

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่มีต่อความสามารถ
ในการสร้างแบบจำลองและความสามารถในการคิดผลิตภาพ
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง
The Result of Project-Based Learning on Modeling Ability
and Productive Thinking Ability of Vocational Certificate Students
at Ban Khai Technical College Rayong Province

วชิรญาณม์ ตันกันยา^{1*} ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์² และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา³
Wachiraya Tonkanya^{1*} Tweesak Chindanurak² and Duongdearn Suwanjinda³

¹นักศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
¹Master of Education Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand
²อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
²Advisor, Associate Professor Dr., Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand
³อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
³Co-Advisor, Associate Professor Dr., Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand

*Corresponding email: wachiraya1476@gmail.com

Received: September. 10, 2025.; Revised: November. 21, 2025.; Accepted: November. 28, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การวิจัยนี้เป็นแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 23 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 549 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จำนวน 35 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และ 3) แบบประเมินความสามารถในการคิดผลิตภาพ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการคิดผลิตภาพของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ความสามารถในการคิดผลิตภาพ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare modeling ability before and after learning among vocational certificate students instructed in project-based learning and, 2) to compare productive thinking ability before and after learning among vocational certificate students instructed in project-based learning management.

The research employed a one-group pretest–posttest design. The population consisted of 549 second-year vocational certificate students enrolled in the second semester of the 2024 academic year at Bankhai Technical College. The sample group was 35 second-year vocational certificate students in the second semester of the 2024 academic year at Bankhai Technical College, selected through cluster random sampling. The research instruments included 1) five project-based learning plans totaling 18 hours, 2) a modeling ability assessment, and 3) a productive thinking ability assessment. The statistics used for data analysis were percentage, arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The results indicated that: (1) students' modeling ability after participating in project-based learning was significantly higher than before participating at the .05 level, and (2) students' productive thinking ability after participating in project-based learning was also significantly higher than before participating at the .05 level.

Keywords : Project-based learning, Modeling ability, Productivity thinking ability, Vocational certificate level students

บทนำ

การศึกษานับว่ามีความสำคัญมากต่อการพัฒนาบุคลากรตลอดจนไปถึงเป็นพื้นฐานของการพัฒนาส่วนอื่น ๆ ด้วย เพราะไม่ว่าจะทำการพัฒนาส่วนใดต้องเริ่มมาจากการพัฒนาคนเสียก่อน ดังนั้นการพัฒนาคนสามารถทำได้หลาย ๆ รูปแบบ อย่างที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาคนคือการให้การศึกษา ดังนั้นการพัฒนาประเทศต้องพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาคนโดยต้องคำนึงถึงการศึกษาเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ก้าวล้ำนำโลกไปมาก การศึกษาที่ต้องพัฒนาไปให้ทันกับโลก (สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2559) รวมถึงการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี โดยมีระยะเวลาตั้งแต่ปี 2561-2580 ที่มุ่งเน้นยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคงในด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ด้านการ

