

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง

อุไรพร โพธิ์โต¹, พัชรี โตแก้ว ทองรัตน์^{2*}, ภาวิชัยพร กิจพัฒนาสมบัติ³ และนฤเทพ สุวรรณธาดา⁴

¹โครงการหนูน้อยวิศกร อัจฉริยะสร้างได้ตั้งแต่เด็ก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁴คณะดิจิทัลมีเดียและศิลปะภาพยนตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

*²fengpr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนากำลังคนที่มีสมรรถนะด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 21 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนผ่านแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ (IDT ML-PBL) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง โดยใช้ ADDIE Model เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบและดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง (อายุ 6-12 ปี) ที่เข้าร่วมโครงการ iDektep และได้รับการเรียนรู้ผ่าน 10-Week Innovative Learning Program ซึ่งมุ่งเน้นพัฒนาทักษะสำคัญ ได้แก่ การคิดเชิงระบบ ความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ การเขียนโปรแกรม การคิดเชิงวิเคราะห์ ความรอบรู้ด้านเทคโนโลยี ทักษะความเป็นผู้นำ และความสามารถในการปรับตัว

ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ผ่านแนวทาง IDT ML-PBL ส่งผลเชิงบวกต่อพัฒนาการของผู้เรียน โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละทักษะสะท้อนถึงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ จากกลุ่มการเรียนรู้ทั้ง 6 กลุ่ม (Gen) โดยเฉพาะในด้าน Technological Literacy (SK06) ($M = 94.6\%$, $SD = 2.05$) Programming (SK05) ($M = 90.9\%$, $SD = 2.94$), Analytical Thinking (SK04) ($M = 86.5\%$, $SD = 3.27$) และทักษะที่มีความแปรปรวนคือ Analytical Thinking มีความแตกต่างสูงระหว่างผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และ Programming แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแนวทางที่ใช้สามารถส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ ผลการประเมินผ่าน iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS) ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถในการนำ ความรู้และทักษะที่ได้รับไปแก้ปัญหาในบริบทจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน (SD) ของทักษะทั้ง 8 ด้านสะท้อนให้เห็นถึงความพร้อมของผู้เรียนในการศึกษาต่อและสามารถนำสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้ง การออกแบบการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวทาง Project-Based Learning (PBL), Competency-Based Learning (CBL) และ Multi-Literacies Learning (ML) สามารถเสริมสร้างสมรรถนะด้านวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ และการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับประเทศและนานาชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมยุคดิจิทัลและเศรษฐกิจฐานนวัตกรรม ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ สมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ การเรียนรู้ฐานสมรรถนะ การเรียนรู้แบบโครงงาน โครงการหนูน้อยวิศกร อัจฉริยะสร้างได้ตั้งแต่เด็ก



The Impact of iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) on the Development of Multidisciplinary Engineering Competencies in Middle Childhood Learners

Uraiporn Poto¹, Patcharee Toghaw Thongrattana^{2*}, Pawitporn Kitpatanasombat³ and
Naruetep Suwantada⁴

^{1,3}iDektep Project, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

⁴School of Digital Media and Cinematic Arts, Bangkok University

*fengprt@ku.ac.th

Abstract

The development of skilled human capital in engineering and technology is essential for advancing the digital and innovation-driven economy. This study explores learning processes and competency development through iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) using the ADDIE Model, with middle childhood learners (aged 6–12) participating in the 10-Week Innovative Learning Program to enhance eight core competencies, including Systems Thinking, Creativity, Design Skills, Programming, Analytical Thinking, Technological Literacy, Leadership, and Resilience.

Findings indicate significant competency growth across six learner groups (Gen), with strong progress in Technological Literacy (SK06) ($M = 94.6\%$, $SD = 2.05$), Programming (SK05) ($M = 90.9\%$, $SD = 2.94$), and Analytical Thinking (SK04) ($M = 86.5\%$, $SD = 3.27$). However, Analytical Thinking (SK04) exhibits high variability, while Programming (SK05) reflects diverse learning patterns, highlighting the need for targeted instructional strategies. Assessment via iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS) confirms learners' ability to apply acquired knowledge effectively in real-world problem-solving. The integration of Project-Based Learning (PBL), Competency-Based Learning (CBL), and Multi-Literacies Learning (ML) provides a structured approach to developing multidisciplinary engineering competencies, supporting workforce readiness at national and international levels and contributing to technological progress in the 21st century.

Keywords: Multi-Literacies Project-Based Learning, Multidisciplinary Engineering Competencies, Competency-Based Learning, Project-Based Learning, IDT ML-PBL

1. บทนำ

ยุคแห่งเศรษฐกิจฐานความรู้และการเปลี่ยนผ่านสู่สังคมดิจิทัล การพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ในผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง ถือเป็นรากฐานสำคัญในการเตรียมความพร้อมของเยาวชนไทยให้สามารถปรับตัวและแข่งขันได้ในบริบทโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว [1] วัยเด็กตอนกลางเป็นวัยที่สำคัญของพัฒนาการทางปัญญาและทักษะ การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในช่วงวัยนี้สามารถส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของบุคลากรแห่งอนาคต [2]

แนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ (Multi-Literacies Project-Based Learning: ML-PBL) เป็นวิธีการศึกษาที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน [3, 4] ช่วยเสริมสร้างทักษะทางวิศวกรรมผ่านการประยุกต์ใช้แนวคิดด้านเทคโนโลยี การคำนวณ และการแก้ปัญหาด้วยแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ [5] นอกจากนี้ ML-PBL สามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงของผู้เรียน และช่วยให้สามารถนำองค์ความรู้ไปปรับใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6]

โมเดลการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง คือ กรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบ iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่มุ่งเน้นพัฒนานวัตกรรมการศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะเชิงวิศวกรรมในเด็กวัยเรียน ผ่านโครงการพัฒนาวิชาการของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ใช้กิจกรรมที่ก่อให้เกิดพหุลักษณะ ด้วยหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ร่วมกับทักษะเชิงวิศวกรรมสำหรับเด็ก หลักสูตรนี้พัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลากว่า 4 ปี โดยใช้ระบบการประเมินผลตามแนวคิดฐานสมรรถนะเพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเชิงวิศวกรรมในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ในระดับมหภาค แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ได้กำหนดให้ การพัฒนากำลังคนที่มีศักยภาพทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี เป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์หลักของประเทศ เพื่อรองรับอุตสาหกรรมดิจิทัลและนวัตกรรมที่ขับเคลื่อนโดยปัญญาประดิษฐ์และระบบอัตโนมัติ [1] การเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการนำไปสู่การพัฒนากลไกทางการศึกษาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพของกำลังคนในอนาคต

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการศึกษาผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ด้วย ML-PBL ต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง ที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรมในเด็กวัยเรียนได้อย่างยั่งยืน ซึ่งวิศวกรในอนาคตจะทำงานในอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า ในเขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) ควรมีสมรรถนะที่จำเป็นหลายด้าน เช่น ความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกลพื้นฐาน การจัดการโครงการเทคโนโลยี ตลอดจนทักษะการแก้ปัญหาและนวัตกรรม สะท้อนให้เห็นว่าการทำงานในอุตสาหกรรมสมัยใหม่อย่างยานยนต์ไฟฟ้าต้องการวิศวกรที่มีความรู้และทักษะแบบพหุศาสตร์หลากหลายสาขา [7] และการที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเชิงวิศวกรรมและค้นพบความสนใจของตนเองตั้งแต่วัยเด็ก จะช่วยให้ผู้ปกครองและผู้เรียนสามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้ที่ชัดเจนและเป็นระบบในระดับที่สูงขึ้นต่อไป ซึ่งเป็นเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ทักษะในศตวรรษที่ 21 [6] การมีแนวทางที่ชัดเจนตั้งแต่วัยเด็กสามารถช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสาขาการศึกษาในระดับสูงและเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาไปเป็นกำลังสำคัญของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอนาคต [2]

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากรอบแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ (ML-PBL) และแนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ในผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง

2. เพื่อสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ผ่านการประยุกต์ใช้ iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิศวกรรมของผู้เรียน

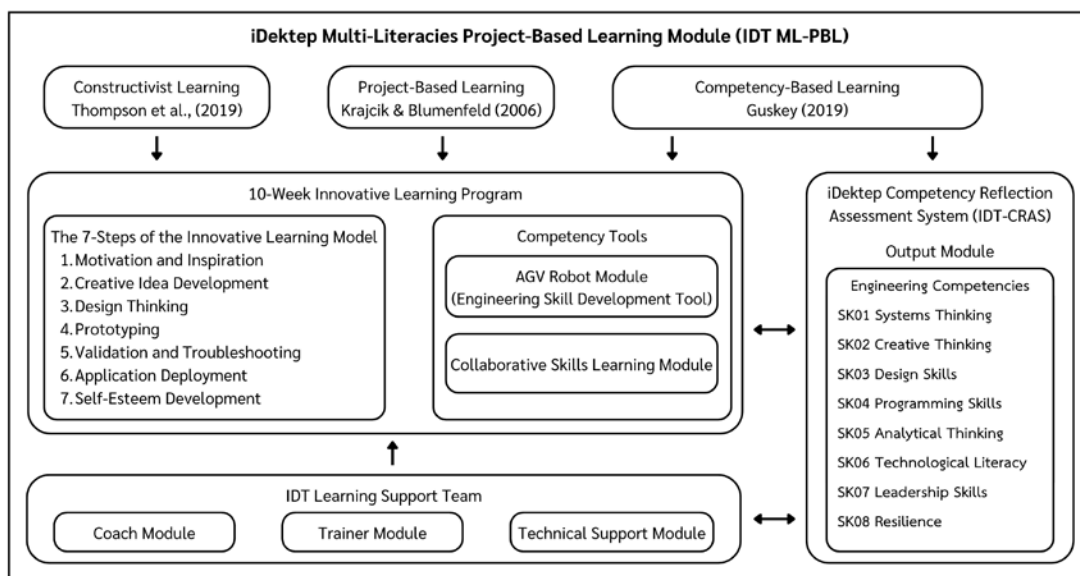
3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการประเมินสมรรถนะ ผ่านทักษะทั้ง 8 ด้าน

3. ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้มุ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้ผ่าน โครงการพหุลักษณะ ภายใต้แนวทาง iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงบูรณาการในสาขา STEM Education หลักสูตร Level 1: Fundamental Digital COBOT เป็นหลักสูตรพื้นฐานด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ผ่านกระบวนการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ (Learning Kit Box) โดยมีระยะเวลาการเรียนรู้ 10 สัปดาห์ รวม 20 ชั่วโมง การเรียนรู้ถูกออกแบบให้ใช้แนวทางการประเมินผลแบบอิงสมรรถนะ (Competency-Based Assessment) เพื่อติดตามและวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละทักษะ ผ่านการสังเกตสมรรถนะและบันทึกข้อมูลลงในระบบประเมินสมรรถนะ

