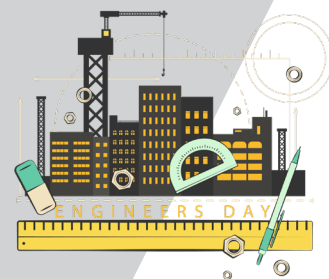


ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

The Effects of STEAM Project Based Learning Focusing on Engineering Design Process to Enhance the Innovative Creativity of Grade 11 Students.



รัฐติพล สี่หะวงษ์¹ สุภาณี เล็งศรี² ธงชัย เล็งศรี³ วราพร อนันตวงศ์⁴ นิธิเดชน์ เซ็ดพุทธ⁵
Rattipol Seehawong¹ Supanee Sengsrir² Thongchai Sengsrir³ Waraporn Anantawong⁴ Nitidej Sertbudra⁵

¹นักศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร E-mail: Rattipols63@nu.ac.th

^{2,3} อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร E-mail: Supanees@nu.ac.th

⁴คุณครู กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเทคโนโลยีและเทคโนโลยีเพิ่มเติม โรงเรียนจ่านกร้อง

⁵ข้าราชการบำนาญ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Received: 2024-03-31 Revised: 2024-12-03 Accepted: 2024-12-09

254

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) เพื่อศึกษานวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าทีซินдикกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลศึกษานวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับที่ดี

คำสำคัญ : โครงงานสะเต็มเป็นฐาน, ความคิดสร้างสรรค์, นวัตกรรมสร้างสรรค์



Abstract

The purpose of this study were to 1) compare the creative thinking of students before and after learning, using STEAM projects as a basis, focusing on engineering design processes, 2) study the innovative creativity of students who had undergone project-based learning, focusing on engineering design processes. The sample group consisted of 38 Matayomsuksa 5 students in the second semester of the academic year 2023 from Janokrong School, Mueang District, Phitsanulok Province, under the supervision of the Provincial Education Office, Uttaradit, and the Basic Education Commission Office, Ministry of Education. The research tools included 1. The learning management plan using STEAM projects as a basis, focusing on engineering design processes, 2. The creative thinking assessment questionnaire, and, 3. The innovation creativity assessment questionnaire for students. Statistical analysis was made through percentages, means, standard deviations and t-test.

The research's findings showed that 1) the Matayomsuksa 5 students who learned through project-based learning using STEAM projects as a basis, focusing on engineering design processes, demonstrated higher creative thinking than before learning. 2) The results of the study on the innovative creativity of students who underwent project-based learning, focusing on engineering design processes, were generally at a good level.

Keywords: STEAM Project Based Learning, creativity, creative innovation

1. บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ [1] เพื่อหวังให้ผู้เรียนกลายเป็นพลเมืองโลกที่มีคุณภาพในยุคศตวรรษที่ 21 ดังนั้นในการพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เป็นพลเมืองโลกได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนากำลังคนให้เป็นพลเมืองยุคใหม่ที่ตีมีคุณภาพในการร่วมกันพัฒนาประเทศและสังคมโลก โดยเฉพาะความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และ



เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะใช้ในการขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวเข้าสู่การผลิตและบริการสู่เศรษฐกิจฐานนวัตกรรม และมุ่งพัฒนาสมรรถนะของพลเมืองให้มีสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต ตามหมวดหมู่ที่ 12 ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (2564 - 2570) ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี [2] ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

จากการศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจ่านกร้อง พบว่านักเรียนยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์ และการคิดสังเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จากสภาพของปัญหาข้างต้น สาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนขาดการฝึกทักษะในการคิด คือกระบวนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ และการคิดสังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างแท้จริง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีแรงกระตุ้นในการคิดรวมทั้งไม่สามารถคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือสามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการในชีวิตประจำวันหรือความต้องการของสังคมได้ หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายภายใต้กรอบเงื่อนไขของสถานการณ์หรือปัญหา จนสามารถสร้างแนวทางหรือวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการในชีวิตประจำวันได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจในปัจจุบันนั้น มีนวัตกรรมทางการศึกษามากมายที่ตอบโจทย์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) อาทิ เทคโนโลยีที่นำมาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นทรัพยากรการเรียนรู้และเป็นสื่อกลางระหว่างนักเรียนและครู ทั้งนี้ในต่างประเทศมีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมการศึกษาที่สามารถนำมาปรับใช้ในบริบทของสังคมไทยได้และเป็นไปตามแนวคิดการพัฒนาโดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ หนึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ต่างประเทศให้ความสนใจนั้นคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน (STEAM Project-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) โดยบูรณาการรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการที่สำคัญของทั้ง 5 ศาสตร์วิชา (STEAM Education) ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) [3] เพื่อนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ รวมทั้งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม [4] รวมทั้งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและ

