Received: April 16, 2026 Revised: June 21, 2026
Accepted: June 25, 2026 Published: June 29, 2026

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21: การทบทวนเชิงระบบของรากฐานทางทฤษฎี การออกแบบ และผลลัพธ์การเรียนรู้

Project-Based Learning in the 21st Century: A Systematic Review of Theoretical Foundations, Design Principles, and Learning Outcomes

ทารินทร์ ปิ่นทอง[1] รุจิกา บุญเชิด[2] และ วัชรี วรัจฉรียกุล[3*]
Tarin Pintong[1] Rujika Booncherd[2] and Watcharee Waratchareeyakul[3*]

[1] สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[2] สาขาวิชาภาษาจีน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[3] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
[1] Program in English, Faculty of Education, Rambhai Barni Rajabhat University
[2] Program in Chinese, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rambhai Barni Rajabhat University
[3] Program in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University
[*] watcharee.w@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning: PjBL) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก ทักษะการคิดขั้นสูง และความพร้อมในอาชีพ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยมุ่งสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านรากฐานทางทฤษฎี หลักการออกแบบ และผลลัพธ์การเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา การทบทวนอาศัยกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์เชิงพุทธิปัญญาและเชิงสังคม ซึ่งเน้นการสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์ และการสะท้อนคิด ผลการทบทวนชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีการออกแบบอย่างมีระบบและยึดโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง สามารถส่งผลเชิงบวกต่อความเข้าใจเชิงแนวคิด การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และความเป็นอิสระในการเรียนรู้ นอกจากนี้ รูปแบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรมยังช่วยเสริมสร้างทักษะการจ้างงานและความพร้อมในอาชีพของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม บทความยังสะท้อนความท้าทายด้านการประยุกต์ใช้เชิงทฤษฎีและการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ขั้นสูง ซึ่งนำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาและการวิจัยในอนาคต

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, ผลลัพธ์การเรียนรู้, ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

Abstract

Project-based learning (PjBL) is a key pedagogical approach for addressing the demands of 21st-century education, particularly in promoting deeper learning, higher-order thinking, and career readiness. This article presents a systematic review of project-based learning research,

synthesizing evidence related to its theoretical foundations, instructional design principles, and learning outcomes in secondary and higher education contexts. The review is grounded in cognitive and social constructivist theories, which emphasize active knowledge construction through experience, interaction, and reflection. Findings indicate that well-designed PjBL, especially when centered on real-world problems, has positive effects on students' conceptual understanding, critical thinking, problem-solving skills, collaboration, engagement, and learning autonomy. In higher education, industry-enriched PjBL models further enhance employability and career readiness by linking academic learning with authentic professional practices. Despite its benefits, the review highlights ongoing challenges, including limited theoretical alignment in practice and insufficient assessment of higher-order and long-term learning outcomes. The article concludes by suggesting directions for future research and practice to strengthen the effectiveness of project-based learning in 21st-century education.

Keywords: Project-Based Learning, Learning Outcomes, 21st Century Skills

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 ระบบการศึกษา โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา กำลังเผชิญกับความท้าทายอย่างเข้มข้นในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าของปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence, AI) และระบบอัตโนมัติได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตลาดแรงงานและลักษณะของทักษะที่นายจ้างต้องการอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่สามารถถ่ายโอนได้ (transferable skills) และความพร้อมในอาชีพของผู้เรียนควบคู่ไปกับการพัฒนาความรู้เชิงวิชาการ (Naseer et al., 2025)

ท่ามกลางบริบทดังกล่าว การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning, PjBL) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการตอบสนองต่อความต้องการของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สำรวจปัญหาที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึกที่มีความหมายและยั่งยืน (Ashraf et al., 2025)

รากฐานสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตั้งอยู่บนปรัชญาคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งมองว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์และการปฏิสัมพันธ์ มากกว่าการรับถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนแบบทางเดียว โดยเฉพาะแนวคิดคอนสตรักติวิสต์เชิงพุทธิปัญญาของเพียเจต์ที่เน้นการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาผ่านกระบวนการซึมซับและปรับโครงสร้างความคิด และแนวคิดคอนสตรักติวิสต์ทางสังคมของวิก็อตสกีที่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์การทำงานร่วมกันและช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไป (Blumenfeld et al., 1994; Al-Kamzari & Alias, 2025)

งานวิจัยเชิงประจักษ์จำนวนมากชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งด้านความเข้าใจเชิงแนวคิด การคิดเชิงวิพากษ์และสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา

การทำงานร่วมกัน ความมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และความเป็นอิสระในการเรียนรู้ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม (Guo et al., 2020; Ospankulova et al., 2025) นอกจากนี้ในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรมยังมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงการเรียนรู้ทางวิชาการกับบริบทการทำงานจริง และช่วยพัฒนาทักษะการจ้างงานและความพร้อมในอาชีพของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Naseer et al., 2025)

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจะได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย แต่การนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในทางปฏิบัติยังคงเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น การประยุกต์ใช้โดยขาดความเข้าใจเชิงทฤษฎีที่ชัดเจน การให้ความสำคัญกับกระบวนการมากกว่าคุณภาพของผลลัพธ์ และการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นเพียงด้านการรับรู้หรือทัศนคติของผู้เรียน มากกว่าทักษะขั้นสูงและผลกระทบในระยะยาว (Guo et al., 2020; Al-Kamzari & Alias, 2025)

คณะผู้วิจัยดำเนินสืบค้นวรรณกรรมและงานวิจัยเชิงประจักษ์จากฐานข้อมูลทางวิชาการระดับชาติและนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาอย่างครอบคลุม ได้แก่ ฐานข้อมูล [ระบุชื่อฐานข้อมูล เช่น Scopus, Web of Science, ERIC และฐานข้อมูลดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย TCI] โดยกำหนดช่วงเวลาในการสืบค้นสิ่งพิมพ์ที่เผยแพร่ระว่างปี ค.ศ. [เช่น 2020 ถึง 2025] เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยและสอดคล้องกับบริบทการศึกษาในศตวรรษที่ 21 สำหรับคำค้นหาหลัก (Keywords) ที่ใช้ในการสืบค้นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษประกอบด้วยคำสำคัญและตรรกบูลีน ได้แก่ ["Project-based learning" OR "PjBL"] AND ["21st century skills" OR "Learning outcomes"] และ ["การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน" หรือ "การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน"]

