เพื่อวิเคราะห์ text แยกส่วนประกอบทางภาษา (Part-of-Speech) ระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำ และสร้างความหมายจาก text (Manning, Raghavan, & Schütze, 2009; Hu & Liu, 2004)

- Machine Learning (ML) : ML เป็นเทคนิค AI ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้จากข้อมูล เทคนิค ML ถูกใช้เพื่อสร้างโมเดลสำหรับการสังเคราะห์ Theme โมเดลเหล่านี้เรียนรู้จากข้อมูล text และสามารถระบุ Theme ในข้อมูลใหม่ (Blei, Ng, & Jordan, 2003)

- Deep Learning (DL) : DL เป็นเทคนิค AI ขั้นสูงที่ใช้สำหรับการเรียนรู้จากข้อมูล เทคนิค DL ถูกใช้เพื่อสร้างโมเดลสำหรับการสังเคราะห์ Theme โมเดลเหล่านี้สามารถระบุ Theme ที่ซับซ้อน และสามารถเข้าใจความหมายของ text ได้อย่างลึกซึ้ง (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015)

ด้วยเหตุผลในการเข้าถึง AI ณ ปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิค Natural Language Processing ในชื่อทางการค้าว่า ChatGPT ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้เป็นเวอร์ชัน 4.0 (ChatGPT, 2024) เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เชิงประเด็นของงานวิจัยในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการใช้วิเคราะห์เนื้อหาด้วย AI อย่างระมัดระวัง โดยให้ความสำคัญกับความเข้มงวดของวิธีการ และการตีความข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างละเอียดอ่อน ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงนำ ChatGPT 4.0 มาใช้ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาตามกรอบแนวคิดแบบ Thematic analysis approach ดังนั้นกรอบแนวคิดของการวิจัยนี้จึงแบ่งเป็นสองประเด็นหลักคือ การใช้ AI เป็นเครื่องมือวิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นนวัตกรรมในการวิเคราะห์เนื้อหา โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีจำนวนมากและมีความซับซ้อน การใช้ AI ในลักษณะนี้มีความสำคัญเนื่องจากเป็นการบุกเบิกเพื่อเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เคยใช้เวลามากและต้องอาศัยความชำนาญของผู้วิจัยในการตีความข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ที่เร็วขึ้นและมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น ทำให้สามารถเสนอข้อค้นพบที่มีความลึกซึ้งและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนา ประเด็นที่สองเป็นการนำเสนอข้อค้นพบเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ที่จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนา กิจกรรมในด้านสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนและการพัฒนาวิชาชีพครูต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยรูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic analysis approach)

2. เพื่อถอดบทเรียนลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของกิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์อย่างเป็นระบบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) : เป็นความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกโปรแกรมให้มีความสามารถในการคิด ลงความรู้อิสระ และแก้ปัญหาแบบมนุษย์ โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing, NLP) และการประมวลผลภาพ (Computer Vision) เพื่อทำให้สามารถทำงานหรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องได้รับคำสั่งโดยตรงจากมนุษย์ทีละขั้นตอน
2. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) : เป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องมือหรือเทคนิคต่างๆ เพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจเนื้อหาที่มีอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อความ เสียง ภาพ หรือวิดีโอ เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาดังกล่าวในมิติที่หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ข้อความเพื่อหาคำสำคัญ หัวข้อหลักหรือลักษณะสำคัญ การวิเคราะห์สัญลักษณ์และรูปภาพเพื่อหาแนวโน้มหรือความหมาย
3. กรอบแนวคิด ดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์ หมายถึง แนวคิด แนวปฏิบัติ ชุดความคิด ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองหรือสร้างร่วมกับผู้อื่น ผ่านกิจกรรม สร้าง ซ่อม ประกอบ ดัดแปลง สิ่งของจากวัสดุอุปกรณ์ โปรแกรม โค้ดดิ้ง ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ
4. กิจกรรมสะเต็ม หมายถึง กิจกรรมลงมือปฏิบัติและการใช้ความคิดเกี่ยวกับ แนวคิด แนวปฏิบัติ การประยุกต์ การให้คุณค่าและการเชื่อมโยงบริบท ผ่านการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบวิธีวิจัยเอกสาร (Documentary Research) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์เอกสารต่างๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่แล้วเดิม ซึ่งอาจรวมถึงข้อความ ภาพ สื่อมัลติมีเดีย และข้อมูลบันทึกต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และตีความเอกสารเหล่านั้นเพื่อศึกษาและถอดบทเรียนลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหาการเรียนรู้ที่ออกแบบจากกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้จะสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ภายใต้อัตลักษณ์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและสาระเคมี (วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม) ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่จะมีการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ รวมทั้งเนื้อหาเชิงกระบวนการ เช่น การทดลองที่มีการทดสอบสมมติฐานและการกำหนดตัวแปร และกิจกรรมแนวบูรณาการ เช่น สาระเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการทำโครงการบูรณาการร่วมกับแนวคิดเชิงสะเต็ม จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์จำนวน 5 กิจกรรม ประกอบด้วย กิจกรรม UVC Box Experiment, Digital pH Meter, Air Sensor, บอร์ดเกม Startup & Rare earth และ Motion Sensor โดยกำหนดกรอบกิจกรรมที่ใช้หลักการคือ การดำเนินการด้วยตนเอง ไม่ได้เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป มีการประดิษฐ์คิดค้น หรือการปรับเปลี่ยนการใช้งานจากวัตถุประสงค์เดิม (การแอ็ก) และต้องมีการสร้างสรรค์หรือทำขึ้นมาใหม่ส่วนใดส่วนหนึ่งของชุดกิจกรรมหรือทั้งหมด อุปกรณ์ที่จัดทำต้องสามารถจัดหาได้โดยง่าย และราคาถูกกว่าอุปกรณ์สำเร็จรูป ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนา กิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์จำนวน 5 กิจกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 โมดูล ที่ออกแบบตามแนวคิดการสร้างสรรค์ด้วยมือหรือดีไอวาย ทิงเกอร์ เมกเกอร์
2. คู่มือและแบบบันทึกกิจกรรมเป็นเอกสารที่ให้รายละเอียดการทำกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา และให้นักเรียนติดตามบันทึกความคืบหน้าได้
3. เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การออกแบบกิจกรรม แผนการจัดกิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ เพื่อใช้วิเคราะห์และส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการเพิ่มเติม
4. แอปพลิเคชันเว็บ ChatGPT 4.0 ใช้สำหรับวิเคราะห์เนื้อหาเชิงลึก จำแนกและตีความข้อมูล การทำความเข้าใจและประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมเอกสารการออกแบบกิจกรรม แผนกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ จำนวน 5 โมดูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสรุปวิเคราะห์การถอดบทเรียนกิจกรรม รูปแบบ ลักษณะกิจกรรมและโครงสร้าง ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งจากการศึกษาล่าสุดได้ใช้ ChatGPT สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยรูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็นในการวิจัยเชิงคุณภาพ โดย Zhang (2023) รายงานประสิทธิภาพของ ChatGPT ในการจัดการกระบวนการวิเคราะห์ที่เป็นกระบวนการทำซ้ำและใช้เวลานาน นอกจากนี้ Hakim (2023) ศึกษาและความสามารถของ ChatGPT ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหาในบริบทการวิจัยทางสังคม ซึ่งสอดคล้องกับ Tabone (2023) ที่ศึกษาความสามารถในการทำซ้ำในการวิเคราะห์ thematic analysis โดยใช้ ChatGPT สำหรับการพัฒนา Code book ในข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงพัฒนาขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วย ChatGPT ในงานวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้หลักการของ Text-analysis ซึ่งใช้ประโยชน์จาก Natural Language Processing ดัง Figure 1

