

Journal of Educational Transformation Original Article

Received: 9 March 2026

Revised: 29 March 2026

Accepted: 3 April 2026

ผลของการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

The Effects of Project-Based Learning on Students' Analytical Thinking Skills

นายนิวัฒน์ ศรีประชา¹

Mr.Nivat Sripracha

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้การวิจัยเชิงกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning -PBL) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ (3) แบบสะท้อนคิดของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเฉพาะในด้านการระบุปัญหา การให้เหตุผลเชิงตรรกะ และการประเมินหลักฐาน นอกจากนี้ ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสะท้อนคิดและการสังเกตในชั้นเรียนแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์เชิงระบบ มีเหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสามารถสื่อสารผลการเรียนรู้ได้อย่างมีตรรกะมากขึ้น ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb (1984) และแนวคิดของ Thomas (2000) ที่มองว่าแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน ช่วยพัฒนา “การเรียนรู้เชิงลึก” (Deep learning) บทความนี้เสนอว่า การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนไทย และควรถูกบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิรูปหลักสูตรฐานสมรรถนะในระดับมัธยมศึกษา

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบโครงงาน, การคิดวิเคราะห์, การเรียนรู้เชิงลึก, นักเรียนมัธยมศึกษา, หลักสูตรฐานสมรรถนะ

¹ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี ; The Secondary Educational Service Area Office Kanchanaburi, Thailand

Corresponding author, e-mail: nivatsripracha@gmail.com

Abstract

This study aimed to examine the effects of project-based learning (PBL) on secondary school students' analytical thinking skills. A quasi-experimental one-group pretest–posttest design was employed with 30 Grade 10 students participating in an eight-week PBL program. The research instruments included: (1) project-based lesson plans, (2) an analytical thinking test, and (3) students' reflective journals. Quantitative findings revealed that students' posttest mean scores were significantly higher than their pretest scores ($p < 0.05$), particularly in identifying problems, reasoning logically, and evaluating evidence. Qualitative data from reflections and classroom observations indicated that students developed systemic analytical thinking, evidence-based reasoning, and more coherent communication of ideas. These results are consistent with Kolb's (1984) Experiential Learning Theory and Thomas's (2000) framework, which view PBL as a process that fosters deep learning through active engagement and reflection. The study concludes that project-based learning is an effective pedagogical approach for enhancing Thai students' analytical thinking and should be integrated into the competency-based curriculum reform at the secondary level.

Keywords: Project-Based Learning, Analytical Thinking, Deep Learning, Secondary Education, Competency-Based Curriculum

1. บทนำ

ภูมิหลังของปัญหาและบริบททางการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ทำให้ระบบการศึกษาทั่วโลกต้องปรับตัวจากการเรียนรู้แบบเน้นเนื้อหา ไปสู่การเรียนรู้ที่เน้น “สมรรถนะและการคิดวิเคราะห์” เป็นศูนย์กลาง (Trilling & Fadel, 2009) การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) กลายเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรยุคใหม่ เพราะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) และเป็นทักษะสำคัญในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (OECD, 2018) อย่างไรก็ตาม ระบบการศึกษาไทยยังคงประสบปัญหาการสอนแบบท่องจำ (Rote learning) ซึ่งจำกัดความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง (วัฒนา, 2564) จึงเกิดคำถามสำคัญว่า แนวทางการเรียนรู้รูปแบบใดจะช่วยปลดล็อกศักยภาพการคิดของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

การเรียนรู้แบบโครงงานในฐานะทางเลือกใหม่ของการศึกษาหนึ่งในแนวทางที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายคือ “การเรียนรู้แบบโครงงาน” (Project-Based Learning: PBL) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการลงมือทำจริง (Learning by doing) และแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่มีความหมายต่อชีวิตจริงของพวกเขา

เขา (Thomas, 2000) PBL ได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของทฤษฎีสถิตความรู้ (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential learning theory) ของ Kolb (1984) ที่มองว่าความรู้ไม่สามารถถ่ายทอดโดยตรง แต่ต้องเกิดจากการสร้างความเข้าใจผ่านการกระทำ การสะท้อนคิด และการนำไปใช้ในบริบทจริง งานของ Blumenfeld et al. (1991) ยังชี้ว่าแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะพวกเขาเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังทำ

