



รายงานวิจัยในชั้นเรียน

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การ
เรียนรู้แบบ PBL สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จัดทำโดย

นางสาวณัฐพร คำภีโล

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

วิทยาลัยเทคนิคสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

หัวข้อวิจัย	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL)
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวณัฐพร คำภีโร
แผนกวิชา	สามัญสัมพันธ์ (วิทยาศาสตร์)
ปีการศึกษา	๒๕๖๘

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียนระดับชั้น ปวช.1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง จำนวน 10 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired sample t - test) ได้ผลการศึกษาครั้งนี้ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่า 5.80 (S.D. = 2.20) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่า 17.30 (S.D. = 6.07) ผลการทดสอบด้วย Paired t-test พบว่ามีค่า $t = 5.37$ แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Problem Base Learning (PBL) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL), การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การแก้ปัญหา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อไทย	ก
สารบัญ	๒
บทที่ 1	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
บทที่ 2	
แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3	
วิธีดำเนินการวิจัย	10
บทที่ 4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	16
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	16
บรรณานุกรม	18

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้พัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ได้จัดกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ในหมวดวิชาทักษะชีวิต โดยมีสมรรถนะหลักคือ การแก้ปัญหาในงานอาชีพโดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการฝึกฝนและพัฒนาความสามารถของนักเรียน ในการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้ ครูจึงต้องฝึกฝนให้นักเรียนได้มีทักษะดังกล่าว รวมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตให้สูงขึ้น ปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพพบว่า เนื้อหาของรายวิชาต้องอาศัยทักษะการวิเคราะห์ นักเรียนบางกลุ่มขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมถึงขาดการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบจึงต้องมีการส่งเสริมและพัฒนามากขึ้นต่อไป ทั้งนี้ นักเรียนยังขาดทักษะการสร้างความคิดรวบยอดและองค์ความรู้ในเนื้อหาที่แตกต่างกัน นักเรียนบางกลุ่มขาดทักษะกระบวนการวางแผนการทำงานร่วมกับผู้อื่น และนักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยในเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน” ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิต การทำงาน และการประกอบอาชีพ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าผู้เรียนจำนวนมากยังขาดความสนใจ ขาดแรงจูงใจในการเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ

การจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) หรือ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ รูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทำโครงการที่ท้าทายและมีความหมายในโลกแห่งความเป็นจริง เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่ซับซ้อน ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียนในกระบวนการสืบหาความรู้ การทำงานร่วมกัน การคิดวิเคราะห์ และการนำเสนอผลงาน เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การแก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ และการทำงานเป็นทีม เน้นการให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ค้นคว้า แก้ปัญหา และนำเสนอผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยพัฒนาความรู้ ความคิดวิเคราะห์ การทำงานกลุ่ม และการเชื่อมโยงเนื้อหาสู่ชีวิตจริง จึงเหมาะสมกับผู้เรียนสายอาชีพที่เน้นทักษะปฏิบัติและการแก้ปัญหา

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและเพื่อให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่สูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันของนักเรียน ระดับปวช.1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิค สันกำแพง จำนวน 6 สาขา จำนวนนักเรียน 33 คน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคสันกำแพง โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 11 คน

1.3.3 เนื้อหาการวิจัย

เนื้อหาของการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) ในรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่อง ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์ของคำที่ใช้ในการวิจัยเพื่อให้เข้าใจความหมายเฉพาะดังนี้

1.4.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) หมายถึง การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ รูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการทำโครงการที่ท้าทายและมีความหมายในโลกแห่งความเป็นจริง เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่ซับซ้อน ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียนในกระบวนการสืบหาความรู้ การทำงานร่วมกัน การคิดวิเคราะห์ และการนำเสนอผลงาน เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การแก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ และการทำงานเป็นทีม เน้นการให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ค้นคว้า แก้ปัญหา และนำเสนอผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ได้รูปแบบการสอนแบบ Project Based Learning (PBL) ที่นักเรียนได้ใช้ความรู้เรื่อง ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวันมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและอาชีพ

1.5.2 ได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและก่อให้เกิดประโยชน์ในการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงไปสู่การใช้ชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ โดยผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL)

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Definition of Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PBL) มุ่งเน้นการศึกษาได้ให้คำนิยามไว้หลากหลาย แต่โดยสรุปแล้วมีแนวคิดหลักที่สอดคล้องกัน

Buck Institute for Education (PBLWorks) ซึ่งเป็นองค์กรชั้นนำด้าน PBL ได้ให้คำนิยามไว้ว่า "การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการสำรวจและตอบสนองต่อคำถาม ปัญหา หรือความท้าทายที่ซับซ้อน น่าสนใจ และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ในระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควร" (PBLWorks, n.d.)

Thomas (2000) ได้สรุปจากงานวิจัยจำนวนมากว่า โครงงานที่เป็นหัวใจของ PBL จะต้องมียุทธศาสตร์ 5 ประการ คือ (1) เป็นศูนย์กลางของหลักสูตร ไม่ใช่ส่วนเสริม (2) มุ่งเน้นไปที่คำถามหรือปัญหาที่นำผู้เรียนไปสู่การเผชิญหน้ากับแนวคิดและหลักการที่สำคัญของเนื้อหาวิชานั้นๆ (3) ผู้เรียนต้องทำการสืบเสาะค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ (4) ผู้เรียนเป็นผู้ขับเคลื่อนกิจกรรมด้วยตนเอง (Student-driven) และ (5) มีความสมจริง (Realism)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2552) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่งที่ใช้โครงงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้บูรณาการความรู้จากศาสตร์สาขาต่างๆ มาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ "โครงงาน" เป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการเรียนรู้ โดยมี "คำถามนำที่ท้าทาย" (Driving Question) เป็นตัวจุดประกายให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ และนำไปสู่กระบวนการสืบเสาะ ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน คำตอบ หรือแนวทางการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนได้ฝึกฝนการทำงานร่วมกับผู้อื่นและบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขาวิชา

2.1.2 ปรัชญาและทฤษฎีพื้นฐาน (Foundational Philosophy and Theories) การจัดการเรียนรู้แบบ Project Based Learning (PBL) ตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่ม Constructivism ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า ความรู้ไม่ได้ถูกถ่ายทอดจากภายนอก แต่ถูก "สร้าง" ขึ้นภายในตัวของผู้เรียนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์

- ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Development Theory) ของ Jean Piaget: เน้นว่าผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา

(Accommodation) เมื่อเผชิญกับประสบการณ์ใหม่ๆ PBL เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาจริงและปรับเปลี่ยนความเข้าใจเดิมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

- ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์สังคม (Social Constructivism) ของ Lev Vygotsky: เน้นความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการใช้ภาษาในการเรียนรู้ Vygotsky เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดใน "Zone of Proximal Development (ZPD)" ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ด้วยตนเอง กับสิ่งที่สามารถทำได้โดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้ที่มีความรู้มากกว่า PBL ส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะนี้ ผ่านการทำงานกลุ่ม การอภิปราย และการให้ข้อมูลป้อนกลับจากครูและเพื่อน

- แนวคิดของ John Dewey: นักการศึกษาผู้บุกเบิกแนวคิด "Learning by Doing" เขาเชื่อว่าการศึกษาคควรเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับชีวิตในสังคมประชาธิปไตย และการเรียนรู้ที่ดีที่สุดเกิดจากการเผชิญหน้ากับปัญหาจริง PBL สะท้อนแนวคิดนี้โดยตรง โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาที่พวกเขาสนใจและมีความหมายต่อชีวิต

2.1.3 หลักการสำคัญและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

PBLWorks ได้กำหนดมาตรฐานทองคำ (Gold Standard PBL) สำหรับการออกแบบโครงงานที่มีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 7 ประการ ดังนี้