พัฒนาและส่งเสริมศักยภาพคน (สฤณี อาชวานันทกุล, 2561) ระบบการศึกษาในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อต้อนรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็น ให้แก่ผู้เรียนเพื่อประสบความสำเร็จในการเผชิญหน้ากับเหตุการณ์จริงทางสังคม และเศรษฐกิจ และผู้เรียนที่มีสมรรถนะการเป็นพลเมืองที่ดีที่จะสร้างความยั่งยืนให้กับประเทศและระบบสังคมโดยรวม (วิศิษฐ์ศรี วิยะรัตน์ และคณะ, 2567)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) หมายถึง การเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้นักเรียนเหมือนกับการทำงานในชีวิตจริงอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ใช้วิธีการหาความรู้ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงาน ทำการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพ ได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และการสังเกตจากผู้รู้ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและจัดแสดงผลงานที่เป็นรูปธรรม นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะที่สำคัญของนักเรียน และคุณลักษณะต่าง ๆ สอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Blooms ทั้ง 6 ชั้นคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนั้นสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 หากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานก็จะได้รับการส่งเสริมพัฒนาทักษะในหลายด้าน อาทิ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการ คิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา ทักษะเกี่ยวกับข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารและเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills) ผู้เรียน จะสามารถเข้าถึงและจัดการกับข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และ สามารถทำการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทักษะชีวิตและการประกอบอาชีพ (Life and Career Skills) โดยเฉพาะทักษะอาชีพ (Career Skills) เป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้จากจุดเน้นของนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งเน้นให้โรงเรียน สร้างค่านิยมในเรื่องของการเรียนในสายอาชีพ และลดสัดส่วนการเรียนสายสามัญ จะเห็นได้ว่า มีการให้ความสำคัญต่อการศึกษาประเภทสายอาชีพศึกษา สายอาชีพ ค่อนข้างมีความสำคัญมากขึ้นใน ศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังมีการกำหนดแนวทางการดำเนินงานในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ในการ พัฒนาการศึกษาด้านการพัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ได้กำหนดมาตรฐานหลักสูตรตามระดับช่วงชั้น และมาตรฐานสมรรถนะวิชาชีพ ที่สอดคล้องกับความ ต้องการของสถานศึกษา และสถานประกอบการ เพื่อจัดกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิด ทักษะอาชีพ ในการดำรงชีวิตในสังคมโลก ที่ให้นักเรียนมีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงกำหนดเป็นนโยบาย หลักในการขับเคลื่อนสู่สถานศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหา เป็นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้สืบค้น เพิ่มทักษะการคิดและการพึ่งพาตนเอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ของตนเอง แสดงออกถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาเรียนรู้และความคิด

สร้างสรรค์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การฝึกฝนทักษะ การส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และความเป็นประชาธิปไตย กระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย การกำหนดประเด็นปัญหา การกำหนดวิธีหาคำตอบ และการสรุปองค์ความรู้จากโครงการ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2559)

การสร้างแบบจำลอง เป็นการสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ แผนผัง สิ่งของ รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลหรือแนวคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองต่าง ๆ เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ 6 ทักษะ ซึ่งประกอบด้วย 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล 6) ทักษะการสร้างแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) การสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่สืบเสาะหาความรู้บนพื้นฐานของการสร้าง การทดสอบ และการแก้ไขแบบจำลอง เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Windschitlet al., 2008) การสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะฝึกฝนให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความชำนาญในการสร้างและประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Wang et al., 2015) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผน ออกแบบการทดลอง ตรวจสอบสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหลักฐานหลังจากลงมือปฏิบัติการทดลองผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองและปรับปรุงแบบจำลอง (Neilson et al., 2010)

การคิดผลิตภาพ เป็นกระบวนการทางสมองของคนที่อยู่เบื้องหน้าเป็นขั้นตอนจากเห็นภาพนั้นในสมองและนำภาพนั้นออกมาเป็นรูปธรรมได้ รูปธรรมนี้อาจจะเป็นความคิดก็ได้ งานวิชาการก็ได้ สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ก็ได้ แต่ต้องเป็นรูปธรรมของความคิดที่ชัดเจนสื่อต่อคนอื่นได้ (ไพฑูริย์ ลินลารัตน์, 2560) ความสามารถในการคิดที่เป็นที่ต้องการในสังคมไทยในปัจจุบันและโลกในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นความสามารถในการคิดที่ทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ การคิดผลิตภาพมีพื้นฐานมาจากแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่รู้จักกันดี คือ Learning by doing และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎี Constructionism ของซีมัวร์ แพเพิร์ต (Seymour Papert) ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบ Learning by making เมื่อ 20 กว่าปีมาแล้ว การจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาในอนาคตควรให้ความสำคัญและส่งเสริมการคิดผลิตภาพอย่างจริงจัง ในการส่งเสริมการคิดผลิตภาพในสถานศึกษา สามารถดำเนินการได้เป็น 3 ประการหลักคือ การนำเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดผลิตภาพมาใช้ ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning) และการจัดบรรยากาศและแหล่งเรียนรู้ (ไสว พักขาว, 2558)