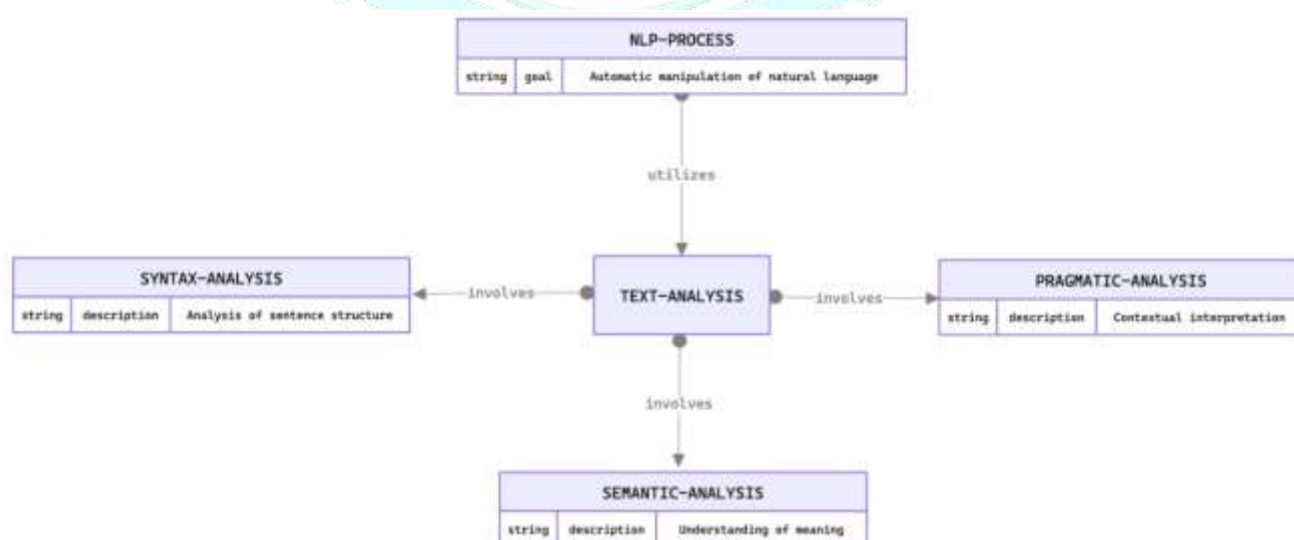


Figure 1 กรอบแนวคิดการนำ Natural Language Processing มาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาด้วย Text-analysis โดยการวิเคราะห์ขั้นตอนดังนี้

Table 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ ChatGPT Version 4.0

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	Prompt/Application/วิธีการที่ใช้
1	แปลคู่มือกิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์เป็นภาษาอังกฤษ	ผู้วิจัยทำการแปลเอกสารคู่มือกิจกรรม โดยใช้โปรแกรม Google Docs โดยใช้เมนูคำสั่ง Tools--> Translate --> ภาษาไทย เป็น ภาษาอังกฤษ
2	พิสูจน์อักษรเอกสารที่แปลแล้ว	เขียน Prompt ให้ ChatGPT: "Proofread the translated English document for any grammatical, spelling, or contextual errors. Ensure that the translation is clear, accurate, and maintains the original meaning of the manual."
3	จัดรูปแบบเอกสารที่แปล	ผู้วิจัยดำเนินการ
4	อัปโหลด PDF	กดอัปโหลดไฟล์ PDF ผ่าน ChatGPT Version 4.0
5	เขียนคำสั่งเพื่อให้ ChatGPT วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Thematic approach ในรูปแบบ PDF ที่อัปโหลด	เขียน Prompt ให้ ChatGPT: "Conduct a thematic analysis of the uploaded activity manual PDF. Extract and identify the predominant themes concerning the manual's characteristics, content, and strengths. Create a summary table that outlines these themes and include 3-5 specific segments from the content as evidence to support each theme."
6	การตรวจสอบความสอดคล้องของการวิเคราะห์ theme	โดยขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะทำซ้ำเพื่อให้การวิเคราะห์ผลของ ChatGPT มีความเที่ยงตรง โดยมีระยะ Washed Out ของแต่ละครั้ง คือ 1 วัน จนผลการวิเคราะห์ของ Theme สอดคล้องกันมากกว่า 95% ขึ้นไป
7	ตรวจสอบและตรวจทานผลการศึกษาที่ได้	ผู้วิจัยอ่านและวิเคราะห์ผลที่ได้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ของหลักฐานโดยใช้วิธี Inter-rater reliability รวมทั้งตรวจสอบย้อนกลับจากเนื้อความที่ ChatGPT ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการสรุป Theme

ผลการวิจัย

แนวทางการวิเคราะห์เนื้อหาโมดูลกิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์

จากการประยุกต์ใช้ ChatGPT 4.0 เพื่อศึกษาการทำงานของกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาแบบการวิเคราะห์ประเด็นหลัก (Thematic analysis approach) ผู้วิจัยค้นพบแนวทางการดำเนินงานซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนผังแนวทางการดำเนินงานได้ดังนี้ Figure 2