เพื่อให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกงานวิจัยเข้าสู่การสังเคราะห์ (inclusion criteria) ดังนี้ (1) เป็นบทความวิจัยเชิงประจักษ์ (empirical research) ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (peer-reviewed) (2) มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่เชื่อมโยงกับรากฐานทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ หลักการออกแบบ หรือผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (3) ดำเนินการศึกษาในบริบทระดับมัธยมศึกษาหรือระดับอุดมศึกษา สำหรับเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ บทความที่เป็นเพียงบทคัดย่องานประชุมวิชาการ บทวิจารณ์หนังสือ หรือโครงงานที่ไม่ระบุกระบวนการออกแบบการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผลที่ชัดเจน

ด้วยเหตุนี้ บทความปริทัศน์ฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านรากฐานทางทฤษฎี หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจเชิงบูรณาการ และนำไปสู่ข้อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาและยกระดับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานให้มีประสิทธิผลและสอดคล้องกับบริบทการศึกษาร่วมสมัยมากยิ่งขึ้น

เนื้อเรื่อง

ความหมายและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง โดยผู้เรียนมีบทบาทหลักในการสำรวจปัญหา ตั้งคำถาม วางแผน ดำเนินงาน และสร้างชิ้นงานหรือผลผลิตที่มีความหมายภายใต้บริบทของสถานการณ์จริง การเรียนรู้ในลักษณะนี้มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก (deeper learning) ผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์

สังเคราะห์ และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง มากกว่าการรับความรู้จากผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว (Ashraf et al., 2025; Al-Kamzari & Alias, 2025)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีรากฐานทางทฤษฎีจากปรัชญาคอนสตรักติวิสต์ ซึ่งมองว่าความรู้มิได้ถูกถ่ายทอดโดยตรงจากครูไปสู่ผู้เรียน แต่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียนผ่านการลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์ตรง และการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น แนวคิดนี้สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความหมายเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Blumenfeld et al., 1994; Novalia et al., 2025) ดังนั้น โครงงานจึงทำหน้าที่เป็นสื่อกลางที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง และระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนกับโลกภายนอก

ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเริ่มต้นจากปัญหาหรือประเด็นที่มีความสำคัญในโลกแห่งความเป็นจริง (real-world significance) โครงงานที่ดีควรมีบริบทที่แท้จริง (authentic context) และเกี่ยวข้องกับชีวิตหรือความสนใจของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและทำให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น (Ashraf et al., 2025) การตั้งคำถามหลัก (driving question) ที่เปิดโอกาสให้มีคำตอบหลากหลายยังเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน (Novalia et al., 2025)

อีกลักษณะสำคัญคือการจัดให้โครงงานเป็นศูนย์กลางของหลักสูตร (curriculum centrality) กล่าวคือโครงงานไม่ได้เป็นเพียงกิจกรรมเสริม แต่เป็นแกนหลักของการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาวิชาการ ทักษะ และกระบวนการเรียนรู้เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ การออกแบบในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสทำความเข้าใจแนวคิดสำคัญของรายวิชาอย่างลึกซึ้ง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ (Ashraf et al., 2025)

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังมีลักษณะเด่นในด้านการส่งเสริมการทำงานร่วมกันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรักติวิสต์ทางสังคมของวิก็อตสกี การเรียนรู้เกิดขึ้นผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งบทบาทหน้าที่ และการสนับสนุนซึ่งกันและกันภายในกลุ่มผู้เรียน รวมถึงการได้รับการช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไปจากผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (Al-Kamzari & Alias, 2025; Ospankulova et al., 2025)

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่มีลักษณะสำคัญ ได้แก่ การเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ผ่านปัญหาจริง การบูรณาการเนื้อหาและทักษะ การทำงานร่วมกัน และการสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ลักษณะเหล่านี้ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และความพร้อมในอาชีพของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา (Guo et al., 2020; Naseer et al., 2025) ดังตารางที่ 1

รากฐานทางทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีรากฐานทางทฤษฎีสำคัญจากแนวคิด คอนสตรักติวิสต์ (constructivism) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดทางการเรียนรู้ที่เน้นว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการถ่ายทอดโดยตรงจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน หากแต่เป็นผลของกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความหมายของความรู้ขึ้นด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ การลงมือปฏิบัติ และการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและผู้อื่น แนวคิดนี้มองการเรียนรู้ในฐานะ

กระบวนการเชิงรุก (active learning process) ซึ่งผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมของตนเอง (Blumenfeld et al., 1994; Al-Kamzari & Alias, 2025)

โดยทั่วไป ทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ที่เป็นรากฐานของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถจำแนกเป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่ คอนสตรักติวิสต์เชิงพุทธิปัญญา (cognitive constructivism) และคอนสตรักติวิสต์ทางสังคม (social constructivism) ซึ่งทั้งสองแนวคิดมีบทบาทเกื้อหนุนกันในการอธิบายกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมโครงงาน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม