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง เป็นสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนระบบทวิภาคีซึ่งจัดการเรียนการสอนร่วมกับสถานประกอบการ มุ่งเน้นผลิตและพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะอาชีพอย่างมีคุณภาพและศักยภาพนำไปสู่ตลาดแรงงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการพัฒนาประเทศชาติให้ก้าวหน้ายั่งยืน รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต เป็นพื้นฐานความรู้ของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเรียนรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันบูรณาการเข้ากับการทำงานในสถานประกอบการ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า หรือปฏิบัติงานตามหัวข้อ ที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งผู้เรียน จะต้องฝึกกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน มีการวางแผนในการทำงาน

หรือการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จนการดำเนินงานสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้อย่างหลากหลาย อันเป็นประสบการณ์ตรงที่มีคุณค่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานต่าง ๆ ได้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถสอนต่อเนื่องกับวิธีสอนแบบบูรณาการได้ ทั้งในรูปแบบบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้และบูรณาการ ระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาบูรณาการเพื่อทำโครงงาน

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ที่เป็นรายวิชาพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ หมวดสมรรถนะแกนกลาง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ โดยเฉพาะความรู้ขั้นบูรณาการทักษะการสร้างแบบจำลอง เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลหรือแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองแบบต่าง ๆ โดยเน้นความสามารถในการวัด 4 ด้าน ดังนี้ คือ 1) วางแผนการออกแบบจำลอง 2) การสร้างแบบจำลอง 3) ลักษณะของแบบจำลองสัมพันธ์กับข้อมูล 4) การสื่อความหมายของแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง จำนวน 23 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 549 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

ระเบียบวิธีวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การเปรียบเทียบก่อนเรียนหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารหลักสูตร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เขียนแผนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อการทำโครงการ จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การจัดทำเค้าโครงการทำโครงการ จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การลงมือทำโครงการ จำนวน 6 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การจัดทำรายงานโครงการ จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การนำเสนอผลงานโครงการ จำนวน 3 ชั่วโมง

2. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

1) จุดประสงค์รายวิชา (ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562)

2) สมรรถนะรายวิชา (ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562)

3) แนวคิด

4) สารการเรียนรู้

5) จุดประสงค์การเรียนรู้

6) กิจกรรมการเรียนรู้

7) สื่อการเรียนรู้

8) การวัดและการประเมินผล

9) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและตรวจสอบ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงในส่วนที่บกพร่อง

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขข้อบกพร่องและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ

5. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าเฉลี่ยของระดับความเหมาะสมค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.61 – 4.95 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับคุณภาพที่มีความเหมาะสมแล้วปรับปรุงตามคำแนะนำให้เสร็จสมบูรณ์

6. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยที่กำหนดไว้
แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

1) ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเช่น ตำรา หนังสือ บทความทางวิชาการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง

2) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

3) วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองสำหรับการประเมินความสามารถของนักเรียน

4) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องที่ต้องการวัด เป็นรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสร้างแบบจำลอง ปรับปรุงและดัดแปลงจากคู่มือการสอนวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) โดยสร้างเป็นแบบทดสอบที่เป็นแบบอัตนัยมีลักษณะแบบเขียนสรุปแนวความคิดรวบยอดโดยการวาดภาพอธิบายสถานการณ์ที่ได้จากการทดลอง จำนวน 2 สถานการณ์ รวมคะแนนเต็ม 24 คะแนน และใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยเป็นการปรับเข้ากับเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต เรื่องแรงเสียดทานหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562 ซึ่งแบบทดสอบมีรายการประเมินประกอบด้วย 4 รายการสำคัญคือ

รายการประเมินที่ 1 วางแผนการออกแบบจำลอง เป็นความสามารถในการอธิบายวางแผนการออกแบบจำลองได้จากสถานการณ์ที่กำหนดได้

รายการประเมินที่ 2 การสร้างแบบจำลอง เป็นความสามารถในการสร้างแบบจำลองโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดได้

รายการประเมินที่ 3 ลักษณะของแบบจำลองสัมพันธ์กับข้อมูลเป็นความสามารถในการอธิบายแบบจำลองที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับข้อมูล โดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดได้

รายการประเมินที่ 4 การสื่อความหมายของแบบจำลอง เป็นความสามารถเขียนบรรยายรูปภาพด้วยภาษาที่ถูกต้องชัดเจน หรือเขียนแผนภาพให้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดได้