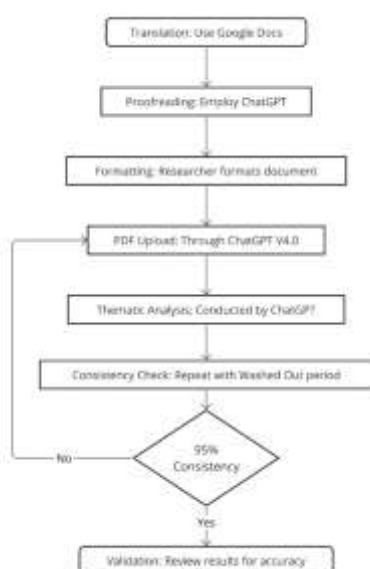


Figure 2 Working Process flowchart ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ChatGPT 4.0

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยใช้ ChatGPT ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จาก Figure 2 เริ่มจากการแปลงไฟล์เอกสารให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม จากนั้นใช้ ChatGPT ช่วยตรวจทานความถูกต้องของเนื้อหา ผู้วิจัยจัดรูปแบบเอกสารให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ แล้วอัปโหลดไฟล์ PDF ผ่านเว็บแอปพลิเคชันของ ChatGPT เพื่อให้ ChatGPT วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ประเด็นหลัก หลังจากนั้นผู้วิจัยตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์กับการวิเคราะห์ก่อนหน้านี้ หากความสอดคล้องไม่ถึง 95% จำเป็นต้องวนกลับไปทำการวิเคราะห์ใหม่ เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้ทบทวนผลการวิเคราะห์อีกครั้งเพื่อความถูกต้อง กระบวนการนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ ChatGPT ในงานวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งมีการผนวกการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญเข้าไปด้วย เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ ตรงตามหลักวิชาการ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยการทำงานของกระบวนการวิเคราะห์นี้ใช้หลักการและกลไกการทำงานของ NLP แสดงได้ดัง Figure 3

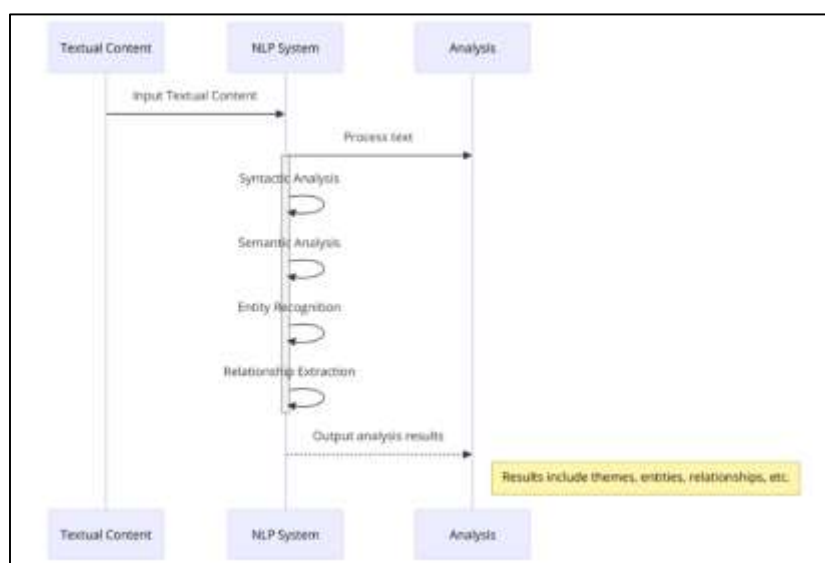


Figure 3 กลไกการทำงานของกระบวนการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP)

จาก Figure 3 การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) คือกระบวนการที่เครื่อง (Machine) ใช้ในการเข้าใจและประมวลผลภาษามนุษย์ เริ่มต้นจากข้อความหรือคำพูดที่ป้อนเข้าไปในระบบ NLP ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางภาษา กระบวนการนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตาม Figure 3 ดังนี้

- การวิเคราะห์ไวยากรณ์ (Syntactic Analysis): วิเคราะห์โครงสร้างของประโยค เช่น การจำแนกประเภทคำ การจัดลำดับคำตามกฎของไวยากรณ์
- การวิเคราะห์ความหมาย (Semantic Analysis): ทำความเข้าใจความหมายและบริบทของคำภายในประโยค
- การรู้จำเอนทิตี (Entity Recognition): ตรวจจับและจำแนกประเภทเอนทิตีหรือสิ่งที่มีความหมายเฉพาะ เช่น ชื่อ บุคคล สถานที่ หรือวันที่
- การสกัดความสัมพันธ์ (Relationship Extraction): ระบุความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีต่างๆ ที่ถูกระบุในข้อความ

หลังจากกระบวนการประมวลผลเหล่านี้ NLP จะผลิตผลลัพธ์ที่รวมถึงหัวข้อ สิ่งที่เป็นหน่วยข้อมูล และความสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อให้เครื่องสามารถใช้ข้อมูลนี้ได้ต่อไป ไม่ว่าจะเป็นในการสร้างสรุปข้อมูล การตอบคำถาม หรือการทำงานอื่นๆ ที่ต้องการความเข้าใจภาษามนุษย์

จากหลักการทำงานของ NLP ผู้วิจัยจึงนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาของกิจกรรมสะสมตามกรอบแนวคิดไอเวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ซึ่งพบว่า ChatGPT 4.0 สามารถ วิเคราะห์ไวยากรณ์ วิเคราะห์ความหมาย รู้จำเอนทิตี และสามารถสกัดความสัมพันธ์ ออกมาเป็นประเด็นได้ ดังหัวข้อถัดไป

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อแสดงลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของกิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดตีไวยวาทิงเกอร์ และเมกเกอร์

จากการวิเคราะห์เนื้อหาสามารถแสดงผลการวิเคราะห์โดยสรุปดัง Table 2

Table 2 สรุปลักษณะสำคัญของกิจกรรมเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดตีไวยวาทิงเกอร์ และเมกเกอร์