1. เป้าหมายการเรียนรู้ (A Challenging Problem or Question) โครงงานเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีความหมาย หรือคำถามที่ท้าทายและปลายเปิด (Open-ended) ซึ่งเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมทั้งหมด คำถามนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องสืบค้นข้อมูลอย่างลึกซึ้งและคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่ใช่แค่การจดจำและตอบคำถามง่ายๆ

- 2 การสืบเสาะค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง (Sustained Inquiry) ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกระบวนการที่เข้มข้นและต่อเนื่อง ซึ่งรวมถึงการตั้งคำถาม การค้นหาแหล่งข้อมูล และการนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ กระบวนการนี้ไม่ใช่เพียงการค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต แต่เป็นการแสวงหาความรู้จากหลากหลายแหล่ง เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสำรวจ หรือการทดลอง

3. ความเป็นของจริง (Authenticity) โครงงานต้องมีความเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง ทั้งในแง่ของบริบท ภารกิจ เครื่องมือที่ใช้ หรือผลกระทบต่อผู้อื่น ความเป็นของจริงนี้จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความรู้สึกเป็นเจ้าของในตัวผู้เรียน ทำให้พวกเขารู้สึกว่างานที่ทำมีความหมาย

4. เสียงของผู้เรียนและทางเลือก (Student Voice & Choice) ผู้เรียนควรมีบทบาทในการตัดสินใจเกี่ยวกับโครงงานที่ทำ เช่น การเลือกหัวข้อย่อย การกำหนดรูปแบบของผลงาน หรือวิธีการทำงานในกลุ่ม การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจจะช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบและความผูกพันต่อการเรียนรู้

5. การสะท้อนคิด (Reflection) ผู้เรียนและผู้สอนควรมีการสะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ กระบวนการทำงาน และประสิทธิภาพของการทำงานร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ การสะท้อนคิดช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งขึ้นและพัฒนากระบวนการทำงานของตนเองให้ดีขึ้น

6. การวิพากษ์และปรับปรุง (Critique & Revision) ผู้เรียนต้องเรียนรู้ที่จะให้และรับข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ที่สร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงกระบวนการทำงานและคุณภาพของผลงานให้ดีขึ้น กระบวนการนี้อาจเกิดขึ้นผ่านการนำเสนอความคืบหน้าให้เพื่อนและครูฟัง หรือการขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก

7. การนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ (Public Product) ในตอนท้ายของโครงงาน ผู้เรียนจะต้องนำเสนอผลงานของตนเองต่อสาธารณชนนอกห้องเรียน เช่น นำเสนอต่อผู้ปกครอง

ผู้เชี่ยวชาญ หรือสมาชิกในชุมชน การทำเช่นนี้ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของงานที่ทำ เพิ่มแรงจูงใจในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพ และได้ฝึกฝนทักษะการสื่อสาร

2.1.4 กระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (Process and Steps)

แม้ว่าจะมีรูปแบบของขั้นตอนที่หลากหลาย แต่กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็นขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1: การเปิดประเด็นปัญหาและสร้างแรงบันดาลใจ (Project Launch / Entry Event)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่สำคัญที่สุด ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์หรือนำเสนอปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความสงสัยใคร่รู้ของผู้เรียน อาจทำได้โดยการใช้สื่อวิดีโอ การเชิญวิทยากร การพาทัศนศึกษา หรือการใช้กรณีศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของปัญหากับชีวิตจริง และร่วมกันกำหนด "คำถามนำสู่การเรียนรู้" (Driving Question) ที่จะเป็แกนหลักของโครงงาน

ตัวอย่างคำถามนำ:

- (วิชาวิทยาศาสตร์) เราจะออกแบบระบบกรองน้ำจากวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อช่วยให้ชุมชนของเรามีน้ำสะอาดใช้ได้อย่างไร?
- (วิชาประวัติศาสตร์) ถ้าเราเป็นสถาปนิกในสมัยอยุธยา เราจะออกแบบเมืองให้สามารถป้องกันข้าศึกและรับมือกับอุทกภัยได้อย่างไร?