5) พิจารณาให้คะแนนตามรูบรีค (Rubric) มีการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วย 3 เกณฑ์การประเมิน คือเกณฑ์การประเมินระดับ 3 หมายถึง ดี เกณฑ์การประเมินระดับ 2 หมายถึง พอใช้ และเกณฑ์การประเมินระดับ 1 หมายถึง ปรับปรุง

6) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

7) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับขั้นตอนตามกระบวนการสร้างแบบจำลองโดยประเมินเป็น 3 ระดับคือ +1 สอดคล้อง, 0 ไม่น่าสนใจ และ -1 ไม่สอดคล้อง แล้วนำคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ซึ่งต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป และทำการปรับปรุงตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำ ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.94 – 1.00

8) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง

9) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ในวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง จำนวน 35 คน แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาตรวจสอบ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเกี่ยวกับความยากและอำนาจจำแนก

10) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองกับผลการวิเคราะห์แบบค่าความยาก (p) อยู่ที่ระดับ 0.56 – 0.59 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ที่ระดับ 0.58-0.68 และตรวจสอบหาความเที่ยงโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบราค ผลปรากฏว่าแบบวัดนี้มีความเที่ยงอยู่ที่ 0.95

11) จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ตำรา หนังสือบทความทางวิชาการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดผลิตภาพ

2. เลือกใช้เกณฑ์ประเมินความสามารถในการคิดผลิตภาพ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงและดัดแปลงมาจากเกณฑ์การประเมินคุณภาพความสามารถในการคิดผลิตภาพ และคุณลักษณะของผู้มีความสามารถในการคิดผลิตภาพในการคิดผลิตภาพของ (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2560)

3. สร้างแบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพโดยครอบคลุมทักษะและคุณลักษณะของการคิดผลิตภาพ ซึ่งได้ปรับปรุงจากแบบวัดทักษะการคิดผลิตภาพของ (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2560)

4. นำแบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพที่ปรับปรุงขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

5. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพ โดยประเมินในส่วนของเกณฑ์การประเมินและนิยามของคุณลักษณะในแต่ละด้าน

6. นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ของแบบประเมินรายข้อและนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระดับพฤติกรรมที่สอดคล้องคุณลักษณะและความสามารถในการคิดผลิตภาพ ผลปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

7. หาค่าความเที่ยงของแบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบราค ผลปรากฏว่าแบบวัดนี้มีความเที่ยงอยู่ที่ 0.84

8. นำแบบประเมินคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลและประเมินผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์และเงื่อนไขในการเรียนให้กับนักเรียนได้รับทราบ

2. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่องแรงเสียดทาน ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ในเวลา 1 ชั่วโมง และแบบประเมินคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะความสามารถในการคิดผลิตภาพที่ครอบคลุมคุณลักษณะหรือทักษะ ช่างสังเกต คิดต่อเนื่อง มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ เชื่อมโยงกับผลผลิต คิดและทำด้วยพร้อมกัน มุ่งทำให้สำเร็จ คิดให้ตลอด และพร้อมรับการทดสอบการประเมิน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนก่อนเรียน

3. ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จำนวน 5 แผน เวลา 18 ชั่วโมงหลังจากดำเนินการสอนทุกแผนแล้ว ทำการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่องแรงเสียดทาน ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ในเวลา 1 ชั่วโมง และประเมินความสามารถในการคิดผลิตภาพของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพ ที่ครอบคลุมคุณลักษณะหรือทักษะ ช่างสังเกต

คิดต่อเนื่อง มองเห็นทางปรับปรุงแนวปฏิบัติ เชื่อมโยงกับผลผลิต คิดและทำด้วยพร้อมกัน มุ่งทำให้สำเร็จ คิดให้ตลอด และพร้อมรับการทดสอบการประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples)

2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากการประเมินทักษะและคุณลักษณะความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและความสามารถในการคิดผลิตภาพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	SD	t	p
คะแนนก่อนเรียน	35	14.37	3.12	11.368*	.000
คะแนนหลังเรียน	35	18.20	4.46		