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยคือ ผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง (อายุ 6-12 ปี) ที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตร Level 1: Fundamental Digital COBOT ภายใต้โครงการ iDektep โดยกลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกผ่านวิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้กลุ่มที่มีลักษณะตรงกับคุณสมบัติที่ต้องการศึกษา

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL)

การวิจัยนี้ใช้กรอบแนวคิด iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) ซึ่งเป็นโมเดลการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวทางการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Learning), การเรียนรู้ผ่านโครงการ (Project-Based Learning) และการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ (Competency-Based Learning) เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลางผ่านการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ โครงสร้างของ IDT ML-PBL ประกอบด้วย 10-Week Innovative Learning Program ซึ่งดำเนินการผ่าน 7-Steps of the Innovative Learning Model ตั้งแต่การสร้างแรงบันดาลใจไปจนถึงการพัฒนาความมั่นใจในตนเองของผู้เรียน มีผู้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ อาทิ โค้ช เทรนเนอร์ ทีมเทคนิค และใช้เครื่องมือในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะ เช่น AGV Robot และกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมที่เสริมสร้างทักษะเชิงวิศวกรรม ผ่านการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยระบบ IDT-CRAS ซึ่งวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนผ่าน 8 ทักษะ ที่สะท้อนสู่สมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ ได้แก่ การคิดเชิงระบบ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการออกแบบ การเขียนโปรแกรม การคิดวิเคราะห์ ความรอบรู้ด้านเทคโนโลยี ทักษะความเป็นผู้นำ และความสามารถในการปรับตัว

โดยสรุป โมเดล IDT ML-PBL ได้รับการออกแบบให้เป็นระบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านการบูรณาการองค์ความรู้และการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบหลักสูตรที่สามารถเสริมสร้างความพร้อมของผู้เรียนสำหรับการศึกษาระดับสูงและการประกอบวิชาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของอุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 การเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivist Learning) เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด การสำรวจ และการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน [8] แนวคิดนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยที่ระบุว่า การเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้นำไปใช้ในสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง [9, 10]

5.2 การเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning: PBL) กระบวนการที่ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ผ่านการทำโครงการที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ PBL มีรากฐานที่เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ และได้รับการพัฒนาต่อมาให้เหมาะสมกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 [11] งานวิจัยพบว่า PBL ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาชีพ [12] ในด้านวิศวกรรมศาสตร์ การเรียนรู้แบบโครงการช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ เป็นทักษะสำคัญในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ [13] ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ในหลักสูตรการศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี

5.3 การเรียนรู้ฐานสมรรถนะ (Competency-Based Learning: CBL) แนวทางที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ไม่ได้พิจารณาจากเวลาในการศึกษา แต่พิจารณาจากการบรรลุสมรรถนะที่กำหนด [14] การเรียนรู้ฐานสมรรถนะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในสายวิศวกรรม การเรียนรู้ฐานสมรรถนะมีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางเทคนิคที่ซับซ้อน [15]

5.4 การเรียนรู้แบบพหุลักษณะ (Multi-Literacies Learning: ML) กระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถตีความข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีและสื่อที่หลากหลาย งานวิจัยของ New London Group [16] ระบุว่า การเรียนรู้แบบพหุลักษณะสามารถส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การคิดเชิงระบบ และการบูรณาการองค์ความรู้จากหลายสาขาวิชา ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้ในการออกแบบหลักสูตรที่เน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 [17, 18]

5.5 การเรียนรู้แบบ STEM (STEM Education) เป็นการศึกษาแบบบูรณาการที่รวมองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง [19] การเรียนรู้แบบ STEM สามารถช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิศวกรรมและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การศึกษาของ Sanders [20] พบว่า การเรียนรู้แบบ STEM มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมของผู้เรียน ซึ่งช่วยเพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียนในการคิดวิเคราะห์และการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี

5.6 สมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ (Multidisciplinary Engineering Competencies) เป็นแนวคิดที่เน้นการบูรณาการองค์ความรู้จากหลายสาขาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในยุคที่เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว งานวิจัยของ Crawley et al. [21,22] ระบุว่า การศึกษาทางวิศวกรรมที่มีการบูรณาการข้ามศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบและการแก้ปัญหาแบบองค์รวม นอกจากนี้ งานวิจัยของ ณัฏฐา วอนศิริ และคณะ [23] ยังชี้ให้เห็นว่า การพัฒนาการพัฒนสมรรถนะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของนักเรียนโดยใช้การเรียนรู้การ

ออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนมีทักษะแก้ปัญหาซับซ้อนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะความสามารถในการระบุปัญหา ประเมินความซับซ้อนของปัญหา และเชื่อมโยงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ด้านต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย มีความใกล้เคียงกับแนวคิดสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Weeriya, K. [24] : ศึกษาการเรียนร่วมการทำงาน (Work-Integrated Learning) เพื่อเสริมสมรรถนะของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ให้เป็น “วิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูง” ที่ตอบโจทย์ภาคอุตสาหกรรมยุค 4.0 โดยให้นักศึกษาทำงานในสายการผลิตควบคู่กับการเรียนภาคทฤษฎี ใช้แนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามกรอบ CDIO เพื่อพัฒนาทักษะรอบด้าน สอดคล้องกับการมุ่งพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ (Multidisciplinary Engineering Competencies) เช่น การออกแบบกระบวนการผลิต การใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติ และการแก้ปัญหาเชิงระบบ ผลการประเมินชี้ว่านักศึกษามีทักษะเชิงเทคนิคและทักษะสากล เช่น การสื่อสารและการทำงานเป็นทีม ตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมยุคใหม่