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา [5] ซึ่งเป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้โดยผู้สอนสามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นต่าง ๆ มาใช้ในการจัดกิจกรรมได้ โดยเฉพาะในขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ที่มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ทำฝึกฝนการคิด และการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ในขั้นที่ 2 ถึง ขั้นที่ 6 ยังสามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ได้ฝึกฝนการพัฒนาการความคิด ผ่านการลงมือปฏิบัติและการบูรณาการความรู้โดยใช้ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้า เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นระบบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และได้ฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง จนนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการที่มีความสามารถนำไปแข่งขันในเชิงธุรกิจและเป็นการเพิ่มความสามารถทางปัญญาของเยาวชนไทยซึ่งเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต [6]

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) โดยใช้โครงงานสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางก่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ การขยายความคิดไปสู่ชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่นำไปสู่การสร้างวิธีแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวัน และต่อยอดไปสู่การสร้างนวัตกรรมเพื่อสังคมต่อไป โดยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการจัดการองค์ความรู้ และเห็นความสัมพันธ์ของพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ตลอดจนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อต่อยอดและกลายเป็นพลเมืองโลกที่มีคุณภาพในยุคศตวรรษที่ 21

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้โครงงานสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.2 เพื่อศึกษานวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. สมมติฐานของการวิจัย (ถ้ามี)

3.1 นักเรียนที่เรียนโดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความคิดสร้างสรรค์มากกว่าก่อนเรียน

3.2 นวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับดี

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

4.1.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน

4.1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การสอนแบบสะเต็มตาม

แนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4.1.3 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 150 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนห้องเรียนปกติ

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.7 ที่กำลังศึกษาในโรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เหตุผลที่เลือกเพราะสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและผู้รายงาน ปฏิบัติหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการสอนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว

4.3 เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย

4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3.2 แบบทดสอบความสามารถความคิดสร้างสรรค์

4.3.3 แบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน

4.4 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย



4.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจำนวน 6 แผน เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยดำเนินการ สร้างตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตร

2) กำหนดเนื้อหาในการสร้างแผนและการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้

3) ดำเนินการสร้างแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project- Based Learning: PBL) บูรณาการรูปแบบข้ามศาสตร์วิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEAM Education) โดยเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการที่สำคัญของทั้ง 5 ศาสตร์วิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยองค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้ 1) สาระสำคัญ 2) มาตรฐานการจัดการเรียนรู้ 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4) สาระการเรียนรู้ 5) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 7) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเป็นฐาน 4 ขั้นตอน 8) สื่อ/แหล่งข้อมูล และ 9) การวัดและประเมินผล

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ความสอดคล้องของรูปแบบเนื้อหา แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จากนั้นนำมาแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับ

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการแก้ไขจนสมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

4.4.2 แบบทดสอบความสามารถความคิดสร้างสรรค์

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์

2) ศึกษาเอกสารการวัดและประเมินผลเนื้อหาและจุดประสงค์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน (Pre - Post Test) แบบอัตนัย 1 ข้อใหญ่ 3 ข้อย่อย โดยแบบทดสอบประกอบด้วย สถานการณ์ 1 สถานการณ์ ให้นักเรียนวิเคราะห์และตอบคำถามจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

ข้อคำถามข้อที่ 1 บ่งชี้ถึงความสามารถในการทำความเข้าใจกับปัญหา โดยระบุปัญหาและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้มากที่สุด และเลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไข พร้อมเหตุผลในการเลือกปัญหานั้น