มิติการเรียนรู้	**การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**	**การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม**
แนวคิดการเรียนรู้	ผู้เรียนสร้างความรู้ สอดคล้องกับ learner-centered และ constructivist learning (Dewi, 2025)	เน้นถ่ายทอดความรู้
ด้านพุทธิปัญญาและความเข้าใจ	ส่งเสริมการคิดขั้นสูงสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิดที่ลึกซึ้งและคงทน พัฒนาการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงวิพากษ์ (Al-Kamzari & Alias, 2025; Guo et al., 2020; Ospankulova et al., 2025; Zhang & Ma, 2023)	เน้นการจดจำเนื้อหาหรือทฤษฎีในระยะสั้น แยกส่วนตามบทเรียน
บริบทการเรียนรู้และโจทย์ปัญหา	เริ่มต้นจากปัญหาที่มีบริบทจริง เชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงและการทำงาน (Al-Kamzari & Alias, 2025; Ashraf et al., 2025; Naseer et al., 2025)	อิงแบบฝึกหัดตามตำรา ขาดความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตจริง
กระบวนการเรียนรู้และบทบาทผู้เรียน	เน้นการสืบเสาะและทำโครงงาน ส่งเสริมการคิดขั้นสูงและการเรียนรู้เชิงลึก (Zhang & Ma, 2023) โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (active) มีความเป็นอิสระและมีทักษะการกำกับตนเอง (self-regulated)	เน้นการบรรยายและฝึกแบบจำ โดยผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้ (passive) รอรับการถ่ายทอดจากผู้สอน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดย meta-analysis พบผลเชิงบวกต่อ achievement (Zhang & Ma, 2023)	ผลลัพธ์ปานกลาง
ทักษะศตวรรษที่ 21 (4Cs)	พัฒนาครบทั้ง Critical, Creativity, Collaboration, Communication (Ratih et al., 2024)	พัฒนาได้จำกัด
การมีส่วนร่วมในการเรียน	สูง โดยเพิ่มการมีส่วนร่วมและแรงบันดาลใจ (Rehman et al., 2024)	ต่ำ
ความพร้อมในอาชีพ	พัฒนาทักษะที่ถ่ายโอนได้ (transferable skills) และทักษะการจ้างงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรม (Guo et al., 2020; Naseer et al., 2025)	เน้นความรู้เชิงวิชาการ อาจเกิดช่องว่างเมื่อเข้าสู่ตลาดแรงงาน

คอนสตรักติวิสต์เชิงพุทธิปัญญา

คอนสตรักติวิสต์เชิงพุทธิปัญญามีรากฐานจากทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของ ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ซึ่งเสนอว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการภายในที่ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structures) ขึ้นจากประสบการณ์ของตนเอง โดยอาศัยกลไกสำคัญสองประการ ได้แก่ การซึมซับ (assimilation) และการปรับโครงสร้าง (accommodation) การซึมซับหมายถึงการนำประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่เดิม ขณะที่การปรับโครงสร้างหมายถึงการปรับเปลี่ยนหรือจัดระบบความคิดใหม่ให้สอดคล้องกับประสบการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น (Al-Kamzari & Alias, 2025; Novalia et al., 2025)

เมื่อนำแนวคิดนี้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จะเห็นได้ว่าการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ทดลอง และแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญา ผู้เรียนไม่ได้เพียงจดจำความรู้ แต่ต้องตีความ วิเคราะห์ และสร้างความเข้าใจใหม่จากประสบการณ์จริง กระบวนการทำโครงงาน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึกที่มีความคงทนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในสถานการณ์ใหม่ (Al-Kamzari & Alias, 2025)

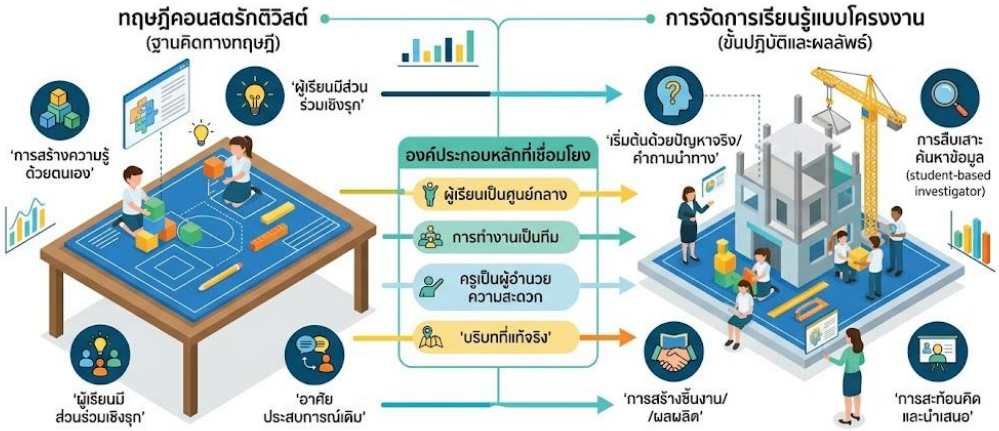
คอนสตรักติวิสต์ทางสังคม

คอนสตรักติวิสต์ทางสังคมพัฒนามาจากแนวคิดของ เลฟ วิก็อตสกี (Lev Vygotsky) และ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ซึ่งเน้นว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นกระบวนการทางสังคมที่เกิดขึ้นผ่านปฏิสัมพันธ์ การสื่อสาร และบริบททางวัฒนธรรม วิก็อตสกีเสนอแนวคิดเรื่อง เขตพัฒนาการที่ใกล้เคียง (zone of proximal development, ZPD) ซึ่งอธิบายว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ได้สูงขึ้นเมื่อได้รับการสนับสนุนจากผู้อื่นที่มีความรู้หรือประสบการณ์มากกว่า (Blumenfeld et al., 1994; Ospankulova et al., 2025)

แนวคิดดังกล่าวมีความสอดคล้องอย่างยิ่งกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งจัดกิจกรรมในรูปแบบการทำงานกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แบ่งบทบาทหน้าที่ และสร้างความรู้ร่วมกัน ขณะเดียวกัน ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) ที่ให้การช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไป (scaffolding) ในช่วงที่ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาหรือความท้าทาย ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะทางปัญญาและทักษะทางสังคมควบคู่กันไป (Al-Kamzari & Alias, 2025; Ospankulova et al., 2025)

ความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

จากทั้งสองแนวคิดข้างต้น จะเห็นได้ว่าทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์เป็นรากฐานสำคัญที่อธิบายกลไกการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างชัดเจน การเรียนรู้เกิดจากการผสมผสานระหว่างกระบวนการภายในของผู้เรียนกับการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายนอก โครงงานจึงทำหน้าที่เป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ พัฒนาความคิดขั้นสูง และเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการทำงานในศตวรรษที่ 21 อย่างเป็นองค์รวม ดังรูปที่ 1 (Guo et al., 2020; Naseer et al., 2025)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีประสิทธิผล

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21 จะก่อให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้อย่างแท้จริงได้ จำเป็นต้องอาศัยการออกแบบการเรียนรู้ที่มีรากฐานทางทฤษฎีชัดเจนและสอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียน งานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างโครงงานที่มีประสิทธิผลกับโครงงานที่ให้ผลเพียงเชิงกิจกรรมไม่ได้อยู่ที่การลงมือทำเพียงอย่างเดียว หากแต่อยู่ที่หลักการออกแบบที่กำหนดทิศทางของกระบวนการเรียนรู้ตลอดทั้งโครงงาน (Al-Kamzari & Alias, 2025; Ashraf et al., 2025)

1. การเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง (real-world relevance)

หลักการสำคัญประการแรก คือ การออกแบบโครงงานให้เชื่อมโยงกับปัญหา สถานการณ์ หรือประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในโลกแห่งชีวิตหรือวิชาชีพ โครงงานที่มีบริบทจริง (authentic context) จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและความหมายของการเรียนรู้ เพิ่มแรงจูงใจ และเอื้อต่อการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ashraf et al., 2025) การตั้งคำถามหลักที่สะท้อนปัญหาในโลกจริงยังเป็นกลไกสำคัญที่กระตุ้นการคิดเชิงวิพากษ์และการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน (Novalia et al., 2025)

2. การจัดให้โครงงานเป็นศูนย์กลางของหลักสูตร (curriculum centrality)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีประสิทธิผลควรออกแบบให้โครงงานเป็นแกนกลางของการเรียนรู้ ไม่ใช่กิจกรรมเสริมหลังการสอนแบบดั้งเดิม การจัดโครงงานเป็นศูนย์กลางของหลักสูตรทำให้ผู้เรียนได้ทำงานกับแนวคิดหลักของรายวิชาอย่างต่อเนื่องและลึกซึ้ง ช่วยบูรณาการความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิดเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ (Ashraf et al., 2025; Al-Kamzari & Alias, 2025) หลักการนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งเน้นความเข้าใจเชิงโครงสร้างมากกว่าการจดจำเนื้อหาเพียงระยะสั้น

3. การมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน (sustained engagement)

โครงงานที่มีประสิทธิผลควรออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่เพียงพอ เช่น ตลอดหน่วยการเรียนรู้หรือภาคการศึกษา การมีเวลาเพียงพอช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ทดลอง ปรับแก้ และพัฒนาผลงานอย่างเป็นลำดับ ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญของการเรียนรู้ที่ยั่งยืน (Ashraf et al., 2025) งานวิจัยด้านอุดมศึกษาพบว่า โครงงานระยะยาวช่วยส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้และทักษะการจัดการตนเองของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Novalia et al., 2025)

4. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีเสียงและทางเลือก (student voice and choice)

การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ เช่น การเลือกหัวข้อ วิธีการดำเนินงาน หรือบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม เป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หลักการนี้ช่วยเสริมสร้างความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ (ownership of learning) และเพิ่มความรับผิดชอบต่อกระบวนการและผลลัพธ์ของโครงงาน (Al-Kamzari & Alias, 2025; Novalia et al., 2025) การมีเสียงและทางเลือกยังสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรักติวิสต์ที่มองว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีอิสระในการสร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเอง

5. การทำงานร่วมกันและการสนับสนุนทางสังคม (collaboration and social support)

การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีประสิทธิผลจำเป็นต้องคำนึงถึงการทำงานร่วมกันของผู้เรียนเป็นสำคัญ การทำงานเป็นกลุ่มเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เรียนรู้จากมุมมองที่หลากหลาย และพัฒนาทักษะทางสังคมควบคู่กับทักษะทางปัญญา (Ospankulova et al., 2025) ขณะเดียวกัน ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยให้การช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไป (scaffolding) ในช่วงที่ผู้เรียนเผชิญกับความยากหรือความซับซ้อนของงาน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ภายในเขตพัฒนาการที่ใกล้เคียง (Al-Kamzari & Alias, 2025)

6. การให้ข้อมูลย้อนกลับ การวิพากษ์ และการปรับปรุงผลงาน (critique and revision)

หลักการสำคัญอีกประการหนึ่งที่ถูกละเลยในการปฏิบัติ คือ การจัดให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง กระบวนการวิพากษ์และการปรับปรุงผลงานช่วยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด เห็นจุดแข็งและจุดที่ควรพัฒนา และยกระดับคุณภาพของชิ้นงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (Al-Kamzari & Alias, 2025; Guo et al., 2020) การออกแบบขั้นตอนนี้อย่างชัดเจนมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาการคิดขั้นสูงและการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในบริบทต่าง ๆ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21 มิได้จำกัดอยู่เพียงรูปแบบเดียว หากแต่มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในบริบททางการศึกษาและสาขาวิชาที่หลากหลาย เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของผู้เรียน ลักษณะรายวิชา และผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง งานวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าความยืดหยุ่นของแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบริบทวิชาชีพเฉพาะทาง (Al-Kamzari & Alias, 2025; Guo et al., 2020)

1. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในระดับมัธยมศึกษา

ในบริบทของระดับมัธยมศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมักถูกออกแบบเพื่อส่งเสริมการทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทางวิชาการควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยเฉพาะในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โครงงานในระดับนี้เริ่มจากปัญหาที่ใกล้ตัวผู้เรียนและสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ เพื่อช่วยลดภาระทางพุทธิปัญญาและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Al-Kamzari & Alias, 2025) การออกแบบโครงงานในระดับมัธยมศึกษามักเน้นบทบาทของผู้สอนในการให้การสนับสนุนอย่างใกล้ชิดผ่านกระบวนการให้ความช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไป (scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดและทักษะได้ภายในเขตพัฒนาการที่ใกล้เคียง (zone of proximal development) ผลการศึกษาพบว่าการใช้โครงงานในระดับนี้ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิด การคิดเชิงวิพากษ์ และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Ospankulova et al., 2025)