Wang et al. [25] : ศึกษาสมรรถนะที่จำเป็นในวิศวกรรมศึกษาแบบสหวิทยาการ พบว่า สมรรถนะด้านการคิดเชิงระบบและการทำงานร่วมกันเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการวิศวกรรมที่มีความซับซ้อน

Kitcharoen et al. [26] : ศึกษาการฝึกอบรมพัฒนาวิชาชีพด้าน AIoT เพื่อเตรียมความพร้อมสมรรถนะ AI ของครู พบว่า การฝึกอบรมดังกล่าวช่วยเพิ่มความรู้และทักษะ AI ของครูอย่างมีนัยสำคัญ

Wang & Zarske [27] : วิเคราะห์ว่าโปรแกรมวิศวกรรมสหวิทยาการที่รวมสาขาวิศวกรรมกับหลักสูตรนอกวิศวกรรมสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับปริญญาและเส้นทางอาชีพของนักศึกษาได้

จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า การบูรณาการแนวทางการเรียนรู้แบบพหุลักษณะและการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับการส่งเสริมสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และทำให้ผู้เรียนเผชิญกับความท้าทายของเทคโนโลยีในอนาคต [26] ทั้งนี้ การบูรณาการแนวคิดและทฤษฎีเสริมสร้างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียน และการใช้แนวทาง ML-PBL เป็นการผสมผสานแนวคิด Multi-Literacies, Project-Based Learning และ Competency-Based Learning เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 แนวทางนี้สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หลักสูตรที่ส่งเสริมสมรรถนะเชิงวิศวกรรมข้ามศาสตร์จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับความท้าทายของโลกอนาคต

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้โมเดล ADDIE Model ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ Analysis (การวิเคราะห์), Design (การออกแบบ), Development (การพัฒนา), Implementation (การดำเนินการ) และ Evaluation (การประเมินผล) โดยสามารถอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับ Multi-Literacies Project-Based Learning (ML-PBL), STEM Education และ Competency-Based Learning และวิเคราะห์สมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาในกลุ่มผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง กำหนดกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง (อายุ 6-12 ปี) ที่เข้าร่วมโครงการ iDektep ใน Level 1 Gen 5 – Gen 10 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ แนวทางการประเมินผลสมรรถนะที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

2) การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อในการออกแบบได้ดังนี้

1. ออกแบบหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทาง ML-PBL และ STEM Education เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์

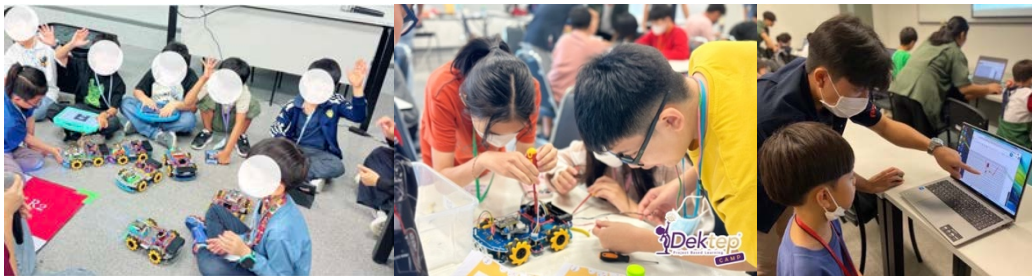
2. กำหนด 7-Steps of the Innovative Learning Model เป็นโครงสร้างหลักของการเรียนรู้

3. ออกแบบเครื่องมือวัดสมรรถนะโดยใช้ระบบ iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS)
4. ออกแบบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยอิงเกณฑ์ Competency-Based Assessment
- 3) การพัฒนา (Development) ผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดการพัฒนาออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้
 1. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ เช่น AGV Robot Module เป็นต้น
 2. จัดเตรียมระบบการฝึกอบรมสำหรับทีมที่ปรึกษาการเรียนรู้ (IDT Learning Support Team) ซึ่งประกอบด้วย โค้ช เทรนเนอร์ และผู้สนับสนุนทางเทคนิค
 3. พัฒนาแบบสะท้อนทักษะและสมรรถนะหลังเรียนร่วมกับแบบประเมินสมรรถนะของผู้เรียนตาม 8 ทักษะหลัก
- 4) การดำเนินการ (Implementation) ผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดการดำเนินงานและเก็บข้อมูลออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้
 - 1) นำแผนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นผู้เรียนวัยเด็กตอนกลางที่เข้าร่วมโครงการ iDektep
 - 2) จัดการเรียนรู้ตามโครงสร้าง 10-Week Innovative Learning Program โดยแบ่งการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอนของการเรียนรู้เชิงนวัตกรรมที่กระจายอยู่ในการเรียนรู้แต่ละสัปดาห์
 - 3) เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผ่านการสังเกตการเรียนรู้ของผู้เรียน บันทึกและติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบ IDT-CRAS เพื่อประเมินความก้าวหน้าของสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น เทคโนโลยีที่ใช้ และการสนับสนุนจากผู้สอน
- 5) การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดการประเมินผลเป็นหัวข้อได้ดังนี้
 1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการประเมินสมรรถนะ ผ่านทักษะทั้ง 8 ด้าน จากผลการประเมินในระบบ IDT-CRAS
 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความสนใจของผู้เรียน ทักษะเบื้องต้นด้านวิศวกรรม ความพร้อมทางเทคโนโลยี และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
 3. ประเมินแนวโน้มการพัฒนาผู้เรียนในระยะยาว วิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์กับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อแนวทางการพัฒนาผู้เรียนผ่านผลประเมินการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนใน 8 ทักษะหลัก
 4. นำผลการประเมินไปพัฒนาแนวทางการเรียนรู้ในอนาคต โดยการปรับปรุงกิจกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการสอนให้มีความเหมาะสมและส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้นำเสนอผลลัพธ์ตามกระบวนการ ADDIE Model เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้แบบโครงการพหุลักษณะ (IDT ML-PBL) และสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง ดังนี้

