

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
เรื่องพลังงานความร้อน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Development of Learning Lesson Plans Using Engineering Design Process
in the Topic of Thermal Energy to Enhance the Seventh Grade Students'
Scientific Creativity

ศิริินนาถ ทับทิมใส¹ และ ชนินันท์ พงษ์ประมูล²

บทคัดย่อ

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน สามารถปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องพลังงานความร้อน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 35 คน โดยการเลือกแบบตามสะดวก ซึ่งเป็นนักเรียนห้องที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบสอน ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นตอนการกำหนดปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และ 6) ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เนื้อหาที่ใช้คือเรื่องพลังงานความร้อน ได้แก่ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร เทอร์มอมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ และการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและการนำไปใช้ประโยชน์ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และความเหมาะสมของภาษาและการนำไปใช้มีค่าอยู่ระหว่าง 3.33 - 4.52 นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -24.150, p = .000$) โดยการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้ออกแบบพัฒนาชิ้นงานและได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคลองทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : แผนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พลังงานความร้อน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อีเมล sirinnart.thabthimsai@g.swu.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีเมล chaninan@g.swu.ac.th

Abstract

Engineering design process is a step-by-step working process and can be used to improve any work pieces or product at any time. Based on related literature, it also can be used to enhance scientific creativity. The objective of this research was to develop learning lesson plans using engineering design process in the topic of thermal energy to enhance students' scientific creativity. The samples in this research consisted of thirty five seventh grade students using convenience sampling which the researcher responsible to teach. The researcher developed three learning lesson plans using engineering design process as a learning model proposed by the Promotion of Teaching Science and Technology (2017). There were six steps consisting of 1) problem identification, 2) related information search, 3) solution design, 4) planning and development, 5) testing, evaluation and design improvement, and 6) presentation. The scientific concept used in this study was thermal energy consisted of 3 sub concepts; thermal and changes in the state of matters, thermometer and temperature unit and thermal energy transfer and utilization. The content validity of the lesson plans revealed that the congruence coefficients were in the range between 0.67-1.00 and the appropriateness of language and utilization were in the range between 3.33 - 4.52. In addition, students who learned with these lesson plans gained the higher mean score of scientific creativity comparing to the pre-test mean score at the .05 level of statistical significance ($t = -24.150, p = .000$). Students could design and develop the work pieces from the assignments by themselves. They also had chances to work in groups and present their scientific creativity in 4 components which were scientific fluency, scientific flexibility, scientific originality and scientific elaboration.

Keyword: Learning Lesson Plan, Engineering Design Process, Thermal Energy, Scientific Creativity

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) เป็นหนึ่งในทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)บุคคลใดที่มีทักษะดังกล่าวจะทำให้สามารถมองสิ่งรอบตัวและนำสิ่งนั้นมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือนวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ควรมุ่งพัฒนาให้แก่เยาวชน (Partnership for 21st Century Skills, 2015) และบุคคลในชาติ ดังจะเห็นได้จากทุกประเทศล้วนต้องการพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างนวัตกรรมในการพัฒนาประเทศ นอกจากนี้ประเทศเกาหลีใต้ที่อยู่ในทวีปเอเชียยังเร่งพัฒนาคนในประเทศให้มีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนทั้งยังสามารถใช้ความรู้แบบบูรณาการในการแก้ปัญหาได้ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์, 2563) โดยความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยแก้ปัญหาในการทำงานหรือในชีวิตประจำวัน กล่าวคือ สามารถสร้างงานให้มีความใหม่และไม่ซ้ำใคร หากทำการส่งเสริมให้เยาวชนในชาติให้มีความคิดสร้างสรรค์แล้วจะทำให้ประเทศชาติเกิดการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้ในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สามารถสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ส่งขายทั้งในและนอกประเทศ หรือด้านสิ่งแวดล้อม สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วย



NMCCON 2021

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

ลดการใช้สิ่งของที่ทำลายสิ่งแวดล้อมได้ เป็นต้น (กรกนก พากิ่ง, 2558) สำหรับประเทศไทยเองนั้นได้มุ่งเน้นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับเยาวชนเช่นเดียวกับนานาชาติประเทศดังจะเห็นได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในทุกๆระดับชั้น นอกจากนี้จากนโยบาย Thailand 4.0 ซึ่งเป็นนโยบายการปฏิรูปโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ได้เสนอระบบการเรียนการสอนแบบใหม่ หรือที่เรียกว่า Education 4.0 โดยนโยบายนี้ได้มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมและพัฒนาเทคโนโลยี (ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ, 2559) เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการปรับเปลี่ยนจากประเทศที่มีรายได้ปานกลางสู่ประเทศที่มีรายได้สูง ซึ่งการสร้างนวัตกรรมนั้นต้องอาศัยพลเมืองในประเทศที่สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนไทยยังคงมีปัญหาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ยังคงถนัดการคิดลอกเลียนแบบหรือยังเห็นครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มากกว่าการพยายามคิดหรือค้นคว้าด้วยตนเอง (ศศิพิมล ประพินพงศกร, 2560)