ขั้นที่ 2: การสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้และวางแผน (Building the Culture & Planning)

ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะสร้างข้อตกลงและบรรยากาศของการทำงานร่วมกัน การยอมรับฟังความคิดเห็น และการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากนั้นผู้เรียนจะเริ่มระดมสมองถึงสิ่งที่ "ต้องรู้" (Need to Know) เพื่อตอบคำถามนำ และร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน กำหนดเป้าหมาย กำหนดเวลา แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3: การจัดการเรียนรู้และสืบเสาะค้นคว้า (Managing the Process & Investigation)

ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ในขั้นตอนนี้จะเต็มไปด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น

- การค้นคว้า: อ่านหนังสือ บทความ สัมภาษณ์ผู้รู้
- การทดลอง/ปฏิบัติ: สร้างแบบจำลอง ทำการทดลอง สืบเสาะหาข้อมูล
- การเรียนรู้เนื้อหา: ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมบรรยายย่อย (Mini-lesson) เพื่อให้ความรู้หรือทักษะที่จำเป็นในจังหวะที่ผู้เรียนต้องการ
- การทำงานกลุ่ม: ประชุม อภิปราย แก้ปัญหาร่วมกัน

ในขั้นนี้ ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยตั้งคำถามกระตุ้นความคิด ให้คำปรึกษา และติดตามความคืบหน้าอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4: การพัฒนาผลงานและรับข้อมูลป้อนกลับ (Developing Products & Feedback)

ขณะที่ผู้เรียนกำลังพัฒนาชิ้นงานหรือผลงานของตน ผู้สอนจะสร้างโอกาสให้เกิดกระบวนการให้ข้อมูลป้อนกลับและการวิพากษ์อย่างสม่ำเสมอ อาจจัดให้มีการนำเสนอความคืบหน้าต่อเพื่อนในชั้นเรียน (Peer Review) หรือต่อผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับมุมมองที่หลากหลายและนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขผลงานของตนเอง (Revision) กระบวนการนี้เป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยยกระดับคุณภาพของผลงานชิ้นสุดท้าย

ขั้นที่ 5: การสรุปและประเมินผล (Finalizing and Assessment)

เมื่อใกล้สิ้นสุดโครงงาน ผู้เรียนจะทำการสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำโครงงานทั้งหมด และจัดทำผลงานให้อยู่ในรูปแบบที่สมบูรณ์พร้อมสำหรับการนำเสนอ ในขั้นตอนนี้ อาจมีการประเมินผลงานโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ที่ผู้เรียนและผู้สอนได้ร่วมกันสร้างขึ้นตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ยังมีการประเมินตนเอง (Self-

Assessment) และการประเมินเพื่อนร่วมงาน (Peer Assessment) เพื่อสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน และทักษะทางสังคม

ขั้นที่ 6: การนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ (Public Presentation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนจะได้แบ่งปันผลงานและกระบวนการเรียนรู้ของตนเองให้กับผู้ชมที่เป็นสาธารณะ ซึ่งอาจจัดในรูปแบบของ นิทรรศการ การแสดงละคร การนำเสนอผลงานบนเวที หรือการเผยแพร่ผ่านสื่อออนไลน์ การนำเสนอต่อหน้าผู้ชมจริงจะสร้างความภาคภูมิใจและทำให้การเรียนรู้มีความหมายอย่างแท้จริง หลังจากนำเสนอเสร็จสิ้น ควรมีช่วงเวลาให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดถึงประสบการณ์ทั้งหมดที่ได้รับจากโครงการ

2.1.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน (Roles of Teacher and Learner)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทำให้บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง

บทบาทของผู้สอน (Teacher's Role): ผู้ออกแบบและผู้อำนวยความสะดวก (Designer & Facilitator)