กิจกรรมที่	ชื่อกิจกรรม (โมดูล)	แนวคิด	ประเภทของชิ้นงาน	อุปกรณ์สำคัญ	จุดเด่น
1	UVC Box Experiment	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	อุปกรณ์ฆ่าเชื้อ	UVC Lamp	เครื่องมือทางการศึกษาต้นทุนต่ำสำหรับครูวิทยาศาสตร์เพื่อออกแบบกสนทดลองหลักการฆ่าเชื้อโรค
2	Digital pH Meter	กรดเบส	เครื่องมือวัดค่า pH แบบดิจิทัล	เซ็นเซอร์และบอร์ด Arduino	สามารถใช้แทนเครื่องวัดค่า pH มาตรฐานในห้องปฏิบัติการที่มีราคาแพง ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
3	Air Sensor (Carbon dioxide Detector)	ปฏิกิริยาเผาไหม้ และการเขียนโค้ด	เซ็นเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์แบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	บอร์ด KidBright	ส่งเสริมให้ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซเรือนกระจก และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องอินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (IoT) ผ่านการลงมือทำ
4	Startup & Rare earth Board Game	ตารางธาตุ ธาตุหายาก และการนำไปใช้	บอร์ดเกม	แผ่นบอร์ดเกม	ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ธาตุหายากในชีวิตจริงและอุตสาหกรรมต่างๆ
5	Motion Sensor	แรงและการเคลื่อนที่ และการเขียนโค้ด	เซ็นเซอร์วัดการเคลื่อนไหวของวัตถุ	KidBright Simulator	วางรากฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ในอนาคตตามระบบอัตโนมัติ เช่น การดูแลผู้สูงอายุ ส่งเสริมนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีตรวจจับการเคลื่อนไหว

Table 2 แสดงเป็นการสรุป 5 กิจกรรมในลักษณะโมดูล แต่ละโมดูลมุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้แนวคิดที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างกัน ผ่านการสร้างชิ้นงาน ดังต่อไปนี้

- กิจกรรม 1: UVC Box Experiment แนวคิดหลักในกิจกรรมนี้จะเกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ผ่านการสร้างกล่องฆ่าเชื้อโรคด้วยแสง UVC ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของแสง UVC กลไกการฆ่าเชื้อโรค และวิธีการประกอบวงจรไฟฟ้า

- กิจกรรม 2: Digital pH Meter มุ่งเน้นไปที่การศึกษาเรื่องกรดเบส ผู้เรียนจะได้สร้างเครื่องมือวัดค่า pH แบบดิจิทัล เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการวัดค่า pH และความสำคัญของค่า pH ในชีวิตประจำวัน

- กิจกรรม 3: Air Sensor (Carbon dioxide Detector) กิจกรรมนี้ผสมผสานความรู้เรื่องปฏิกิริยาเผาไหม้และการเขียนโค้ด เข้าด้วยกัน ผู้เรียนจะได้สร้างเซ็นเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์แบบเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และฝึกเขียนโค้ดเพื่อแสดงผลการวัด

- กิจกรรม 4: Startup & Rare earth Board Game นำเสนอเกมกระดานที่เกี่ยวกับตารางธาตุ ผู้เรียนจะได้ทบทวนชื่อ ธาตุ คุณสมบัติ และความสำคัญของธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะการนำไปใช้ในเชิงธุรกิจผ่านรูปแบบการเล่นเกม

- กิจกรรม 5: Motion Sensor กิจกรรมนี้จะศึกษาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ผ่านการสร้างเซ็นเซอร์วัดการเคลื่อนไหวของวัตถุ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเซ็นเซอร์ ผูกเขียนโค้ดเพื่อควบคุมเซ็นเซอร์ และประยุกต์ใช้งานเซ็นเซอร์

ผลการวิเคราะห์ประเด็นหลัก (Thematic analysis approach)

เมื่อได้ข้อสรุปในภาพรวมของกิจกรรมทั้งหมดแล้วผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ประเด็นหลัก โดยการอัปโหลดเอกสารในรูปแบบ PDF และใช้คำสั่ง "Conduct a thematic analysis of the uploaded activity manual PDF. Extract and identify the predominant themes concerning the manual's characteristics, content, and strengths. Create a summary table that outlines these themes and include 3-5 specific segments from the content as evidence to support each theme."

Table 3 และ Table 4 นำเสนอผลตัวอย่างจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง ในการวิเคราะห์ครั้งแรก ผลจากการวิเคราะห์เนื้อหาได้มาซึ่งประเด็น (Theme) จำนวน 8 ประเด็นและมีการระบุเนื้อความจากเอกสาร (Excerpt) เพื่อใช้เป็นหลักฐานที่สนับสนุนประเด็นจากเนื้อความหลายตำแหน่ง โดยแต่ละเนื้อความที่มีการอ้างอิงจะระบุถึงหน้าและบรรทัดที่เนื้อความนั้นปรากฏ ซึ่งช่วยให้ผู้วิเคราะห์สามารถตรวจสอบความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลได้อย่างชัดเจน การวิเคราะห์ในครั้งที่สองซึ่งทำหลังจากห่างจากครั้งแรก 1 วัน ใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน และผลลัพธ์มีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ครั้งแรกมากกว่า 95% ซึ่งยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้และความเสถียรของข้อมูลที่ได้รับการประมวลผลผ่าน AI ที่มีประสิทธิภาพ ผลการวิเคราะห์ในครั้งแรกและครั้งที่สองจึงถูกนำเสนอเป็นข้อความภาษาอังกฤษเนื่องจาก ChatGPT สามารถทำงานกับเอกสารภาษาอังกฤษได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าภาษาไทย การวิเคราะห์ประเด็นหลักในลักษณะนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถตรวจสอบและทำความเข้าใจเนื้อหาของเอกสารอย่างละเอียดด้วยการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ทางวิชาการให้มีความรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

Table 3 Thematic Analysis of STEM DIY Tinker Maker Activity Modules: Category, Description and Reference

ประเด็น (Theme)	โมดูล	เนื้อความจากเอกสาร (Excerpt) เพื่อสนับสนุนประเด็น	ตำแหน่งอ้างอิง
Scientific Inquiry and Experimentation	Module 1 (UVC Box Experiment)	Experimenting with UVC light for disinfection purposes, demonstrating electromagnetic wave principles	Page 3, Line 38
	Module 2 (Digital pH Meter)	Creating a digital pH meter, integrating chemistry and computational science	Page 5, Line 57-58
	Module 5 (Motion Sensor)	Using motion sensors to monitor entry, exit, and abnormal movements, emphasizing physics concepts	Page 9, Line 146-147
Integration of STEM Concepts	Module 1 (UVC Box Experiment)	Integrating physics and health science in the context of the COVID-19 pandemic	Page 3, Line 38
	Module 3 (Air Sensor)	Designing a carbon dioxide detector, focusing on chemistry and environmental science	Page 6, Line 64-65
	Module 4 (Startup & Rare earth Board Game)	Using a board game to explore elements of the periodic table, combining chemistry with entrepreneurial skills	Page 7, Line 107-108