2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในระดับอุดมศึกษา

ในระดับอุดมศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีลักษณะซับซ้อนมากขึ้น และมุ่งเน้นการบูรณาการความรู้เชิงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ในบริบทวิชาชีพ โครงงานมักดำเนินการในระยะเวลานาน เช่น ตลอดภาคการศึกษา หรือดำเนินต่อเนื่องหลายรายวิชา เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วางแผน ดำเนินงาน และสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Guo et al., 2020) งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในระดับอุดมศึกษาสามารถส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ทักษะการจัดการตนเอง และการคิดเชิงวิเคราะห์เชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีบทบาทเป็นเจ้าของการเรียนรู้มากขึ้น ขณะที่ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและที่ปรึกษาทางวิชาการ (Novalia et al., 2025)

3. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรม (industry-enriched project-based learning) เป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงหลัง โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษา แนวทางนี้มุ่งเชื่อมโยงการเรียนรู้ทางวิชาการกับปัญหาและความต้องการจริงของภาคอุตสาหกรรม ผ่านความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษากับองค์กรภายนอก (Naseer et al., 2025) โครงงานในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับโจทย์ปัญหาในโลกการทำงานจริง ฝึกการทำงานเป็นทีมข้ามสาขา และพัฒนาทักษะการจ้างงาน (employability skills) เช่น การสื่อสาร การแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน และการปรับตัวต่อสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน ผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการภาคอุตสาหกรรมเข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยเสริมสร้างความพร้อมในอาชีพและเพิ่มความเชื่อมโยงระหว่างหลักสูตรกับตลาดแรงงานได้อย่างมีนัยสำคัญ (Naseer et al., 2025)

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเฉพาะทางและเชิงบูรณาการ

นอกจากบริบทระดับการศึกษาแล้ว การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังถูกพัฒนาเป็นรูปแบบเฉพาะทางเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายการเรียนรู้ในสาขาวิชาชีพที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น รูปแบบโครงงานฐานวิจัย (research-based learning) ที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิจัยและการสร้างองค์ความรู้เชิงวิชาการ (วัฒนา รัตนพรหม, 2561) หรือรูปแบบโครงงานสะตีม (steam PjBL) ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงออกแบบ (ฐิฏิภัทร์ เดชพิพัฒน์วรกุล และคณะ, 2566) รูปแบบเฉพาะทางเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไม่ใช่แนวทางตายตัว หากแต่เป็นกรอบการเรียนรู้ที่สามารถปรับประยุกต์ได้ตามบริบทและเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนอย่างยืดหยุ่น

ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าสามารถก่อให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่หลากหลายและครอบคลุมหลายมิติ ทั้งด้านพุทธิปัญญา ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะของผู้เรียน งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า เมื่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบและยึดโยงกับรากฐานทางทฤษฎีอย่างเหมาะสม ย่อมสามารถยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม (Guo et al., 2020; Al-Kamzari & Alias, 2025)

1. ผลลัพธ์ด้านพุทธิปัญญาและความรู้เชิงแนวคิด

ผลลัพธ์ด้านพุทธิปัญญาถือเป็นมิติสำคัญที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุดในงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน งานศึกษาหลายชิ้นพบว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านโครงงานมีความสามารถในการทำความเข้าใจแนวคิดหลักของรายวิชาในระดับที่ลึกซึ้งมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนต้องนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ และสร้างชิ้นงานที่มีความหมายในบริบทจริง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เชิงโครงสร้าง

มากกว่าการจดจำเนื้อหา (Guo et al., 2020) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง โดยเฉพาะการคิดเชิงวิพากษ์และการคิดวิเคราะห์ ผู้เรียนได้รับโอกาสในการตั้งคำถาม ทดสอบแนวคิด และประเมินทางเลือกที่หลากหลายภายใต้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Ospankulova et al., 2025; Al-Kamzari & Alias, 2025)

2. ผลลัพธ์ด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้

ในมิติของทักษะและกระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแบ่งบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม ซึ่งช่วยเสริมสร้างทักษะทางสังคมและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ (Blumenfeld et al., 1994; Ospankulova et al., 2025) นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้และทักษะการกำกับตนเอง (self-regulated learning) ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการวางแผน ติดตามความก้าวหน้า และประเมินผลการทำงานของตนเองตลอดกระบวนการโครงงาน (Novalia et al., 2025) ทักษะดังกล่าวถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการพัฒนาตนเองในบริบทการทำงานจริง

3. ผลลัพธ์ด้านเจตคติและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

ในด้านเจตคติและการมีส่วนร่วม การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีผลเชิงบวกต่อแรงจูงใจและทัศนคติของผู้เรียนต่อการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ การที่ผู้เรียนได้ทำงานกับปัญหาที่มีความหมายและใกล้เคียงกับโลกแห่งความเป็นจริงช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและความจำเป็นของเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้เกิดความสนใจ ความรับผิดชอบ และความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง (Ashraf et al., 2025; Ospankulova et al., 2025)

4. ผลลัพธ์ด้านความพร้อมในอาชีพและทักษะการจ้างงาน

ในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลลัพธ์ที่โดดเด่นอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การพัฒนาความพร้อมในอาชีพและทักษะการจ้างงาน (employability skills) งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรมพบว่า ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการ เช่น การสื่อสารเชิงวิชาชีพ การทำงานเป็นทีมข้ามสาขา การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และการปรับตัวต่อเงื่อนไขที่ไม่แน่นอน (Naseer et al., 2025) การเรียนรู้ผ่านโครงงานในบริบทดังกล่าวช่วยลดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนกับการทำงานจริง และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเข้าสู่ตลาดแรงงานหลังสำเร็จการศึกษา (Guo et al., 2020)

แนวคิด เครื่องมือ และเทคโนโลยีการประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21

การวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานควรสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้เชิงลึกที่เน้นการสืบเสาะ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการสร้างชิ้นงานภายใต้บริบทจริง ทั้งนี้ หลักฐานเชิงอภิมานชี้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และทักษะการคิดของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม (Zhang & Ma, 2023)

แนวคิดสำคัญของการประเมินในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคือ การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินเพื่อพัฒนา เนื่องจากทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ไม่สามารถวัดได้อย่างครอบคลุมด้วยข้อสอบปรนัยเพียงอย่างเดียว การประเมินจึงควรมุ่งวัดทั้งกระบวนการเรียนรู้ ความก้าวหน้า การสะท้อนคิด และคุณภาพของชิ้นงาน

โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างเรียนเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเป้าหมาย จุดที่ต้องพัฒนา และแนวทางปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง (Hopfenbeck et al., 2023)

นอกจากนี้ การประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความรับผิดชอบการกำกับตนเอง และการสะท้อนคิดของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักคิดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม การประเมินลักษณะนี้ควรใช้เกณฑ์ที่ชัดเจนและมีบทบาทของผู้สอนในการกำกับคุณภาพของข้อมูลย้อนกลับ (Hopfenbeck et al., 2023)

เครื่องมือดิจิทัลช่วยทำให้การประเมินในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีความชัดเจน โปร่งใส และติดตามพัฒนาการของผู้เรียนได้ต่อเนื่อง โดย รูบริกออนไลน์ ช่วยกำหนดมาตรฐานและระดับคุณภาพของผลงานอย่างเป็นระบบ ส่วน แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยรวบรวมหลักฐานการเรียนรู้ ร่องรอยการคิด กระบวนการพัฒนา และชิ้นงานของผู้เรียนตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน งานวิจัยของ Garcia (2025) พบว่าแฟ้มสะสมงานดิจิทัลสนับสนุนการประเมินตามสภาพจริง และส่งเสริมการมีส่วนร่วม แรงจูงใจ และความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในยุคปัญญาประดิษฐ์ เทคโนโลยี AI สามารถสนับสนุนการประเมินเพื่อพัฒนาในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานได้ โดยเฉพาะการให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล การตรวจทานร่างงาน และการเสนอแนะแนวทางปรับปรุงชิ้นงาน generative AI สามารถทำหน้าที่เป็นโค้ชเสมือนจริงที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเป้าหมายการเรียนรู้ ประเมินสถานะปัจจุบัน และวางแผนพัฒนางานต่อไปได้อย่างรวดเร็ว (Prompiengchai et al., 2025) อย่างไรก็ตาม การใช้ AI ควรอยู่ภายใต้การกำกับของผู้สอน เพื่อคงไว้ซึ่งความถูกต้อง ความเป็นธรรม ความโปร่งใส และจริยธรรมในการประเมิน (Hopfenbeck et al., 2023; U.S. Department of Education, 2023)

สำหรับการประเมินการทำงานกลุ่มในจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เทคโนโลยี learning analytics และ collaboration analytics สามารถช่วยติดตามร่องรอยการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เช่น ประวัติการส่งงาน ความถี่ของการสื่อสาร และกิจกรรมในแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งช่วยให้ผู้สอนประเมินบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นธรรมมากขึ้น (Arthars et al., 2024) ทั้งนี้ การผสานข้อมูลจากการประเมินโดยเพื่อนกับร่องรอยดิจิทัลสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้สอนได้ แต่ไม่ควรใช้เป็นแหล่งข้อมูลเดียวในการให้คะแนน (Katsenos & Pierrakeas, 2025)

ความท้าทายและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจะได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 แต่การนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในบริบทการศึกษาจริงยังคงเผชิญกับความท้าทายและข้อจำกัดหลายประการ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสะท้อนให้เห็นว่า ประเด็นปัญหาเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากตัวแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยตรง หากแต่เกิดจากข้อจำกัดในการออกแบบ การดำเนินการ และการประเมินผลการเรียนรู้ที่ยังไม่สอดคล้องกับรากฐานทางทฤษฎีอย่างเพียงพอ (วัฒนา รัตนพรหม, 2561; Guo et al., 2020)

1. การขาดความเข้าใจเชิงทฤษฎีในการนำไปใช้

ความท้าทายที่พบอย่างชัดเจนประการหนึ่ง คือ การนำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไปใช้โดยขาดความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับรากฐานทางทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ในหลายกรณี โครงงานถูกนำมาใช้ในลักษณะของการมอบหมายชิ้นงานปลายทาง โดยไม่ได้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการสร้างความรู้ การสะท้อนคิด หรือการพัฒนาความคิดขั้นสูงของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ วัฒนา รัตนพรหม (2561) ชี้ให้เห็นว่า

หากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยขาดการเชื่อมโยงกับกระบวนการคิดทางวิชาการที่ชัดเจน ย่อมไม่สามารถนำไปสู่การเรียนรู้เชิงลึกได้อย่างแท้จริง

2. ข้อจำกัดด้านบทบาทและความพร้อมของผู้สอน

อีกประเด็นสำคัญคือ ความท้าทายด้านบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ผู้สอนต้องปรับบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งต้องอาศัยทักษะในการออกแบบกิจกรรม การให้คำปรึกษา และการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในบริบทการศึกษาไทยพบว่า ผู้สอนจำนวนมากยังขาดความพร้อมทั้งด้านเวลา ความรู้ความเข้าใจเชิงกระบวนการ และการพัฒนาวิชาชีพที่สอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน (ปวริส มินา และคณะ, 2568; จุฑาวัฒน์ กำลังทวี และชิดชนก ศรีสวัสดิ์, 2568)

3. ข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานต้องใช้เวลาและทรัพยากรสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม โครงงานที่มีคุณภาพจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วางแผน สำรวจ ทดลอง ปรับปรุง และสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับโครงสร้างหลักสูตร เวลาเรียน และทรัพยากรที่มีอยู่ในสถานศึกษา โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาและรายวิชาที่มีกรอบสาระการเรียนรู้ตายตัว (สหัทยา รัตนจรณะ, 2567; Ashraf et al., 2025)

4. ข้อจำกัดด้านการประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลถือเป็นข้อจำกัดที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน งานวิจัยจำนวนมากสะท้อนว่า การประเมินมุ่งเน้นเพียงผลลัพธ์ด้านความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น ความพึงพอใจหรือทัศนคติ มากกว่าการประเมินผลลัพธ์ด้านพุทธิปัญญา ทักษะขั้นสูง และคุณภาพของชิ้นงานอย่างเป็นระบบ (Guo et al., 2020) นอกจากนี้ การประเมินรายบุคคลในบริบทของการทำงานกลุ่มยังเป็นความท้าทายที่ทำให้ยากต่อการสะท้อนศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนอย่างแท้จริง (จุฑาวัฒน์ กำลังทวี และชิดชนก ศรีสวัสดิ์, 2568)