- 1) ผลการวิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์ลักษณะของผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ผู้เรียนมีระดับความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันเกี่ยวกับแนวคิดวิศวกรรมและการเขียนโปรแกรม สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้จึงมีผลสำคัญ โดยผู้วิจัยได้จัดให้บรรยากาศการเรียนรู้มีความสนุก ช่วยเหลือกัน ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และมีทีมสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ของโครงการ iDektep

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ เช่น เทคโนโลยีที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ ความพร้อมของอุปกรณ์ และแนวทางการสอนที่เหมาะสม มีความสอดคล้องและส่งผลต่อผู้เรียนในทุกมิติ เนื่องจากเนื้อหาในการเรียนรู้มีความซับซ้อน การเรียนรู้จึงต้องสนุกและเรียนรู้ผ่านการเล่นจะทำให้สามารถแสดงศักยภาพผ่านความรู้และทักษะของตนเองได้อย่างสมบูรณ์

แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพุทธศาสตร์ และกำหนด 8 ทักษะหลัก ของกลุ่มผู้เรียนทั้ง 6 กลุ่มพบว่า การบูรณาการแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานพหุลักษณะ (ML-PBL) ภายใต้กรอบแนวคิด iDektep ML-PBL ที่ประยุกต์ใช้ 7-Steps of the Innovative Learning Model ช่วยส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพุทธศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง (6–12 ปี) ได้อย่างเต็มที่และสร้างความรู้และแรงจูงใจผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในแต่ละขั้นตอน แต่ยังคงสอดคล้องกับทิศทางและความต้องการของตลาดแรงงานในศตวรรษที่ 21 ตามที่ World Economic Forum กำหนดไว้ใน Future of Jobs Report 2025 (WEF, 2025) สรุปได้ว่า 8 ทักษะหลักที่ควรได้รับการพัฒนาและปรับปรุงมีดังนี้ 1) การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) โดยผ่านขั้นตอน “สร้างแรงบันดาลใจ” และ “วางแผน” ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้มองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบในระบบ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานที่ต้องการความคิดเชิงวิเคราะห์และมองภาพรวมอย่างครบถ้วน (WEF, 2025) 2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ขั้นตอนการสร้างแรงบันดาลใจและการสะท้อนผลช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองแนวคิดใหม่ ๆ แก้ไขปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างและไม่ยึดติดกับวิธีเดิม ๆ 3) ทักษะการออกแบบ (Design Skills) “ตั้งเป้าหมาย” และ “วางแผน” ผู้เรียนได้ฝึกการออกแบบแนวทางแก้ปัญหาด้วยการวางแผนอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์หรือโซลูชันที่ตอบโจทย์ปัญหาจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามที่ตลาดแรงงานต้องการ 4) การเขียนโปรแกรม (Programming Skills) ภายใต้กระบวนการ “ดำเนินการ” ที่ผู้เรียนต้องลงมือใช้เครื่องมือดิจิทัลและความรู้ด้านเทคโนโลยี เช่น การใช้งาน AGV Robot Module ผู้เรียนจึงสามารถพัฒนาทักษะในการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหาเชิงเทคนิคได้อย่างเป็นระบบ 5) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) การวางแผนและกระบวนการประเมินผลด้วยระบบ IDT-CRAS ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกฝนการวิเคราะห์ข้อมูลและสถานการณ์อย่างมีเหตุผล 6) ความรอบรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Literacy) การที่ผู้เรียนได้ลงมือใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่และเครื่องมือดิจิทัลในกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้เกิดความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ 7) ทักษะความเป็นผู้นำ (Leadership Skills) การทำงานร่วมมือในทีม และการประสานงานกับโค้ช เทรนเนอร์ รวมถึงทีมสนับสนุน จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการขึ้นและบริหารจัดการงานในอนาคต 8) ความสามารถในการฟื้นตัว (Resilience) กระบวนการสะท้อนผลและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุและปรับปรุงจุดอ่อน จุดแข็งของตนเองได้ ในขณะเดียวกันก็พัฒนาความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การบูรณาการ 7-Steps of the Innovative Learning Model ภายใต้แนวทาง ML-PBL ได้วางรากฐานและเสริมสร้าง 8 ทักษะหลักที่จำเป็นต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพุทธศาสตร์อย่างครบถ้วนและต่อเนื่อง

2) ผลการออกแบบ (Design) ออกแบบ 10-Week Innovative Learning Program ที่มี 7-Steps of the Innovative Learning Model เพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำแนวทาง Project-Based Learning (PBL) ร่วมกับ Competency-Based Learning (CBL) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้มีให้ตอบโจทย์การพัฒนาทักษะที่จำเป็นในด้านวิศวกรรม โดยกิจกรรมแต่ละส่วนถูกกำหนดให้สอดคล้องกับ 7-Steps of the Innovative Learning Model ตั้งแต่ขั้นตอนสร้างแรงบันดาลใจ ไปจนถึง นำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งช่วยกระตุ้นและผลักดันให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์เชิงปฏิบัติที่มีคุณภาพและสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงได้