ประเด็น (Theme)	โมดูล	เนื้อหาจากเอกสาร (Excerpt) เพื่อสนับสนุนประเด็น	ตำแหน่งอ้างอิง
Educational Alignment and Curriculum Consistency	Module 2 (Digital pH Meter)	Aligning with computational science as part of the science curriculum	Page 5, Line 57
	Module 3 (Air Sensor)	Carbon dioxide detector project aligning with current environmental concerns and curriculum	Page 6, Line 64
	Module 5 (Motion Sensor)	Motion sensor project aligns with physical science curriculum and addresses societal challenges	Page 9, Line 146
Innovative and Interactive Learning	Module 4 (Startup & Rare earth Board Game)	Innovative board game design to learn about rare earth elements and business strategies	Page 7, Line 107-109
	Module 2 (Digital pH Meter)	Hands-on creation of a digital pH meter fosters interactive learning	Page 5, Line 57-58
	Module 5 (Motion Sensor)	Interactive use of motion sensors in learning activities	Page 9, Line 146-147
DIY and Accessibility	Module 1 (UVC Box Experiment)	Emphasis on DIY approach using accessible materials like a shoe box and foil	Page 3, Line 38
	Module 3 (Air Sensor)	DIY carbon dioxide sensor using affordable and accessible equipment	Page 6, Line 64-65
	All Modules	Overall theme of DIY and accessibility is emphasized in the manual introduction	Page 2, Line 29-30
Computational Thinking and Technology Use	Module 2 (Digital pH Meter)	Integration of computational thinking in chemistry through the creation of a pH meter	Page 5, Line 57-58
	Module 3 (Air Sensor)	Use of coding and technology in developing a carbon dioxide detector	Page 6, Line 64-66
	Module 5 (Motion Sensor)	Incorporation of coding and simulation in motion sensor development	Page 10, Line 184-185
Real-world Application and Problem-Solving	Module 1 (UVC Box Experiment)	Real-world application in addressing health concerns during the pandemic	Page 3, Line 38
	Module 4 (Startup & Rare earth Board Game)	Board game simulating real-world business scenarios in the technology sector	Page 7, Line 107-109
	Module 5 (Motion Sensor)	Addressing societal needs like monitoring elderly movement	Page 9, Line 146-147
Creativity and Adaptation	Module 4 (Startup & Rare earth Board Game)	Creative design of a board game to learn complex concepts	Page 7, Line 107-109
	Module 1 (UVC Box Experiment)	Creative use of everyday materials for scientific experimentation	Page 3, Line 38
	Module 3 (Air Sensor)	Adapting technology for environmental monitoring	Page 6, Line 64-65

Table 4 Thematic Analysis of STEM DIY Tinker Maker Activity Modules: Core Themes and Evidence

ประเด็น (Theme)	โมดูลและเนื้อหาจากเอกสาร (Excerpt) เพื่อสนับสนุนประเด็น	ตำแหน่งอ้างอิง	
		หน้า	บรรทัด
Scientific Inquiry and Experimentation	Module 1: UVC Box Experiment - Electromagnetic wave principles	3	38
	Module 2: Digital pH Meter - Chemistry and computational science	5	57-58
	Module 5: Motion Sensor - Physics concepts in monitoring movements	9	146-147
Integration of STEM Concepts	Module 1: UVC Box Experiment - Physics and health science integration	3	38
	Module 3: Air Sensor - Chemistry and environmental science	6	64-65
	Module 4: Rare earth Board Game - Periodic table and entrepreneurial skills	7	107-108
Educational Alignment and Curriculum Consistency	Module 2: Digital pH Meter - Computational science curriculum	5	57
	Module 3: Air Sensor - Environmental science curriculum	6	64
	Module 5: Motion Sensor - Physical science curriculum	9	146
Innovative and Interactive Learning	Module 4: Rare earth Board Game - Learning through game design	7	107-109
	Module 2: Digital pH Meter - Interactive pH meter creation	5	57-58
	Module 5: Motion Sensor - Interactive sensor activities	9	146-147
DIY and Accessibility	Module 1: UVC Box Experiment - DIY approach with accessible materials	3	38
	Module 3: Air Sensor - Affordable DIY sensor equipment	6	64-65
	All Modules: Emphasis on DIY and accessibility in introduction	2	29-30
Computational Thinking and Technology Use	Module 2: Digital pH Meter - Computational thinking in chemistry	5	57-58
	Module 3: Air Sensor - Coding and technology for CO2 detection	6	64-66
	Module 5: Motion Sensor - Coding and simulation in sensor development	10	184-185
Real-world Application and Problem-Solving	Module 1: UVC Box Experiment - Addressing health concerns	3	38
	Module 4: Rare earth Board Game - Simulating real-world business scenarios	7	107-109
	Module 5: Motion Sensor - Monitoring elderly movements	9	146-147
Creativity and Adaptation	Module 4: Rare earth Board Game - Creative game design	7	107-109
	Module 1: UVC Box Experiment - Creative use of materials	3	38
	Module 3: Air Sensor - Adapting technology for environmental monitoring	6	64-65

สังเกตได้ว่าการจัดกลุ่มและแบ่งประเภท ตามตาราง ของ Table 3 จะแตกต่างจาก Table 4 แต่หัวข้อที่วิเคราะห์ ได้มีความสอดคล้องกัน โดยแบ่งเป็น 8 ลักษณะสำคัญหรือ Themes ที่ปรากฏ ได้แก่

- การสืบเสาะและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry and Experimentation)
- การบูรณาการแนวคิดสะเต็ม (Integration of STEM Concepts)
- การจัดหลักสูตรการศึกษาและความสอดคล้องของหลักสูตร (Educational Alignment and Curriculum Consistency)
- การเรียนรู้เชิงนวัตกรรมและการปฏิสัมพันธ์ (Innovative and Interactive Learning)
- ดีไอวายและความสามารถในการเข้าถึงการศึกษา (DIY and Accessibility in Education)
- การคิดเชิงคำนวณและการใช้เทคโนโลยี (Computational Thinking and Technology Use)
- การประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริงและการแก้ปัญหา (Real-world Application and Problem-Solving)
- ความคิดสร้างสรรค์และการปรับตัว (Creativity and Adaptation)

เนื่องจากบทความวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะในการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้วยกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์” ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดที่ออกแบบไว้ สามารถสะท้อนกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาและการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการดีไอวาย ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองหรือสร้างร่วมกับผู้อื่น ผ่านกิจกรรม สร้าง ช่อม ประกอบ ดัดแปลง สิ่งของจากวัสดุอุปกรณ์ โปรแกรม โค้ดดิ้ง ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ จากการนำกิจกรรมไปทดลองใช้ พบว่าสามารถดำเนินการได้จริง และ กิจกรรมทั้ง 5 โมดูลได้ถูกนำไปเป็นตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มที่เน้นกรอบแนวคิด ดีไอวาย ทิงเกอร์ เมกเกอร์ ได้ ซึ่งได้นำไปสร้างเป็น โมดูลใน Google classroom สำหรับกลุ่มผู้เข้าร่วมในกิจกรรมพัฒนานักวิชาชีพครู ในช่วงปีการศึกษา 2564 และขยายผลในช่วงปี 2565-2566