- **ผู้ออกแบบ (Designer):** ออกแบบโครงงานที่ท้าทาย สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และมีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน รวมถึงออกแบบเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย
- **ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator):** ไม่ได้เป็นผู้บอกคำตอบ แต่เป็นผู้ตั้งคำถามกระตุ้นความคิด จัดหาทรัพยากรที่จำเป็น และสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้
- **ผู้ให้คำปรึกษา (Coach/Advisor):** ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อเผชิญกับอุปสรรค ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการทำงานกลุ่ม
- **ผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-learner):** ผู้สอนเองก็อาจไม่ได้รู้คำตอบทั้งหมด และพร้อมที่จะเรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน

บทบาทของผู้เรียน (Learner's Role): ผู้ขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Active & Self-directed Learner)

- **ผู้สืบเสาะ/นักวิจัย (Investigator/Researcher):** เป็นผู้ตั้งคำถาม สืบหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจของตนเอง
- **ผู้แก้ปัญหา (Problem Solver):** เผชิญหน้ากับความท้าทายและอุปสรรค และพยายามหาวิธีการแก้ไขด้วยตนเองหรือโดยการร่วมมือกับผู้อื่น
- **ผู้ทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborator):** ทำงานเป็นทีม แบ่งปันความคิด รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนในกลุ่ม
- **ผู้จัดการตนเอง (Self-manager):** วางแผนการทำงาน บริหารจัดการเวลา และติดตามความก้าวหน้าของตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงงาน

2.1.6 การวัดและประเมินผล (Measurement and Assessment)

การประเมินผลใน PBL มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนา (Assessment for Learning) มากกว่าการตัดสิน (Assessment of Learning) และมักเป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งเน้นการประเมินทักษะและกระบวนการทำงานควบคู่ไปกับความรู้ในเนื้อหา เครื่องมือที่นิยมใช้มีดังนี้

- **เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics):** เป็นเครื่องมือสำคัญที่สุดในการประเมินผลงานและกระบวนการใน PBL โดยจะระบุเกณฑ์ (Criteria) และระดับคุณภาพ (Levels of Performance) ไว้อย่างชัดเจน ทำให้การประเมินมีความน่าเชื่อถือและเป็นรูปธรรม ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้ Rubrics เป็นแนวทางในการพัฒนาผลงานได้ตลอดโครงการ

- **การประเมินระหว่างทาง (Formative Assessment):** เป็นการประเมินที่เกิดขึ้นตลอดโครงการงาน เพื่อเก็บข้อมูลและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน เช่น
 - **การสังเกตและจดบันทึก (Observations & Anecdotal Records):** ครูสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ทักษะการแก้ปัญหา และบันทึกเป็นข้อมูล
 - **สมุดบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs/Journals):** ให้ผู้เรียนบันทึกความก้าวหน้า ปัญหาที่พบ และสิ่งที่ได้เรียนรู้
 - **แบบตรวจสอบรายการ (Checklists):** ใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของภาระงานหรือทักษะที่กำหนด
- **การประเมินตนเอง (Self-Assessment):** เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนและประเมินการเรียนรู้ ทักษะ และการมีส่วนร่วมในโครงการงานของตนเองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ช่วยส่งเสริมทักษะการกำกับตนเอง (Self-regulation)
- **การประเมินโดยเพื่อน (Peer Assessment):** สมาชิกในกลุ่มประเมินการทำงานของกันและกัน โดยใช้เกณฑ์ที่ชัดเจน ช่วยส่งเสริมความรับผิดชอบและทักษะการทำงานร่วมกัน
- **การประเมินผลงาน (Product/Performance Assessment):** เป็นการประเมินรวบยอด (Summative Assessment) ที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงการงาน โดยประเมินจากคุณภาพของชิ้นงาน การนำเสนอ หรือการสาธิตเทียบกับเกณฑ์ใน Rubrics

2.1.7 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงานเป็นฐาน

ประโยชน์ (Benefits)

