

การพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานผ่านบทเรียนการ์ตูนออนไลน์

และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Development of Grade 9 Students' Innovator Skills
by Blended Learning through Online Cartoon Lessons
and Engineering Design Process

สุกัญญา ทิพย์รักษ์¹ รุจิราพร รัมศิริ² พรณภัต สะมานะ³ และ นันทรัตน์ เครืออินทร์^{4*}

Sukanya Thiprak¹ Rujiraporn Ramsiri² Pornnapat Samana³ and Nantarat Kruea-In^{4*}

^{1,2,3} โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

(Kasetsart University Laboratory School Kamphaeng Saen Campus Center for Educational Research and Development)

⁴ ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

(Teacher Education Department, Faculty of Education and Development Sciences,

Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการ์ตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) ประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน และ 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 39 คน ซึ่งคัดเลือกตามความสะดวกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยสอน การวิจัยใช้รูปแบบกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้วิจัยประกอบด้วย (1) แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยใช้บทเรียนการ์ตูนออนไลน์เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนและจัดกิจกรรมในชั้นเรียนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (2) แบบประเมินชิ้นงานสะท้อนทักษะความเป็นนวัตกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ (3) แบบทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรม และ (4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน เครื่องมือทุกฉบับผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t แบบตัวอย่างไม่เดียว ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้ โดยนักเรียนมีทักษะความเป็นนวัตกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ครอบคลุมทั้ง 7 ด้าน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.06 (S.D. = 0.73) และมีคะแนนจากการทดสอบสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.31, S.D. = 0.72)

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบผสมผสาน บทเรียนการ์ตูนออนไลน์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะความเป็นนวัตกรรม มัธยมศึกษาตอนต้น

ABSTRACT

This study aimed to (1) develop blended learning activities using online cartoon-based lessons integrated with the engineering design process, (2) assess students' innovator skills, and (3) examine students' satisfaction with the learning activities. The sample consisted of 39 Grade 9 students selected through convenience sampling from one of the researchers' classroom. The research employed a quasi-experimental one-group pretest-posttest design. Research instruments included (1) blended learning activity plans, online cartoon lessons were used for preparing students prior to class and in-class activities conducted based on the engineering design process, (2) an assessment rubric for student products reflecting innovator skills and learning behaviors, (3) a test measuring innovative skills, and (4) a student satisfaction survey. All instruments were validated for content validity by experts. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and a one-sample t-test. The results indicated that the learning activities effectively enhanced students' innovator skills. Overall, students demonstrated a high level of innovator skills across seven dimensions, with a mean score of 4.06 (S.D. = 0.73). In addition, students' test scores were significantly higher than the 80 percent criterion. Students also reported a high level of satisfaction with the learning activities (mean = 4.31, S.D. = 0.72).

KEYWORDS: Blended learning, Online comic lessons, Engineering design process, Innovator skills, Lower secondary education

**Corresponding author, E-mail: nantarat.p@ku.th Tel. 0918560235*

Received: 31 October 2025 /Revised: 11 January 2026 /Accepted: 30 January 2026 /Published online: 28 April 2026

บทนำ

ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ทักษะที่จำเป็นต่อการประสบความสำเร็จในชีวิตและการทำงานได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทักษะเหล่านี้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงความรู้ในสาขาวิชาเฉพาะ แต่เป็นทักษะข้ามสาขาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายสถานการณ์ (OECD, 2019) และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเตรียมพร้อมรับมือกับความท้าทายที่ซับซ้อนในโลกยุคดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (World Economic Forum, 2020) รูปแบบการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาทักษะเหล่านี้ได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากการเน้นการถ่ายทอดความรู้แบบทางเดียวซึ่งอาจไม่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง (Vo et al., 2021) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นกระบวนการที่เป็นระบบส่งเสริมการแก้ปัญหา โดยเน้นการทำความเข้าใจปัญหา การระดมความคิด การสร้างต้นแบบ การทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไข (Dym et al., 2005) การเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในอนาคตเพราะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันและการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการเผชิญกับความท้าทายที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21

จากการตรวจสอบเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานักเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี การแก้ปัญหา สะเต็มศึกษา และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า แนวคิดและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีต้นกำเนิดจากงานวิจัยและการพัฒนาด้านการศึกษาวิศวกรรมในต่างประเทศตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษ 1950 และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดการเรียนรู้ ต่อมา The Institute for the Promotion of Teaching Science

and Technology (IPST) ได้มีบทบาทในการนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้และเผยแพร่ในบริบทการศึกษาของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) โดยกำหนดกรอบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Identify a challenge) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) วางแผนและพัฒนา (Plan and develop) ทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) นำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) ซึ่งต่อมานิสิตนักศึกษาและนักวิจัยด้านการศึกษาก็ได้ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ตามสภาพบริบทนักเรียน เป้าหมายของรายวิชาที่สอน และทรัพยากรที่เอื้ออำนวย จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยในประเทศและวิทยานิพนธ์ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีการปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยเพิ่มเติมลักษณะขั้นตอนองค์ประกอบย่อยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังอย่างหลากหลาย เช่น ความคิดสร้างสรรค์ (Tidma, 2015; Chinmuaeng & Bongkotphet, 2019) สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Cholsin, 2016; Hutsamin, 2019; Weeraphan, 2020) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Jaisamer, 2024) เป็นต้น

การแข่งขันสูงในตลาดโลกปัจจุบันเกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรมในด้านต่าง ๆ เช่น การสื่อสาร คอมพิวเตอร์ พลังงาน และวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ส่งสัญญาณให้ภาคการศึกษามุ่งพัฒนาคนที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเหล่านี้ นั่นก็คือ “นวัตกรรม” หรือ “innovator” โดย Dyer et al. (2011) ได้ระบุความสามารถของนวัตกรรม ไว้ 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) การเชื่อมโยง (Associating) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำถามปัญหาหรือแนวคิดจากสาขาที่ไม่มี ความเกี่ยวข้องกัน 2) การตั้งคำถาม (Questioning) ที่ท้าทายความรู้ทั่วไปหรือความเชื่อเดิม ๆ 3) การสังเกต (Observing) ตรวจสอบพฤติกรรมของลูกค้านักแข่งเพื่อค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการดำเนินการ 4) การทดลอง (Experimenting) สร้างประสบการณ์แบบโต้ตอบและกระตุ้นปฏิกิริยาในแบบที่ไม่เป็นการเพ้อฝันว่ามีแนวคิดใหม่ ๆ เกิดขึ้นหรือไม่ และ 5) การสร้างเครือข่าย (Networking) ซึ่งหมายถึงการพบปะพูดคุยกับผู้คนที่มีแนวคิดและมุมมองที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าการพัฒนานวัตกรรมต้องอาศัยทักษะที่สำคัญหลายอย่าง อาทิ การคิดเชิงวิพากษ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และอาศัยการทำงานร่วมกันเนื่องจากต้องการความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านความรู้ด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังต้องสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งกับระหว่างเพื่อนร่วมงานและกับเป้าหมายผู้ใช้นวัตกรรม ทักษะความเป็นนวัตกรรมจึงเป็นอีกตัวแปรที่ได้รับ ความสนใจในด้านการศึกษาและการพัฒนามนุษย์เพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาคนในโลกปัจจุบัน งานวิจัยในระยะ ต่อมาได้ปรับเปลี่ยนเป้าหมายจากการใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะขั้นสูงต่าง ๆ ของผู้เรียน เป็นเพื่อการ พัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรม ดังจะเห็นได้จากรายงานการวิจัยการวิเคราะห์สถานการณ์และเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ เสริมศักยภาพผู้เรียนสู่ความเป็นนวัตกรรม (Srisawad, 2023) และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่เน้นลงมือ ปฏิบัติจริงและนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน (Sithsungnoen et al., 2022) รวมถึงการวิเคราะห์ผลการ เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องและพัฒนาชุดเครื่องมือประเมินความเป็นนวัตกรรม ที่ประกอบด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องนวัตกรรม แบบ ประเมินทักษะกระบวนการพัฒนานวัตกรรม และแบบวัดลักษณะนิสัยของนวัตกรรม (Thontan, 2020)

การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) นับเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมรวมการเรียนรู้แบบ เฝื่อนหน้ากับการเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์และทรัพยากรดิจิทัล (Graham, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนใน ยุคปัจจุบัน (Bao, 2020) รูปแบบนี้มีเอื้อให้เกิดความยืดหยุ่นที่ผู้เรียนสามารถปรับวิธีการเรียนรู้ให้เข้ากับความเร็วและความ ต้องการของตนเอง (Means et al., 2014) สามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้จากทุกที่ทุกเวลา ทำให้การเรียนรู้ขยายขอบเขตไป ไกลกว่าข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา อีกทั้งยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมผ่านสื่อออนไลน์และกิจกรรมที่หลากหลาย (Hrastinski, 2019; Moorhouse, 2021) งานวิจัยของ Lertyosbordin (2018) พบว่าการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการ จำลองเสมือนออนไลน์ ซึ่งนับว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบผสมผสานสามารถพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้แบบผสมผสานก็มีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณาเช่นกัน (Lloyd et al., 2020) ประการสำคัญคือความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มไม่

สามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ดิจิทัลได้อย่างเท่าเทียมกับผู้อื่น (Seufert et al., 2021) นอกจากนี้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ดึงดูดและมีประสิทธิภาพยังเป็นความท้าทายที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและความเข้าใจในเทคโนโลยีและศาสตร์การสอนอย่างลึกซึ้ง (Irvine et al., 2020) หากขาดการวางแผนและการสนับสนุนที่เหมาะสม การเรียนรู้แบบผสมผสานอาจนำไปสู่ภาระงานที่เพิ่มขึ้นสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนและอาจไม่บรรลุผลลัพธ์ที่คาดหวัง

การตูนเป็นสื่อที่เข้าถึงง่ายและเป็นที่ยอมรับของนักเรียนทุกวัยและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในฐานะเครื่องมือทางการศึกษาที่มีศักยภาพ (Yang & Sun, 2021) สามารถจุดประกายความสนใจและสร้างแรงบันดาลใจในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Eppler & Harju, 2008) รวมถึงสร้างความเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง การตูนยังสามารถนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือประเด็นทางสังคมที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงได้ ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของตนเอง (Wee et al., 2020) การใช้การตูนเป็นสื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพควรเริ่มจากการเลือกหรือสร้างการตูนที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน นำเสนอแนวคิดซับซ้อนในรูปแบบเรียบง่ายและตัวละครรวมทั้งสถานการณ์ที่สะท้อนประสบการณ์ของนักเรียนเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยง โดยออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นการมีส่วนร่วมเพื่อใช้หลังการอ่านการ์ตูน เช่น การอภิปราย ตอบคำถาม แก้ปัญหา หรือสร้างผลงาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Yang & Sun, 2021) ภาษาและภาพในการตูนควรใช้ถ้อยคำเข้าใจง่ายไม่เป็นทางการจนเกินไปและมีภาพที่ชัดเจน สื่อความหมายได้ พร้อมสีสันทันและการจัดองค์ประกอบที่ดึงดูดสายตา (Hosler & Boomer, 2011) เมื่อผสมผสานองค์ประกอบเหล่านี้เข้าด้วยกัน การตูนจะกลายเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหา กระตุ้นความสนใจ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน นำไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น (Clark & Lyons, 2011) การใช้การตูนในการสอนจึงเป็นแนวทางที่ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น โดยการตูนสามารถอธิบายแนวคิดทางวิศวกรรมที่ยากต่อการเข้าใจด้วยภาษาที่เข้าใจง่ายและภาพที่น่าสนใจ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นความสนใจและความคิดสร้างสรรค์

ในบริบทโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เวลาเรียนในรายวิชามักเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้ครบทุกขั้นตอน งานทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบของ Astaño (2025) ชี้ให้เห็นว่าการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในห้องเรียนจริงมักประสบปัญหาด้านเวลาเรียนที่ไม่เพียงพอส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถดำเนินกิจกรรมในบางขั้นตอนอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ต้องอาศัยการคิดเชิงออกแบบ การทดลองซ้ำและการสะท้อนผลการออกแบบ อีกทั้งครูจำเป็นต้องเร่งรัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับข้อจำกัดของเวลาเรียนตามโครงสร้างรายวิชา ทำให้โอกาสในการฝึกทักษะเชิงนวัตกรรมของผู้เรียนลดลง ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับงานทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบของ Rahim & Mahmud (2025) ซึ่งระบุว่าความท้าทายสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในห้องเรียน ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลาเรียน โครงสร้างหลักสูตรที่แน่น และความจำเป็นที่ครูต้องจัดกิจกรรมให้ทันตามแผนการสอน ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมในบางขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถูกลดทอนหรือดำเนินไปอย่างเร่งรัด ข้อค้นพบจากงานวิจัยทั้งสองฉบับสะท้อนให้เห็นว่า แม้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของผู้เรียน แต่การนำไปใช้ในบริบทโรงเรียนที่มีข้อจำกัดด้านเวลา จำเป็นต้องมีสื่อหรือกลไกเสริมเพื่อช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรมปฏิบัติในชั้นเรียน

แนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ของ Piaget และ Vygotsky อธิบายว่าผู้เรียนเข้าใจได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือปฏิบัติจากประสบการณ์ตรง ขณะที่ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยสื่อผสม (Multimedia Learning) ของ Mayer (2005) และทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) ของ Sweller (2011) ชี้ให้เห็นว่าการจัดเตรียมสื่อที่ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาจนเข้าใจง่ายขึ้นจะช่วยใช้เวลาในชั้นเรียนสามารถนำไปใช้กับการลงมือปฏิบัติได้มากขึ้น ในขณะเดียวกันผู้เรียนในยุคดิจิทัลโดยเฉพาะนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมักมีช่วงความสนใจไม่ยาวนาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจความสนใจ (Attention Economy) การนำเสนอเนื้อหาที่สั้น กระชับ และตรงประเด็นจึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้ต่อเนื่อง ลดความเบื่อหน่าย และเพิ่มความพร้อมในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Davenport &

Beck, 2001) แนวทางดังกล่าวมิได้มุ่งทดแทนเวลาเรียนในชั้นเรียน แต่ทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนให้เวลาในชั้นเรียนถูกใช้ไปกับการทดลอง การคิดแก้ปัญหา และการออกแบบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

งานวิจัยในประเทศไทยให้ผลสอดคล้องกันโดยพบว่าการใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเข้าใจเนื้อหาและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเป็นลำดับขั้นมากขึ้น (Sitthiwong & Namwong-onk, 2019) นอกจากนี้ Wattanasritanang (2025) ระบุว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากหน่วยหรือกิจกรรมที่มีความพร้อมและสามารถบริหารจัดการได้อย่างเหมาะสม ก่อนขยายไปสู่กิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ตามแนวคิด *start small scale smart* แนวคิดนี้สอดคล้องกับการใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจภาพรวมและลำดับขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมก่อนลงมือปฏิบัติจริงในชั้นเรียน เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้งข้อจำกัดด้านเวลาเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนวัยนี้และฐานทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนรู้จากการเตรียมความพร้อมล่วงหน้า การใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อก่อนเรียนสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยจัดระเบียบความคิดและสร้างความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างและลำดับขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมก่อนเข้าสู่กิจกรรมในชั้นเรียน บทเรียนการตูนในบริบทนี้มีได้มีบทบาทเป็นสื่อทดแทนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน แต่ทำหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนมีภาพรวมของกระบวนการ ปัญหาและขั้นตอนสำคัญที่ต้องเผชิญในการทำกิจกรรมเชิงปฏิบัติ ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนสามารถเป็นไปอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับเวลาเรียนที่มีอยู่อย่างจำกัด และเหมาะสมกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของผู้เรียนส่วนใหญ่มีกลุ่มศึกษาการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหรือการใช้สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลในลักษณะแยกส่วน โดยให้ความสำคัญกับองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเป็นหลัก ขณะที่ยังไม่ปรากฏกรอบการออกแบบการเรียนรู้ที่กำหนดบทบาทของสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนให้เชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติในชั้นเรียนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในบริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีข้อจำกัดด้านเวลาเรียนและโครงสร้างรายวิชาที่ค่อนข้างแน่น ภายใต้บริบทดังกล่าว ผู้เรียนอาจเข้าสู่กิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยยังขาดความเข้าใจเชิงกระบวนการและลำดับขั้นของกิจกรรม ส่งผลให้บางขั้นตอนที่ต้องอาศัยการตั้งคำถาม การทดลองซ้ำ และการเชื่อมโยงแนวคิดไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างครบถ้วน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะความเป็นนวัตกรรมตามแนวคิดของ (Dyer et al., 2011) งานวิจัยนี้จึงออกแบบและศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ร่วมกับการจัดกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในชั้นเรียน โดยกำหนดบทบาทของสื่อก่อนเรียนเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจเชิงกระบวนการและลำดับขั้นของกิจกรรมก่อนการลงมือปฏิบัติจริง การศึกษานี้มุ่งพิจารณาการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวต่อการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้บริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีข้อจำกัดด้านเวลาเรียน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ออกแบบขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้แบบผสมผสาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าในชั้นเรียนกับการเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ โดยมีการกำหนดบทบาทของแต่ละรูปแบบอย่างชัดเจนเพื่อสนับสนุนกัน ในงานวิจัยนี้ การเรียนรู้แบบผสมผสานถูกออกแบบให้การเรียนรู้ผ่านบทเรียนการตูนออนไลน์ทำหน้าที่เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ขณะที่การเรียนรู้ในชั้นเรียนมุ่งเน้นกิจกรรมลงมือปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถใช้เวลาในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดของเวลาเรียน

2. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและคัดเลือกแนวคิด 3) การออกแบบแนวคิด 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การเขียนรายงาน 6) การนำเสนอผลงาน

3. บทเรียนการตูนออนไลน์ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบการ์ตูนที่ออกแบบเนื้อหาและลำดับการนำเสนอให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ภาพและข้อความร่วมกันเพื่อช่วยอธิบายแนวคิด ขั้นตอน และเหตุผลของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ในงานวิจัยนี้ บทเรียนการตูนออนไลน์ถูกนำมาใช้เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับลำดับขั้นของกระบวนการเรียนรู้ ลดความซับซ้อนของเนื้อหาระหว่างการเรียน และเอื้อต่อการใช้เวลาในชั้นเรียนในการลงมือปฏิบัติและพัฒนาทักษะเชิงวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม

4. กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง การจัดกิจกรรมที่ใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน และใช้กิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามลำดับขั้น

5. ทักษะความเป็นนวัตกรรม หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนถึงความเข้าใจในขั้นตอนการสร้างนวัตกรรม รู้จักสังเกต วิเคราะห์แก้ปัญหา วางแผน ทดลองและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์ โดยในงานวิจัยนี้ แบ่งทักษะความเป็นนวัตกรรมออกเป็น 7 ทักษะย่อย ดังนี้ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการค้นคว้าข้อมูล 3) ทักษะการคิดวิเคราะห์ 4) ทักษะการวางแผน 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 6) ทักษะการทดสอบและประเมินผล 7) ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ ประเมินโดยใช้เกณฑ์ประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรม และแบบวัดทักษะความเป็นนวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกที่ผู้เรียนมีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนถึงความสนใจ ความมีส่วนร่วม ความเหมาะสมของกิจกรรม ความท้าทาย และการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยประเมินด้วยแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้ต้องการเป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านทักษะความเป็นนวัตกรรมและความพึงพอใจของนักเรียน โดยกรอบแนวคิดนี้พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (Ministry of Education, 2008) 2) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (Office of the Basic Education Commission, 2017) 3) หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแห่งหนึ่งซึ่งใช้เป็นบริบทในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 4) แนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) 5) แนวคิดเกี่ยวกับทักษะ

ความเป็นนวัตกรรมที่สังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Klaharn, 2020; Yonsuriyan, 2020; Klaichan, 2020; Puklit, 2022) และ 6) แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อม ตัวแปรต้นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ระบุปัญหา (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการดำเนินงาน ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการค้นคว้าข้อมูล ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการวางแผน ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการทดสอบและประเมินผล และทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ รวมถึงความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ดังภาพ ที่แสดงใน Figure 1



Figure 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดหลังการทดลอง (One-Group Posttest Only Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานผ่านบทเรียนการตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ การออกแบบวิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้คำนึงถึงความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัยที่กำหนดไว้เป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานในงานวิจัยนี้ มิได้มุ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ในสัดส่วนเชิงเวลาเป็นหลัก แต่เป็นการผสมผสานบทบาทของสื่อออนไลน์และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนรู้เบื้องต้นได้ล่วงหน้า และสนับสนุนให้เวลาเรียนในชั้นเรียนสามารถนำไปใช้กับการลงมือปฏิบัติ การทดลอง การออกแบบ และการปรับปรุงชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาทักษะความเป็น

วัดกรของผู้เรียน เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปอย่างเป็นระบบและสามารถตอบวัตถุประสงค์การวิจัยได้อย่างครบถ้วน
วิธีดำเนินการวิจัยจึงแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและเตรียมการวิจัย

1.1 ศึกษาวรรณกรรมและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยศึกษาวรรณกรรม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ
ความเป็นนวัตกรรม บทเรียนการตูนออนไลน์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบ
กิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย โดยครอบคลุม (1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2560) (2) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (3)
หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแห่งหนึ่ง (4) แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรม (5) แนวคิดและองค์ประกอบของทักษะความเป็นนวัตกรรมที่สังเคราะห์จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (6) แนวคิดการ
จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้สื่อออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน

1.2 พัฒนาและจัดทำบทเรียนการตูนออนไลน์ ผู้วิจัยพัฒนาและจัดทำบทเรียนการตูนออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมนำหยด
รักซ์โลก” เพื่อใช้เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน โดยออกแบบเนื้อหาในรูปแบบสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบท
การเรียนรู้ของนักเรียน และจัดลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บทเรียนการตูน
ออนไลน์มีบทบาทในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน ลำดับขั้นของกระบวนการ และเหตุผลของการแก้ปัญหา ก่อน
เข้าสู่กิจกรรมปฏิบัติในชั้นเรียน

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่อง “นวัตกรรมนำ
หยดรักซ์โลก” โดยเชื่อมโยงบทเรียนการตูนออนไลน์กับกิจกรรมในชั้นเรียนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ การ
ตั้งคำถามเชิงออกแบบ การทดลองและสร้างต้นแบบ การปรับปรุงผลงาน และการนำเสนอผลงาน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ผ่าน
การลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน

1.4 พัฒนาเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือวิจัยเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย (1) แผนกิจกรรม
การจัดการเรียนรู้ (2) แบบประเมินชิ้นงานสะท้อนทักษะความเป็นนวัตกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ (3) แบบทดสอบทักษะ
ความเป็นนวัตกรรม (4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

1.5 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย เครื่องมือวิจัยทุกฉบับได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 3 ท่านซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการวิจัยทางการศึกษา เพื่อพิจารณา
ความชัดเจน ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง จากนั้นปรับปรุงเครื่องมือตาม
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ผลจากขั้นตอนนี้ทำให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานและ
เครื่องมือวิจัยที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัย มีความเหมาะสมเชิงเนื้อหาและกระบวนการ และ
มีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินการทดลองต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนการตูนออนไลน์ด้วยตนเองล่วงหน้า ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน
โดยบทเรียนการตูนเรื่อง “นวัตกรรมนำหยดรักซ์โลก” เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา แนวคิดที่เกี่ยวข้อง และลำดับขั้นของ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม บทเรียนการตูนออนไลน์นี้ทำหน้าที่เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน โดยช่วยให้
นักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียน การศึกษา
บทเรียนการตูนออนไลน์ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาทีต่อกิจกรรม ซึ่งเป็นเวลาโดยประมาณที่กำหนดตามความเหมาะสมของ
เนื้อหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถเลือกช่วงเวลาในการศึกษาได้ตามความสะดวกของตนเอง และสามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำได้เมื่อ
ยังไม่เข้าใจ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2.2 นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมครบทุกขั้นตอน ได้แก่ การตั้งคำถามเชิงออกแบบ การวางแผนและทดลองสร้างต้นแบบ การปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงาน และการนำเสนอผลงาน กิจกรรมในชั้นเรียนมุ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ความรู้และความเข้าใจที่นักเรียนได้รับจากการศึกษาบทเรียนการตอนออนไลน์ล่วงหน้า ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนได้อย่างมีลำดับขั้น และใช้เวลาในชั้นเรียนไปกับการทดลอง การออกแบบ และการปรับปรุงผลงานได้อย่างเต็มที่ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา และสนับสนุนการเรียนรู้ โดยไม่แทรกแซงกระบวนการคิดของนักเรียน ระยะเวลาในการทำวิจัยใช้เวลาทดลองเป็นเวลา 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 คาบ รวมเป็น 18 คาบ (คาบละ 50 นาที) ตลอดภาคเรียนที่ 1 ตามโครงสร้างของหลักสูตร โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเชิงออกแบบ การทดลองซ้ำ การปรับปรุงและพัฒนาผลงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