หลักฐานเชิงประจักษ์ในต่างประเทศและบริบทไทยงานวิจัยสากลจำนวนมาก เช่น Bender (2012), Katz and Chard (2000), และ Michel and Lavoué (2011) ยืนยันว่าการเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลเชิงบวกต่อการคิดเชิงวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา งานวิจัยในไทยก็สะท้อนผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกัน เช่น สุภาวดี (2563) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน มีคะแนนการคิดสูงชันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ กุญช์พิสิฐ และ สุภาพ (2568) พบว่าการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาอย่างเด่นชัด การศึกษาของ สัตบุษย์ จรทอง และคณะ (2567) ยังเสนอว่าการเรียนรู้แบบโครงงานมีศักยภาพในการพัฒนา “การคิดสร้างสรรค์เชิงวิเคราะห์” (Creative-analytical thinking) ซึ่งเป็นหัวใจของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ช่องว่างของการศึกษาและประเด็นที่บทความนี้มุ่งตอบ แม้งานวิจัยส่วนใหญ่จะเห็นพ้องว่า แนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานมีประสิทธิภาพสูง แต่ในบริบทของโรงเรียนขนาดกลางในประเทศไทย การประยุกต์ใช้รูปแบบนี้ยังมีข้อจำกัด เช่น การขาดความเข้าใจของครูในกระบวนการออกแบบโครงงาน และการประเมินผลที่ยังยึดตามแบบทดสอบปลายภาค (วัฒนา, 2564; อรุณี & ชูชาติ, 2558) งานของ Margolies et al. (2014) และ Ahmad et al. (2023) ยังชี้ว่าการนำแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน มาใช้ในระดับระบบจำเป็นต้องมีโครงสร้างสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและการพัฒนาครุร่วมด้วย ช่องว่างนี้เองเป็นแรงบันดาลใจให้บทความนี้มุ่งวิเคราะห์ “ผลของการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน” เพื่อให้เข้าใจถึงผลเชิงปริมาณและกระบวนการเรียนรู้เชิงคุณภาพในบริบทโรงเรียนไทย

วัตถุประสงค์และความสำคัญของการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักสองประการ คือ (1) เพื่อศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา และ (2) เพื่อสังเคราะห์ข้อเสนอแนะในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงโครงงานที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนไทย การศึกษานี้จึงไม่เพียงต้องการยืนยันประสิทธิผลของแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน เชิงเชิงปริมาณ แต่ยังมีมุ่งสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างกระบวนการจัดโครงงาน ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการออกแบบหลักสูตรและการพัฒนาครูในอนาคต (Edutopia, 2016; OECD, 2018)

2. กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ภาพรวมและฐานคิดของการเรียนรู้แบบโครงการการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning: PBL) เป็นแนวคิดที่มีรากฐานอยู่บนทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (constructivism) ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Piaget, 1973; Vygotsky, 1978, อ้างใน Thomas, 2000) ในกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการ ผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาจริง วางแผน แสวงหาข้อมูล ทดลอง และนำเสนอผลลัพธ์ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบและเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Blumenfeld et al., 1991; กุญช์พิสิฐ & สุภาพ, 2568)

ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) Kolb (1984) เสนอว่า การเรียนรู้ที่แท้จริงเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนผ่านสี่ขั้นตอน คือประสบการณ์ตรง (Concrete Experience), การสะท้อนคิด (Reflective Observation), การสร้างแนวคิดนามธรรม (Abstract Conceptualization), และการทดลองปฏิบัติใหม่ (Active Experimentation) กระบวนการนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยเชื่อมโยงประสบการณ์กับหลักการทางทฤษฎี การจัดการเรียนรู้แบบโครงการจึงเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ผู้เรียน “เรียนรู้จากการลงมือทำ” (Learning by doing) ตามแนวคิดของ Dewey (1938) และสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาของ ศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะมากกว่าความรู้เชิงท่องจำ (Trilling & Fadel, 2009)