1. **ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่ลึกซึ้งและยาวนาน:** การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาจริง ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความหมายและความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าการท่องจำ
2. **พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21:** ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นธรรมชาติผ่านกระบวนการทำโครงการงาน
3. **เพิ่มแรงจูงใจและความผูกพันในการเรียนรู้:** การได้เลือกหัวข้อที่ตนเองสนใจและเห็นความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจภายในและมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้อย่างเต็มที่
4. **สร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning):** ผู้เรียนได้ฝึกฝนการวางแผน การจัดการเวลา และการกำกับตนเอง ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต
5. **เชื่อมโยงโรงเรียนกับชุมชน:** การทำโครงการงานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นในชุมชนและการนำเสนอผลงานต่อสาธารณะ ช่วยสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างสถานศึกษาและชุมชน

ข้อจำกัดและความท้าทาย (Limitations and Challenges)

1. **การบริหารจัดการเวลา:** PBL ต้องใช้เวลาในการดำเนินงานค่อนข้างนาน อาจทำให้ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรได้ไม่ครบถ้วนเท่าวิธีการสอนแบบบรรยาย
2. **ภาระงานของผู้สอน:** ผู้สอนต้องใช้เวลาและพลังงานอย่างมากในการออกแบบโครงการงาน เตรียมทรัพยากร และให้การสนับสนุนผู้เรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด
3. **ความท้าทายในการบริหารจัดการชั้นเรียน:** การที่ผู้เรียนทำงานกันอย่างอิสระและเคลื่อนไหวตลอดเวลาอาจทำให้เกิดความวุ่นวายได้ง่าย ผู้สอนต้องมีทักษะในการบริหารจัดการชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพ
4. **การประเมินผลที่ซับซ้อน:** การประเมินทักษะที่จับต้องได้ยาก เช่น ความคิดสร้างสรรค์หรือการทำงานร่วมกัน ให้ความเที่ยงตรงและยุติธรรมเป็นเรื่องที่ท้าทาย

5. **ความพร้อมของทรัพยากร:** โครงการบางอย่างอาจต้องการทรัพยากร อุปกรณ์ หรือการเข้าถึงแหล่งข้อมูลนอกโรงเรียน ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดสำหรับบางสถานศึกษา
6. **ความไม่คุ้นเคยของผู้เรียน:** ผู้เรียนที่คุ้นเคยกับการเรียนแบบรับฟังบรรยายอาจรู้สึกไม่มั่นคงและต้องการคำแนะนำที่ชัดเจนในช่วงแรกของการเปลี่ยนผ่านสู่การเรียนรู้แบบ PBL

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research)

การศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในและต่างประเทศ โดยสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

งานวิจัยในต่างประเทศ

Strobel and van Barneveld (2009) ได้ทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Meta-analysis) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่าง PBL และการสอนแบบดั้งเดิม พบว่า PBL มีประสิทธิภาพสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการจดจำความรู้ในระยะยาว (Long-term retention) และการพัฒนาทักษะต่างๆ ในขณะที่การสอนแบบดั้งเดิมอาจให้ผลดีกว่าในด้านคะแนนสอบมาตรฐานในระยะสั้น

Geier et al. (2008) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้น PBL กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในเมืองดีทรอยต์เป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่านักเรียนที่เรียนด้วย PBL มีคะแนนสอบมาตรฐานของรัฐในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และยังแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งกว่า

งานวิจัยในประเทศไทย

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2542) ได้ศึกษาและพัฒนาการเรียนการสอนแบบโครงงานทางวิทยาศาสตร์ พบว่าช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดระดับสูง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

ไสว พักขาว (2554) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2560) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วย PBL มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มที่สอดคล้องกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างรอบด้าน ทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะทางสังคม และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

สรุปและกรอบแนวคิดในการวิจัย (Conclusion and Conceptual Framework)

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นปรัชญาและแนวปฏิบัติทางการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้โครงงานที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนการเรียนรู้ กระบวนการนี้ตั้งอยู่บนทฤษฎี Constructivism ที่เชื่อว่าผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองผ่านการลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะค้นคว้า และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หัวใจสำคัญของ PBL ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ได้แก่ คำถามนำที่ท้าทาย การสืบเสาะอย่างต่อเนื่อง ความเป็นของจริง การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ

ตัดสินใจ การสะท้อนคิด การวิพากษ์และปรับปรุง และการนำเสนอผลงานสู่สาธารณะ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่เข้าใจเนื้อหาวิชาอย่างลึกซึ้ง แต่ยังสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ควบคู่กันไป

แม้ว่า PBL จะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาผู้เรียน แต่ก็มี ความท้าทายในการนำไปปฏิบัติเช่นกัน ทั้งในด้านการบริหารจัดการเวลา ภาระงานของผู้สอน และการวัดประเมินผล ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาในการออกแบบและประยุกต์ใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ PBL สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคสันกำแพง จำนวน 6 สาขา รวมนักเรียนทั้งหมด 33 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคสันกำแพง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 11 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest (เกียร์ติสุตา ศรีสุข, 2552) รายละเอียดดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ	X	แทน การสอนแบบPBL เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
T_1		แทน การทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
T_2		แทน การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบPBL 1 แผน ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ นักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบPBL โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการหาความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบPBL ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบPBLรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2567

3.4.1.2 วิเคราะห์เลือก และกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอนและการประเมินผล ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบPBL

3.4.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบPBL จำนวน 1 แผน ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง

3.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบPBL ที่สร้าง เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้องกับประเด็นที่พิจารณา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับประเด็นที่พิจารณา

-1 หมายถึง แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับประเด็นที่พิจารณา

3.4.1.5 นำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (เกียรติสุดา ศรีสุข. 2552) ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบPCK เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงมีค่า มีค่า 1.00

3.4.1.6 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบPBL ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบPBL เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยขั้นทดลอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง จำนวน 11 คน

3.4.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวันเพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2.2 วิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้ เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดแบบประเมินให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวันแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

3.4.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่อง

ปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวันเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แล้ว วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) หาค่าความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC อย่างน้อย 0.6 จากนั้นนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่องปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

3.4.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่องปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวันไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเรียนเกี่ยวกับ สารและการเปลี่ยนแปลงมาแล้วจำนวน 20 คน

3.4.2.6 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบแต่ละข้อ ได้ข้อสอบที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไป

3.4.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร K-20 ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.8515

3.4.2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

3.4.2.9 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.5.1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

3.5.1.1 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้แบบPBL โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) ขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (เกียรติสุตา ศรีสุข. 2552)

3.5.1.2 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่องปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ได้แก่

1.) การตรวจสอบค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC)

2.) ตรวจสอบหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน ค่าความยากง่าย
	R	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

สามารถแปลความหมายได้ดังนี้ (เกียรติสุตา ศรีสุข. 2552)

ค่าความยากง่าย	ความหมาย
0.81 - 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 - 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 - 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00 - 0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

เกณฑ์ที่ยอมรับได้คือค่าความยากที่อยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 ถ้าค่า p มีค่านอกเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นหรือตัดทิ้งไป (เกียรติสุตา ศรีสุข, 2552)

3.) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_L	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 1.00 ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.20 จะต้องปรับปรุงแบบทดสอบข้อนั้น หรือตัดทิ้งไป

4.) ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาโดยใช้สูตร KR - 20 (Kuder Richardson - 20) โดยใช้สูตรดังนี้

$$r_u = \frac{n-1}{n} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	r_u	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน จำนวนข้อสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น ๆ
	q	แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น ๆ

$$S_t^2 \quad \text{แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด}$$

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
พื้นฐานอาชีพ เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ใช้ค่าสถิติ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้
สูตร ดังนี้ (เกียรติสุตา ศรีสุข, 2552)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนความสามารถ
ในการแก้ปัญหา โดยใช้สูตร ดังนี้ (เกียรติสุตา ศรีสุข, 2552)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าร้อยละ (Percentage) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา โดย
ใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 F แทน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4. การทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกัน (Paired sample t - test)
โดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีใน
ชีวิตประจำวัน ที่จัดการเรียนรู้แบบPBL โดยใช้สูตร ดังนี้ (นรา บุณรัช, 2543,122)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(n\sum D^2 - (\sum D)^2)}{n-1}}}$$