หลังสิ้นสุดการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ (1) แบบประเมินชิ้นงานและพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนทักษะความเป็นนวัตกรรมที่ปรากฏจากการปฏิบัติกิจกรรมจริง (2) แบบทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรม เพื่อประเมินระดับทักษะของนักเรียน หลังการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และ (3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะข้อมูลและระดับของตัวแปรที่ศึกษา สำหรับการวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยใช้การทดสอบค่า t แบบตัวอย่างเดียว (One-Sample t -test) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรมกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อพิจารณาความแตกต่างเชิงสถิติเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตามแนวคิดการประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมที่สังเคราะห์จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เกณฑ์การแปลผลระดับค่าเฉลี่ยได้กำหนดตามหลักการของมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และระบุไว้ในหัวข้อเครื่องมือวิจัย ส่วนข้อมูลจากแบบประเมินชิ้นงานและแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามเกณฑ์ระดับค่าเฉลี่ยที่กำหนดไว้ในหัวข้อเครื่องมือวิจัย เพื่อสรุประดับคุณภาพของชิ้นงานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาเทคโนโลยีการแก้ปัญหา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 158 คน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกตัวอย่างตามความสะดวก (Convenient sampling) ซึ่งเป็นห้องเรียนที่หนึ่งในคณะผู้วิจัยเป็นผู้สอน

เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

(1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่อง “นวัตกรรมนำหยดรักโลก” พัฒนาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมโดยผู้วิจัย ศึกษาเอกสาร หลักสูตร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างโครงสร้างและลำดับกิจกรรมให้สอดคล้องกับระดับความสามารถและบริบทของนักเรียน การออกแบบกิจกรรมยึดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกรอบในการดำเนินงาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการคิดวิเคราะห์ การลงมือปฏิบัติ และการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ การจัดกิจกรรมเริ่มจากหน่วยหรือกิจกรรมที่มีความพร้อมและสามารถบริหารจัดการได้อย่างเหมาะสม ก่อนขยายไปสู่กิจกรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น ตาม

แนวคิด Start Small Scale Smart (Wattanasritanang, 2025) เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับบริบทของครู ห้องเรียน และผู้เรียน

บทเรียนการ์ตูนออนไลน์ถูกนำมาใช้เป็นส่วนสนับสนุนการเรียนรู้เบื้องต้น โดยออกแบบเนื้อหาในรูปแบบสถานการณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งครูท้าทายความสามารถของนักเรียนผ่านภารกิจการสร้างระบบรดน้ำผักอัจฉริยะตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การดำเนินเรื่องใช้ตัวละครเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการคิด การใช้เหตุผล การวิเคราะห์ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้รูปแบบการคิดและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (Figure 2)



Figure 2 ตัวอย่างบทเรียนการ์ตูนที่ใช้ในงานวิจัยนี้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการ์ตูนร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษ์โลก” (รายละเอียดดังที่แสดงใน Table 1) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การเรียนรู้ก่อนเวลา (Pre-Class Activity) ครอบคลุมให้นักเรียนศึกษาบทเรียนการ์ตูนออนไลน์ เพื่อสังเกตประเด็นสำคัญจากเรื่องราว เช่น ปัญหาที่ตัวละครเผชิญ ข้อจำกัด และแนวทางการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนบันทึกแนวคิดที่สำคัญและตอบคำถามสะท้อนความคิด เพื่อใช้เป็นฐานในการอภิปรายในชั้นเรียน โดยใช้เวลาศึกษาด้วยตนเองประมาณ 10–15 นาทีต่อกิจกรรม ซึ่งเป็นเวลาโดยประมาณที่กำหนดตามความเหมาะสมของเนื้อหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถเลือกช่วงเวลาในการศึกษาได้ตามความสะดวกของตนเอง และสามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำได้เมื่อยังไม่เข้าใจ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ส่วนที่ 2 กิจกรรมในชั้นเรียน (In-Class Activity) เริ่มจากการอภิปรายและทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากบทเรียนการ์ตูน จากนั้นนักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำและชี้แนะตลอดกระบวนการจัดกิจกรรม

(2) แบบประเมินชิ้นงาน เพื่อสะท้อนทักษะความเป็นนวัตกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ปรากฏจากการปฏิบัติจริงระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานผ่านบทเรียนการ์ตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับทักษะความเป็นนวัตกรรม แนวทางการประเมินชิ้นงาน และแนวคิด SOLO Taxonomy เพื่อใช้เป็นกรอบในการกำหนดระดับคุณภาพของชิ้นงานและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกจากการทำกิจกรรม (Biggs & Collis 1982) จากนั้นกำหนดเกณฑ์การประเมินในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมประเด็นการประเมินจำนวน 6 ด้าน ได้แก่ ความสอดคล้องของชิ้นงานกับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ความคิดสร้างสรรค์ การนำชิ้นงานไปใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนด การดำเนินงานแล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และการนำเสนอชิ้นงาน การประเมินดำเนินการระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยและมีการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคุณภาพของชิ้นงานและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ปรากฏตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย (Table 2)

Table 1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการคูณร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องนวัตกรรมน้ำหยดรักษาสวน