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีจุดเริ่มต้นมาจากการได้รับฐานความคิดของขั้นตอนการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผนของวิศวกรนำโดย John D. Runkle ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีประจำมลรัฐ Massachusetts ได้นำแนวคิดนี้มาฝึกให้กับวิศวกร โดยมีขั้นตอนการทำงาน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนปัญหา (Problem Identification) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งต่อมาขั้นตอนดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังงานวิจัยของ ภัตสร ติตมา (2558) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบายร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยนักเรียนได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 79 ขึ้นไป ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ด้านที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุดคือ ความคิดริเริ่ม รองลงมาคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และน้อยที่สุดคือ ความคิดละเอียดลออ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะต้องอาศัยกระบวนการทางวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบ และสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556)

เนื้อหาเรื่องพลังงานความร้อนเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันดังจะเห็นได้จากการนำความร้อน เรื่อง พลังงานความร้อน มาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายเช่นทางด้านอุตสาหกรรม จากที่กล่าวมาข้างต้น เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนหรือประชาชนควรรู้ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้มีการบรรจุ เรื่อง พลังงานความร้อน ไว้ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ในมาตรฐาน ว 2.3 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ถึงแม้ว่าแนวคิดเรื่อง พลังงานความร้อนจะมีความสำคัญ แต่จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่านักเรียนเป็นจำนวนมากประสบปัญหาการนำองค์ความรู้เรื่อง พลังงานความร้อนไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ Schachter (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนในเกาหลีใต้ ที่มีอายุ 11 ปี ในการนำองค์ความรู้ เรื่อง พลังงานความร้อน ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่า ในสถานการณ์จำลองการเก็บความเย็นของน้ำแข็งด้วยผ้าหนาและอะลูมิเนียมฟอยล์ ปรากฏว่านักเรียนเลือกที่จะใช้ผ้าหนาในการหุ้มน้ำแข็งแทนที่จะเลือกอะลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน อีกทั้งจาก



NMCCON 2021

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

งานวิจัยของ บุญสวน ศรีเชียงสา (2552) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยในเรื่อง พลังงานความร้อน อยู่ในเกณฑ์ต่ำ สาเหตุที่นักเรียนประสบปัญหาการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน เนื่องจากการสอนของครูไม่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (วัฒนภาพ ระงับทุกข์, 2541) จึงส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่บรรลุผลตามจุดประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Bloom (1982) โดยระบุว่ากลไกสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน

การวางแผนการจัดการเรียนรู้มีส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ โดยการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครู ภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ต้องการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ พร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ อีกทั้งยังรวมไปถึงการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย พร้อมวิธีวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย, 2558) แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก โดยแผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงการเป็นครือมืออาชีพ มีการเตรียมพร้อมล่วงหน้า สะท้อนให้เห็นถึงการใช้เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และจิตวิทยาการเรียนรู้มาประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนที่ตนเองสอนอยู่ นอกจากนี้การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังสามารถช่วยทำให้แผนการจัดการเรียนรู้เกิดความน่าสนใจโดยเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นช่วงวัยที่อยากรู้ อยากทดลองทำสิ่งแปลกใหม่ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังสามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องพลังงานความร้อน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมุ่งหวังให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้และยังเป็นแนวทางในการวางรากฐานทางความคิดให้กับเยาวชน นำไปสู่การต่อยอดทางความคิดในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องพลังงานความร้อน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 550 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 35 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยการเลือกแบบตามสะดวก ซึ่งเป็นนักเรียนห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบ



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตัวแปรตาม

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย เป็นเนื้อหาเรื่อง พลังงานความร้อน ประกอบด้วยเนื้อหา 3 เรื่อง ดังนี้

1. ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร (แบบจำลองอนุภาคของสสาร)
2. เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ
3. การถ่ายโอนพลังงานความร้อนและการใช้ประโยชน์

กระบวนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ทราบการกำหนดสาระการเรียนรู้ โดยในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งเป็นสาระที่ใกล้ตัวสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเฉพาะในมาตรฐาน 2.3 มุ่งเน้นการทำความเข้าใจพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปปรับใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ได้ทราบการกำหนดหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งเป็นหลักสูตรที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แตกต่างที่ครูแต่ละระดับชั้นจะเป็นผู้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามบริบทของนักเรียนเอง

1.3 ศึกษา ทฤษฎี และหลักการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) เนื่องจากลำดับขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความง่ายเมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1.3.1 ขั้นการกำหนดปัญหา
- 1.3.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.3.3 ขั้นวิธีการแก้ปัญหา
- 1.3.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.3.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
- 1.3.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.4 การกำหนดโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 1



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

ตาราง 1 ตารางแสดงแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1	ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร(แบบจำลองอนุภาคของสาร)	4
2	เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ	4
3	การถ่ายโอนพลังงานความร้อนและการนำไปใช้ประโยชน์	4
รวมจำนวนคาบ		12

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สมรรถนะสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะศตวรรษที่ 21 ชิ้นงานหรือภาระงาน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สื่อการสอน แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การบูรณาการกับกลุ่มสาระอื่น ๆ คุณธรรมและค่านิยม 12 ประการที่สอดแทรก และใบกิจกรรม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นพิจารณาความถูกต้องเนื้อหาและความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้ และปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบหาความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) พิจารณาที่ค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ, 2543) และพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 35 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการคำนวณค่าความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อประเมิน	รวมความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1.00	0.67	1.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1.00	0.67	1.00
3. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	0.67	0.67
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระสำคัญ	1.00	0.67	0.67
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม	0.67	0.67	0.00
6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	0.67	1.00	1.00
7. สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	0.67	1.00	0.67
8. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0.67	0.67	0.67

2. ผลการคำนวณความเหมาะสมของสถานการณ์และข้อคำถาม ของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ ความเหมาะสมของสถานการณ์และข้อคำถาม ของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หัวข้อประเมิน	รวมความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ถูกต้องตามหลักการเขียน พฤติกรรมที่ กำหนดสามารถวัดและประเมินผลได้	4.67	4.67	4.67
2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเป็นไป ได้ในนำไปสอนจริง	4.33	4.67	4.67
3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมด้านเวลาและการนำไปใช้	4.67	4.67	4.67
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ตามที่ระบุในแผน	4.33	4.33	4.33
5. เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามธรรมชาติของวิชา	4.67	4.67	4.67
6. สื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.33
7. การวัดและประเมินผลมีเกณฑ์ที่ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	4.33	4.33



**NMCGON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และด้านความเหมาะสมของภาษาและการนำไปใช้โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.33-4.52 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้ ทั้งความเหมาะสมด้านภาษา และการนำไปใช้ในระดัปานกลางถึงมากที่สุด ซึ่งรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และการวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 35 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม พบว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 1 การกำหนดปัญหาคำถามยังไม่ชัดเจน สังเกตได้จากที่นักเรียนยังต้องถามว่าต้องสังเกตน้ำทั้ง 3 แก้ว ในประเด็นใดบ้าง และในชั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล เกณฑ์การประเมินผลยังไม่ชัดเจน สังเกตได้จากที่นักเรียน ในขณะที่ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนักเรียนยังสอบถามครูว่าต้องทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ด้วยหรือไม่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ขั้นวิธีการแก้ปัญหาคำถามนำยังไม่กระตุ้นให้นักเรียนลงมือออกแบบ สังเกตได้จากที่นักเรียนยังไม่มีคำถามกระตุ้นที่จะสร้างชิ้นงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล เวลาร้อย สังเกตได้จากนักเรียนยังไม่สามารถทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานได้สำเร็จแต่หมดเวลาก่อน

ปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้อีกครั้ง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้วิจัยได้ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 1 การกำหนดปัญหาคำถามยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ปรับแก้จาก ให้นักเรียนสังเกตน้ำทั้ง 3 แก้ว แต่ไม่ได้ระบุประเด็นการสังเกต เป็นระบุประเด็นการสังเกต คือ สถานะ รูปร่าง การเคลื่อนไหวของสาร เป็นต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ขั้นวิธีการแก้ปัญหาคำถามนำยังไม่กระตุ้นให้นักเรียนลงมือออกแบบ ผู้วิจัยได้ปรับแก้จากครูย่นย่อเนื้อหาชั้นเรียนและถามคำถามนักเรียน เป็นเมื่อครูย่นย่อเนื้อหาชั้นเรียนจนสุกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ชิมก่อนการนำเข้าสู่คำถามว่าจะมีการสังเกตได้อย่างไรว่าเนื้อสุกแล้ว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในการจัดการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล เวลาร้อย ยังไม่สามารถได้ผลการจัดกิจกรรมเท่าที่ควร ผู้วิจัยใช้หลังเลิกเรียนช่วยกันสรุปผลการทดลอง

3. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตาราง 2 แสดงผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายด้าน

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ผลการวิเคราะห์			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ความคิดค่องทางวิทยาศาสตร์	5	2.40	0.65	3.94	0.64
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	5	2.49	0.66	3.94	0.54
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	5	2.34	0.54	3.69	0.47
ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์	5	2.37	0.65	3.57	0.61
รวม	20	9.60	3.15	15.14	2.26

จากตารางที่ 2 แสดงผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายด้าน จากการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ความคิดค่องทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.94, S.D. = 0.64$) และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.94, S.D. = 0.54$) รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.69, S.D. = 0.47$) และความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.57, S.D. = 0.61$) ตามลำดับ

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	n	df	คะแนนเต็ม	Max	Min	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	35	34	20	13	8	9.6	1.26	-24.15*	.000
หลังเรียน	35	34	20	18	12	15.14	1.29		

*ระดับนัยสำคัญที่ .05

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($t = -24.15, p = .000$)

อภิปรายผล

1. การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมิน โดยการหาค่า IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องพลังงานความร้อน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้สอดคล้องกับ บุญชม ศรีสะอาด (2556) ที่กล่าวว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 จึงจะถือว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเมื่อพิจารณาตามคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 9.60 และ 3.15 ตามลำดับ และหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.14 และ 2.26 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีผลต่อพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ ชิ้นงาน หรือนวัตกรรม ได้ด้วยตนเองโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ทรายุทธ ชาญนคร (2558) ที่ได้กล่าวว่าหากนักเรียนได้นำเอาความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ ๆ สามารถรังสรรค์ผลงานที่ไม่ซ้ำใคร อีกทั้งยัง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นการนำเอาขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมโดยในแต่ละขั้นตอนจะต้องให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำการสืบค้นด้วยสื่อเทคโนโลยีที่ตนเองสามารถเข้าถึงได้
2. เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างสะดวก ก่อนการดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรเตรียม อุปกรณ์ สื่อการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรมขั้นต่าง ๆ ให้ครบ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจมีการใช้เครื่องมือฉบับนี้ควบคู่กับเครื่องมือวิจัยอื่น ๆ เช่น แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ใบงาน ใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ เพื่อให้สามารถสะท้อนความสามารถของนักเรียนตามองค์ประกอบได้ชัดเจนมากขึ้น
2. จากการวิจัยพบว่า ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนได้แสดงให้เห็นว่ามีการคิดแก้ปัญหาที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร จากการสร้างชิ้นงานของนักเรียนเมื่อถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานหากชิ้นงานเกิดปัญหาหรือไม่ ชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพนักเรียนจะแก้ปัญหาได้ช้า ในการจัดทำวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในครั้งต่อไปอาจจะพัฒนาหรือส่งเสริม ทักษะการแก้ปัญหา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- จรรยาพร ชลสินธุ์. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- จุฑามาศ ภู่านาค และคณะ. (2561). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

- ชามาศ ดิษฐเจริญ และปริญญา หนันชัยบุตร. (2556). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: สุริยศาสตร์.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสาร วิชาการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชร นวลผ่อง. (2553). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่องงานประดิษฐ์จากภูมิปัญญาไทย วิชา งานประดิษฐ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยสารคาม, มหาสารคาม.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์
- ภัสสร ติดมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องระบอบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- วนิช สุจารัตน์. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: สุริยศาสตร์
- ศรายุทธ ชาญนคร.(2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์. ใน การประชุมวิชาการเสนอมผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 34. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). รู้จักสะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม. สืบค้น 18 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.stemedthailand.org>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2544). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อารี พันธุ์ณี. (2557). ฝึกให้คิดเป็นคิดอย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Moraavesik, M.J. (1981). “Creative in Science Education.” *Science Education*, 65 (AApril), 21-225
- Piltz and Sund. (1974). *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. Boston.
- Schachter, R. (2012). *A classroom of engineering: Teaching STEM in the younger grede*. Retrieved June 9, 2014, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ973521.pdf>.
- Torraance, E.P. (1962). *Guiding creativetalent*. Englewood cliffs,NJ:Prentice-Hall.
- Osborn, A. F. (1963). *Creative imagination*. New York : Charles.