ข้อคำถามข้อที่ 2 บ่งชี้ถึงความสามารถในการหาแนวทางในการปัญหา โดยระบุวิธีการแก้ปัญหาเท่าที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด และเลือกวิธีการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น

ข้อคำถามข้อที่ 3 บ่งชี้ถึงความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา โดยระบุแผนการแก้ปัญหาในแต่ละวิธีที่ระบุในข้อคำถามข้อที่ 2

4) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องว่าแบบทดสอบนั้นสามารถวัดทักษะสร้างสรรค์ได้หรือไม่ รวมทั้งมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเกณฑ์การประเมิน โดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ กับวัตถุประสงคการเรียนรู้(IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยผู้วิจัยจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50-1.00 โดยใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบที่ออกมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงคที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบที่ออกมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงคที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบที่ออกมาไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงคที่ต้องการวัด

5) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามผลการประเมินที่กล่าวไปข้างต้นในข้อ 4.4.2 แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.8 โรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

6) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.39 – 0.66 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ขึ้นไป

7) นำแบบทดสอบที่สมบูรณ์แล้วไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

4.4.3 แบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน

การสร้างแบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน ในการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการ



ออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดหลักการวิธีการสร้างแบบประเมินนวัตกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) มีความริเริ่มสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการใช้งาน 3) ขั้นตอนการสร้างสรรคผลงาน

2) สร้างเกณฑ์การประเมินผลงานสร้างสรรค์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) กำหนดข้อความเชิงคุณภาพในแต่ละระดับการประเมินแต่ละขั้นตอน

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนนวัตกรรมสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
มีการริเริ่มสร้างสรรค์	สร้างชิ้นงานได้แปลก ใหม่สวยงามเรียบร้อยดีมาก	สร้างชิ้นงานได้แปลก สวยงามเรียบร้อยดี	ตกแต่งชิ้นงานได้แปลกใหม่เรียบร้อย พอใช้	ชิ้นงานสวยงามแต่ไม่มีความแปลกใหม่
ความสามารถในการใช้งาน โดยมีลักษณะ ดังนี้ 1. ใช้งานได้จริง 2. ช่วยแก้ปัญหาตรง ความต้องการ 3. มีความทนทาน	มีความสามารถในการใช้งาน ครบทั้ง 3 ลักษณะ	มีความสามารถในการใช้งาน 2ลักษณะ	มีความสามารถในการใช้งาน 1 ลักษณะ	ขาดความสามารถในการใช้งานทั้ง 3 ลักษณะ
ขั้นตอนการสร้างสรรค	แสดงขั้นตอนการสร้างสรรค	แสดงขั้นตอนการสร้างสรรค	แสดงขั้นตอนการสร้างสรรค	แสดงขั้นตอนการสร้างสรรค
นวัตกรรม	นวัตกรรมได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	นวัตกรรมได้อย่างครบถ้วน แต่ขาดรายละเอียดที่ชัดเจน	นวัตกรรมได้อย่างครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่ แต่ขาดรายละเอียดที่ชัดเจน	นวัตกรรมได้อย่างไม่ครบถ้วน และไม่ได้แสดงรายละเอียดที่ชัดเจน
1.ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างผลงาน				
2.ออกแบบผลงาน				
3.สร้างผลงานอย่างสร้างสรรค์				
4. ทดลองการใ้ผลงาน สร้างสรรค				

ตาราง 2 เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับความสามารถ
3.00 – 4.00	ดี
2.00 – 2.99	พอใช้
1.00 – 1.99	ควรปรับปรุง

4) เสนอแบบประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์นักเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของภาษาและเนื้อหา

5) นำเสนอแบบการประเมินผลงานสร้างสรรค์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหารายวิชาออกแบบและเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าประเด็นประเมินไม่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

และพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึงจะถือว่าแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นั้น มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา [7] ซึ่งได้ค่าดัชนี ความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

6) นำแบบการประเมินผลงานสร้างสรรค์นักเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 38 คน

4.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีวิธีการตามขั้นตอนดังนี้

4.5.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนชั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.7 โรงเรียนจ่านกร้อง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งเป็นนักเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 38 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้



1) ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียน (Pre – Test) ด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ผู้วิจัยปฏิบัติตามกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา โดยเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอธิบายวิธีการศึกษาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแก่กลุ่มตัวอย่างก่อน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ และสามารถดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้ จากนั้นจึงปฏิบัติตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้นั้น

3) หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา โดยเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน (Pre – Test)

4) นักเรียนนำเสนอโครงงานสะเต็ม เพื่อวัดประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียน

4.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1) วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยการทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้สถิติค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test)

2) วิเคราะห์ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ สะเต็มศึกษา โดยเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ระดับคุณภาพ 3 ระดับ โดยใช้สถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า

5.1 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลปรากฏดังตารางที่ 8 ต่อไปนี้

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนเรียน	38	20	8.79	0.93
หลังเรียน	38	20	15.59	1.59

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่าความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ($\bar{X} = 15.59$ S.D. = 1.59) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.79$ S.D. = 0.93) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

264

5.2 ผลการศึกษานวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลปรากฏดังตาราง 4 ต่อไปนี้

ตาราง 4 ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ประเด็นการประเมิน	ผลงานสร้างสรรค์		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. มีการริเริ่มสร้างสรรค์	3.38	0.52	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
2. ความสามารถในการใช้งาน	3.25	0.46	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
3. ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน	3.75	0.46	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
รวม	3.46	0.48	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.46$ S.D. = 0.48) ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นการประเมิน พบว่า ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 3.75$ S.D. = 0.46) รองลงมาคือ มีการริเริ่มสร้างสรรค์ ($\bar{X} = 3.38$ S.D. = 0.52) และความสามารถในการใช้งาน ($\bar{X} = 3.25$ S.D. = 0.46) ตามลำดับ





ภาพ 1 ภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน
เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1
2. ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2

6.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลมาอภิปราย ดังนี้



1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 โครงการสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการสะสมเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 เป็นการบูรณาการโดยการนำความรู้ ทักษะทางกระบวนการของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
 วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในลักษณะรูปแบบโครงการ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา
 ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับการนำไปใช้แก้ปัญหา
 สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดี
 สร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สามารถช่วยให้ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์ภายใต้เงื่อนไข
 หรือของจำกัดของปัญหา คำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด [8] สอดคล้องกับ Kim & Kim [9]
 ที่ระบุว่าสะสมศึกษาสามารถสนับสนุนการคิดผ่านการเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนให้เข้ากับชีวิตจริง
 ของนักเรียนโดยการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ สถานการณ์ในทางสร้างสรรค์และบูรณาการ
 กับความรู้หลายด้าน สอดคล้องกับ Wandari, Wijaya and Agustin [10] ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ตามแนวทางสะสมศึกษาเรื่องแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนเกิดการพัฒนา
 ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมี องค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ความแปลกใหม่ (novelty) คุณค่าและการนำ
 ไปใช้ประโยชน์ (resolution) ความละเอียดลออ สวยงาม และมีความคิดสร้างสรรค์ (elaboration)
 อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ Thuneberg, Salmi, and Bogner [11] ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชา
 คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะสมศึกษาและการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่าการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน
 ได้ลงมือทำกิจกรรม (hands-on learning) ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียน
 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัฐพงษ์ โพธิ์รังสิยากร [12] ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษา
 โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะสมศึกษา ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในด้านมิติ
 ความใหม่ มิติด้านความลงตัวในการแก้ปัญหา มิติความละเอียดลออและความสร้างสรรค์ อยู่ใน
 ระดับสูง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้
 โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะสมศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จาก
 ความสนใจ และสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศกร พรหมทา [13]
 ได้พัฒนากิจกรรมสะสมศึกษา เรื่อง พันธะเคมี : ผ้าฝ้ายกันน้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
 และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสะสมศึกษามี
 ประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และเมื่อนำกิจกรรมสะสมศึกษาไปจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอนกับกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์
 และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ธนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร
 [14] ได้พัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะสมศึกษา เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21

ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะในศตวรรษที่ 21 สูงกว่า กลุ่มควบคุม และมีทักษะการสื่อสารและการร่วมมือทำงาน อยู่ใน ระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรัชญา ชือสัตย์ [15] ได้พัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกิดคุณลักษณะความเป็นนวัตกรรม สามารถออกแบบและสร้างสรรค์หุ่นกระบอกได้เหมาะสม โดยความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนอยู่ในระดับมาก ผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอกของนักเรียน อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงษ์ทอง [16] ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกพร ธรรมยศ [17] ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการศึกษานวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็ม เป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาตามประเด็นที่ประเมิน ประเด็นลักษณะของนวัตกรรมสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือขั้นตอนการสร้างสร้งผลงาน นักเรียนสามารถวางแผนการสร้างผลงานอย่างเป็นขั้นตอน มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูล วางแผนการดำเนินงานการออกแบบผลงานและการทดลองใช้งานจริงอย่างเป็นขั้นเป็นตอน อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้น ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิด การวิเคราะห์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาและความต้องการจากสถานการณ์ต่าง ๆ ฝึกฝนการพัฒนาความคิด ผ่านการลงมือปฏิบัติ และบูรณาการความคิดโดยใช้ความรู้และทักษะกระบวนการที่สำคัญจากศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ มาใช้แก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการอย่างเป็นระบบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม องค์ประกอบในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ครั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Taylor [18] ได้กล่าวถึงลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ 6 ขั้นคือ ขั้นที่ 1 เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่ม ขั้นที่ 2 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการทดลองสร้างผลงานซึ่งใช้ทักษะเฉพาะทางโดยจำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ ขั้นที่ 3 เป็นความคิด



สร้างสรรค์ผลงานที่แสดงให้เห็นว่า ผู้สร้างสรรค์ได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ไม่ได้ลอกเลียนแบบใคร ขั้นที่ 4 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร แตกต่างจากผู้อื่น ขั้นที่ 5 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำสิ่งที่คิดไว้แล้วนั้นมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ และขั้นที่ 6 เป็นความสามารถในการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด สอดคล้องกับ ปัทมาศรีมณี [19] ได้ให้ความหมายของคำว่านวัตกรรม คือ วิธีการปฏิบัติ กระบวนการ วิธีการใหม่ ๆ ซึ่งอาจเกิดจาก การคิดค้นและค้นพบใหม่ หรืออาจเกิดจากการพัฒนาปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ ด้วยกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ อันส่งผลให้ได้ผลงาน กระบวนการ วิธีการที่เป็นประโยชน์ สอดคล้องกับ เอกสิทธิ์ ชินทรภูมิ [20] ได้สังเคราะห์ลักษณะของนวัตกรรมที่นำไปสู่การเผยแพร่ และการยอมรับ จะต้องประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ 1) หาวิธีที่ดีขึ้น เป็นนวัตกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์โดยรวม หรือบริการขององค์กร 2) ปรับปรุงที่มีอยู่ให้ดีขึ้น การปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิมหรือการทำงานให้ง่ายขึ้นรวดเร็วขึ้น 3) พัฒนาประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เป็นสิ่งใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นซึ่งอาจเป็นตัวผลิตภัณฑ์บริการ หรือกระบวนการ โดยจะเป็นการปรับปรุงจากของเดิม หรือพัฒนาขึ้นใหม่เลย 4) การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นเทคนิควิธีการหรือสื่ออุปกรณ์ที่จะต้องมีการจัดทำเป็นชิ้นงานที่สามารถศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ได้ และ 5) การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างสรรคขึ้นงานของ ลักขณา สิริวัฒน์ [21] ที่ได้กล่าวว่าทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) มีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีและทรงประสิทธิภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องมีกระบวนการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ตนสนใจนั้นด้วยตนเอง และอยู่ในบริบทที่แท้จริงของนักเรียนเอง จากนั้นนักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่สร้างสรรค์ขึ้นมานั้น ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา ทำให้ความคิดเป็นรูปธรรม เพราะเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดขึ้นมาในโลก หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองขึ้นมานั่นเอง สอดคล้องกับ ณัชชาภิญญ์ วิรัตน์ชัยวรรณ [22] ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) นี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ วิชาญ เพ็ชรทอง [23] ได้สรุปความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือ การจัดกระบวนการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือทำผ่านสื่อเทคโนโลยี และการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม เป็นแรงผลักดันให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงาน และสร้างความรู้ด้วยตนเองจากชิ้นงานหรือผลงานนั้น สามารถถ่ายทอดความรู้ สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ และต่อยอดความรู้จากการพัฒนาชิ้นงานนั้นอย่างไม่มีที่สิ้นสุด และสอดคล้องกับ สยมพร ศรีมุงคุณ [24] ได้กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