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)	
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนสามารถระบุปัญหาและข้อจำกัดของชิ้นงานได้	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการคูณออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษาสวน: ปริมาณ 25 ช่อง” นักเรียนสังเกตปัญหาหลักที่ตัวละครเผชิญ เช่น การรดน้ำให้ทั่วถึงทุกต้น การใช้วัสดุเหลือใช้และปลอดภัย ข้อจำกัดด้านเวลาและพื้นที่ และให้นักเรียนวิเคราะห์และจดบันทึกข้อจำกัดและเกณฑ์ความสำเร็จของชิ้นงาน	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (2 คาบ) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้สร้างสวนขนาด 5x5 ช่อง (25 ช่อง) โดยเลือกปลูกพืชได้ตามต้องการ แต่ต้องออกแบบระบบรดน้ำ ที่ทำให้น้ำกระจายทั่วถึงทุกต้น และนักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมขั้นตอนที่ 1: ระบุปัญหา (Identify Problem) ดังนี้ 1. ปัญหาหลักจากสถานการณ์นี้คืออะไร? 2. ถ้าไม่แก้ปัญหานี้จะเกิดผลกระทบอย่างไร? 3. ในการแก้ปัญหานี้มีข้อจำกัด (Constraints) อะไรบ้าง? (เช่น วัสดุ เวลา พื้นที่ ฯลฯ) 4. เกณฑ์ความสำเร็จ (Criteria): ต้องทำอย่างไรถึงจะสำเร็จ? (เช่น น้ำเข้าถึงพื้นที่ครบทุกช่อง ไม่รั่ว ใช้งานง่าย ฯลฯ)
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)	
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนสามารถสรุปข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและเกณฑ์ความสำเร็จ	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการคูณออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษาสวน: การประยุกต์ใช้ความรู้” นักเรียนเรียนรู้ข้อมูลที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่ตัวละครรวบรวมข้อมูล	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (2 คาบ) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจัดทำตารางรวบรวมข้อมูล ความรู้ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา “การรดน้ำให้ครบทุกช่องของสวน 5x5” โดยอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และบันทึกข้อผู้ที่รับผิดชอบการค้นคว้าแต่ละประเด็น ในตารางที่กำหนดให้ พร้อมให้คำถามขั้นสูงเพิ่มเติม ได้แก่ 1. ผู้เรียนคิดว่าปัญหาการรดน้ำในสวน 5x5 อาจเกิดจากปัจจัยใดบ้าง? 2. มีวิธีการรดน้ำแบบใดบ้างที่เคยพบเห็น/ศึกษา (เช่น ใช้ขวดเจาะรู ใช้สายยาง ระบบหยด ฯลฯ)
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนเข้าใจวิธีการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาและเห็นความสำคัญของการเปรียบเทียบและเลือกแนวทางที่เหมาะสม	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการคูณออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษาสวน: ผังไอเดียสวนอัจฉริยะ 5x5” นักเรียนเรียนรู้การออกแบบแนวคิดต่าง ๆ ของตัวละคร เช่น ระบบขวดเดียว vs ระบบเครือข่ายสายยาง ข้อดีข้อด้อยของแต่ละแนวคิด และจดบันทึกวิธีการตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (3 คาบ) ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยอ้างอิงจากข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นที่ 2 ให้เขียน/วาด/สเก็ตช์แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างน้อย 2 วิธี เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย แล้วเลือกแนวทางที่ดีที่สุด พร้อมเหตุผลประกอบ จากนั้นร่างแผนผังหรือแบบจำลอง (Diagram) ของสวน 5x5 ช่อง พร้อมจุดวางระบบรดน้ำ
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)	
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนเข้าใจกระบวนการสร้างต้นแบบ วางแผน และปรับปรุงต้นแบบตามผลลัพธ์	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการคูณออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษาสวน: ปฏิบัติการติดตั้งระบบน้ำหยดอัจฉริยะ” นักเรียนเรียนรู้ขั้นตอนการวางแผนและสร้างต้นแบบ เช่น การจัดวางต้นไม้และขวดน้ำ การใช้สายยางเก่าและเจาะรูเพื่อให้น้ำหยดสม่ำเสมอ การทดสอบและปรับปรุงต้นแบบครั้งแรก และจดบันทึกปัญหาและวิธีการปรับปรุงต้นแบบของตัวละคร	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (5 คาบ) นักเรียนวางแผนลำดับขั้นตอนการสร้างต้นแบบ (Prototype) อย่างเป็นระบบ ระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ แบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน และลงมือสร้าง ต้นแบบจริง โดยคำนึงถึง ความปลอดภัย ความเป็นไปได้ และความคิดสร้างสรรค์เมื่อสร้างเสร็จ ให้บันทึกข้อสังเกตและปัญหาที่พบ โดยให้กรอกข้อมูลลงตารางหรือตอบคำถามที่กำหนดให้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับขั้นต่อไป ขั้นที่ 5 (การทดสอบและปรับปรุง) โดยให้ระบุข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1: การวางแผนลำดับขั้นตอน ส่วนที่ 2: รายการวัสดุและอุปกรณ์ตรวจสอบความปลอดภัย ส่วนที่ 3: การลงมือสร้างต้นแบบ
ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement)	

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนเข้าใจวิธีทดสอบและปรับปรุงต้นแบบเพื่อให้ได้ตามผลลัพธ์ที่ต้องการและสามารถอธิบายขั้นตอนการทดสอบและปรับปรุงต้นแบบได้	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการตอนออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษโลก: ทดลองจริงในสวนต้นแบบ” นักเรียนเรียนรู้ขั้นตอนการทดสอบและปรับปรุง เช่น การเปิดน้ำเข้าสู่ระบบ การสังเกตช่องที่น้ำไปถึงและไม่ถึง การปรับแรงดันน้ำ ขนาดรูหยด และตำแหน่งท่อ การปรับแผ่นรองน้ำเพื่อกระจายน้ำได้ดีขึ้น และจัดบันทึกการแก้ไขปัญหาและผลการปรับปรุง	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (4 คาบ) นักเรียนนำต้นแบบมาทดลอง และทำการบันทึกวิดีโอในการทดลอง และปรับปรุงแก้ไขในกรณีต้นแบบไม่สามารถทำงานได้จริงตามที่กำหนด
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)	
ผลลัพธ์ที่คาดหวัง นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาและชิ้นงาน การใช้ข้อมูลและผลการทดลองประกอบการสื่อสาร การรับฟังข้อเสนอแนะและปรับปรุงงาน และสามารถสื่อสารและนำเสนอเชิงสร้างสรรค์	
ช่วงการเรียนรู้นอกเวลา นักเรียนอ่านบทเรียนการตอนออนไลน์เรื่อง “นวัตกรรมน้ำหยดรักษโลก: การก้าวสู่การเปลี่ยนแปลงโลกสีเขียว” นักเรียนเรียนรู้วิธีการนำเสนอของตัวละคร เช่น การอธิบายแนวคิดและขั้นตอนการสร้างระบบน้ำหยด การสาธิตการทำงานของต้นแบบ การใช้ข้อมูลผลการทดลองประกอบการนำเสนอ การรับฟังข้อเสนอแนะและการปรับปรุง และจัดบันทึกแนวทางการสื่อสารและการนำเสนอที่ดี	ช่วงกิจกรรมในชั้นเรียน (2 คาบ) นักเรียนนำเสนอต้นแบบที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว และทำการบันทึกวิดีโอผลการทดลอง โดยให้นักเรียนจัดทำคลิปวิดีโอ ในการส่งชิ้นงาน

Table 2 เกณฑ์ประเมินชิ้นงานสะท้อนทักษะความเป็นนวัตกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้

ทักษะ	ระดับ 5: มากที่สุด	ระดับ 4: มาก	ระดับ 3: ปานกลาง	ระดับ 2: น้อย	ระดับ 1: น้อยที่สุด
1. ทักษะการสังเกต	สามารถสังเกตเห็นรายละเอียดที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกับปัญหาได้อย่างชัดเจน	สามารถสังเกตเห็นรายละเอียดที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับปัญหา	สามารถสังเกตเห็นรายละเอียดพื้นฐานของปัญหา	สังเกตเห็นรายละเอียดได้น้อยมาก หรือไม่สามารถสังเกตเห็นปัญหาได้	ไม่สามารถสังเกตเห็นปัญหาได้เลย
2. ทักษะการค้นคว้าข้อมูล	สามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย และนำมาวิเคราะห์สังเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	สามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และนำมาวิเคราะห์ได้	สามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดให้ได้	ค้นคว้าข้อมูลได้น้อย หรือไม่สามารถค้นคว้าข้อมูลได้	ไม่สามารถค้นคว้าข้อมูลได้เลย
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์	สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง และเสนอแนวทางแก้ไขที่เป็นนวัตกรรม	สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้หลายแง่มุม และเสนอแนวทางแก้ไขที่หลากหลาย	สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง และเสนอแนวทางแก้ไขได้	วิเคราะห์ปัญหาได้เพียงผิวเผิน หรือไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้เลย
4. ทักษะการวางแผน	สามารถวางแผนการทำงานได้อย่างละเอียดรอบคอบ และปรับเปลี่ยนแผนได้ตามสถานการณ์	สามารถวางแผนการทำงานได้อย่างมีระบบ และปฏิบัติตามแผนได้	สามารถวางแผนการทำงานได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังขาดความละเอียด	วางแผนการทำงานได้น้อย หรือไม่สามารถวางแผนการทำงานได้	ไม่สามารถวางแผนการทำงานได้เลย
5. ทักษะการทำงานร่วมกัน	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นผู้นำในการแก้ปัญหา	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี และสามารถรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ แต่ยังขาดทักษะในการเป็นผู้นำ	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้น้อย หรือไม่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	ไม่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เลย
6. ทักษะการทดสอบและประเมินผล	สามารถออกแบบการทดลองและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำผลลัพธ์ไปปรับปรุงแก้ไขได้	สามารถออกแบบการทดลองและประเมินผลได้ และสามารถอธิบายผลลัพธ์ได้	สามารถออกแบบการทดลองได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังขาดทักษะในการประเมินผล	ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ หรือไม่สามารถประเมินผลได้	ไม่สามารถออกแบบการทดลองและประเมินผลได้เลย
7. ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ	สามารถสื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้อย่างชัดเจน มีประสิทธิภาพ และน่าสนใจ	สามารถสื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้อย่างชัดเจน และกระตุ้นให้ผู้สนใจสนใจ	สามารถสื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้ แต่ยังขาดความน่าสนใจ	สื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้น้อย หรือไม่สามารถสื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้	ไม่สามารถสื่อสารและนำเสนอความคิดเห็นได้เลย