หลังจากได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แล้วผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบ iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS) โดยมุ่งเน้นให้สามารถติดตามและวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในด้านสมรรถนะที่ได้รับการพัฒนา 8 ทักษะหลัก ระบบ IDT-CRAS ออกแบบให้มีความสามารถในการวัดผลสัมฤทธิ์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีประเมินผ่านการสะท้อนทักษะและสมรรถนะของผู้เรียน ในสถานการณ์ในคลาสเรียนผ่านกิจกรรมที่

กำหนด โดยมีเทรนเนอร์ โค้ช ร่วมเป็นผู้บันทึกร่องรอยการเรียนรู้ของผู้เรียนในระบบ และผ่านการวิเคราะห์เพื่อประเมินเป็นทักษะและสมรรถนะที่แสดงผลในระบบต่อไป

3) ผลการพัฒนา (Development) พัฒนาและทดสอบ Learning Kit Box ซึ่งเป็นชุดสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการฝึกทักษะทางวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยสื่อการสอนและหุ่นยนต์ที่ออกแบบมารองรับกิจกรรมการเรียนรู้ ทดลองและปฏิบัติจริงในห้องเรียน คำนึงถึงความเหมาะสมและประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะวิศวกรรม เช่น การออกแบบ การแก้ปัญหา และการใช้เทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ ผลจากการทดสอบแสดงให้เห็นว่า Learning Kit Box สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงปฏิบัติ โดยผู้เรียนต้องประกอบเองตั้งแต่ต้นจนสามารถสั่งการให้หุ่นยนต์ทำงานได้โดยสมบูรณ์ ดังภาพที่ 1 และการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทาย และทดสอบในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จริง ผลการประเมินพบว่า การใช้โมดูลดังกล่าวช่วยเพิ่มระดับความเข้าใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการพัฒนาทักษะทางวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21



ภาพที่ 3 Learning Kit Box Level 1 และกระบวนการเรียนรู้ขั้นการออกแบบหุ่นยนต์

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ โครงการจัดให้มีการฝึกอบรมโค้ชและทีมที่ปรึกษาการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถถ่ายทอดความรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การจัดฝึกอบรมสำหรับโค้ช เทรนเนอร์ และทีมที่ปรึกษาการเรียนรู้ (IDT Learning Support Team) โดยมีการจัดอบรมทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้ทีมสนับสนุนมีความรู้และทักษะในการถ่ายทอดเนื้อหาเชิงนวัตกรรมแก่ผู้เรียน โดยโค้ชและทีมที่ปรึกษามีความพร้อมในการประยุกต์ใช้เทคนิคการสอนที่สร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในกลุ่มผู้เรียน

4) ผลการดำเนินการ (Implementation) นำหลักสูตรไปใช้กับผู้เรียนในระยะเวลา 10 สัปดาห์ ตามหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program ได้ถูกนำไปใช้ในกลุ่มผู้เรียนวัยเด็กตอนกลาง (อายุ 6–12 ปี) ภายใต้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงตามโมเดล 7-Steps of the Innovative Learning Model โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำแผนการสอนที่ออกแบบไว้ ไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมกลุ่มและการทดลองภาคปฏิบัติที่จัดขึ้นในทุกสัปดาห์ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการมีส่วนร่วมจากผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับปัญหาจริงในบริบทวิศวกรรมเชิงพุทธศาสตร์ โดยได้จัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลจำนวน 3 กลุ่มการทดลอง ผ่านการบันทึกและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เน้นการสะท้อนทักษะและสมรรถนะที่เกิดขึ้นตามแต่ละขั้นตอนของโปรแกรม ทั้งในรูปแบบการสังเกตโดยตรงและการบันทึกข้อมูลในระบบ iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS) ผลการสังเกตเบื้องต้นชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการลงมือปฏิบัติ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและใช้องค์ความรู้ที่ได้รับในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จำลองอย่างเป็นระบบ ข้อมูลที่จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่าน IDT-CRAS ในด้าน 8 ทักษะหลักของผู้เรียนใน 3 กลุ่ม (Group 1, Group 2, Group 3) โดยประเมินผลตาม 8 ทักษะหลักที่ได้กำหนดไว้ในโครงการ

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่าน IDT-CRAS

Skill	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8	Gen 9	Gen 10	ค่าเฉลี่ย (%)	SD
Systems Thinking	76.60%	69.50%	93.50%	99.60%	90.60%	99.60%	88.40%	2.49
Creative Thinking	77.10%	88.40%	67.40%	88.40%	77.10%	88.40%	81.50%	2.16
Design & UX	83.30%	90.00%	66.70%	90.00%	83.30%	90.00%	83.90%	2.16
Analytical Thinking	69.50%	76.40%	83.30%	99.80%	90.30%	99.80%	86.50%	3.27
Programming	82.30%	82.30%	90.70%	99.70%	90.70%	99.70%	90.90%	2.94
Technological Literacy	82.10%	93.10%	98.50%	99.90%	92.80%	99.90%	94.60%	2.05
Leadership	80.20%	88.40%	85.30%	92.30%	89.40%	92.30%	88.00%	2.87
Resilience	77.70%	83.60%	94.20%	94.20%	88.90%	94.20%	88.80%	2.16