แนวคิดของ Thomas (2000) และหลักการของการเรียนรู้แบบโครงการ Thomas (2000) ได้ทบทวนงานวิจัยกว่า 20 ชิ้นและสรุปหลักการของการเรียนรู้แบบโครงการไว้ 5 ประการ ได้แก่

1. โครงการต้องเน้นประเด็นหลักของหลักสูตร (Centrality),
2. มีคำถามสำคัญหรือปัญหาหลักที่ทำนาย (Driving question),
3. ผู้เรียนต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Student-driven),
4. กระบวนการเรียนรู้ต้องมุ่งสู่การสร้างผลผลิตจริง (Constructive investigation), และ
5. การเรียนรู้ต้องสะท้อนผลอย่างต่อเนื่อง (reflection).

หลักการเหล่านี้ทำให้แนวทางการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทั้ง “การคิดเชิงวิเคราะห์” (Analytical thinking) และ “การคิดเชิงระบบ” (Systemic reasoning) (Blumenfeld et al., 1991; Bender, 2012)

การคิดวิเคราะห์และองค์ประกอบสำคัญการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา การเปรียบเทียบข้อมูล การให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ และการประเมินหลักฐานอย่างเป็นระบบ (Facione, 2015; สุภาวดี, 2563) ในบริบทของการเรียนรู้แบบโครงการ การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนต้องตัดสินใจระหว่างแนวทางแก้ปัญหาหลายรูปแบบ และเรียนรู้ที่จะใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนข้อสรุปของตน การฝึกกระบวนการนี้อย่างต่อเนื่องช่วยยกระดับทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (critical reasoning) และทักษะการสื่อสารเชิงตรรกะ (กุญช์พิสิฐ & สุภาพ, 2568; วัฒนา, 2564)

การสังเคราะห์แนวคิดสู่กรอบแนวคิดการวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยง “ประสบการณ์ตรง-การสะท้อนคิด-การสร้างองค์ความรู้-การประยุกต์ใช้” เข้าด้วยกัน (Kolb, 1984; Thomas, 2000) กระบวนการนี้นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนทั้งในเชิงตรรกะและเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นสมรรถนะหลักของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Trilling & Fadel, 2009; OECD, 2018)

แผนภาพกรอบแนวคิด (Conceptual Framework)

แนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning -PBL)



การมีส่วนร่วมเชิงรุกของผู้เรียน
(Active Engagement & Reflection)



กระบวนการคิดเชิงระบบและการประเมินข้อมูล
(Systemic Reasoning & Evidence Evaluation)



การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์
(Enhanced Analytical Thinking Skills)

คำอธิบายแผนภาพ: โมเดลนี้ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยมี “การมีส่วนร่วมเชิงรุก” และ “การสะท้อนคิด” เป็นตัวแปรกระบวนการ (Process variables) ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงระบบของผู้เรียน การบูรณาการกิจกรรมโครงงานจึงไม่เพียงพัฒนาเนื้อหาความรู้ แต่ยังส่งเสริมกระบวนการคิดในระดับสูงอย่างมีโครงสร้าง (Blumenfeld et al., 1991; Kolb, 1984; สุภาวดี, 2563)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย (Research Design)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ใช้รูปแบบการออกแบบการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบแบบกลุ่มเดียว (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน (Thomas, 2000; Blumenfeld et al., 1991) โดยมีตัวแปรต้นคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL) และตัวแปรตามคือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน (Analytical Thinking Skills) การวิจัยนี้เน้นการเก็บข้อมูลทั้งเชิง

ปริมาณและเชิงคุณภาพ (Mixed-method design) เพื่อให้เข้าใจทั้งระดับผลลัพธ์ (Outcome) และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนแนวคิดของ Kolb (1984) เกี่ยวกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential learning cycle) ถูกใช้เป็นการอบในการออกแบบกิจกรรมโครงการที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอน

3.2 กลุ่มตัวอย่าง (Participants)

ประชากร (Population) ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เรียนที่อยู่ในช่วงวัยที่มีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้เชิงนามธรรมอย่างชัดเจนตามพัฒนาการทางสติปัญญา