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายเป็นสองส่วนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ส่วนแรกมุ่งค้นหาวិธีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงประเด็น ส่วนที่สองเน้นถอดบทเรียนจากโครงสร้างและ องค์ประกอบของกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้กรอบแนวคิดการสร้างสรรค์ด้วยมือหรือดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงประเด็น

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในอดีตที่ผ่านมาจะใช้ผู้วิจัยซึ่งเป็นมนุษย์เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ โดยการอ่าน และลงรหัสของเนื้อความซึ่ง มีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะเกิดการลงความเห็นในเชิงอัตวิสัยและหลายครั้งจะมีความโน้มเอียง โดยไม่รู้ตัวเนื่องจากอคติ (Bias) อยู่ภายใต้จิตสำนึก (Kahneman, 2011) แม้ว่าการเชี่ยวชาญเฉพาะตัวของผู้วิจัยจะช่วยให้ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพเป็นไปได้อย่างดี แต่ก็ยังมีข้อสงสัยและข้อก้ำกัเกี่ยวกับ การลงข้อสรุปซึ่งจำเป็นต้องมีการทำซ้ำและ ทบทวนหลายรอบทำให้การวิจัยเชิงคุณภาพต้องใช้ทั้งความพยายาม ประสบการณ์ และเวลาอย่างมาก แม้ว่าจะมีการใช้ ซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เช่น EnVivo หรือ ATLAS.ti ก็ยังต้องอาศัยผู้วิจัยเป็นหลักในการอ่านและตีความ เพื่อลงรหัสที่นำไปสู่การสร้างประเด็นข้อค้นพบ นอกจากนี้ ราคาของโปรแกรมลิขสิทธิ์เหล่านี้มีราคาสูงมากตั้งแต่ 20,000 บาท ขึ้นไป ซึ่งทำให้การเข้าถึงโปรแกรมอย่างถูกต้องตามกฎหมายเป็นไปได้ยาก การมาถึงของปัญญาประดิษฐ์หรือ AI ในรูปแบบ Natural Language Processing (NLP) ทำให้เปิดโอกาสในการพัฒนาเทคนิคหรือแนวทางใหม่ในการวิเคราะห์เนื้อหาด้วย รูปแบบการวิเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic analysis approach) สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เนื่องจากปัจจุบันผู้ใช้งาน สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใน ChatGPT เวอร์ชัน 3.5 หรือจะใช้งานผ่านระบบ Subscription ในราคา 20 เหรียญ ดอลลาร์สหรัฐต่อเดือน (ChatGPT, 2024)

การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) เป็นสะพานที่เชื่อมโยงมนุษย์กับเครื่อง (Machine) ทำให้เครื่องสามารถเข้าใจภาษาที่เราใช้ในการสื่อสาร (Jurafsky & Martin, 2009) กระบวนการของ NLP นั้นเริ่มจากการวิเคราะห์ไวยากรณ์ (Syntactic Analysis) เพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างของประโยคและคำต่างๆ จากนั้นจะดำเนินการวิเคราะห์ความหมาย (Semantic Analysis) เพื่อค้นหาความหมายและบริบทของคำ (Manning, Raghavan, & Schütze, 2009) NLP ยังรวมถึงการรู้จำเอนทิตี (Entity Recognition) และการสกัดความสัมพันธ์ (Relationship Extraction) ช่วยให้เครื่องสามารถระบุและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีต่างๆ ในข้อความ (Russell & Norvig, 2010) ผลลัพธ์ของ NLP จะรวมถึงหัวข้อ สิ่งที่เป็นหน่วยข้อมูล และความสัมพันธ์ต่างๆ ทำให้เครื่องสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการสร้างสรุปข้อมูล การตอบคำถาม หรือการทำงานที่ต้องการความเข้าใจภาษามนุษย์อื่น ๆ ตัวอย่างเช่น NLP สามารถนำมาใช้ในการสร้างสรุปข้อมูลจากบทความข่าว การตอบคำถามเกี่ยวกับข้อความหรือเอกสาร และการแปลภาษาโดยอัตโนมัติ (Jurafsky & Martin, 2009) ประโยชน์ของ NLP จึงหลากหลาย ตั้งแต่การปรับปรุงการสื่อสารระหว่างเครื่องกับมนุษย์ในเทคโนโลยีที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าในธุรกิจ การพัฒนาเครื่องมือการประเมินผลในการศึกษา ไปจนถึงการช่วยวินิจฉัยในการแพทย์ (Russell & Norvig, 2010) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee et al. (2020) ที่พบว่า การวิเคราะห์เนื้อหาด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแบบเดิมที่ใช้เวลาและทรัพยากรค่อนข้างมากและและตัววิธีใช้คอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์อื่นช่วย เนื่องจากการวิเคราะห์โดย AI ให้ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องที่สูงกว่า และสามารถจัดการกับข้อมูลจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานยังมีข้อจำกัดในหลายประเด็นซึ่งจำเป็นที่จะต้องวิจัยเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์เนื้อหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

องค์ประกอบและลักษณะสำคัญของกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดการสร้างสรรค์ด้วยมือหรือดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์

ในส่วนของการค้นพบที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อหา กิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ แสดงลักษณะสำคัญแรกคือ การสืบเสาะและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาและสะเต็มศึกษา ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันอย่างชัดเจนกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist theory) (Fosnot, 2013) โดยผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับความรู้แต่เป็นผู้ที่สร้างความรู้เชิงรุกผ่านการรับข้อมูลจากประสบการณ์ใหม่และต่อยอดจากความรู้เดิมผ่านการคิดเชิงไตร่ตรองและการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Enger, 2017; Cobern, 1993) การทบทวนและไตร่ตรอง (Reflection) ประสบการณ์เดิมยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งจำเป็นสำหรับการจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายกรอบพัฒนาการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget, 1954) และแนวทางของสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกาในหนังสือที่ชื่อว่า How people learn (National Research Council) (2000) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ สอดคล้องกับการเรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกของผู้เรียนที่อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และขยายเป็นคอนสตรัคชันนิสต์โดย Papert และ Harel (1991) เสนอว่า การเรียนรู้ที่ดีที่สุดเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งของต่าง ๆ การสร้างนี้อาจจะเป็นวัตถุทางกายภาพ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ งานเขียน หรือแบบจำลองทางความคิด (Mental model) การสร้างช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ผึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และ พัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหา รวมทั้งการฝึกทักษะผ่านการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ในชั้นเรียน

ลักษณะสำคัญของกิจกรรมตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์อีกประเด็นหนึ่ง คือการบูรณาการแนวคิดด้านสะเต็ม การจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการแนวคิดสะเต็มนั้นให้ความสำคัญกับแนวทางแบบสหวิทยาการและการเรียนรู้ข้ามศาสตร์ ซึ่งสะท้อนถึงธรรมชาติที่เชื่อมโยงถึงกันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการ

ประยุกต์ใช้ในโลกชีวิตจริง โดยมุ่งสร้างประสบการณ์ทางการศึกษาที่ครอบคลุมและเชื่อมโยงในลักษณะเดียวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและโลกของการทำงาน ที่ไม่มีการแยกศาสตร์หรือวิชา การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยจุดประกายความสนใจในสาขาสะเต็มและเพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ (Wang et al., 2011; Sanders, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bybee (2013) การวิเคราะห์แบบอภิมานหลายงานได้ตรวจสอบผลของการบูรณาการสะเต็มและชี้ว่า การบูรณาการสะเต็มส่งผลดีต่อ ผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (Ahn, Choi, & Kim, 2017) รวมไปถึงทักษะการคิดวิเคราะห์และความสนใจในสะเต็มของผู้เรียน (Yildirim, 2016; Siregar et al., 2019; Taşdemir, 2022; Hidayat et al., 2023)

ในส่วนของการสอดคล้องทางการศึกษาและหลักสูตร จะเห็นได้ว่าเมื่อนำกิจกรรมในเชิงดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์มาออกแบบเป็นกิจกรรมในบริบทห้องเรียนปกติ จำเป็นที่จะต้องมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่คาดหวัง โดยมีการออกแบบบทเรียนแบบเป็นขั้นตอนเพื่อส่งเสริมความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Marzano, 2003; Porter, 2002) และสอดคล้องกับมุมมองของ Piaget (2013) เกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ เพื่อให้ผู้สอนมั่นใจได้ว่าประสบการณ์ทางการศึกษาที่ออกแบบมาให้ผู้เรียนนั้นได้รับการวางโครงสร้างอย่างดี สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนด ทำให้กระบวนการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนไม่ได้แยกออกจากการเรียนรู้ปกติตามหลักสูตรแกนกลางที่กำหนดไว้ซึ่งเป็นโจทย์วิจัยประเด็นหนึ่งว่ากิจกรรมสะเต็มตามแนวคิด ดร.ไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ซึ่งมีรากฐานมาจากการศึกษาตามอัธยาศัยจะเข้าถึงการศึกษาในระบบ (Formal education) ได้อย่างไร

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของกิจกรรมดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์คือ การเรียนรู้ที่เน้นนวัตกรรมและการสร้างปฏิสัมพันธ์ให้เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งทั้งสองประเด็นสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของผู้เรียน การเรียนรู้เชิงสังคมเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาความรู้ (Vygotsky, 1978; Kukla, 2000) รวมทั้งช่วยพัฒนานวัตกรรมผ่านการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยการวิวัฒนาการวิถีชีวิตของมนุษย์ ดังที่หนังสือ "The Secret of Our Success: How Culture Is Driving Human Evolution, Social Cooperation, and Personal Genius" โดย Joseph Henrich (2015) ได้สำรวจวิธีที่วัฒนธรรมของมนุษย์และการเรียนรู้ผ่านสังคมช่วยในการสร้างนวัตกรรม ที่ช่วยในการวิวัฒนาการของมนุษยชาติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mayer (2005) เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี ยืนยันแนวคิดที่ว่าสภาพแวดล้อมที่เน้นนวัตกรรมและการสร้างปฏิสัมพันธ์ช่วยเพิ่มความผูกพันและการมีส่วนร่วม (engagement) ของผู้เรียนและผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของการดีไอวายและการเข้าถึงได้ของการศึกษานั้นมาจากทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Kolb & Kolb, 2005) ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้บนฐานของความแตกต่างระหว่างบุคคลผ่านการออกแบบเพื่อการเรียนรู้สากล (Universal Design for Learning - UDL) แนวทางนี้สอดคล้องกับรูปแบบของ Kolb (2014) มองว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้ผ่านการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสโดยตรงและการลงมือปฏิบัติ โดย Rose และ Meyer (2002) ได้แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นต้องมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและเข้าถึงได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบบทเรียนที่ใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา (ISTE, 2016)

นอกจากนี้ในยุคดิจิทัล การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ก็มีส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การนำวิทยาการคำนวณมาใช้ในการศึกษาอย่างค่อยเป็นค่อยไปถือเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมต่อความท้าทายในอนาคต สอดคล้องกับกรอบความคิดของ Wing (2006) ซึ่งเน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ ที่มองว่าการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะที่สำคัญในการแก้ปัญหา ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัญหา แยกย่อยปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ออกแบบวิธีแก้ปัญหา และออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา และเมื่อผสานกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการแก้ปัญหาจริง ทั้งการคิดเชิงคำนวณและการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีจุดมุ่งหมายร่วมกันคือ การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ปัญหา หาข้อมูล วางแผน และทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา ผ่านการประยุกต์ใช้แนวคิดสะเต็มและการคิดเชิงคำนวณในโลก

แห่งความเป็นจริง จะช่วยในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ตามที่ Lave และ Wenger (1991) และ Barrows (1996) เน้นย้ำถึงความสำคัญของบริษัทและการประยุกต์ใช้ความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ สนับสนุนให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายและแปลกใหม่ เช่นเดียวกับจากงานวิจัยของ Runco (2004) เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ การให้ความสำคัญกับการคิดเชิงปรับตัวและยืดหยุ่นนั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของภูมิทัศน์ของสะเต็มศึกษาและวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์มักจะนำไปสู่นวัตกรรมที่เป็นเป้าหมายหนึ่งของสะเต็มศึกษา (Trott, 2016)