(Constructionism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนร่วมสมัย เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังในตนเองหากนักเรียนมีโอกาส ได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1) จากผลการวิจัยด้านผลงานสร้างสรรค์ พบว่า ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่สร้าง ขึ้นมาภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่ผลงานของนักเรียนมีความสามารถในการใช้งานไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้น ครูควรฝึกให้นักเรียนสร้างผลงาน โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ใช้ มีการวางแผนและจัดการกับวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างผลงาน

2) จากการสังเกตการสร้างผลงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการสร้างผลงานและทำโครงงานนานพอสมควร เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มเป็นฐานมาก่อน ดังนั้น ครูควรให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลนอกเวลาเรียนมาก่อน และนำเสนอตัวอย่างระยะเวลาและขั้นตอนในการทำโครงงานเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถจัดการเวลาในการทำโครงงานได้ดีมากขึ้น

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยหรือการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับ แนวคิดแบบสะเต็มศึกษา กับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่นด้วย

2. ควรมีการนำทักษะด้านอื่นมา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ สะเต็มศึกษา เช่น ทักษะชีวิตและอาชีพ (Lift & Career Skills) ทักษะการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, หน้า 1-2.
- [2] แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (2564 - 2570). (2565). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 139 ตอนพิเศษ 258, หน้า 22-24.

- [3] Yakman, G. G. (2008). STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
- [4] Tongchai, A. (2016). The importance of engineering in science learning management In the 21st century. *Kasetsart Educational Review*, 31(3), 48-53. [in Thai]
- [5] The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). Basic knowledge of STEM Education. Bangkok: The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- [6] สุธิดา การิณี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา (The use of Engineering Design Process to enhance creativity and problem solving skills.). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <https://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving1/>
- [7] มาเรียม นิลพันธ์ .(2558). วิจัยทางการศึกษา. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [8] ฐิติภัทร์ เดชพิพัฒน์วรกุล, ฤชณา คิตติ, และ ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 25(1), หน้า 126.
- [9] สมรัก อินทนิลศรี. (2560). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4. *วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.* หน้า 89.
- [10] Wandari G.A., Wijaya A.F.C. and Agustin R.R. (2018). The effect of STEAM-based learning on students' concept mastery and creativity in learning light and optics. *Journal of Science Learning*, 2(1). 26-32.
- [11] Thuneberg H.M., Salmi H.S. and Bogner F.X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29. 153-160.
- [12] รัฐพงษ์ โพธิ์รังสิยากร. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.* หน้า 77-83.
- [13] พงศกร พรหมทา. (2561). การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี: ฝ่าฝายกันน้ำ เพื่อส่งเสริม ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*



- [14] ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [15] ปรัชญา ซื่อสัตย์. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [16] วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงษ์ทอง. (2563). วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา. 3(2), หน้า 187.
- [17] เอกพร ธรรมยศ. (2564). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- [18] Taylor, C. (1964). Creativity : Progress and Potential. New York: McGraw-Hill.
- [19] ปัทมา ศรีมณี. (2562). ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล : กรณีศึกษา พนักงานสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่). สารนิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [20] เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 13(1), หน้า 246-265.
- [21] ลักขณา สรวิวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- [22] ณัชชาภิญญ์ วัชรตันชัยวร. (2561). ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน. <http://www.learners.in.th/blogs/posts/386486>.
- [23] วิชาญ เพ็ชรทอง. (2559). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการสร้างชิ้นงาน เพื่อประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน รายวิชา การวัดและ การควบคุมทางอุตสาหกรรม. สงขลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. หน้า 22
- [24] สยมพร ศรีมุงคุณ. (2561). ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้. <https://www.gotoknow.org/posts/341272>