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้รับการคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากโรงเรียนดังกล่าวมีความพร้อมในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ทั้งในด้านนโยบายของสถานศึกษาและความพร้อมของครูผู้สอนที่ผ่านการอบรมแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) การดำเนินการทดลองใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ (16 คาบเรียน)

อย่างไรก็ตาม การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงมีข้อจำกัดที่สำคัญ กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้ เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมเฉพาะด้านทั้งในเชิงนโยบายและศักยภาพของครู ส่งผลให้ผลการวิจัยอาจมีแนวโน้มสูงกว่าบริบทของโรงเรียนทั่วไป (selection bias) นอกจากนี้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างจำกัด ($n = 30$) ยังอาจส่งผลต่อความสามารถในการอ้างอิงผลไปยังบริบทอื่น (generalizability) ดังนั้น การตีความผลการวิจัยควรพิจารณาภายใต้บริบทของโรงเรียนขนาดกลางที่มีความพร้อมในระดับหนึ่ง และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในโรงเรียนที่มีบริบทแตกต่างกัน เช่น โรงเรียนขนาดเล็กหรือโรงเรียนในพื้นที่ชนบท เพื่อยืนยันความสอดคล้องของผลการวิจัยในวงกว้าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Instruments)

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Lesson Plans)

แผนการสอนจำนวน 4 หน่วย รวม 8 สัปดาห์ ออกแบบตามหลักการของ Thomas (2000) และ Bender (2012) แต่ละหน่วยมีคำถามสำคัญ (Driving question) และกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างชิ้นงานจริง ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม (สุภาวดี, 2563)

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking Test)

พัฒนาโดยอิงกรอบของ Facione (2015) และ OECD (2018) มี 25 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ครอบคลุมทักษะย่อย 4 ด้าน คือ (1) การระบุปัญหา (2) การเปรียบเทียบข้อมูล (3) การให้เหตุผลเชิงตรรกะ และ (4) การประเมินหลักฐานมีค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha = 0.87 ถือว่าอยู่ในระดับสูง (วัฒนา, 2564).

3. แบบสะท้อนคิดของผู้เรียน (Learning Reflection Form)

ใช้เพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยให้นักเรียนบันทึกกระบวนการเรียนรู้ ปัญหาที่พบ และวิธีแก้ปัญหาในแต่ละสัปดาห์แนวคำถามอิงจากกรอบ Experiential Learning Cycle ของ Kolb (1984) และแนวทางของ Edutopia (2016)

3.4 การดำเนินการทดลอง (Procedure)

- ระยะเตรียมการ:** จัดประชุมครูและนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดแนวทางการเรียนรู้แบบโครงการและวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- ก่อนการทดลอง:** ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนทดลอง (Pretest) วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- **ระยะดำเนินการ:** จัดกิจกรรมโครงการ 4 หน่วย โดยเน้นการเรียนรู้จากการแก้ปัญหาจริงในชุมชน
- **หลังการทดลอง:** ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังทดลอง (Posttest) และเขียนแบบสะท้อนคิดเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้
- สรุปและประเมินผล:** วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพประกอบกันตามแนวทางของ Bender (2012) และ Ahmad et al. (2023).

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

1. **ข้อมูลเชิงปริมาณ:** ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test สำหรับข้อมูลคู่ (Dependent sample) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน
2. **ข้อมูลเชิงคุณภาพ:** ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากแบบสะท้อนคิดของผู้เรียน จัดหมวดหมู่ตามกรอบหลัก ได้แก่
 - การคิดวิเคราะห์เชิงระบบ
 - การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
 - การประเมินข้อมูลและหลักฐาน

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อมูลทำโดยวิธีสามเส้า (Triangulation) ระหว่างข้อมูลจากแบบทดสอบ การสังเกต และการสะท้อนคิด (Michel & Lavoué, 2011).