*p<.05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนเท่ากับ ($\bar{x} = 14.37$, $SD = 3.12$) และคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ ($\bar{x} = 18.20$, $SD = 4.46$) โดยมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 11.368$, $p < .001$)

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	SD	t	p
คะแนนก่อนเรียน	35	28.31	7.89	22.937	.000
คะแนนหลังเรียน	35	35.80	8.02		

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนเท่ากับ ($\bar{x} = 28.31$, $SD = 7.89$) และคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนเท่ากับ ($\bar{x} = 35.80$, $SD = 8.02$) โดยมีคะแนนเต็ม 48 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการคิดผลิตภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 11.368$, $p < .001$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและความสามารถในการคิดผลิตภาพ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดผลิตภาพก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนสามารถบรรลุเกณฑ์การประเมินตามที่กำหนดไว้ ได้ทั้ง 4 รายการ คือ วางแผนการออกแบบจำลอง การสร้างแบบจำลอง ลักษณะของแบบจำลองสัมพันธ์กับข้อมูล และการสื่อความหมายของแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) สอดคล้องกับ (รัชนก ถาวรพล, 2560) ที่ได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นวิธีการสำคัญที่นักการศึกษาทั่วโลกให้การยอมรับว่าสามารถสร้างเสริมทักษะสำคัญของผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนยุคประเทศไทย 4.0 ที่เน้นพัฒนาคนไทยให้มีคุณภาพทั้งทางด้านความรู้ ทักษะและความสามารถสูง มีความรับผิดชอบต่อสังคม เป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริงจากกระบวนการเรียนรู้ (Learning process) ได้แก่ การมีประสบการณ์ การปฏิบัติจริงอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จนกระทั่งเกิดผลการเรียนรู้ (Learning outcome) ทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจในสาระต่าง ๆ ความสามารถในการกระทำ การใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกรู้สึกหรือเจตคติอันเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานบูรณาการกัน (ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และคณะ, 2561)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงระบบและสร้างแบบจำลองได้อย่างซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนเผชิญปัญหาจริงจำเป็นต้องสร้างตัวแทนของระบบเพื่อแก้ปัญหาและอธิบายและสรุปผลของการเรียนรู้ (Krajcik & Blumenfeld, 2006, pp. 317–318) การสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง (modeling) เป็นกระบวนการเชิงสืบเสาะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งมากขึ้น (Schwarz, Passmore, & Reiser, 2009, p. 805). กระบวนการนี้ ประกอบด้วยการออกแบบตัวแทนของระบบ การทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลหรือสถานการณ์จริง และการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับหลักฐานใหม่ ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่เพียงเข้าใจแนวคิดเชิงทฤษฎี แต่ยังสามารถอธิบายกลไกของปรากฏการณ์ (mechanistic understanding) ได้อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ การสร้าง ปรับปรุงแบบจำลองยังส่งเสริม การคิดเชิงเปรียบเทียบ (comparative reasoning) และช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ข้ามแนวคิด (knowledge integration) ตามแนวทางของ scientific practices ของ NGSS ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สมัยใหม่

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีความสามารถในการคิดผลิตภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สอดคล้องกับ (ไสว พักขาว, 2558) ที่กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ส่งเสริมการคิดผลิตภาพได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนรู้แบบโครงงานผู้เรียนจะเป็นผู้ออกแบบ วางแผน ดำเนินงานตามแผนจนกระทั่งได้ผลงานและนำเสนอรวมทั้งเผยแพร่ผลงาน ซึ่งจะทำให้ได้ฝึกทักษะการคิด การลงมือทำ และนำเสนอผลงานของตนให้ผู้อื่นได้ทราบว่าเป็นผลงานที่นำเสนออันมีพื้นฐานความคิดจากอะไร มีกระบวนการผลิตอย่างไรและสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไร โดยช่วยส่งเสริมพัฒนาคุณลักษณะที่สำคัญของความสามารถในการคิดผลิตภาพของนักเรียนซึ่งได้แก่ 1) ช่างสังเกต 2) การคิดต่อเนื่อง 3) การมองเห็นแนวทางปรับปรุง 4) เชื่อมโยงกับผลผลิต 5) การคิดแล้วทำ 6) การคิดให้ตลอด และ 7) การพร้อมรับการทดสอบ ที่กล่าวโดย (ไพฑูริย์ ลินลารัตน์, 2560)

อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาคำถามและสร้างองค์ความรู้ของตนเองซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้มาจากการปฏิบัติจริง ตั้งแต่การได้รับความรู้ไปจนถึงการลงมือปฏิบัติ ความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง การเรียนรู้ตามโครงงานช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ นอกจากนั้นจึงสามารถประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม มีการทำงานร่วมกันทุกขั้นตอน ฝึกอบรมผู้นำ ผู้ตามการยอมรับและรับฟังผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับ (ไสว พักขาว, 2558) ที่กล่าวถึงความสามารถในการคิดที่เป็นที่ต้องการในสังคมไทยในปัจจุบันและโลกในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นความสามารถในการคิดที่ทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นรูปธรรม จำต้องได้การคิดผลิตภาพมีพื้นฐานมาจากแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ ที่รู้จักกันดี คือ Learning by doing (Dewey, 1938) และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎี Constructionism ของซีมัวร์ แพเพิร์ต ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบ Learning by making เมื่อ 20 กว่าปีมาแล้ว (Papert, 1980) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาในอนาคตควรให้ความสำคัญและส่งเสริมการคิดผลิตภาพอย่างจริงจัง ในการส่งเสริมการคิดผลิตภาพในสถานศึกษา สามารถดำเนินการได้เป็น 3 ประการหลักคือ การนำเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดผลิตภาพมาใช้ ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning) และการจัดบรรยากาศและแหล่งเรียนรู้

ทั้งนี้ผลการวิจัยในด้านของความสามารถในการคิดผลิตภาพได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธีระศักดิ์ไชยสิทธิ์, 2560) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ลงมือปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนให้สูงขึ้นกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่ได้รับมาวิเคราะห์และคิดต่อเรื่องจนสร้างเป็นชิ้นงานขึ้นจากองค์ความรู้ที่ได้สร้างขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัย (พลวิชัย อังสวัสดิ์, 2561) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความสามารถในการคิดผลิตภาพสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คล้ายคลึงกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้นในกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ผู้สอนจำเป็นต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน จากการจัดการเรียนการสอนพบว่า การเตรียมสื่อการเรียนรู้แหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลทำให้นักเรียนมีแนวทางและตัวอย่างในการทำโครงงานได้รวดเร็วขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลในการทำโครงงาน นักเรียนอาจจะใช้เวลาานจำเป็นต้องมีการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนเรียนรู้ง่ายและสะดวกต่อการดำเนินกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ทำให้ครูผู้สอนสอนได้ตรงตามเนื้อหาวิชา และจุดประสงค์ของหลักสูตร สามารถช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

3. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ครูผู้สอนต้องศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ให้ถี่ถ้วน มีการเตรียมตนเองโดยมีการศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ จัดลำดับขั้นตอนให้มีความรัดกุม ดำเนินการศึกษาไปที่ละขั้นตอน อธิบายประกอบเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในกิจกรรม อีกทั้งการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เกิดความสนใจ ต้องการที่จะแก้ปัญหาหรือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อีกทั้งนักเรียนแต่ละสาขาวิชามีความสามารถและทักษะที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน พื้นฐานความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษาจนกระทั่งผู้เรียนสามารถทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจัดให้มีการทำวิจัยที่นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาในระดับชั้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เพื่อให้กระบวนการจัดการเรียนการรู้มีความต่อเนื่อง โดยติดตามนักศึกษาในการทำโครงการสำหรับจบการศึกษา ซึ่งนักศึกษาระดับ ปวส. จะมีองค์ความรู้ครบถ้วนและเป็นการดูแลติดตามนักศึกษาในการจบการศึกษา

2. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความร่วมมือ ทักษะสื่อสารและร่วมมือ

3. ควรทำวิจัยโดยจัดให้มีการสอดแทรกเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ในการจัดการเรียนรู้โครงงาน วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น การให้นักเรียนนำเสนอโครงงานโดยผ่านสื่อออนไลน์การอัปโหลด วิดีโอลงยูทูป หรือกลุ่มเฟซบุ๊ก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดความคิดสร้างสรรค์และอยากเรียนรู้อีกยิ่งขึ้น