โดยสรุปหากครู นักการศึกษาและผู้วิจัย ต้องการพัฒนากิจกรรม บทเรียนและเอกสารทางหลักสูตร และตรวจสอบความสอดคล้องกับกรอบแนวคิด ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหา รูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหา ด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) อย่าง ChatGPT เป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นไปได้และช่วยสรุปประเด็น (Theme) และลักษณะสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาน้อยลงเมื่อเทียบกับวิธีวิเคราะห์เนื้อหาแบบเดิมไม่ว่าจะด้วยมนุษย์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้กิจกรรมหรือเอกสารเหล่านั้นสะท้อนกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยตั้งใจจะให้ปรากฏในกิจกรรมที่ออกแบบไว้ ดังเช่นกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์และเมกเกอร์ ได้สะท้อนแนวคิดซึ่งเป็นประเด็นหลัก 8 ประการ ได้แก่ การสืบเสาะและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การบูรณาการแนวคิดสะเต็ม การจัดหลักสูตรการศึกษาและความสอดคล้องของหลักสูตร การเรียนรู้เชิงนวัตกรรมและการปฏิสัมพันธ์ ดีไอวายและความสามารถในการเข้าถึงการศึกษา การคิดเชิงคำนวณและการใช้เทคโนโลยี การประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริงและการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์และการปรับตัว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในห้องเรียนและการพัฒนาครู รวมทั้งเป็นประเด็นที่จะทำการวิจัย ในอนาคตต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ChatGPT เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการวิเคราะห์เนื้อหา ที่สามารถช่วยนักการศึกษาและนักออกแบบหลักสูตรในการประเมินกิจกรรมและเอกสารทางการศึกษา
2. กิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์ มีคุณลักษณะที่เมื่อนำไปใช้ในห้องเรียนจะ สะท้อนถึงการสืบเสาะและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้เชิงนวัตกรรมและการปฏิสัมพันธ์ ดีไอวายและความสามารถในการเข้าถึงการศึกษา การคิดเชิงคำนวณและใช้เทคโนโลยี การประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงและการแก้ปัญหา รวมถึงการคิดสร้างสรรค์และการปรับตัว

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาแนวทางการใช้งาน ChatGPT อย่างมีจริยธรรมและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์เนื้อหา ได้อย่างละเอียดและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เช่น พัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์เชิงลึกด้วย AI หรือการทดลองในสถานการณ์จริงเพื่อตรวจสอบศักยภาพและข้อจำกัดของ ChatGPT
2. วิจัยและติดตามผลของการนำกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์ไปใช้ในการพัฒนาครู และการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะในการออกแบบและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้วยกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากคณะศึกษาศาสตร์ในปีงบประมาณ 2563

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะในการออกแบบและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้วยกิจกรรมสะเต็มตามกรอบแนวคิดดีไอวาย ทิงเกอร์ และเมกเกอร์” ได้รับการอนุมัติโดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัย

ในคน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รหัสโครงการวิจัย CMUREC 63/255 โดยได้รับหนังสือรับรองการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัย (Certificate of Exemption)

References

- Ahn, J., Choi, K., & Kim, J. (2017). The effects of STEM education on students' learning outcomes: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-14.
- Baldwin, S., Ching, Y. H., & Hsu, Y. C. (2017). Learning to make and making to learn: A case study of pre-service science teachers' maker projects. In P. Resta & S. Smith (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2302-2309). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson & W. H. Gijselaers (Eds.), *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice* (pp. 3-12). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Blikstein, P., & Krannich, D. (2013). The maker movement: A new paradigm for learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 18(2), 157-166.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Breckler, S. J., Olson, J. M., & Wiggins, E.C. (2006). *Social psychology alive*. Boston: Thomson Wadsworth.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 582-594). Routledge.
- Chad, R., & Lochmiller, C. R. (2021). Conducting thematic analysis with qualitative data. *The Qualitative Report*, 26(6), 2029 – 2044.
- ChatGPT. (2024). OpenAI. Retrieved from <https://chat.openai.com>.
- Cobern, W. W. (1993). Contextual constructivism: The impact of culture on the learning and teaching of science. In K. G. Tobin (Ed.), *The Practice of Constructivism in Science Education* (pp. 51-69). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Enger, K. S. (2017). *Environmental science: A study of interrelationships* (15th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Guest, G., MacQueen, K. M., & Namey, E. R. (2012). *Applied thematic analysis*. London: Sage Publications.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(1), 49-74.
- Henrich, J. (2015). *The secret of our success: How culture is driving human evolution, domesticating our species, and making us smarter*. New Jersey: Princeton University Press.

- Hidayat, R., Nugroho, I., Zainuddin, Z., & Ingai, T. A. (2023). A systematic review of analytical thinking skills in STEM education settings. *Information and Learning Sciences*, 7-8, 565-586.
- Hu, M., & Liu, B. (2004). Mining and summarizing customer reviews. In Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 168-177).
- Hsu, Y. C., Baldwin, S., & Ching, Y. H. (2017). Learning to make and making to learn: A case study of pre-service science teachers' maker projects. In P. Resta & S. Smith (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2302-2309). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- ISTE. (2016). *ISTE standards for students*. Arlington, VA: International Society for Technology in Education.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2009). *Speech and language processing* (2nd ed.). New Jersey: Pearson.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus, and Giroux.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: FT press.
- Kolb, D. A., & Kolb, A. Y. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193-212.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Sage Publications.
- Kukla, A. (2000). Social constructivism and the science classroom. *Science & Education*, 9(2), 191-201.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Lee, L. W., Dabirian, A., McCarthy, I. P., & Kietzmann, J. H. (2020). Making sense of text: Artificial intelligence-enabled content analysis. *European Journal of Marketing*, 54, 615-644.
- Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2009). *Introduction to information retrieval*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 1-12.
- Marzano, R. J. (2003). *What works in schools: Translating research into action*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- National Research Council. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academies Press.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Active Learning*. Bangkok: Office of the Basic Education Commission. [in Thai]
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (2013). *The construction of reality in the child* (Vol. 82). London: Routledge.

- Porter, A.C. (2002). Measuring the content of instruction: Uses in research and practice. *Educational Researcher*, 31(7), 3-14.
- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Assessment of learning in tinkering environments. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 187-198.
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal design for learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson.
- Sanders, M. (2009). STEM education and the 21st century workforce. *The Bridge on Education*, 40(1), 15-24.
- Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.
- Stemler, S. E. (2000). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 7(1), 137-146.
- Taşdemir, F. (2022). Examination of the effect of STEM education on academic achievement: A Meta-analysis study. *Education Quarterly Reviews*, 5(2), 282 – 298.
- Trott, P. (2016). *Creativity and innovation*. London: Routledge.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yildirim, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.