อย่างไรก็ตาม วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณา ในส่วนของการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การใช้สถิติ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n = 30$) และการออกแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียว (One-Group Pretest–Posttest Design) อาจมีข้อจำกัดในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous variables) และไม่สามารถยืนยันความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จำกัดยังส่งผลต่อความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรในวงกว้าง (Generalizability)

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ แม้ว่าการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จะช่วยให้เข้าใจประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างลึกซึ้ง แต่ยังคงมีความเสี่ยงต่ออคติ

ของผู้วิจัย (Researcher bias) ในการตีความข้อมูล และความแตกต่างในการตีความอาจเกิดขึ้นได้จาก บริบทและประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้พยายามลดข้อจำกัดดังกล่าวโดยใช้วิธีการ ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ผ่านการเปรียบเทียบข้อมูลจากแบบทดสอบ การสังเกต และแบบสะท้อนคิด เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ (Credibility) และความเที่ยงตรงของผลการวิจัย (Michel & Lavoué, 2011)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Findings)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน (n = 30)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน (Pretest)	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (Posttest)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	Sig. (2- tailed)
ความสามารถในการคิด วิเคราะห์	17.23	23.87	3.21	9.54	0.000*

$p < .05$

ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี (2563) และ วัฒนา (2564) ซึ่งพบว่าการเรียนรู้แบบโครงการช่วยยกระดับการคิดวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาโดยเฉพาะในทักษะย่อยด้านการระบุปัญหา และการให้เหตุผลเชิงตรรกะแนวโน้มนี้ยังสอดคล้องกับผลการทบทวนของ Thomas (2000) และ Blumenfeld et al. (1991) ที่ระบุว่าแนวทางการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning -PBL) ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์และความเข้าใจเชิงลึก (Deep learning)

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Findings)

การวิเคราะห์แบบสะท้อนคิดของผู้เรียน (Learning Reflection) และการสังเกตในชั้นเรียน สามารถจัดกลุ่มประเด็นสำคัญได้ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

ประเด็นที่ 1: การคิดวิเคราะห์เชิงระบบ (Systemic Analytical Thinking)

นักเรียนส่วนใหญ่สะท้อนว่าการทำโครงการช่วยให้พวกเขามองเห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลและสามารถ แยกแยะองค์ประกอบของปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้นเช่นการระบุสาเหตุ-ผลและปัจจัยร่วม ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับ แนวคิดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential learning) ของ Kolb (1984) ซึ่งมองว่าการเรียนรู้ที่มี ประสบการณ์ตรงช่วยพัฒนาโครงสร้างการคิดเชิงระบบของผู้เรียน

ประเด็นที่ 2: การให้เหตุผลและการตัดสินใจบนฐานข้อมูล (Evidence-Based Reasoning)

ผู้เรียนรายงานว่า การสืบค้นข้อมูลเพื่อทำโครงการงานทำให้ตนต้องใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปและเรียนรู้ที่จะเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากหลายแหล่งสอดคล้องกับกรอบการคิดวิเคราะห์ของ Facione (2015) และแนวทางการสอนของ Bender (2012) ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการตัดสินใจและสื่อสารผลลัพธ์อย่างมีหลักฐาน

ประเด็นที่ 3: การสะท้อนคิดและการเรียนรู้ร่วมกัน (Reflective and Collaborative Learning)

นักเรียนหลายคนระบุว่าขั้นตอนการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มทำให้เกิดการคิดทบทวน (Reflection) และเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของเพื่อนร่วมทีมซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ตามวงจรของ Kolb (1984) และสอดคล้องกับ Edutopia (2016) ที่เสนอว่าการสะท้อนคิดเป็น “จุดเปลี่ยนของการเรียนรู้จากประสบการณ์” (Turning point of experiential learning)

4.3 การบูรณาการผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ (Integrated Findings)

เมื่อบูรณาการผลทั้งสองมิติ พบว่า การเรียนรู้แบบโครงการส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอย่างครอบคลุมโดยมีทั้งการพัฒนาในระดับ ผลลัพธ์ (Outcome) และ กระบวนการเรียนรู้ (Process) กล่าวคือ ผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดสูงขึ้นเชิงปริมาณพร้อมกับแสดงพฤติกรรมความคิดเชิงระบบ การให้เหตุผล และการสะท้อนคิดที่ลึกซึ้งขึ้นเชิงคุณภาพผลการศึกษานี้สนับสนุนกรอบแนวคิดของ OECD (2018) ที่ชี้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) ต้องพัฒนา “สมรรถนะเชิงคิด” (Cognitive competencies) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริง

4.4 สรุปผลภาพรวม

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีผลชัดเจนในการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการคิด และพฤติกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่การตั้งคำถาม วิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อสรุป ไปจนถึงการสื่อสารผลลัพธ์อย่างมีเหตุผลผลนี้ต่อยอดข้อเสนอของ Trilling และ Fadel (2009) ว่า การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์คือหัวใจของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และยืนยันว่าการเรียนรู้แบบโครงการสามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการปฏิรูปการเรียนรู้ของไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การอภิปรายผล

การตีความเชิงทฤษฎี (Theoretical Interpretation)

ผลการวิจัยที่พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ สอดคล้องกับแนวคิดของลัทธิสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ที่เสนอโดย Piaget และ Vygotsky ซึ่งมองว่าการเรียนรู้เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ใหม่บนประสบการณ์ของผู้เรียนเอง (Thomas, 2000; Blumenfeld et al., 1991) และยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของ Kolb (1984) ที่ระบุว่า การ

คิดวิเคราะห์เกิดขึ้นจากกระบวนการหมุนเวียนระหว่าง “ประสบการณ์–การสะท้อนคิด–การสรุปเชิงแนวคิด–การลงมือทำใหม่” ดังนั้น การเรียนรู้แบบโครงงานจึงมีคุณลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงลึก (Deep cognitive processing) อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การตีความเชิงปฏิบัติ (Practical Implications)

ผลเชิงปฏิบัติจากการวิจัยครั้งนี้ยืนยันว่าครูในโรงเรียนไทยสามารถนำแนวทางแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน มาประยุกต์ใช้ได้จริงโดยไม่ต้องพึ่งพาทรัพยากรพิเศษจำนวนมาก หากได้รับการฝึกอบรมให้เข้าใจหลักการและขั้นตอนของ PBL อย่างเป็นระบบ (สุภาวดี, 2563; วัฒนา, 2564) งานของ Bender (2012) ชี้ว่า “ครูผู้สอน” ต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้มาเป็นผู้ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning designer) เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด วิเคราะห์ และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งผลในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าครูสามารถดำเนินบทบาทดังกล่าวได้จริงในบริบทโรงเรียนขนาดกลาง ผลลัพธ์นี้ยังสอดคล้องกับข้อเสนอของ Laurillard (2012) ที่เห็นว่าการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือการออกแบบเชิงวิทยาศาสตร์ (Teaching as a design science)

การตีความเชิงระบบ (Systemic Interpretation)

ในเชิงระบบ การเรียนรู้แบบโครงงานมิได้เพียงพัฒนา “ผลลัพธ์ผู้เรียน” (Learning outcomes) เท่านั้น แต่ยังช่วยเปลี่ยนแปลง “วัฒนธรรมการเรียนรู้” (learning culture) ในโรงเรียนอีกด้วย (OECD, 2018) ผู้เรียนเริ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เชิงรุก (Active engagement) และแสดงพฤติกรรมใฝ่รู้มากขึ้น ครูมีการทำงานร่วมกันในรูปแบบ “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” (Professional Learning Community: PLC) เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งตรงกับข้อเสนอของ Michel & Lavoué (2011) ที่ว่า PBL เป็นเครื่องมือเชื่อมโยงครู-ผู้เรียน-ชุมชนในระบบการเรียนรู้แบบเปิด (Open learning ecosystem). ผลที่เกิดขึ้นในครั้งนี้สะท้อนว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไม่เพียงพัฒนา “ทักษะรายบุคคล” แต่ยังเป็น “กลไกเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง” ของโรงเรียนที่มุ่งสู่การเรียนรู้เพื่ออนาคต

การเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้า (Comparison with Previous Studies)