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินสมรรถนะผ่านระบบ IDT-CRAS ในกลุ่มผู้เรียน Gen 5–Gen 10 สะท้อนให้เห็นพัฒนาการของทักษะหลัก 8 ด้านในบริบทของหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program โดยพบว่า Technological Literacy ($M = 94.6$, $SD = 2.05$) และ Programming ($M = 90.9$, $SD = 2.94$) มีพัฒนาการที่แข็งแกร่งและมีความสม่ำเสมอในทุกกลุ่ม ขณะที่ Analytical Thinking ($M = 86.5$, $SD = 3.27$) แสดงถึงความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ที่มีแนวโน้มเติบโต แม้ว่าจะมีความแปรปรวนสูงระหว่างผู้เรียน ในทางกลับกัน Creative Thinking ($M = 81.5$, $SD = 2.16$) และ Leadership ($M = 88.0$, $SD = 2.87$) ยังต้องได้รับการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการคิดสร้างสรรค์และภาวะผู้นำ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่าทักษะที่มีค่า SD สูง เช่น Analytical Thinking และ Programming มีการกระจายตัวของผลสัมฤทธิ์มากกว่าทักษะอื่น ในขณะที่ Technological Literacy มี SD ต่ำสุด สะท้อนถึงความสม่ำเสมอในการเรียนรู้ของผู้เรียนในทักษะดังกล่าว สรุปได้ว่าหลักสูตรที่ใช้สามารถส่งเสริมทักษะด้านเทคโนโลยีและตรรกะได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังคงมีการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์และภาวะผู้นำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลายมากขึ้น งานวิจัยนี้มีศักยภาพในการนำไปปรับใช้ในระดับประเทศและนานาชาติเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะกำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21

5) ผลการประเมินผล (Evaluation) การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ผ่านระบบ IDT-CRAS จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เข้าร่วมหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program ภายใต้กรอบแนวคิด iDektep ML-PBL พบว่า การเรียนรู้เชิงโครงงานพหุลักษณะสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ โดยระบบ iDektep Competency Reflection Assessment System (IDT-CRAS) ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียน ผ่านทั้ง 8 ทักษะหลัก ได้แก่ Systems Thinking, Creativity, Design Skills, Programming Skills, Analytical Thinking, Technological Literacy, Leadership Skills และ Resilience

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์กับปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาผู้เรียน พบว่า ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการทำงานเป็นทีม ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ Leadership Skills และ Systems Thinking ได้ดียิ่งขึ้น เทคโนโลยีและเครื่องมือการเรียนรู้ เช่น Learning Kit Box และ AGV Robot Module มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการพัฒนาทักษะ Technological Literacy และ Design Skills โดยแนวทางการสอนแบบ Project-Based Learning (PBL) และ Competency-Based Learning (CBL) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการพัฒนา Analytical Thinking และ Creativity ของผู้เรียน รวมทั้งการสะท้อนผลและการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผ่านระบบ IDT-CRAS ส่งผลต่อพัฒนาการของ Resilience ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและฟื้นตัวจากสถานการณ์ที่ท้าทายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ IDT ML-PBL สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลางได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งการพัฒนา หลักสูตร, กิจกรรม และวิธีการสอน ตามกรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้ บ่งชี้ให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นสมรรถนะของผู้เรียน สามารถเพิ่มความแข็งแกร่งของทักษะที่จำเป็นต่อการศึกษาระดับสูงและความพร้อมสำหรับอุตสาหกรรมยุคดิจิทัลได้

7. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

7.1 สรุปผลการวิจัย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรอบแนวคิดและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลางผ่านแนวทาง iDektep Multi-Literacies Project-Based Learning (IDT ML-PBL) โดยใช้กรอบการทำงาน ADDIE Model รวมถึงการประยุกต์ใช้ 7-Steps of the Innovative Learning Model เพื่อยกระดับสมรรถนะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน สรุปผลที่ได้คือ การออกแบบและพัฒนาหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program ที่บูรณาการแนวคิดของ Project-Based Learning (PBL), Competency-Based Learning (CBL) และ Multi-Literacies Learning (ML) ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตาม 7-Steps of the Innovative Learning Model ตั้งแต่การสร้างแรงบันดาลใจจนถึงการนำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง และการพัฒนาเครื่องมือและสื่อการเรียนรู้ด้วยชุด Learning Kit Box พร้อมทั้งโมดูลการเรียนรู้ที่ส่งเสริม การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และการแก้ปัญหา ผ่านการใช้งานเครื่องมือเช่น AGV Robot Module และระบบ (IDT-CRAS) ถูกนำมาใช้ในการวัดและติดตามผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนใน 8 ทักษะหลัก ซึ่งได้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนในระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยมีการจัดกิจกรรมที่สนับสนุนการลงมือปฏิบัติจริงและการสะท้อนผลของผู้เรียน ได้ผลการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมจาก IDT-CRAS แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีแนวโน้มพัฒนาทักษะในหลายด้าน อาทิ Technological Literacy, Systems Thinking และ Creativity แต่ยังพบว่าทักษะ Programming Skills และ Analytical Thinking มีการกระจายตัวสูง อาจต้องการการปรับปรุงกิจกรรมเฉพาะทางเพิ่มเติม และการศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปัจจัย เช่น การมีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม เทคโนโลยีสมัยใหม่ และการสนับสนุนจากทีมโค้ช มีความสัมพันธ์กับระดับสมรรถนะที่พัฒนาของผู้เรียน