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 หากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานก็จะได้รับการส่งเสริมพัฒนาทักษะในหลายด้าน เป็นการบูรณาการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลอง ผู้เรียนสามารถใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยสรุปแนวคิดรวบยอดนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้มาเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบจำลองต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สูงขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมผู้ที่มีลักษณะของการคิดผลิตภาพได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้ออกแบบ วางแผน ดำเนินงานตามแผนจนกระทั่งได้ผลงานและนำเสนอรวมทั้งเผยแพร่ผลงาน ซึ่งจะทำได้ฝึกทักษะการคิด การลงมือทำ และนำเสนอผลงานของตนให้ผู้อื่นได้ทราบว่าเป็นผลงานที่นำเสนออันมีพื้นฐานความคิดจากอะไร มีกระบวนการผลิตอย่างไรและสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไร สามารถฝึกฝนได้ผ่านการทำงานจริง ในสภาพแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองผิด ถูกโดยไม่กลัวความล้มเหลว ซึ่งช่วยเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในโลกการทำงานสมัยใหม่เหมาะสมกับนักเรียนสายวิชาชีพในอาชีวศึกษา เนื่องจากเน้นทักษะปฏิบัติจริง และการทำงานเป็นทีม ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นต่อวิชาชีพในอนาคตและเป็นการสำคัญในการผลิตและพัฒนากำลังคนในสายอาชีวศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ.2560-2564**. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษ. (2560). **การประเมินการคิดผลิตภาพ. สอนและสร้างได้อย่างไร**. วิทยาลัยครูศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระศักดิ์ ไชยสัตย์. (2560). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมขยายโอกาส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง, อรพิน ศิริสัมพันธ์, ดวงหทัย โสมไชยวงศ์, วิลาพัฒน์ อรุณบุญนวลชาติ. (2561). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน**. เอกสารประกอบการอบรมโครงการพัฒนาชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อพัฒนาสมรรถนะการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผู้เรียนในยุค 4.0. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- พลวิชัย อังสวัสดิ์ (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์กัวนิค และความสามารถในการคิดผลิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ไพฑูริย์ สีนารัตน์. (2560). *คิดผลิตภาพ สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รักชนก ถาวรพล. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วิศิษฐ์ศรี วิยะรัตน์, สริญาญา เกิดไพบูลย์, คมกฤตย์ ชมสุวรรณ, พิเชษฐ์ พินิจ, อนุศิษฐ์ อ้นมานะตระกูล, เอกรัตน์ รวยรวย, สันติรัฐ นันสะอาจ, และมงคล นามลักษณ์. (2567). โครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐาน วิทยาศาสตร์: การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อปลูกฝังทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนวัตกรรม การเรียนรู้และเทคโนโลยี*, 4(1), 1-12.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท*. 46(210),1-64
- สฤณี อาชวานันทกุล. (2561). การพัฒนายุทธศาสตร์การศึกษาในประเทศไทย. *วารสารการศึกษาไทย*, 12(3), 45-60.
- สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2559). Thailand 4.0: “สร้างความเข้มแข็งจากภายใน เชื่อมโยงเศรษฐกิจไทยสู่โลก”. *eco-challenge magazine*, 11(3), 5-9.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2563). การส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะศตวรรษที่ 21 ในสถานศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: สพฐ.
- ไสว พักขาว.(2558). ส่งเสริมการเรียนรู้แบบโครงงาน. *วารสารการศึกษาไทย*, 10(2), 45-60.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: หน่วยงานพิเศษ.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.
- Neilson, D., Campbell, T., and Allred, B. (2010). Model-based inquiry in physics: A buoyant force module. *The Science Teacher* 77(8): 38-43.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (2009). Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices: The role of modeling. *Science Education*, 93(5): 802–831.
- Wang, J., Guo, D., and Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior* 49(C): 658–669.

Windschitl, M., Thompson, J., and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based Inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. **Journal of Science Education**92(5): 941–967.