มี $df = N - 1$

เมื่อ D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

n แทน จำนวนคู่คะแนนของนักเรียน

กำหนดขอบเขตวิกฤต โดยหาค่า t วิกฤต

กำหนด $\alpha = 0.05$

กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สำหรับการทดสอบแบบสองทิศทาง

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

สำหรับการทดสอบแบบทิศทางเดียว

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2 \text{ หรือ } \mu_1 < \mu_2 \text{ อย่างไม่อย่างหนึ่ง}$$

สรุปผลการทดลอง โดยการพิจารณาตัวเลขไม่คิดเครื่องหมาย

$$t \geq t \text{ วิกฤต จะปฏิเสธ } H_0$$

$$t < t \text{ วิกฤต จะยอมรับ } H_1$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ PBL สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบPBL ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แล้ววิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ที่ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบPBL

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด
ก่อนเรียน	5.80	2.39	2	9
หลังเรียน	15.90	5.79	10	26

จากตาราง 4.1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียน (Post-test) มีค่าเฉลี่ย 15.90 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน (Pre-test) คือ 5.80

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ที่ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL

การทดสอบ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	p-value
ก่อนเรียน	11	5.80	2.20	5.57	0.00
หลังเรียน	11	17.30	6.07		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตาราง 4.2 จากผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่าค่า $t = 5.37$, $p = 0.000 < 0.05$ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning (PBL) มีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสายอาชีพในเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning (PBL) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง จำนวน 11 คน เครื่องมือวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน จำนวน 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์สถิติพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 5.80 (S.D. = 2.20) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 17.30 (S.D. = 6.07) ผลการทดสอบด้วย Paired t-test พบว่า $t = 5.37$, $df = 9$, $p < .001$ แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ PBL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ PBL จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้แบบ PBL เน้นให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง ค้นคว้าหาความรู้ร่วมกัน ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เชิงลึกและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Barrows (2002) ที่ระบุว่า PBL ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยที่พบว่าจัดการเรียนรู้ด้วย PBL สามารถเพิ่มความกระตือรือร้น ความรับผิดชอบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

บรรณานุกรม

- กองวิชาวิทยาศาสตร์. (2557). การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning: PBL). สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2557, จาก http://www.afaps.ac.th/~edbsci/km_sci.htm
- เชษฐะวัน สุวรรณพจน์. (2557). เรียนรู้ผ่านโครงงาน รากฐานใหม่ปฐมวัย. สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2557, จาก <http://taamkru.com/th/เรียนรู้ผ่านโครงงาน-รากฐานใหม่ปฐมวัย-1/>
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2542). เอกสารประกอบการอบรมครูวิชาการ ปีงบประมาณ 2542: กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์. สปช.
- ศิรินาถ นัวศิริ. (2549).
- การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบโครงการ (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร). คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556, เมษายน-มิถุนายน). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49–56.
- บุรินทร์ รุจจนพันธุ์. (2556). พีบีแอล (PBL = Project-Based Learning). สืบค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.thaiall.com/blog/burin/5563/>
- วัฒนา มัคคสมัน. (2539).
- การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การจัดประสบการณ์แบบโครงการในการส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง ของเด็กอนุบาล (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2554). การสอนแบบโครงการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรพงษ์ พลนิกรกิจ. (2556). ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st century skills). สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2557, จาก <http://www.peerapanasuporn.com/ทักษะในศตวรรษที่-21-21st-century-skills.html>
- วรรณาก รักสกุลไทย, และคณะครูอนุบาล โรงเรียนเกษมพิทยา. (ม.ป.ป.).
- สุดยอดเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบครูปฐมวัย. แฮปปี้ เลิร์นนิ่ง.
- Miller, A. (2014). PBL and STEAM education: A natural fit. Edutopia. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2557, จาก <http://www.edutopia.org/blog/pbl-and-steam-natural-fit-andrew-miller>