7.2 อภิปรายผล ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้แนวทาง IDT ML-PBL ในหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program ส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนวัยเด็กตอนกลางในระดับที่สูงขึ้นอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 1 และ 2 ซึ่งมุ่งเน้นศึกษากรอบแนวคิดและสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ผ่านแนวทาง ML-PBL จากการประเมินผลสัมฤทธิ์โดยใช้ระบบ IDT-CRAS พบว่า ผู้เรียนแสดงให้เห็นพัฒนาการที่ชัดเจนใน 8 ทักษะหลัก และการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับแนวทางการเรียนรู้แบบดั้งเดิม พบว่า แนวทาง ML-PBL ซึ่งเน้นการลงมือปฏิบัติจริงและการสะท้อนผล มีข้อได้เปรียบในการเพิ่มประสิทธิภาพของการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิเคราะห์ ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัย [4, 12] นอกจากนี้ แนวทางนี้ยังสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่ World Economic Forum [28] ได้ระบุไว้ ซึ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในยุคที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะและปัจจัยแวดล้อม ผลการศึกษาพบเบื้องต้นว่าปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม, การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย และการสนับสนุนจากผู้สอนมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาทักษะของผู้เรียน โดยเฉพาะในด้าน Systems Thinking, Technological Literacy, Leadership Skills [29]

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้ IDT ML-PBL ในหลักสูตร 10-Week Innovative Learning Program สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมเชิงพหุศาสตร์ของผู้เรียนในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างครอบคลุมและเป็นระบบ ทั้งนี้ ผลการศึกษาได้ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์การวิจัยที่เน้นศึกษากรอบแนวคิด ประเมินผลสัมฤทธิ์ผ่าน 8 ทักษะหลัก และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะกับปัจจัยแวดล้อมและแนวทางการสอน การค้นพบนี้ไม่เพียงแต่ช่วยยืนยันประสิทธิภาพของแนวทาง ML-PBL ในการพัฒนาการเรียนรู้ แต่ยังเป็นฐานข้อมูลที่มีค่าสำหรับการปรับปรุงหลักสูตรและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในอนาคตตามแนวโน้มของตลาดแรงงานในยุคดิจิทัล [28] ด้วย



8. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] National Economic and Social Development Council. (2023). *National economic and social development plan 2017–2036*. Retrieved from <http://www.nesdc.go.th> (In Thai)
- [2] OECD. (2021). *Education at a glance 2021: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/69096873-en>
- [3] Saito, H., Nakamura, K., & Yamamoto, T. (2022). *Integrating technology and project-based learning: A case study in Japan*. *International Journal of Educational Technology*, 19(2), 112–129.
- [4] Kokotsaki, M., Menzies, V., & Wiggins, A. (2021). *Innovative learning approaches in STEM education*. *Journal of Educational Research*, 114(4), 324–338.
- [5] Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2022). *Goals and strategies of problem-based learning*. In *The Cambridge handbook of problem-based learning* (pp. 17–35). Cambridge University Press.
- [6] Wang, Y., Lavonen, J., & Tirri, K. (2023). *Enhancing engineering education through innovative project-based learning*. *European Journal of Engineering Education*, 48(3), 345–361.
- [7] Sirikorn, K. (2020). *Innovative educational practices in Thai schools*. Bangkok, Thailand: National Institute of Educational Development. (In Thai)
- [8] Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology*. Routledge & Kegan Paul.
- [9] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- [10] Hmelo-Silver, C. E. (2019). *Problem-based learning: What and how do students learn?* *Educational Psychology Review*, 31, 1–16.
- [11] Krajcik, J. S., & Shin, N. (2022). *Project-based learning in science and engineering education: An update*. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(3), 256–273.
- [12] Thomas, J. (2020). *Project-based and competency-based learning: Enhancing skills for the 21st century*. *Educational Technology Review*. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/20697896>
- [13] Barak, M. (2021). *The integration of competency-based education in digital learning environments*. *Journal of Educational Computing Research*, 59(6), 1030–1048.
- [14] Guskey, T. R. (2019). *Evaluating professional development: Theory and practice*. *Journal of Education Policy*, 34(4), 389–407.
- [15] Lester, J. (2021). *Digital transformation in education: Balancing innovation and tradition*. *Educational Research Review*, 33, 100–115.
- [16] Cope, B., & Kalantzis, M. (2015). *Multiliteracies: New literacies, new learning*. Routledge.
- [17] London Group. (1996). *International research on technological innovation: Case studies*. London: London Group.
- [18] Garcia, M., & O'Donnell, K. (2023). *Digital pedagogy and learning in higher education: A critical review*. *British Journal of Educational Technology*, 54(1), 12–27.
- [19] Bybee, R. W. (2013). *The teaching of science and the scientific method*. NSTA Press.
- [20] Sanders, M. (2023). *Trends in digital education: Challenges and opportunities*. *Educational Technology*, 63(2), 44–58.
- [21] Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Baldwin, C., & Freidrich, T. (2020). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*. Springer.



- [22] Johri, A., & Olds, B. M. (2022). *Systems thinking in engineering education: Bridging theory and practice*. International Journal of Engineering Education, 38(3), 950–964.
- [23] Napattawonsiri, N., Wonsiri, N., & colleagues. (2022). *Contemporary approaches to educational reform in Thailand*. Bangkok, Thailand: Thai Educational Society. (In Thai)
- [24] Weeriya, K. (2021). *Innovations in Thai education: Case studies and reflections*. Bangkok, Thailand: Thai Academic Press. (In Thai)
- [25] Wang, X., Chen, J., & Li, Y. (2024). *Advances in engineering education: A global perspective*. Journal of Engineering Education, 113(1), 45–62.
- [26] Kitcharoen, P., Srisuk, C., & Phakdee, A. (2024). *Enhancing student engagement in engineering projects: A Thai perspective*. Asian Journal of Engineering Education, 14(1), 33–48.
- [27] Wang, Y., & Zarske, R. (2023). *Digital transformation in higher engineering education*. Computers & Education, 185, 104–119.
- [28] World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. Retrieved from <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025>
- [29] Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). *Scaffolding and achievement in problem-based learning environments*. Educational Psychologist, 42(2), 99–107.