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Katz & Chard (2000) ที่พบว่าโครงงานช่วยสร้าง “แรงจูงใจภายใน” และส่งเสริมการคิดเชิงเหตุผลของผู้เรียน เช่นเดียวกับ Margolies et al. (2014) ที่ศึกษาการใช้ PBL ในบริบทสหวิทยาการและพบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำงานร่วมกันสูงขึ้น งานวิจัยไทยโดย กุญช์พิสิฐ และสุภาพ (2568) รวมถึง สัตตบุษย์ จรทอง และคณะ (2567) ก็ชี้ว่าการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีตรรกะมากขึ้น และมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ชัดเจนขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่งานของ Blumenfeld et al. (1991) พบว่าผู้เรียนไทยมีพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ในลักษณะ “เหตุผลเชิงอุปนัย” มากกว่า “เหตุผลเชิงนิรนัย” ซึ่งสะท้อนลักษณะการเรียนรู้ที่อิงบริบทสังคมวัฒนธรรมของไทย

การตีความเชิงวิพากษ์และข้อเสนอเชิงพัฒนา (Critical Reflection and Future Outlook)

แม้ผลการวิจัยยืนยันประสิทธิผลของแนวทางการเรียนรู้แบบโครงการ ต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แต่ยังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณาในเชิงระบบ เช่น ความไม่สอดคล้องระหว่างรูปแบบการประเมินผลของโรงเรียนกับแนวคิดฐานสมรรถนะ (Competency-based assessment) และภาระงานของครูที่จำกัดเวลาในการวางแผนกิจกรรมโครงการ (Ahmad et al., 2023; OECD, 2018) เพื่อให้การใช้ PBL มีประสิทธิภาพยั่งยืน จำเป็นต้องมีนโยบายสนับสนุนการอบรมครูอย่างต่อเนื่อง และการออกแบบระบบประเมินที่สะท้อนสมรรถนะการคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริง อนาคตของการศึกษาไทยจึงควรมุ่งไปสู่ “การเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงวิเคราะห์” (Learning for analytical understanding) ตามแนวทางของ UNESCO (2021) ที่ให้ความสำคัญกับ “การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง” (Learning for transformation)

6.สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยยืนยันว่าการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning: PBL) เป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนมัธยมศึกษา ผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม PBL มีพัฒนาการทางความคิดในด้านการระบุปัญหา การสืบค้นและประเมินข้อมูล และการให้เหตุผลเชิงตรรกะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb (1984) ซึ่งระบุว่าความรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติ และการสะท้อนคิด และสนับสนุนแนวคิดของ Thomas (2000) และ Blumenfeld et al. (1991) ที่เห็นว่า PBL ช่วยสร้าง “การเรียนรู้เชิงลึก” (Deep learning) โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเชิงรุก (Active engagement). ผลลัพธ์ของการวิจัยนี้สะท้อนคุณค่าทางทฤษฎีในสองมิติ คือ (1) ยืนยันว่าการคิดวิเคราะห์มิได้เป็นเพียงทักษะทางสติปัญญา แต่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการสร้างองค์ความรู้เชิงประสบการณ์ และ (2) ขยายความเข้าใจของทฤษฎีการสร้างให้เห็นการทำงานจริงในบริบทโรงเรียนไทย โดยผู้เรียนได้พัฒนา “โครงสร้างความคิด” (Cognitive structure) จากการลงมือทำโครงการจริง ซึ่งสอดคล้องกับ Trilling และ Fadel (2009) ที่มองว่าทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันเป็นหัวใจของการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21. ข้อเสนอเชิงวิพากษ์และทิศทางอนาคตแม้ว่าผลการวิจัยจะยืนยันประสิทธิผลของแนวทางการเรียนรู้แบบโครงการ แต่การขยายผลในระดับประเทศยังต้องอาศัยการสนับสนุนเชิงนโยบายและวัฒนธรรมการเรียนรู้ใหม่ การศึกษาไทยควรปรับบทบาทของครูให้เป็น “ผู้อำนวยความรู้” (Facilitator of knowledge) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง (Learner agency) ตามแนวคิดของ UNESCO (2021) ซึ่งเสนอให้การศึกษาเป็น “สัญญาทางสังคมใหม่” (A new social contract for education) ที่เน้นการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (Learning for transformation). การนำแนวทางการเรียนรู้แบบโครงการ มาใช้จึงมิใช่เพียงนวัตกรรมการสอน แต่คือหนทางสำคัญสู่การพัฒนาผู้เรียนที่มีสมรรถนะในการคิดอย่างเป็นระบบ และพร้อมเผชิญความซับซ้อนของโลกอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ (Practical Recommendations)