5. ข้อจำกัดของหลักฐานเชิงประจักษ์ในระยะยาว

แม้จะมีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่รายงานผลเชิงบวกของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แต่การศึกษาผลกระทบในระยะยาวต่อสมรรถนะทางวิชาชีพและการนำความรู้ไปใช้ในการทำงานจริงยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะงานวิจัยเชิงทดลองและการติดตามผลหลังสำเร็จการศึกษา (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และคณะ, 2564; Naseer et al., 2025) แนวทางการพัฒนาและทิศทางการวิจัยในอนาคต

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21 พบว่า แม้แนวคิดดังกล่าวจะมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 แต่การนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลอย่างแท้จริงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการออกแบบการเรียนรู้ แนวปฏิบัติการสอน และการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต การกำหนดแนวทางการพัฒนาและทิศทางการวิจัยจึงมีความสำคัญต่อการยกระดับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานให้สอดคล้องกับบริบทการศึกษาร่วมสมัย

แนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

1. การยืนยันและเชื่อมโยงรากฐานทางทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์เข้ากับการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างชัดเจน ผู้สอนและผู้พัฒนาหลักสูตรควรตระหนักว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไม่ใช่เพียงกิจกรรมเชิงปฏิบัติหรือการมอบหมายชิ้นงาน แต่เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการสะท้อนคิดอย่างเป็นระบบ วัฒนา รัตนพรหม (2561) เสนอว่า

การออกแบบโครงงานที่มีคุณภาพควรผสานกระบวนการคิดเชิงวิชาการ การวิจัย และการเรียนรู้เชิงจิตตปัญญา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกอย่างแท้จริง

2. การพัฒนาแนวปฏิบัติการสอนที่ตอบสนองต่อบทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) ผู้สอนควรได้รับการพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะทักษะในการออกแบบโครงงาน การจัดการชั้นเรียนเชิงกระบวนการ การให้ความช่วยเหลือแบบค่อยเป็นค่อยไป และการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีคุณภาพ งานวิจัยในบริบทไทยชี้ให้เห็นว่า การเสริมสร้างสมรรถนะของผู้สอนเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติ (จุฑาวัฒน์ กำลังทวี และชิดชนก ศรีสวัสดิ์, 2568; ปวริส มินา และคณะ, 2568)

3. การพัฒนาเครื่องมือและแนวทางการประเมินผลที่สอดคล้องกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การประเมินควรมุ่งเน้นทั้งกระบวนการเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ ไม่จำกัดอยู่เพียงการวัดความพึงพอใจหรือผลงานปลายทางเท่านั้น แต่ครอบคลุมถึงการพัฒนาความคิดขั้นสูง ทักษะการทำงานร่วมกัน และความเป็นอิสระในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่ง Guo et al. (2020) และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และคณะ (2564) ต่างชี้ให้เห็นว่า การใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น รูบริก การวิเคราะห์ชิ้นงาน และการประเมินตนเองของผู้เรียน จะช่วยให้สะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างรอบด้านมากขึ้น

ทิศทางการวิจัยในอนาคต

ในด้านทิศทางการวิจัย งานวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตการศึกษาไปสู่การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงพุทธิปัญญาและสมรรถนะอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยใช้การออกแบบการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง เพื่อให้สามารถอธิบายผลกระทบของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานได้อย่างชัดเจนกว่างานวิจัยเชิงพรรณนาที่เคยมีมา (Guo et al., 2020)

นอกจากนี้ ควรมีการวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งศึกษากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดการดำเนินโครงงาน เช่น การวิเคราะห์การมีส่วนร่วม การโต้ตอบในกลุ่ม และการสะท้อนคิดของผู้เรียน เพื่อทำความเข้าใจกลไกการเรียนรู้เชิงลึกที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติได้อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น (Ospankulova et al., 2025)

ในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษา งานวิจัยในอนาคตควรมุ่งศึกษาผลกระทบระยะยาวของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยเฉพาะรูปแบบที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรม ต่อความพร้อมในอาชีพและสมรรถนะการทำงานจริงของผู้เรียนหลังสำเร็จการศึกษา การติดตามผลในระยะยาวจะช่วยยืนยันศักยภาพของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในการเชื่อมโยงการเรียนรู้กับโลกการทำงานได้อย่างเป็นรูปธรรม (Naseer et al., 2025)

สรุป

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของสังคม เศรษฐกิจ และตลาดแรงงานที่ต้องการผู้เรียนซึ่งมีมากกว่าความรู้เชิงวิชาการ แต่ต้องมีทักษะการคิดขั้นสูง ความสามารถในการทำงานร่วมกัน และความพร้อมในการประกอบอาชีพ งานทบทวนเชิงระบบฉบับนี้ได้สังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยครอบคลุมรากฐานทางทฤษฎี หลักการออกแบบ รูปแบบการประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ผลลัพธ์การเรียนรู้ ตลอดจนความท้าทายและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

ผลการทบทวนชี้ให้เห็นว่า รากฐานทางทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ ทั้งในมิติด้านพุทธิปัญญาและด้านสังคม เป็นกรอบแนวคิดสำคัญที่อธิบายกลไกการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอย่างชัดเจน ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะ การปฏิสัมพันธ์ และการสะท้อนคิด ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ของตนเองอย่างมีความหมาย (Blumenfeld et al., 1994; Al-Kamzari & Alias, 2025) หลักการออกแบบที่มีประสิทธิผล เช่น การเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง การจัดโครงงานเป็นศูนย์กลางของหลักสูตร การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีเสียงและทางเลือก รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างเป็นระบบ ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ยั่งยืน

ในด้านผลลัพธ์การเรียนรู้ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศยืนยันว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลเชิงบวกต่อผู้เรียนในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นความเข้าใจเชิงแนวคิด การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน ความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ตลอดจนเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Guo et al., 2020; Ospankulova et al., 2025) โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา รูปแบบโครงงานที่บูรณาการภาคอุตสาหกรรมช่วยเสริมสร้างทักษะการจ้างงานและความพร้อมในอาชีพของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม (Naseer et al., 2025)