(3) แบบทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรมถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินระดับทักษะของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของทักษะความเป็นนวัตกรรมที่ใช้เป็นกรอบในการวิจัย เพื่อนำมากำหนดขอบเขตและโครงสร้างของแบบทดสอบ ข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยออกแบบในรูปแบบสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนพิจารณาและเลือกคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ข้อคำถามถูกจัดเรียงและแบ่งตามทักษะย่อย จำนวน 7 ด้าน ได้แก่ ทักษะการสังเกต (ข้อที่ 1–3) ทักษะการค้นคว้าข้อมูล (ข้อที่ 4–6) ทักษะการคิดวิเคราะห์ (ข้อที่ 7–9) ทักษะการวางแผน (ข้อที่ 10–11) ทักษะการทำงานร่วมกัน (ข้อที่ 12–13) ทักษะการทดสอบและประเมินผล (ข้อที่ 14–17) และทักษะการสื่อสารและนำเสนอ (ข้อที่ 18–20)

ทั้งนี้ข้อสอบแต่ละข้อได้รับการออกแบบให้วัดการคิดเชิงกระบวนการและการตัดสินใจของผู้เรียนในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทของกิจกรรม ตัวอย่างข้อสอบแสดงดัง Figure 3 ต่อไปนี้

ทักษะการสังเกต	ทักษะการค้นคว้าข้อมูล
ต้นสูงบางต้นทำให้ร่มไม่ถึง นักเรียนจะสังเกตอะไรบ้าง? * ☐ ความสูงเฉลี่ยของต้นทั้งหมด ☐ สันเกศเฉพาะต้นสูงสุด ☐ ความชื้นดินเฉพาะข้อที่อยู่กลางแจ้ง ☐ ความสูงและตำแหน่งร่ม	แหล่งข้อมูลใดเหมาะที่สุดในการหาข้อมูลความต้องการน้ำของผักแต่ละชนิด? * ☐ เค้าถาม ☐ หนังสือ/เว็บไซต์วิชาการ ☐ ความเห็นเพื่อนในกลุ่ม ☐ โปสเตอร์พืช
ทักษะการคิดวิเคราะห์	ทักษะการวางแผน
นักเรียนมีระบบรดน้ำหลายแบบ นักเรียนจะเลือกแบบไหนดี? * ☐ ดูจากกลุ่มอื่น ๆ ที่ทำและประสบความสำเร็จ ☐ เลือกวิธีง่ายที่สุด ☐ วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ ☐ ทำตามคำแนะนำเพื่อนในกลุ่ม	การจัดลำดับความสำคัญควรทำอย่างไร? * ☐ รดน้ำช่องที่ต้องการน้ำมากที่สุดก่อน ☐ รดตามใจชอบ ☐ รดช่องง่ายก่อน ☐ รดแบบสุ่ม
ทักษะการทำงานร่วมกัน	ทักษะการทดสอบและประเมินผล
เพื่อนบางคนทำงานช้ากว่ากำหนด นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อให้งานเสร็จและทุกคนมีส่วนร่วม? * ☐ ให้เพื่อนช่วยคิดสิ่งใหม่ๆ ขึ้นมา ☐ ให้เพื่อนทำตามเดิม แต่เราทำส่วนของตัวเองเต็มที่ ☐ ทำงานแทนเพื่อนที่ช้า ☐ แบ่งงานใหม่ให้เพื่อนทำส่วนที่ง่ายกว่าและช่วยกันทำ	หลังทดลองระบบรดน้ำ นักเรียนพบว่าบางช่องน้ำไม่ทั่วถึง นักเรียนจะทำอย่างไร? * ☐ วัดปริมาณน้ำในแต่ละช่อง บันทึกผล และปรับตำแหน่งหัวน้ำตามข้อมูลที่ได้ ☐ ให้เพื่อนลองปรับหัวน้ำแล้วสังเกตผล ☐ ปรับตำแหน่งหัวน้ำแบบสุ่มโดยไม่บันทึกผล ☐ รดน้ำมือเฉพาะช่องที่ขาดน้ำ
ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ	
“เมื่อต้องนำเสนอระบบรดน้ำให้เพื่อนหรือครูฟัง นักเรียนจะอย่างไรให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพและเข้าใจง่าย?” ☐ เล่าเรื่องราวจากประสบการณ์และเชื่อมโยงกับระบบรดน้ำ ☐ ใช้ตัวอย่างจริงและภาพ/แผนผังประกอบ พร้อมอธิบายขั้นตอนการทำงาน ☐ ให้เพื่อนช่วยอธิบายบางส่วนแล้วตนเองสรุปภาพรวม ☐ ใช้ภาพประกอบเพียงบางส่วนและเน้นอธิบายความคิดของตนเอง	

Figure 3 ตัวอย่างข้อคำถามและตัวเลือกในแบบวัดทักษะความเป็นนวัตกรรม

(4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ใช้สำรวจความคิดเห็นและความรู้สึกของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน พัฒนาโดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจด้านการเรียนการสอน เพื่อนำมากำหนดองค์ประกอบและประเด็นคำถามให้ครอบคลุมสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การแจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการสอน สื่อการเรียนรู้ บรรยากาศในชั้นเรียน และการวัดและประเมินผล หลังจากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจผ่านระบบ Google Form โดยใช้เวลาประมาณ 25 นาที ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้งนี้ การแปลผลค่าเฉลี่ยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00–1.49 หมายถึง น้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50–2.49 หมายถึง น้อย ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50–3.49 หมายถึง ปานกลาง ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50–4.49 หมายถึง มาก และค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50–5.00 หมายถึง มากที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการวิจัยทางการศึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัยและกรอบแนวคิดของการศึกษา โดยใช้ดัชนีความ

สอดคล้องของเนื้อหาที่กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น +1 เมื่อมีความสอดคล้อง 0 เมื่อไม่แน่ใจ และ -1 เมื่อไม่สอดคล้อง ผลการประเมินพบว่าเครื่องมือทุกฉบับมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67–1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงเครื่องมือก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

ผลการวิจัย

ผลการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในชั้นเรียน พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาผ่านบทเรียนการตูนออนไลน์ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมเชิงปฏิบัติในชั้นเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นจึงจัดกิจกรรมในชั้นเรียนตามขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การระดมความคิด การออกแบบแนวทางแก้ปัญหา การสร้างต้นแบบ การทดสอบ และการปรับปรุงผลงาน จากการดำเนินการออกแบบกิจกรรมดังกล่าว พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ กิจกรรมได้รับการปรับให้สอดคล้องกับโครงสร้างรายวิชาและข้อกำหนดด้านเวลาเรียนของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้ครบถ้วนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลจากการพัฒนาการเรียนรู้อย่างดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า บทเรียนการตูนออนไลน์สามารถใช้เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนเพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนและลักษณะการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้วัดและประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรม ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Table 3 ผลการประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมด้วยการสังเกตพฤติกรรม

ทักษะย่อย	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	(S.D.)	ระดับ
1. ทักษะการสังเกต	3.85	0.63	มาก
2. ทักษะการค้นคว้าข้อมูล	4.15	0.63	มาก
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์	4.03	0.71	มาก
4. ทักษะการวางแผน	4.08	0.84	มาก
5. ทักษะการทำงานร่วมกัน	4.23	0.71	มาก
6. ทักษะการทดสอบและประเมินผล	4.03	0.74	มาก
7. ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ	4.05	0.89	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.06	0.73	มาก

จาก Table 3 ผลการประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนด้วยการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน พบว่าคะแนนทักษะความเป็นนวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$ S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าค่าเฉลี่ยของทักษะแต่ละด้านอยู่ในช่วงเดียวกัน โดยทักษะการวางแผนและทักษะการคิดวิเคราะห์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่ทักษะการทำงานร่วมกันมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ทั้งนี้ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละด้านอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณารายการประเมินย่อย พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมด้านการมีส่วนร่วมในการวางแผน การเสนอแนวคิด และการปรับปรุงผลงานอยู่