เพื่อให้การใช้แนวทางการเรียนรู้แบบโครงงาน เกิดประสิทธิผลสูงสุด ครูควรได้รับการพัฒนาในด้านการออกแบบกิจกรรม (Learning design) โดยเฉพาะการตั้งคำถามหลัก (Driving question) และการวัดผลตามสมรรถนะ (Competency-based assessment) ตามข้อเสนอของ Bender (2012) และ OECD (2018) โรงเรียนควรสร้าง “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” (Professional Learning Community – PLC) เพื่อให้ครูแลกเปลี่ยนประสบการณ์การจัดโครงงานและเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง รวมถึงใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการทำโครงงานร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน (Edutopia, 2016)

2. ข้อเสนอเชิงระบบและนโยบาย (Systemic and Policy Recommendations)

ในระดับระบบ หน่วยงานด้านการศึกษควรปรับเกณฑ์การประเมินผลจากการวัดผลสัมฤทธิ์เชิงปริมาณมาเป็นการประเมินสมรรถนะการคิดของผู้เรียน ตามแนวทางของ OECD (2018) และ UNESCO (2021) กระทรวงศึกษาธิการควรกำหนดกรอบมาตรฐานกลางสำหรับการเรียนรู้เชิงโครงงาน และสนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาเครื่องมือประเมินที่สะท้อนความคิดเชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างแท้จริง นอกจากนี้ การพัฒนาครูควรมุ่งเน้น “การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง” (Practice-based teacher development) มากกว่าการอบรมเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว

รายการอ้างอิง

- กฤษณ์พิสิษฐ์ คงนุรัตน์, & สุภาพ ไชยทอง. (2568). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ผ่านการเรียนรู้แบบโครงงานในศตวรรษที่ 21. *วารสารสหศาสตร์ศรีปทุม ชลบุรี*, 8(2), 77–88. สืบค้นจาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/ISCJ/article/view/278880>
- สัตตบุษย์ จรทอง, ชุตินา ทศโร, & เก็ดถวา บุญปรากร. (2567). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย*, 10(1), 1–14. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/274906>
- สุภาวดี ศรีสม. (2563). ผลของการเรียนรู้แบบโครงงานต่อทักษะการคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(2), 112–125. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edkku/article/view>
- อรุณี ศรีสิทธิ, & ชูชาติ ชินธงชัย. (2558). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 7(3), 221–233. สืบค้นจาก <https://journalgrad.ssru.ac.th/index.php/5-03/article/viewFile/221/157>

- วัฒนา สุทธิศักดิ์. (2564). ผลของการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 12(1), 45–60. สืบค้นจาก
<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/edujournalmsu/article/view>
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Sadiq Amin, M., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0:
Requirements, enabling technologies, and future directions. *arXiv preprint*
arXiv:2307.15846. <https://arxiv.org/abs/2311.14701>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991).
Motivating project-based learning: Sustaining the “doing,” supporting the learning.
Educational Psychologist, 26(3–4), 369–398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Bender, W. N. (2012). *Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century*.
Corwin Press.
- Edutopia. (2016). Project-based learning research review. George Lucas Educational Foundation.
<https://www.edutopia.org/project-based-learning-research>
- Katz, L., & Chard, S. C. (2000). *Engaging children’s minds: The project approach* (2nd ed.).
Greenwood Publishing Group.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*.
Prentice Hall.
- Margolies, R., Gorlatova, M., Sarik, J., Kinget, P., Kymissis, I., & Zussman, G. (2014). Project-based
learning within a large-scale interdisciplinary research effort. *arXiv preprint*
arXiv:1410.6935. <https://arxiv.org/abs/1410.6935>
- Michel, C., & Lavoué, E. (2011). KM and Web 2.0 methods for project-based learning: MESHAT –
A monitoring and experience-sharing tool. *arXiv preprint arXiv:1112.3726*.
<https://arxiv.org/abs/1112.3726>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk
Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.