อย่างไรก็ตาม บทความนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยเฉพาะการนำไปใช้ที่ขาดความเข้าใจเชิงทฤษฎี ความไม่พร้อมของผู้สอน ข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร รวมถึงการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ยังไม่ครอบคลุมทักษะขั้นสูงและผลกระทบในระยะยาว (วัฒนา รัตนพรหม, 2561; จุฑาวัฒน์ กำลังทวี และชิดชนก ศรีสวัสดิ์, 2568) ความท้าทายเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมิได้ขึ้นอยู่กับแนวคิดเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของการออกแบบและการดำเนินการในบริบทจริง

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังคงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมต่อการเรียนรู้และการทำงานในศตวรรษที่ 21 การยกระดับประสิทธิผลของแนวทางนี้จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการรากฐานทางทฤษฎีกับการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ การพัฒนาสมรรถนะของผู้สอน การออกแบบการประเมินผลที่เหมาะสม และการขยายงานวิจัยเชิงลึกในระยะยาว แนวทางดังกล่าวจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายการศึกษาและบริบทการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

จุฑาวัฒน์ กำลังทวี และชิดชนก ศรีสวัสดิ์. (2568). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในรายวิชาฟุตบอล เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูของนักศึกษาสาขาวิชาพลศึกษา. *Journal of Education and Innovation, 27*(1), 90-102. https://doi.org/10.71185/jeiejournals.v27i1.278197

ฐิฏิภัทร์ เดชพิพัฒน์วรกุล, กฤษณา คิดดี และศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะตีมเป็นฐานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 25*(1), 117-130. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ivebjournal/article/view/272700

ปวริส มินา, ณัฐภรณ์ สถิตวราทร, มุจรินทร์ อิทธิพงษ์ และธีรพล กลิ่นมงคล. (2568). การพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning): กรณีศึกษาการจัดการแสดงละครพูดชวนหัวเรื่องล่ามดี. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 19*(1), 25-41. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/journaldru/article/view/273148

พิชิต อ้วนไตร และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล. (2565). การเสริมสร้างสมรรถนะเฉพาะทางของครูช่างสาขาอุตสาหกรรมศึกษาโดยใช้การเรียนรู้โครงงานเป็นฐานแบบ DAPOA ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 16*(2), 190-200. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/yru_human/article/view/241321

วัฒนา รัตนพรหม. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัย. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 5*(2), 37-60. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/srj/article/view/149548

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, บุญเสฐียร บุญสูง และสหรัฐ ยกย่อง. (2564). การพัฒนาสมรรถนะการวาดภาพทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนิสิตต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการวาดภาพทางชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23*(4), 354-368. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/247999

สหัทยา รัตนจรณะ. (2567). ความคิดเห็นของนักศึกษาพยาบาลต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. *วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 32*(2), 80-91. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Nubuu/article/view/268304

Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*(1), 1-18. https://www.nature.com/articles/s41599-025-04579-4#Sec2

Arthars, N., Thompson, K., Huijser, H., Kickbusch, S., Cunningham, S., Winter, G., ... Lockyer, L. (2024). Formative assessment of group work skills: An analytics-enabled conceptual framework. *Australasian Journal of Educational Technology, 40*(4), 139-154. https://doi.org/10.14742/ajet.9444

Ashraf, M. H., Özpolat, K., Yalcin, M. G., & Shah, P. (2025). A project-based learning approach to supply chain mapping education. *The international journal of management education, 23*(2), 1-15. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.101128

Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). Lessons learned: How collaboration helped middle grade science teachers learn project-based instruction. *The Elementary School Journal, 94*(5), 539-551. https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/461782

Dewi, F. U. (2025). Integrating constructivism into project-based learning: Bridging theory and practice in contemporary education. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR), 9*(5), 55-60. http://ijeais.org/wp-content/uploads/2025/5/IJAPR250509.pdf

Drain, M. (2010). Justification of the dual-phase project-based pedagogical approach in a primary school technology unit. *Design and Technology Education: An International Journal, 15*(1), 7-14. https://openjournals.ljmu.ac.uk/DesignTechnologyEducation/article/view/2266

Garcia, M. B. (2025). Self-coded digital portfolios as an authentic project-based learning assessment in computing education: Evidence from a web design and development course. *Education Sciences, 15*(9), 1-18. https://doi.org/10.3390/educsci15091150

Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research, 102*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586

Hopfenbeck, T. N., Zhang, Z., Sun, S. Z., Robertson, P. R., & McGrane, J. A. (2023). Challenges and opportunities for classroom-based formative assessment and AI: A perspective article. *Frontiers in Education, 8*, 1-9. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1270700

Katsenos, I., & Pierrakeas, C. (2025). Assessing individual contributions of team members to team achievement by combining peer assessments and digital presence in an academic environment. *Education Sciences, 15*(3), 1-16. https://doi.org/10.3390/educsci15030279

Naseer, F., Tariq, R., Alshahrani, H. M., Alruwais, N., & Al-Wesabi, F. N. (2025). Project based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education. *Scientific Reports, 15*(1), 1-25. https://www.nature.com/articles/s41598-025-10385-4

Novalia, R., Marini, A., Bintoro, T., & Muawanah, U. (2025). Project-based learning: For higher education students' learning independence. *Social Sciences & Humanities Open, 11*, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101530

Ospankulova, E., Maxutov, S., Lathrop, R., Anuarova, L., & Balta, N. (2025). Science students' attitudes, learning, critical thinking and engagement in project-based learning. *Cogent Education, 12*(1), 1-18. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2445358

Prompiengchai, S., Narreddy, C., & Joordens, S. (2025). A practical guide for supporting formative assessment and feedback using generative AI. *Computer Science, 2505.23405*, 1-70. https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.23405

Ratih, A., Festiyed, F., & Arsih, F. (2024). Implementation of project-based learning in 21st century learning in science: A systematic literature review. *International conference on education and innovation (ICEI), 1*(1), 15-24. https://journal.unilak.ac.id/index.php/ICEI/article/view/21690

Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon, 10*(23), 1-17. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988

U.S. Department of Education. (2023). *Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations*. USA: U.S. Department of Education https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology, 14*, 1-14. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728