ในระดับมาก และจาก (Table 5) ผลการทดสอบทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 10.812$, $p = .000$)

Table 4 ผลการวัดทักษะความเป็นนวัตกรรมด้วยข้อสอบรายบุคคล (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

ผลการวัด	คะแนน	$\bar{x}$	S.D.	μ 80%	t	P
สูงสุด	20	18.54	1.47	16	10.812	0.000
ต่ำสุด	14					

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ผลคะแนนสอบแยกตามทักษะย่อย พบว่า นักเรียนสามารถทำข้อสอบได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ในทุกทักษะย่อย โดยทักษะที่มีร้อยละการตอบถูกสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ทักษะการวางแผน ทักษะการค้นคว้าข้อมูล และทักษะการคิดวิเคราะห์ ขณะที่ทักษะการทำงานร่วมกันและทักษะการทดสอบและประเมินผลมีร้อยละการตอบถูกต่ำที่สุด

Table 5 ผลการวัดทักษะความเป็นนวัตกรรมแยกตามทักษะย่อย

ทักษะย่อย	ผลการวิเคราะห์แยกรายทักษะย่อย			
	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	(S.D.)	% ตอบถูก
1. ทักษะการสังเกต	3	2.74	0.50	91.33
2. ทักษะการค้นคว้าข้อมูล	3	2.97	0.16	99.00
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์	3	2.97	0.16	99.00
4. ทักษะการวางแผน	2	2.00	0.00	100.00
5. ทักษะการทำงานร่วมกัน	2	1.64	0.49	82.00
6. ทักษะการทดสอบและประเมินผล	4	3.48	0.60	87.00
7. ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ	3	2.71	0.51	90.33

Table 6 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. ครูมีการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน	4.36	0.78	มาก
2. เนื้อหาที่เรียนมีความน่าสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.21	0.77	มาก
3. เนื้อหาที่เรียนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.28	0.72	มาก
4. วิธีการสอนของครูมีความหลากหลายและน่าสนใจ	4.26	0.75	มาก
5. ครูใช้สื่อการสอนที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.36	0.74	มาก
6. ครูคอยให้คำปรึกษาและชี้แนะระหว่างทำกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
7. ครูสามารถกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ไม่น้อยเพียงใด	4.31	0.66	มาก
8. บรรยากาศในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้	4.08	0.77	มาก
9. ครูมีวิธีการประเมินกิจกรรมที่ชัดเจน	4.31	0.80	มาก
10. ภาพรวมพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน	4.31	0.66	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.31	0.72	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$ S.D. = 0.72) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายการ พบว่า รายการที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูคอยให้คำปรึกษาและชี้แนะระหว่างการทำกิจกรรม ($\bar{X} = 4.67$ S.D. = 0.58) อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้สื่อการสอนที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดี ($\bar{X} = 4.36$ S.D. = 0.74) และการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน ($\bar{X} = 4.36$ S.D. = 0.78) ซึ่งอยู่ในระดับมาก ขณะที่รายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือบรรยากาศในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.08$ S.D. = 0.77) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของทุกรายการยังคงอยู่ในระดับมาก

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถส่งเสริมทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้ในระดับสูง ทั้งในภาพรวมและในองค์ประกอบย่อยของทักษะ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีข้อจำกัดด้านเวลาเรียน ข้อค้นพบดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากบทบาทของบทเรียนการตูนออนไลน์ในฐานะสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหา สถานการณ์ และลำดับขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมก่อนเข้าสู่กิจกรรมปฏิบัติจริงในชั้นเรียน สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ของ Piaget และ Vygotsky ที่เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมและการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม รวมทั้งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยสื่อผสมของ Mayer (2005) และทฤษฎีภาระทางปัญญาของ Sweller (2011) ที่ชี้ให้เห็นว่า การจัดเตรียมสื่อก่อนเรียนสามารถช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาและเอื้อให้ผู้เรียนใช้เวลาในชั้นเรียนกับการลงมือปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อพิจารณาในเชิงกระบวนการ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานทบทวนวรรณกรรมของ Astaño (2025) และ Rahim & Mahmud (2025) ที่ระบุว่าข้อจำกัดด้านเวลาเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการจัดกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในห้องเรียน การใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนในงานวิจัยนี้จึงทำหน้าที่เป็นกลไกเสริมที่ช่วยชดเชยข้อจำกัดดังกล่าว โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจขั้นตอนการระบุปัญหา การวางแผน และการทดลองแนวคิดล่วงหน้า ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและไม่ต้องเร่งรัดในแต่ละขั้นตอน ในด้านการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรม ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม ทดลอง และปรับปรุงแนวคิดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะความเป็นนวัตกรรมตามแนวคิดของ Dyer et al. (2011) โดยเฉพาะทักษะการตั้งคำถาม การทดลอง และการเชื่อมโยงแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ทั้งนี้ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยนี้ที่นักเรียนสามารถจัดทำวิดีโอเพื่อนำเสนอผลงานการกิจกรรมออกแบบวิธีการรดน้ำแปลงผักในตาราง 5x5 ช่องให้ได้รับน้ำอย่างทั่วถึง ซึ่งสะท้อนกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการตัดสินใจเชิงออกแบบของผู้เรียน ดังตัวอย่างที่แสดงใน Figure 4

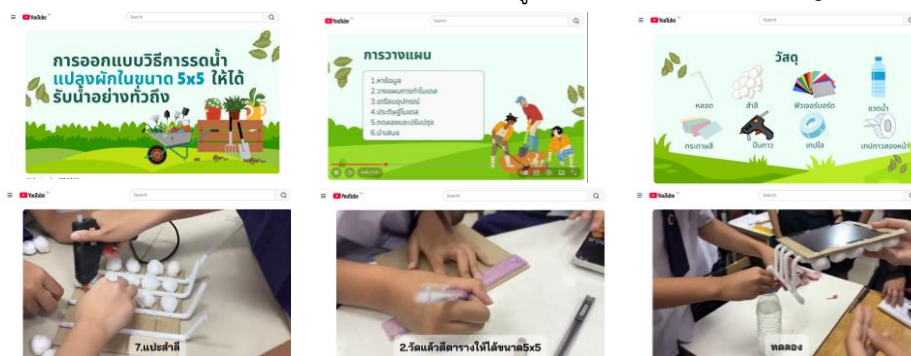


Figure 4 ตัวอย่างการนำเสนอผลงานการกิจของนักเรียน

นอกจากนี้ การใช้การตูนออนไลน์เป็นสื่อก่อนเรียนยังมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เนื่องจากการตูนสามารถนำเสนอแนวคิดที่ซับซ้อนผ่านภาพและเรื่องราวที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับข้อเสนอของ Yang & Sun (2021) และ Hosler & Boomer (2011) ที่ชี้ว่าภาษาและภาพในการตูนที่เหมาะสมสามารถช่วยสร้างความเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียน และเอื้อต่อการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา รวมถึงสนับสนุนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Clark & Lyons (2011) และ Eppler & Harju (2008) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ยังสนับสนุนผลการวิจัยในเชิงคุณภาพ โดยพบว่าโดยรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.72) ซึ่งสะท้อนว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถตอบสนองลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนและบริบทของการจัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้บทเรียนการตูนออนไลน์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนได้ โดยเฉพาะในบริบทที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในการสร้างชิ้นงานจากการเรียนในระดับชั้นก่อนหน้า ทั้งนี้ เนื่องจากการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางการพัฒนาผู้เรียนที่สถานศึกษาใช้มาอย่างต่อเนื่อง ทักษะที่เกิดขึ้นจึงเป็นการต่อยอดจากความคุ้นเคยเดิมของผู้เรียน การพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมจึงควรจัดกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องและเพิ่มระดับความซับซ้อนของเนื้อหาอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

2. การนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียนด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการเข้าถึงบทเรียนการตูนออนไลน์ รวมถึงการส่งเสริมความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนเรียนในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเตรียมความพร้อมและมีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงปฏิบัติได้อย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. งานวิจัยในอนาคตอาจนำบทเรียนการตูนออนไลน์ที่ใช้เป็นสื่อเตรียมความพร้อมไปประยุกต์ใช้กับหัวข้อเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อศึกษาความเหมาะสมของสื่อในบริบทที่หลากหลาย และเปรียบเทียบผลต่อการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมของผู้เรียน

2. ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือวิจัยสำหรับการวัดและประเมินทักษะความเป็นนวัตกรรมให้มีความละเอียดและความเที่ยงตรงมากขึ้น โดยเฉพาะการปรับคำอธิบายระดับพฤติกรรมในเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญ และการปรับข้อคำถามในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์การเรียนรู้ตามขอบเขตกิจกรรม เพื่อให้การประเมินสะท้อนทักษะของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

3. งานวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรม การตัดสินใจ และการปรับปรุงแนวคิดในแต่ละรอบของการออกแบบ เพื่อทำความเข้าใจกลไกการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมอย่างเป็นระบบ และระบุได้ชัดเจนว่าขั้นตอนใดของกระบวนการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะแต่ละองค์ประกอบ

4. งานวิจัยในอนาคตอาจออกแบบการวิจัยเชิงเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การเปรียบเทียบการใช้บทเรียนการตูนออนไลน์เป็นสื่อเตรียมความพร้อมกับสื่อประเภทอื่น หรือการเปรียบเทียบระดับการใช้สื่อออนไลน์ในรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อศึกษาผลต่อการพัฒนาทักษะความเป็นนวัตกรรมในบริบทที่แตกต่างกัน และช่วยเพิ่มความชัดเจนเกี่ยวกับบทบาทของสื่อและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการสร้างสรรค์ผลงานทางวิชาการ ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา พ.ศ. 2568

References

- Astaño J. C. (2025). Trends and challenges in the classroom implementation of engineering design process (EDP): A systematic literature review. *International Journal of Education Science* 2(1), 55–74.
- Bao, W. (2020). COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of PekinUniversity. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 113-115.
- Chinmuaeng, S. & Bongkotphet, T. (2019). STEM approach based on engineering design process on sound for enhance of creativity and innovation of the 11th grade students. *Journal of Education, Burapha University*, 31(1), 59-74. [in Thai]
- Cholsin, J. (2016). *The action research for developing STEM approach based on engineering design process to promote collaborative problem solving competency in stoichiometry* (Master's thesis). Faculty of Education, Naresuan University. [in Thai]
- Clark, R. C., & Lyons, C. (2011). *Graphics for learning: Proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals for instruction*. New York: John Wiley & Sons.
- Davenport, T. H. & Beck, J. C. (2001). *The attention economy: Understanding the new currency of business*. Boston: Harvard Business School Press.
- Dyer, J., Gregersen, H. B., & Christensen, C. M. (2011). *The innovator's DNA: Mastering the five skills of disruptive innovators*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Eppler, M. J. & Harju, M. (2008). Exploring the effects of concept mapping on knowledge construction. *International Journal of Educational Research* 47(6), 341-358.
- Graham, C. R. (2013). Emerging practice and research in blended learning. In M. G. Moore (Ed.), *Handbook of distance education* (pp. 333-350). Routledge.
- Hosler, J., & Boomer, K. B. (2011). Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science?. *CBE-Life Sciences Education*, 10, 309-317.
- Hrastinski, S. (2019). What do we mean by blended learning?. *Innovations in Education and Teaching International*, 56(1), 1-9.
- Hutsamin, N. (2019). *STEM education based on engineering design process for developing grade 10 students' collaborative problem solving competencies in motions topic* (Independent study in science education). Faculty of Education, Naresuan University. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *STEM Education*. Bangkok, Thailand: Ministry of Education. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Engineering design process for*

- STEM education*. Bangkok, Thailand: IPST. [in Thai]
- Irvine, V., Ritzhaupt, C., & Belland, B. R. (2020). A synthesis of design principles for authentic learning environments in online and blended contexts. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1563-1592.
- Jaisamer, K. (2024). *Effects of using learning process based on STEM education on science concepts and teamwork collaboration competency for grade 6 students* (Master's thesis). Faculty of Education, Chiang Mai University. [in Thai]
- Klaharn, P. (2020). *The development of learning activities based on design thinking and project-based learning to enhance innovator skills of grade 10 students*. (Master 's thesis) Graduate School, Silpakorn University. [in Thai]
- Klaichun, P. (2020). Innovatorship enhancement model for undergraduate programs of private universities in Thailand (Doctor of education dissertation). Graduate School, Rangsit University. [in Thai]
- Lertyosbordin, C. (2018). *Development of computer science's learning management model by using engineering design process with online simulation to enhance problem-solving ability for primary 6 students* (Master's thesis). Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Lloyd, M., Cochrane, T., Narayan, V., & Goerke, L. (2020). Hybrid online learning designs: Pedagogical synergy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-18.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). New York: Cambridge University Press.
- Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2014). *Learning online: What research tells us about whether, when and how*. New York: Routledge.
- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (Revised edition, B.E. 2560)*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Moorhouse, B. L. (2021). Adapting pedagogy innovatively: Online active learning and collaborative practice in a teacher education programme during COVID-19. *Journal of Further and Higher Education*, 45(5), 682-696.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Science and technology core learning standards and indicators for lower secondary education (Revised edition, B.E. 2560)*. Bangkok: Ministry of Education. [in Thai]
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. Newyork: OECD.
- Puklit, N. (2022). *Effects of creativity-based learning to develop innovator skills of grade 11 students: A mixed-methods study* (Master's thesis). Faculty of Education, Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Rahim R. A. & Mahmud S. N. D. (2025). Integrating the engineering design process (EDP) in STEM classroom:

- A systematic literature review of impacts and challenges. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(3), 1661–1679.
- Seufert, S., Häfner, M., & Stein, A. (2021). Digital inequality during the COVID-19 pandemic: A systematic review. *Sustainability*, 13(21), Article 12189.
- Sithsungnoen, C., Saphuksri, S., Aonpa, S., Chatiyanon, B., Chanintarapum, A., Poomrarueng, A. & Sooksena, S. (2022). Activity-based learning management integrated with technology to promote students innovativeness and creative products. *Journal of Humanities & Social Sciences*, 20(2), 89-110. [in Thai]
- Sitthiwong, T. & Namwong-onk, S. (2019). The effect of using multimedia electronic books on portable computers for lower secondary school students. *Journal of Education and Innovation*, 23(1), 156–166. [in Thai]
- Srisawad, P. (2023). *Learning management for learner empowerment to innovatorship* (Research report). Surat Thani: Surat Thani Rajabhat University. [in Thai]
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76.
- Thontan, K. (2020). *Development an assessment tool of innovator for senior high school students in northeastern: mixed methods research* (Master's thesis). Faculty of Education, Khon Kaen University. [in Thai]
- Tidma, P. (2015). *Development of creative thinking in human systems through engineering design process following STEM education for grade 8 level* (Master's thesis). Faculty of Education, Naresuan University. [in Thai]
- Vo, N. T., Smith, B. P., & Nelson, J. L. (2021). Comparing traditional lecture to active learning on student learning and engagement. *Journal of Chemical Education*, 98(11), 3458-3468.
- Wattanasritanang, S. (2025). Blended learning and flexible learning towards a new paradigm for Thai education. *Chintasit Academic Journal Online*, 3(1), 81-91. [in Thai]
- Wee, B. S., Cho, Y. J., & Jeong, H. (2020). Using cartoon storytelling to promote learners' conceptual understanding and motivation in the ill-structured problem-solving process. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1675-1697.
- Weeraphan, M. (2020). Promoting collaborative problem solving competencies with learning management according to STEM education through an engineering design process for mattayomsuksa 5 students about plant response (Master's thesis). Faculty of Education, Naresuan University. [in Thai]
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. Geneva: World Economic Forum.
- Yang, E. M., & Sun, C. Y. (2021). The effect of cartoon-based instruction on student learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(1), 145-165.
- Yonsuriyan, N. (2020). *Effects of project-based learning integrated with STEM education on innovator skills and creative products of grade 5 students* (Master's thesis). Graduate School, Silpakorn University. [in Thai]